

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ

ÚSTAV TECHNOLOGIE, MECHANIZACE A ŘÍZENÍ
STAVEB

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

INSTITUTE OF TECHNOLOGY, MACHANIZATION AND CONSTRUCTION
MANAGEMENT

PŘÍSPĚVEK K REALIZACI NÁKLADOVĚ A ENERGETICKY ÚSPORNÝCH RODINNÝCH DOMŮ

CONTRIBUTION TO THE CONSTRUCTION OF COST AND ENERGY EFFICIENT FAMILY HOUSES

DISERTAČNÍ PRÁCE
DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Ing. JOSEF ČECH

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

doc. Ing. VÁCLAV HRAZDIL, CSc.

BRNO 2013

Abstrakt

Disertační práce se zabývá ověřením vhodnosti realizace rodinných domů z betonových skořepinových tvárnic se systémem vnitřního zateplení transferované do České republiky z Francie. Práce se zaměřuje na obálkovou konstrukci stavby.

Vhodnost realizace je posouzena na základě ověření vybraných tepelně technických požadavků kladených na obálkovou konstrukci legislativou platnou na území ČR. Ověření bylo prováděno za využití softwarových simulací a na základě měření na realizovaných stavbách.

Na základě softwarových simulací a měření na stavbě byly zjištěny kritické místa této technologie výstavby. Bylo navrženo řešení, při kterém kritické místa splňují posuzované tepelně technické požadavky. Funkčnost obálky budovy byla na stavbě kontrolována i za pomoci termovizního snímkování.

Kontinuálním měřením teplot vzduchu v interiéru bylo použito pro hodnocení tepelné pohody v místnosti v zimním období.

Na zrealizovaných stavbách byla provedena zkouška vzduchotěsnosti obálky budovy, která odhalila další kritická místa zvolené technologie výstavby, které je potřebné řešit s dostatečnou pečlivostí.

Ekonomické náklady na zhotovení jednotlivých variant obvodových stěn z betonových skořepinových tvárnic se systémem vnitřního zateplení byly porovnány s ekonomickými náklady na realizaci obvodových stěn zhotovených z keramických pálených bloků a z keramických pálených bloků se systémem vnějšího zateplení ETICS. Následně byla spočtena ekonomická návratnost pro jednotlivé varianty obvodových stěn realizovaných z betonových skořepinových tvárnic se systémem vnitřního zateplení.

Z environmentálního hlediska bylo provedeno porovnání produkce skleníkového plynu CO₂ a SO₂ (způsobující kyselý dešť) při životním cyklu pro jednotlivé varianty obvodových stěn realizovaných z betonových skořepinových tvárnic se systémem vnitřního zateplení, obvodových stěn zhotovených z keramických pálených bloků a z keramických pálených bloků se systémem vnějšího zateplení ETICS.

Klíčová slova

Betonové skořepinové tvárnice, Vnitřní zateplení, Tepelně izolační panel, Povrchová teplota, Kondenzace vlhkosti, Tepelný komfort, Vzduchotěsnost, Termovizní snímky, Ekonomické náklady, Emise CO₂

Abstrakt

Dissertation focuses on the verification of construction family houses made of concrete shell block with internal thermal insulation system. The construction technology is transferred to the Czech Republic from France. The work focuses on building envelope.

The suitability of implementation is assessed on the basis of verification selected thermal technical requirements placed on building envelope. Requirements are specified by legislation in force in the ČR. The verification was performed by using software simulations and measurements on realized buildings.

Critical areas of construction technology were identified on the basis software simulations and measurements on site. It was suggested solution, in which critical areas comply the thermal technical requirements. The building envelope was checked also using the thermography imaging on site.

Continuous measurement of interior temperature was used to evaluate thermal comfort in the room.

In the completed buildings was tested airtightness of the building envelope, which revealed other critical areas of the building envelope. Critical areas are necessary to solve with sufficient care.

The economic cost of implementing each variants of exterior walls made of concrete shell block with internal thermal insulation were compared with the economic costs of implementing external walls made of burnt clay hollow blocks and made of burnt clay hollow blocks with external thermal insulation system ETICS. Subsequently, the economic return was calculated for individual variants of external walls made of concrete shell blocks with internal thermal insulation.

From the environmental viewpoint was made comparison of production greenhouse gas CO₂ and SO₂ (cause acid rains) during the life cycle of the individual variations of exterior walls made of concrete shell blocks with system of internal thermal insulation, exterior walls made of burnt clay hollow blocks and burnt clay hollow blocks with external thermal insulation system ETICS.

Keywords

Concrete blocks, Internal thermal isolation, Thermal insulation panel, Surface temperature, Condensation of moisture, Thermal comfort, Air permeability, Infrared photos, Economic costs, Emission CO₂

Bibliografická citace VŠKP

ČECH, Josef. Příspěvek k *realizaci nákladově a energeticky úsporných rodinných domů*. Brno, 2013. 158 s., 27 s. příl. Disertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technologie, mechanizace a řízení staveb. Vedoucí práce doc. Ing. Václav Hrazdil, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem disertační práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje.

V Hruškách dne

.....
podpis autora
Josef Čech

Poděkování

Děkuji svému školitelovi doc. Ing. Václav Hrazdil, CSc. z ústavu Technologie, mechanizace a řízení staveb za ochotu a odbornou konzultační činnost při zpracování disertační práce.

Obsah

1	PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY	9
1.1	Globální problém úspor energií	9
1.2	Energetická bilance	9
1.3	Ekonomická hlediska	13
1.4	Environmentální hlediska	15
1.5	Stávající dostupné technologie výstavby na stavebním trhu	17
2	CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE	19
2.1	Ověření tepelně technických vlastností výstavby energeticky úsporných rodinných domů z tvárnice betong s vnitřním zateplením v podmínkách ČR	19
2.2	Popis technologie výstavby s řešením technických detailů na základě vyhodnocení měření in situ a softwarových simulací	19
2.3	Vyhodnocení technologie výstavby rodinných domů s vnitřním zateplením na základě ekonomických ukazatelů	19
2.4	Stanovení dopadu technologie výstavby a užívání stavby s vnitřním zateplením na environment	20
3	ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ	21
3.1	Výběr referenčního domu a specifikace technologie výstavby	21
3.2	Měření a statistické vyhodnocení naměřených dat	21
3.3	Tepelně technická softwarová simulace chování referenční budovy	21
3.4	Kontrola obvodového pláště	22
3.5	Finanční náklady	22
3.6	Stanovení dopadu na životní prostředí	22
4	HLAVNÍ VÝSLEDKY PRÁCE	24
4.1	Realizace stavby s vnitřním zateplením	24
4.1.1	<i>Realizace nosné konstrukce zhotovené z tvárnice Betong</i>	24
4.1.2	<i>Realizace vnitřního zateplení</i>	31
4.2	Ověření tepelně technických vlastností stavby	34
4.2.1	<i>Součinitel prostupu tepla</i>	35
4.2.2	<i>Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce</i>	38
4.2.3	<i>Šíření vlhkosti konstrukcí</i>	42
4.2.4	<i>Posuzované detaily</i>	48
4.3	Měření na referenčním objektu	80
4.3.1	<i>Měření v místnosti 109</i>	82
4.3.2	<i>Měření v obývací pokoji v Pržně (místnost 112)</i>	88
4.3.3	<i>Následující měření v místnosti 112</i>	94
4.3.4	<i>Rozložení teplot po výšce</i>	99
4.4	Infračervená termografie	100
4.4.1	<i>Emisivita</i>	101
4.4.2	<i>Požadované okrajové podmínky pro termografii</i>	102

4.4.3	<i>Termografická kontrola obalové konstrukce</i>	<i>103</i>
4.4.4	<i>Shrnutí termografického měření</i>	<i>117</i>
4.5	Stanovení vzduchotěsnosti obálky budovy	117
4.5.1	<i>Vzduchotěsnost.....</i>	<i>117</i>
4.5.2	<i>Požadavky na vzduchotěsnost</i>	<i>121</i>
4.5.3	<i>Měření vzduchotěsnosti testovací metodou s utěsněnými prostupy obálky budovy (měření 03).....</i>	<i>123</i>
4.5.4	<i>Zimní měření vzduchotěsnosti v ucelené části interiéru budovy v Pržně (měření 00)</i>	<i>134</i>
4.5.5	<i>Měření vzduchotěsnosti v ucelené části budovy v Pržně (měření 04).....</i>	<i>136</i>
4.5.6	<i>Měření vzduchotěsnosti v lokalitě ve Veselí nad Moravou (měření 05)</i>	<i>139</i>
4.6	Porovnání ekonomických aspektů zvolených systému zateplení	143
4.7	Stanovení dopadu na životní prostředí.....	149
5	ZÁVĚR.....	154
6	SEZNAM POUŽITÝCH ZDOJŮ	159
7	SEZNAM PŘÍLOH	163
8	PŘÍLOHY	164

1 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU PROBLEMATIKY

1.1 GLOBÁLNÍ PROBLÉM ÚSPOR ENERGIÍ

Stavba domu, doba jeho provozu, užívání až po konečné odstranění stavby je spojena s potřebou energií. Přestože snaha o snižování energetické potřeby je stará, stejně jako stavebnictví samo, navzdory tomu se každým rokem neustále zvětšuje spotřeba energií. Na výrobu energií se používají jak neobnovitelné zdroje (uhlí, ropa, zemní plyn, uran), tak i obnovitelné zdroje (dřevo, voda, vítr, slunce). Podíl obnovitelných zdrojů v roce 2011 se v EU pohyboval pouze kolem 13 % (v ČR jen 9,4 %) [38]. Navíc při získávání energií z fosilních paliv (dřevo, uhlí, ropa, zemní plyn) dochází ke zhoršování kvality ovzduší (tvorba emisí SO_2 , NO_x , CO_2 atd.). Cílem problému úspory energií je najít takové řešení, které by vedlo ke snížení rostoucí spotřeby energií a ke snížení produkce emisí.

1.2 ENERGETICKÁ BILANCE

Energetickou bilanci ve stavebnictví můžeme rozdělit na čtyři části. Energie spotřebovaná na zhotovení stavby, provoz stavby, rekonstrukci stavby a energie spotřebovaná na odstranění stavby. V literatuře se někdy energie potřebná na zhotovení stavby označuje jako šedá energie. Skládá se z potřeby energie na vyrobení stavebního materiálu, přepravy materiálu a energie potřebná na postavení stavby. Tato část spotřebované šedé energie se poměrně špatně zjišťuje. Jednou z možností je provést pravděpodobnostní odhady spotřebované energie na základě spotřebovaných primárních zdrojů.

Při provozu stavby se energie spotřebovává na vytápění, chlazení, větrání, klimatizaci, přípravu teplé vody, osvětlení a provoz technického zařízení (vybavení) budovy. Ve vyspělých státech EU se spotřebovává více než 40 % potřebné energie na vytápění a chlazení. Domy postavené v ČR do 90 let dle platných českých technických norem spotřebovávají na vytápění až 80 % energie určené na provoz budovy [39]. Protože se státy EU zavázaly ke snižování emisí skleníkových plynů (CO_2 , CH_4 , N_2O) [32], [33], které závisí na množství spotřebované energie, dochází postupně k zpřísnování požadavků kladených na výstavbu. Zlepšováním tepelně technických vlastností stavby se zabývá česká norma ČSN 730540-1,2,3,4 - Tepelná ochrana budov. Hlavně po roce 1989 prošla norma ČSN 730540-2 (tepelná ochrana budov – požadavky) řadou změn. Za posledních 23 let byla pětikrát novelizována. Poslední novelizace normy ČSN 730540-2 proběhla v roce 2011 [8]. Požadavek součinitele prostupu tepla pro stěnu vnější těžkou se po pěti novelizacích snížil z hodnoty $1,05 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ na $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Současně platné požadavky normy na součinitel prostupu tepla uvádí tab. 1. Byla vydána vyhláška č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budov [24] a vyhláška 406/2006 o hospodaření energií [25], které reagují na směrnici Evropského parlamentu a Rady 2002/91/ES o energetické náročnosti budov [32], která stanovuje požadavky do konce roku 2012. V současné době je chválena směrnice Evropského parlamentu 2010/31/EU o energetické náročnosti budov [33], která novelizuje směrnici 2002/91/ES a

stanovuje požadavky, které mají být postupně naplňovány až do roku 2020. Vyhláška č. 78/2013 Sb. stanovuje povinnost vypracovat Průkaz energetické náročnosti budovy, který bude obsahovat měrnou vypočtenou spotřebu energie v [kWh/(m²rok)] a celkovou vypočtenou roční dodanou energii v MWh/rok.

Tab. 1.1 Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ pro budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou $\theta_{im} = 20\text{ °C}$ dle ČSN 730240-2 (z roku 2011) [8]

Popis konstrukce	Součinitel prostupu tepla [W/(m ² *K)]		
	požadované hodnoty $U_{N,20}$	Doporučené hodnoty $U_{rec,20}$	Doporučené hodnoty pro pasivní domy $U_{pas,20}$
Stěna vnější	0,3 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Střecha strmá se sklonem nad 45°	0,30	0,20	0,18 až 0,12
Střecha plochá a šikmá se sklonem do 45° včetně	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop s podlahou nad venkovním prostorem	0,24	0,16	0,15 až 0,10
Strop pod nevytápěnou půdou (se střešou bez tepelné izolace)	0,30	0,20	0,15 až 0,10
Stěna k nevytápěné půdě (se střešou bez tepelné izolace)	0,3 ¹⁾	těžká: 0,25 lehká: 0,20	0,18 až 0,12
Podlaha a stěna vytápěného prostoru přilehlá k zemině ^{4), 6)}	0,45	0,30	0,22 až 0,15
Stro a stěna vnitřní z vytápěného k nevytápěnému prostoru	0,60	0,40	0,30 až 0,20
Strop a stěna vnitřní z vytápěného k temperovanému prostoru	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Stro a stěna vnější z temperovaného prostoru k venkovnímu prostředí	0,75	0,50	0,38 až 0,25
Podlaha a stěna temperovaného prostoru přilehlá k zemině ⁶⁾	0,85	0,60	0,45 až 0,30
Stěna mezi sousedními budovami ³⁾	1,05	0,70	0,50
Strop mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,05	0,70	
Stěna mezi prostory s rozdílem teplot do 10 °C včetně	1,30	0,90	
Strop vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,20	1,45	
Stěna vnitřní mezi prostory s rozdílem teplot do 5 °C včetně	2,70	1,80	
Výplň otvoru ve vnější stěně a strmé střeše, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí, kromě dveří	1,5 ²⁾	1,20	0,8 až 0,6
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45 °C, z vytápěného prostoru do venkovního prostředí	1,4 ⁷⁾	1,1	0,9
Dveřní výplň otvoru z vytápěného prostoru do venkovního prostředí (včetně	1,70	1,20	0,9
Výplň otvoru vedoucí z vytápěného do temperovaného prostoru	3,50	2,3	1,7
Výplň otvoru vedoucí z temperovaného prostoru do venkovního prostředí	3,50	2,3	1,7
Šikmá výplň otvoru se sklonem do 45 °C vedoucí z temperovaného prostoru do	2,60	1,7	1,4
Lehký obvodový plášť (LOP) hodnocený jako smontovaná sestava včetně nosných prvků, s poměrnou plochou průsvitné výplně otvoru $f_w = A_w / A$; [m ² /m ²]	$f_w \leq 0,5$ $f_w > 0,5$	$0,3 + 1,4 * f_w$ $0,7 + 0,6 * f_w$	$0,2 + f_w$ $0,15 + 0,85 * f_w$
Kovový rám výplně otvoru	-	1,8	1
Nekovový rám výplně otvoru ⁵⁾	-	1,3	0,9 - 0,7
Rám lehkého obvodového pláště	-	1,8	1,2

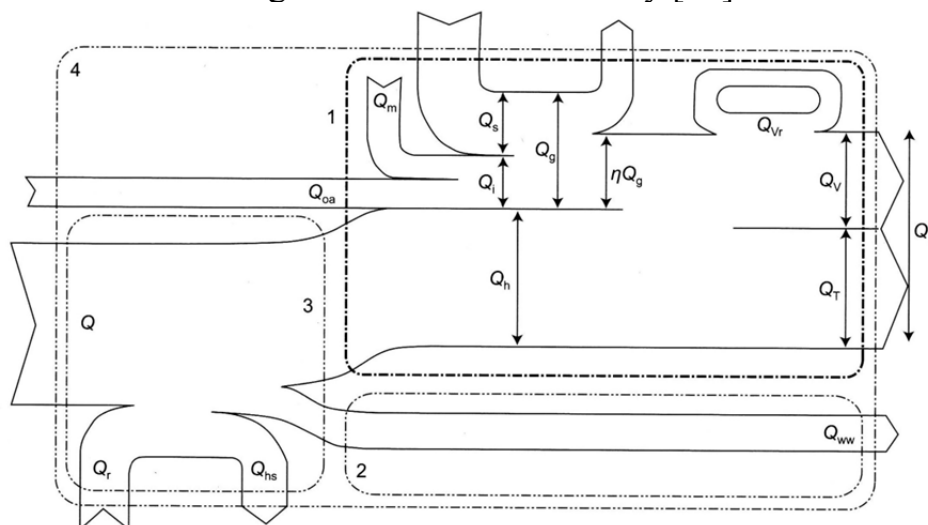
Hodnocením energetické náročnosti budovy se prokazuje hospodárná spotřeba energie na vytápění vlivem stavebního řešení. Energetická náročnost posuzované budovy musí být stejná, nebo menší než u budovy referenční. Posuzuje se splnění normových hodnot součinitelů prostupu tepla $U_{N,20}$ pro konstrukce oddělující prostory s rozdílnými teplotami a splněním normové požadované hodnoty průměrného součinitele prostupu tepla U_{em} .

Nízkoenergetické domy jsou budovy s roční plošnou měrnou spotřebou tepla na vytápění e_A , nepřesahující 50 kWh/(m²rok) a které využívají velmi účinnou topnou soustavu. Podle stavu techniky se může v budoucnu tato hraniční hodnota dále snižovat. Pokud roční měrná spotřeba tepla na vytápění klesne pod 15 kWh/(m²rok), (u rodinných domů pod 20 kWh/(m²rok)) [8], pak hovoříme již o pasivních domech. Takto nízkou energetickou spotřebu budovy lze krýt bez použití obvyklé topné soustavy, pouze se systémem nuceného větrání obsahujícím účinné zpětné získávání tepla z odváděného vzduchu a malé zařízení pro ohřev vzduchu v období velmi nízkých teplot. U nízkoenergetických domů (i u všech ostatních) musí být zajištěno dosažení návrhových teplot vnitřního vzduchu po provozní přestávce v přiměřené době (požadavek normy ČSN 730540-2). Současně nemá u nízkoenergetických staveb celkové množství primární energie spojené s provozem (vytápění, ohřev teplé vody a pomocná energie na provoz energetických systémů budovy) překračovat hodnotu 120 kWh/(m²rok) [8]. U pasivních domů je hodnota snížena na 60 kWh/(m²rok) [8]. Primární energie je taková, kterou je třeba uvolnit při energetické přeměně v místě zdroje. Podle povahy zdroje se používá přepočtu: primární energie = energie potřebná na vstupu do budovy × faktor energetické přeměny. Faktory energetické přeměny jsou uvedeny v tab. 1.2. Pomocí faktoru primární energie se přepočítává produkce CO₂ (skleníkový plyn), která je v dnešní době velmi bedlivě sledována v souvislosti s globálním oteplováním planety.

