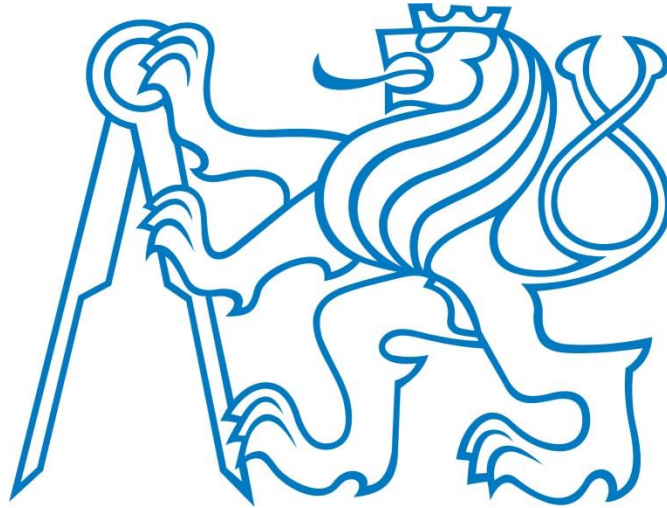


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  
FAKULTA STAVEBNÍ

Katedra konstrukcí pozemních staveb



Bakalářská práce  
Návrh kulturního centra v pasivním standardu

Část:  
Výběr optimální varianty skladby obvodové stěny

Vypracoval: Michael Pokorný

Vedoucí bakalářské práce: doc. Dr. Ing. Zbyněk Svoboda

Praha 2016

## Obsah

1. Úvod.....	2
2. Typy skladeb obvodové stěny .....	3
2.1. Skladba 1 .....	3
2.1.1. Posouzení skladby 1 v programu Teplo .....	4
2.2. Skladba 2 .....	5
2.2.1. Posouzení skladby 2 v programu Teplo .....	6
2.3. Skladba 3 .....	7
2.3.1. Posouzení skladby 3 v programu Teplo .....	8
2.4. Skladba 4 .....	9
2.4.1. Posouzení skladby 4 v programu Teplo .....	10
2.5. Skladba 5 .....	11
2.5.1. Posouzení skladby 5 v programu Teplo .....	12
3. Porovnání navržených skladeb obvodové stěny.....	13
4. Závěr.....	13
Seznam použitých zdrojů .....	14
Seznam použitých programů .....	14
Seznam obrázků .....	14
Seznam tabulek .....	14

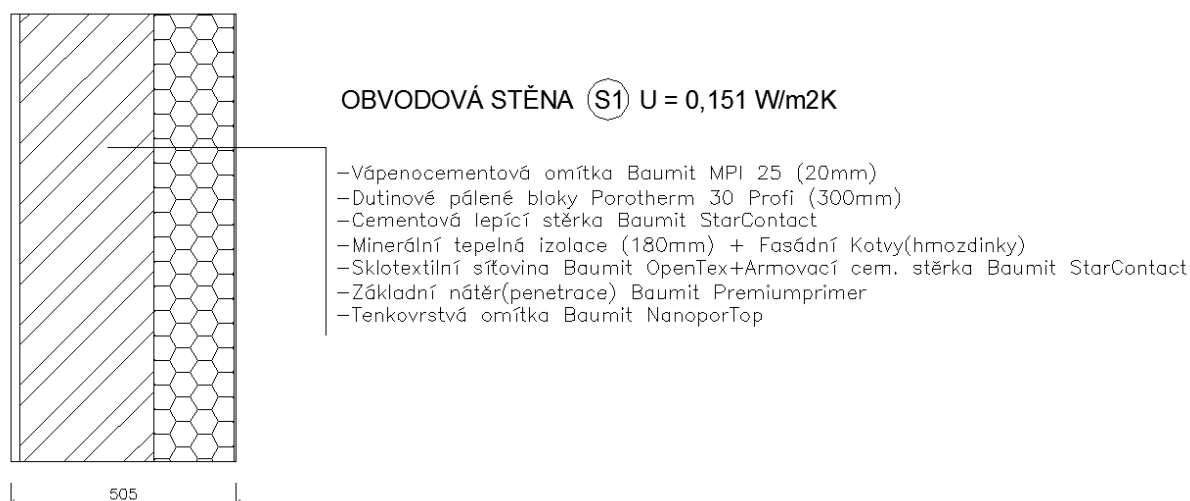
# 1. Úvod

Tato bakalářská práce je zaměřena na vytvoření projektové dokumentace kulturního centra Průhon na úrovni potřebné pro získání stavebního povolení. Součástí bakalářské práce je návrh 5 typů opláštění budovy a výběr optimální varianty skladby obvodového pláště. Jednotlivé typy skladeb obvodového pláště byly posouzeny na prostup tepla, kondenzaci vodní páry a na cenu za materiál. Prostup tepla jednotlivých skladeb je velmi podobný, cílem práce je dosažení určité úspory energie s nejmenšími možnými pořizovacími náklady.

