



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STAVEBNÍ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

ÚSTAV POZEMNÍHO STAVITELSTVÍ

INSTITUTE OF BUILDING STRUCTURES

RODINNÝ DŮM

FAMILY HOUSE

TEPELNĚ TECHNICKÉ POSOUZENÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Monika Hrabalová

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

prof. Ing. Miloslav Novotný CSc.

BRNO 2025

SHRNUTÍ VLASTNOSTÍ HODNOCENÝCH KONSTRUKCÍ

Teplo 2017

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

Název kce	Typ	R [m2K/W]	U [W/m2K]	Ma,max[kg/m2]	Odpaření	DeltaT10 [C]
Obvodová stěna	stěna	5.680	0.171	0.0457	ano	---
Podlaha na zemině	podlaha	5.113	0.189	0.1601	ne	---
Plochá střecha	střecha	10.781	0.092	nedochází ke kondenzaci v.p.		---

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 : **Obvodová stěna**
Zpracovatel : Monika Hrabalová
Zakázka : Rodinný dům Prosiměřice
Datum : 21.05.2025

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Stěna vnější jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	Vápenný nátěr	0,0160	0,4700	790,0	1800,0	25,0	0.0000
2	Zdivo Porother	0,3000	0,1700	1000,0	800,0	10,0	0.0000
3	Jádrová omítka	0,0100	0,8300	790,0	2000,0	25,0	0.0000
4	Cementová hmot	0,0100	0,8000	900,0	1690,0	20,0	0.0000
5	TI - EPS	0,1500	0,0390	1270,0	15,0	20,0	0.0000
6	Silikonsilikát	0,0080	0,7500	920,0	1600,0	80,0	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	Vápenný nátěr	---
2	Zdivo Porotherm 30 PROFI	---
3	Jádrová omítka	---
4	Cementová hmota	---
5	TI - EPS	---
6	Silikonsilikát	---

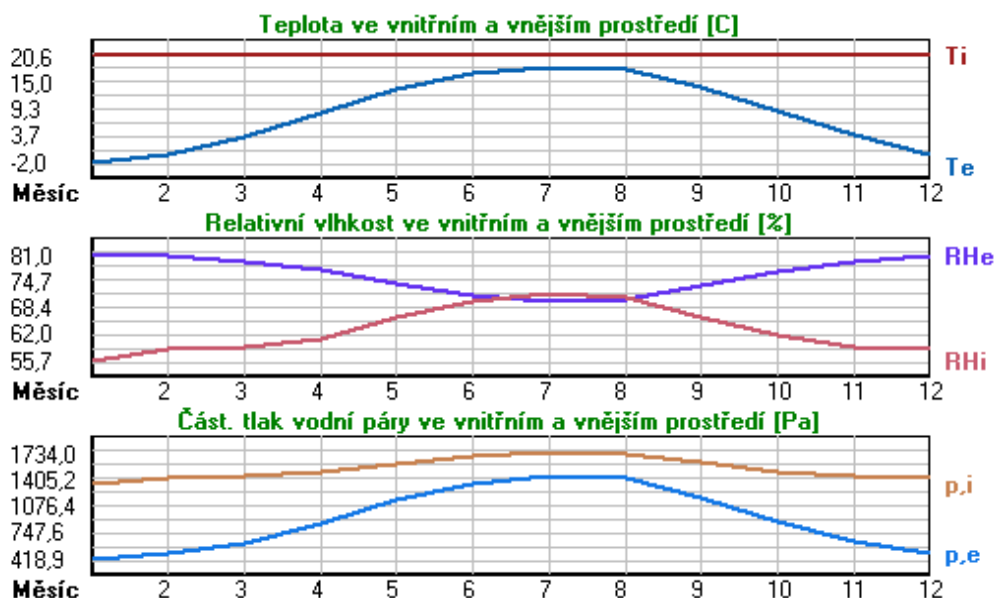
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.13 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 : -13.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	20.6	55.7	1350.8	-2.0	81.0	418.9
2	28	672	20.6	58.5	1418.7	-0.1	80.5	487.4
3	31	744	20.6	58.9	1428.4	3.6	79.2	625.9
4	30	720	20.6	61.1	1481.8	8.4	77.1	849.5
5	31	744	20.6	65.8	1595.8	13.5	73.9	1143.0
6	30	720	20.6	69.7	1690.3	16.7	71.2	1352.9
7	31	744	20.6	71.5	1734.0	18.0	69.9	1441.9
8	31	744	20.6	70.8	1717.0	17.5	70.4	1407.2
9	30	720	20.6	66.1	1603.0	13.8	73.7	1162.3
10	31	744	20.6	61.6	1493.9	9.0	76.8	881.2
11	30	720	20.6	59.0	1430.8	3.8	79.2	634.8
12	31	744	20.6	58.5	1418.7	-0.1	80.5	487.4

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).



