

Modelové tepelné technické výpočty skladby střechy budovy A4, VŠ koleje, UK, Na Kotli 1149/9, Hradec Králové

KOMPLEXNÍ POSOUZENÍ SKLADBY STAVEBNÍ KONSTRUKCE Z HLEDISKA ŠÍŘENÍ TEPLA A VODNÍ PÁRY

podle EN ISO 13788, EN ISO 6946, ČSN 730540, pomocí programu Teplo 2017 s databází stavebních materiálů r. 2020.

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová; Korekce součinitele prostupu dU: 0.000 W/m²K

TTV1 ~ Skladba střechy S1a

Skladba konstrukce (od interiéru) :

v okolí u vpusti

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Omítka vápenná	0,0150	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Železobeton	0,2000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
3	Asfaltový nátěr	0,0003	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
4	SBS mod. asf.	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
5	Pěnový polysty	0,1000	0,0370	1270,0	21,0	50,0	0.0000
6	Samol. a.p. AL	0,0026	0,2100	1470,0	1200,0	480000,0	0.0000
7	Pěnový polysty	0,1200	0,0360	1270,0	30,0	60,0	0.0000
8	Samol. m. a. p	0,0030	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
9	SBS mod. asf.	0,0050	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	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.

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.10 m ² K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m ² K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m ² K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH _i :	55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	53.9	1339.7	-4.4	81.2	342.9
2	28 672	21.0	56.7	1409.3	-2.4	80.5	402.6
3	31 744	21.0	57.6	1431.7	1.2	79.4	528.7
4	30 720	21.0	59.6	1481.4	6.1	77.3	727.5
5	31 744	21.0	63.9	1588.3	11.1	74.2	980.0
6	30 720	21.0	67.7	1682.7	14.3	71.6	1166.4
7	31 744	21.0	69.3	1722.5	15.6	70.3	1245.3
8	31 744	21.0	68.7	1707.6	15.1	70.8	1214.5
9	30 720	21.0	64.2	1595.7	11.4	74.0	997.0
10	31 744	21.0	59.9	1488.9	6.6	77.0	750.1
11	30 720	21.0	57.6	1431.7	1.5	79.3	539.6
12	31 744	21.0	56.9	1414.3	-2.3	80.5	405.9

Poznámka: Tai, RH_i 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

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.251 m²K/W
Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.156 W/m²K < 0,24 W/m².K** Vyhovuje U_{Np}
Požadovaná hodnota Součinitele prostupu tepla konstrukce U_{Np} = 0,24 W/m².K
Doporučená hodnota Součinitele prostupu tepla konstrukce U_{Nd} = 0,16 W/m².K

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	e
theta [C]:	20.4	20.3	19.6	19.6	19.5	4.3	4.2	-14.6	-14.6	-14.8
p [Pa]:	1367	1367	1363	1362	1272	1268	325	320	252	138
p,sat [Pa]:	2401	2387	2283	2282	2267	829	825	172	170	168

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	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
1	0.3193	0.3193	7.145E-0010
2	0.4419	0.4419	7.715E-0011

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0016 kg/(m².rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a: **0.0082 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 kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m ² za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m ² za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m ² za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
12	0.3193	0.3193	0.0007	0.0003	0.0004	0.0004
1	0.3193	0.3193	0.0007	0.0003	0.0004	0.0008
2	0.3193	0.3193	0.0006	0.0003	0.0003	0.0011
3	0.3193	0.3193	0.0002	0.0003	-0.0001	0.0010
4	0.3193	0.3193	-0.0005	0.0003	-0.0008	0.0003
5	---	---	-0.0011	0.0003	-0.0014	0.0000
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a: **0.0011 kg/m²**

Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a je min.: **0.0011 kg/m²**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0004 kg/m²