## 2. Typy skladeb obvodové stěny

### 2.1. Skladba 1

První navržená skladba je navržena jako nevětraná, sendvičového typu, s kontaktním zateplovacím systémem (KZS). Nosná část je vyzděna z děrovaných pálených bloků Porotherm 30 Profi zděných na maltu pro tenké spáry. Na tuto zděnou vrstvu je z interiérové strany nanesena 20 mm tlustá vápenocementová omítka Baumit MPI 25. Z exteriérové strany je nalepeno 240 mm minerální čedičové vaty Isover TF PROFI, na kterou je navržena armovací vrstva o síle 3 mm. Pro zhotovení lepicí a armovací vrstvy bylo vybráno cementové lepidlo Baumit StarContact. Na armovací vrstvu je nanesen základní nátěr Baumit PremiumPrimer, zajišťující stejnou nasákavost a přilnavost fasádní omítky. Jako finální pohledová vrstva byla vybrána probarvená tenkovrstvá omítka Baumit NanoporTop o zrnitosti kamínku 2 mm. Kotvení izolantu je zajištěno hmoždinkami STR8/60 U2GX215 rozmístěnými po 6 ks/m<sup>2</sup>.



**Obr. 1:** Schéma souvrství skladby 1

Skladba 1 byla posouzena v programu Teplo, výsledný součinitel prostupu tepla lze zařadit do pasivního standardu  $U = 0,151 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Z hlediska posouzení skladby na kondenzaci vodní páry vyšla hodnota  $0,0231 \text{ kg}/\text{m}^2$  za rok. Kondenzační zóna je na hranici armovací vrstvy a minerální vaty. Celková tloušťka konstrukce je 505 mm. Po provedení cenového posouzení vyšla cena materiálu za m<sup>2</sup> 2244 korun bez DPH.

**Tab. 1:** Cenové posouzení skladby 1

SKLADBA 1	Cena/m2 (bez DPH)	Cena/m2 (vč. DPH)
Vápenocem. Omítka Baumit MPI 25	102	123
Zdivo Porotherm 30 Profi	826	1003
Tenkovrstvá malta Porotherm Profi	25	31
Cementové lepidlo Baumit StarContact	79	96
Minerální vata Isover TF PROFI (180mm)	792	958
6 x Hmoždinka STR8/60 U2GX215	115	139
Armovací vrstva Baumit StarContact	47	57
Perlinka Baumit StarTex	24	30
Základní nátěr Baumit PremiumPrimer	16	19
Minerální omítka Baumit NanoporTop	218	263
<b>CELKOVÁ CENA:</b>	<b>2244</b>	<b>2719</b>

## 2.1.1. Posouzení skladby 1 v programu Teplo

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

#### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

#### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Baumit MPI 25	0,020	0,470	25,0
2	Porotherm 30 Profi na maltu pr	0,300	0,180	10,0
3	Isover TF Profi	0,180	0,038	1,0
4	Baumit StarContact	0,003	0,800	50,0
5	Minerální omítka Baumit Nano	0,002	0,700	25,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$	0,823
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} =$	0,963

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

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

Požadavek: $U_{,N} =$	0,30 W/m <sup>2</sup> K
Vypočtená hodnota: $U =$	0,151 W/m <sup>2</sup> 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: 0,135 kg/m<sup>2</sup>.rok  
(materiál: Baumit StarContact).