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 : 5.680 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.171 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.19 / 0.22 / 0.27 / 0.37 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.

Difúzní odpor a tepelně akumulční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_pT : 4.0E+0010 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y^* podle EN ISO 13786 : 1885.5

Fázový posun teplotního kmitu Ψ_i^* podle EN ISO 13786 : 18.5 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách $T_{si,p}$: 19.19 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách $f_{Rsi,p}$: 0.958

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně $R_{si}=0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si,m}[C]$	$f_{Rsi,m}$	$T_{si}[C]$	f_{Rsi}	$RH_{si}[\%]$
1	14.9	0.746	11.4	0.595	19.7	0.958	59.1
2	15.6	0.759	12.2	0.593	19.7	0.958	61.7
3	15.7	0.713	12.3	0.511	19.9	0.958	61.5
4	16.3	0.647	12.8	0.364	20.1	0.958	63.1
5	17.5	0.559	14.0	0.068	20.3	0.958	67.0
6	18.4	0.431	14.9	-----	20.4	0.958	70.4
7	18.8	0.304	15.3	-----	20.5	0.958	72.0
8	18.6	0.365	15.1	-----	20.5	0.958	71.4
9	17.5	0.550	14.1	0.037	20.3	0.958	67.3
10	16.4	0.640	13.0	0.342	20.1	0.958	63.5
11	15.8	0.711	12.3	0.507	19.9	0.958	61.6
12	15.6	0.759	12.2	0.593	19.7	0.958	61.7

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

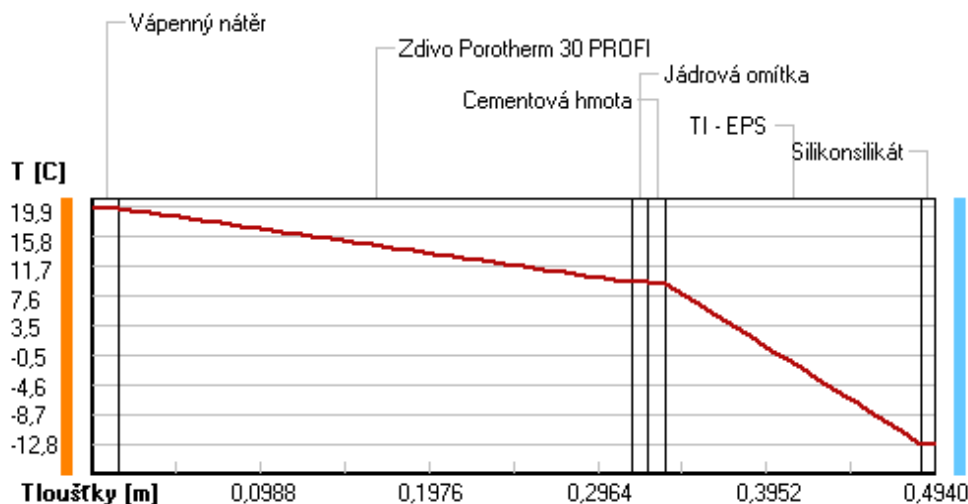
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	e
theta [C]:	19.9	19.7	9.5	9.5	9.4	-12.7	-12.8
p [Pa]:	1455	1386	870	827	793	276	166
p,sat [Pa]:	2316	2288	1189	1183	1177	203	202

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



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	0.4605		0.4860	2.537E-0008

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: 0.0457 kg/(m2.rok)

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: 2.8304 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.

