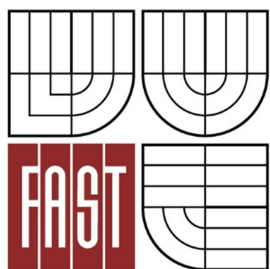




VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

RODINNÝ DŮM
FAMILY HOUSE

SLOŽKA 6
STAVEBNÍ FYZIKA

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

TOMÁŠ GREGOR

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. MILOŠ KALOUSEK, Ph.D.

BRNO 2014

Obsah:

Výpočet součinitele prostupu tepla a posouzení konstrukce obvodové stěny.....	3
Výpočet součinitele prostupu tepla a posouzení podlahy na terénu.....	3
Výpočet součinitele prostupu tepla a posouzení podlahy nad sklepem.....	4
Výpočet součinitele prostupu tepla a posouzení zatepleného podkroví.....	4
Výpočet a posouzení konstrukcí v programu teplo 2011.....	6
Posouzení zatepleného ostění v programu Area 2011 grafika.....	14
Posouzení zatepleného ostění v programu Area 2011 protokol.....	17

Stavební fyzika:

Výpočet konstrukcí ručně:

obvodová stěna			
	R(m ² K/W)	lambda (W/mK)	d(m)
Ytong omítka vnitřní	0,002857143	0,35	0,001
Ytong zdivo	3,826530612	0,098	0,375
EPS 70 F	2,272727273	0,044	0,1
JUB Silikátová	0,001149425	0,87	0,001
R	6,103264453		
Rsi	0,13		
Rse	0,04		
RT	6,273264453		
U=	0,159406639		

podlaha na terénu			
	R(m ² K/W)	lambda (W/mK)	d(m)
Dlažba keramická	0,007920792	1,01	0,008
Baumit lep. st	0,00625	0,8	0,005
Potěr cementový	0,047413793	1,16	0,055
EPS 100 S	2,105263158	0,038	0,08
Elastodek 40 S	0,019047619	0,21	0,004
Beton hutný 1	0,12195122	1,23	0,15
R	2,307846582		
Rsi	0,17		
Rse	0		
RT	2,477846582		
U=	0,403576237 W/m²K		

podlaha nad suterénem			
	R(m ² K/W)	lambda (W/mK)	d(m)
Podlahové lino	0,029411765	0,17	0,005
Potěr cementový	0,047413793	1,16	0,055
EPS 100 S	2,105263158	0,038	0,08
ytong strop	1,923076923	0,13	0,25
Ytong omítka vnitřní	0,028571429	0,35	0,01

R	4,133737067		
R _{si}	0,17		
R _{se}	0,1		
RT	4,403737067		
U=	0,230021 W/m ² K		

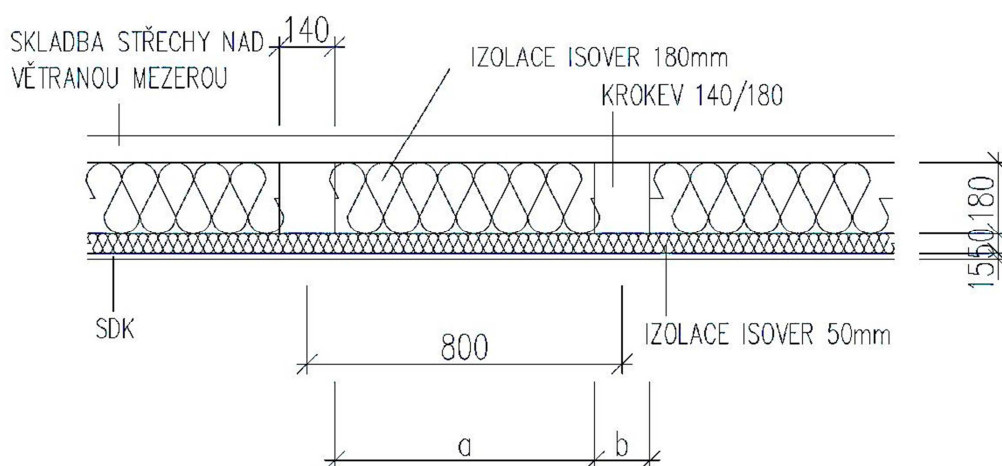
Posouzení:

Obvodová stěna: $Un_{rq} = 0,3 > U = 0,1594 \text{ W/m}^2\text{K}$ – vyhovuje

Podlaha na terénu: $Un_{rq} = 0,95 > U = 0,403 \text{ W/m}^2\text{K}$ – vyhovuje

Podlaha nad suterénem: $Un_{rq} = 1,05 > U = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$ – vyhovuje

SOUČINITEL PROSTUPU TEPLA KROVU



(L = lambda)

$L_{180} = 0,038 \text{ W/m.K}$; $L_{50} = 0,038 \text{ W/m.K}$; $L_{dř.} = 0,18 \text{ W/m.K}$; $L_{sdk} = 0,58 \text{ W/m.K}$

Odpory II s q

$R_{sdk} = d/L_{sdk}$

$R_{sdk} = 0,015/0,58$

$R_{sdk} = 0,0258 \text{ m}^2\text{.K/w}$

$R_{180} = 0,18/0,038$

$R_{180} = 4,73 \text{ m}^2\text{.K/w}$

$R_{50} = 0,05/0,038$

$R_{50} = 1,31 \text{ m}^2\text{.K/w}$

$$R_a = R_{\text{sdk}} + R_{180} + R_{50}$$

$$R_a = 0,0258 + 4,73 + 1,31$$

$$R_a = 6,06 \text{ m}^2 \cdot \text{K/w}$$

$$f_a = A_a/A$$

$$f_a = (0,66 \times 0,245)/(0,8 \times 0,245)$$

$$f_a = 0,825$$

$$R_b = 0,0258 + 1,31 + (0,18/0,18)$$

$$R_b = 2,89 \text{ m}^2 \cdot \text{K/w}$$

$$f_b = A_b/A$$

$$f_b = (0,14 \times 0,245)/(0,8 \times 0,245)$$

$$f_b = 0,825$$

$$1/R' = f_a/R_a + f_b/R_b$$

$$1/R' = 0,825/6,06 + 0,175/2,89$$

$$R' = 5,08 \text{ m}^2 \cdot \text{K/w}$$

Odpory kolmé na q

$$f_a = A_a/A$$

$$f_a = (0,8 \times 0,18)/(0,8 \times 0,245)$$

$$f_a = 0,734$$

$$f_b = A_b/A$$

$$f_b = (0,18 \times 0,140)/(0,8 \times 0,245)$$

$$f_b = 0,128$$

R nehomogenní vrstvy izolace a trámu

$$1/R1'' = (0,734/4,73) + (0,128/1)$$

$$R1'' = 3,53 \text{ m}^2 \cdot \text{K/w}$$

$$R'' = R1'' + R_{\text{sdk}} + R_{50}$$

$$R'' = 3,53 + 1,31 + 0,0258$$

$$R'' = 4,86 \text{ m}^2 \cdot \text{K/w}$$

Podmínka použitelnosti

$$0,8 < R'/R'' < 1,25$$

$$0,8 < 1,04 < 1,25 \quad \text{vyhovuje}$$

Tepelný odpor konstrukce

$$R = (R' + 2 R'')/3$$

$$R = (5,08 + 2 \times 4,86)/3$$

$$R = 4,93 \text{ m}^2 \cdot \text{K/w}$$

Součinitel prostupu tepla a posouzení

$$U = 1/R_{si} + R + R_{se}$$

$$U = 1/(0,1 + 4,93 + 0,1)$$

$$U = 0,194 \text{ W/m}^2\cdot\text{K} < U_N = 0,24 \text{ W/m}^2\cdot\text{K}$$

Konstrukce vyhovuje na doporučení součinitel prostupu tepla.

