



Tepelně technické posouzení DODATEK, revize 01

Objekt: Pedagogická fakulta, UJEP
České mládeže 8
400 96 Ústí nad Labem

Objednatel: Correct BC, s.r.o.
Elišky Krásnohorské 1339/15
400 01 Ústí nad Labem
IČ: 250 28 588

JFH inženýring, s.r.o.

Sídlo: Podolská 401/50, 1
47 00 Praha-Praha 4

Provozovna: Masarykova 239/153
400 01 Ústí nad Labem

E-mail: info@jfhing.cz

Web: www.jfhing.cz

1. Úvod

Toto tepelně technické posouzení je zpracováno jako dodatek k tepelně technickému hodnocení z roku 2015. Konkrétně se jedná o změnu v řešení konstrukce střechy „C“, kdy se z jedné poloviny uvažuje o provedení extenzivní zelené střechy.

Tepelně technické hodnocení spočívá v posouzení tepelně technických vlastností rekonstruovaných střešních plášťů v ploše u objektu Pedagogické fakulty University Jana Evangelisty Purkyně (UJEP), České mládeže 8, 400 96 Ústí nad Labem

Výpočty a hodnocení navazují jsou provedeny v souladu s ČSN 73 0540.

2. Identifikační údaje

Název akce:	Rekonstrukce střešních plášťů budovy Pedagogické fakulty, UJEP
Adresa:	České mládeže 8 400 96 Ústí nad Labem
Objednatel:	Correct BC, s.r.o. E. krásnohorské 1339/15 400 01 Ústí nad Labem IČ: 250 285 88
Zpracovatel:	JFH inženýring, s.r.o. Podolská 401/50, 1 47 00 Praha-Praha 4 IČ: 04055241 e-mail : info@jfhing.cz
Vypracoval:	Ing. Jan Ficenec, Ph.D. autor. osoba č. 0402004, obor pozemní stavby

3. Podklady pro výpočet

Základní podklady pro tepelně technické výpočty jednotlivých konstrukcí:

- Dostupná stávající projektová dokumentace
- Provedený průzkum dne 24. 9. 2013
- Dokumentace k provedeným sondám
- Tepelně technické posouzení: Rekonstrukce střešních plášťů budovy Pedagogické fakulty, UJEP; zpracovatel JFH inženýring, s.r.o., Ing. Jan Ficenec, Ph.D.; X/2015

Tepelně technické vlastnosti použitých stavebních materiálů a konstrukcí byly převzaty z ČSN 73 0540, databáze použitých softwarových nástrojů a případně projektových podkladů dodavatelů konkrétních technologií a materiálů.

Parametry venkovního a vnitřního prostředí byly uvažovány v souladu s ČSN 73 0540 následovně:

- Návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období: $\theta_e = \theta_{e,100} + \Delta\theta_e = -12 + (-1) = -13 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Převažující vnitřní návrhová teplota $\theta_{im} = 20 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Návrhová teplota vnitřního vzduchu: $\theta_{ai,u} = \theta_i + \Delta\theta_{ai} = 20 + 0,6 = 20,6 \text{ }^{\circ}\text{C}$
- Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu: $\varphi_{i,u} = \varphi_i + \Delta\varphi_{i,u} = 50 + 5 = 55 \text{ } \%$
- Relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro stanovení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce: $\varphi_{i,r} = \varphi_i + 100 \cdot \Delta\varphi_r (\theta_i + 5) + \Delta\varphi_i = 50 + 0,01 \cdot 100 \cdot (-13 + 5) + 5 = 47 \text{ } \%$

4. Způsob výpočtu

Všechny výpočty byly prováděny podle ČSN 73 0540, ČSN EN ISO 6946, ČSN EN ISO 13788 a norem souvisejících. Pro bilanci kondenzace a vypařování vodní páry bylo provedeno postupy v souladu s ČSN EN ISO 13788 i ČSN 730540-4, přičemž pro hodnocení byl vzat do úvahy nepříznivější výsledek (v souladu s ČSN 730540 odst. 6.3).

K výpočtu tepelně technických vlastností konstrukcí v ploše byl použit program TEPLO 2014.

Autorem všech výše uvedeného programu je doc. Dr. Ing. Zbyněk Svoboda.