Tab. 1.2 Hodnoty faktoru primární energie dle vyhlášky 78/2013 [24]

Energonositel	Faktor celkové primární energie [-]	Faktor neobnovitelné primární energie [-]
Zemní plyn	1,1	1,1
Černé uhlí	1,1	1,1
Hnědé uhlí	1,1	1,1
Propan-butan/LPG	1,2	1,2
Topný olej	1,2	1,2
Elektřina	3,2	3
Dřevěné pelety	1,2	0,2
Kusové dřevo, dřevní štěpka	1,1	0,1
Energie okolního prostředí (elektřina a teplo)	1	0
Elektřina - dodávky mimo budovu	-3,2	-3
Teplo - dodávka mimo budovu	-1,1	-1

Po zvážení všech předchozích požadavků se sestaví schéma energetické bilance viz. obr. 1.1 a provede se výpočet energetické náročnosti budovy dle požadavků vyhlášky č. 78/2013 Sb. o energetické náročnosti budovy [24].



Q_T - ztráta prostupem tepla

Q_V - ztráta výměnou vzduchu

Q_L - ztráta budovy prostupem tepla a větráním

Q_{Vr} - zpětně získané teplo z výměny vzduchu

Q_g - vnitřní tepelné zisky

ηQ_g - využitelné tepelné zisky ($(Q_m - \text{od osob}, Q_{oa} - \text{spotřebičů}) = Q_i$, Q_s - pasivních solárních zisků)

Q_h - otopná soustava

Q_{ww} - ohřev teplé vody

Q - energie dodávaná do objektu

Q_{hs} - ztráty technického systému a nevhodné regulace

Q_r - zpětné získávání energie z technologických procesů

1 - označení budovy, 2 - označení ohřevu vody, 3 - otopná soustava se zdrojem tepla, 4 - celek

Obr. 1.1 Schéma energetické bilance dle ČSN EN ISO 13790 [13]

Výstupem dle vyhlášky č. 78/2003 Sb. [24] je vypracování průkazu energetické náročnosti budovy, ve kterém je uvedena měrná vypočtená roční spotřeba energie v $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})]$, celková vypočtená roční dodaná energie v MWh/rok , dílčí dodané energie v $[\text{kWh}/(\text{m}^2\text{rok})]$ připadající na vytápění, chlazení, větrání, úpravu vlhkosti, přípravu teplé vody a osvětlení. Vyhláška dále dělí budovy dle energetické náročnosti do 7 tříd: A (mimořádně úsporná) až G (mimořádně ne hospodárná).

Tab. 1.3 Průkaz energetické náročnosti budovy dle vyhlášky č. 78/2013 Sb. [24]

PRŮKAZ ENERGETICKÉ NÁROČNOSTI BUDOVY			
vydaný podle zákona č. 406/2000 Sb., o hospodaření energií, a vyhlášky č. xxx/2012 Sb., o energetické náročnosti budov			
Ulice, číslo:	FOTO		
PSČ, místo:			
Typ budovy:			
Plocha obálky budovy: m ²			
Objemový faktor tvaru A/V: m ² /m ³			
Celková energeticky vztažná plocha: m ²			
ENERGETICKÁ NÁROČNOST BUDOVY			
Celková dodaná energie (Energie na vstupu do budovy)		Neobnovitelná primární energie (Vliv provozu budovy na životní prostředí)	
Měrné hodnoty kWh/(m ² ·rok)			
Mimořádně úsporná A ← XXX	Dop. A	← XXX	Dop.
Velmi úsporná B ← XXX	XXX B	← XXX	XXX
Úsporná C ← XXX	C	← XXX	
Méně úsporná D ← XXX	D	← XXX	
Nehospodárna E ← XXX	E	← XXX	
Velmi nehospodárna F ← XXX	F	← XXX	
Mimořádně nehospodárna G ← XXX	G	← XXX	
Hodnoty pro celou budovu MWh/rok	XX,X	XX,X	

Posledním a výrazným faktorem, který ovlivňuje energetickou náročnost stavby je sám člověk a jeho činnosti. Pokud se chová nehospodárně, pak ani sebelépe navržená a zrealizovaná stavba za použití nejmodernějších technologií a poznatků nemusí být nízkoenergetická.

1.3 EKONOMICKÁ HLEDISKA

Po vstupu České republiky do Evropské unie se začala výrazně zvedat cena nemovitostí a současně roste i cena energií. V posledním roce se již růst cen nemovitostí ustálil a dokonce i vlivem krize ve stavebnictví mírně poklesl. Naopak u primárních energií, jako je uhlí, dřevo, elektrická energie, plyn a ropa naopak ceny neustále stoupají. Zastavení růstu cen energií se nepředpokládá ani v následujících letech, protože poptávka po energiích je větší, než jejich nabídka.

Než se začne s ekonomickou bilancí, musí se rozdělit hlavní ekonomické náklady spojené se stavbou na jednotlivé části.

Náklady spojené se zhotovením stavby:

- pořízení pozemku
- zhotovení projektové dokumentace
- vyřízení jednotlivých rozhodnutí, povolení a souhlasů
- stavební materiál a technologie výstavby
- realizace stavby (náklady na mzdy, stroje a zařízení staveniště)
- náklady na likvidaci nepotřebného materiálu (opětovné použití, recyklace, skládkování, tepelné zpracování)

Náklad na provoz stavby:

- vytápění, chlazení, ohřev teplé vody, pomocná elektrická energie na provoz energetických systémů budovy, osvětlení a provoz spotřebičů (ovlivněno energetickou náročností stavby)
- drobné opravy (údržba)

Náklady na rekonstrukci:

- zhotovení projektové dokumentace
- vyřízení jednotlivých rozhodnutí, povolení a souhlasů
- stavební materiál a technologie
- realizaci rekonstrukce stavby (náklady na mzdy, stroje a zařízení staveniště)
- náklady na likvidaci nepotřebného materiálu (opětovné použití, recyklace, skládkování, tepelné zpracování)

Náklady na odstranění stavby:

- zhotovení projektové dokumentace (stavební řízení, dotčené orgány, správce inženýrských sítí)
- vyřízení jednotlivých rozhodnutí, povolení a souhlasů
- odstranění stavby (náklady na mzdy, stroje a zařízení staveniště)
- náklady na likvidaci nepotřebného materiálu (opětovné použití, recyklace, skládkování, tepelné zpracování)

Jak je zřejmé z předcházejícího hrubého rozdělení hlavních ekonomických nákladů spojených se stavbou, tak cenu velké části položek může zákazník jen velmi málo ovlivnit proto, že jsou stanoveny stavebním trhem a trhem energií (nabídkou a poptávkou). Jednu z položek, které si může zákazník sám vybrat a ovlivnit tak výrazně cenu stavby je materiál a technologie výstavby, která ovlivňuje energetickou náročnost stavby. Pozemek si zákazník může také vybrat a ovlivnit tak cenu, ale je do značné míry vázán dostupností inženýrských sítí, infrastrukturou, dopravní vzdáleností a také územním plánem.

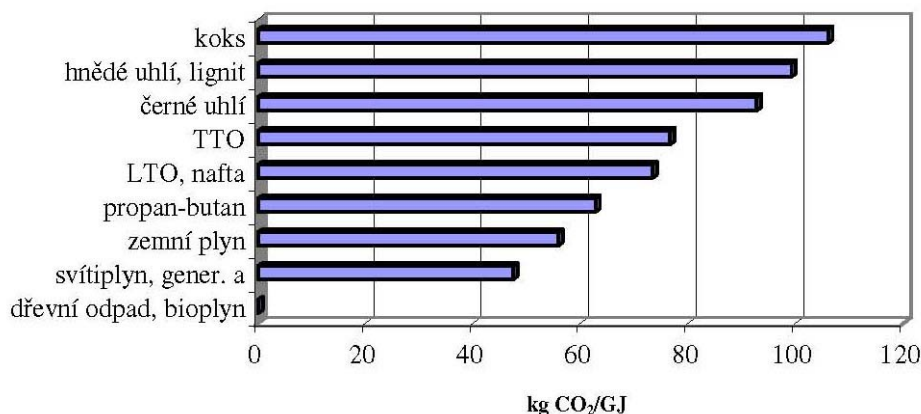
Ze všeho nejdříve si investor musí ujasnit, zda bude chtít postavit běžný dům, který má menší náklady na zhotovení stavby, ale o to výraznější jsou náklady

na provoz stavby, nebo energeticky úsporný dům. Ekonomicky výhodnější je zvolit si nízkoenergetický, nebo pasivní dům, který má větší náklady na zhotovení stavby, ale ty se zase časem vrátí v nízkých nákladech na provoz stavby. Na trhu je mnoho technologií a materiálů, které si může investor zvolit pro výstavbu energeticky úsporných domů. Výběr mezi nimi je poměrně obtížný. Každá technologie má své výhody i nevýhody. Na trhu neexistuje stavební materiál, ani technologie, která by byla nejlepší z ekonomického ani ekologického hlediska pro stavbu všech variant stavebních konstrukcí. Z ekonomického hlediska je snaha najít takové řešení, ve kterém jsou náklady na výstavbu i provoz co nejnižší a ekonomická návratnost je co nejrychlejší. Na trhu se objevují i pasivní domy, které mají velmi nízké provozní náklady, ale velmi vysoké náklady spojené se zhotovením stavby a pro velkou část obyvatelstva ČR jsou nedostupné. Cílem moderního stavitelství je najít takové materiálové a technologické řešení, které by snížilo cenu energeticky úsporných domů natolik, aby se staly přístupné pro širší veřejnost.

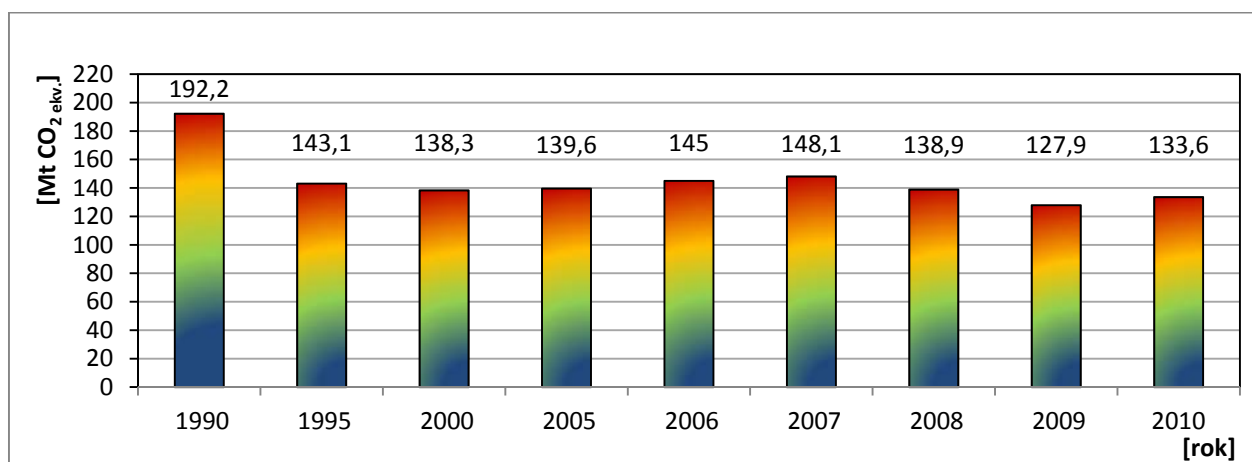
Provozní náklady nejvíce ovlivňuje cena vytápění, chlazení, příprava teplé vody, větrání, osvětlení a provoz spotřebičů, která je ovlivněna cenou primárních zdrojů. Ceny primárních zdrojů neustále stoupají a zlepšují tím ekonomickou návratnost počáteční investice do energeticky úsporných domů. Největší spotřeba primárních zdrojů u rodinných domů je ve vytápění a přípravě teplé vody.

1.4 ENVIRONMENTÁLNÍ HLEDISKA

Stavebnictví v Evropské unii spotřebovává přibližně 40 % energie. Současně produkuje kolem 40 % všech odpadů a je zodpovědné za vytvoření 30 % emisí skleníkových plynů. Mezi skleníkové plyny patří CO_2 , CH_4 , N_2O , přičemž CO_2 tvoří 86 % všech skleníkových plynů. Cílem environmentálního hlediska je ochrana přírody, snižování obsahu škodlivých emisí v atmosféře a vytvoření trvale udržitelného rozvoje. Trvale udržitelný rozvoj je takový rozvoj sopečnosti, který zachová současným i budoucím generacím možnost uspokojovat jejich základní potřeby za předpokladu nesnížení rozmanitosti přírody a zachování přirozené funkce ekosystému. Jedním z ukazatelů, které vypovídají o environmentální vyspělosti jednotlivých států je porovnávání množství vyprodukovaného skleníkového plynu CO_2 . Množství vyprodukovaného plynu CO_2 se nejlépe spočítá z množství spotřebované energie. energii můžeme vytvářet jak z obnovitelných, tak i z neobnovitelných zdrojů. Emise skleníkových plynů CO_2 se liší dle druhu použitého energetického zdroje. Některé energetické zdroje, jako např. jaderná energie, vodní energie, sluneční energie, geotermální energie, energie větru či slapových jevu neprodukují skleníkový plyn CO_2 .



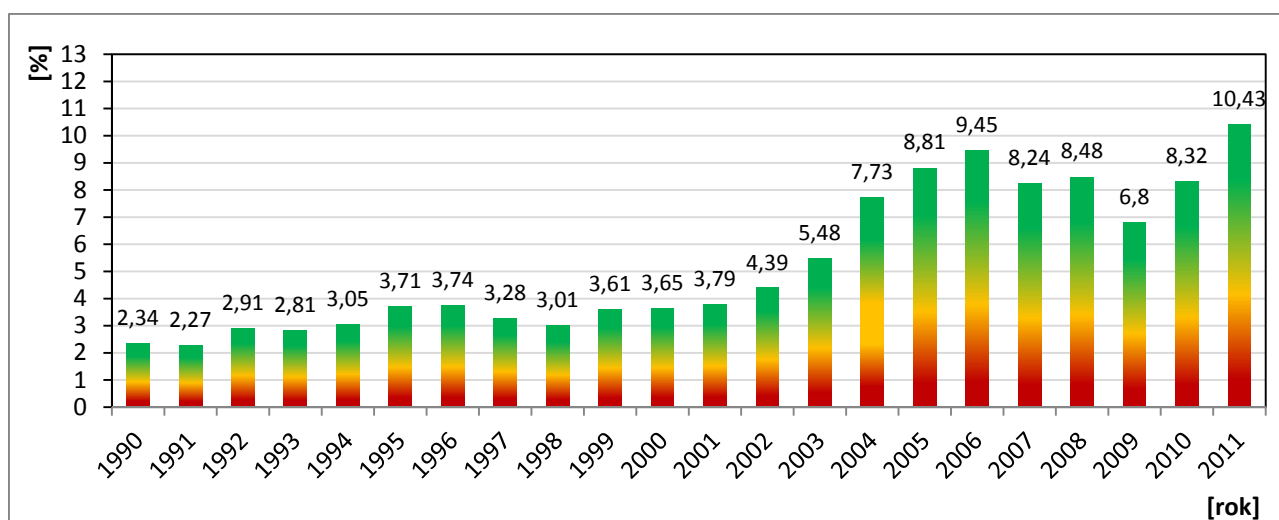
Obr. 1.2 Emisní faktory – produkce CO₂ (zdroj IPCC [44])



Obr. 1.3 Celková emise skleníkových plynů v ČR v letech 1990–2010 (zdroj CHMI [36])

ČR se zavázala v Kjótském protokolu ke snižování emisí skleníkových plynů. Pro porovnávání emisí skleníkových plynů mezi jednotlivými státy byla zavedena jednotka CO₂ ekv., která obsahuje ne jenom emise CO₂, ale jsou zde zahrnuty i emise ostatních skleníkových plynů (nejčastěji N₂O a CH₄), které jsou převedeny podle předem stanoveného poměru (1t N₂O = 310t (CO₂)_{ekv.}, 1t CH₄ = 21t (CO₂)_{ekv.}) na emise CO₂. Od vyprodukovaných emisí CO₂ ekv. je odečteno LULUCF (Land use, land use change and forestry activity), které uvádí, jaké množství CO₂ se uložilo změnou využití půdy a lesů (např. výsadba nových lesů).

K naplnění požadavků Kjótského protokolu byla schválena směrnice evropského parlamentu a rady 2010/31/EU o energetické náročnosti budov [33]. Samozřejmě nestačí jen snížit energetickou náročnost budov, abychom dospěli k výraznému snížení emisí CO₂, ale musíme i část energetické spotřeby krýt z obnovitelných zdrojů. V návaznosti na tento požadavek byla přijata směrnice evropského parlamentu a rady 2009/28/ES o podpoře a využívání energií z obnovitelných zdrojů [34]. V závazku je stanoveno, že do roku 2020 bude 20 % potřeb energií kryto z obnovitelných zdrojů. ČR se zavázala, že do roku 2020 bude minimální podíl energií z obnovitelných zdrojů 13 %. Důsledkem těchto legislativních změn je stále větší požadavek na využívání OZE (obnovitelné zdroje energie) ve stavebnictví.



Obr. 1.4 Podíl výroby elektrické energie z OZE na hrubé spotřebě elektřiny v ČR (zdroj ISSAR [35])

1.5 STÁVAJÍCÍ DOSTUPNÉ TECHNOLOGIE VÝSTAVBY NA STAVEBNÍM TRHU

Na našem území měla velkou tradici výstavba rodinných domů z pálených plných cihel. Ve snaze zlepšit tepelný odpor obvodové stěny však tradiční pálené cihly byly nahrazeny pálenými keramickými děrovanými bloky a pórobetonovými tvárnicemi. Na trhu se prosadila i levnější výstavba dřevostaveb s lehkým sendvičovým pláštěm. Výstavba je rychlá a splňuje tepelně technické vlastnosti. Na druhou stranu však má horší akustické vlastnosti a nižší životnost než domy postavené z keramických bloků a pórobetonových tvárnic.