..... a do interiéru: 0.0008 kg/m²

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

Vyhovuje

Kondenzační zóna č. 2

Měsíc	Hranice kond.zóny v m od interiéru		Dif.tok do/ze zóny v kg/m ² za měsíc		Kondenz./vypař. v kg/m ² za měsíc	Akumul. vlhkost v kg/m ² za měsíc
	levá	pravá	g,in	g,out	Mc/Mev	Ma
12	0.4419	0.4419	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001
1	0.4419	0.4419	0.0003	0.0002	0.0001	0.0002
2	0.4419	0.4419	0.0003	0.0002	0.0001	0.0002
3	0.4419	0.4419	0.0003	0.0003	-0.0000	0.0002
4	---	---	0.0003	0.0005	-0.0002	0.0000
5	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0002 kg/m²**
Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je min.: **0.0002 kg/m²**
z toho se odpaří do exteriéru: 0.0002 kg/m²
..... a do interiéru: 0.0000 kg/m²

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

Vyhovuje

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.

TTV2 ~ Skladba střechy S1b

Skladba konstrukce (od interiéru) :

v okolí u vpusti

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Omítka vápenná	0,0150	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Železobeton	0,2000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
3	Asfaltový nátěr	0,0003	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
4	SBS mod. asf.	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
5	Mod. asf. pás	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	480000,0	0.0000
6	Pěnový polysty	0,1800	0,0380	1270,0	25,0	50,0	0.0000
7	Pěnový polysty	0,0400	0,0360	1270,0	25,0	50,0	0.0000
8	Samol. m. a. p	0,0030	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
9	SBS mod. asf.	0,0050	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	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.

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 R_{se} : 0.04 m²K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} : 0.04 m²K/W
Návrhová venkovní teplota T_e : -15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	T_{ai} [C]	R_{Hi} [%]	P_i [Pa]	T_e [C]	R_{He} [%]	P_e [Pa]
1	31 744	21.0	53.9	1339.7	-4.4	81.2	342.9
2	28 672	21.0	56.7	1409.3	-2.4	80.5	402.6
3	31 744	21.0	57.6	1431.7	1.2	79.4	528.7
4	30 720	21.0	59.6	1481.4	6.1	77.3	727.5
5	31 744	21.0	63.9	1588.3	11.1	74.2	980.0
6	30 720	21.0	67.7	1682.7	14.3	71.6	1166.4
7	31 744	21.0	69.3	1722.5	15.6	70.3	1245.3
8	31 744	21.0	68.7	1707.6	15.1	70.8	1214.5
9	30 720	21.0	64.2	1595.7	11.4	74.0	997.0
10	31 744	21.0	59.9	1488.9	6.6	77.0	750.1
11	30 720	21.0	57.6	1431.7	1.5	79.3	539.6
12	31 744	21.0	56.9	1414.3	-2.3	80.5	405.9

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 : 1

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 6.069 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.161 W/m²K < 0,24 W/m².K**

Vyhovuje U_{Np}

Požadovaná hodnota Součinitele prostupu tepla konstrukce U_{Np} = 0,24 W/m².K

Doporučená hodnota Součinitele prostupu tepla konstrukce U_{Nd} = 0,16 W/m².K

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	e
theta [C]:	20.4	20.3	19.6	19.6	19.5	19.4	-8.1	-14.5	-14.6	-14.8
p [Pa]:	1367	1367	1364	1364	1300	273	268	267	219	138
p,sat [Pa]:	2398	2384	2278	2277	2261	2246	307	172	170	168

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	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.4433		0.4433	8.837E-0011

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0002 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0078 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 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
1	0.4433	0.4433	0.0002	0.0002	0.0000	0.0000
2	0.4433	0.4433	0.0002	0.0002	-0.0000	0.0000
3	---	---	0.0002	0.0003	-0.0001	0.0000
4	---	---	---	---	---	---
5	---	---	---	---	---	---
6	---	---	---	---	---	---
7	---	---	---	---	---	---
8	---	---	---	---	---	---
9	---	---	---	---	---	---
10	---	---	---	---	---	---
11	---	---	---	---	---	---
12	---	---	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0000 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je min.: **0.0000 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0000 kg/m2

..... a do interiéru: 0.0000 kg/m2

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

Vyhovuje

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.

