

## Odborná zpráva č.8-2024

# Stavebně technický průzkum a tepelně technické posouzení střešní konstrukce



## Objekt: MŠ Ohradní 1367, Praha 4

Objednavatel:

ANTRE s.r.o.  
Drahobejlova 54  
IČ: 26496399

Zpracovatel zprávy :

Josef Krupka - odborný poradce  
IČ: 68396538  
Rymaně 434E, 252 10 Mníšek pod Brdy  
mobil : 602336660, e-mail : [info@poruchy-strech.cz](mailto:info@poruchy-strech.cz)  
[www.poruchy-strech.cz](http://www.poruchy-strech.cz)

celkem 9 stran + 25 stran příloh

## Obsah odborné zprávy:

1. Termín a předmět prohlídky .....	3
2. Popis střechy.....	3
3. Stavebně technický průzkum.....	3
4. Stav hydroizolační vrstvy .....	4
5. Tepelně technické posouzení .....	7
6. Zhodnocení zjištěných skutečností .....	7
7. Doporučení dalšího postupu .....	8

## Přílohy:

Tepelně technické posouzení doporučené skladby – vyhodnocení .....	10-34
--	-------

## 1. Termín a předmět prohlídky

Místní šetření za účelem kontroly stavu ploché střechy budovy MŠ Ohradní se uskutečnilo 30.9.2024. V rámci tohoto šetření byl proveden stavebně technický průzkum, jehož součástí bylo provedení několika sond do střešního pláště jako výchozího podkladu pro tepelně technické posouzení konstrukce střechy. Byla provedena jedna kopaná sonda do střešního pláště hlavní budovy MŠ (sonda S1), dále pak bylo provedeno 5 vrtaných ověřovacích sond do téže střechy (sondy S2 – S6), 1 sonda do střechy nástavby strojovny výtahu (sonda S7) a 2 sondy do zastřešení vstupní haly objektu (sondy S8 a S9). Poloha jednotlivých sond je pak patrná z obrázku č. 1.

## 2. Popis střechy

Jedná se o ploché střechy budovy mateřské školy. Tato MŠ je zastřešena konstrukcí ploché střechy nacházející se nad hlavní budovou a vedlejší plochou střechou nacházející se nad vstupní halou objektu. Tyto střechy jsou řešeny jako jednoplášťové s odvodněním do střešních vpustí, dešťová kanalizace je řešena jako gravitační. Hydroizolační způsobilost konstrukce zajišťuje souvrství asfaltových pásů s hrubozrnným posypem. Zastřešení hlavní budovy dále disponuje sdruženými prostupy vzduchotechniky a odvětrání kanalizace, nástavbou strojovny výtahu a odvětrávacími komínky, zřízenými dodatečně pravděpodobně za účelem odvětrání vlhkosti ze střešního pláště.

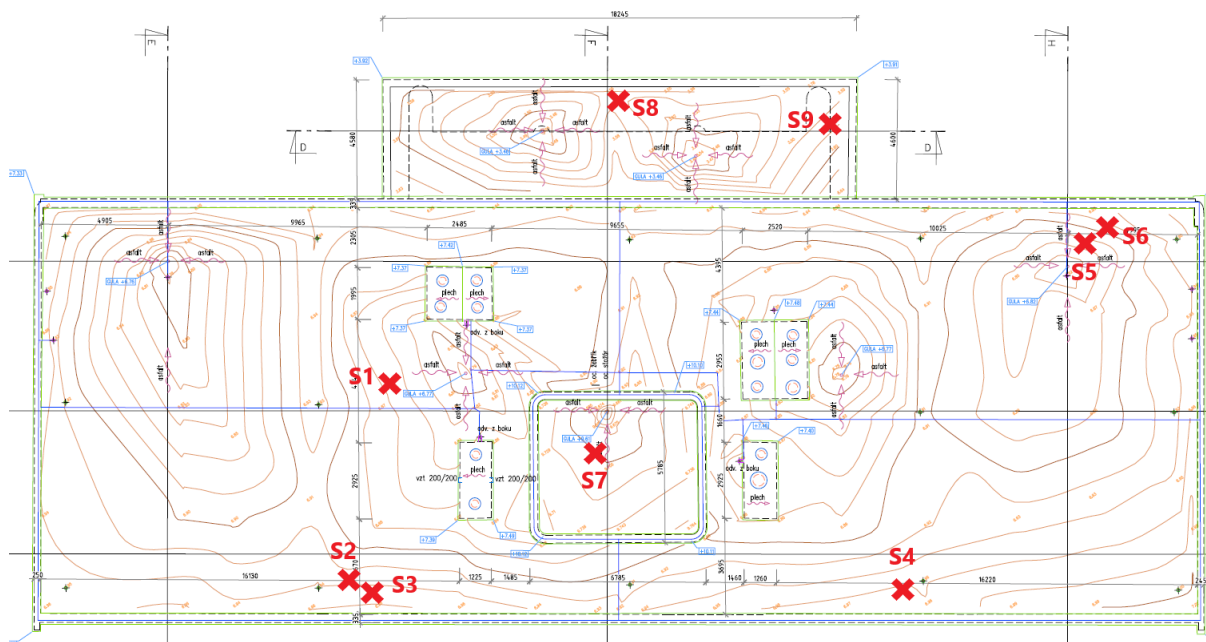
## 3. Stavebně technický průzkum

V rámci stavebně technického průzkumu zahrnujícího provedení jedné kopané a 8 vrtaných sond, byla zjištěna následující skladba střešního pláště.

Složení stávajících vrstev střechy – hlavní střecha, sonda S1			
	Materiál, účel vrstvy	Tloušťka [mm]	Stav materiálu
1	Souvrství dvou asfaltových pásů z modifikovaného asfaltu	8	Povrchové defekty materiálu
2	Pěnový polystyren (pravděpodobně EPS 100)	60	Mírně vlhký
3	Asfaltový pás z modifikovaného asfaltu s thermo pruhy	4	Suchý
4	Souvrství čtyř asfaltových pásů z oxidovaného asfaltu s akrylátovým nátěrem	16	Suché
5	Betonová roznášecí mazanina	40 - 70	Soudržná, suchá, pevná
6	Kaširovaný pěnový polystyren Polsid	50	Suchý
7	Pěnový polystyren (pravděpodobně EPS 100)	50	Suchý
8	Škvárový zásyp	Cca 100	Suchý
9	Nosná stropní konstrukce (ŽB panel)	250	Soudržná, suchá, pevná

Tabulka č. 1 – Stávající skladba střešního pláště

Vrtané sondy S8 a S9 potvrdily, že výše uvedená skladba se nachází i ve střešní konstrukci nad vstupem do objektu. V rámci vrtané sondy S7 pak byla ověřena skladba střechy nad nástavbou strojovny výtahu, která se od výše popsané skladby liší absencí AP s thermo pruhou, horní vrstvy pěnového polystyrenu (60 mm) a vrchního souvrství asfaltových pásů.



Obrázek č. 1 – Půdorys předmětných střech (vyhotovil Petr Sedláček) se zakreslením polohy kopaných a vrtaných sond

#### 4. Stav hydroizolační vrstvy

Hydroizolační povlak předmětných plochých střech vykazuje celou řadu poruch, vad a nedostatků typických pro podobné aplikace. Zde jsou popsány některé z nich:

- Výrazné zvlnění povrchu horního asfaltového pásu (viz obrázek č. 2)
- Vrchní asfaltový pás v pokročilé fázi degradace - aligatoring (viz obrázek č. 3)
- Výrazné boulení vrchního souvrství asfaltových pásů (viz obrázek č. 4)
- Rozlepující se podélné spoje asfaltových pásů (viz obrázek č. 5)
- Výrazné netěsnosti v opravování detailů (viz obrázek č. 6)
- Uvolněné vrchní souvrství asfaltových pásů v místě atiky střechy nad vstupem (viz obrázek č. 7)





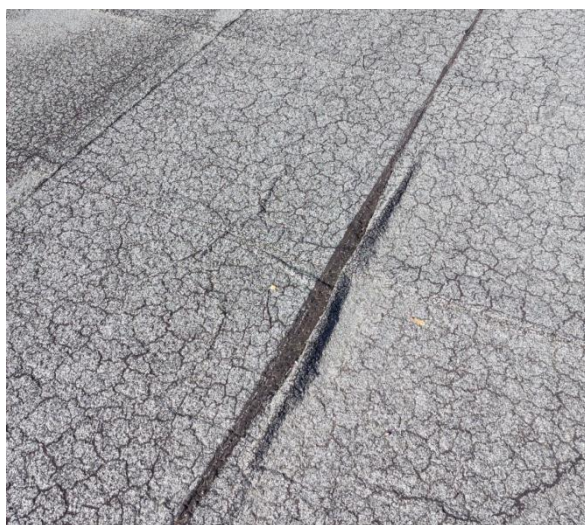
Obrázek č. 1 – Příklad zvlnění povrchu vrchního AP



Obrázek č. 3 – Příklad degradace vrchního AP



Obrázek č. 4 – Příklad boulení vrchního AP



Obrázek č. 5 – Příklad rozlepování spojů vrchního AP



Obrázek č. 6 – Příklad netěsnosti v místě opracování detailů



Obrázek č. 7 – Příklad uvolnění vrchního AP v místě atiky



Ke zvlnění asfaltového pásu došlo pravděpodobně v důsledku nedostatečné stabilizace podkladu asfaltových pásů a jeho pohybem, což dále způsobilo rozlepování podélných spojů a vznik významných netěsností v těchto spojích. V rámci sondy S1 bylo dále zjištěno, že kontaktní plocha vrchního asfaltového pásu s hrubozrnným posypem a podkladního pásu není dostatečná a umožňuje tak poměrně snadnou delaminaci těchto vrstev (viz obrázek č. 8). K tomu došlo pravděpodobně z důvodu aplikace vrchního AP na mokrý podkladní pás. To pak může umožňovat další pohyby vrchního asfaltového pásu a jeho rozlepování ve spojích či v místech opracování detailů.

Příčinou boulení asfaltových pásů je pak pravděpodobně zvýšená vlhkost střešního pláště, v důsledku dřívějších zátok dešťové vody. Toto bylo v minulosti řešeno aplikací odvětrávacích komínek vedoucích pod nově přidané souvrství vrchního EPS a asfaltových pásů. Počet těchto komínek ovšem neodpovídá ploše střešního pláště a jejich účinnost je proto značně omezená. Výše popsané odvětrání pak také dále neřeší odvod vlhkosti z prostoru mezi horními dvěma pásy.

K uvolnění souvrství asfaltových pásů pak došlo z důvodu nedostatečného ukotvení těchto pásů ke konstrukci atiky.