V honbě za snižováním tepelných ztrát stávajících i nových domů postavených z keramických bloků a pórobetonových tvárnic se začala přidávat tepelná izolace na obvodovou stěnu z exteriéru. Byl vytvořen vnější tepelně izolační kompozitní systém známý pod označením „ETICS“. Vnější zateplení se však nesmí používat na historické stavby, u kterých by došlo k znehodnocení vzhledu domu a na stavby, které mají problém se zvýšenou vlhkostí obvodového zdiva.

Hlavně v posledních dvaceti letech dochází k velkému rozvoji technologií ve všech odvětvích a ani ve stavebnictví tomu není jinak. Objevují se nové stavební materiály, nové technologie výstavby, nové stroje, přístroje a tím i nové možnosti výstavby. Nové technologie nevznikají jen v ČR, ale ve všech státech světa. Navzdory tomu, že se začne používat nová technologie, která dobře funguje v daném státě, trvá ještě mnoho let, než se tato technologie rozšíří i do dalších států. Tato setrvačnost je hlavně způsobena tím, že každý stát má jiné klimatické podmínky a obyvatelstvo má jiné nároky a zvyklosti. S příchodem nové technologie se vždy musí prokázat, že přinese užitek lidem daného státu a musí se prokázat soulad s právními předpisy daného státu. To znamená udělat mnoho pokusů, měření a certifikací, které uvedení nové technologie v daném státě zpomalují, ale zároveň na druhou stranu chrání spotřebitele. Nicméně transfer technologií do ČR je

nezbytný pro rozvoj stavebnictví a umožňuje stavebním firmám v ČR být konkurenceschopnými s ostatními stavebními firmami jiných států. Hlavně v posledních letech, kdy jdou ceny energií výrazně nahoru, a nepředpokládá se, že by začaly klesat, je velký zájem o energeticky úsporné domy. Hledá se taková technologie výstavby, která by umožňovala levnou ekologickou výstavbu, nízké provozní náklady stavby s dobrými vnitřními mikroklimatickými podmínkami, přijatelnou životnost a případně recyklovatelnost stavby.

Jednou z nových technologií, která se objevila na našem trhu, je i výstavba domů z betonových skořepinových tvárnic se systémem vnitřního zateplení. Tato technologie výstavby má své kořeny ve Francii a je zde známa pod označením „Doublage“. Technologie se zaměřuje na výstavbu nových domů.

Technologie vnitřního zateplení nemá na území ČR žádnou tradici. Na našem území je rozšířena technologie vnějšího tepelně izolačního kompozitního systému známého pod označením ETICS. Odborníci se k převzaté technologii vnitřního zateplení staví odmítavě s odkazem na to, že ve Francii jsou jiné klimatické podmínky i rozdílné normové požadavky, a proto stavby nebudou splňovat tepelně technické požadavky platné na území ČR a bude docházet ke kondenzaci vzdušné vlhkosti a růstu plísní na vnitřním povrchu obalových konstrukcí.

Na naše území byl nově transferován ještě jeden systém vnitřního zateplení, ale ten je zaměřený na vnitřní zateplení historických budov. Vnitřním zateplením historických budov se zabývá firma Remmers CZ s.r.o. a na vnitřní zateplení používá tepelně izolační panel označený IQ-Therm.

2 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE

2.1 OVĚŘENÍ TEPELNĚ TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ VÝSTAVBY ENERGETICKY ÚSPORNÝCH RODINNÝCH DOMŮ Z TVÁRNIC BETONG S VNITŘNÍM ZATEPLENÍM V PODMÍNKÁCH ČR

U systému výstavby ze skořepinových betonových tvárnic se systémem vnitřního zateplení je cílem ověření tepelně-technických vlastností konstrukce dle požadavků normy ČSN 730540-2 platné na území ČR. Bude posuzována nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce pomocí teplotního faktoru vnitřního povrchu, součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ pro budovy s převládající návrhovou vnitřní teplotou $\theta_m = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$, šíření vlhkosti konstrukcí pomocí kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce, roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce a vzduchotěsnost obálkové konstrukce stavby. K posouzení budou využita jak data získaná přímo na stavbě, tak data získaná pomocí softwarových simulací.

Dále bude posuzováno, zda v kritické místnosti nedochází k diskomfortu přítomných osob vlivem vyššího rozdílu teploty vzduchu mezi úrovní hlavy a kotníků, asymetrickou radiací a neustáleným stavem tepelného prostředí.

2.2 POPIS TECHNOLOGIE VÝSTAVBY S ŘEŠENÍM TECHNICKÝCH DETAILŮ NA ZÁKLADĚ VYHODNOCENÍ MĚŘENÍ IN SITU A SOFWAROVÝCH SIMULACÍ

Bude proveden popis technologie výstavby z betonových skořepinových tvárnic se systémem vnitřního zateplení v podmínkách ČR.

Na základě teplotních měření a průzkumu in situ bude provedena identifikace kritických míst v konstrukci. Na kritická místa v konstrukci budou vytvořeny detaily splňující tepelně technické a technologické požadavky. Pomocí softwaru bude ověřena správnost navrhovaných detailů.

2.3 VYHODNOCENÍ TECHNOLOGIE VÝSTAVBY RODINNÝCH DOMŮ S VNITŘNÍM ZATEPLENÍM NA ZÁKLADĚ EKONOMICKÝCH UKAZATELŮ

Cílem disertační práce je vyhodnocení vhodnosti realizace nákladově a energeticky úsporných rodinných domů postavených z betonových skořepinových tvárnic Betong se systémem vnitřního zateplení Rigitherm. Na základě ekonomických ukazatelů bude výstavba z betonových skořepinových tvárnic se systémem vnitřního zateplení porovnávána s výstavbou z keramických zdících prvků a keramických zdících prvků s vnějším zateplením ETICS. Vhodnost jednotlivých domů bude posuzována na základě nákladů na zhotovení jednotlivých variant obálkové konstrukce stavby.

2.4 STANOVENÍ DOPADU TECHNOLOGIE VÝSTAVBY A UŽÍVÁNÍ STAVBY S VNITŘNÍM ZATEPLENÍM NA ENVIRONMENT

V dopadu stavby na životní prostředí bude zhodnoceno, kolik ekvivalentního emisního faktoru CO₂ a SO₂ se vyprodukuje při realizaci jednotlivých variant obvodových konstrukcí. Obvodový plášť zhotovený z tvárnic Betong se systémem vnitřního zateplení bude porovnáván s obvodovým pláštěm zhotoveným z keramických zdících prvků a keramických zdících prvků s vnějším zateplením ETICS.

U referenčního domu zhotoveného z betonových tvárnic Betong se systémem vnitřního zateplení bude spočtena spotřeba primární a primární neobnovitelné energie při užívání rodinného domu pro jednotlivé varianty vnitřního zateplení.

3 ZVOLENÉ METODY ZPRACOVÁNÍ

3.1 VÝBĚR REFERENČNÍHO DOMU A SPECIFIKACE TECHNOLOGIE VÝSTAVBY

Byl vybrán referenční rodinný dům, na kterém bylo prováděno měření in situ. Jde o typický nepodsklepený rodinný dům s jedním nadzemním podlažím a podkrovím. Je zastřešený sedlovou střechou vaznicového typu. Rodinný dům je zhotoven ze skořepinových betonových tvárnic Betong s aplikovaným vnitřním zateplením Rigitherm od firmy RIGIPS. Dům je samostatně stojící a je situovaný v moravskoslezské části Beskyd v obci Pržno, kde je vystaven nadprůměrným klimatickým změnám převládající na území ČR (část 4.1).

Vedle hlavní experimentální lokality je sledování zaměřeno také na klimaticky odlišnou lokalitu ve Veselí nad Moravou (část 4.5.6).

Podrobně byla popsána technologie výstavby rodinného domu z betonových skořepinových tvárnic Betong a následná aplikace vnitřních tepelně izolačních panelů Rigitherm (část 4.1).

3.2 MĚŘENÍ A STATISTICKÉ VYHODNOCENÍ NAMĚŘENÝCH DAT

Na referenčním domě byly kontinuálně snímány povrchové teploty obálkové konstrukce, teplota topného tělesa, teplota vzduchu v interiéru, teplota vzduchu v exteriéru, teplota vzduchu ve středu místnosti ve třech výškách na svislici, vlhkost vzduchu v interiéru, vlhkost vzduchu v exteriéru a tepelný tok přes obvodovou konstrukci. Namátkově byla prováděna kontrolní měření teplot vzduchu a povrchové vlhkosti sádkokartonové desky z interiéru. Přesnost měření byla v souladu s vyhláškou ČSN EN ISO 7726 [14]. Byly dodrženy požadované přesnosti třídy pro měření teplot a vlhkosti. Pro digitální měření a záznam naměřených údajů byla použita měřicí ústředna T-STORE TS 12/60. Zaručená odchylka byla maximálně $\pm 0,5$ °C při citlivosti měřících kanálků 0,1 °C. Výsledky byly ověřeny měřicím přístrojem GREISINGER GMH 3350. Tento přístroj byl použit i k měření relativní vlhkosti vzduchu. Dále byla použita měřicí ústředna ALMEMO 5690-2M s čidly pro měření relativní vlhkosti a teploty vzduchu.

Naměřené údaje byly z přístrojů přeneseny do počítače, vloženy do tabulek (program excel) a statisticky vyhodnoceny. Z vybraných dat uložených v tabulkách byly vyhotoveny grafické výstupy (část 4.3).

3.3 TEPELNĚ TECHNICKÁ SOFTWARE SIMULACE CHOVÁNÍ REFERENČNÍ BUDOVY

Na vytvoření simulace tepelně technického chování budovy byl použit software stavební fyzika (Area, Teplo, Cube3D). V programu Teplo bylo provedeno 1D posouzení obálkové konstrukce stavby. V programu Area bylo provedeno posouzení 2D detailů. V programu Cube3D bylo provedeno posouzení 3D detailu spojení dvou obvodových stěn a stropní konstrukce.

Výsledkem bylo stanovení součinitele prostupu tepla pro jednotlivé varianty obvodových stěn. Byly zjištěny teplotní faktory vnitřního povrchu pro posouzení povrchové kondenzace a růstu plísní. Bylo ověřeno šíření vlhkosti konstrukcí pomocí kondenzace vodní páry uvnitř konstrukce, a také roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce. Fyzikální vlastnosti stavebních materiálů potřebné pro výpočet byly použity dle platné normy ČSN 73 0540-3. Hodnota difuzního odporu a objemové hmotnosti tvárníc Betong potřebná pro softwarovou simulaci byla stanovena v laboratoři. Data spočítaná pomocí softwaru a příslušných norem byly konfrontovány s výsledky změřenými na stavbě. Grafické výstupy jednotlivých detailů znázorňují průběhy teplot, místo s nejnižším teplotním faktorem (nejnižší povrchovou teplotou), místa možné kondenzace vlhkosti v konstrukci a tepelný tok daným detailem (část 4.2).

3.4 KONTROLA OBVODOVÉHO PLÁŠTĚ

Pomocí termografického snímkování referenčního objektu byla provedena kontrola obálky budovy. Byla kontrolována povrchová teplota obálky budovy a bylo zjišťováno, zda se v obálce budovy nenachází výrazný tepelný most (část 4.4).

Pomocí přístroje Blower Door byla kontrolována průvzdušnost obálky budovy a byla zjištěna celková intenzita výměny vzduchu $n_{20,N}$. Dílčí netěsnosti při zkoušce průvzdušnosti obálky budovy byly kontrolovány pomocí termokamery a anemometru (část 4.5)

3.5 FINANČNÍ NÁKLADY

Finanční náklady na zhotovení jednotlivých variant obálkové konstrukce rodinného domu byly stanoveny pomocí položkového rozpočtu (Kros).

Na základě ekonomických ukazatelů byla výstavba z betonových skořepinových tvárníc se systémem vnitřního zateplení porovnávána s výstavbou z keramických zdících prvků a keramických zdících prvků s vnějším zateplením ETICS. Ekonomická výhodnost jednotlivých domů byla posuzována na základě nákladů na zhotovení jednotlivých variant obálkové konstrukce stavby. Výsledky jsou uvedeny jak v tabulce, tak i v grafické podobě (část 4.6).

3.6 STANOVENÍ DOPADU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

V dopadu stavby na životní prostředí bylo hodnoceno, kolik ekvivalentního emisního faktoru CO_2 a SO_2 se vyprodukuje podle metodiky Live Cycle Assessment (LCA) realizací jednotlivých variant obvodových konstrukcí. Obvodový plášť zhotovený z tvárníc Betong se systémem vnitřního zateplení byl porovnáván s obvodovým pláštěm zhotoveným z keramických zdících prvků a keramických zdících prvků s vnějším zateplením ETICS. Pro výpočet produkce ekvivalentního emisního faktoru CO_2 a SO_2 byl použit katalog materiálů z literatury Bauteilkatalog Ökologich bewertete Konstruktionen [41], který u jednotlivých materiálů udává

produkci požadovaných ekvivalentních emisních faktorů a spotřebu primární energie podle metodiky LCA.

U referenčního domu zhotoveného z betonových tvárnic Betong se systémem vnitřního zateplení byla spočtena spotřeba primární a primární neobnovitelné energie při užívání rodinného domu pro jednotlivé varianty vnitřního zateplení. Přepočet spotřeby energie na primární a primární neobnovitelnou energii byl proveden dle Vyhlášky 78/2013 [24] (část 4.7).

4 HLAVNÍ VÝSLEDKY PRÁCE

4.1 REALIZACE STAVBY S VNITŘNÍM ZATEPLENÍM

Realizaci stavby s vnitřním zateplením můžeme rozdělit na dvě hlavní části. Na realizaci nosné konstrukce zhotovené z tvárnic Betong a na realizaci vnitřního zateplení.

4.1.1 Realizace nosné konstrukce zhotovené z tvárnic Betong

Na českém trhu se začínají postupně objevovat různé typy skořepinových betonových tvárnic od různých výrobců. Ve své práci se budu zabývat betonovými skořepinovými tvárnici, které vyrábí firma Be-Tong s.r.o. v Ratiškovcích u Hodonína, podle francouzské technologie. Technologie výroby je chráněna úřadem průmyslového vlastnictví.

Skořepinové betonové tvárnice se vyrábí patentovanou usměrněnou vertikální vibrací na vibrolisech firmy QUADRO, nebo Adler. Firma Be-Tong vyrábí tvárnice pomocí vibrolisu od firmy Adler (obr. 4.1). Betonová směs na výrobu tvárnic je složena z dolomitického vápence o frakcích 0 až 4 mm a 4 až 8 mm s obsahem cementu 6 až 8 % a vody. Vyrábí se plně automatizovaným řídicím systémem, který zajišťuje přesné dávkování jednotlivých složek betonové směsi. Automatizovaný výrobní proces zajišťuje přesné rozměry všech tvárnic, jejich rovinatost, kolmost stran a ostrost hran. Tvárnice mají standardní tloušťku stěn 18 mm. Z důvodu doporučené technologie výstavby mají tvárnice plná dna. Pouze rohové tvárnice mají otvor ve dnu tvárnice pro vertikální zpevnění (zmonolitnění) jednotlivých vrstev. Povrch betonových tvárnic odpovídá granulometrické struktuře. Tvárnice pro obvodové stěny i příčky jsou stejného složení. Pevnosti tvárnice se liší dle typu tvárnice. U průběžné tvárnice Betong 20 je pevnost v tlaku 4 MPa. Vážená neprůzvučnost zdiva zhotoveného z tvárnic Betong 20 v čteně omítek je 55 dB.

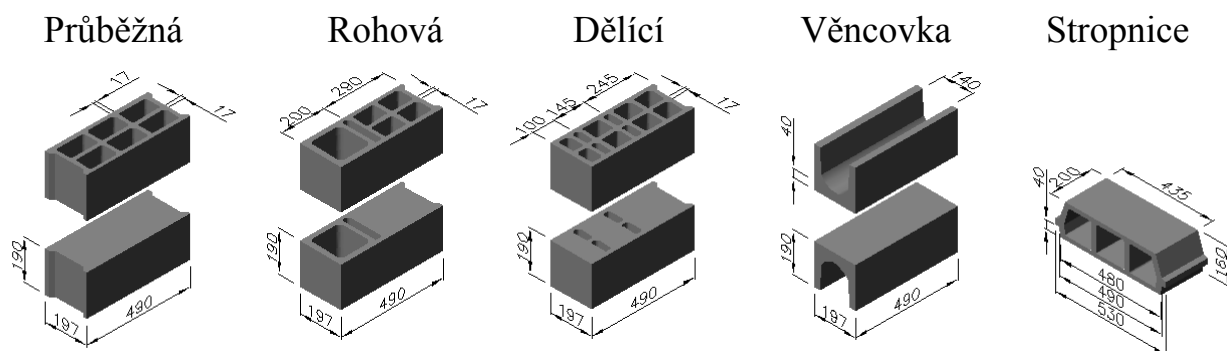


Obr. 4.1 Vibrolis Adler A430 na betonové skořepinové tvárnice

Dodržením technologie výroby jsou zajištěné požadované vlastnosti tvárnic, jako je přesnost, pevnost, nízký difusní odpor, nenasákavost, nízká hmotnost, vysoká životnost a nízká výrobní cena.

Tvárnice se vyrábějí v řadách o různých šířkách pro obvodovou stěnu a pro příčky. Každá řada má základní tvárnice: průběžná, rohová a dělicí (obr. 4.2). Některé řady jsou rozšířené o doplňkové tvárnice, například obloukové tvárnice. Na zhotovení stropní konstrukce se vyrábí tvárnice věncovka a stropnice.

Při výstavbě se doporučuje používat materiály jen od jednoho výrobce. V žádném případě se například nedoporučuje dozvídat obvodové zdivo postavené z tvárnic Betong jinými tvárnicemi. Je to z toho důvodu, aby stavba tvořila jeden homogenní celek, který bude mít stejné fyzikální vlastnosti, stejnou životnost, a nebude tak docházet v důsledku změny okrajových podmínek vyvolaných prostředím a užíváním stavby ke vzniku vad a poruch způsobených rozdílnými fyzikálními vlastnostmi zabudovaných materiálů. Tyto vady a poruchy se projevují nejčastěji v prvních fázích vznikem trhlin a kondenzací vlhkosti. Pro zhotovené obvodové stěny se nejčastěji používají tvárnice Betong 20 o šířce 198 mm. Pro zhotovení příček se používají tvárnice Betong 10, Betong 15, šířky 97 mm a 147 mm.