5. Hodnocené parametry – požadavky

Hodnoceny byly následující parametry:

- nejnižší teplotní faktor vnitřního povrchu
- součinitele prostupu tepla
- šíření vlhkosti konstrukcí

Veškeré parametry byly porovnány s požadavky ČSN 73 0540-2.

5.1. Nejnižší teplotní faktor vnitřního povrchu

Požadavky na nejnižší teplotní faktor vnitřního povrchu (resp. teplotu odpovídající nejnižšímu teplotnímu faktoru vnitřního povrchu) jsou uvedeny v tabulce č. 1.

Tabulka č. 1 – Požadavky ČSN 73 0540 na nejnižší teplotní faktor resp. vnitřního povrchu teplotu odpovídající nejnižšímu teplotnímu faktoru vnitřního povrchu

konstrukce	typ místnosti / prostoru	požadovaná nejnižší úroveň teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [-]	teplota odpovídající požadované nejnižší úrovni teplotního faktoru $f_{Rsi,N}$ [°C]
Střešní pláště	pobytové místnosti	0,904	12,9

5.2. Součinitel prostupu tepla

Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla konstrukcí objektů s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20\text{ °C}$, určené dle tabulky 3 ČSN 73 0540 část 2 jsou uvedeny v tabulce 2.

Tabulka č. 2 – Požadavky ČSN 73 0540 na hodnoty součinitelů prostupu tepla

konstrukce	hodnota	
	požadovaná $U_{N,20}$ [W/(m ² .K)]	doporučená $U_{rec,20}$ [W/(m ² .K)]
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16

5.3. Šíření vlhkosti konstrukcí

Z hlediska šíření vlhkosti konstrukcí musí být splněny tři základní požadavky.

- 1) Zkondenzovaná vodní pára v konstrukci nesmí ohrozit požadovanou funkci konstrukce.
- 2) Zkondenzované množství vodní páry během jednoho roku nesmí přesáhnout hodnotu:
 - a) pro jednoplášťovou střechu, konstrukci se zabudovanými dřevěnými prvky, konstrukci s tepelně izolačním systémem či obkladem apod. $M_{c,g} = 0,1\text{ kg.m}^{-2}$ nebo 3 % plošné hmotnosti materiálu, ve které dochází ke kondenzaci, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než 100 kg/m³, příp. 6 % plošné hmotnosti materiálu, ve které dochází ke kondenzaci, je-li jeho objemová hmotnost nižší nebo rovna 100 kg/m³

- b) v ostatních případech hodnotu $M_{c,a} = 0,5 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-2}$ nebo 5 % plošné hmotnosti materiálu, ve které dochází ke kondenzaci, je-li jeho objemová hmotnost vyšší než 100 kg/m^3 , příp. 10 % plošné hmotnosti materiálu, ve které dochází ke kondenzaci, je-li jeho objemová hmotnost nižší nebo rovna 100 kg/m^3
- 3) Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry musí být aktivní, to znamená, že z konstrukce se během jednoho roku může vypařit více vodní páry, než kolik v ní zkondenzuje.

6. Tepelně technické vlastnosti konstrukcí v ploše

Z výpočtů tepelně technických vlastností konstrukcí v ploše byly do tepelně technického posouzení převzaty hodnoty tepelných odporů, teplotní faktory vnitřního povrchu a celoroční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry.

Základní přehled výsledků výpočtu je uveden v tabulkách č. 3.X.YY. Podrobné výsledky výpočtů (protokoly hodnocení pomocí softwaru TEPL0 2011) jsou k dispozici u zpracovatele tohoto posouzení.

6.1. Střešní pláště

6.1.1. Střešní plášť C – část s extenzivní zelenou střechou

Skladba konstrukce:

Stávající:

- Železobetonová stropní konstrukce (dutinový stropní panel) 250 mm
- Minerální plst' kaširovaná papírem 80 mm
- Vzduchová mezera (provětrávaná) cca 50 – 300 mm
- ŽB strop s vloženými dutinovými keramickými tvarovkami 110 mm
- Betonová mazanina 30 – 50 mm
- Živičné pásy 18 mm

Nové (přidané) vrstvy:

- Parotěsná zábrana
- EPS 100 160 mm
- mPVC 1 vrstva
- Ochranná textilie (300 g/m^2) 1 vrstva
- Drenážní nopová fólie s filtrační textilií 1 vrstva
- Substrát 80 mm

Předpokládá se převedení stávající dvouplášťové konstrukce na jednoplášťovou s uzavřením stávajících větracích průduchů.