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	Vápený nátěr	31	242	92	---	---
2	Zdivo Porother	---	303	62	---	---
3	Jádrová omítka	---	365	---	---	---
4	Cementová hmota	31	334	---	---	---
5	TI - EPS	---	---	153	122	90
6	Silikonsilikát	---	---	153	122	90

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

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 : **Podlaha na zemině**
Zpracovatel : Monika Hrabalová
Zakázka : Rodinný dům Prosiměřice
Datum : 21.05.2025

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Podlaha na zemině
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	Keramická dlaž	0,0100	1,0100	840,0	2000,0	200,0	0.0000
2	Lepidlo	0,0060	0,5700	1200,0	1550,0	20,0	0.0000
3	Cementový potěr	0,0480	1,3800	830,0	2030,0	40,0	0.0000
4	TI EPS	0,0500	0,0340	1270,0	25,0	50,0	0.0000
5	TI. EPS	0,1200	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
6	Monolitický be	0,0500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
7	Asfaltový pás	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	12507,0	0.0000
8	Podkladní beto	0,1500	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	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	Keramická dlažba	---
2	Lepidlo	---
3	Cementový potěr	---

4	TI EPS	---
5	TI. EPS	---
6	Monolitický beton	---
7	Asfaltový pás	---
8	Podkladní beton	---

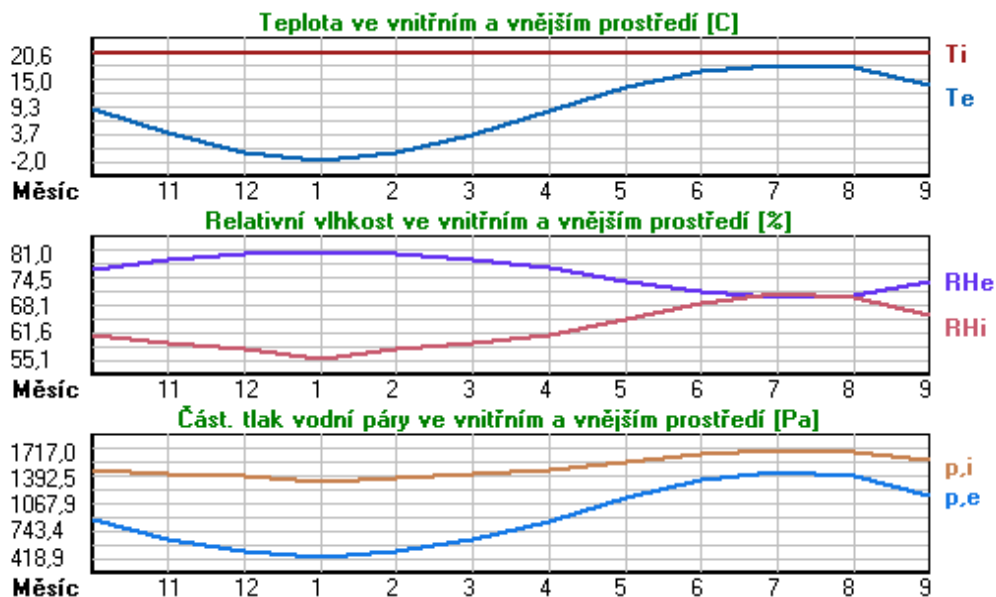
Okrajové podmínky výpočtu :

Tepelný odpor při přestupu tepla v interiéru R_{si} : 0.17 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{si} : 0.25 m²K/W
 Tepelný odpor při přestupu tepla v exteriéru R_{se} : 0.00 m²K/W
 dtto pro výpočet vnitřní povrchové teploty R_{se} : 0.00 m²K/W

Návrhová venkovní teplota T_e : -5.0 C
 Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} : 20.6 C
 Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu R_{He} : 84.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu R_{Hi} : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]		Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	744	20.6	55.1	1336.3	-2.0	81.0	418.9
2	28	672	20.6	57.3	1389.6	-0.1	80.5	487.4
3	31	744	20.6	58.8	1426.0	3.6	79.2	625.9
4	30	720	20.6	60.7	1472.1	8.4	77.1	849.5
5	31	744	20.6	64.9	1573.9	13.5	73.9	1143.0
6	30	720	20.6	68.7	1666.1	16.7	71.2	1352.9
7	31	744	20.6	70.8	1717.0	18.0	69.9	1441.9
8	31	744	20.6	70.1	1700.0	17.5	70.4	1407.2
9	30	720	20.6	65.6	1590.9	13.8	73.7	1162.3
10	31	744	20.6	61.0	1479.4	9.0	76.8	881.2
11	30	720	20.6	58.8	1426.0	3.8	79.2	634.8
12	31	744	20.6	57.7	1399.3	-0.1	80.5	487.4

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).



