


Zpracoval Bc. Eva Pankova	Konzultant doc. Ing. Šárka Šilarová, CSc.	Školní rok 2018/2019	Fakulta stavební ČVUT 	
Katedra: Katedra konstrukcí pozemních staveb				
Předmět: 133 DPM Diplomová práce				
Název práce: Návrh konstrukce bytového domu s komerčními prostory				
Výkres: TEPELNĚTECHNICKÉ POSOUZENÍ STŘEŠNÍ SKLADBY	Datum	05/2019		
	Meřítko			
	Číslo výkresu			

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 2014 EDU

Název úlohy : **Plochá střecha**

Zpracovatel : Bc. Eva Pankova

Zakázka : Návrh konstrukce bytového domu s komerčními prostory

Datum : 05/2019

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.050 W/m²K –konstrukce s mírnými tepelnými mosty

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	ŽB stropní kon	0,2400	1,5800	1020,0	2500,0	29,0	0.0000
2	Glasek 40 Spec	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
3	Isover EPS 150	0,1000	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
4	Isover EPS 150	0,2000	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
5	hydroizolace D	0,0015	0,1600	960,0	1400,0	16700,0	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	ŽB stropní konstrukce	---
2	Glasek 40 Special Mineral	---
3	Isover EPS 150	---
4	Isover EPS 150	---
5	hydroizolace DEKPLAN 77	---

Výpočet bude proveden s uvažováním redistribuce vlhkosti.

Doplněná skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	Lambda,m [W/(m.K)]	u _{23/80} [%]	W,c [kg/m ²]	W,m [kg/m ²]	Redistribuce
1	ŽB stropní kon	---	0.00	0.00	0.00	ne
2	Glasek 40 Spec	---	0.00	0.00	0.00	ne
3	Isover EPS 150	---	0.00	0.00	0.00	ne
4	Isover EPS 150	---	0.00	0.00	0.00	ne
5	hydroizolace D	---	0.00	0.00	0.00	ne

Poznámka: Lambda,m je tepelná vodivost vrstvy při jejím úplném nasycení vlhkostí, u_{23/80} je charakteristická hmotnostní vlhkost vrstvy, W,c je kritické množství vlhkosti ve vrstvě (hranice pro zahájení transportu kapalné fáze), W,m je max. možné množství vlhkosti ve vrstvě a redistribuce indikuje možnost šíření kapalné fáze ve vrstvě.

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.10 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{si} : 0.25 m²K/W

Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse : 0.04 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse : 0.04 m2K/W

Návrhová venkovní teplota Te : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.0	57.0	1332.1	-4.4	81.2	342.9
2	28	20.0	59.3	1385.8	-2.9	80.8	387.4
3	31	20.0	60.9	1423.2	1.0	79.5	521.8
4	30	20.0	62.8	1467.6	5.7	77.5	709.4
5	31	20.0	67.2	1570.4	10.7	74.5	958.1
6	30	20.0	71.1	1661.6	13.9	72.0	1142.9
7	31	20.0	73.3	1713.0	15.5	70.4	1239.1
8	31	20.0	72.6	1696.6	15.0	70.9	1208.4
9	30	20.0	67.9	1586.8	11.3	74.1	991.8
10	31	20.0	63.2	1477.0	6.3	77.1	735.7
11	30	20.0	60.8	1420.9	0.9	79.5	518.1
12	31	20.0	59.7	1395.2	-2.6	80.7	396.8

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).

Průměrná měsíční venkovní teplota Te byla v souladu s EN ISO 13788 snížena o 2 C (orientační zohlednění výměny tepla sáláním mezi střechou a oblohou).

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 : 6.015 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.162 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 podle poznámek k čl. B.9.2 v ČSN 730540-4.

$U \leq U_n$

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 8.9E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 854.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 12.7 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 18.69 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.960**

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	14.6	0.780	11.2	0.641	19.0	0.960	60.5
2	15.3	0.793	11.8	0.643	19.1	0.960	62.7

3	15.7	0.772	12.2	0.591	19.2	0.960	63.8
4	16.1	0.731	12.7	0.489	19.4	0.960	65.0
5	17.2	0.700	13.7	0.326	19.6	0.960	68.8
6	18.1	0.690	14.6	0.116	19.8	0.960	72.2
7	18.6	0.688	15.1	-----	19.8	0.960	74.1
8	18.4	0.688	14.9	-----	19.8	0.960	73.5
9	17.4	0.699	13.9	0.298	19.7	0.960	69.4
10	16.2	0.726	12.8	0.474	19.5	0.960	65.4
11	15.6	0.772	12.2	0.592	19.2	0.960	63.7
12	15.4	0.795	11.9	0.643	19.1	0.960	63.1