Zadání konstrukcí v programu teplo 2011

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2011

Název úlohy : **Obvodová stěna**

Zpracovatel : TT 2011

Zakázka :

Datum : 17.4.2014

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m2K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m3]	Mi[-]	Ma[kg/m2]
1	Ytong omítka v	0,0010	0,3500	1000,0	1000,0	10,0	0.0000
2	Ytong zdivo	0,3750	0,0980	1000,0	350,0	7,0	0.0000
3	EPS 70 F	0,1000	0,0440	1270,0	15,0	21,0	0.0000
4	JUB Silikátová	0,0010	0,8700	1050,0	1700,0	40,0	0.0000

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Ytong omítka vnitřní	---
2	Ytong zdivo	---
3	EPS 70 F	---
4	JUB Silikátová drásaná omítka	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.13 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m2K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 60.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.10 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.159 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.18 / 0.21 / 0.26 / 0.36 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 2.5E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 910.1
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 16.5 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.63 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.961

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
tepl.[C]:	18.6	18.6	-2.3	-14.8	-14.8
p [Pa]:	1402	1400	705	149	138
p,sat [Pa]:	2146	2144	503	168	168

Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/m ² s]
1	0.3731	0.4332	3.973E-0008

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M_{c,a}: 0.041 kg/m²,rok
Množství vypařitelné vodní páry M_{ev,a}: 1.958 kg/m²,rok
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Poznámka: Hodnocení difuze 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.

STOP, Teplo 2011

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2011

Název úlohy : **Podlaha na terénu**
Zpracovatel : TT 2011
Zakázka :
Datum : 17.4.2014

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha - výpočet poklesu dotykové teploty
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Dlažba keramic	0,0080	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Baumit lep. st	0,0050	0,8000	920,0	1300,0	50,0	0.0000
3	Potěr cementov	0,0550	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
4	EPS 100 Z	0,0800	0,0380	1270,0	25,0	50,0	0.0000
5	Elastodek 40 S	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	50000,0	0.0000
6	Beton hutný 1	0,1500	1,2300	1020,0	2100,0	17,0	0.0000

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Dlažba keramická	---
2	Baumit lep. stěrka (Baumit KlebeSpachtel)	---
3	Potěr cementový	---
4	EPS 100 Z	---
5	Elastodek 40 Standard Mineral	---
6	Beton hutný 1	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.17 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : 0.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 90.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 60.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 2.31 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.404 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.42 / 0.45 / 0.50 / 0.60 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírážkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 1.1E+0012 m/s

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 18.08 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.904

Pokles dotykové teploty podlahy dle ČSN 730540:

Tepelná jímavost podlahové konstrukce B : 1345.46 Ws/m²K

Pokles dotykové teploty podlahy DeltaT : 7.85 C

STOP, Teplo 2011

ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE

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

Teplo 2011

Název úlohy : **Podlaha nad suterénem**

Zpracovatel : TT 2011

Zakázka :

Datum : 17.4.2014

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Typ hodnocené konstrukce : Strop - tepelný tok shora
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D[m]	L[W/mK]	C[J/kgK]	Ro[kg/m ³]	Mi[-]	Ma[kg/m ²]
1	Podlahové lino	0,0050	0,1700	1400,0	1200,0	1000,0	0.0000
2	Potěr cementov	0,0550	1,1600	840,0	2000,0	19,0	0.0000
3	EPS 100 Z	0,0800	0,0380	1270,0	25,0	50,0	0.0000
4	ytong strop	0,2500	0,1300	800,0	800,0	20,0	0.0000
5	Ytong omítka v	0,0100	0,3500	1000,0	1000,0	10,0	0.0000

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Podlahové linoleum	---
2	Potěr cementový	---
3	EPS 100 Z	---
4	ytong strop	---
5	Ytong omítka vnitřní	---

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.17 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rsi : 0.25 m²K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.1 m²K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot Rse : 0.04 m²K/W

Návrhová venkovní teplota Te : 10.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 75.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 60.0 %

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 4.13 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.230 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.25 / 0.28 / 0.33 / 0.43 W/m²K
Uvedené orientační hodnoty platí pro různou kvalitu řešení tep. mostů vyjádřenou přibližnou přírazkou dle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

Difuzní odpor konstrukce ZpT : 8.0E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 446.0

Fázový posun teplotního kmitu Ψ_i^* : 17.1 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.43 C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.943

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:
(bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
tepl.[C]:	19.4	19.4	19.3	14.5	10.2	10.1
p [Pa]:	1402	1243	1210	1083	924	920
p,sat [Pa]:	2256	2247	2232	1651	1240	1235

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

Množství difundující vodní páry G_d : 6.361E-0009 kg/m2s

Poznámka: Hodnocení difuze 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.

