
Protokol č. V- 278/09

Stanovení tepelně technických vlastností a bilance vodní páry podle ČSN 730540-4

Předmět výpočtu: **Stěna VELOX s dodatečným zateplením**

Číslo zakázky: **963 340**

Počet stran: 9
Počet výtisků: 2
Výtisk číslo: 1

Objednatel: **VELOX-WERK s. r.o.,
Bělotínská cesta 288,
753 01 Hranice**

Zhotovitel: **Centrum stavebního inženýrství a.s.,
K Cihelně 304, 764 32 Zlín - Louky**

Obsah:

1. Zadání
2. Popis předmětu výpočtu
3. Tepelné údaje a okrajové podmínky
4. Metodika výpočtu
5. Výsledek
6. Hodnocení a závěr
7. Přílohy

Výpočet provedl: Ing. Zbislav Panovec, CSc.

Vedoucí střediska: RNDr. Jos. Vrána, CSc.

Datum: 09.09.2009

Zhotovitel prohlašuje, že uvedené výsledky se týkají pouze předmětu tohoto výpočtu a neznamenají schválení nebo osvědčení výrobku. Protokol o stanovení výsledku výpočtem nesmí být reprodukován bez písemného souhlasu zhotovitele jinak, než celý.

1. ZADÁNÍ

Podle objednávky firmy **VELOX Werk s. r.o. Hranice**, provedl CSI Praha a.s., pracoviště Zlín průkazní výpočet tepelně technických vlastností a bilance zkondenzované a vypařené vodní páry stěny VELOX s dodatečným zateplením ve dvou variantách, dle normy ČSN 730540-4: 2005 - Tepelná ochrana budov. – Část 4 Výpočtové metody, a posouzení dle ČSN EN ISO 13788, ČSN EN ISO 6946 a ČSN 730540-2: 2007 - Tepelná ochrana budov. – Část 2 Požadavky.

2. POPIS PŘEDMĚTU VÝPOČTU

Venkovní svislá stěna typu VELOX, neomítnutá, zateplena pěnovým polystyrenem z venkovní strany ve dvou variantách tloušťky zateplení:

–Varianta 100; ve složení od interiéru:

- Deska VELOX WS 35
- Beton litý 150 mm
- EPS greywall 200mm
- Deska VELOX WS 35
- Pěnový polystyren fasádní EPS 70F **100**mm

–Varianta 150; ve složení od interiéru:

- Deska VELOX WS 35
- Beton litý 150 mm
- EPS greywall 200mm
- Deska VELOX WS 35
- Pěnový polystyren fasádní EPS 70F **150**mm

3. TEPELNÉ ÚDAJE A OKRAJOVÉ PODMÍNKY

Výpočet byl proveden na základě těchto vstupních údajů:

–Tepelné údaje pro oba typy

Číslo	Název	d[m]	λ [W/mK]	C[J/kgK]	ρ [kg/m ³]	μ [-]
1	Polystyrén EPS 70F	***	0.038	1270.0	15,0	40,0
2	Desky Velox WS 35	0.0350	0.110	1580.0	570.0	13.7
3	Beton hutný 2	0.1500	1.230	1020.0	2200.0	20.0
4	Rigips GreyWal	0.1500	0.033	1270.0	17.0	30.0

–Klimatické údaje

Návrhová venkovní teplota	θ_e :	-13,0 °C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu	θ_{ai} :	20,6 °C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu	RH _e :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu	RH _i :	55.0 %

–Okrajové podmínky přestupu tepla

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru	R _{si} :	0.13 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot	R _{si} :	0.25 m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru	R _{se} :	0.04 m ² K/W
dtto pro výpočet kondenzace a povrch. Teplot	R _{se} :	0.04 m ² K/W

4. METODIKA VÝPOČTU

Vlastní výpočet je proveden na základě výpočtových vztahů pro sdílení tepla v materiálech a konstrukcích, uvedených v ČSN 730540-4: 2005 - Tepelná ochrana budov. – Část 4 Výpočtové metody.

Výpočet proveden autorizovaným výpočtovým programem „Svoboda software TEPLLO 2008“

5. VÝSLEDKY

5.1 Varianta 100

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

Tepelný odpor konstrukce R : 9.45 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.10 W/m²K

Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 6.1E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 4326.4
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 15.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.74 °C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{,Rsi,p} : 0.974

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

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.
Množství difundující vodní páry Gd : 2.029E-0008 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

5.2 Varianta 150

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

Tepelný odpor konstrukce R : 10.77 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.09 W/m²K
Difuzní odpor konstrukce Z_{pT} : 6.6E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 6396.2
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 15.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.84 °C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{,Rsi,p} : 0.977

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

Při venkovní návrhové teplotě nedochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.
Množství difundující vodní páry Gd : 1.867E-0008 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

6. HODNOCENÍ A ZÁVĚR

Varianta 100 a 150

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta F = 0,779 + 0,000 = 0,779$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,974$ Var. 100
 $f_{Rsi,m} = 0,977$ Var. 150

POŽADAVEK JE SPLNĚN

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

Požadavek: $U_{N} = 0,38 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U_{100} = 0,10 \text{ W/m}^2\text{K}$
 $U_{150} = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U < U_{N}$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

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

Požadavky:

1. Případná 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% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Vypočtené hodnoty: V konstrukcích nedochází při venkovní návrhové teplotě $t_e -13 \text{ }^\circ\text{C}$ ke kondenzaci.