Tabulka č. 3.1.1 - Základní přehled výsledků výpočtů konstrukce v ploše

Veličina	Označení	Jednotka	Výpočet	Požadavek	porovnání s ČSN
souč. prostupu tepla	U	$[\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$	0,18 ^{*)}	0,24	vyhovuje požadované hodnotě
teplotní faktor vnitřního povrchu	f_{Rsi}	[-]	0,956	0,904	vyhovuje
množství zkondenzované vodní páry	$M_{c,a}$	$[\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{rok}]$	0,024	0,10	vyhovuje
bilance kondenzace vodní páry	$M_{c,a} - M_{ev,a}$	$[\text{kg}/\text{m}^2 \cdot \text{rok}]$	– ^{**)}	aktivní	vyhovuje

^{*)} Součinitel prostupu tepla uvažován po úroveň hlavního hydroizolačního souvrství včetně bez vrstvy extenzivní zelené střechy

Součinitel prostupu tepla nevyhovuje doporučené hodnotě součinitele prostupu tepla. Navržená tloušťka tepelné izolace 160 mm je uvažována jako maximální s ohledem na prostorová omezení vyplývající z návazností na okolní konstrukce. Zároveň aby byla zajištěna správná funkce konstrukce střechy z hlediska bilance kondenzace a vypařování vodní páry a byla splněna požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla.

- **) Výpočet roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry byl proveden včetně vrstev extenzivní zelené střechy. Do hodnocení však byla zahrnuta vlastní skladba střešního pláště po úroveň hlavního hydroizolačního souvrství.

7. Základní tepelně technické předpoklady návrhu

Stávající dvouplášťová konstrukce bude převedena na jednoplášťovou s uzavřenou vzduchovou dutinou. Odvětrávací otvory v atikách musí být uzavřeny.

Jednotlivé konstrukce vyhovují provedenému hodnocení za předpokladu použití materiálů s následujícími parametry:

- ekvivalentní difúzní tloušťka parozábrany $s_d \geq 600 \text{ m}$;
- deklarovaný součinitel tepelné vodivosti použitého EPS $\lambda_D \leq 0,037 \text{ W/(m.K)}$
- ekvivalentní difúzní tloušťka hydroizolačního souvrství max. $s_d \leq 90 \text{ m}$.

V případě použití materiálů, které neodpovídají daným parametrům, je třeba bilanci kondenzace a vypařování vodní páry posoudit opětovně.

Hydroizolační souvrství: 1x fólie na bázi PVC tl. 1,8 mm

Upevnění nově aplikovaných vrstev doporučuji provádět mechanickým kotvením s ohledem na to, že nelze prokázat soudržnost stávajících aplikovaných vrstev.

8. Závěr

Posouzené navržené skladby rekonstruovaných střešních plášťů splňují aktuální požadavky ČSN 730540-2 za předpokladu dodržení parametrů jednotlivých materiálů uvedených v kapitole 7.

Součástí tohoto hodnocení není posouzení statické únosnosti stávajícího střešního pláště z hlediska možného přetížení vrstvou extenzivní zelené střechy.

V Ústí nad Labem, IV/2020

Vypracoval: Ing. Jan Ficenec, Ph.D.

Příloha: Výstup ze softwaru TEPL0 2014

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

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

Teplo 2014

Název úlohy : **Střešní pláště - rev. 2020**

Zpracovatel : JFH inženýring

Zakázka : UJEP České Mládeže

Datum : 20.4.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová

Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 W/m²K

Skladba konstrukce (od interiéru) :