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  $M_{c,a} = 0,0231$  kg/m<sup>2</sup>.rok  
Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 9,3897$  kg/m<sup>2</sup>.rok

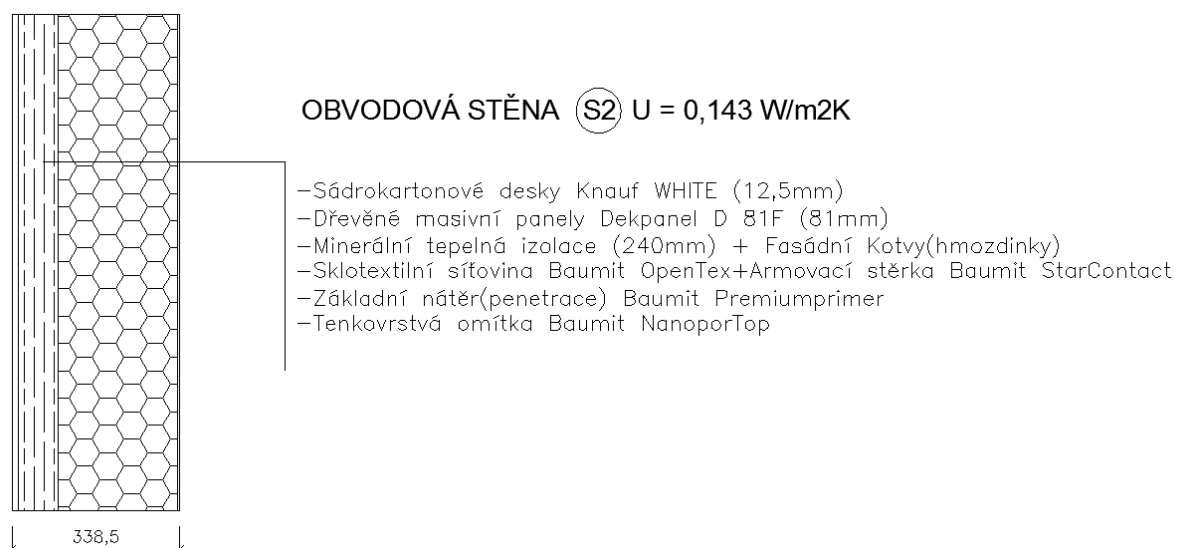
**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... **2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... **3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

## 2.2. Skladba 2

Druhá skladba je navržena jako sendvičová neprovětrávaná s kontaktním zateplovacím systémem. Nosná část skladby je tvořena dřevěným panelem od firmy Dektrade. Tento panel má tloušťkou pouhých 81 mm a je složený ze 3 vrstev smrkových hoblovaných prken. Každá vrstva prken je otočena o 90 stupňů oproti sousední vrstvě. Jednotlivé vrstvy prken jsou mezi sebou mechanicky spojeny pomocí vrutů rozmístěných v pravidelném rastru. Panel je posazený do maltového lože na železobetonovou (ŽB) desku a kotvami přichycený mezi ŽB skeletový rám. Mezi 2. a 3. vrstvou prken (z interiéru) je vložena parotěsná vrstva, zajišťující neprůvzdušnost konstrukce. Na nosný panel je disperzním lepidlem Baumit Dispofix přilepena vrstva 240 mm silné minerální vaty Isover TF PROFI. Pro kotvení minerální vaty jsou navrženy hmoždinky STR H 60x260 rozmístěny v pravidelném rastru po 6 ks/m<sup>2</sup>. Následuje cementová armovací vrstva s perlínkou. Jako finální úprava je použita probarvená omítka Baumit NanoporTop o zrnitosti kamínku 2 mm. Pohledovou vrstvu z interiéru tvoří sádrokartonové desky Knauf WHITE 12,5 mm.



**Obr. 2:** Schéma souvrství skladby 2

Součinitel prostupu tepla skladby  $U = 0,143 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Této hodnoty bylo dosaženo poměrně tenkou skladbou, její celková tloušťka je 338,5 mm. Ke kondenzaci vodní páry v této skladbě nedochází. Cena materiálu za m<sup>2</sup> vychází 3383 korun bez DPH.

**Tab. 2:** Cenové posouzení skladby 2

SKLADBA 2	Cena/m2 (bez DPH)	Cena/m2 (vc DPH)
Sádrokartonové desky Knauf WHITE (12,5mm)	47	57
Dřevěné masivní panely Dekpanel D 81F	1743	2088
Disperzní lepidlo na dřevo Baumit Dispofix	78	94
Minerální vata Isover TF PROFI (240mm)	1056	1278
6 x Hmoždinka STR H 60x260 (do dřeva)	154	187
Armovací vrstva Baumit StarContact	47	57
Perlínka Baumit StarTex	24	30
Základní nátěr Baumit PremiumPrimer	16	19
Minerální omítka Baumit NanoporTop	218	263
<b>CELKOVÁ CENA:</b>	<b>3383</b>	<b>4073</b>