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 : 5.113 m²K/W
 Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.189 W/m²K
 Součinitel prostupu zabudované kce U_{kc} : 0.21 / 0.24 / 0.29 / 0.39 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.

Difúzní odpor a tepelně akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce ZpT : 3.6E+0011 m/s
 Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 134.7
 Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 11.5 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách Tsi,p : 19.41 C
 Teplotní faktor v návrhových podmínkách f,Rsi,p : 0.953

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně Rsi=0,25 m2K/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	14.7	0.738	11.3	0.587	19.5	0.953	58.8
2	15.3	0.744	11.9	0.578	19.6	0.953	60.8
3	15.7	0.712	12.3	0.509	19.8	0.953	61.8
4	16.2	0.639	12.7	0.356	20.0	0.953	62.9
5	17.2	0.528	13.8	0.038	20.3	0.953	66.2
6	18.2	0.372	14.6	-----	20.4	0.953	69.5
7	18.6	0.243	15.1	-----	20.5	0.953	71.3
8	18.5	0.314	15.0	-----	20.5	0.953	70.7
9	17.4	0.532	13.9	0.020	20.3	0.953	66.9
10	16.3	0.627	12.8	0.329	20.1	0.953	63.1
11	15.7	0.708	12.3	0.504	19.8	0.953	61.7
12	15.4	0.749	12.0	0.583	19.6	0.953	61.2

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

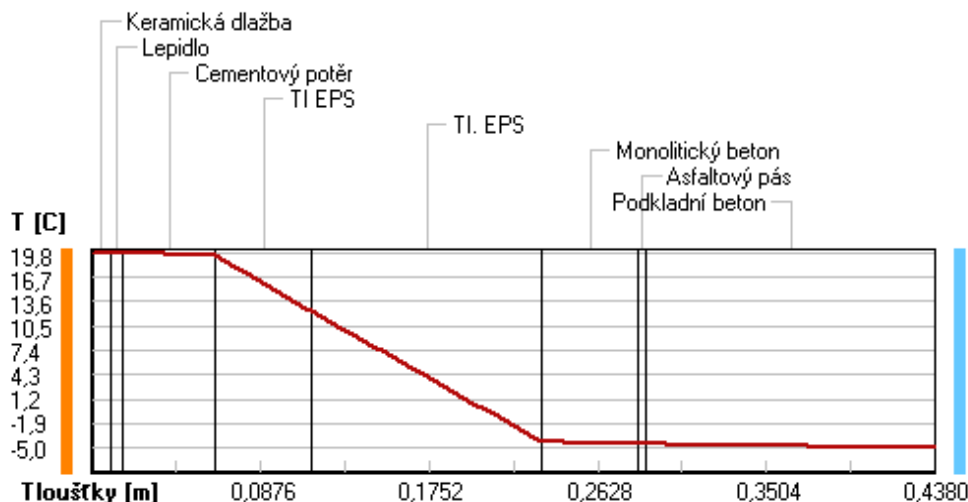
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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	e
theta [C]:	19.8	19.7	19.7	19.5	12.4	-4.2	-4.4	-4.5	-5.0
p [Pa]:	1455	1422	1420	1388	1346	1246	1227	394	337
p,sat [Pa]:	2305	2298	2291	2267	1438	428	422	419	401

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



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

Kond.zóna číslo	Hranice kondenzační zóny	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m2s)]
	levá [m] pravá	

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.1594 kg/(m².rok)**Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.1113 kg/(m².rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než 15.0 C.

Poznámka: Vypočtená celoroční bilance má pouze informativní charakter, protože výchozí venkovní teplota nebyla zadána v rozmezí od -10 do -21 C. Uvedený výsledek byl vypočten za předpokladu, že se konstrukce nachází v teplotní oblasti -15 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
10	0.2340	0.2340	0.0130	0.0029	0.0101	0.0101
11	0.2340	0.2840	0.0246	0.0018	0.0228	0.0329
12	0.2340	0.2840	0.0327	0.0014	0.0313	0.0642
1	0.2340	0.2840	0.0326	0.0012	0.0314	0.0967
2	0.2340	0.2840	0.0292	0.0013	0.0279	0.1246
3	0.2340	0.2840	0.0259	0.0019	0.0240	0.1486
4	0.2340	0.2840	0.0142	0.0027	0.0115	0.1601
5	0.2340	0.2340	0.0002	0.0042	-0.0039	0.1562
6	0.2340	0.2340	-0.0103	0.0053	-0.0156	0.1406
7	0.2340	0.2340	-0.0152	0.0062	-0.0214	0.1192
8	0.2340	0.2340	-0.0133	0.0059	-0.0192	0.1000
9	0.2340	0.2340	-0.0003	0.0041	-0.0044	0.0956

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.1601 kg/m²**Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0645 kg/m²**z toho se odpaří do exteriéru: 0.0255 kg/m²..... a do interiéru: 0.0390 kg/m²**Na konci modelového roku je zóna stále vlhká (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.