Obrázek č. 8 – Projev natavení horního pásu na mokrý podkladní pás

## 5. Tepelně technické posouzení

Na základě výsledků sond provedených v rámci místního šetření bylo provedeno tepelně technické posouzení stávající skladby střech. Jeho výsledky jsou pak patrné z tabulky níže (tabulka č. 2).

Posuzovaná veličina	Výsledek výpočtu
Součinitel prostupu tepla	$U = 0,222 \text{ W/m}^2\text{K}$
Šíření vlhkosti konstrukcí	$Mc,a = 0,2101 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Tabulka č. 2 – Výsledky TTP původní skladby

Z těchto výsledků vyplývá, že střechy svými parametry **nevyhovují požadavkům platné ČSN 730540-2** v následujícím kritériu:

- požadavek na součinitel prostupu tepla – **nevyhovuje doporučeným hodnotám**
- požadavek na šíření vlhkosti konstrukcí – **nevyhovuje**

Dále byla posouzena nová skladba ploché střechy (průměrná tl. tepelné izolace), reflektující požadavky výše zmíněné ČSN (viz tabulka č. 3).

Posuzovaná veličina	Výsledek výpočtu
Součinitel prostupu tepla	$U = 0,095 \text{ W/m}^2\text{K}$
Šíření vlhkosti konstrukcí	$Mc,a = 0,0018 \text{ kg/m}^2\text{,rok}$

Tabulka č. 3 – Výsledky TTP nově navržené skladby

Z výsledků pak vyplývá, že nově navržená střešní skladba vyhovuje všem kritériím stanoveným v **ČSN 730540-2**. Zejména pak kritériu:

- požadavek na součinitel prostupu tepla – **vyhovuje hodnotám pro pasivní budovy**
- požadavek na šíření vlhkosti konstrukcí – **vyhovuje všem kritériím**

Nová doporučená skladba střechy viz dále v textu, kompletní tepelně technický výpočet nové skladby v příloze zprávy.

## 6. Zhodnocení zjištěných skutečností

Na základě výsledků místního šetření a tepelně technického posouzení lze konstatovat, že střechy předmětné budovy v současné době nejsou funkčně způsobilé. Hlavní hydroizolační povlak vykazuje řadu netěsností a není tak schopen chránit stavbu před zatékáním dešťové vody. Tepelně technické vlastnosti konstrukcí střech pak neodpovídají dnešním tepelně technickým normovým požadavkům.

## 7. Doporučení dalšího postupu

Vzhledem ke zjištěnému stavu střech doporučuji rekonstrukci střešních pláštů. Tato by měla spočívat v:

- odstranění vrchního souvrství asfaltových pásů a tepelné izolace z EPS tl. 60 mm
- aplikace nové vrstvy parozábrany z modifikovaného asfaltového pásu tl. 3,5 mm, například Bauder SUPER AL-E
- aplikace nových spádových klínů z PIR, min. tloušťky 20 mm, se sklonem alespoň 1 % směrem ke střešním vtokům
- aplikace tepelné izolace z PIR desek min. tl. 140 mm, např. Bauder PIR FA (na základě tepelně technického posouzení doporučuji tepelnou izolaci s nižším součinitelem tepelné vodivosti za účelem posunutí kondenzační zóny nad stávající souvrství asfaltových pásů.)
- aplikace sanačních střešních vpustí se zapuštěním alespoň 20 mm pod úroveň budoucí střešní roviny a řešení dalších detailů střešního pláště, včetně zvýšení prahu výstupních dveří na střechu.
- aplikace hlavní hydroizolační vrstvy z flexibilního polyolefinu (TPO/FPO), např. Bauder Thermoplan T, s kotvením do roznášecí betonové mazaniny. V rámci místního šetření se tato mazanina ukázala jako soudržná, dostatečně mocná a pevná, pro mechanické kotvení střešního pláště. Před zahájením jakýchkoli prací **je ovšem nutné tuto skutečnost ověřit výtažnými zkouškami.**

Nová doporučená skladba střešního pláště je patrná z tabulky č. 4.

Doporučená skladba střechy			
	Materiál, účel vrstvy	Tloušťka [mm]	Stav materiálu
1	Fólie na bázi flexibilního polyolefinu -. Bauder Thermoplan T 18	1,8	Nový
2	Tepelná izolace z PIR desek - Bauder PIR FA	140	Nový
3	Spádové klíny z PIR desek Bauder PIR T	min 20 (průměrná tl.cca 95)	Nový
4	Asfaltový modifikovaný pás - Bauder SUPER AL-E	3,5	Nový
5	Souvrství asfaltových pásů	20	Stávající
6	Betonová roznášecí mazanina	40 - 70	Stávající
7	Kaširovaný pěnový polystyren Polsid	50	Stávající
8	Pěnový polystyren (pravděpodobně EPS 100)	50	Stávající
9	Škvárový zásyp	Cca 100	Stávající
10	Nosná stropní konstrukce (ŽB panel)	250	Stávající

Tabulka č. 4 – Nově navržená, doporučená skladba střechy



**Poznámky:**

a, Uvedené nové střešní vrstvy musí být aplikovány v souladu s požadavky norem a montážních předpisů.

b, Pro uvedené střešní vrstvy bude možné výrobcem střešní fólie vystavit protokol o požární odolnosti klasifikace Broof(t3). Pokud by došlo k záměně materiálu spádových klínů z PIR na EPS od určité tloušťky skladby (při zachování vypočteného součinitele prostupu tepla konstrukcí), může výrobce vyžádat a zajistit u PAVUS a.s. protokol k odolnosti Broof(t3) této konkrétní atypické skladby. Podle současné informace je cena tohoto protokolu pro atypickou skladbu 10 tis. Kč bez dph.

c, Veškeré střešní detaily budou řešeny v projektu.

d, Projekt by měl definovat i dodatečné spádování pomocí spádových klínů, současný spád střechy cca 1% nezabrání tvorbě kaluží na střeše.

e, Stávající vtoky budou nahrazeny vhodnými sanačními dvoustupňovými vtoky s integrovanou manžetou z odpovídajícího hydroizolačního materiálu. Je doporučeno zapustit úroveň vtoků alespoň o 20 mm níže oproti budoucí niveletě střechy.

Zpracovatelé odborné zprávy:

Ing. Tomáš Navara  
Josef Krupka

V Mníšku pod Brdy 5.11. 2024

Josef Krupka



**Josef Krupka**

poradce - expert - poruchy střešních konstrukcí  
člen České hydroizolační společnosti, odborné společnosti při ČSSI  
IČ : 68396538  
Rymaně 434E, 252 10 MníšekpodBrdy  
mobil : 602336660, e-mail : info@poruchy-strech.cz  
www.poruchy-strech.cz

## Příloha č. 1 – TTP nově navržené skladby ploché střechy

### SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017

tepelná ochrana budov (ČSN 730540, EN ISO 6946, EN ISO 13788)

Název kce [C]	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10
B - 1PL plochá střecha - prům.	střecha	10.432	0.095	0.0018	ano	---
B - 1PL plochá střecha - 20 mm spád.	střecha	8.336	0.118	0.0045	ano	---
B - 1PL plochá střecha - 170 mm spád.	střecha	12.537	0.079	0.0018	ano	---

#### Vysvětlivky:

R tepelný odpor konstrukce  
U součinitel prostupu tepla konstrukce  
Ma,max maximální množství zkond. vodní páry v konstrukci za rok  
DeltaT10 pokles dotykové teploty podlahové konstrukce.

## 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**

Název úlohy : **plochá střecha – průměrná hodnota spádové vrstvy**

Zpracovatel : Ing. Petr Jelínek PhD

Zakázka :

Datum : 25.10.2024

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová  
Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 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	ŽB stropní pan	0,2500	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
2	Škvára	0,1000	0,2700	750,0	750,0	3,0	0.0000
3	EPS 100 - půvo	0,0500	0,0500	1270,0	20,0	50,0	0.0000
4	EPS 100 polsid	0,0500	0,0500	1270,0	20,0	50,0	0.0000
5	Beton. potěr	0,0400	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
6	Asf. pásy - pů	0,0200	0,2100	1470,0	1200,0	10000,0	0.0000
7	Bauder Super A	0,0035	0,2100	1470,0	1200,0	215000,0	0.0000
8	Bauder PIR T s	0,0950	0,0300*	1400,0	35,0	55,0	0.0000
9	AL fólie	0,0001	204,0000	870,0	2700,0	27291,0^	0.0000
10	Bauder PIR FA	0,1400	0,0240*	1400,0	35,0	60,0	0.0000
11	AL fólie	0,0001	204,0000	870,0	2700,0	27291,0^	0.0000
12	Bauder TPO The	0,0018	0,1700	960,0	1020,0	200000,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

^ ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	ŽB stropní panel	---
2	Škvára	---
3	EPS 100 - původní	---
4	EPS 100 polsid - původní	---
5	Beton. potěr	---
6	Asf. pásy - původní	---
7	Bauder Super Al – E	---
8	Bauder PIR T spád.	vliv bodových kotev dle EN ISO 6946 Tep. vodivost tep. izolace: 0.028 W/(m.K) Tloušťka tepelné izolace: 0.0950 m Bod. činitel prostupu: 0.000 W/K Počet kotev v 1 m2: 3.0
9	AL fólie	---
10	Bauder PIR FA	vliv bodových kotev dle EN ISO 6946 Tep. vodivost tep. izolace: 0.023 W/(m.K) Tloušťka tepelné izolace: 0.1400 m Bod. činitel prostupu: 0.000 W/K Počet kotev v 1 m2: 3.0



11	AL fólie	---
12	Bauder TPO Thermoplan	---

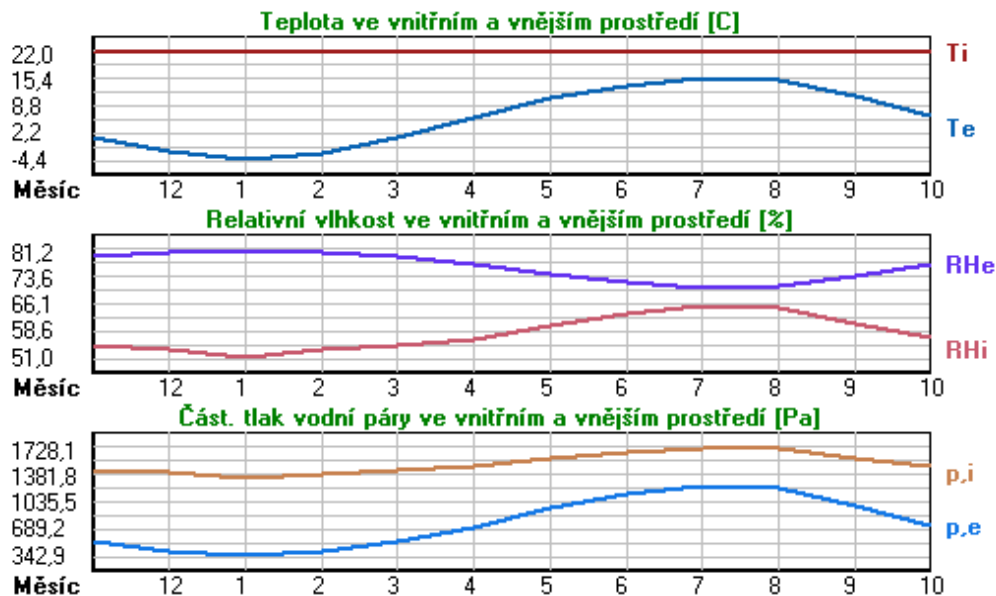
### Okrajové podmínky výpočtu :