## 2.2.1. Posouzení skladby 2 v programu Teplo

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

#### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

#### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	9,0
2	Dřevo měkké (tok kolmo k vlákn)	0,054	0,180	157,0
3	Integrovaná parozábrana	0,0003	0,380	18000,0
4	Dřevo měkké (tok kolmo k vlákn)	0,027	0,180	157,0
5	Isover TF Profi	0,240	0,038	1,0
6	Baumit StarContact	0,003	0,800	50,0
7	Minerální omítka Baumit Nanopo	0,003	0,700	25,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,823$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,965$

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

#### 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:  $U = 0,143 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U < U_{N}$  ... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

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

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

Požadavky:

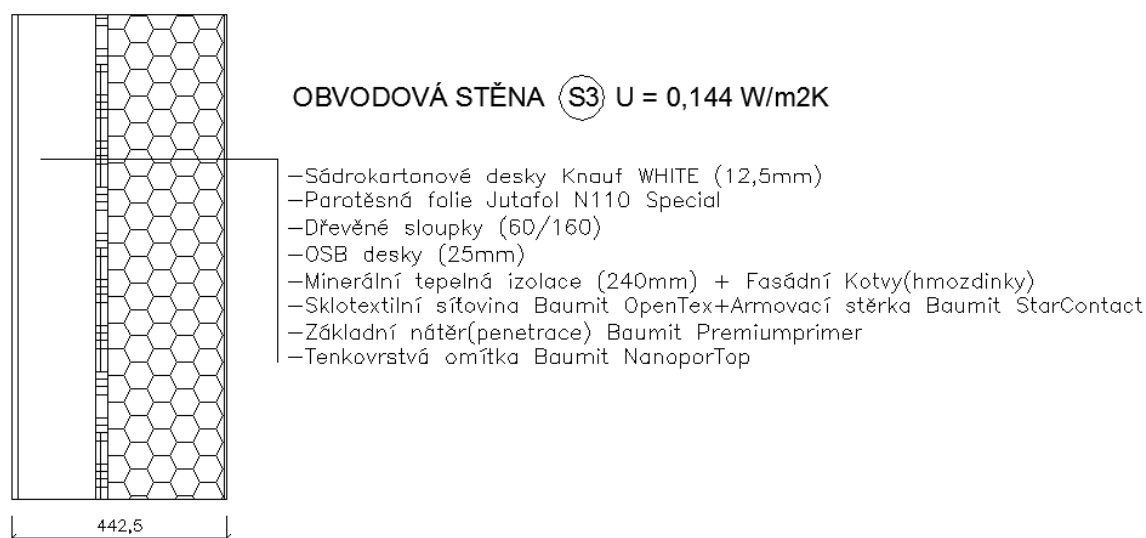
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než  $0,1 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$ , nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**

## 2.3. Skladba 3

Třetí skladba je neprovětrávaná s kontaktním zateplovacím systémem. Skladba je nesena dřevěnými KVH hranoly 60/160 mm, které jsou rozmístěny v osových vzdálenostech 625 mm. Hranoly jsou posazeny na nosnou železobetonovou desku a přikotveny ocelovými úhelníky. Z interiéru je na hranoly přilepena parotěsná zábrana. Ta se dá přilepit pomocí oboustranné lepicí pásky nebo mechanicky připevnit sponkovací pistolí, tyto spoje ovšem musí být přeplepeny parotěsnou páskou. Parozábrana je překryta sádrokartonovými deskami Knauf WHITE 12,5 mm. Z venkovní strany jsou na sloupky přišroubovány OSB desky tloušťky 25 mm, na ty je přilepena minerální vata Isover TF PROFI 240 mm. Pro lepení izolačních desek je navržena speciální lepicí malta na OSB desky Baumit SupraFix. Dokonalé kotvení izolačních desek zajišťují hmoždinky STR H 60x260 do dřeva. Hmoždinky jsou rozmístěny v rastru po 6 ks/m<sup>2</sup>. Armovací vrstvu tvoří cementové lepidlo Baumit StarContact s vloženou perlínkou. Na armovací vrstvu je nanesen základní penetrační nátěr Baumit PremiumPrimer, který slouží jako podklad pro probarvenou omítku Baumit NanoporTop.



**Obr. 3:** Schéma souvrství skladby 3

Po posouzení skladby v programu teplo vyšla hodnota součinitele prostupu tepla  $U = 0,144 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . V konstrukci díky parozábraně umístěné u vnitřního líce skladby nedochází ke kondenzaci vodní páry. Cena za materiál na m<sup>2</sup> vychází 1974 korun bez DPH. Jedná se o druhou nejlevnější skladbu.