TTV3 ~ Skladba střechy S2

Skladba konstrukce (od interiéru): v oblasti žlabu, u vpusti, u strojovny výťahu

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenná	0,0150	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Železobeton	0,2000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
3	Asfaltový nátěr	0,0003	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
4	Mod. asf. pás	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	480000,0	0.0000
5	PIR desky	0,0800	0,0230	1400,0	35,0	5000,0	0.0000
6	Pěnový polysty	0,0300	0,0360	1270,0	30,0	60,0	0.0000
7	samol. m. a. p	0,0030	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
8	SBS mod. asf.	0,0050	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	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.

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi :	0.10 m ² K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi :	0.25 m ² K/W
Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru Rse :	0.04 m ² K/W
dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rse :	0.04 m ² K/W
Návrhová venkovní teplota Te :	-15.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai :	21.0 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe :	84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi :	55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	53.9	1339.7	-4.4	81.2	342.9
2	28 672	21.0	56.7	1409.3	-2.4	80.5	402.6
3	31 744	21.0	57.6	1431.7	1.2	79.4	528.7
4	30 720	21.0	59.6	1481.4	6.1	77.3	727.5
5	31 744	21.0	63.9	1588.3	11.1	74.2	980.0
6	30 720	21.0	67.7	1682.7	14.3	71.6	1166.4
7	31 744	21.0	69.3	1722.5	15.6	70.3	1245.3
8	31 744	21.0	68.7	1707.6	15.1	70.8	1214.5
9	30 720	21.0	64.2	1595.7	11.4	74.0	997.0
10	31 744	21.0	59.9	1488.9	6.6	77.0	750.1
11	30 720	21.0	57.6	1431.7	1.5	79.3	539.6
12	31 744	21.0	56.9	1414.3	-2.3	80.5	405.9

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 přirážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788. Počet hodnocených let: 1

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R :	4.514 m ² K/W	
Součinitel prostupu tepla konstrukce U :	0.215 W/m²K	< 0,24 W/m².K Vyhovuje U_{Np}
Požadovaná hodnota Součinitele prostupu tepla konstrukce U _{Np} =	0,24 W/m ² .K	
Doporučená hodnota Součinitele prostupu tepla konstrukce U _{Nd} =	0,16 W/m ² .K	

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	e
theta [C]:	20.2	20.1	19.1	19.1	19.0	-7.9	-14.4	-14.5	-14.7
p [Pa]:	1367	1367	1364	1364	445	254	253	210	138
p,sat [Pa]:	2370	2350	2212	2210	2190	311	174	172	170

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	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
1	0.3293	0.3293	7.264E-0011

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok Mc,a:	0.0001 kg/(m².rok)
Množství vypařitelné vodní páry za rok Mev,a:	0.0079 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 nedochází během modelového roku ke kondenzaci vodní páry.

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.

Skladba konstrukce (od interiéru) : v okolí u vpusti

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m3]	Mi [-]	Ma [kg/m2]
1	Omítka vápenná	0,0150	0,8700	840,0	1600,0	6,0	0.0000
2	Železobeton	0,2000	1,5800	1020,0	2400,0	29,0	0.0000
3	Asfaltový nátěr	0,0003	0,2100	1470,0	1400,0	1200,0	0.0000
4	SBS mod. asf.	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
5	Pěnový polysty	0,1600	0,0380	1270,0	25,0	50,0	0.0000
6	Pěnový polysty	0,0400	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
7	samol. m. a. p	0,0030	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	0.0000
8	SBS mod. asf.	0,0050	0,2100	1470,0	1200,0	30000,0	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.

Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru Rsi : 0.10 m2K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty Rsi : 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 : -15.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 21.0 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	21.0	53.9	1339.7	-4.4	81.2	342.9
2	28 672	21.0	56.7	1409.3	-2.4	80.5	402.6
3	31 744	21.0	57.6	1431.7	1.2	79.4	528.7
4	30 720	21.0	59.6	1481.4	6.1	77.3	727.5
5	31 744	21.0	63.9	1588.3	11.1	74.2	980.0
6	30 720	21.0	67.7	1682.7	14.3	71.6	1166.4
7	31 744	21.0	69.3	1722.5	15.6	70.3	1245.3
8	31 744	21.0	68.7	1707.6	15.1	70.8	1214.5
9	30 720	21.0	64.2	1595.7	11.4	74.0	997.0
10	31 744	21.0	59.9	1488.9	6.6	77.0	750.1
11	30 720	21.0	57.6	1431.7	1.5	79.3	539.6
12	31 744	21.0	56.9	1414.3	-2.3	80.5	405.9

Poznámka: Tai, RH i 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

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.556 m2K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.176 W/m2K < 0,24 W/m².K** Vyhovuje **U_{Np}**

Požadovaná hodnota Součinitele prostupu tepla konstrukce **U_{Np} = 0,24 W/m².K**

Doporučená hodnota Součinitele prostupu tepla konstrukce **U_{Nd} = 0,16 W/m².K**

**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	e
theta [C]:	20.4	20.3	19.5	19.4	19.3	-7.3	-14.5	-14.6	-14.7
p [Pa]:	1367	1367	1348	1347	955	929	922	628	138
p,sat [Pa]:	2391	2375	2260	2259	2242	329	172	171	169

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	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
1	0.4193	0.4193	1.725E-0009

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0138 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0148 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		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	M_c/M_{ev}	Ma
9	0.4193	0.4193	0.0009	0.0008	0.0001	0.0001
10	0.4193	0.4193	0.0020	0.0005	0.0014	0.0016
11	0.4193	0.4193	0.0028	0.0003	0.0025	0.0040
12	0.4193	0.4193	0.0035	0.0002	0.0033	0.0073
1	0.4193	0.4193	0.0034	0.0002	0.0032	0.0107
2	0.4193	0.4193	0.0032	0.0002	0.0030	0.0136
3	0.4193	0.4193	0.0030	0.0003	0.0026	0.0162
4	0.4193	0.4193	0.0020	0.0005	0.0015	0.0178
5	0.4193	0.4193	0.0010	0.0008	0.0002	0.0180
6	0.4193	0.4193	0.0002	0.0010	-0.0009	0.0171
7	0.4193	0.4193	-0.0002	0.0012	-0.0014	0.0157
8	0.4193	0.4193	-0.0001	0.0011	-0.0012	0.0145

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0180 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0035 kg/m2**

z toho se odpaří do exteriéru: 0.0032 kg/m2

..... a do interiéru: 0.0003 kg/m2

Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (tj. $M_{c,a} > M_{ev,a}$).

NEVYHOVUJE !!

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.

Závěr tepelně technického výpočtu TTV4 ~ skladby střechy:

Nová skladba střechy bez asfaltového pásu s AL vložkou v úrovni parozábrany nevyhovuje požadavkům normy EN ISO 13788 z hlediska Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry.

Skladby střech **TTV1 až TTV3** podle výše uvedených tepelně technických výpočtů vyhovují požadavkům normy ČSN 73 0540-2, a nejsou také v rozporu s požadavky normy EN ISO 13788 z hlediska Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry.

J. Brychta

Ing. Jaroslav Brychta, CSc.

autorizovaný inženýr v oboru pozemní stavby

Praha, 15.2.2021

Ing. Jaroslav Brychta, CSc.	IČ: 47096659	e-mail: brychta@centrum.cz
telefon: 724 344 909	poradenství v oboru střechy a izolace staveb	