Číslo	Název	D [m]	Lambda [W/(m.K)]	c [J/(kg.K)]	Ro [kg/m ³]	Mi [-]	Ma [kg/m ²]
1	Štuk	0,0050	0,4700	790,0	1800,0	25,0	0.0000
2	Dutinový panel	0,2500	1,2000	840,0	1200,0	23,0	0.0000
3	Minerální vlák	0,0800	0,0560	880,0	100,0	1,1	0.0000
4	Uzavřená vzduch	0,3000	1,9100*	1010,0	1,2	0,0	0.0000
5	Keramické tvar	0,1100	1,1000	840,0	1200,0	23,0	0.0000
6	Beton hutný 2	0,0350	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
7	Živičný pás	0,0180	0,2100	1470,0	1200,0	50000,0	0.0000
8	Parozábrana	0,0030	0,2100	1470,0	1270,0	200000,0	0.0000
9	EPS 100	0,1600	0,0390	1270,0	20,0	30,0	0.0000
10	mPVC	0,0018	0,1600	960,0	1300,0	50000,0	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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Štuk	---
2	Dutinový panel	---
3	Minerální vlákna	---
4	Uzavřená vzduch. dutina	velká vzduch. dutina dle EN ISO 6946 (podrobně)
5	Keramické tvarovky probetonované	---
6	Beton hutný 2	---
7	Živičný pás	---
8	Parozábrana	---
9	EPS 100	---
10	mPVC	---

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 RHl : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	56.3	1365.4	-3.6	81.0	366.1
2	28	20.6	58.5	1418.7	-2.1	80.5	412.8
3	31	20.6	59.0	1430.8	1.7	79.2	546.7
4	30	20.6	61.0	1479.4	6.3	77.1	735.7
5	31	20.6	65.6	1590.9	11.3	74.1	991.8
6	30	20.6	69.6	1687.9	14.6	71.3	1184.3
7	31	20.6	71.5	1734.0	16.0	69.9	1270.3
8	31	20.6	70.7	1714.6	15.4	70.5	1232.9
9	30	20.6	66.0	1600.6	11.7	73.8	1014.2
10	31	20.6	61.4	1489.1	6.8	76.9	759.5
11	30	20.6	58.9	1428.4	1.6	79.2	542.8
12	31	20.6	58.6	1421.1	-1.9	80.4	419.2

Poznámka: Tai, RHi a Pi jsou prům. měsíční parametry vnitřního vzduchu (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry) a Te, RHe a Pe jsou prům. měsíční parametry v prostředí na vnější straně konstrukce (teplota, relativní vlhkost a částečný tlak vodní páry).

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

Pro vnitřní prostředí byla uplatněna přírážka k vnitřní relativní vlhkosti : 5.0 %

Výchozí měsíc výpočtu bilance se stanovuje výpočtem podle EN ISO 13788.

Počet hodnocených let : 1

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.443 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : 0.179 W/m²K

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 0.20 / 0.23 / 0.28 / 0.38 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 tepelné akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 8.5E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 4977.7

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 15.9 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.13 C

Teplotní faktor v návrhových podmínkách f_{Rsi,p} : 0.956

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80% -----		100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	15.0	0.769	11.6	0.628	19.5	0.956	60.1
2	15.6	0.781	12.2	0.629	19.6	0.956	62.2
3	15.8	0.743	12.3	0.561	19.8	0.956	62.1
4	16.3	0.697	12.8	0.456	20.0	0.956	63.4
5	17.4	0.658	13.9	0.283	20.2	0.956	67.3
6	18.4	0.627	14.8	0.042	20.3	0.956	70.7
7	18.8	0.606	15.3	-----	20.4	0.956	72.4
8	18.6	0.617	15.1	-----	20.4	0.956	71.7
9	17.5	0.653	14.0	0.262	20.2	0.956	67.6
10	16.4	0.694	12.9	0.443	20.0	0.956	63.7
11	15.7	0.743	12.3	0.562	19.8	0.956	62.0
12	15.6	0.780	12.2	0.627	19.6	0.956	62.3

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	6-7	7-8	8-9	9-10	e
theta [C]:	20.1	20.0	18.9	11.3	10.4	9.9	9.7	9.3	9.2	-12.7	-12.8
p [Pa]:	1334	1334	1330	1330	1329	1328	1327	672	235	232	166
p,sat [Pa]:	2346	2338	2182	1335	1262	1218	1206	1169	1163	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.

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	0.7800	0.7800	2.643E-0009
2	0.9610	0.9610	5.184E-0011

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0024 kg/(m2.rok)**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$: **0.0108 kg/(m2.rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 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.