STOP, Teplo 2011

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce:

Obvodová stěna

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} :	-15,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} :	55,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Ytong omítka vnitřní	0,001	0,350	10,0
2	Ytong zdivo	0,375	0,098	7,0
3	EPS 70 F	0,100	0,044	21,0
4	JUB Silikátová drásaná omítka	0,001	0,870	40,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$ 0,789

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} =$ 0,961

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/m²K

Vypočtená hodnota: $U =$ 0,16 W/m²K

$U < U_{,N}$... 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/m².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: 0,090 kg/m².rok
(materiál: Pěnový polystyren 1 (po roce 2)).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,090 kg/m².rok

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

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0410$ kg/m².rok

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 1,9585$ kg/m².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.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce:

Podlaha na terénu

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} :	-15,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	0,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i :	55,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Dlažba keramická	0,008	1,010	200,0
2	Baumit lep. stěrka (Baumit Kle	0,005	0,800	50,0
3	Potěr cementový	0,055	1,160	19,0
4	EPS 100 Z	0,080	0,038	50,0
5	Elastodek 40 Standard Mineral	0,004	0,210	50000,0
6	Beton hutný 1	0,150	1,230	17,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$	0,631
Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} =$	0,904

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: $U_{,N} =$	0,95 W/m ² K
Vypočtená hodnota: $U =$	0,40 W/m ² K

$U < U_{,N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

III. Požadavek na pokles dotykové teploty (čl. 5.5 v ČSN 730540-2)

Požadavek: studená podlaha	
Vypočtená hodnota: $\Delta T_{10} =$	7,85 C

POŽADAVEK JE SPLNĚN.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce:

Podlaha nad suterénem

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} :	-15,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	10,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,0 C
Relativní vlhkost v interiéru R_{Hi} :	55,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Podlahové linoleum	0,005	0,170	1000,0
2	Potěr cementový	0,055	1,160	19,0
3	EPS 100 Z	0,080	0,038	50,0
4	ytong strop	0,250	0,130	20,0
5	Ytong omítka vnitřní	0,010	0,350	10,0

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

Požadavek: $f, R_{si}, N = f, R_{si}, cr =$ 0,262
Vypočtená průměrná hodnota: $f, R_{si}, m =$ 0,943

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

Průměrná hodnota fR_{si}, 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: $U, N =$ 1,05 W/m²K
Vypočtená hodnota: $U =$ 0,23 W/m²K

$U < U, N$... 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:

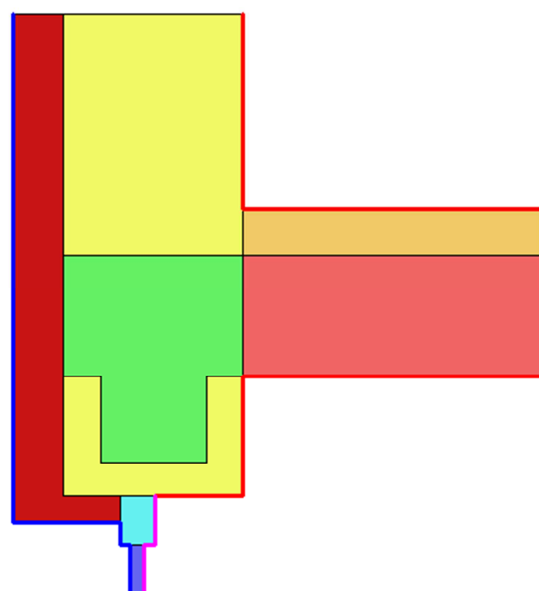
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

Posouzení zatepleného ostění v programu Area 2011

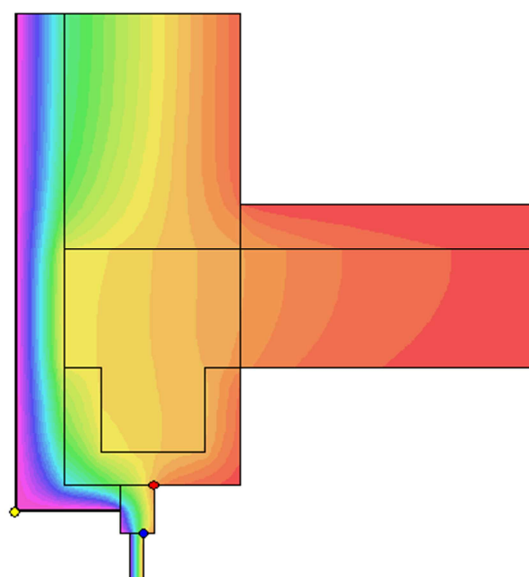
Geometrie detailu:



LEGENDA:

DETAIL A	
Geometrie detailu	
Vert.os : 129	
Hor.os : 160	
Prvků : 40704	
Tepl.	Odpor R _s
≤ 0	≤ 0,05
< 0	> 0,05
> 0	≤ 0,16
> 0	0,17-0,24
> 0	> 0,25

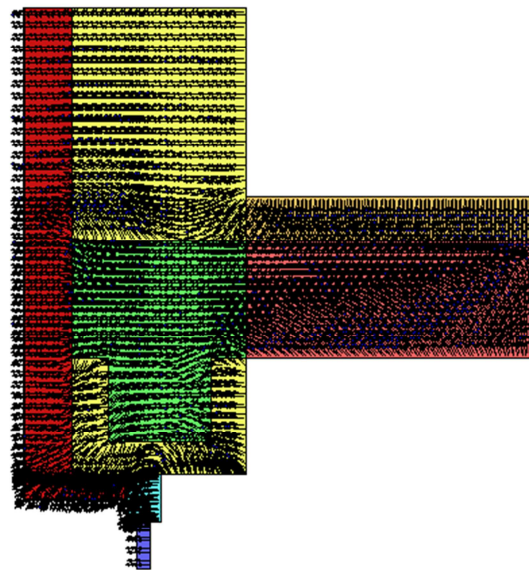
Rozložení teplot v konstrukci



LEGENDA:

DETAIL A	
Teplotní pole [C]:	
-15,0 ... -11,5	
-11,5 ... -8,0	
-8,0 ... -4,5	
-4,5 ... -1,0	
-1,0 ... 2,5	
2,5 ... 6,0	
6,0 ... 9,4	
9,4 ... 12,9	
12,9 ... 16,4	
16,4 ... 19,9	
♦ T _{si} =14,70 C; fR _{si} =0,848	
♦ T _{si} =10,46 C; fR _{si} =0,727	
♦ T _{si} =-14,98 C; fR _{si} =0,995	

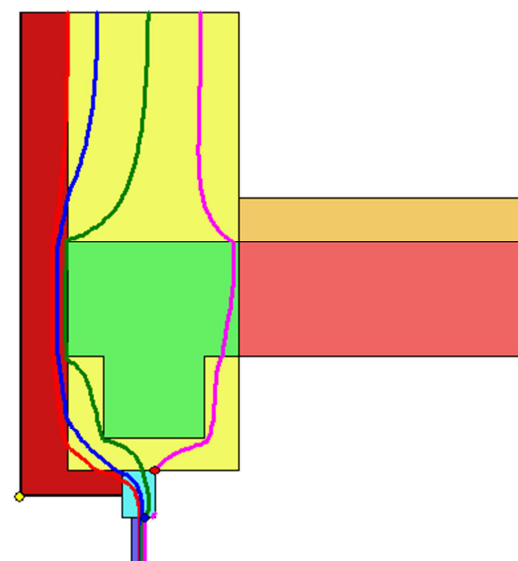
Tepelné toky



LEGENDA:

DETAIL A
Orientace tep. toků:
Tep. ztráta : $Q = 19 \text{ W/m}$
Max.tep. tok: $q = 190 \text{ W/m}^2$
Velikosti toků: $q_1 < q_2 < q_3 \dots$