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	Keramická dlaž	59	214	92	---	---
2	Lepidlo	181	92	92	---	---
3	Cementový potě	181	92	92	---	---
4	TI EPS	---	212	61	92	---
5	TI. EPS	---	---	---	---	365
6	Monolitický be	---	---	---	---	365
7	Asfaltový pás	---	---	---	---	365
8	Podkladní beto	---	---	275	90	---

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.

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**
Zpracovatel : Monika Hrabalová
Zakázka : Rodinný dům Prosiměřice
Datum : 21.05.2025

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová
Korekce součinitele prostupu dU : 0.000 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	Stropní panely	0,3000	1,4300	1020,0	2300,0	23,0	0.0000
2	SBS	0,0040	0,2100	1470,0	1200,0	12507,0	0.0000
3	EPS - spádová	0,0300	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
4	EPS	0,2400	0,0350	1270,0	25,0	50,0	0.0000
5	Substrát	0,1050	0,0370	1270,0	1275,0	50,0	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	Stropní panely Spiroll	---
2	SBS	---
3	EPS - spádová vrstva	---
4	EPS	---
5	Substrát	---

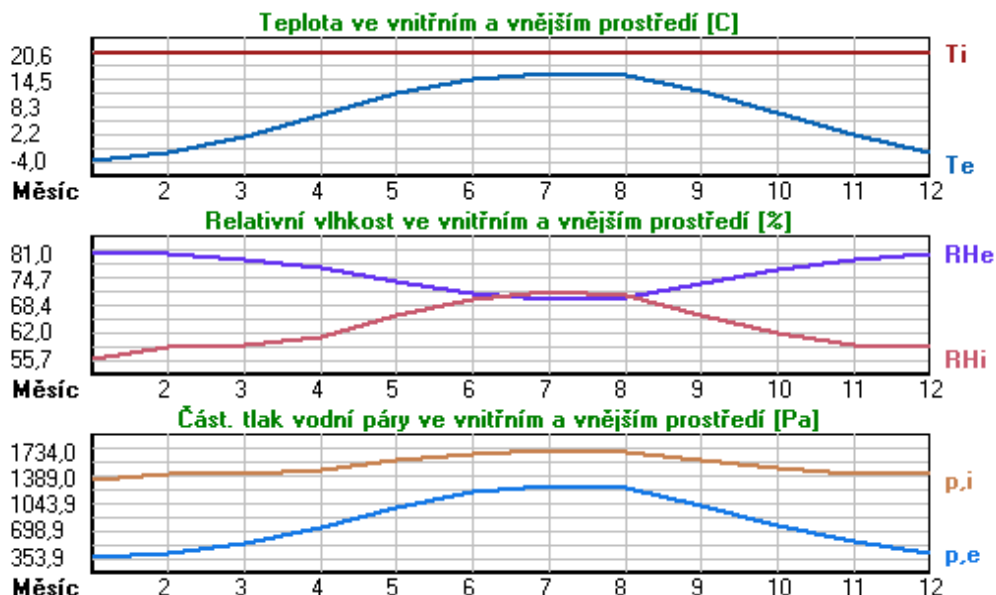
Okrajové podmínky výpočtu :

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 : -13.0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu Tai : 20.6 C
Návrhová relativní vlhkost venkovního vzduchu RHe : 84.0 %
Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RHi : 60.0 %

Měsíc	Délka [dny/hodiny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31 744	20.6	55.7	1350.8	-4.0	81.0	353.9
2	28 672	20.6	58.5	1418.7	-2.1	80.5	412.8
3	31 744	20.6	58.9	1428.4	1.6	79.2	542.8
4	30 720	20.6	61.1	1481.8	6.4	77.1	740.8
5	31 744	20.6	65.8	1595.8	11.5	73.9	1002.3
6	30 720	20.6	69.7	1690.3	14.7	71.2	1190.3
7	31 744	20.6	71.5	1734.0	16.0	69.9	1270.3
8	31 744	20.6	70.8	1717.0	15.5	70.4	1239.1
9	30 720	20.6	66.1	1603.0	11.8	73.7	1019.6
10	31 744	20.6	61.6	1493.9	7.0	76.8	769.0
11	30 720	20.6	59.0	1430.8	1.8	79.2	550.6
12	31 744	20.6	58.5	1418.7	-2.1	80.5	412.8

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).