**Tab. 3:** Cenové posouzení skladby 3

SKLADBA 3	Cena/m <sup>2</sup> (bez DPH)	Cena/m <sup>2</sup> (vc DPH)
Sádrokartonové desky Knauf WHITE (12,5mm)	47	57
Parotěsná folie Jutafol N110 Special	13	16
KVH smrkové sloupky S10 (60/160)	139	168
OSB desky (25mm)	189	229
Lepicí malta na OSB Baumit SupraFix	71	86
Minerální vata Isover TF Profi (240mm)	1056	1278
6 x Hmoždinka STR H 60x260 (do dřeva)	154	187
Armovací vrstva Baumit star contact	47	57
Perlínka Baumit StarTex	24	30
Základní nátěr Baumit PremiumPrimer	16	19
Minerální omítkva Baumit NanoporTop	218	263
<b>CELKOVÁ CENA:</b>	<b>1974</b>	<b>2390</b>



## 2.3.1. Posouzení skladby 3 v programu Teplo

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

#### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

#### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	9,0
2	Jutafol N 110 Special	0,0002	0,390	210154,0
3	Uzavřená vzduch. dutina tl. 16	0,160	0,802	0,06
4	OSB desky	0,025	0,130	50,0
5	Isover TF Profi	0,240	0,038	1,0
6	Baumit StarContact	0,003	0,800	50,0
7	Minerální omítka Baumit Nanopo	0,003	0,700	25,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,823$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,965$

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:  $U = 0,144 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 **$U < U_{N}$  ... 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:

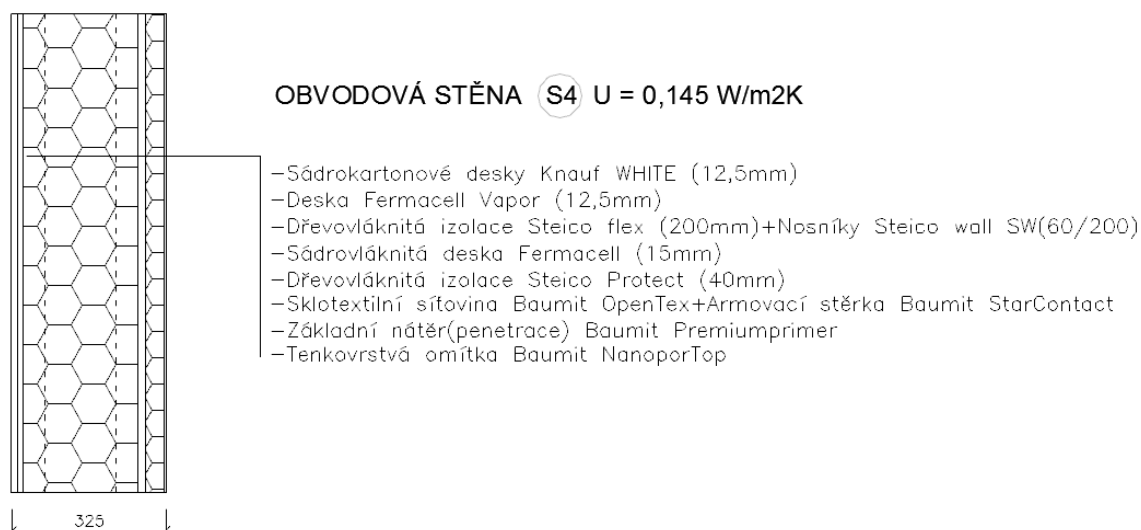
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu  $M_{c,a}$  musí být nižší než 0,1 kg/m<sup>2</sup>.rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

**POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**

## 2.4. Skladba 4

Čtvrtá skladba je navržena podle systému firmy Steico. Nosnou funkci této obvodové stěny zajišťují profilové nosníky Steico wall, tyto nosníky jsou tvořeny dvěma pásnicemi z dřevěných KVH hranolů o rozměrech 60 x 45 mm. Pásnice jsou spojené stojinou vyrobenou z tvrdé vláknité desky tloušťky 6 mm. Zvolený tvar nosníku slouží k minimalizaci tepelných mostů. Nosníky tohoto pláště jsou jako jediné z uvedených variant upevňovány na železobetonovou konstrukci z boku pomocí ocelových úhelníků. Na Steico nosníky je přišroubována z vnitřní strany sádrovláknitá deska Fermacell Vapor, která plní parotěsnící funkci. Ekvivalentní difúzní tloušťka desky je okolo 3 m což postačuje pro difúzně otevřené systémy. Mezi profilové nosníky je vložena dřevovláknitá izolace Steico flex tloušťky 240 mm. Na nosníky jsou z venkovní strany přivrtány sádrovláknité desky Fermacell. Přes sádrovláknité desky je do nosníků přikotvena další vrstva dřevovláknité izolace s povrchovou úpravou pro nanášení omítky. Dřevovláknitá vrstva izolace má tloušťku 40 mm a je navržena z desek Steico protect. Armovací a finální vrstva stěny je stejná jako u předchozích skladeb.