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 :	0.04 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 :	-13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	22.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH <sub>i</sub> :	60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	22.0	51.0	1347.6	-4.4	81.2	342.9
2	28 672	22.0	53.0	1400.5	-2.9	80.8	387.4
3	31 744	22.0	54.4	1437.5	1.0	79.5	521.8
4	30 720	22.0	56.1	1482.4	5.7	77.5	709.4
5	31 744	22.0	60.0	1585.4	10.7	74.5	958.1
6	30 720	22.0	63.5	1677.9	13.9	72.0	1142.9
7	31 744	22.0	65.4	1728.1	15.5	70.4	1239.1
8	31 744	22.0	64.8	1712.3	15.0	70.9	1208.4
9	30 720	22.0	60.6	1601.3	11.3	74.1	991.8
10	31 744	22.0	56.4	1490.3	6.3	77.1	735.7
11	30 720	22.0	54.4	1437.5	0.9	79.5	518.1
12	31 744	22.0	53.4	1411.0	-2.6	80.7	396.8

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).



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 : 3

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Teplotní odpor konstrukce R : 10.432 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.095 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kceU<sub>k</sub> : 0.11 / 0.14 / 0.19 / 0.29 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> : 7.1E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce N<sub>y</sub>\* podle EN ISO 13786 : 31983.9

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 23.0 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> : 21.18 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f<sub>Rsi,p</sub> : 0.977

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,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	14.8	0.728	11.4	0.599	21.4	0.977	53.0
2	15.4	0.736	12.0	0.598	21.4	0.977	54.9
3	15.8	0.706	12.4	0.542	21.5	0.977	56.1
4	16.3	0.651	12.9	0.439	21.6	0.977	57.4
5	17.4	0.590	13.9	0.282	21.7	0.977	61.0
6	18.3	0.539	14.8	0.106	21.8	0.977	64.2
7	18.7	0.498	15.2	-----	21.8	0.977	66.0
8	18.6	0.513	15.1	0.010	21.8	0.977	65.4
9	17.5	0.581	14.0	0.256	21.8	0.977	61.5
10	16.4	0.643	12.9	0.422	21.6	0.977	57.7
11	15.8	0.707	12.4	0.544	21.5	0.977	56.1
12	15.5	0.737	12.1	0.598	21.4	0.977	55.3

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)

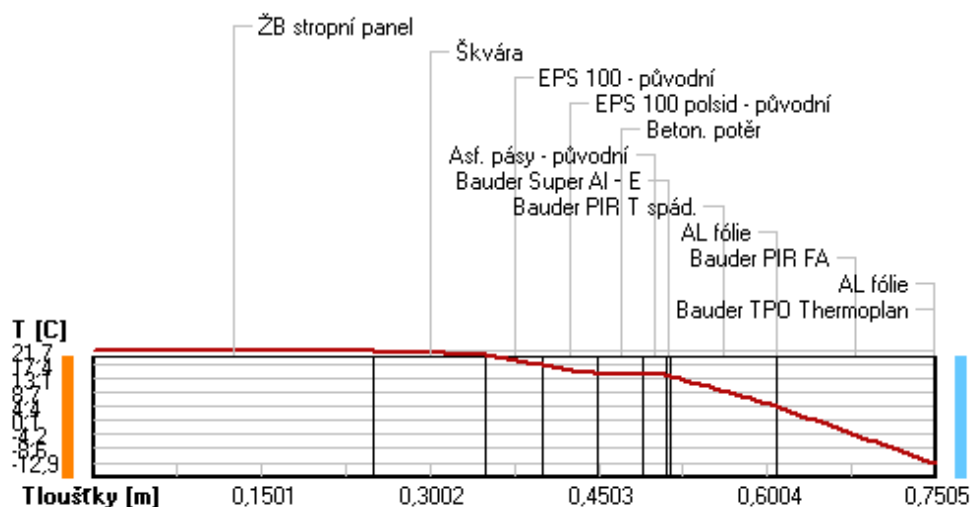
Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
theta [C]:	21.7	21.2	20.1	17.2	14.2	14.1	13.8	13.8	4.4	4.4
p [Pa]:	1585	1578	1577	1575	1572	1571	1360	566	561	558
p,sat [Pa]:	2595	2522	2357	1959	1620	1611	1582	1577	837	837

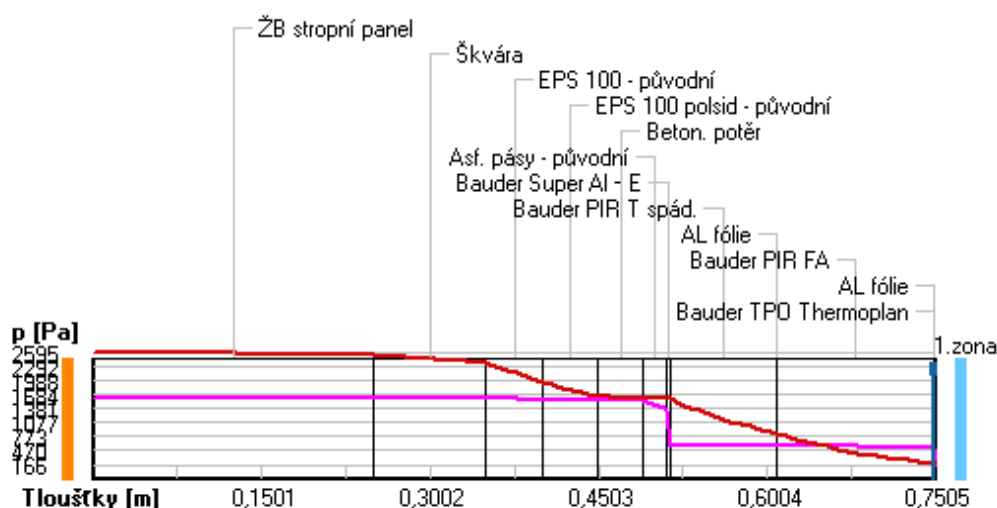
rozhraní:	10-11	11-12	e
theta [C]:	-12.9	-12.9	-12.9
p [Pa]:	549	546	166
p,sat [Pa]:	201	201	200

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.

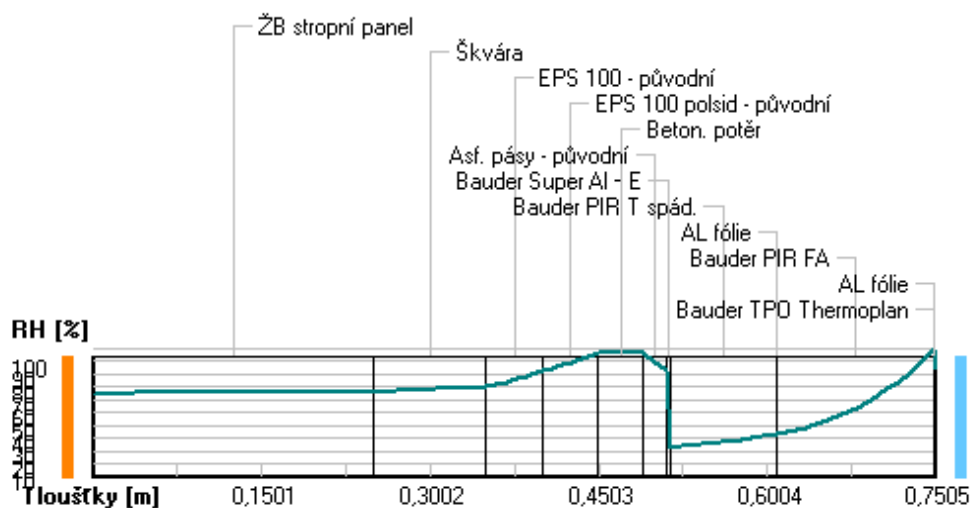
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách





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	0.7486	0.7486	2.630E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0018 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.0047 kg/(m2.rok)**

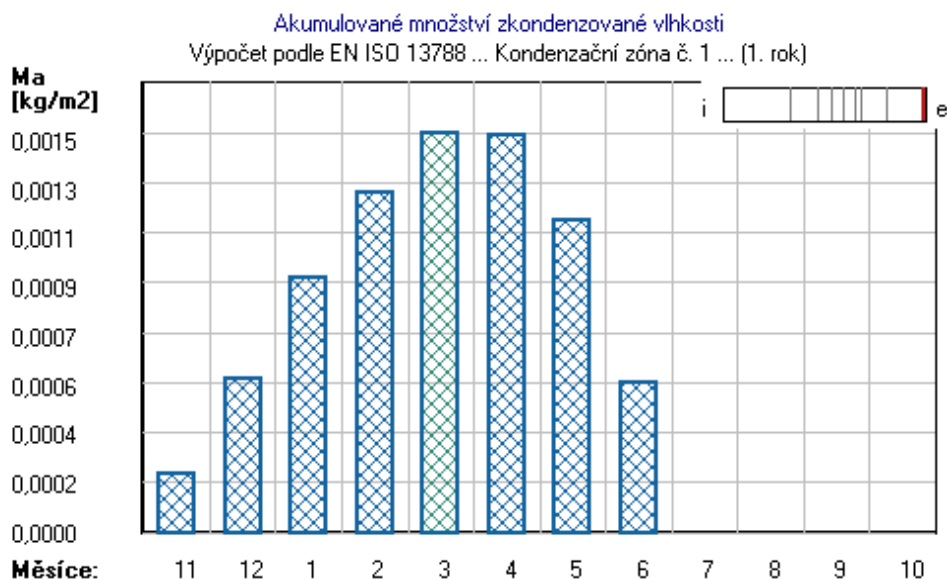
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