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.

7. PŘÍLOHY

Výběr záznamu výpočtu včetně grafů.

Protokol vypracoval: Ing. Zbislav Panovec, CSc.

Příloha**ZÁKLADNÍ KOMPLEXNÍ TEPELNĚ TECHNICKÉ
POSOUZENÍ STAVEBNÍ KONSTRUKCE**

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

Teplota 2008

Název úlohy : **Stěna zateplená 100mm****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	Desky Velox WS	0.0350	0.1100	1580.0	570.0	13.7	0.0000
2	Beton hutný 1	0.1500	1.2300	1020.0	2100.0	17.0	0.0000
3	Rigips GreyWal	0.2000	0.0330	1270.0	17.0	30.0	0.0000
4	Desky Velox WS	0.0350	0.1100	1580.0	570.0	13.7	0.0000
5	Rigips EPS 70	0.1000	0.0380	1270.0	15.0	20.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 m2K/W
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{si} : 0.25 m2K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet kondenzace a povrch. teplot R_{se} : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka[dny]	T_{ai} [C]	R_{Hi} [%]	P_i [Pa]	T_e [C]	R_{He} [%]	P_e [Pa]
1	31	20.6	44.0	1067.1	-2.4	81.2	406.1
2	28	20.6	46.1	1118.0	-0.9	80.8	457.9
3	31	20.6	48.8	1183.5	3.0	79.5	602.1
4	30	20.6	52.3	1268.4	7.7	77.5	814.1
5	31	20.6	58.2	1411.4	12.7	74.5	1093.5
6	30	20.6	63.2	1532.7	15.9	72.0	1300.1
7	31	20.6	65.8	1595.8	17.5	70.4	1407.2
8	31	20.6	65.0	1576.4	17.0	70.9	1373.1
9	30	20.6	59.1	1433.3	13.3	74.1	1131.2
10	31	20.6	52.8	1280.5	8.3	77.1	843.7
11	30	20.6	48.7	1181.1	2.9	79.5	597.9
12	31	20.6	46.6	1130.1	-0.6	80.7	468.9

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %
 Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem dle ČSN EN ISO 13788.
 Počet hodnocených let : 1

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :**Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946:**

Tepelný odpor konstrukce R : 9.45 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.10 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_kc : 0.12 / 0.15 / 0.20 / 0.30 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} : 6.1E+0010 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* : 4326.4
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 15.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.74 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{r,si,p} : 0.974

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	11.2	0.593	7.9	0.449	20.0	0.974	45.6
2	12.0	0.598	8.6	0.443	20.0	0.974	47.7
3	12.8	0.558	9.5	0.367	20.1	0.974	50.2
4	13.9	0.479	10.5	0.216	20.3	0.974	53.4
5	15.5	0.359	12.1	-----	20.4	0.974	58.9
6	16.8	0.198	13.4	-----	20.5	0.974	63.7
7	17.5	-----	14.0	-----	20.5	0.974	66.1
8	17.3	0.076	13.8	-----	20.5	0.974	65.4
9	15.8	0.339	12.3	-----	20.4	0.974	59.8
10	14.0	0.466	10.6	0.190	20.3	0.974	53.8
11	12.8	0.559	9.4	0.369	20.1	0.974	50.1
12	12.1	0.600	8.8	0.442	20.1	0.974	48.2

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
 Tsi je vnitřní povrchová teplota a f_{r,si} je teplotní faktor.