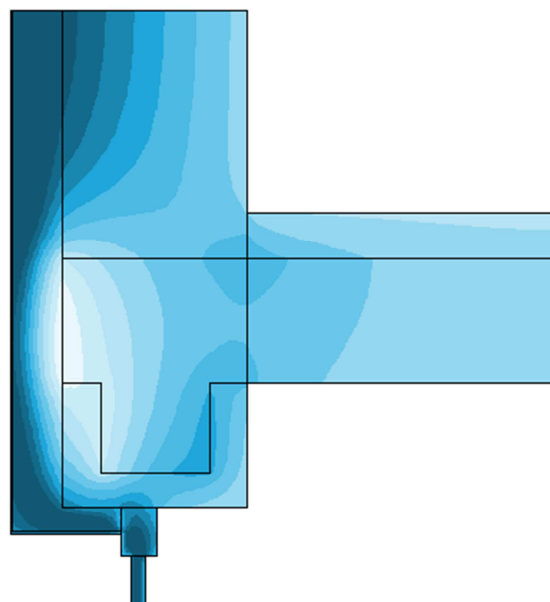
Izotermy



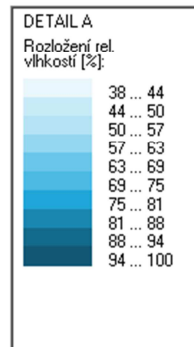
LEGENDA:

DETAIL A
Izotermy:
2,00 C
5,00 C
10,00 C
15,00 C
♦ T _{si} =14,70 C; fR _{si} =0,848
♦ T _{si} =10,46 C; fR _{si} =0,727
♦ T _{si} =14,98 C; fR _{si} =0,995

Rozložení rel. vlhkosti v konstrukci



LEGENDA:



DVOUROZMĚRNÉ STACIONÁRNÍ POLE TEPLIT A ČÁSTEČNÝCH TLAKŮ VODNÍ PÁRY

podle ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN 730540 - MKP/FEM model

Area 2011

Název úlohy : **DETAIL A**

Varianta

Zpracovatel : TT 2011

Zakázka :

Datum : 24.4.2013

KONTROLNÍ TISK VSTUPNÍCH DAT :

Základní parametry úlohy :

Parametry pro výpočet teplotního faktoru:

Teplota vzduchu v exteriéru: -15.0 C

Teplota vzduchu v interiéru: 20.0 C

Parametry charakterizující rozsah úlohy:

Počet svislých os: 129

Počet vodorovných os: 160

Počet prvků: 40704

Počet uzlových bodů: 20640

Souřadnice os sítě - osa x (m) :

0.00000	0.01029	0.02057	0.03086	0.04114	0.05143	0.06171	0.07200	0.08228	0.09257
0.10285	0.11314	0.12342	0.13371	0.14399	0.15428	0.16456	0.17401	0.18347	0.19292
0.20237	0.21183	0.22128	0.23073	0.24019	0.24964	0.25909	0.26854	0.27800	0.28745
0.29690	0.30636	0.31581	0.32526	0.33472	0.34417	0.35362	0.36308	0.37253	0.38198
0.39144	0.40089	0.41034	0.41979	0.42925	0.43870	0.44815	0.45761	0.46706	0.47651
0.48597	0.49542	0.50487	0.51433	0.52378	0.53323	0.54269	0.55214	0.56159	0.57104
0.58050	0.58995	0.59940	0.60886	0.61831	0.62776	0.63722	0.64667	0.65612	0.66558
0.67503	0.68448	0.69394	0.70339	0.71284	0.72229	0.73175	0.74120	0.75065	0.76011
0.76956	0.77956	0.78956	0.79894	0.80831	0.81769	0.82706	0.83644	0.84581	0.85519
0.86456	0.87825	0.89193	0.90562	0.91930	0.93298	0.94667	0.96035	0.97404	0.98439
0.99474	1.00224	1.00974	1.01724	1.02474	1.03439	1.04404	1.05417	1.06430	1.07443
1.08456	1.09456	1.10456	1.11456	1.12456	1.13456	1.14456	1.15456	1.16456	1.17706
1.18956	1.20206	1.21456	1.22706	1.23956	1.25206	1.25831	1.26456	1.26956	

Souřadnice os sítě - osa y (m) :