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

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru levá	pravá	Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc g,in	g,out	Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
11	0.7486	0.7486	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002
12	0.7486	0.7486	0.0005	0.0001	0.0004	0.0006
1	0.7486	0.7486	0.0005	0.0001	0.0004	0.0009
2	0.7486	0.7486	0.0005	0.0001	0.0003	0.0013
3	0.7486	0.7486	0.0004	0.0002	0.0002	0.0015
4	0.7486	0.7486	0.0003	0.0003	-0.0000	0.0015
5	0.7486	0.7486	0.0002	0.0005	-0.0003	0.0012
6	0.7486	0.7486	0.0000	0.0006	-0.0006	0.0006
7	---	---	-0.0000	0.0008	-0.0008	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0015 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je min.: **0.0015 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0015 kg/m2

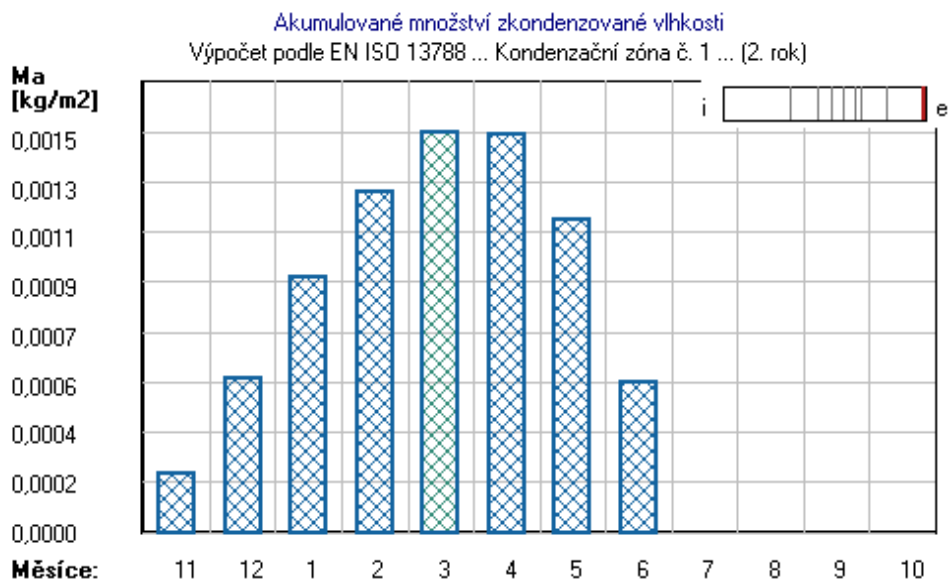
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m2

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

Roční cyklus č. 2

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### Kondenzační zóna č. 1



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m² za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m² za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m² za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
11	0.7486	0.7486	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002
12	0.7486	0.7486	0.0005	0.0001	0.0004	0.0006
1	0.7486	0.7486	0.0005	0.0001	0.0004	0.0009
2	0.7486	0.7486	0.0005	0.0001	0.0003	0.0013
3	0.7486	0.7486	0.0004	0.0002	0.0002	0.0015
4	0.7486	0.7486	0.0003	0.0003	-0.0000	0.0015
5	0.7486	0.7486	0.0002	0.0005	-0.0003	0.0012
6	0.7486	0.7486	0.0000	0.0006	-0.0006	0.0006
7	---	---	-0.0000	0.0008	-0.0008	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $Mc,a$ : **0.0015 kg/m²**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok  $Mev,a$  je min.: **0.0015 kg/m²**  
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0015 kg/m²  
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m²

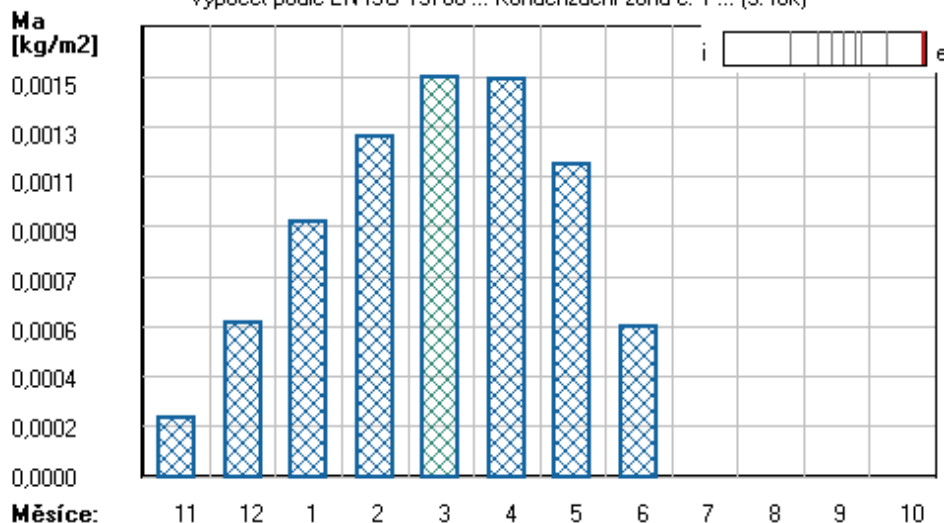
Na konci modelového roku je zóna suchá (tj.  $Mc,a < Mev,a$ ).

#### Roční cyklus č. 3

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### Kondenzační zóna č. 1

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti  
Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (3. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
11	0.7486	0.7486	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002
12	0.7486	0.7486	0.0005	0.0001	0.0004	0.0006
1	0.7486	0.7486	0.0005	0.0001	0.0004	0.0009
2	0.7486	0.7486	0.0005	0.0001	0.0003	0.0013
3	0.7486	0.7486	0.0004	0.0002	0.0002	0.0015
4	0.7486	0.7486	0.0003	0.0003	-0.0000	0.0015
5	0.7486	0.7486	0.0002	0.0005	-0.0003	0.0012
6	0.7486	0.7486	0.0000	0.0006	-0.0006	0.0006
7	---	---	-0.0000	0.0008	-0.0008	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $Mc,a$ : **0.0015 kg/m²**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok  $Mev,a$  je min.: **0.0015 kg/m²**  
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0015 kg/m²  
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m²

**Na konci modelového roku je zóna suchá (tj.  $Mc,a < Mev,a$ ).**

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.

#### 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	ŽB stropní pan	212	153	---	---	---
2	Škvára	212	153	---	---	---
3	EPS 100 - půvo	---	365	---	---	---
4	EPS 100 polsid	---	122	243	---	---
5	Beton. potěr	---	62	303	---	---
6	Asf. pásy - pů	---	62	303	---	---
7	Bauder Super A	---	335	30	---	---
8	Bauder PIR T s	212	123	30	---	---
9	AL fólie	212	123	30	---	---
10	Bauder PIR FA	---	---	62	30	273
11	AL fólie	---	---	62	30	273
12	Bauder TPO The	---	---	62	30	273

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, (c) 2016 Svoboda Software

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

**Název konstrukce:** B - 1PL plochá střecha - prům.

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	22,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	21,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	22,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $R_{Hi}$ :	55,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	ŽB stropní panel	0,250	1,580	29,0
2	Škvára	0,100	0,270	3,0
3	EPS 100 - původní	0,050	0,050	50,0
4	EPS 100 polsid - původní	0,050	0,050	50,0
5	Beton. potěr	0,040	1,300	20,0
6	Asf. pásy - původní	0,020	0,210	10000,0
7	Bauder Super Al - E	0,0035	0,210	215000,0
8	Bauder PIR T spád.	0,095	0,030	55,0
9	AL fólie	0,0001	204,000	27291,0
10	Bauder PIR FA	0,140	0,024	60,0
11	AL fólie	0,0001	204,000	27291,0
12	Bauder TPO Thermoplan	0,0018	0,170	200000,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,803$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,977$

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:  $U = 0,095 \text{ W/m}^2\text{K}$

**$U < U_N$  ... 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: 0,008 kg/m<sup>2</sup>,rok (materiál: AL fólie).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,008 kg/m<sup>2</sup>,rok

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

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0018 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0047 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

**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

Název úlohy : **plochá střecha - 20 mm spád. (vtok)**

Zpracovatel : Ing. Petr Jelínek PhD

Zakázka :

Datum : 25.10.2024

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 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	ŽB stropní pan	0,2500	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
2	Škvára	0,1000	0,2700	750,0	750,0	3,0	0.0000
3	EPS 100 - půvo	0,0500	0,0500	1270,0	20,0	50,0	0.0000
4	EPS 100 polsid	0,0500	0,0500	1270,0	20,0	50,0	0.0000
5	Beton. potěr	0,0400	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
6	Asf. pásy - pů	0,0200	0,2100	1470,0	1200,0	10000,0	0.0000
7	Bauder Super A	0,0035	0,2100	1470,0	1200,0	215000,0	0.0000
8	Bauder PIR T s	0,0200	0,0330*	1400,0	35,0	55,0	0.0000
9	AL fólie	0,0001	204,0000	870,0	2700,0	27291,0^	0.0000
10	Bauder PIR FA	0,1400	0,0240*	1400,0	35,0	60,0	0.0000
11	AL fólie	0,0001	204,0000	870,0	2700,0	27291,0^	0.0000
12	Bauder TPO The	0,0018	0,1700	960,0	1020,0	200000,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

^ ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	ŽB stropní panel	---
2	Škvára	---
3	EPS 100 - původní	---
4	EPS 100 polsid - původní	---
5	Beton. potěr	---
6	Asf. pásy - původní	---
7	Bauder Super AI – E	---
8	Bauder PIR T spád.	vliv bodových kotev dle EN ISO 6946 Tep. vodivost tep. izolace: 0.028 W/(m.K) Tloušťka tepelné izolace: 0.0200 m Bod. činitel prostupu: 0.001 W/K Počet kotev v 1 m2: 3.0
9	AL fólie	---
10	Bauder PIR FA	vliv bodových kotev dle EN ISO 6946 Tep. vodivost tep. izolace: 0.023 W/(m.K) Tloušťka tepelné izolace: 0.1200 m Bod. činitel prostupu: 0.001 W/K Počet kotev v 1 m2: 3.0
11	AL fólie	---
12	Bauder TPO Thermoplan	---