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]:	19.7	18.6	18.2	-2.7	-3.8	-12.9
p [Pa]:	1334	1285	1027	418	369	166
p,sat [Pa]:	2299	2147	2091	488	445	200

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

Množství difundující vodní páry G_d : 2.029E-0008 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:**Roční cyklus č. 1**

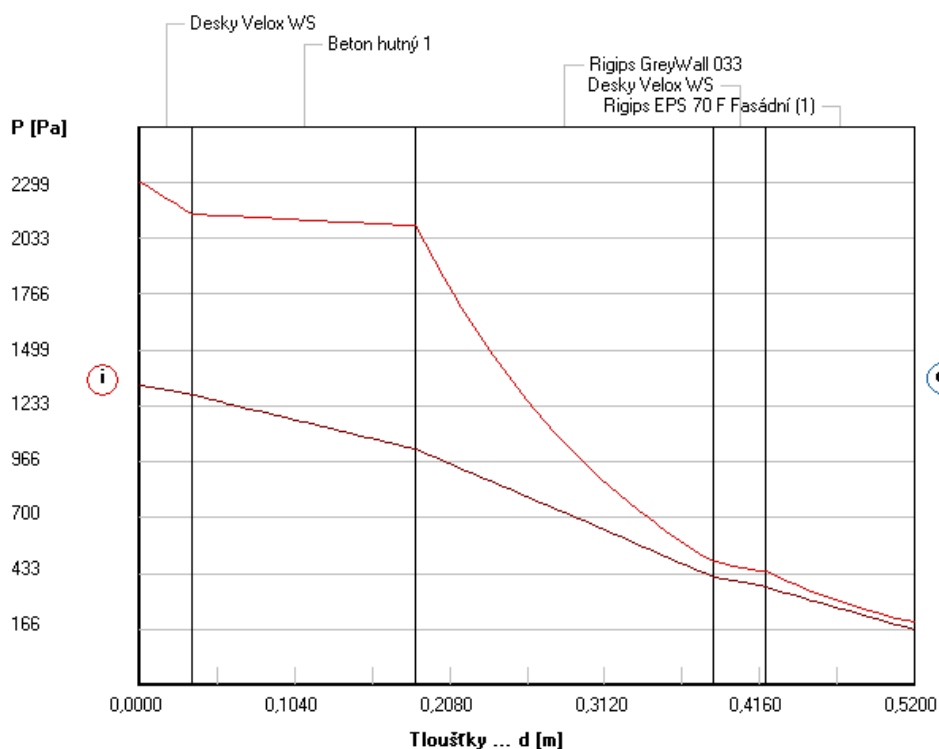
V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

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 2008

Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení vnější návrhovou teplotou a vlhkostí dle ČSN 730540



LEGENDA:

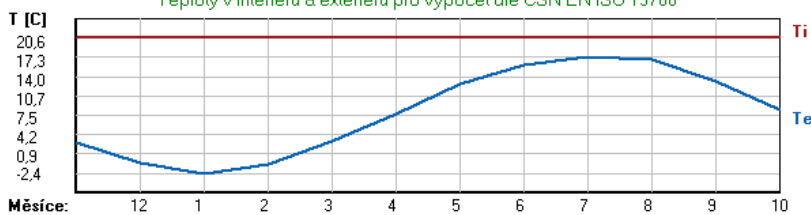
STĚNA ZATEPLENÁ 10...

Rozložení tlaků:

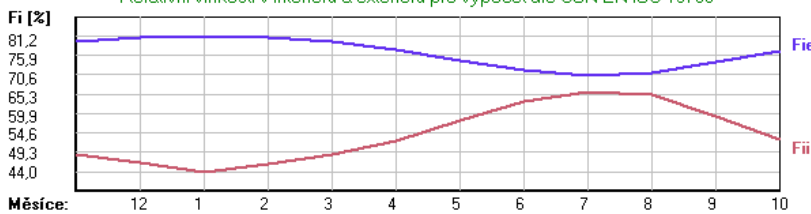
Okr. podmínky:
 Interiér 20,6 C
 55,0 %
 Exteriér -13,0 C
 84,0 %

- nasyc. tlak
- teoret. tlak
- skut. tlak
- kond. zóna

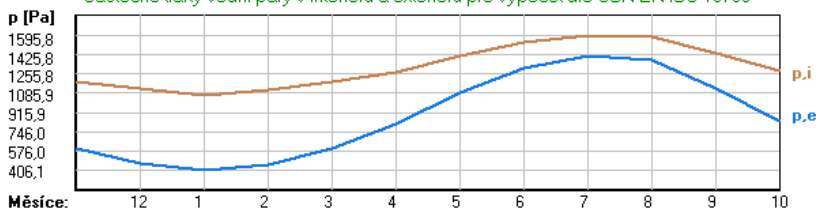
Teploty v interiéru a exteriéru pro výpočet dle ČSN EN ISO 13788



Relativní vlhkosti v interiéru a exteriéru pro výpočet dle ČSN EN ISO 13788



Částečné tlaky vodní páry v interiéru a exteriéru pro výpočet dle ČSN EN ISO 13788



Název úlohy : **Stěna zateplená 150mm**

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	Desky Velox WS	0.0350	0.1100	1580.0	570.0	13.7	0.0000
2	Beton hutný 1	0.1500	1.2300	1020.0	2100.0	17.0	0.0000
3	Rigips GreyWal	0.2000	0.0330	1270.0	17.0	30.0	0.0000
4	Desky Velox WS	0.0350	0.1100	1580.0	570.0	13.7	0.0000
5	Rigips EPS 70	0.1500	0.0380	1270.0	15.0	20.0	0.0000