Obr. 4.2 Betonové tvárnice Betong – hlavní řada

Technická data dodaná výrobcem:

rozměry tvárnic Betong 20:	šířka	198 mm
	délka	490 mm
	výška	190 mm

Hmotnost:	1ks	Objemová hmotnost
Průběžná	17,5 kg	875 kg/m ³
Rohová	19,5 kg	975 kg/m ³
Dělicí 100/390	18,0 kg	900 kg/m ³
Dělicí 245/245	19,6 kg	980 kg/m ³
Věncovka	18,0 kg	900 kg/m ³
Stropnice	12,0 kg	706 kg/m ³

Počet bloků v běžném metru: 2 ks

Počet bloků v m ² :	10 ks	
Počet bloků v m ³ :	50 ks	
Hmotnost 1 m ² (průměr)	188 kg	
Požární odolnost – nosná stěna (bez omítky a izolace):	60 min	
Požární odolnost – požárně dělicí stěna (s omítkou):	180 min	
Vážená neprůzvučnost zdiva včetně omítek:	R _w = 55 dB	

Pod skořepinovými betonovými tvárnicemi musí být zhotoven kvalitní základ, který zabezpečí bezpečné přenesení zatížení domu přes základy do zeminy. Pod betonovými tvárnicemi může být zhotoven jakýkoliv typ základu. Pro nepodsklepené rodinné domy se z ekonomických důvodů nejčastěji zhotovuje železobetonová deska, která pod nosnými stěnami přechází v pásové základy, které mají základovou spáru pod nezámrznou hloubkou. Stejná technologie založení byla použita i pro stavbu posuzovaného rodinného domu v Pržně.

Na odizolování stavby od zemní vlhkosti lze využít dvě metody. V první metodě se využívá nízké nasákavosti betonové tvárnice. Pokud je tvárnice postavená do vody, pak pomocí kapilární elevace dokáže voda vystoupat pouze do jedné čtvrtiny výšky tvárnice. Z toho pak vyplývá, že jednu řadu tvárnice můžeme použít na odizolování od zemní vlhkosti. Do dalších řad nad tyto tvárnice se již zemní vlhkost nedostane. Druhá metoda je u nás nejvíce používaná a léty prověřená, a proto bych ji doporučit. Na odizolování proti zemní vlhkosti se používá hydroizolační pás, který se umísťuje mezi základ a stěnu z tvárnice. Nejčastěji se u rodinných domů používá hydroizolační pás na živичné bázi (asfaltové, dehtové a jejich modifikace).

Můžeme však použít i hydroizolační pásy na bázi měkčeného polyvinylchloridu (PVC-P). S asfaltovými pásy se lépe pracuje a jsou levnější. Oproti tomu hydroizolační pásy na bázi PVC mají větší odolnost proti poškození při výstavbě a mají delší životnost. V našem případě byla použita izolace proti zemní vlhkosti na asfaltové bázi hydrobit (izolace z oxidovaného asfaltu vyztužená skelnou rohoží). Šířka hydroizolačního pásu se volí tak, aby po položení tvárnice nové stěny hydroizolace přečnívala na každou stranu tvárnice min. o 10 cm. Je to z toho důvodu, aby při provádění horizontální hydroizolace podlahy proti zemní vlhkosti mohla být hydroizolace podlahy vodotěsně spojena s hydroizolací stěny.

Při výstavbě stěn se postupuje stejným způsobem, jako bychom stavěli zdivo z běžných pěnasilikátových, nebo keramických bloků. Nejdříve musíme provést založení zdiva. Začínáme vždy od rohů, nebo otvorů. Na hydroizolační pás do rohů nanese zavádlovou betonovou směs. Tuto směs srovnáme tak, aby ve všech rozích (a otvorech) měla stejnou výšku. Betonovou zavádlovou směs na stavbu stěny z tvárnice Betong zhotovíme ze 75 kg cementu a 500 kg písku (1:6,6 váhově, nebo 1:3 objemově). Na urovnanou betonovou směs položíme tvárnice Betong. Tvárnice se kladou plným dnem vzhůru. Na urovnání se použije gumová palice. Opět se provede horizontální a vertikální kontrola zhotovených rohů. Na překontrolování výškového usazení se využívá teodolit a u menších staveb i hadicová vodováha.

Pak se vždy mezi sousedními překontrolovanými rohy natáhne šňůrka, která se napne a přenáší nám horizontální výšku mezi dvěma sousedními rohy. Šňůrka musí lícovat s horní vnější hranou rohových tvárnic. Následuje položení betonové směsi na hydroizolaci mezi zhotovené rohy a její zarovnání. Následuje pokládka tvárnic Betong plným dnem vzhůru na tuto betonovou směs. Pomocí gumové palice, nebo zednického kladívka se jednotlivé tvárnice srovnají podle napnuté šňůrky. Na rozdíl od keramických bloků se betonová směs dává i do styčných spár. Při pokládce druhé vrstvy betonových tvárnic se postupuje stejně. Nejprve se tvárnice osadí v rozích. Na předešlou vrstvu (spodní vrstvu) tvárnic se nanese betonová směs na celou plochu dna tvárnic o takové tloušťce, aby po osazení a vyrovnání tvárnic mezi jednotlivými tvárnici zůstala vodorovná betonová spára o tloušťce 10 mm. Plné dno spodních tvárnic nám zabezpečí, že betonová směs nepropadne do dutin spodní tvárnic. Opět se provede horizontální a vertikální překontrolování rohových tvárnic. Znovu se našponuje šňůrka mezi jednotlivými rohy, na spodní tvárnice se nanese betonová směs a provádí se pokládka další řady betonových tvárnic. Na kontrolování vodorovnosti a svislosti se využívá dvoumetrová vodováha, pro menší kontroly se používá i vodováha menších rozměrů. Pokud je dvoumetrová vodováha opatřena i délkovými mírami, lze ji využít i na kontrolu výškového osazení jednotlivých vrstev tvárnic. Tvárnice se kladou s modulovou výškou 200 mm (190 mm je výška tvárnic a 10 mm je tloušťka betonového lože). Pokud nemáme opatřenou dvoumetrovou vodováhu délkovou stupnicí, nebo pokud budeme chtít mít míru na celou výšku jednoho podlaží, pak si můžeme vyrobit pomůcku. Opatříme si rovnou desku, nebo lať, kterou zakrátíme na světlu výšku podlaží a vyznačíme si na ní rysky po modulové vzdálenosti 200 mm. Pak můžeme provádět jednoduchým způsobem kontrolu výškového uložení jednotlivých tvárnic. Desku přiložíme svisle do rohu a z vyznačených rysek je hned zřejmé, jestli máme tvárnice uložené ve správné modulové výšce. Pokud provádíme kontrolu mimo roh, pak správné horizontální umístění desky překontrolujeme pomocí vodováhy. Přebytkovou betonovou směs, která nám vyteče při osazování tvárnic, po osazení každé řady hned srazíme (seškrábneme zednickou lžící, nebo deskou), aby nám nezatvrdla. Při pokládce jednotlivých vrstev dáváme pozor na to, abychom vertikální spáry v jednotlivých řadách neměli nad sebou. Proto pokud spodní řadu začínáme celou tvárnici, pak následující řadu začínáme polovinou tvárnic. Do rohů, k okrajům výplň otvorů a po vzdálenosti 3 m se umísťují tvárnice rohové. Tyto tvárnice mají na jedné straně ve dně čtvercový otvor pro vyztužení zdiva. Tímhle otvorem se umístí do rohu, k plánovanému otvoru, nebo k místu, kde má být zdivo vyztuženo. Rohové tvárnice se osazují otvory nad sebe tak, aby mezi jednotlivými řadami vznikl vertikální otvor pro umístění ocelové betonářské výztuže, která se následně zabetonuje a zajistí zmonolitnění a zpevnění jednotlivých horizontálních vrstev mezi sebou. Nad výplněmi otvorů se zhotovují překlady. Na zhotovení překladů se využívají věncovky, které mají tvar písmene U a délku 490 mm. Nejprve se do otvoru v místě plánovaného zhotovení překladu umístí deska, která se podepře sloupky tak, aby nedocházelo k jejímu prohnutí při zatížení váhou nového

překlada. Na desku se pak pokládají tvárnice věncovky delší stranou do řady na sraz jedna vedle druhé plným dnem dolů a otvorem nahoru. První a poslední tvárnice věncovka musí přesahovat na nosné zdivo mimo otvor. Minimální přesah (uložení) musí být 125 mm. Věcovka se na stěně pokládá stejně jako ostatní tvárnice na betonové lože tl. 10 mm. Po uložení všech věncovek a jejich vyrovnaní umístíme do jejich otvoru výztuž opatřenou distančníky, kterou následně zalijeme betonem. Až betonová směs nabude požadované pevnosti, pak teprve můžeme odstranit podepření věncovek (trámky a desku). U standartních betonových směsí bez přísad a příměsí a při teplotách kolem 20 °C se udává minimální doba podepření 28 dní. Při nižších teplotách, se doba podepření prodlužuje a pomocí přísad a příměsí lze dobu podepření prodloužit či naopak zkrátit. Na podepření věncovek lze použít i některé ze systémových bednění, které jsou na našem trhu dostupné. O množství a typu použité výztuže rozhoduje statik na základě světlé šířky otvoru a přenášeného zatížení.

Příčky se stavějí stejným způsobem jako obvodové nosné zdivo. Na zhotovení příček se používají tvárnice Betong 15 (šířky 140 mm) a Betong 10 (šířky 90 mm). Příčky se nespojují s obvodovým nosným zdivem na ozub, jako je tomu u keramického zdiva z důvodu eliminace tepelných mostů. Spojení obvodového zdiva s příčkou se zajišťuje pomocí plochých ocelových korozivzdorných stěnových spon. Již v průběhu výstavby obvodového zdiva se v místě plánovaného napojení příčky na obvodovou stěnu umísťují do ložné spáry obvodového zdiva stěnové spony. Při stavbě příčky se stěnové spony vyčnívající z obvodového zdiva vkládají do ložných spár příčky. Stěnové spony lze na obvodovou stěnu umístit i dodatečně pomocí vrutů a hmoždinek. Tato varianta je však pracnější a dražší, a proto bych ji doporučil spíše jako metodu pro dodatečné neplánované kotvení příčky. Mezi obvodovou stěnu a příčku se vkládá polystyren z důvodu přerušení tepelného mostu. V posuzované stavbě byl mezi obvodovou stěnu a příčku vložen polystyren tl. 70 mm. Doporučuji však použít polystyren o tloušťce min. 100 mm.

Po zhotovení svislých zdí následuje montáž stropní konstrukce. Na zdivu zhotoveného ze skořepinových betonových tvárníc můžeme vybudovat stropní konstrukci pomocí různých systémů. Doporučuje se však zachovat homogenitu materiálu z důvodu rozdílných fyzikálních vlastností. Proto by se měly při zhotovení nosné konstrukce stropu používat stropnice Betong, které se osazují na filigránové nosníky, které musí být před pokládkou stropnic podepřeny. Na podepření se nejčastěji používají prvky systémového bednění (stropní stojky a nosníky). Filigránové stropní nosníky se podepřou ze spod pomocí systémových nosníků, které jsou umístěné kolmo na stropní nosníky a jsou rozmístěny po maximální vzdálenosti 1,8 m. Nosníky systémového bednění jsou podepřeny stropními stojky po max. vzdálenosti 1,5 m. Po podepření stropních nosníku teprve můžou být kladeny stropnice Betong do stropních filigránových nosníků. Stropní nosníky jsou na obvodové stěně uloženy min. na 125 mm. Na obvodové nosné stěně se zhotoví výztuž pro věnec. Kolem výztuže věnce se po obvodě stěny položí betonové věncovky.

Potom se celá stropní konstrukce zmonolitní. Stojky a nosníky podírající stropní konstrukci se můžou odstranit, až stropní konstrukce nabude požadované pevnosti. Výstavba stěn z tvárnic Betong v následujícím podlaží (podkroví) probíhá stejným způsobem, jako v předcházejícím podlaží (přízemí), jen bez pokládky hydroizolace. Poslední zděná řada pod pozednicemi se postaví z věncovek, do kterých se následně umístí výztuž a zalije se betonem. Vytvoříme si tak železobetonový věnec pod pozednici. Dřevěnou pozednici, na které budou uloženy krokve, přikotvíme k vytvořenému věnci.

Jako střešní konstrukce se nejčastěji volí dřevěná sedlová střecha v různých variacích opatřená krytinou dle požadavků investora. Střechu zhotovujeme stejným způsobem, jako u všech ostatních zděných staveb.



Obr. 4.3 Výstavba za použití betonových skořepinových tvárnic Betong [38]

Výplně otvorů (okna a dveře) se do obvodového zdiva zatepleného zevnitř neosazují přímo do roviny nosného zdiva, ale zapouštějí se až do vrstvy vnitřního zateplení. Tento postup se volí z důvodu eliminace tepelných mostů kolem výplní otvorů. Rám okna, nebo dveře se volí vždy o malinko větší (cca 4 cm), než je velikost otvoru v nosné obvodové stěně. Po obvodě rámu okna, nebo dveří se přišroubují ocelové úhelníky, pomocí kterých se výplně otvorů připevňují k nosné obvodové stěně. Po připevnění ocelových úhelníků se okno, nebo dveře přiloží na obvodovou stěnu, vyrovná a vyvrtají se přes ocelové úhelníky umístěné na rámu okna otvory do obvodové konstrukce. Pak se výplň otvoru zase odstraní. Do vyvrtaných otvorů se vloží hmoždinky. Na okraj rámu výplně otvoru, který bude přitlačen ke zdi, se přilepí paměťová těsnicí páska (např. od firmy Tremco Illbruck). Pak se výplň otvoru zvedne, opatrně přitlačí na obvodovou stěnu tak, aby mohla být

výplň přišroubována k obvodové stěně pomocí ocelových úhelníků umístěných po obvodu rámu výplně otvoru do předpřipravených děr v obvodové konstrukci, a následně se přišroubuje (obr. 4.4). V praxi se často z důvodu ušetření času montáže výplně otvorů ocelové úhelníky připevňují do tvárnic přímo bez hmoždinek pomocí kalených samořezných šroubů do betonu. Paměťová páska přilepená na rám výplně otvoru nám zajistí utěsnění vzniklé spáry mezi osazeným rámem výplně otvoru a obvodovou stěnou.



Obr. 4.4 Osazení okna (pohled z interiéru)

Před lepením vnitřního zateplení musíme nejdříve provést instalaci inženýrských sítí. Na rozvod inženýrských sítí po domě využíváme nejčastěji podlahovou konstrukci a prostor pod stropem. Inženýrské sítě mohou být vedeny pod stropem, protože podhled stropní konstrukce bude upraven zavěšeným sádkartonem. Ze stropu, nebo od podlahy, pak můžeme vézt elektroinstalaci přímo po stěně k místu plánovaného umístění zásuvky, či vypínače. Kabely se vedou samostatně, nebo se umísťují do instalačního krku. Kabel, nebo instalační krk se pomocí sádky připevňuje přímo na zdivo z tvárnic Betong. Do tvárnic se v žádném případě nevysekávají instalační drážky. Přívod vody pro topení se vede v plastových, nebo měděných trubkách umístěných v instalačních krcích (chráničkách). Z důvodu malých tepelných ztrát se používají trubky o průměru 12 až 19 mm. Při instalaci splaškového odpadního potrubí, a to hlavně stoupacího potrubí od WC se snažíme vyhnout umístění do tepelně izolačního sendviče obvodové stěny. Stoupací potrubí

splaškové vody od WC umístíme do vnitřních příček, anebo potrubí předsadíme před tepelně izolační sendvič do vnitřní dispozice. S tímto omezením se musí počítat již v návrhu dispozice domu. Pokud už se z jakéhokoliv důvodu nemůžeme vyhnout tomu, abychom vedly splaškové a vodovodní potrubí mimo obvodovou stěnu z tvárnic Betong, pak musíme udělat takové opatření, aby mezi potrubím a obvodovou stěnou z tvárnic Betong bylo alespoň 80 mm tepelné izolace z polystyrenu. Po provedení rozvedení všech inženýrských sítí a jejich překontrolování můžeme začít s montáží tepelně izolačních panelů.



Obr. 4.5 Umístění rozvodů elektřiny a prostup přes tepelně izolační komplex [38]

4.1.2 Realizace vnitřního zateplení

Pro vnitřní zateplení je nejlepší použít izolační sendvičový komplex, který se skládá ze sádkartonové desky a izolace (pěnový polystyren, nebo minerální vlna), které jsou k sobě pevně slepeny. V ČR nabízí takhle připravené tepelněizolační sendvičové desky firma Rigips pod obchodním označením Rigitherm (sádkarton + pěnový polystyren). Desky jsou 1200 mm široké a 2600 mm vysoké. Podle zvolené tloušťky tepelné izolace se mění součinitel prostupu tepla obvodové stěny, který je přímoúměrný tepelným ztrátám domu. Tloušťka tepelné izolace se volí v tloušťkách od 20 mm do 200 mm. Sádkartonová deska je pořád konstantní tloušťky a to 12,5 mm. Do místností s vysokou vzdušnou vlhkostí (např. koupelny) se používá tepelně izolační panel s impregnovanou sádkartonovou vrstvou. Na vnitřní zateplení doporučuji použít sendvič s tloušťkou tepelné izolace min. 160 mm.

Vlastní instalace sendvičových desek je velmi jednoduchá. Na stavbě se zkrátí sendvičové desky na požadovanou výšku, která bývá o 15 až 20 mm menší než světlá výška místnosti. Na zadní stranu desky se nanese bodově lepící malta. Body jsou uspořádány do třech řad při podélných hranách desky a v podélné ose desky. Vzdálenost jednotlivých terčů v řadě je 30–35 cm. Tloušťka terčů je v rozmezích od 10 do 40 mm. Takhle upravené desky jsou osazovány ke stěně na dřevěné klínové podkladky, které slouží k horizontálnímu vyrovnání. Mezi podlahou a sendvičovou deskou se nechá mezera o tl. 10 mm. Provede se srovnání desek

pomocí dvoumetrové vodováhy a gumové palice. Terčíky na zadní straně tepelně izolačního komplexu nám zajistí vytvoření vzduchové mezery mezi tepelněizolační sendvičovou deskou a stávající obvodovou stěnou z tvárnic Betong. V této mezeře jsou vedeny rozvody elektřiny. Pokud by mezera nebyla dostatečná, musí se do zadní strany tepelně izolační sendvičové desky (do polystyrenu) pomocí odporové řezačky na polystyren vytvořit drážka. Pokud bude v sendvičovém panelu umístěna zásuvka, či vypínač, musí se ještě před osazením izolačního panelu přesně rozměřit umístění této zásuvky a do panelu vyvrtat otvor pro protažení kabelu. Potom se ještě pomocí kruhového vrtáku určeného pro vrtání otvorů pro elektrické krabice do sádrokartonových desek vyvrtá otvor přímo podle velikosti elektrické krabice do sendvičového panelu. Při osazování sendvičového panelu se pak musí současně provést protažení tohoto kabelu přes vyvrtaný otvor v sendvičovém panelu. Vedle již osazeného tepelně izolačního sendvičového panelu se osazují stejným způsobem další sendvičové panely. Po zatvrdnutí tmele (12 až 24 hod) se provede vyplnění spár u stropu a podlahy pomocí polyuretanové pěny. Po zatvrdnutí polyuretanové pěny můžeme provést zaspárování sendvičových tepelně izolačních desek běžným způsobem, jako u sádrokartonových desek. Do rohů, kde se bude stýkat tepelně izolační panel s jinou konstrukcí, doporučuji použít plastický silikonový tmel. Do koupelen a do místností se zvýšenými požadavky na vlhkost se používají tepelně izolační panely opatřené vrchní vrstvou z impregnované sádrokartonové desky. V následující fázi se provádí montáž elektroinstalačních krabic do tepelně izolačního panelu. Používají se elektroinstalační krabice pro osazení do sádrokartonu. Doporučuje se použít i vzduchotěsné elektrické krabice, které jsou o něco dražší, ale na oplátku za to máme jistotu vzduchotěsného napojení elektroinstalace.