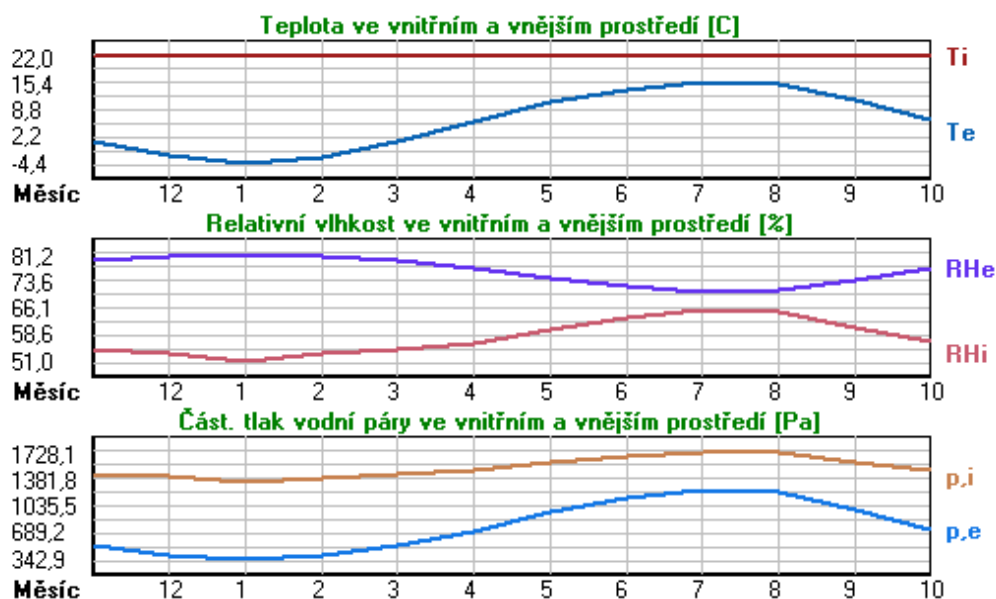
### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 22.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	$T_{ai}$ [C]	$R_{Hi}$ [%]	$P_i$ [Pa]	$T_e$ [C]	$R_{He}$ [%]	$P_e$ [Pa]
1	31 744	22.0	51.0	1347.6	-4.4	81.2	342.9
2	28 672	22.0	53.0	1400.5	-2.9	80.8	387.4
3	31 744	22.0	54.4	1437.5	1.0	79.5	521.8
4	30 720	22.0	56.1	1482.4	5.7	77.5	709.4
5	31 744	22.0	60.0	1585.4	10.7	74.5	958.1
6	30 720	22.0	63.5	1677.9	13.9	72.0	1142.9
7	31 744	22.0	65.4	1728.1	15.5	70.4	1239.1
8	31 744	22.0	64.8	1712.3	15.0	70.9	1208.4
9	30 720	22.0	60.6	1601.3	11.3	74.1	991.8
10	31 744	22.0	56.4	1490.3	6.3	77.1	735.7
11	30 720	22.0	54.4	1437.5	0.9	79.5	518.1
12	31 744	22.0	53.4	1411.0	-2.6	80.7	396.8

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 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 : 3



## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Teplotní odpor konstrukce R : 8.336 m<sup>2</sup>K/W  
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.118 W/m<sup>2</sup>K**

Součinitel prostupu zabudované kceU<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 ZpT : 7.1E+0012 m/s  
Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 18820.1  
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 Tsi,p : 20.99 C  
Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : **0.971**

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

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi,m[C]	f,Rsi,m	Tsi[C]	f,Rsi	RHsi[%]
1	14.8	0.728	11.4	0.599	21.2	0.971	53.4
2	15.4	0.736	12.0	0.598	21.3	0.971	55.4
3	15.8	0.706	12.4	0.542	21.4	0.971	56.5
4	16.3	0.651	12.9	0.439	21.5	0.971	57.7
5	17.4	0.590	13.9	0.282	21.7	0.971	61.2
6	18.3	0.539	14.8	0.106	21.8	0.971	64.4
7	18.7	0.498	15.2	-----	21.8	0.971	66.2
8	18.6	0.513	15.1	0.010	21.8	0.971	65.6
9	17.5	0.581	14.0	0.256	21.7	0.971	61.8
10	16.4	0.643	12.9	0.422	21.5	0.971	58.0
11	15.8	0.707	12.4	0.544	21.4	0.971	56.5
12	15.5	0.737	12.1	0.598	21.3	0.971	55.8

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)

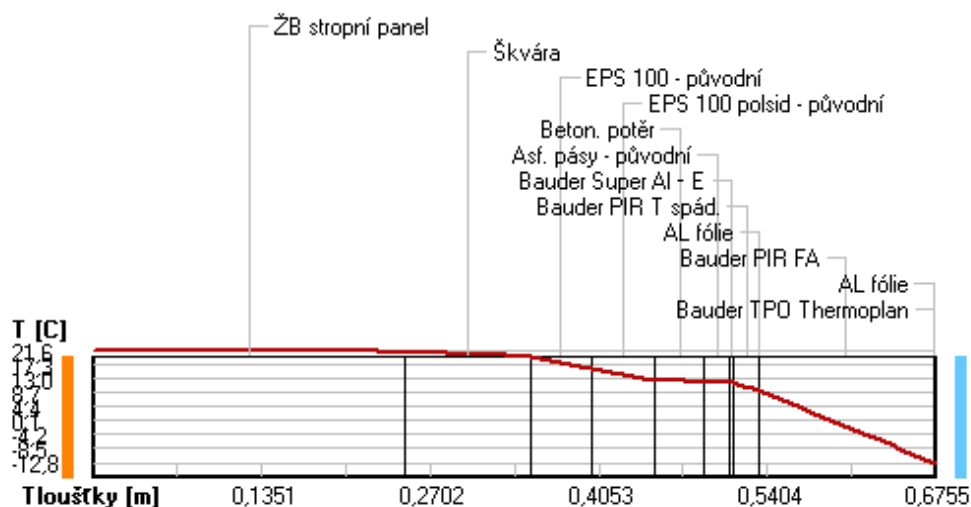
Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
theta [C]:	21.6	21.0	19.6	15.8	12.1	11.9	11.6	11.5	9.2	9.2
p [Pa]:	1585	1578	1577	1575	1572	1571	1360	563	562	559
p,sat [Pa]:	2582	2489	2283	1799	1408	1397	1364	1359	1166	1166

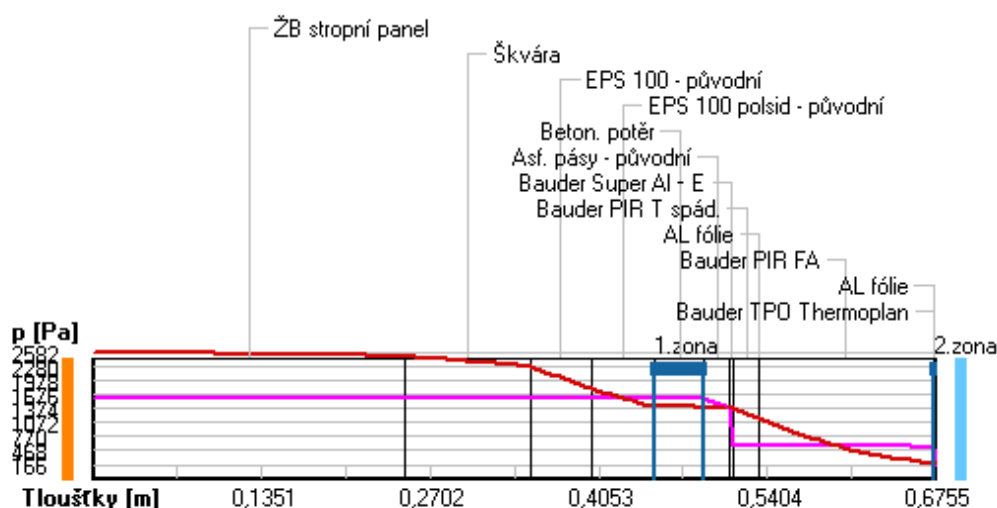
rozhraní:	10-11	11-12	e
theta [C]:	-12.8	-12.8	-12.8
p [Pa]:	550	547	166
p,sat [Pa]:	201	201	201

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.

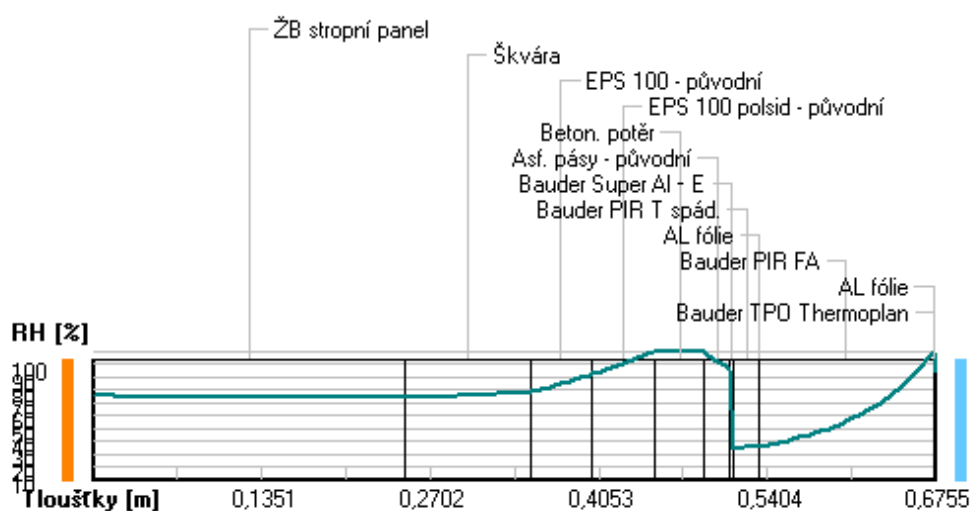
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



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 <sup>2</sup> s)]
1	0.4500	0.4900	2.581E-0009
2	0.6736	0.6736	2.285E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ :

**0.0045 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ :

**0.0047 kg/(m<sup>2</sup>.rok)**

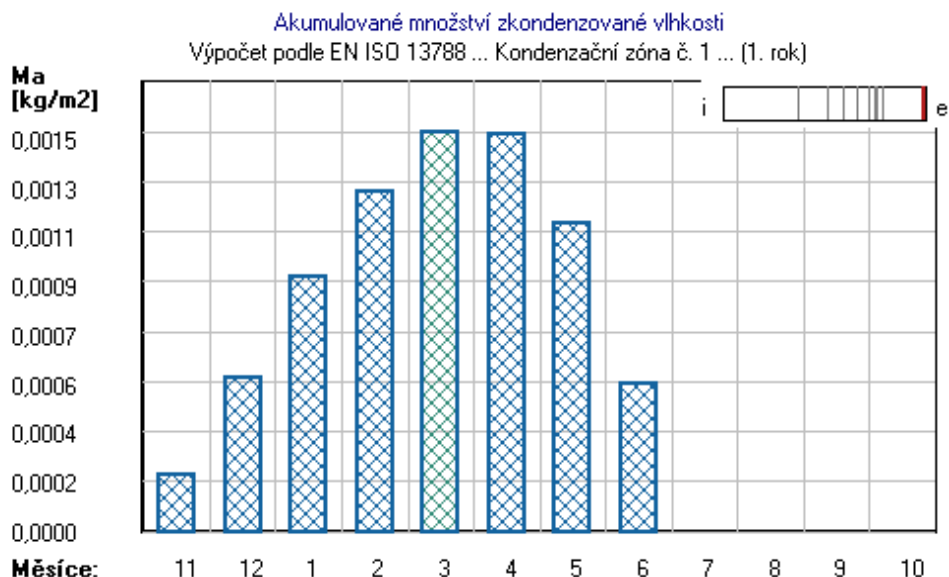
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