0.00000	0.01424	0.02847	0.04271	0.05694	0.07118	0.08542	0.09965	0.11389	0.12812
0.14236	0.15660	0.17083	0.18507	0.19930	0.21354	0.22778	0.24201	0.25625	0.27048
0.28472	0.29895	0.31319	0.32743	0.34166	0.35590	0.37013	0.38437	0.39861	0.41284
0.42708	0.44131	0.45555	0.46979	0.48402	0.49826	0.51249	0.52673	0.54097	0.55520
0.56944	0.58367	0.59791	0.61215	0.62638	0.64062	0.65485	0.66909	0.68333	0.69756
0.71180	0.72603	0.74027	0.75450	0.76874	0.78298	0.79721	0.81145	0.82568	0.83992
0.85416	0.86839	0.88263	0.89686	0.91110	0.93610	0.96110	0.98609	0.99859	1.00484
1.00797	1.00953	1.01031	1.01070	1.01090	1.01099	1.01104	1.01107	1.01109	1.01110
1.01112	1.01114	1.01119	1.01128	1.01145	1.01180	1.01250	1.01390	1.01670	1.02230
1.03350	1.04469	1.05589	1.06089	1.07339	1.08589	1.09839	1.10464	1.10777	1.10933
1.11011	1.11050	1.11089	1.11109	1.11136	1.11164	1.11218	1.11327	1.11545	1.11982
1.12854	1.14599	1.16344	1.18089	1.20339	1.22589	1.24839	1.27089	1.29339	1.31589
1.33839	1.36089	1.37652	1.39214	1.40777	1.42339	1.43902	1.45464	1.47027	1.48589
1.50152	1.51714	1.53277	1.54839	1.56402	1.57964	1.59527	1.61089	1.63089	1.65089

1.66464 1.67839 1.69214 1.70589 1.73120 1.75652 1.78183 1.80714 1.83245 1.85777
1.88308 1.90839 1.93370 1.95902 1.98433 2.00964 2.03495 2.06027 2.08558 2.11089

Zadané materiály :

č.	Název	LambdaX	LambdaY	MiX	MiY	X1	X2	Y1	Y2
1	Isover EPS 70F	0.039	0.039	30	30	119	128	103	160
2	strop ytong	1.000	1.000	30	30	17	119	122	138
3	Ytong P2-500	0.135	0.135	7.000	7.000	83	119	103	122
4	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	91	111	114	122
5	Železobeton 1	1.430	1.430	23	23	83	119	122	138
6	Ytong P2-500	0.135	0.135	7.000	7.000	83	119	138	160
7	Dřevo měkké (to	0.180	0.180	157	157	99	107	79	104
8	Isover EPS 70F	0.039	0.039	30	30	107	128	94	103
9	Isover Aku	0.038	0.038	1.000	1.000	17	83	138	140
10	Isover Aku	0.038	0.038	1.000	1.000	17	83	140	144
11	Isover Aku	0.038	0.038	1.000	1.000	81	83	140	144
12	Sklo stavební	0.035	0.035	1000000	1000000	101	105	65	80
13	Baumit silikáto	0.700	0.700	40	40	128	129	94	160
14	Baumit silikáto	0.700	0.700	40	40	107	129	93	94

Zadané okrajové podmínky a jejich rozmístění :

číslo	1.uzel	2.uzel	Teplota [C]	Rs [m2K/W]	Pd [kPa]	h,p [s/m]
1	13264	13280	20.00	0.25	1.29	10.00
2	12944	13264	20.00	0.25	1.29	10.00
3	2704	12944	20.00	0.25	1.29	10.00
4	2682	13242	20.00	0.25	1.29	10.00
5	13223	13242	20.00	0.25	1.29	10.00
6	13223	15783	20.00	0.25	1.29	10.00
7	15759	15783	20.00	0.13	1.29	10.00
8	15759	16079	20.00	0.13	1.29	10.00
9	16065	16079	20.00	0.13	1.29	10.00
10	20574	20640	-15.00	0.04	0.14	20.00
11	20573	20574	-15.00	0.04	0.14	20.00
12	17053	20573	-15.00	0.04	0.14	20.00
13	17039	17053	-15.00	0.04	0.14	20.00
14	16719	17039	-15.00	0.04	0.14	20.00
15	16705	16719	-15.00	0.04	0.14	20.00

Pro výpočet šíření vodní páry byla uplatněna přírážka k vnitřní průměrné vlhkosti 5 %.