Okrajové podmínky výpočtu :

Dtto Varianta 100

TISK VÝSLEDKŮ VYŠETŘOVÁNÍ :

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

Tepelný odpor konstrukce R : 10.77 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.09 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kC} : 0.11 / 0.14 / 0.19 / 0.29 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} : 6.6E+0010 m/s
Teplotní útlum konstrukce Ny* : 6396.2
Fázový posun teplotního kmitu Psi* : 15.8 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.84 °C
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.977

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----		Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m			
1	11.2	0.593	7.9	0.449	20.1	0.977	45.4
2	12.0	0.598	8.6	0.443	20.1	0.977	47.5
3	12.8	0.558	9.5	0.367	20.2	0.977	50.0
4	13.9	0.479	10.5	0.216	20.3	0.977	53.2
5	15.5	0.359	12.1	-----	20.4	0.977	58.8
6	16.8	0.198	13.4	-----	20.5	0.977	63.6
7	17.5	-----	14.0	-----	20.5	0.977	66.1
8	17.3	0.076	13.8	-----	20.5	0.977	65.3
9	15.8	0.339	12.3	-----	20.4	0.977	59.7
10	14.0	0.466	10.6	0.190	20.3	0.977	53.7
11	12.8	0.559	9.4	0.369	20.2	0.977	49.9
12	12.1	0.600	8.8	0.442	20.1	0.977	48.0

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu,
Tsi je vnitřní povrchová teplota a f,Rsi je teplotní faktor.

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]:	19.8	18.9	18.5	0.1	-0.9	-12.9
p [Pa]:	1334	1289	1051	491	446	166
p,sat [Pa]:	2314	2179	2129	614	568	200

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

Množství difundující vodní páry Gd : 1.867E-0008 kg/m²s

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

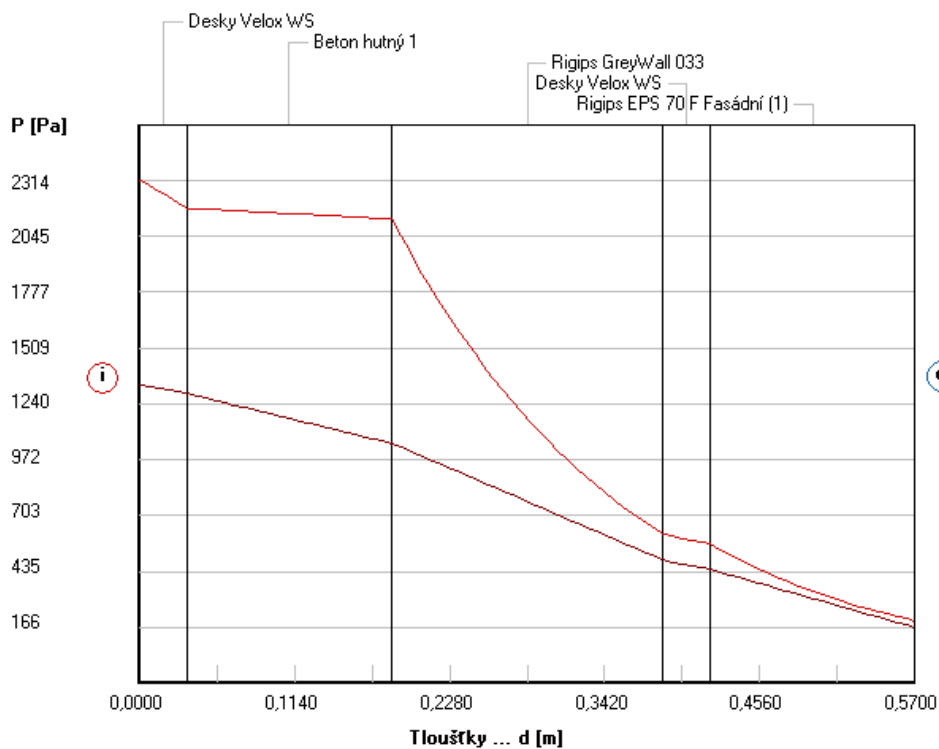
Roční cyklus č. 1

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Poznámka: Hodnocení difuze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry

Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení vnější návrhovou teplotou a vlhkostí dle ČSN 730540



LEGENDA:

STĚNA ZATEPLENÁ 15...	
Rozložení tlaků:	
Okr. podmínky:	
Interiér	20,6 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %
—	nasyc. tlak
—	teoret. tlak
—	skut. tlak
—	kond. zóna