**Obr. 4:** Schéma souvrství skladby 4

Součinitel prostupu tepla navržené skladby  $U = 0,145 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . V konstrukci dochází během roku ke kondenzaci vodní páry. Množství zkondenzované vodní páry je  $0.0110 \text{ kg}/\text{m}^2$  za rok to je ovšem množství, které je dovoleno státní normou ČSN 730540-2 a je během roku vypařitelné. Cena materiálu za  $\text{m}^2$  je 1904 korun bez DPH.

**Tab. 4:** Cenové posouzení skladby 4

SKLADBA 4	Cena/m2 (bez DPH)	Cena/m2 (vc DPH)
Sádrokartonové desky Knauf WHITE (12,5mm)	47	57
Deska Fermacell Vapor (12,5mm)	250	303
Nosníky Steico wall SW(60/240)	243	294
Dřevovláknitá izolace Steico flex (240mm)	515	623
Sádrovláknitá deska Fermacell (15mm)	193	234
Dřevovláknitá izolace Steico Protect (40mm)	341	413
6 x Hmoždinka STR H 60x80	55	67
Armovací vrstva Baumit StarContact	47	57
Perlinka Baumit StarTex	24	30
Základní nátěr Baumit PremiumPrimer	16	19
Minerální omítka Baumit NanoporTop	218	263
<b>CELKOVÁ CENA:</b>	<b>1949</b>	<b>2360</b>

## 2.4.1. Posouzení skladby 4 v programu Teplo

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

#### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

#### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Sádrokarton	0,0125	0,220	9,0
2	Fermacell Vapor	0,0125	0,320	240,0
3	STEICO FLEX + NOSNÍKY	0,240	0,042	5,0
4	Fermacell	0,015	0,320	13,0
5	STEICO PROTECT TYP M	0,040	0,046	5,0
6	Baumit StarContact	0,003	0,800	50,0
7	Minerální omítka Baumit Nanopo	0,003	0,700	25,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,823$   
Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,964$

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

### 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:  $U = 0,145 \text{ W/m}^2\text{K}$   
 $U < U_{N}$  ... **POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

### 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: 0,135 kg/m<sup>2</sup>.rok  
(materiál: Baumit StarContact).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m<sup>2</sup>.rok

Vypočtené hodnoty: V kei dochází při venkovní návrhové teplotě ke kondenzaci.

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0110 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 8,3586 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

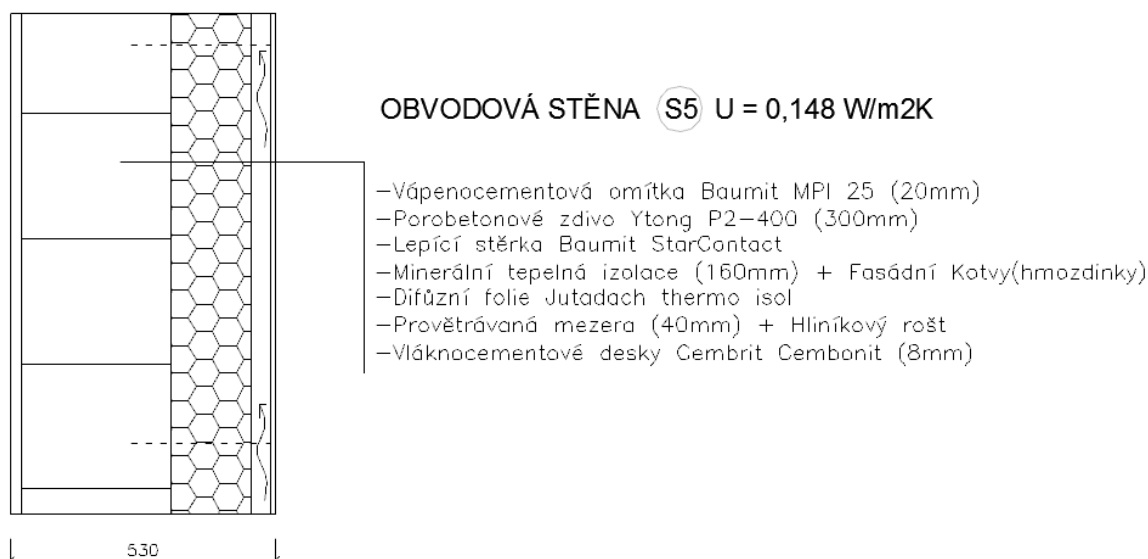
**Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.**