Na stropní konstrukci se zhotovuje sádrokartonový zavěšený podhled. Z důvodů eliminace tepelných mostů se mezi sádrokartonový podhled a stropní konstrukci vkládá izolace o tl. 70 mm do vzdálenosti 1000 mm od obvodových stěn.



Obr. 4.6 Rozmístění terčků malty na ručně vyrobený tepelně izolační sendvič za využití polystyrenu s příměsí grafitu



Obr. 4.7 Prostup elektrických kabelů po nalepení tepelněizolačního sendviče

4.2 OVĚŘENÍ TEPELNĚ TECHNICKÝCH VLASTNOSTÍ STAVBY

Dodržení tepelně technických požadavků při výstavbě je důležité z hlediska eliminace tepelně technických vad a z nich vyplývajících poruch, dosažení požadovaného stavu vnitřního prostředí uvnitř budovy pro její užívání, zachování tepelné pohody uživatel domu a to všechno ještě za předpokladu splnění nízké energetické náročnosti stavby. Tyto stanovené podmínky by měla stavba plnit minimálně po dobu její ekonomické životnosti. Tepelně technické požadavky zohledňují šíření tepla, vlhkosti a vzduchu přes konstrukce, jednotlivé místnosti až po celou budovu. Tepelně technické vlastnosti budovy můžeme stanovit dvěma metodami. První metoda stanovuje tepelně technické vlastnosti stavby pomocí výpočtové metody, která musí být v souladu s normou ČSN 730540-4 [11]. Nejčastěji se pro zjištění požadovaných vlastností využívají nejrůznější software. Fyzikální vlastnosti jednotlivých materiálů použitých při výpočtu se získávají buď od výrobce materiálu, který má požadované hodnoty stanovené pomocí akreditovaných laboratoří, nebo se použijí fyzikální vlastnosti materiálu z normy ČSN 730540-3 [10]. Druhou metodou používanou pro stanovení tepelně technických vlastností stavby je pomocí přímého měření na již zrealizované stavbě. Tato metoda se používá méně často a to hlavně z toho důvodu, že stavba již musí být zrealizována a měření lze provádět jen za předepsaných podmínek, které jsou většinou závislé i na klimatických podmínkách. Ověření, že stavba dosahuje předepsaných tepelně technických vlastností, se prokazuje splněním jednotlivých dílčích požadavků.

Prokazuje se splnění požadavku:

- Součinitel prostupu tepla
- Nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce
- Lineární i bodový součinitel prostupu tepla (byly použity doporučené normové hodnoty uvedeny v normě ČSN 730540-2)
- Pokles dotykové teploty u podlah (konstrukce podlahy se neposuzovala)
- Šíření vlhkosti konstrukcí
- Požadované hodnoty součinitele spárové průvzdušnosti u výplní otvorů (výplně otvorů se neposuzovaly, posouzení provádí výrobce výplní)
- Celková průvzdušnost obálky budovy
- Intenzita výměny vzduchu v místnosti
- Tepelná stabilita místnosti v zimním a letním období (posuzovala se tepelná stabilita v zimním období)
- Prostup tepla obálkou budovy
- Rozložení teplot po výšce ovlivňující kvalitu mikroklimatu

Při posuzování stavby jsem ověřoval jen požadavky, které se bezprostředně týkaly konstrukčního systému rodinného domu s vnitřním zateplením a to hlavně obálkové konstrukce stavby se zaměřením na stěny. Ověření tepelně technických vlastností

výplní otvoru (oken a dveří), které deklaruje sám výrobce, nebylo předmětem šetření. Problematikou jednotlivých požadavků se podrobně zabývám v následujících kapitolách.

4.2.1 Součinitel prostupu tepla

Norma požaduje, aby konstrukce vytápěných, nebo klimatizovaných budov s relativní vlhkostí vzduchu uvnitř místnosti $\varphi_i \leq 60 \%$ splňovala požadavek na součinitel prostupu tepla U [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$] takový, aby:

$$U \leq U_N \quad (1)$$

Kde:

U_N je požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla [$\text{W}/\text{m}^2\text{K}$]

Požadovanou hodnotu součinitele prostupu U_N získáme ze vztahu:

$$U_N = U_{N,20} \cdot e_1 \quad (2)$$

kde.

$U_{N,20}$ je součinitel prostupu tepla pro budovy s převážující návrhovou vnitřní teplotou vzduchu $\theta_{im} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ až $22 \text{ }^\circ\text{C}$ [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]

e_1 je součinitel typu budovy [-]

$$e_1 = \frac{16}{(\theta_{im} - 4)} \quad [-] \quad (3)$$

θ_{im} je převážující návrhová teplota vnitřního vzduchu [$^\circ\text{C}$]

V případě, že je převážující návrhová vnitřní teplota vzduchu v budově θ_{im} v intervalu $18 \text{ }^\circ\text{C}$ až $22 \text{ }^\circ\text{C}$, pak požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla U_N je rovna součiniteli prostupu tepla $U_{N,20}$.

$$U_N = U_{N,20} \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \text{K})] \quad (4)$$

Požadované a doporučené hodnoty součinitele prostupu tepla $U_{N,20}$ pro budovy s převážující návrhovou vnitřní teplotou vzduchu $\theta_{im} = 18 \text{ }^\circ\text{C}$ až $22 \text{ }^\circ\text{C}$ jsou stanoveny v normě ČSN 730540-2 [8]. V tomto dokumentu jsou hodnoty uvedeny v tab. 1.1 (str. 10).

Za budovy s převážující návrhovou teplotou vzduchu θ_{im} v intervalu $18 \text{ }^\circ\text{C}$ až $22 \text{ }^\circ\text{C}$ se považují všechny budovy obytné, občanské převážně s dlouhodobým pobytem osob a jiné budovy, pokud vypočítaná návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{im} je v intervalu od $18 \text{ }^\circ\text{C}$ do $22 \text{ }^\circ\text{C}$.

V našem případě se jednalo o posuzování konstrukcí rodinného domu, který spadá mezi budovy s převažující návrhovou vnitřní teplotou vzduchu $\theta_{im} = 20\text{ °C}$ a mohli jsme pro posouzení přímo použít tabulkové hodnoty $U_{N,20}$. Při posuzování jsme použily požadované hodnoty pro jednotlivé konstrukce.

Obálková konstrukce rodinného domu oddělující interiér od exteriéru se skládá z tepelně izolačního sendviče Rigitherm 140 (sádrokartonová deska + polystyren tl. 140 mm) a betonových skořepinových tvárnic Betong 20. Podle ČSN 730540-2 [8] konstrukce dělíme dle plošné hmotnosti na lehké a těžké. Každá konstrukce, která má plošnou hmotnost vrstev menší než 100 kg/m^2 spadá do kategorie lehké konstrukce. Do plošné hmotnosti konstrukce se započítávají jen vrstvy od vnitřního líce (z interiéru) po hlavní tepelně izolační vrstvu včetně. Z toho vyplývá, že dle požadavku normy, se do plošné hmotnosti obalové konstrukce posuzovaného rodinného domu nezapočítává hmotnost nosného zdiva z betonových skořepinových tvárnic Betong. Z tohoto důvodu obalová konstrukce rodinného domu spadá do konstrukcí lehkých a musí splnit požadavek na součinitel prostupu tepla $U_{n,20}$, který má požadovanou hodnotu $0,30\text{ W/(m}^2\text{K)}$ (doporučenou hodnotu $0,20\text{ W/(m}^2\text{K)}$). Obvodová stěna zhotovená z tvárnic Betong s vnitřním zateplením Rigitherm 140 (tloušťka tepelné izolace je 140 mm) s konstrukčním složením použitým na rodinném domě v Pržně jsem spočítal v programu Teplo. Parametry pro vzduch v interiéru byly uvažovány pro bytovou a občanskou výstavbu. Návrhová teplota vzduchu je 20 °C a relativní vlhkost vzduchu je 50 %. Návrhová teplota vnějšího vzduchu byla uvažována -15 °C . Pro hodnocení součinitele prostupu tepla byly použity hodnoty tepelného odporu při přestupu tepla na vnější straně $0,04\text{ m}^2\text{KW}^{-1}$ a na vnitřní straně $0,13\text{ m}^2\text{KW}^{-1}$.

Data zadaná do programu teplo - Skladba konstrukce (od interiéru):

Číslo	Název	D [m]	λ [W/(mK)]	C [J/(kgK)]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	M_a [kg/m ²]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0,0000
2	Tepelná izolace	0,1400	0,0400	1270,0	15,0	40,0	0,0000
3	Malta	0,0040	0,7900	840,0	1520,0	21,0	0,0000
4	Tvárnice Betong	0,2000	0,6600	1020,0	1020,0	9,6	0,0000

Výstup z programu teplo:

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946 [40]:

Tepelný odpor konstrukce R: $3,86\text{ m}^2\text{K/W}$

Součinitel prostupu tepla konstrukce U: $0,248\text{ W/(m}^2\text{K)}$

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 [8] a ČSN EN ISO 13788 [27]:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách θ_{si} : $17,89\text{ °C}$

Teplotní faktor vnitřního povrchu v návrhových podmínkách f_{Rsi} : $0,940$

Ze spočítaných hodnot plyne:

$$U = 0,25 \frac{W}{m^2 K} \leq U_N = 0,30 \frac{W}{m^2 K} \quad \dots \text{vyhoví}$$

$$U = 0,25 \frac{W}{m^2 K} > U_N = 0,20 \frac{W}{m^2 K} \quad \dots \text{nevyhoví}$$

Obvodová stěna s vnitřním zateplením použitá na rodinném domě v Pržně splňuje požadavek na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla. Součinitel prostupu tepla obvodové stěny již však nesplňuje požadavek na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla.

Na vnitřní zateplení zdiva z hotoveného z tvárnic Betong lze použít tepelně izolační sendvič Rigitherm 140, 160, 180 a 200. Číslo vždy udává tloušťku tepelné izolace. Při softwarové simulaci jsem zkoušel nejrůznější varianty. Na zhotovení rodinného domu bych doporučil použít minimálně Rigitherm 160 v následující skladbě:

Data zadaná do programu teplo - Skladba konstrukce (od interiéru):

Číslo	Název	D [m]	λ [W/(mK)]	C [J/(kgK)]	ρ [kg/m ³]	μ [-]	M_a [kg/m ²]
1	Sádrokarton	0,0125	0,2200	1060,0	750,0	9,0	0,0000
2	Tepelná izolace	0,1600	0,0400	1270,0	15,0	40,0	0,0000
3	Uzavřená vzduchová vrstva	0,0100	0,0670	1010,0	1,2	1,0	0,0000
4	Tvárnice Betong	0,2000	0,6600	1020,0	1020,0	9,6	0,0000
5	Omítka	0,0100	0,2100	1000,0	700,0	15,0	0,0000

Výstup z programu teplo:

Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla dle ČSN EN ISO 6946 [40]:

Tepelný odpor konstrukce R: 4,56 m²K/W

Součinitel prostupu tepla konstrukce U: 0,212 W/(m²K)

Teplota vnitřního povrchu a teplotní faktor dle ČSN 730540 [8] a ČSN EN ISO 13788 [27]:

Vnitřní povrchová teplota v návrhových podmínkách θ_{si} : 17,89 °C

Teplotní faktor vnitřního povrchu v návrhových podmínkách f_{Rsi} : 0,948

Ze spočítaných hodnot plyne:

$$U = 0,22 \frac{W}{m^2 K} \leq U_N = 0,30 \frac{W}{m^2 K} \quad \dots \text{vyhoví}$$

$$U = 0,22 \frac{W}{m^2 K} > U_N = 0,20 \frac{W}{m^2 K} \quad \dots \text{nevyhoví}$$

Obvodová stěna zhotovená z tvárnic Beton se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 160 má součinitel prostupu tepla 0,22 W/(m²K) a splňuje požadavek

na požadovanou hodnotu součinitele prostupu tepla. Součinitel prostupu tepla obvodové stěny již však nesplňuje požadavek na doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla.

4.2.2 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce

V zimním období musí mít konstrukce nejnižší vnitřní povrchovou teplotu θ_{si} vyšší, nebo rovno požadované povrchové teplotě $\theta_{si,N}$, jinak by na povrchu konstrukce docházelo ke kondenzaci vlhkosti a růstu plísní. Splnění této podmínky se prokazuje pomocí teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} . Teplotní faktor stanovuje jednoznačnou vlastnost konstrukce v posuzovaném místě bez závislosti na obklopujících prostředích. Teplotní faktor vnitřního povrchu můžeme vypočítat ze dvou rovnic

$$f_{Rsi} = \frac{\theta_{si} - \theta_e}{\theta_{ai} - \theta_e} = 1 - \frac{\theta_{ai} - \theta_{si}}{\theta_{ai} - \theta_e} \quad (5)$$

$$f_{Rsi} = 1 - U_x \cdot R_{si} \quad (6)$$

kde θ_{si} je vnitřní povrchová teplota konstrukce [$^{\circ}\text{C}$]
 θ_e je návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období [$^{\circ}\text{C}$]
 θ_{ai} je teplota vnitřního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]
 U_x je lokální součinitel prostupu tepla v místě x vnitřního povrchu [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]
 R_{si} je odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce a v souladu s ČSN EN ISO 137 88 má hodnotu $0,25 \text{ m}^2\text{K}/\text{W}$

Vnitřní povrchovou teplotu konstrukce θ_{si} můžeme získat ze vzorce:

$$\theta_{si} = \theta_i - (1 - f_{Rsi}) \cdot (\theta_{ai} - \theta_e) \quad (7)$$

kde θ_i je návrhová vnitřní teplota v zimním období, v našem případě je však $\theta_i = \theta_{ai}$ [$^{\circ}\text{C}$]

V zimní období musí mít konstrukce v každém místě teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} při relativní vlhkosti vzduchu $\varphi_i \leq 60 \%$ větší nebo roven požadované hodnotě nejnižšího teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,N}$.

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} \quad (8)$$

Nejnižší teplotní faktor $f_{Rsi,N}$ je dle nové platné normy ČSN roven přímo kritickému teplotnímu faktoru $f_{Rsi,cr}$. Předcházející norma ČSN zohledňovala i způsob vytápění a akumulace. Požadovaná hodnota nejnižšího teplotního faktoru vnitřního

povrchu $f_{Rsi,N}$ byla rovna součtu kritického teplotního faktoru $f_{Rsi,cr}$ a bezpečnostní přírážky teplotního faktoru Δf_{Rsi} , která zohledňovala způsob vytápění vnitřního prostředí a tepelnou akumulaci konstrukce ($f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta f_{Rsi}$).

$$f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} \quad (9)$$

Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ je stanovený dosažením kritické vnitřní povrchové vlhkosti $\varphi_{si,cr}$ pro návrhovou teplotu vnitřního vzduchu θ_{ai} a návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu φ_{si} . Kritický teplotní faktor získáme ze vztahu:

$$f_{Rsi,cr} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \cdot \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_{ex}} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\frac{\varphi_{i,r}}{\varphi_{si,cr}})} \quad (10)$$

- kde θ_{ai} je návrhová teplota vnitřního vzduchu [$^{\circ}\text{C}$]
 θ_{ex} je návrhová teplota prostředí přilehlého k vnější straně konstrukce v zimním období [$^{\circ}\text{C}$]
 $\varphi_{i,r}$ je relativní vlhkost vnitřního vzduchu pro stanovení požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce [%]
 $\varphi_{si,cr}$ je kritická vnitřní povrchová vlhkost v [%], která stanovuje relativní vlhkost vzduchu bezprostředně při vnitřním povrchu konstrukce, a která nesmí být pro danou konstrukci překročena. Pro výplně otvorů je kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 100 \%$ (nebezpečí orosování oken) a pro ostatní konstrukce je $\varphi_{si,cr} = 80 \%$ (nebezpečí růstu plísní)

Relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_{i,r}$ se stanoví:

- a) Pro prostory v nichž je prokazatelně a trvale upravována vlhkost vzduchu v duchotechnikou:

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + \Delta \varphi_i \quad (11)$$

- kde φ_i je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, trvale a prokazatelně zajišťovaná pro požadované užívání budovy nebo její ucelené části v duchotechnikou v prostoru podél celé hodnocené konstrukce. Pro místnosti s dlouhodobým pobytem osob v bytových, administrativních, školních a obdobných budovách se uvažuje $\varphi_i \geq 40 \%$, pokud zvláštní předpisy nestanovují hodnoty vyšší. [%]
 $\Delta \varphi_i$ je bezpečnostní vlhkostní přírážka podle ČSN EN ISO 13788, uvažuje se $\Delta \varphi_i = 5 \%$ [%]

- b) Pro ostatní prostory:

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + 100 \cdot \Delta \varphi_r \cdot (\theta_e + 5) + \Delta \varphi_i \quad (12)$$

Pro stavební konstrukce však nejméně:

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i - 10 + \Delta\varphi_i \quad (13)$$

- kde φ_i je návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu v zimním období, stanovená pro budovu, nebo její ucelenou část pro požadované užívání dle ČSN 730540-3, kromě prostor s vlhkým, mokřým, nebo suchým prostředím se uvažuje $\varphi_i = 50 \%$ [%]
- $\Delta\varphi_r$ je změna relativní vlhkosti vnitřního vzduchu vlivem teploty venkovního vzduchu. Uvažuje se $\Delta\varphi_r = 0,01 \text{ K}^{-1}$. [%]
- θ_e je návrhová teplota venkovního vzduchu v zimním období [°C]
- $\Delta\varphi_i$ je bezpečnostní vlhkostní přírážka. Uvažuje se $\Delta\varphi_i = 5 \%$. [%]
- $\varphi_{si,cr}$ je kritická vnitřní povrchová vlhkost, která stanovuje relativní vlhkost vzduchu bezprostředně při vnitřním povrchu konstrukce, a která nesmí být pro danou konstrukci překročena. [%]
- Výplně otvorů: $\varphi_{si,cr} = 100 \%$
- Ostatní konstrukce: $\varphi_{si,cr} = 80 \%$

Spočtené hodnoty kritického teplotního faktoru při relativní vlhkosti vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50 \%$ pro návrhové teploty vnitřního vzduchu $\theta_{ai} = 20 \text{ °C}$ až 21 °C , a pro návrhové teploty venkovního vzduchu $\theta_e = -13 \text{ °C}$ až -21 °C jsou uvedeny v Tab. 4.1. Dle normy ČSN 730540-3 tab. H. 2 byla stanovena návrhová teplota venkovního vzduchu θ_e pro Pržno (místo situování měřeného rodinného domu) na -15 °C . Návrhová teplota vnitřního vzduchu θ_{ai} pro rodinný dům byla navržena na 20 °C a návrhová relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50 \%$ (Dle normy ČSN 730540-3 [10]). Ve starších vyhláškách a předcházející normě ČSN se ještě můžeme setkat s posuzováním stavby při okrajových podmínkách návrhové teplotě vnitřního vzduchu 21 °C a návrhové relativní vlhkosti vnitřního vzduchu 50% , z tohoto důvodu přikládám i posouzení na tyto okrajové podmínky.