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLOTY A HUSTOTY TEPELNÉHO TOKU:

Prostředí	T [C]	Rs [m2K/W]	R.H. [%]	Ts,min [C]	Tep.tok Q [W/m]	Propust. L [W/mK]
1	20.0	0.25	50	14.70	10.19474	0.29128
2	20.0	0.13	50	10.46	8.97049	0.25630
3	-15.0	0.04	84	-14.98	-19.16562	0.54759

Vysvětlivky:

T zadaná teplota v daném prostředí [C]
Rs zadaný odpor při přestupu tepla v daném prostředí [m2K/W]
R.H. zadaná relativní vlhkost v daném prostředí [%]
Ts,min minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]
Tep.tok Q hustota tepelného toku z daného prostředí [W/m]
 (hodnota je vztažena na 1m délky tepelného mostu, přičemž ztráta je kladná a zisk je záporný)
Propust. L tepelná propustnost mezi daným prostředím a okolím [W/mK]
 (lze určit jen pro maximálně 2 prostředí; pro určité charakteristické výseky lze získat průměrný
 součinitel prostupu tepla vydělením hodnoty L šířkou hodnoceného výseku konstrukce)

NEJNIŽŠÍ POVRCHOVÉ TEPLOTY, TEPLOTNÍ FAKTORY A RIZIKO KONDENZACE:

Prostředí	Tw [C]	Ts,min [C]	f,Rsi [-]	KOND.	RH,max [%]	T,min [C]
1	9.26	14.70	0.848	ne	---	---
2	9.26	10.46	0.727	ne	---	---
3	-16.87	-14.98	0.999	ne	---	---

Vysvětlivky:

T_w	teplota rosného bodu v daném prostředí [C] - lze určit jen pro teploty do 100 C
$T_{s,min}$	minimální povrchová teplota v daném prostředí [C]
f, R_{si}	teplotní faktor dle ČSN 730540, ČSN EN ISO 10211-1 a ČSN EN ISO 13788 [-] [rozdíl minimální povrchové teploty a vnější teploty podělený rozdílem vnitřní (20.0 C) a vnější (-15.0 C) teploty - přesně lze určit jen pro max. 2 prostředí a pro rozdílnou vnitřní a vnější teplotu, program nicméně určuje orientační hodnoty i pro více prostředí, přičemž se uvažuje vnitřní teplota podle daného prostředí a konstantní vnější teplota $T_e = -15.0$ C]
KOND.	označuje vznik povrchové kondenzace
RH,max	maximální možná relativní vlhkost při dané teplotě v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [%]
$T_{,min}$	minimální potřebná teplota při dané absolutní vlhkosti v daném prostředí, která zajistí odstranění povrchové kondenzace [C] - platí jen pro případ dvou prostředí

Poznámka: Zde uvedené vyhodnocení rizika kondenzace neodpovídá hodnocení ani podle ČSN 730540, ani podle ČSN EN ISO 13788 (neobsahuje bezpečnostní přírážky). Pro vyhodnocení výsledků podle těchto norem je nutné použít postup dle čl. 5.1 v ČSN 730540-2 či čl. 5 v ČSN EN ISO 13788.

ODHAD CHYBY VÝPOČTU:

Součet tepelných toků:	-0.0004 W/m
Součet abs.hodnot tep.toků:	38.3308 W/m
Podíl:	-0.0000
Podíl je menší než 0.001 - požadavek ČSN EN ISO 10211-1 je splněn.	

STOP, Area 2011

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE ČSN 730540-2 a změny Z1 (2011-12)

Název úlohy:

Návrh.teplota vnitřního vzduchu $T_{ai} = 20,00$ C

Relativní vlhkost v interiéru $F_{ii} = 50,00$ %

Návrhová venkovní teplota $T_{ae} = -15,00$ C

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

Požadavek: $f, R_{si}, N = f, R_{si}, cr = 0,744$

Požadavek platí pro posouzení neprůsvitné konstrukce.

Vypočtená hodnota: $f, R_{si} = 0,922$

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

$f, R_{si} > f, R_{si}, N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

II. 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 0,5 (0,1) kg/m².rok.

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant, např. na základě grafických výstupů programu.

Vyhodnocení 2. požadavku je ztíženo tím, že neexistuje žádná obecně uznávaná a normovaná metodika výpočtu celoroční bilance v podmínkách dvourozměrného vedení tepla a vodní páry.

Orientačně lze použít výsledky dosažené metodikou programu AREA.

Třetí požadavek je určen pro posouzení skladeb konstrukcí při jednorozměrném vedení tepla a vodní páry - pro detaily se tedy nehodnotí.

Area 2011, (c) 2012 Svoboda Software