$M_{c,a} < M_{ev,a}$  ... **2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

$M_{c,a} < M_{c,N}$  ... **3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

## 2.5. Skladba 5

Poslední navržená skladba je navržena jako provětrávaná, se vzduchovou mezerou 40 mm. Nosnou konstrukci stěny tvoří pórobetonové zdivo Ytong P2-400, vyzděné na tenkovrstvou maltu. Toto zdivo má velmi dobré tepelně izolační vlastnosti, z toho důvodu bylo vybráno pro eliminaci tepelných mostů od hliníkových kotev. Z vnitřní strany objektu je nanesena vápenocementová omítka o síle 20 mm. Z vnější strany je do zdiva přivrtaný nosný hliníkový rošt dle systému Facalu 110 firmy Etanco. Hliníkové stěnové profily LR 150 jsou přikotveny do VPC zdiva s pomocí šroubů a hmoždinek. Stěnové profily musí být podloženy termoizolačními podložkami pro přerušení tepelných mostů. Ke stěnovým profilům se přišroubují hliníkové profily L50/42, do kterých se ve finále kotví vláknocementové desky Cembrit Cembonit. Mezi stěnovými profily jsou cementovým lepidlem nalepeny minerální desky Rockwool Airrock HD tloušťky 160 mm. Tyto tepelně izolační desky jsou určeny do provětrávaných fasád. Na minerální desky je položena difúzní folie Jutadach Thermoisol WB 2AP, která chrání tepelný izolant před případným kondenzátem.



**Obr. 5:** Schéma souvrství skladby 5

Součinitel prostupu tepla skladby  $U = 0,148 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . V konstrukci nedochází během roku ke kondenzaci vodní páry. Cena materiálu za  $\text{m}^2$  vychází 3305 korun bez DPH. Tato skladba obvodové stěny je nejdražší.

**Tab. 5:** Cenové posouzení skladby 5

SKLADBA 5	Cena/m <sup>2</sup> (bez DPH)	Cena/m <sup>2</sup> (vc DPH)
Vápenocem. Omítka Baumit MPI 25	102	123
YTONG P2-400(300mm)	978	1183
Tenkovrstvá malta Porotherm Profi	25	31
Cementové lepidlo Baumit StarContact	79	96
Minerální vata Rockwool Airrock HD (160mm)	284	344
6 x Hmoždinka STR8/60 U2GX275	164	198
Difuzní folie Jutadach thermoisol WB 2AP	86	104
Hliníkový rošt Facalu LR110	742	898
Cementovláknitý obklad Cembrit (8mm)	845	1022
<b>CELKOVÁ CENA:</b>	<b>3305</b>	<b>3999</b>

## 2.5.1. Posouzení skladby 5 v programu Teplo

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

#### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	50,0 % (+5,0%)

#### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Baumit MPI 25	0,020	0,470	25,0
2	Ytong P2-400	0,300	0,101	7,0
3	Rockwool Airrock HD+AL Rošt	0,160	0,045	3,55
4	Jutadach thermo isol	0,0008	0,390	100,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$	0,823
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} =$	0,964

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 W/m <sup>2</sup> K
Vypočtená hodnota: $U =$	0,148 W/m <sup>2</sup> K
<b><math>U &lt; U_{,N}</math> ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.</b>	

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.**

### 3. Porovnání navržených skladeb obvodové stěny

Tab. 6: Porovnání navržených skladeb

	Tloušťka (mm)	Cena (bez DPH)	U (W/m <sup>2</sup> K)	Kondenzace (kg/m <sup>2</sup> *rok)	Vypařitelné (kg/m <sup>2</sup> *rok)	Hmotnost (kg/m <sup>2</sup> )
SKLADBA 1	505	2244	0,151	0,0231	9,3897	320,7
SKLADBA 2	340	3383	0,143	bez	-	90,3
SKLADBA 3	445	1974	0,144	bez	-	71,7
<b>SKLADBA 4</b>	<b>325</b>	<b>1949</b>	<b>0,145</b>	<b>0,0110</b>	<b>8,3586</b>	<b>72,6</b>
SKLADBA 5	530	3305	0,148	bez	-	190,7