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

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m <sup>2</sup> za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m <sup>2</sup> za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m <sup>2</sup> za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
11	0.6736	0.6736	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002
12	0.6736	0.6736	0.0005	0.0001	0.0004	0.0006
1	0.6736	0.6736	0.0005	0.0001	0.0004	0.0009
2	0.6736	0.6736	0.0005	0.0001	0.0003	0.0013
3	0.6736	0.6736	0.0004	0.0002	0.0002	0.0015
4	0.6736	0.6736	0.0003	0.0003	-0.0000	0.0015
5	0.6736	0.6736	0.0002	0.0005	-0.0003	0.0012
6	0.6736	0.6736	0.0000	0.0006	-0.0006	0.0006
7	---	---	-0.0000	0.0008	-0.0008	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ :

**0.0015 kg/m<sup>2</sup>**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je min.:

**0.0015 kg/m<sup>2</sup>**

z toho se odpaří do exteriéru:

0.0015 kg/m<sup>2</sup>

..... a do interiéru:

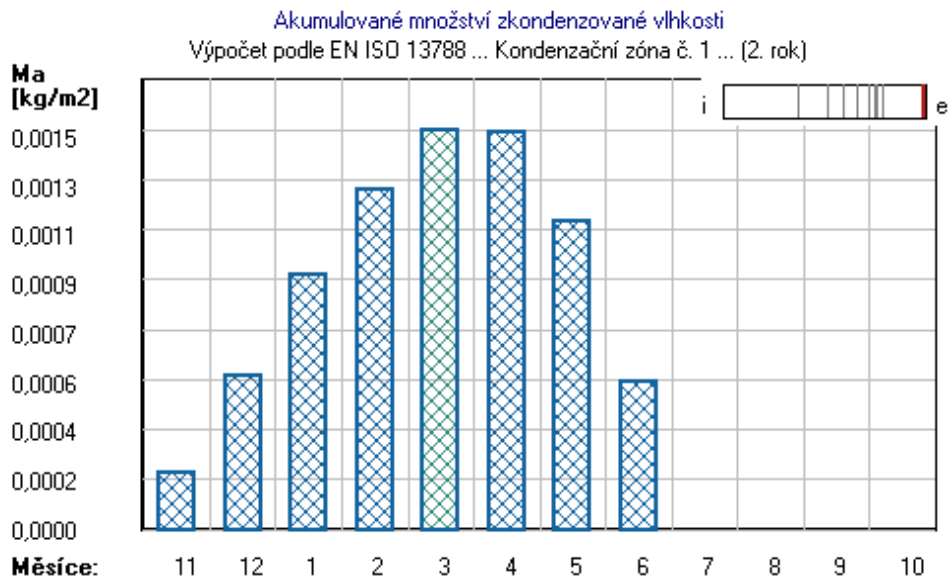
0.0000 kg/m<sup>2</sup>

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

Roční cyklus č. 2

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### Kondenzační zóna č. 1



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
11	0.6736	0.6736	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002
12	0.6736	0.6736	0.0005	0.0001	0.0004	0.0006
1	0.6736	0.6736	0.0005	0.0001	0.0004	0.0009
2	0.6736	0.6736	0.0005	0.0001	0.0003	0.0013
3	0.6736	0.6736	0.0004	0.0002	0.0002	0.0015
4	0.6736	0.6736	0.0003	0.0003	-0.0000	0.0015
5	0.6736	0.6736	0.0002	0.0005	-0.0003	0.0012
6	0.6736	0.6736	0.0000	0.0006	-0.0006	0.0006
7	---	---	-0.0000	0.0008	-0.0008	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $Mc,a$ : **0.0015 kg/m2**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok  $Mev,a$  je min.: **0.0015 kg/m2**  
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0015 kg/m2  
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m2

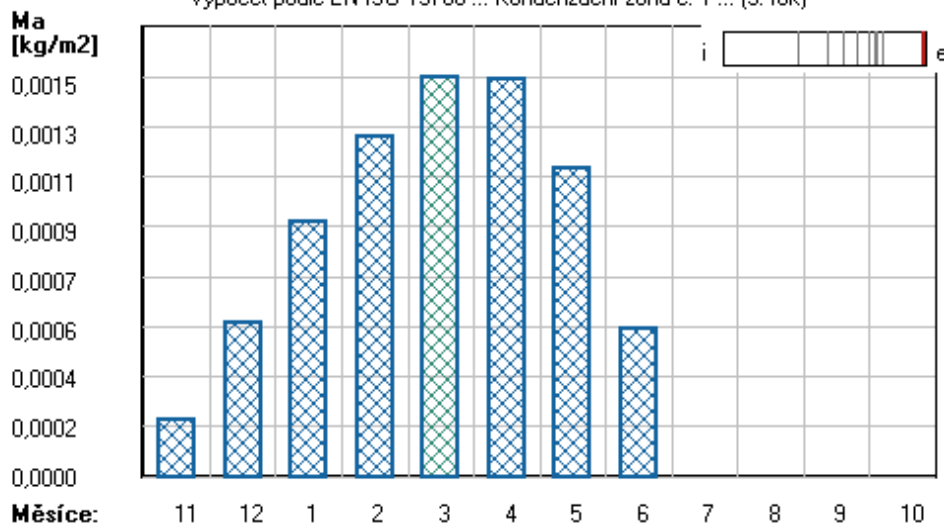
Na konci modelového roku je zóna suchá (tj.  $Mc,a < Mev,a$ ).

#### Roční cyklus č. 3

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### Kondenzační zóna č. 1

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti  
Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (3. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m <sup>2</sup> za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m <sup>2</sup> za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m <sup>2</sup> za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
11	0.6736	0.6736	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002
12	0.6736	0.6736	0.0005	0.0001	0.0004	0.0006
1	0.6736	0.6736	0.0005	0.0001	0.0004	0.0009
2	0.6736	0.6736	0.0005	0.0001	0.0003	0.0013
3	0.6736	0.6736	0.0004	0.0002	0.0002	0.0015
4	0.6736	0.6736	0.0003	0.0003	-0.0000	0.0015
5	0.6736	0.6736	0.0002	0.0005	-0.0003	0.0012
6	0.6736	0.6736	0.0000	0.0006	-0.0006	0.0006
7	---	---	-0.0000	0.0008	-0.0008	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0015 kg/m<sup>2</sup>**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.: **0.0015 kg/m<sup>2</sup>**  
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0015 kg/m<sup>2</sup>  
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m<sup>2</sup>

**Na konci modelového roku je zóna suchá (tj. Mc,a < Mev,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.

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	ŽB stropní pan	212	153	---	---	---
2	Škvára	181	184	---	---	---
3	EPS 100 - půvo	---	365	---	---	---
4	EPS 100 polsid	---	---	275	90	---
5	Beton. potěr	---	---	275	90	---
6	Asf. pásy - pů	---	---	275	90	---
7	Bauder Super A	---	91	274	---	---
8	Bauder PIR T s	273	62	30	---	---
9	AL fólie	273	62	30	---	---
10	Bauder PIR FA	---	---	62	30	273
11	AL fólie	---	---	62	30	273
12	Bauder TPO The	---	---	62	30	273

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, (c) 2016 Svoboda Software

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

**Název konstrukce:** B - 1PL plochá střecha - 20 mm spád.

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	22,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	21,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	22,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	55,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	ŽB stropní panel	0,250	1,580	29,0
2	Škvára	0,100	0,270	3,0
3	EPS 100 - původní	0,050	0,050	50,0
4	EPS 100 polsid - původní	0,050	0,050	50,0
5	Beton. potěr	0,040	1,300	20,0
6	Asf. pásy - původní	0,020	0,210	10000,0
7	Bauder Super Al - E	0,0035	0,210	215000,0
8	Bauder PIR T spád.	0,020	0,033	55,0
9	AL fólie	0,0001	204,000	27291,0
10	Bauder PIR FA	0,140	0,024	60,0
11	AL fólie	0,0001	204,000	27291,0
12	Bauder TPO Thermoplan	0,0018	0,170	200000,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,803$

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

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. kroků 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: 0,008 kg/m<sup>2</sup>,rok (materiál: AL fólie).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,008 kg/m<sup>2</sup>,rok

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

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0045 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0047 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

**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**

Název úlohy : **plochá střecha - 170 mm spád. (atika)**

Zpracovatel : Ing. Petr Jelínek PhD

Zakázka :

Datum : 25.10.2024

### ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.010 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	ŽB stropní pan	0,2500	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
2	Škvára	0,1000	0,2700	750,0	750,0	3,0	0.0000
3	EPS 100 - půvo	0,0500	0,0500	1270,0	20,0	50,0	0.0000
4	EPS 100 polsid	0,0500	0,0500	1270,0	20,0	50,0	0.0000
5	Beton. potěr	0,0400	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
6	Asf. pásy - pů	0,0200	0,2100	1470,0	1200,0	10000,0	0.0000
7	Bauder Super A	0,0035	0,2100	1470,0	1200,0	215000,0	0.0000
8	Bauder PIR T s	0,1700	0,0290*	1400,0	35,0	55,0	0.0000
9	AL fólie	0,0001	204,0000	870,0	2700,0	27291,0^	0.0000
10	Bauder PIR FA	0,1400	0,0240*	1400,0	35,0	60,0	0.0000
11	AL fólie	0,0001	204,0000	870,0	2700,0	27291,0^	0.0000
12	Bauder TPO The	0,0018	0,1700	960,0	1020,0	200000,0	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.