Tab. 4.1 Hodnoty kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ pro návrhovou relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50 \%$ ($\varphi_{i,r} = 45 \%$) dle ČSN 730540-2 [8]

Konstrukce	Návrhová teplota vnitřního vzduchu $\theta_{ai} \text{ [°C]}$	Návrhová venkovní teplota $\theta_e \text{ [°C]}$								
		-13	-14	-15	-16	-17	-18	-19	-20	-21
		Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$								
Stavební konstrukce	20,0	0,748	0,746	0,744	0,751	0,757	0,764	0,770	0,776	0,781
	20,3	0,750	0,747	0,745	0,752	0,759	0,765	0,771	0,777	0,782
	20,6	0,751	0,749	0,747	0,754	0,760	0,766	0,772	0,778	0,783
	20,9	0,753	0,751	0,748	0,755	0,762	0,768	0,773	0,779	0,784
	21,0	0,753	0,751	0,749	0,756	0,762	0,768	0,774	0,779	0,785

Hodnoty kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{R_{s_{icr}}}$ v tab. 4.1 byly převzaty z normy ČSN 730540-2 a dle normy k návrhové relativní vlhkosti vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50 \%$ byla připočtena bezpečnostní vlhkostní přírážka $\Delta\varphi_i = 5 \%$. Z toho plyne, že:

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + 100 \cdot \Delta\varphi_r \cdot (\theta_e + 5) + \Delta\varphi_i = 50 + 100 \cdot 0,01 \cdot (-15 + 5) + 5 = 45\%$$

minimálně však:

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i - 10 + \Delta\varphi_i = 50 - 10 + 5 = 45\%$$

Dle Tab 4.3 převzaté z ČSN 730540-2:

$$f_{R_{s_{icr}}} = \mathbf{0,744} \text{ (pro } \theta_{ai} = 20 \text{ }^\circ\text{C a } \varphi_{i,r} = 45 \text{ \%)}$$

$$f_{R_{s_{icr}}} = \mathbf{0,749} \text{ (pro } \theta_{ai} = 21 \text{ }^\circ\text{C a } \varphi_{i,r} = 45 \text{ \%)}$$

Pro prostory v nichž je prokazatelně a trvale upravována vlhkost vzduchu vztudchotechnikou při návrhové relativní vlhkosti vnitřního vzduchu $\varphi_i = 50 \%$ získáme hodnoty relativní vlhkosti vzduchu ze vzorce (11) a kritický teplotní faktor spočítáme ze vzorce (10).

$$\varphi_{i,r} = \varphi_i + \Delta\varphi_i = 50 + 5 = 55\%$$

$$f_{R_{si,cr}} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \times \theta_{ai}}{\theta_{ai} - \theta_{ex}} \cdot \frac{1}{1,1 - 17,269 / \ln(\frac{\varphi_{i,r}}{\varphi_{si,cr}})}$$

$$f_{R_{si,cr}} = 1 - \frac{237,3 + 2,1 \times 20}{20 - (-15)} \cdot \frac{1}{1,1 - \frac{17,269}{\ln(\frac{55}{80})}} = \mathbf{0,831}$$

$$f_{R_{s_{icr}}} = \mathbf{0,831} \text{ (pro } \theta_{ai} = 20 \text{ }^\circ\text{C a } \varphi_{i,r} = 55 \text{ \%)}$$

$$\text{dle vzorce (4) } f_{R_{si,N}} = f_{R_{s_{icr}}} \Rightarrow f_{R_{si,N}} = f_{R_{s_{icr}}} = \mathbf{0,831} \text{ (pro } \theta_{ai} = 20 \text{ }^\circ\text{C a } \varphi_{i,r} = 55 \text{ \%)}$$

$$[f_{R_{si,N}} = f_{R_{s_{icr}}} + \Delta f_{R_{si}} = 0,789 + 0,030 = \mathbf{0,819} \text{ (pro } \theta_{ai} = 20 \text{ }^\circ\text{C a } \varphi_{i,r} = 55 \text{ \%)}]$$

dle zrušené normy ČSN 730540-2 z roku 2007)]

$$f_{R_{si,N}} = f_{R_{s_{icr}}} = \mathbf{0,834} \text{ (pro } \theta_{ai} = 21 \text{ }^\circ\text{C a } \varphi_{i,r} = 55 \text{ \%)}$$

$$[f_{R_{si,N}} = f_{R_{s_{icr}}} + \Delta f_{R_{si}} = 0,793 + 0,030 = \mathbf{0,823} \text{ (pro } \theta_{ai} = 21 \text{ }^\circ\text{C a } \varphi_{i,r} = 55 \text{ \%)} \text{ dle zrušené normy ČSN 730540-2 z roku 2007)]$$

Ze vzorce $f_{R_{si}} \geq f_{R_{si,N}}$ (8) pak plyne, že posuzované konstrukce musí mít nejnížší hodnotu teplotního faktoru nejvýše rovnu hodnotě 0,831 (pro $\theta_{ai} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ a $\varphi_{i,r} = 55 \text{ \%}$) a hodnotě 0,834 (pro $\theta_{ai} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ a $\varphi_{i,r} = 55 \text{ \%}$) pro prostory v nichž je trvale a prokazatelně upravována vlhkost vzduchu. Pro ostatní prostory musí mít nejnížší hodnotu teplotního faktoru nejvýše rovnu hodnotě 0,744 (pro $\theta_{ai} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ a $\varphi_{i,r} = 45 \text{ \%}$) a hodnotě 0,749 (pro $\theta_{ai} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ a $\varphi_{i,r} = 45 \text{ \%}$).

Obvodová stěna zhotovená z tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Righitherm 140 má při návrhové venkovní teplotě vzduchu $\theta_e = -15 \text{ }^\circ\text{C}$ a vnitřní návrhové teplotě vzduchu $\theta_{ai} = 20 \text{ }^\circ\text{C}$ a $\theta_{ai} = 21 \text{ }^\circ\text{C}$ hodnotu teplotního faktoru $f_{R_{si}} = 0,940$. Obvodová stěna zhotovená z tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního

zateplení Rigitheřm 160 má při návrhové venkovní teplotě vzduchu $\theta_e = -15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a vnitřní návrhové teplotě vzduchu $\theta_{ai} = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a $\theta_{ai} = 21\text{ }^{\circ}\text{C}$ hodnotu teplotního faktoru $f_{Rsi} = 0,948$.

$$\begin{aligned} f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} &\Rightarrow 0,940 \geq 0,831 \text{ (pro } \theta_{ai} = 20\text{ }^{\circ}\text{C a } \varphi_{i,r} = 55\text{ \%)} && \dots \text{ vyhovuje} \\ f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} &\Rightarrow 0,940 \geq 0,744 \text{ (pro } \theta_{ai} = 20\text{ }^{\circ}\text{C a } \varphi_{i,r} = 45\text{ \%)} && \dots \text{ vyhovuje} \\ f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} &\Rightarrow 0,948 \geq 0,834 \text{ (pro } \theta_{ai} = 21\text{ }^{\circ}\text{C a } \varphi_{i,r} = 55\text{ \%)} && \dots \text{ vyhovuje} \\ f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} &\Rightarrow 0,948 \geq 0,749 \text{ (pro } \theta_{ai} = 21\text{ }^{\circ}\text{C a } \varphi_{i,r} = 45\text{ \%)} && \dots \text{ vyhovuje} \end{aligned}$$

Z vypočítaných hodnot vyplývá, že posuzovaná konstrukce splňuje požadavek na nejnižší teplotní faktor vnitřního povrchu. Tím je dle normy dokázáno, že na posuzovaném obvodové stěně nedochází ke kondenzaci vlhkosti a růstu plísní na vnitřním povrchu konstrukce obvodové stěny.

Teplotní faktory vnitřního povrchu byly spočítány také pro kritická místa obálkové konstrukce v jednotlivých detailech. Spočtené hodnoty jsou uvedeny v tab. 4.4 (str. 71) a tab. 4.5 (str. 72). Obalová konstrukce splňuje požadavek teplotní faktor vnitřního povrchu i v kritických místech posuzovaných detailů.

4.2.3 Šíření vlhkosti konstrukcí

Pro stavební konstrukci, u které kondenzace vodní páry uvnitř neohroží její požadovanou funkci, se požaduje omezení roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c v $\text{kg}/(\text{m}^2\text{a})$ tak, aby splňovalo podmínku:

$$M_c \leq M_{c,N} \quad (14)$$

kde M_c je roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $[\text{kg}/(\text{m}^2\text{a})]$

$M_{c,N}$ je normová hodnota maximálního ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce $[\text{kg}/(\text{m}^2\text{a})]$

- a) Pro konstrukce se zabodovanými dřevěnými prvky, vnějším zateplovacím systémem, obkladem, nebo konstrukcí s difúzně málo propustnými vnějšími povrchovými vrstvami a pro jednoplášťové střechy je normová hodnota $M_{c,N}$ stanovena jednou z nižších hodnot:

$$M_{c,N} = 0,1\text{ kg}/(\text{m}^2\text{a}) \text{ nebo } 3\text{ \% plošné hmotnosti materiálu}$$

- b) Pro ostatní konstrukce, sem spadá i posuzovaná obvodová stěna zhotovená z tvárnic Betong se systémem vnitřního zateplení, je normová hodnota $M_{c,N}$ stanovena jednou z nižších hodnot:

$$M_{c,N} = 0,5\text{ kg}/(\text{m}^2\text{a}) \text{ nebo } 5\text{ \% plošné hmotnosti materiálu}$$

Obvodová stěna zhotovená z tvárnic Betong 20 bez uvažování vnitřního zateplení má hmotnost $188\text{ kg}/\text{m}^2$, z toho plyne, že 5 % plošné hmotnosti materiálu je 9,4 kg. Po dosazení zjistíme:

$$M_{c,N} = 0,5\text{ kg}/(\text{m}^2\text{a}) \text{ nebo } 9,4\text{ kg}/(\text{m}^2\text{a})$$

Dle normy počítáme s nižší z hodnot, proto:

$$M_{c,N} = 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{a})$$

$$M_c \leq M_{c,N} \Rightarrow M_c \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{a})$$

Současně se splněním požadavku na maximální ročního množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce je požadováno i splnění požadavku na roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce. Požadavek stanovuje, že roční množství zkondenzované vodní páry uvnitř konstrukce M_c musí být menší než roční množství vypařené páry M_{ev} .

$$M_c < M_{ev} \quad (15)$$

kde M_{ev} je roční množství vypařené vodní páry uvnitř konstrukce [$\text{kg}/(\text{m}^2\text{a})$]

Pro konstrukce s větranou vzduchovou vrstvou se ještě požaduje splnit požadavek na maximální relativní vlhkost vzduchu proudící v této vrstvě φ_{cv} , kde $\varphi_{cv} < 90 \%$. Posuzovaná obvodová konstrukce však nemá provětrávanou vzduchovou mezeru, a proto splnění tohoto požadavku jsem neposuzoval.

Posouzení 1D šíření vodní páry konstrukcí dle ČSN 730540 bylo provedeno pro jednotlivé varianty skladeb obvodové konstrukce v programu Teplo. Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788 bylo provedeno nejenom pro skladbu obvodové konstrukce v ploše, ale byly také posuzovány jednotlivé detaily v programu Area a Cube3D.

Parametry pro vzduch v interiéru byly uvažovány pro bytovou a občanskou výstavbu. Návrhová teplota vzduchu je 20°C a návrhová relativní vlhkost vzduchu je 50% . Návrhová teplota vnějšího vzduchu byla uvažována -15°C (pro oblast Frýdek Místek). Pro výpočet bilance vodní páry podle ČSN EN ISO 13788 byly uvažovány průměrné měsíční parametry pro Frýdek Místek.

Pro hodnocení kondenzace vodní páry byl použit tepelný odpor na vnější straně $0,04 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$ a na vnitřní straně $0,25 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$.

1D posouzení v programu Teplo obvodové stěny zhotovené z tvárnic Betong 20 a tepelné izolace Rigitherm 140 lepené celoplošně z interiéru (skladba konstrukce je stejná jako při zjišťování součinitele prostupu tepla v kapitole 4.2.1, str. 33).

Součinitel difúzního odporu μ stěny tvárnice Betong byla počítán v laboratoři na Ústavu technologie stavebních hmot a dílců na VUT FAST v Brně.

Zkouška byla prováděna dle ČSN EN ISO 12572 – Tepelně vlhkostní chování stavebních materiálů – Stanovení prostupu vodní páry [45]. Měření bylo prováděno v klimatizační skříni. Dále bylo použito mikrometrické měřítko, váhy a zkušební misky. Všechna použitá zkušební zařízení byla řádně ověřena nebo kalibrována.

Z dodaných tvarovek Betong byla vrtáním připravena tři zkušební tělesa (obr. 4.8) o průměru 100 mm a tloušťce stěny tvarovky cca 20 mm . Zkušební tělesa byla před zkoušením uložena v laboratorním prostředí za předepsaných podmínek.

Zkouška prostupu vodních par u vzorků 1, 2, 3 byla provedena a vyhodnocena podle citované ČSN EN ISO 12572. Výsledky zkoušky prostupu vodních par jsou uvedeny v tab. 4.2. Zjištěná hodnota součinitele difúzního odporu μ byla zaokrouhlena 0,01 [-].

Tab. 4.2 Výsledky stanovení součinitele difúzního odporu

Označení	Označení výrobce	Ekvivalentní difúzní odpor r_d [m]	Tloušťka vzorku [mm]	Součinitel difúzního odporu μ [-]	Objemová hmotnost ρ_v [kg m ⁻³]
Vzorek 1	Tvarovky Betong	0,455	19,81	22,99	1899,9
Vzorek 2		0,413	19,92	20,75	1925,3
Vzorek 3		0,457	19,89	22,87	1915,4
Průměr		0,442	19,87	22,21	1913,5



Obr. 4.8 Pohled na zkušební těleso připravené na vložení do klimatizační skříně

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540 (výstup z programu Teplo):

(bez vlivu zabudované vlhkosti, sluneční radiace a se zanedbáním difúzního odporu lepidla spojující sádkokartonovou desku a polystyren ze strany interiéru). Je počítáno s vlhkostí vzduchu v interiéru 55 % (k vlhkosti vzduchu v interiéru je připočtena bezpečnostní přírážka 5 %).

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	e
teplota [°C]:	17,9	17,4	-12,1	-12,1	-14,7
p [Pa]:	1285	1269	436	424	138
p _{sat} [Pa]:	2049	1988	215	215	170

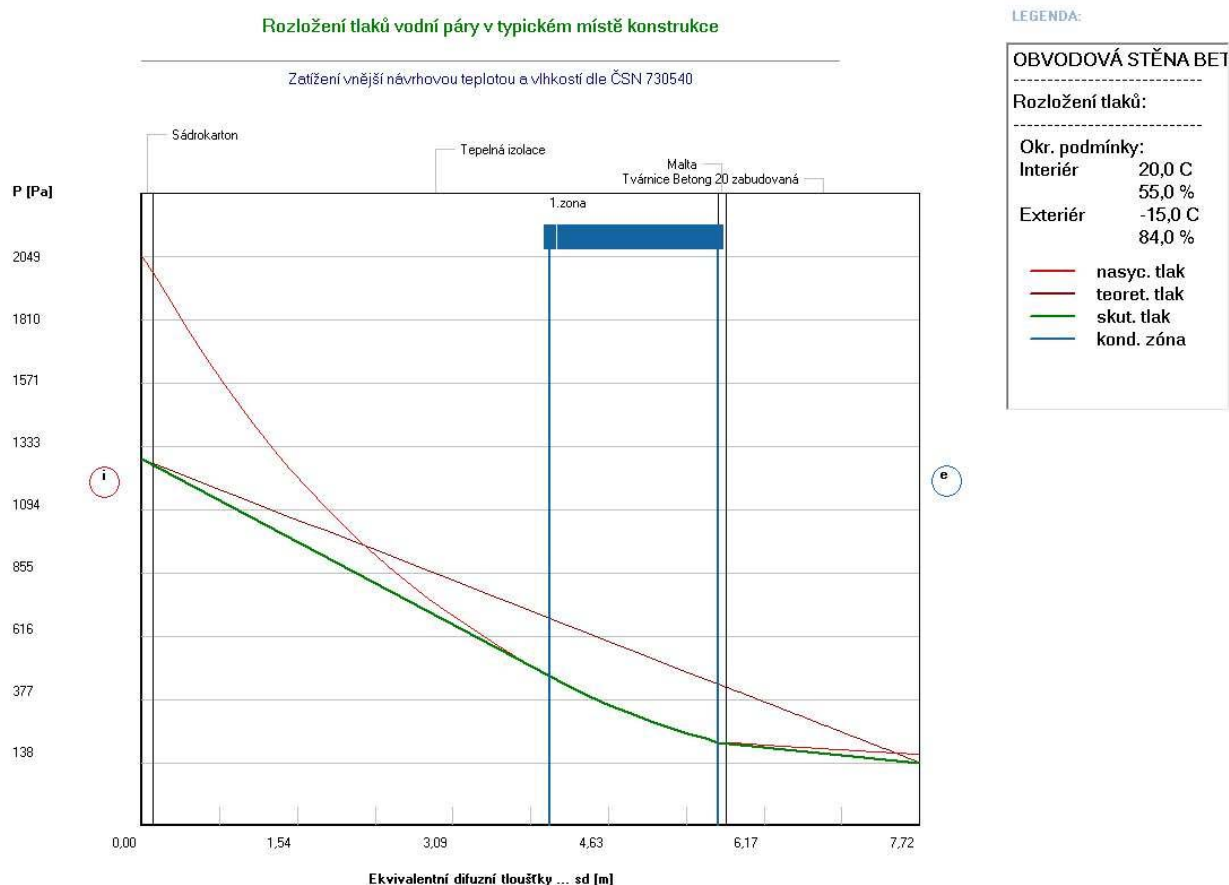
Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond. zóna číslo	Hranice kondenzační zóny [m] levá	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
1	0,1109	0,1525	$3,292 \cdot 10^{-8}$