Všechny navržené skladby splňují požadavky na hodnotu prostupu tepla a množství zkondenzované vodní páry na m<sup>2</sup> dle státní normy ČSN 730540-2 Tepelná ochrana budov. Všechny skladby také svým součinitelem prostupu tepla splňují standardy pasivních domů. Doporučená hodnota na součinitel prostupu tepla  $U_{pas, 20} = 0,12 - 0,18 \text{ W/(m}^2\text{K)}$ .

Největší množství zkondenzované vodní páry bude v klasicky řešené a nejběžněji používané skladbě 1, stavěné z pálených dutinových bloků s kontaktním zateplovacím systémem. Hodnota množství zkondenzované vodní páry je 0,0231 kg/m<sup>2</sup> za rok.

Z hlediska jednoduchosti a rychlosti výstavby je nejlepší skladba 2, která je stavěná z dřevěných panelů, tyto panely jsou za pomoci jeřábu osazovány do maltového lože a přikotveny ke konstrukci pomocí ocelových úhelníků. Výstavba nosné konstrukce skladby je tedy velmi rychlá a poté stačí už pouze nalepit tepelný izolant a je hotovo. Cena této skladby za m<sup>2</sup> je 3383 korun bez DPH a je nejdražší ze všech navržených variant.

Co se týče ceny materiálu, tak vítězem je skladba 4 systému Steico. Cena skladby za m<sup>2</sup> je 1949 korun bez DPH. Tato konstrukce má také nejmenší tloušťku souvrství, které vytváří více prostoru v interiéru. Stěna je navíc kotvena k budově zvenku takže do interiéru zasahují pouze 12,5 mm tlusté desky Fermacell a sádkokarton. Desky Fermacell Vapor jsou překryté sádkokartonom, z důvodu maskování parotěsných spojů, které jsou provedeny speciální parotěsnou páskou. V projektové dokumentaci bude ke skladbě přidána předstěna umožňující provedení elektroinstalací v obvodové stěně.

### 4. Závěr

Cílem návrhu skladeb obvodového pláště bylo vytvoření nejlevnější obvodové konstrukce. Ceny jednotlivých součástí skladeb byly primárně převzaty z ceníku od výrobce. Pokud ceník nebyl nalezen nebo neobsahoval potřebné údaje, byla cena převzata od jiných dodavatelů.

Z důvodů úspory místa v interiéru a s nížením výdajů za materiál, je zvolena pro opláštění nově projektovaného kulturního centra skladba 4 systému Steico. Tato skladba je nejlevnější a minimálně zasahuje do prostoru interiéru, bude proto navržena v projektové dokumentaci.

## Seznam použitých zdrojů

1. ČSN 730540-2 Tepelná ochrana budov
2. Ceníky výrobců: Etanco, Baumit, Knauf, Rockwool, Isover, Steico, Dektrade, Fermacell
3. <https://www.dek.cz/podpora/system-dekpanel-d>
4. <http://www.steico.com/cz/>
5. <http://www.baumit.cz/>
6. <http://www.isover.cz/>
7. <http://etanco.cz/>
8. <http://www.knauf.cz/>
9. <http://www.rockwool.cz/>
10. <http://www.kmbeta.cz/>
11. <http://www.fermacell.cz/>

## Seznam použitých programů

1. Teplo 2014 EDU, (c) 2014 Svoboda Software

## Seznam obrázků

<b>Obr. 1:</b> Schéma souvrství skladby 1 .....	3
<b>Obr. 2:</b> Schéma souvrství skladby 2 .....	5
<b>Obr. 3:</b> Schéma souvrství skladby 3 .....	7
<b>Obr. 4:</b> Schéma souvrství skladby 4 .....	9
<b>Obr. 5:</b> Schéma souvrství skladby 5 .....	11

## Seznam tabulek

<b>Tab. 1:</b> Cenové posouzení skladby 1 .....	3
<b>Tab. 2:</b> Cenové posouzení skladby 2 .....	5
<b>Tab. 3:</b> Cenové posouzení skladby 3 .....	7
<b>Tab. 4:</b> Cenové posouzení skladby 4 .....	9
<b>Tab. 5:</b> Cenové posouzení skladby 5 .....	11
<b>Tab. 6:</b> Porovnání navržených skladeb .....	13