\* ekvival. tep. vodivost s vlivem tepelných mostů, stanovena interním výpočtem

^ ekvival. faktor dif. odporu s vlivem netěsností, stanoven interním výpočtem

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	ŽB stropní panel	---
2	Škvára	---
3	EPS 100 - původní	---
4	EPS 100 polsid - původní	---
5	Beton. potěr	---
6	Asf. pásy - původní	---
7	Bauder Super Al – E	---
8	Bauder PIR T spád.	vliv bodových kotev dle EN ISO 6946 Tep. vodivost tep. izolace: 0.028 W/(m.K) Tloušťka tepelné izolace: 0.1700 m Bod. činitel prostupu: 0.000 W/K Počet kotev v 1 m2: 3.0
9	AL fólie	---
10	Bauder PIR FA	vliv bodových kotev dle EN ISO 6946 Tep. vodivost tep. izolace: 0.023 W/(m.K) Tloušťka tepelné izolace: 0.1400 m Bod. činitel prostupu: 0.000 W/K Počet kotev v 1 m2: 3.0
11	AL fólie	---

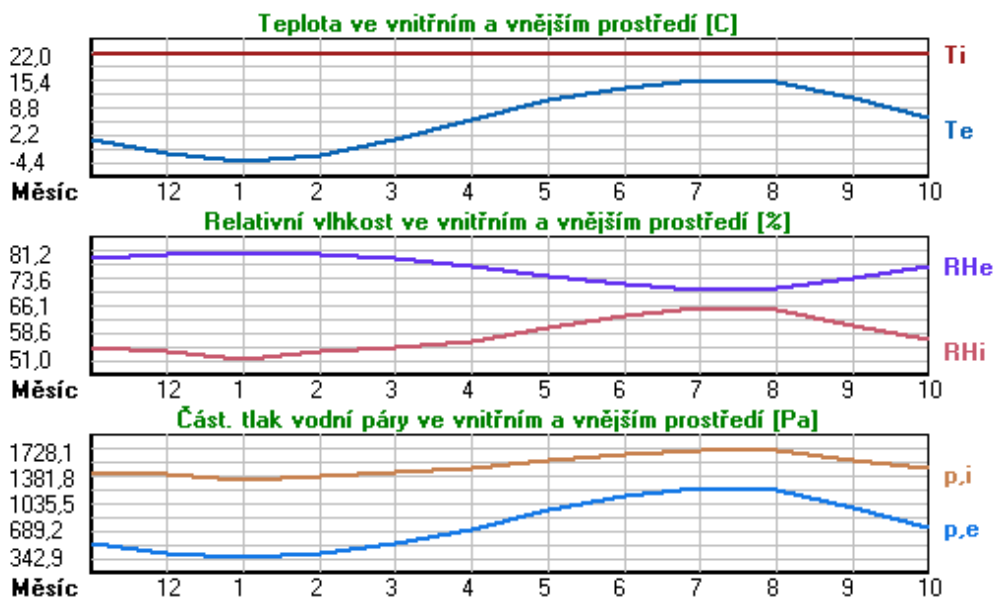
### Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru  $R_{si}$  : 0.10 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{si}$  : 0.25 m<sup>2</sup>K/W  
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W  
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty  $R_{se}$  : 0.04 m<sup>2</sup>K/W

Návrhová venkovní teplota  $T_e$  : -13.0 C  
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu  $T_{ai}$  : 22.0 C  
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu  $R_{He}$  : 84.0 %  
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu  $R_{Hi}$  : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	$T_{ai}$ [C]	$R_{Hi}$ [%]	$P_i$ [Pa]	$T_e$ [C]	$R_{He}$ [%]	$P_e$ [Pa]
1	31 744	22.0	51.0	1347.6	-4.4	81.2	342.9
2	28 672	22.0	53.0	1400.5	-2.9	80.8	387.4
3	31 744	22.0	54.4	1437.5	1.0	79.5	521.8
4	30 720	22.0	56.1	1482.4	5.7	77.5	709.4
5	31 744	22.0	60.0	1585.4	10.7	74.5	958.1
6	30 720	22.0	63.5	1677.9	13.9	72.0	1142.9
7	31 744	22.0	65.4	1728.1	15.5	70.4	1239.1
8	31 744	22.0	64.8	1712.3	15.0	70.9	1208.4
9	30 720	22.0	60.6	1601.3	11.3	74.1	991.8
10	31 744	22.0	56.4	1490.3	6.3	77.1	735.7
11	30 720	22.0	54.4	1437.5	0.9	79.5	518.1
12	31 744	22.0	53.4	1411.0	-2.6	80.7	396.8

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 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 : 3

## VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

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

Teplotní odpor konstrukce R : 12.537 m<sup>2</sup>K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.079 W/m<sup>2</sup>K

Součinitel prostupu zabudované kceU<sub>k</sub> : 0.10 / 0.13 / 0.18 / 0.28 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 : 7.2E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny\* podle EN ISO 13786 : 57923.8

Fázový posun teplotního kmitu Psi\* podle EN ISO 13786 : 1.3 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 21.32 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.981

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

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	14.8	0.728	11.4	0.599	21.5	0.981	52.6
2	15.4	0.736	12.0	0.598	21.5	0.981	54.6
3	15.8	0.706	12.4	0.542	21.6	0.981	55.8
4	16.3	0.651	12.9	0.439	21.7	0.981	57.2
5	17.4	0.590	13.9	0.282	21.8	0.981	60.8
6	18.3	0.539	14.8	0.106	21.8	0.981	64.1
7	18.7	0.498	15.2	-----	21.9	0.981	65.9
8	18.6	0.513	15.1	0.010	21.9	0.981	65.3
9	17.5	0.581	14.0	0.256	21.8	0.981	61.4
10	16.4	0.643	12.9	0.422	21.7	0.981	57.5
11	15.8	0.707	12.4	0.544	21.6	0.981	55.8
12	15.5	0.737	12.1	0.598	21.5	0.981	55.0

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)

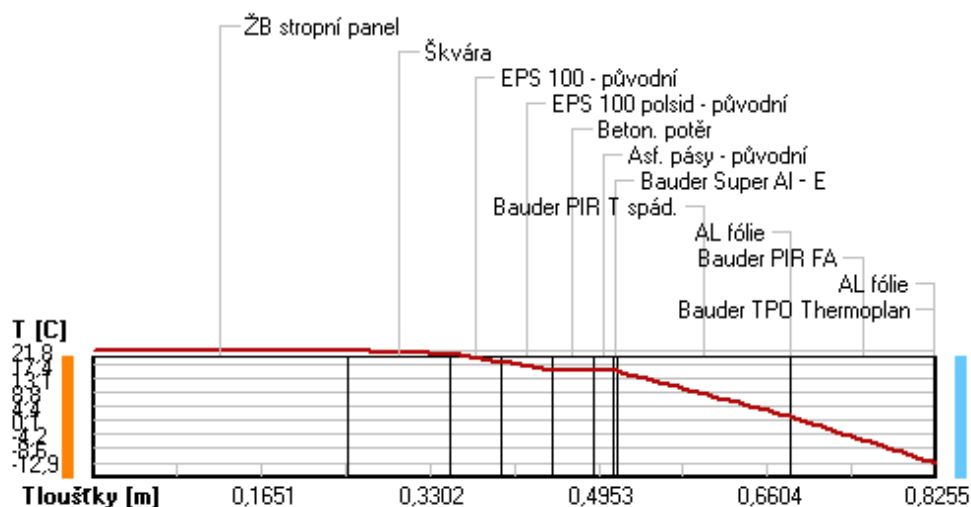
Průběh teplot a částečných tlaků vodní páry v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10
theta [C]:	21.8	21.4	20.5	18.1	15.7	15.6	15.4	15.3	1.2	1.2
p [Pa]:	1585	1578	1578	1575	1572	1571	1361	569	560	557
p,sat [Pa]:	2604	2544	2408	2072	1778	1770	1744	1740	665	665

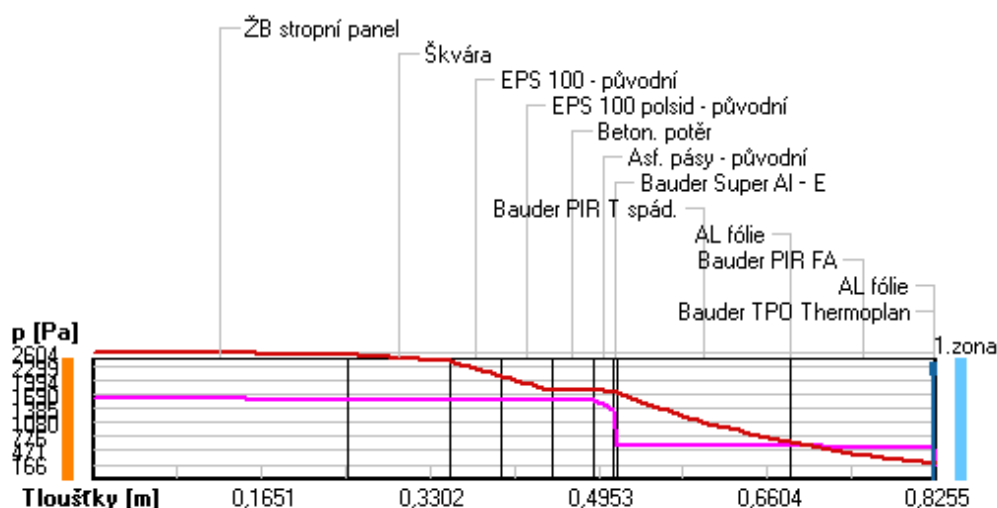
rozhraní:	10-11	11-12	e
theta [C]:	-12.9	-12.9	-12.9
p [Pa]:	548	545	166
p,sat [Pa]:	200	200	200

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.

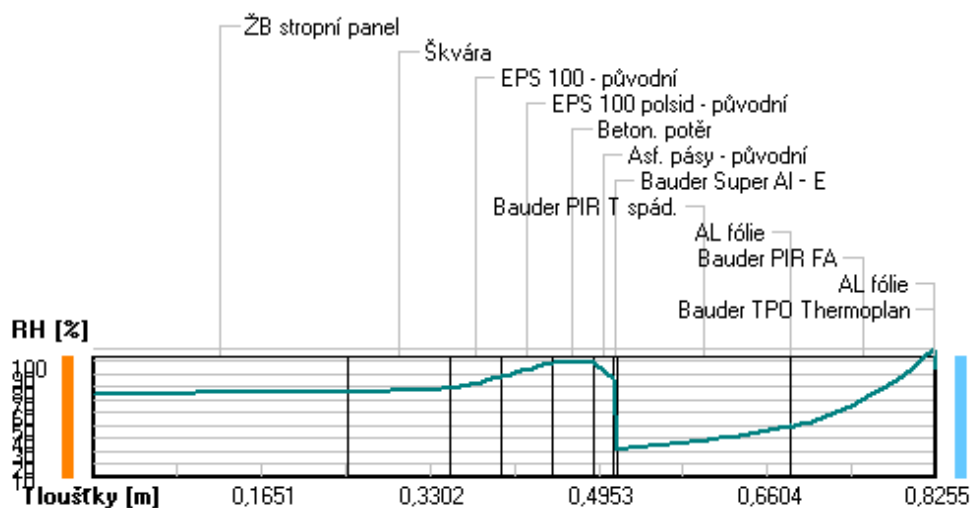
### Teploty v typickém místě konstrukce v ustálených návrhových podmínkách



### Část. tlaky vodní páry v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách



### Rel. vlhkosti v typickém místě konstrukce v ustál. návrh. podmínkách





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/(m2s)]
1	0.8236	0.8236	2.622E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0018 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$ : **0.0047 kg/(m2.rok)**