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 :

Teplný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Teplný odpor konstrukce R : 10.781 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.092 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.11 / 0.14 / 0.19 / 0.29 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.

Difúzní odpor a tepelně akumuláční vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 4.0E+0011 m/s

Teplotní útlum konstrukce N_y* podle EN ISO 13786 : 43128.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 6.0 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.84 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.977

Obě hodnoty platí pro odpor při přestupu tepla na vnitřní straně R_{si}=0,25 m²K/W.

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	----- 80% -----		----- 100% -----				
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
1	14.9	0.766	11.4	0.628	20.0	0.977	57.6
2	15.6	0.781	12.2	0.629	20.1	0.977	60.4
3	15.7	0.743	12.3	0.562	20.2	0.977	60.5
4	16.3	0.697	12.8	0.454	20.3	0.977	62.3
5	17.5	0.656	14.0	0.273	20.4	0.977	66.6
6	18.4	0.624	14.9	0.029	20.5	0.977	70.3
7	18.8	0.606	15.3	-----	20.5	0.977	72.0
8	18.6	0.614	15.1	-----	20.5	0.977	71.3
9	17.5	0.652	14.1	0.256	20.4	0.977	66.9
10	16.4	0.693	13.0	0.439	20.3	0.977	62.8
11	15.8	0.742	12.3	0.559	20.2	0.977	60.6
12	15.6	0.781	12.2	0.629	20.1	0.977	60.4

Poznámka: RH_{si} je relativní vlhkost na vnitřním povrchu, T_{si} je vnitřní povrchová teplota a f_{Rsi} je teplotní faktor.

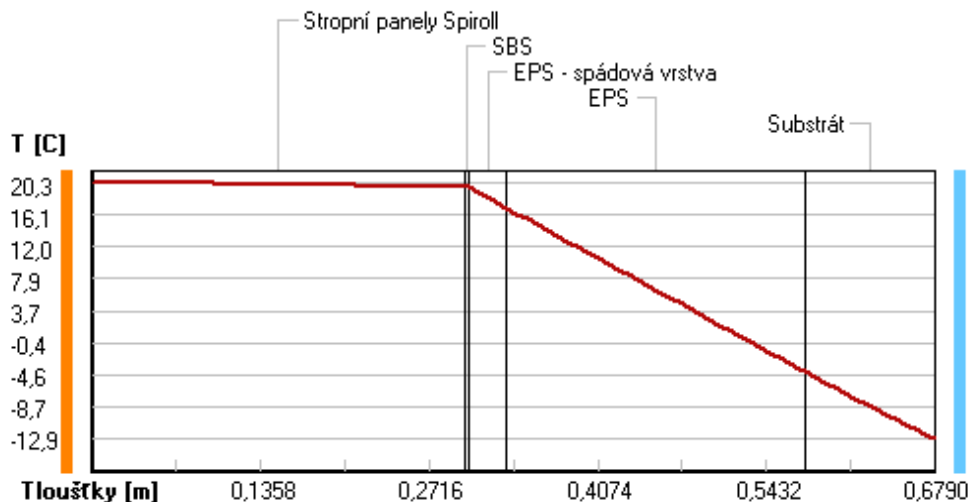
Difúze vodní páry v návrh. podmínkách a bilance vodní páry podle ČSN 730540: (bez vlivu zabudované vlhkosti a sluneční radiace)

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

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
theta [C]:	20.3	19.6	19.6	17.0	-4.1	-12.9
p [Pa]:	1455	1338	486	460	256	166
p,sat [Pa]:	2380	2286	2278	1931	432	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



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

Množství difundující vodní páry Gd : 3.406E-0009 kg/(m2.s)

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.

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	Stropní panely	151	152	62	---	---
2	SBS	181	153	31	---	---
3	EPS - spádová	365	---	---	---	---
4	EPS	90	275	---	---	---
5	Substrát	---	31	303	31	---

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.