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M_c : 0,079 kg/(m²a)

Množství vypařitelné vodní páry M_{ev} : 1,155 kg/(m²a)

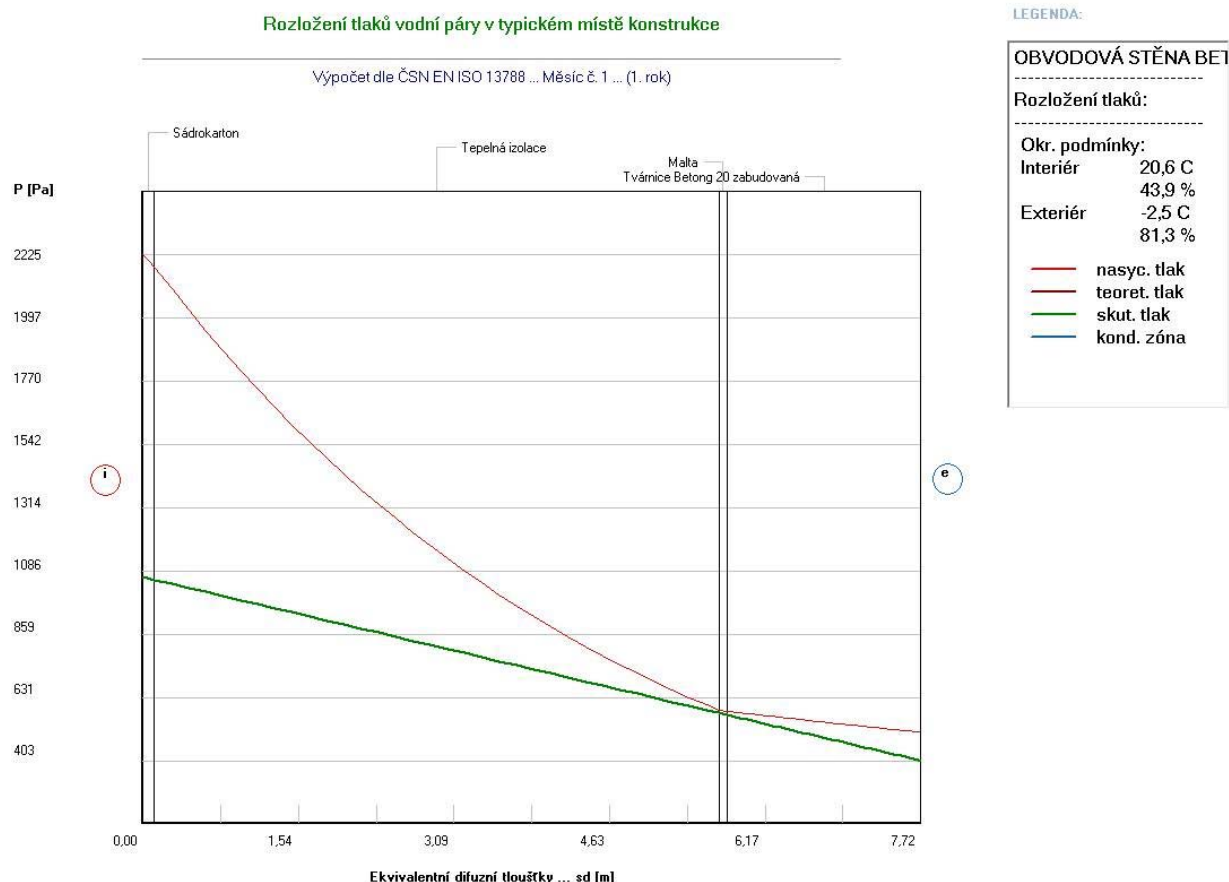


Obr. 4.9 Rozložení tlaků vodní páry v obvodové konstrukci dle ČSN 730540

Bilance zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788:

Roční cyklus č. 1:

V konstrukci nedochází během modelového roku ke kondenzaci.



Obr. 4.10 Rozložení tlaků vodní páry v obvodové konstrukci dle ČSN EN ISO 13788

$$M_c = 0,079 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{a})$$

$$M_c \leq M_{c,N} \Rightarrow 0,079 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{a}) \leq 0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{a})$$

... vyhovuje

$$M_c < M_{ev} \Rightarrow 0,079 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{a}) < 1,155 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{a})$$

... vyhovuje

Posouzení druhé varianty obvodové stěny s minimální doporučenou tepelnou izolací v tloušťce 160 mm (obvodová stěna Betong 20 + Rigitherm 160 - skladba konstrukce viz. kap. 4.2.1, str. 37).

Difuze vodní páry v návrhových podmínkách a bilance vlhkosti dle ČSN 730540:

(bez vlivu zabudované vlhkosti, sluneční radiace a se zanedbáním difuzního odporu lepidla spojující sádrokartonovou desku a polystyren ze strany interiéru). Je počítáno s vlhkostí vzduchu v interiéru 55 % (k vlhkosti vzduchu v interiéru je připočtena bezpečnostní přírážka 5 %).

Průběh teplot a tlaků v návrhových okrajových podmínkách:

rozhraní:	i	1-2	2-3	3-4	4-5	e
teplota [°C]:	18,2	17,8	-11,1	-12,2	-14,4	-14,7
p [Pa]:	1285	1270	416	415	158	138
p _{sat} [Pa]:	2088	2035	235	213	175	169

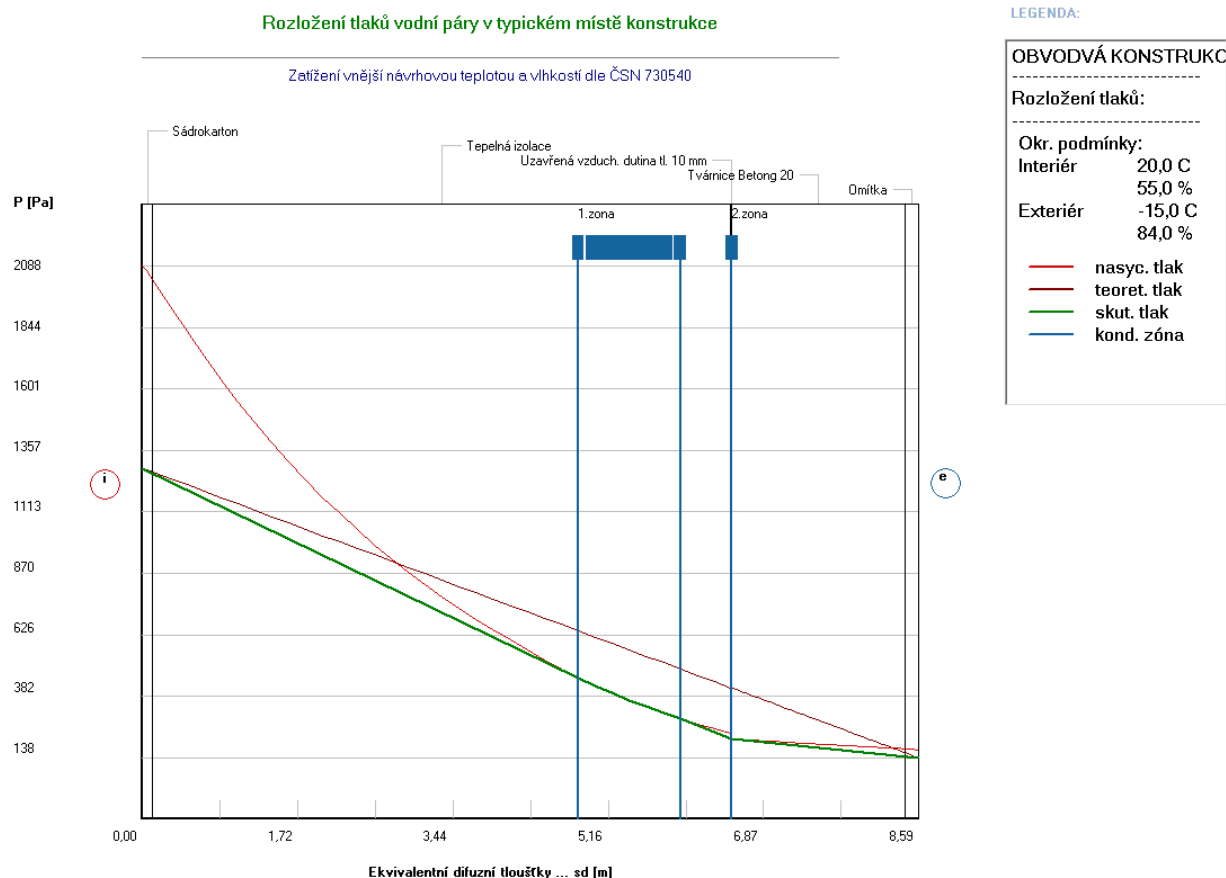
Při venkovní návrhové teplotě dochází v konstrukci ke kondenzaci vodní páry.

Kond. zóna číslo	Hranice kondenzační zóny [m] levá	pravá	Kondenzující množství vodní páry [kg/(m ² s)]
1	0,1303	0,1585	$5,957 \cdot 10^{-9}$
2	0,1825	0,1825	$2,117 \cdot 10^{-8}$

Celoroční bilance vlhkosti:

Množství zkondenzované vodní páry M_c : 0,059 kg/(m²a)

Množství vypařitelné vodní páry M_{ev} : 1,097 kg/(m²a)



Obr. 4.11 Rozložení tlaků vodní páry v obvodové konstrukci dle ČSN 730540

$$M_c = 0,059 \text{ kg/(m}^2\text{a)}$$

$$M_c \leq M_{c,N} \Rightarrow 0,059 \text{ kg/(m}^2\text{ a)} \leq 0,5 \text{ kg/(m}^2\text{ a)}$$

$$M_c < M_{ev} \Rightarrow 0,059 \text{ kg/(m}^2\text{ a)} < 1,097 \text{ kg/(m}^2\text{ a)}$$

... vyhovuje

... vyhovuje

Z 1D posouzení jednotlivých variant obvodové stěny zhotovené z tvárnice Betong 20 s aplikovaným vnitřním zateplením vyplývá, že v konstrukci při posouzení dle ČSN 730540 dochází při daných okrajových podmínkách ke kondenzaci vodní páry. Celoroční množství zkondenzované vodní páry v konstrukci splňuje požadavek normy na maximální přípustné množství zkondenzované vodní páry a požadavek na roční bilanci zkondenzované a vypařené vodní páry. S rostoucí tloušťkou vnitřního zateplení klesá maximální množství zkondenzované vodní páry. Při 1D posouzení byla zanedbána sluneční radiace a difuzní odpor lepidla spojující sádkartonovou desku a tepelnou izolaci z polystyrenu.

Při bilanci zkondenzované a vypařené vlhkosti dle ČSN EN ISO 13788 v ploše posuzovaných variantách obvodové stěny nedochází během modelového roku ke kondenzaci.

Bilance zkondenzované a vypařené páry dle ČSN EN ISO 13788 byla provedena také na kritických detailech obvodové stěny, které jsou popsány v následující kapitole. Na kondenzaci vodní páry byl nejkritičtější spoj obvodové stěny a stropní konstrukce. V detailu dochází ke kondenzaci vodní páry a její bilance je znázorněna na obr. 4.32. (str. 59) na konci modelového roku je detail suchý. Přestože detail splňuje požadavky normy, kondenzace vodní páry je již značná. Při provedení detailu dle mého doporučení a zvětšení tloušťky vnitřní izolace na min. 160 mm již ke kondenzaci v detailu nedochází. Bilance je znázorněna na obr. 4.52 (str. 69).

Z posuzovaných detailů vyplývá, že posuzované detaily obvodové konstrukce splňují požadavek bilance zkondenzované a vypařené páry dle ČSN EN ISO 13788. Při zvětšení tloušťky vnitřního zateplení se množství zkondenzované vodní páry uvnitř kondenzace snižuje a od tloušťky vnitřního zateplení 160 mm ke kondenzaci vodní páry uvnitř posuzovaných detailů nedochází. Z tohoto důvodu bych doporučil na výstavbu nového domu použít vnitřní zateplení o minimální tloušťce 160 mm.

4.2.4 Posuzované detaily

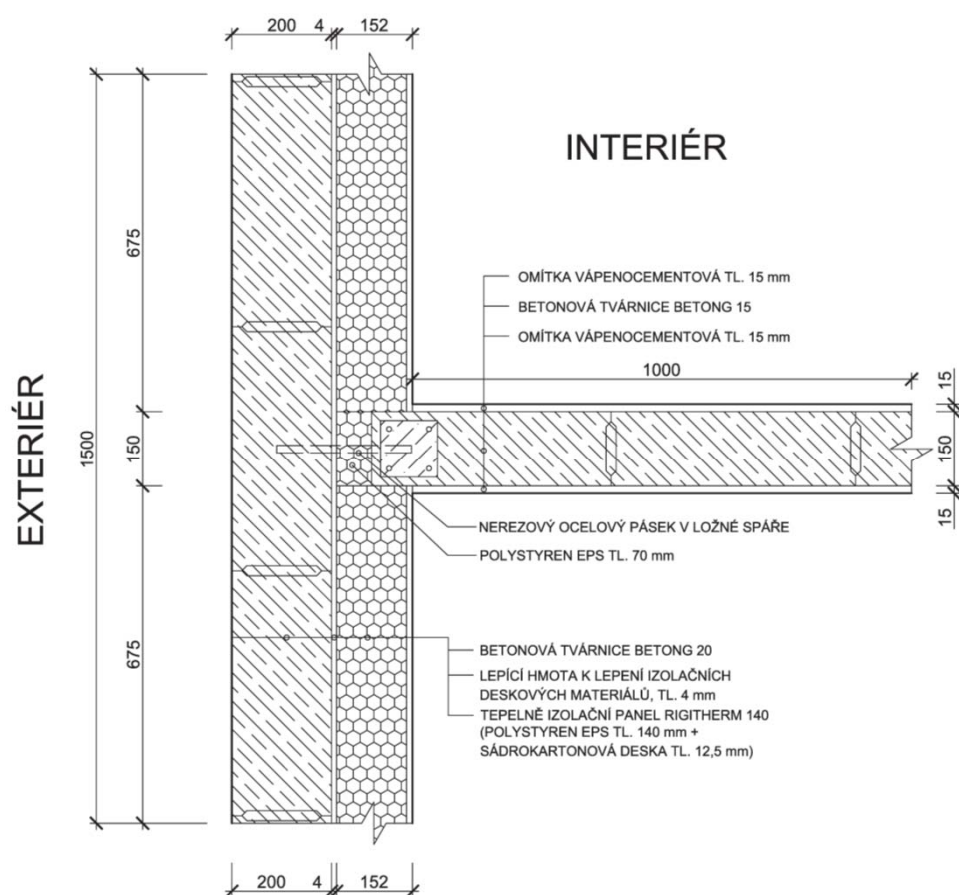
Posouzení bylo vyhotoveno v z hlediska požadavků ČSN 730540-2 v programu Teplo, Area (balík programů Stavební fyzika).

Parametry pro vzduch v interiéru byly uvažovány pro bytovou a občanskou výstavbu. Návrhová teplota vzduchu je 20 °C a relativní vlhkost vzduchu je 50 %.

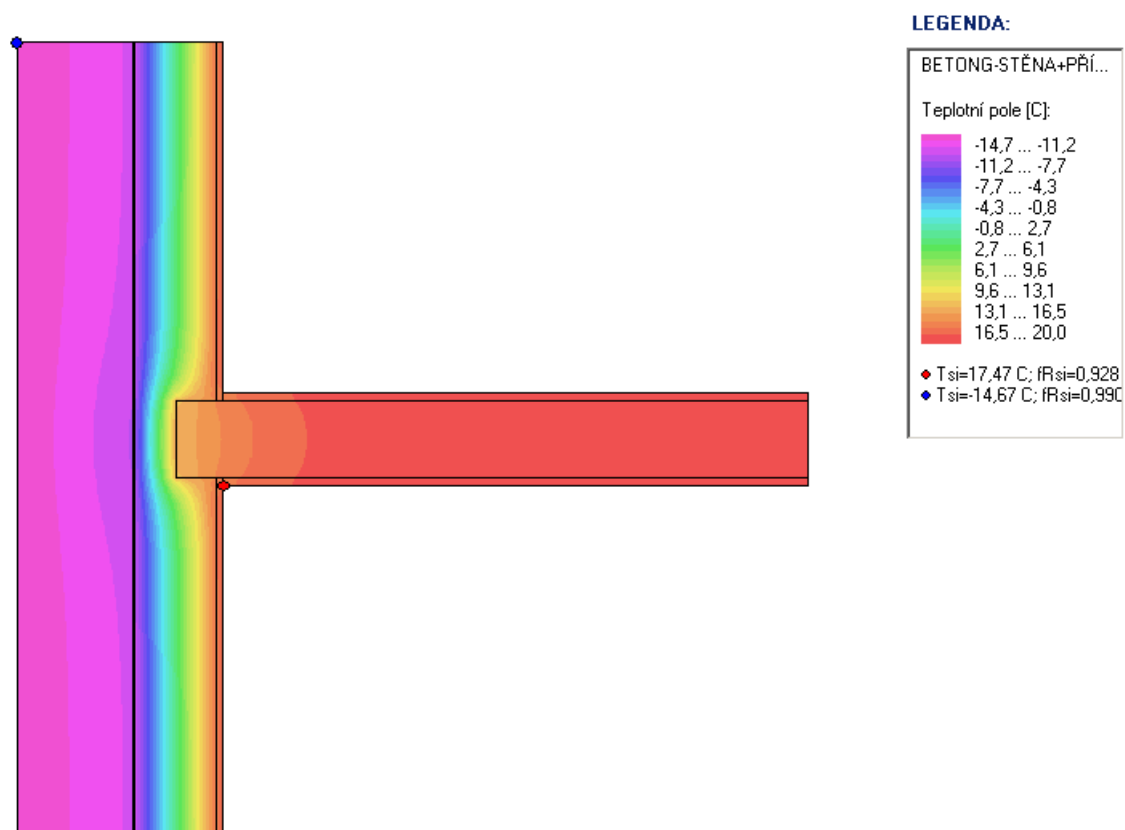
Návrhová teplota vnějšího vzduchu byla uvažována –15 °C (pro oblast Frýdek Místek).