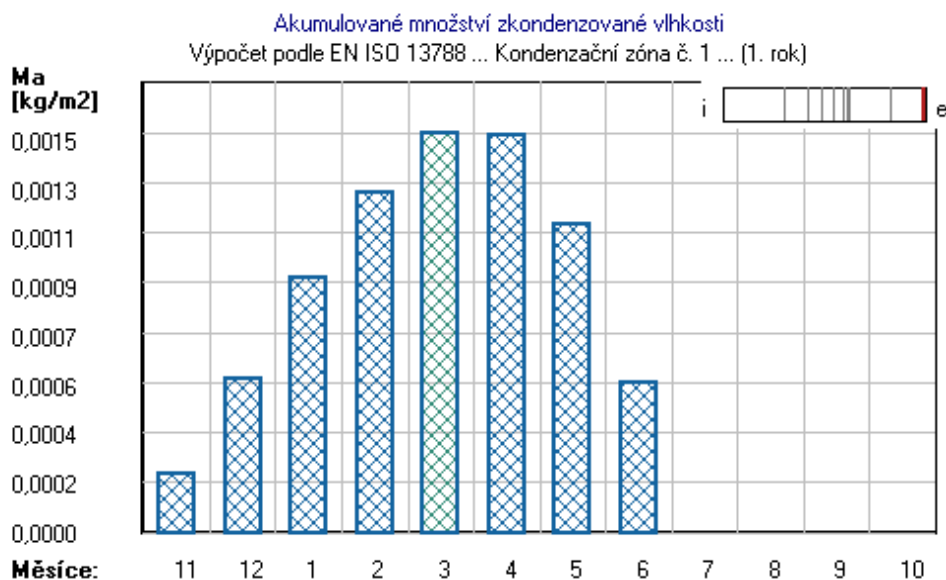
Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 10.0 C.

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

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru levá	pravá	Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc g,in	g,out	Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
11	0.8236	0.8236	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002
12	0.8236	0.8236	0.0005	0.0001	0.0004	0.0006
1	0.8236	0.8236	0.0005	0.0001	0.0004	0.0009
2	0.8236	0.8236	0.0005	0.0001	0.0003	0.0013
3	0.8236	0.8236	0.0004	0.0002	0.0002	0.0015
4	0.8236	0.8236	0.0003	0.0003	-0.0000	0.0015
5	0.8236	0.8236	0.0002	0.0005	-0.0003	0.0012
6	0.8236	0.8236	0.0000	0.0006	-0.0006	0.0006
7	---	---	-0.0000	0.0008	-0.0008	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $M_{c,a}$ : **0.0015 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok  $M_{ev,a}$  je min.: **0.0015 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0015 kg/m2

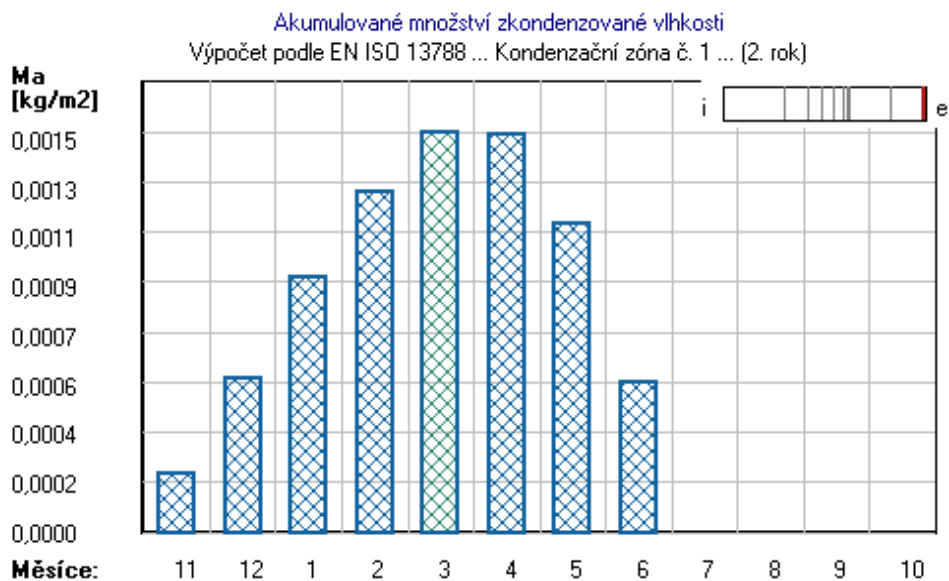
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m2

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

Roční cyklus č. 2

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### Kondenzační zóna č. 1



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m² za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m² za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m² za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
11	0.8236	0.8236	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002
12	0.8236	0.8236	0.0005	0.0001	0.0004	0.0006
1	0.8236	0.8236	0.0005	0.0001	0.0004	0.0009
2	0.8236	0.8236	0.0005	0.0001	0.0003	0.0013
3	0.8236	0.8236	0.0004	0.0002	0.0002	0.0015
4	0.8236	0.8236	0.0003	0.0003	-0.0000	0.0015
5	0.8236	0.8236	0.0002	0.0005	-0.0003	0.0012
6	0.8236	0.8236	0.0000	0.0006	-0.0006	0.0006
7	---	---	-0.0000	0.0008	-0.0008	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $Mc,a$ : **0.0015 kg/m²**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok  $Mev,a$  je min.: **0.0015 kg/m²**  
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0015 kg/m²  
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m²

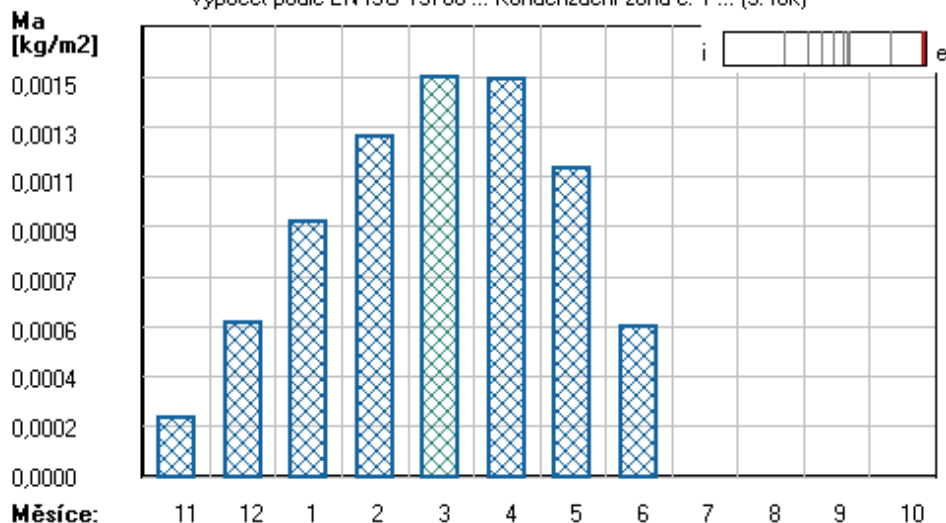
Na konci modelového roku je zóna suchá (tj.  $Mc,a < Mev,a$ ).

#### Roční cyklus č. 3

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

#### Kondenzační zóna č. 1

Akumulované množství zkondenzované vlhkosti  
Výpočet podle EN ISO 13788 ... Kondenzační zóna č. 1 ... (3. rok)



Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m2 za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m2 za měsíc Mc/Mev	Akumul. vlhkost v kg/m2 za měsíc Ma
	levá	pravá	g,in	g,out		
11	0.8236	0.8236	0.0004	0.0002	0.0002	0.0002
12	0.8236	0.8236	0.0005	0.0001	0.0004	0.0006
1	0.8236	0.8236	0.0005	0.0001	0.0004	0.0009
2	0.8236	0.8236	0.0005	0.0001	0.0003	0.0013
3	0.8236	0.8236	0.0004	0.0002	0.0002	0.0015
4	0.8236	0.8236	0.0003	0.0003	-0.0000	0.0015
5	0.8236	0.8236	0.0002	0.0005	-0.0003	0.0012
6	0.8236	0.8236	0.0000	0.0006	-0.0006	0.0006
7	---	---	-0.0000	0.0008	-0.0008	0.0000
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok  $Mc,a$ : **0.0015 kg/m²**  
Množství vypařitelné vodní páry za rok  $Mev,a$  je min.: **0.0015 kg/m²**  
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0015 kg/m²  
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m²

**Na konci modelového roku je zóna suchá (tj.  $Mc,a < Mev,a$ ).**

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.

#### 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	ŽB stropní pan	212	153	---	---	---
2	Škvára	212	153	---	---	---
3	EPS 100 - půvo	---	365	---	---	---
4	EPS 100 polsid	---	334	31	---	---
5	Beton. potěr	---	303	62	---	---
6	Asf. pásy - pů	---	303	62	---	---
7	Bauder Super A	31	334	---	---	---
8	Bauder PIR T s	151	153	31	30	---
9	AL fólie	151	153	31	30	---
10	Bauder PIR FA	---	---	62	30	273
11	AL fólie	---	---	62	30	273
12	Bauder TPO The	---	---	62	30	273

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, (c) 2016 Svoboda Software

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

**Název konstrukce:** B - 1PL plochá střecha - 170 mm spád.

### Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota $T_i$ :	22,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota $T_{iM}$ :	21,0 C
Návrhová venkovní teplota $T_{ae}$ :	-13,0 C
Teplota na vnější straně $T_e$ :	-13,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu $T_{ai}$ :	22,0 C
Relativní vlhkost v interiéru $RH_i$ :	55,0 % (+5,0%)

### Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	ŽB stropní panel	0,250	1,580	29,0
2	Škvára	0,100	0,270	3,0
3	EPS 100 - původní	0,050	0,050	50,0
4	EPS 100 polsid - původní	0,050	0,050	50,0
5	Beton. potěr	0,040	1,300	20,0
6	Asf. pásy - původní	0,020	0,210	10000,0
7	Bauder Super Al - E	0,0035	0,210	215000,0
8	Bauder PIR T spád.	0,170	0,029	55,0
9	AL fólie	0,0001	204,000	27291,0
10	Bauder PIR FA	0,140	0,024	60,0
11	AL fólie	0,0001	204,000	27291,0
12	Bauder TPO Thermoplan	0,0018	0,170	200000,0

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

Požadavek:  $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,803$

Vypočtená průměrná hodnota:  $f_{Rsi,m} = 0,981$

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:  $U = 0,079 \text{ W/m}^2\text{K}$

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

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. kroků 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: 0,008 kg/m<sup>2</sup>,rok (materiál: AL fólie).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,008 kg/m<sup>2</sup>,rok

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

Roční množství zkondenzované vodní páry  $M_{c,a} = 0,0018 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry  $M_{ev,a} = 0,0047 \text{ kg/m}^2, \text{rok}$

**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.**