Poznámka: RHsi je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, Tsi 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	e
theta [C]:	19.6	19.1	19.0	8.4	-12.8	-12.9
p [Pa]:	1285	1239	435	401	334	166
p,sat [Pa]:	2284	2205	2195	1101	201	201

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 dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.5440	0.5440	1.247E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0032 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0758 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 0.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá [m]	Akt.kond./vypař. M_c [kg/m2s]	Akumul.vlhkost M_a [kg/m2]
12	0.5440	0.5440	4.66E-0010	0.0012
1	0.5440	0.5440	6.02E-0010	0.0029
2	0.5440	0.5440	4.93E-0010	0.0041
3	0.5440	0.5440	-4.11E-0011	0.0039
4	0.5440	0.5440	-9.14E-0010	0.0016
5	---	---	-2.26E-0009	0.0000
6	---	---	---	---
7	---	---	---	---
8	---	---	---	---
9	---	---	---	---
10	---	---	---	---
11	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0041 kg/m2**

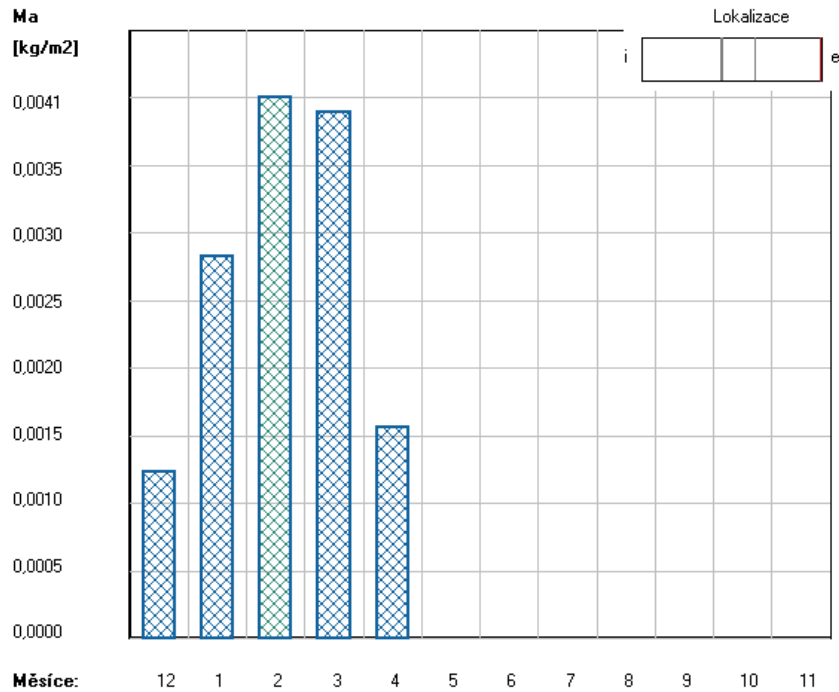
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je minimálně: **0.0041 kg/m2**

Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. $M_{c,a} < M_{ev,a}$).

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.

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti

Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



LEGENDA:

PLOCHÁ STŘECHA

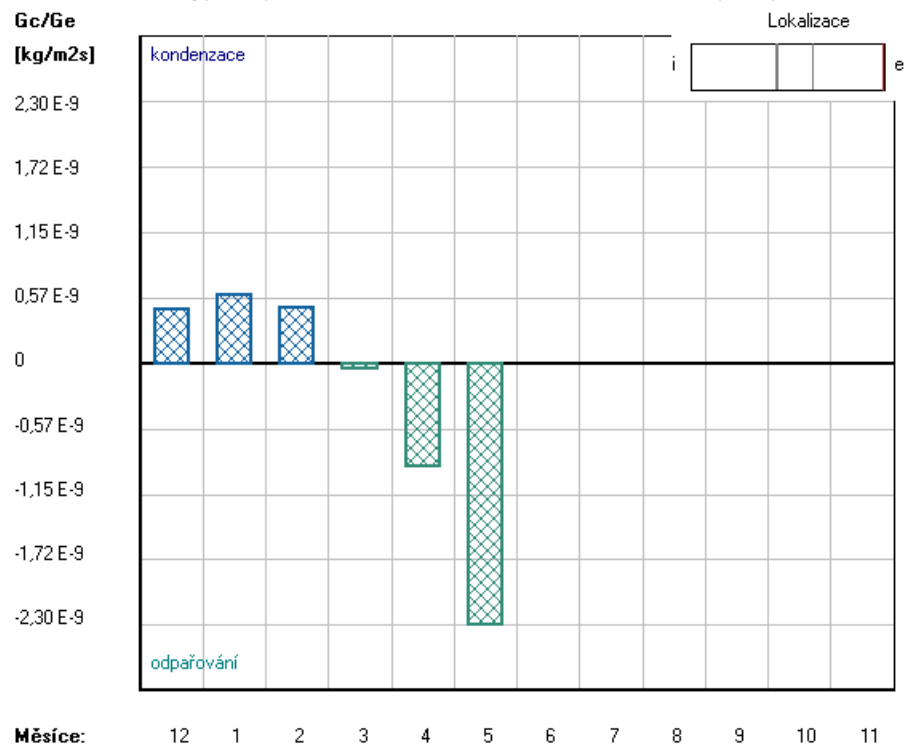
Akumulovaná vlhkost:

Rok výpočtu č. 1
Kond. zóna č. 1

Na konci model. roku je zóna vysušená.

Aktuální míra kondenzace a odpařování vodní páry

Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (1. rok)



LEGENDA:

PLOCHÁ STŘECHA

Aktuální míra kondenzace a odparu:

Rok výpočtu č. 1
Kond. zóna č. 1

Na konci model. roku je zóna vysušená.

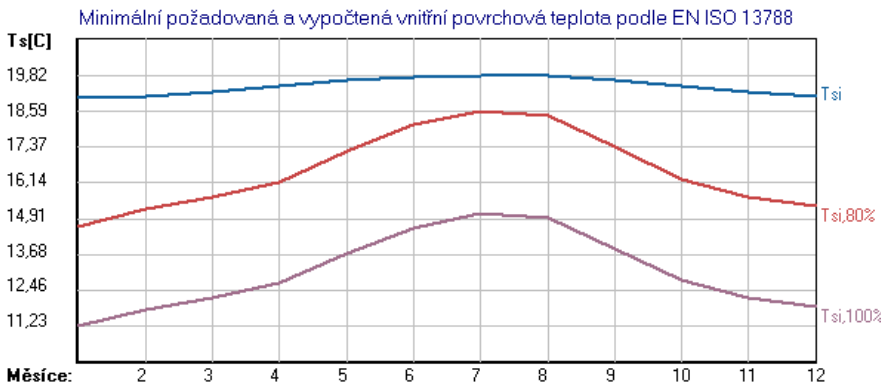
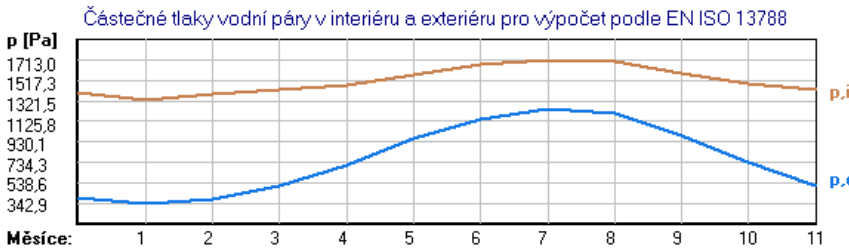
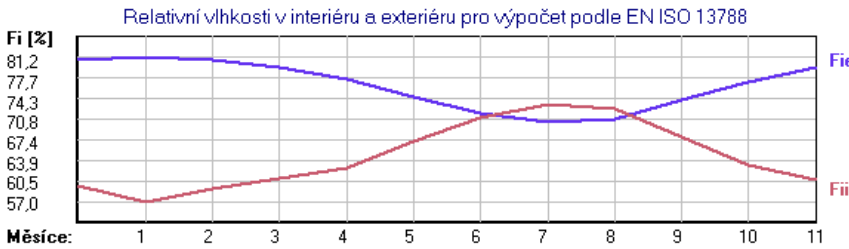


LEGENDA:

PLOCHÁ STŘECHA

Okraj, podmínky:

Celk. počet let : 1
Počát. měsíc : 12



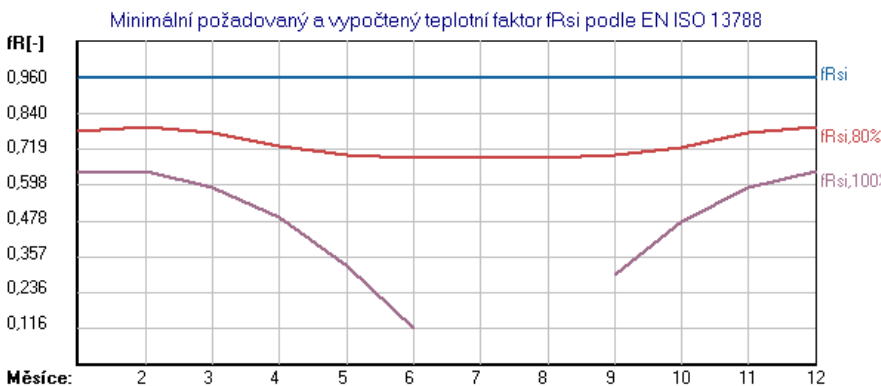
LEGENDA:

PLOCHÁ STŘECHA

Povrchové teploty a teplotní faktor:

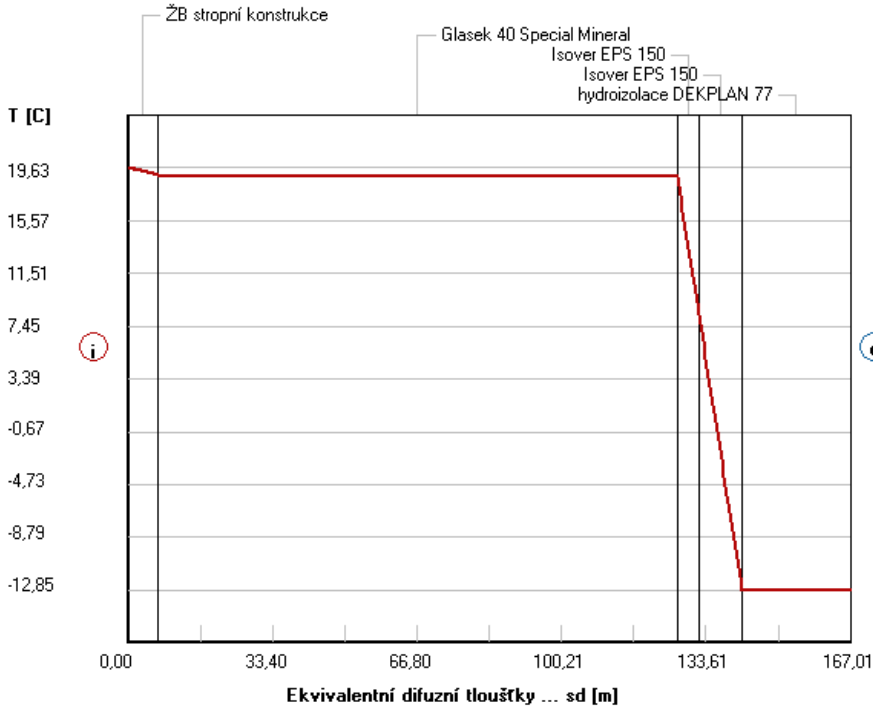
Hodnoty pro max. povrch. rel. vlhkost:

- 80% (zamezení vzniku plísní)
- 100% (vyloučení orosování)
- Vypočtené hodnoty



Rozložení teplot v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



LEGENDA:

PLOCHÁ STŘECHA

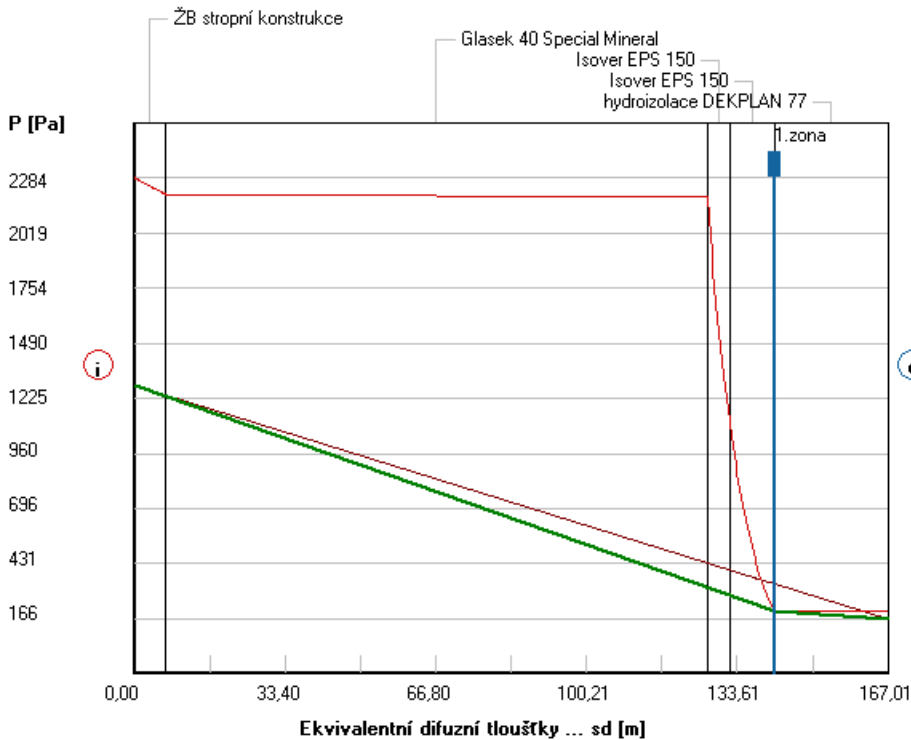
Rozložení teplot:

Okr. podmínky:

Interiér	20,0 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %

Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



LEGENDA:

PLOCHÁ STŘECHA

Rozložení tlaků:

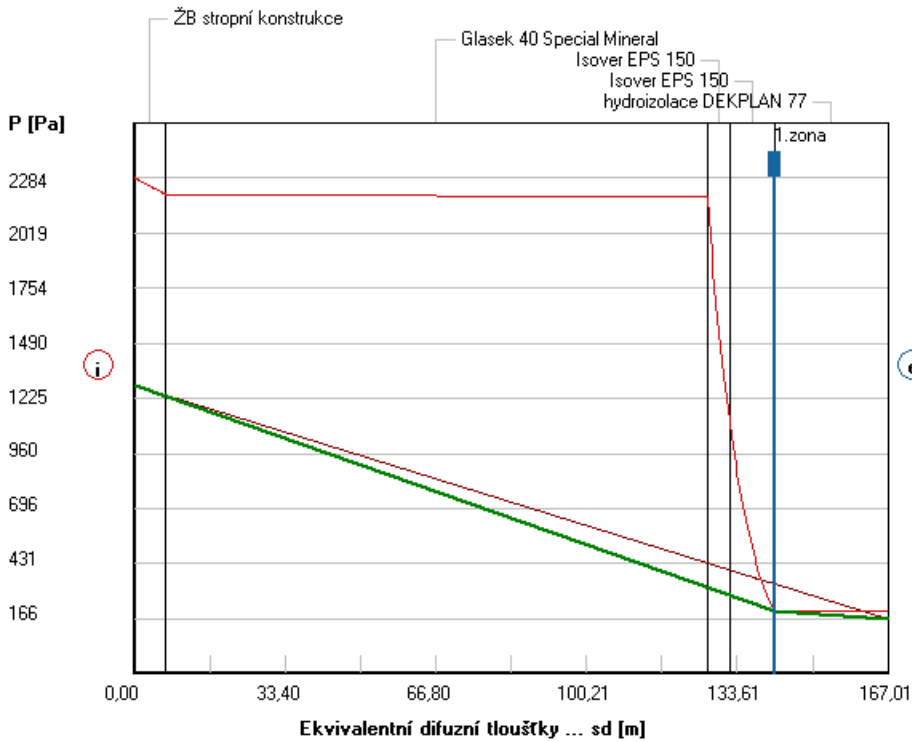
Okr. podmínky:

Interiér	20,0 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %

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

Rozložení tlaků vodní páry v typickém místě konstrukce

Zatížení venkovní návrhovou teplotou a vlhkostí podle ČSN 730540



LEGENDA:

PLOCHÁ STŘECHA

Rozložení tlaků:

Dkr. podmínky:

Interiér	20,0 C
	55,0 %
Exteriér	-13,0 C
	84,0 %

—	nasyc. tlak
—	teoret. tlak
—	skut. tlak
—	kond. zóna