STOP, Teplo 2014

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

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

Teplo 2014

Název úlohy : **Střešní pláště - zelená střecha (extenzivní) - rev. 2020**
 Zpracovatel : JFH inženýring
 Zakázka : UJEP České mládeže
 Datum : 20.4.2020

ZADANÁ SKLADBA A OKRAJOVÉ PODMÍNKY :

Typ hodnocené konstrukce : Střecha jednoplášťová
 Korekce součinitele prostupu dU : 0.020 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	Štuk	0,0050	0,4700	790,0	1800,0	25,0	0.0000
2	Dutinový panel	0,2500	1,2000	840,0	1200,0	23,0	0.0000
3	Minerální vlák	0,0800	0,0560	880,0	100,0	1,1	0.0000
4	Uzavřená vzduch	0,3000	1,9100*	1010,0	1,2	0,0	0.0000
5	Keramické tvar	0,1100	1,1000	840,0	1200,0	23,0	0.0000
6	Beton hutný 2	0,0350	1,3000	1020,0	2200,0	20,0	0.0000
7	Živičný pás	0,0180	0,2100	1470,0	1200,0	50000,0	0.0000
8	Parozábrana	0,0030	0,2100	1470,0	1270,0	200000,0	0.0000
9	EPS 100	0,1600	0,0390	1270,0	20,0	30,0	0.0000

10	mPVC	0,0018	0,1600	960,0	1300,0	50000,0	0.0000
11	Nopová fólie (0,0010	0,5000	1470,0	980,0	94000,0	0.0000
12	Uzavřená vzduch	0,0200	0,1100*	1010,0	1,2	1,0	0.0000
13	Substrát	0,0800	2,3000	920,0	2000,0	2,0	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

Číslo	Kompletní název vrstvy	Interní výpočet tep. vodivosti
1	Štuk	---
2	Dutinový panel	---
3	Minerální vlákna	---
4	Uzavřená vzduch. dutina	velká vzduch. dutina dle EN ISO 6946 (podrobně)
5	Keramické tvarovky probetonované	---
6	Beton hutný 2	---
7	Živичný pás	---
8	Parozábrana	---
9	EPS 100	---
10	mPVC	---
11	Nopová fólie (HDPE)	---
12	Uzavřená vzduch. dutina	velká vzduch. dutina dle EN ISO 6946 (podrobně)
13	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 : 100.0 %
 Návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu RH_i : 55.0 %

Měsíc	Délka [dny]	Tai [C]	RHi [%]	Pi [Pa]	Te [C]	RHe [%]	Pe [Pa]
1	31	20.6	60.4	1464.8	-3.6	100.0	452.0
2	28	20.6	63.4	1537.6	-2.1	100.0	512.8
3	31	20.6	65.8	1595.8	1.7	100.0	690.3
4	30	20.6	71.4	1731.6	6.3	100.0	954.2
5	31	20.6	81.9	1986.2	11.3	100.0	1338.4
6	30	20.6	92.0	2231.2	14.6	100.0	1661.0
7	31	20.6	97.1	2354.8	16.0	100.0	1817.3
8	31	20.6	94.8	2299.1	15.4	100.0	1748.8
9	30	20.6	83.0	2012.9	11.7	100.0	1374.3
10	31	20.6	72.2	1751.0	6.8	100.0	987.7
11	30	20.6	65.7	1593.3	1.6	100.0	685.4
12	31	20.6	63.6	1542.4	-1.9	100.0	521.4

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

VÝSLEDKY VÝPOČTU HODNOCENÉ KONSTRUKCE :

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla podle EN ISO 6946:

Tepelný odpor konstrukce R : 5.615 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U : **0.174 W/m²K**

Součinitel prostupu zabudované kce U_k : 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 akumulační vlastnosti:

Difúzní odpor konstrukce Z_{pT} : 9.0E+0012 m/s

Teplotní útlum konstrukce Ny* podle EN ISO 13786 : 6065.4

Fázový posun teplotního kmitu Psi* podle EN ISO 13786 : 18.4 h

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

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách T_{si,p} : 19.18 C

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

Číslo měsíce	Minimální požadované hodnoty při max. rel. vlhkosti na vnitřním povrchu:				Vypočtené hodnoty		
	80% -----		100% -----		T _{si} [C]	f _{Rsi}	RH _{si} [%]
	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}	T _{si,m} [C]	f _{Rsi,m}			
1	16.1	0.815	12.7	0.672	19.6	0.958	64.4
2	16.9	0.836	13.4	0.683	19.6	0.958	67.3
3	17.5	0.834	14.0	0.650	19.8	0.958	69.1
4	18.8	0.872	15.2	0.626	20.0	0.958	74.1
5	21.0	1.041	17.4	0.656	20.2	0.958	83.9
6	22.9	1.381	19.3	0.776	20.3	0.958	93.5
7	23.8	1.692	20.1	0.896	20.4	0.958	98.3
8	23.4	1.536	19.7	0.834	20.4	0.958	96.1
9	21.2	1.067	17.6	0.664	20.2	0.958	85.0
10	18.9	0.880	15.4	0.625	20.0	0.958	74.9
11	17.4	0.834	14.0	0.650	19.8	0.958	69.0
12	16.9	0.837	13.5	0.683	19.6	0.958	67.5

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	6-7	7-8	8-9	9-10
theta [C]:	20.1	20.0	19.0	11.6	10.8	10.2	10.1	9.7	9.6	-11.6
p [Pa]:	1334	1334	1330	1330	1330	1328	1328	726	324	321
p,sat [Pa]:	2349	2341	2190	1363	1291	1248	1236	1200	1194	225

rozhraní:	10-11	11-12	12-13	e
theta [C]:	-11.7	-11.7	-12.6	-12.8
p [Pa]:	261	198	198	198
p,sat [Pa]:	223	223	205	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.

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/(m ² s)]
1	0.7800	0.7800	1.993E-0009
2	0.9610	0.9610	1.054E-0010

Roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry:

Množství zkondenzované vodní páry za rok M_{c,a}: **0.0015 kg/(m².rok)**

Množství vypařené vodní páry za rok M_{v,a}: **0.0104 kg/(m².rok)**

Ke kondenzaci dochází při venkovní teplotě nižší než -5.0 C.

Bilance zkondenzované a vypařené vodní páry podle EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1

V konstrukci dochází během modelového roku ke kondenzaci.

Kondenzační zóna č. 1

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Akt.kond./vypař. Mc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
2	0.9610	0.9610	8.43E-0011	0.0002
3	0.9610	0.9610	7.11E-0011	0.0004
4	0.9610	0.9610	5.42E-0011	0.0005
5	0.9610	0.9610	4.34E-0011	0.0007
6	0.9610	0.9610	3.34E-0011	0.0007
7	0.9610	0.9610	2.62E-0011	0.0008
8	0.9610	0.9610	2.93E-0011	0.0009
9	0.9610	0.9610	4.71E-0011	0.0010
10	0.9610	0.9610	6.65E-0011	0.0012
11	0.9610	0.9610	7.15E-0011	0.0014
12	0.9610	0.9610	8.35E-0011	0.0016
1	0.9610	0.9610	8.51E-0011	0.0018

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0018 kg/m2**

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

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

Kondenzační zóna č. 2

Měsíc	Hranice kondenzační zóny levá [m]	pravá	Akt.kond./vypař. Mc [kg/m2s]	Akumul.vlhkost Ma [kg/m2]
2	---	---	---	---
3	---	---	---	---
4	---	---	---	---
5	---	---	---	---
6	0.6350	0.7800	1.83E-0009	0.0047
7	0.6350	0.7800	4.09E-0009	0.0157
8	0.6350	0.7800	3.03E-0009	0.0238
9	0.6350	0.7800	-1.73E-0009	0.0193
10	0.6350	0.7800	-4.54E-0009	0.0072
11	---	---	-3.98E-0009	0.0000
12	---	---	---	---
1	---	---	---	---

Max. množství zkondenzované vodní páry za rok $M_{c,a}$: **0.0238 kg/m2**

Množství vypařitelné vodní páry za rok $M_{ev,a}$ je minimálně: **0.0238 kg/m2**

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

Poznámka: Hodnocení difúze vodní páry bylo provedeno pro předpoklad 1D šíření vodní páry převažující skladbou konstrukce. Pro konstrukce s výraznými systematickými tepelnými mosty je výsledek výpočtu jen orientační. Přesnější výsledky lze získat s pomocí 2D analýzy.

STOP, Teplo 2014