Pro výpočet bilance vodní páry podle ČSN EN ISO 13788 byly uvažovány průměrné měsíční parametry pro Frýdek Místek (město u Pržna).

Pro hodnocení tepelného odporu při přestupu tepla byly použity hodnoty: na vnější straně $0,04 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$ a na vnitřní straně $0,13 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$. Pro hodnocení vnitřní povrchové teploty a kondenzace vodní páry byl použit tepelný odpor na vnější straně $0,04 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$ a na vnitřní straně $0,25 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$.



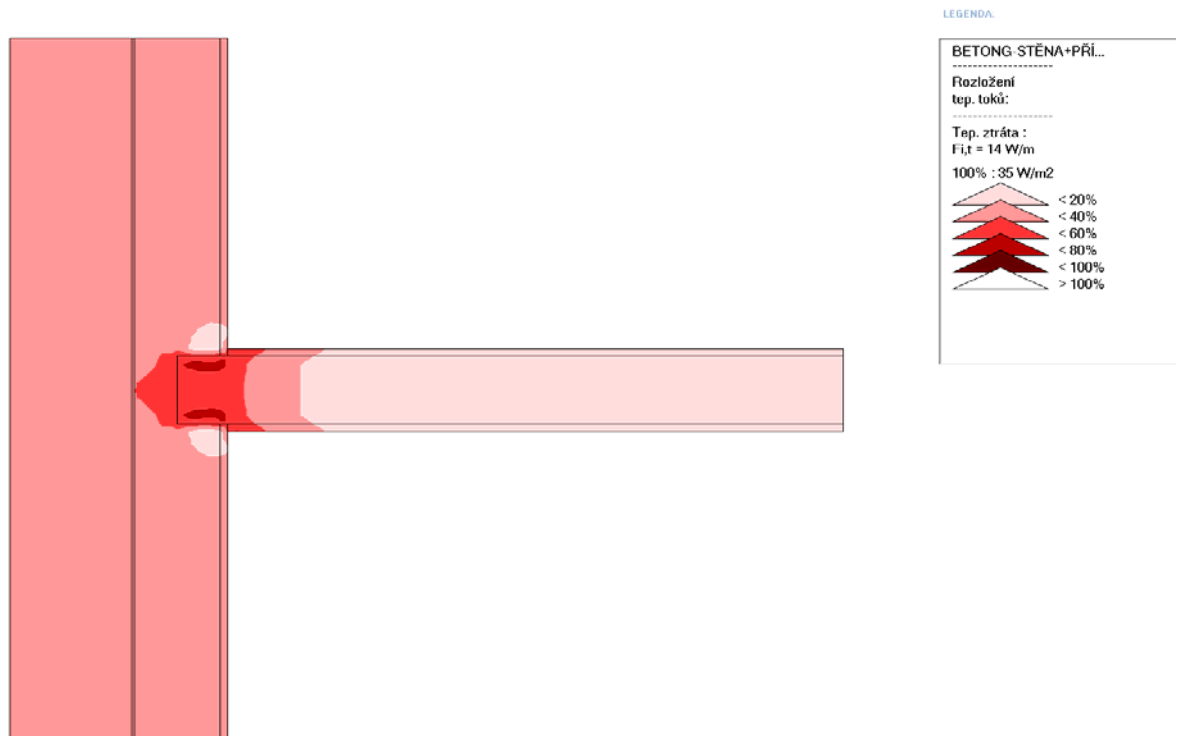
Obr. 4.12 Detail napojení příčky a obvodové stěny (RD Pržno)



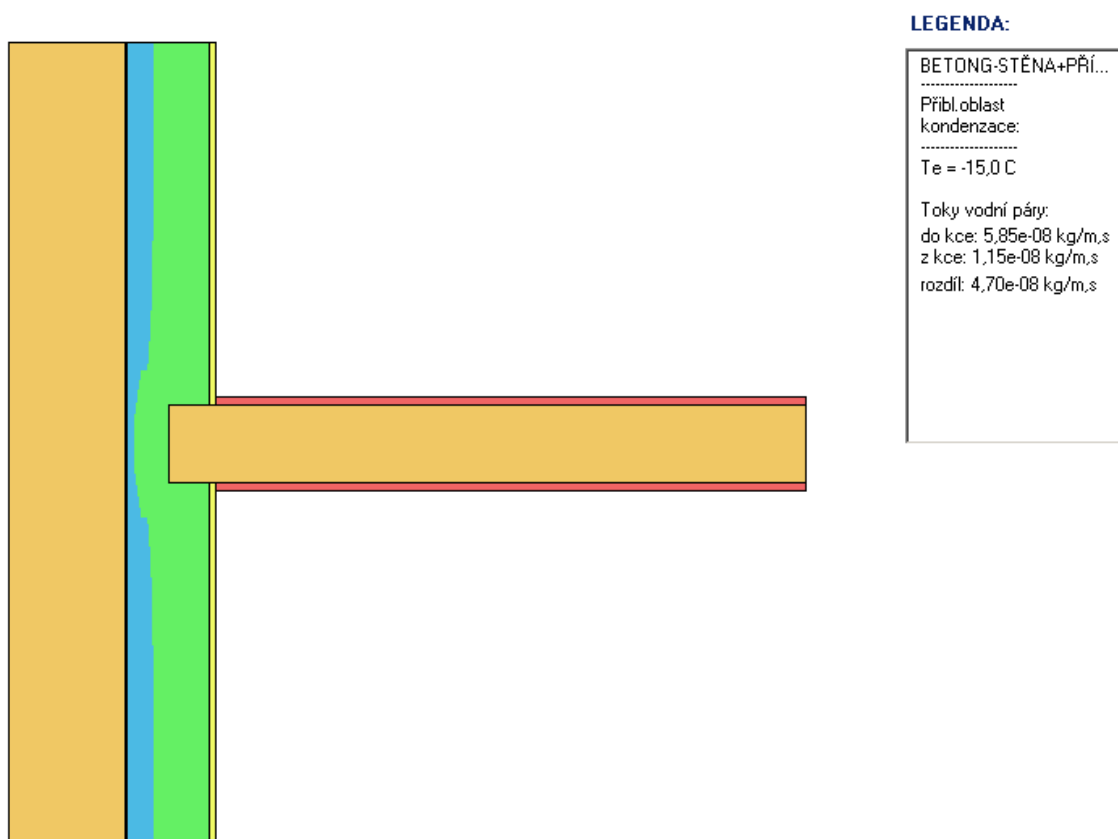
Obr. 4.13 Pole teplo-detail napojení příčky a obvodové stěny (RD Pržno)



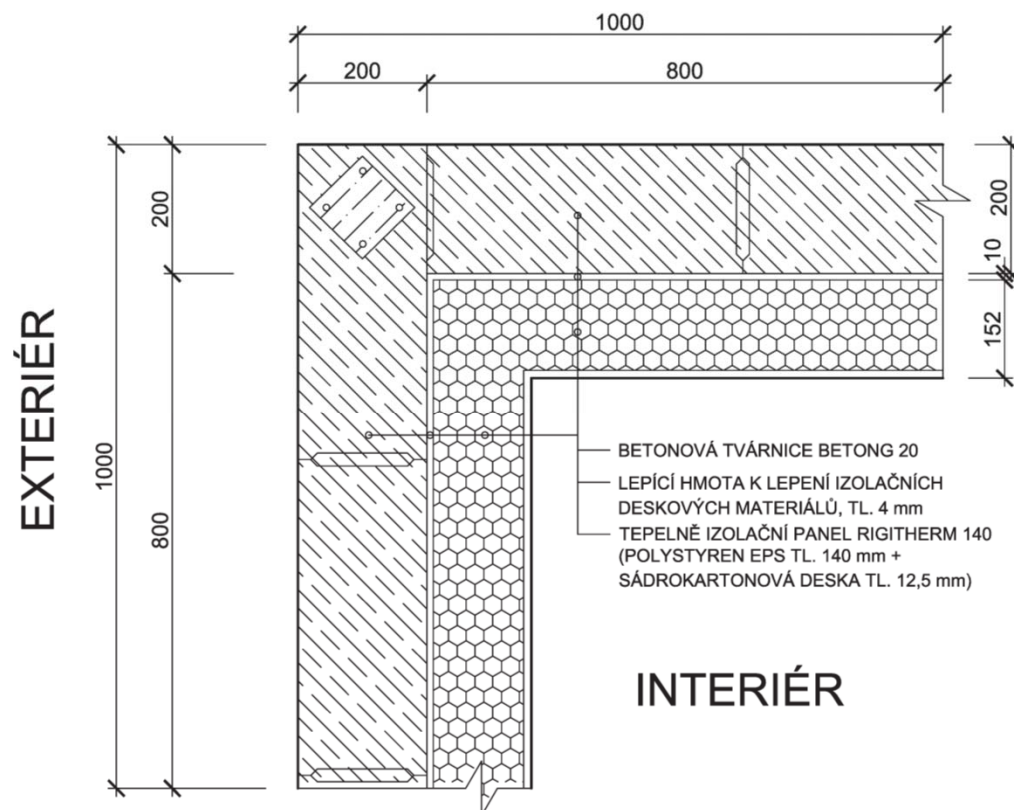
Obr. 4.14 Izotermy-detail napojení příčky a obvodové stěny (RD Pržno)



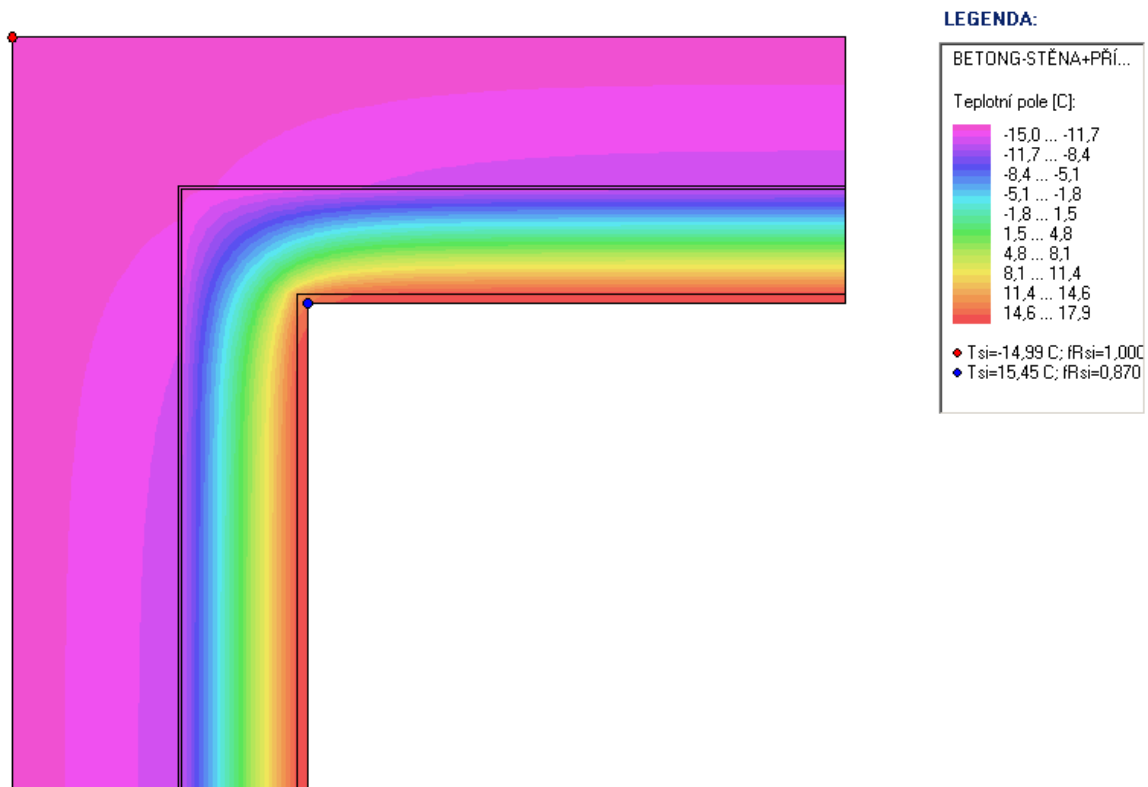
Obr. 4.15 Plošné rozložení tepelných toků-detail napojení příčky a obvodové stěny (RD Pržno)



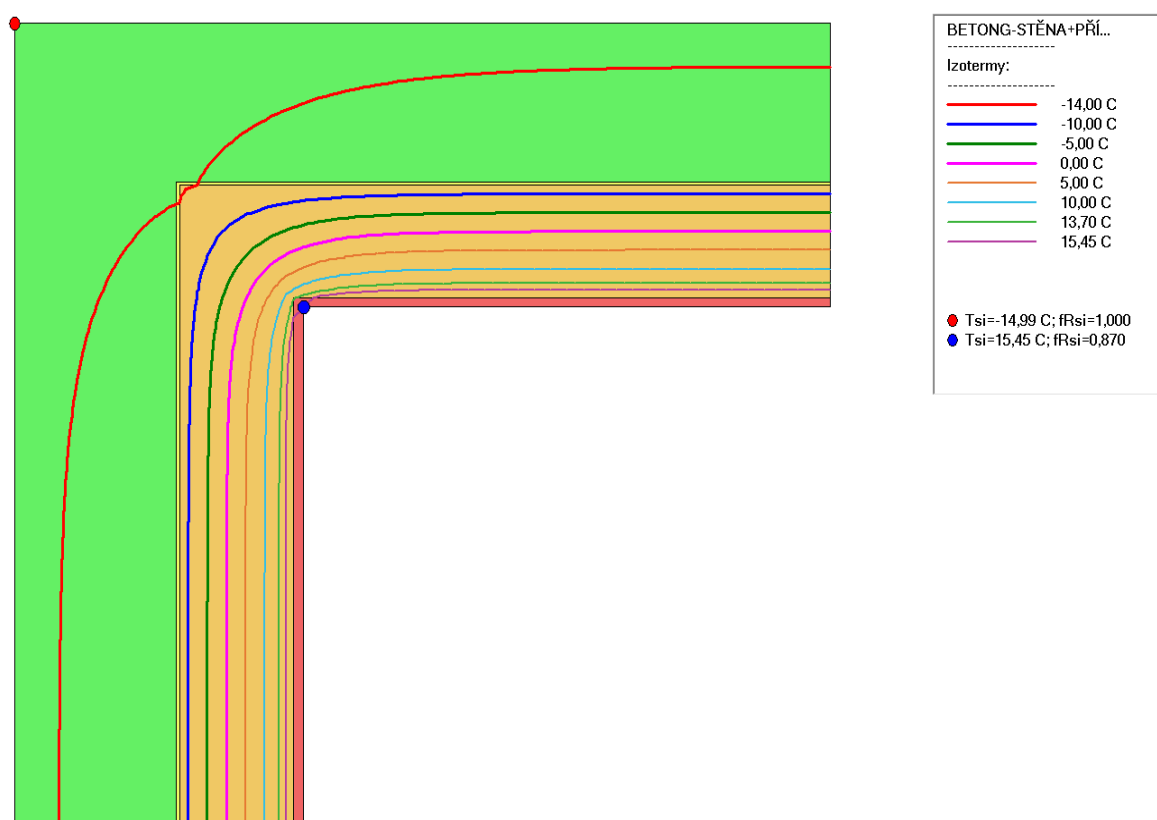
Obr. 4.16 Přibližná oblast kondenzace (znázorněna modře)-detail napojení příčky a obvodové stěny (RD Pržno)



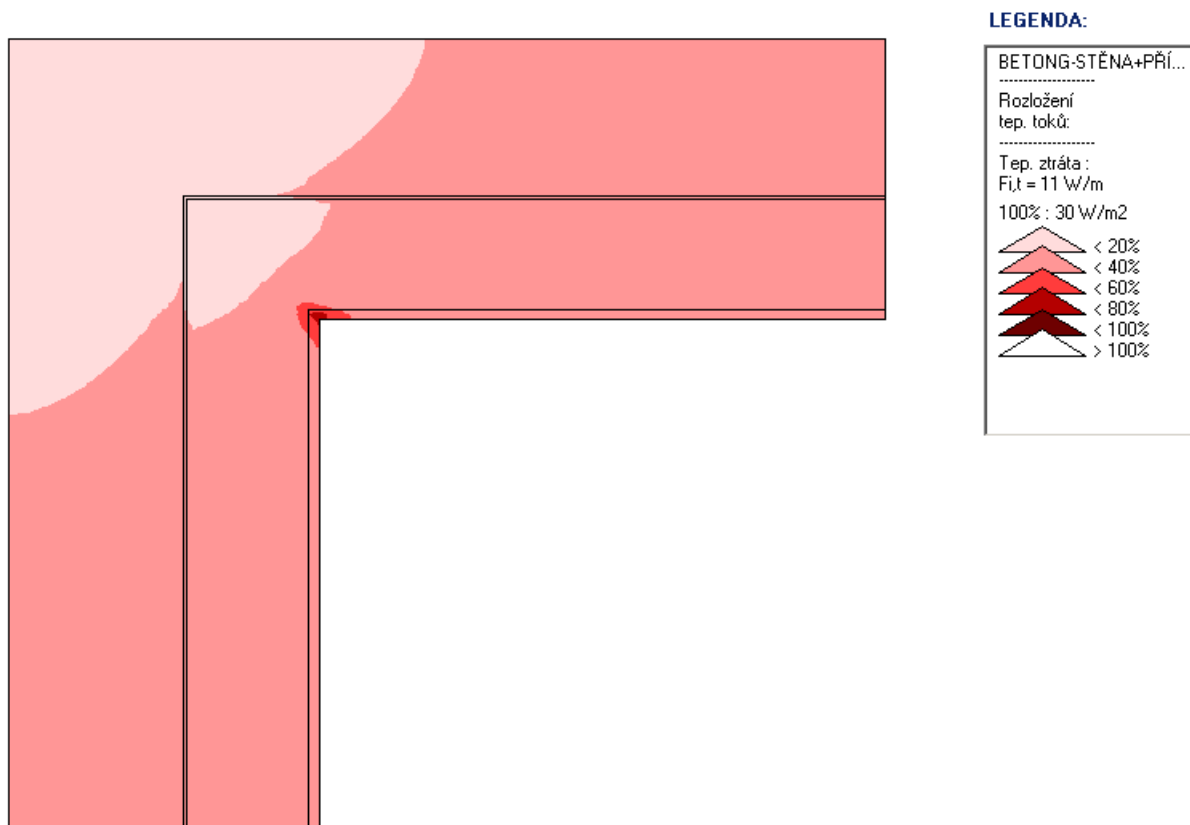
Obr. 4.17 Detail rohu obvodové stěny (RD Pržno)



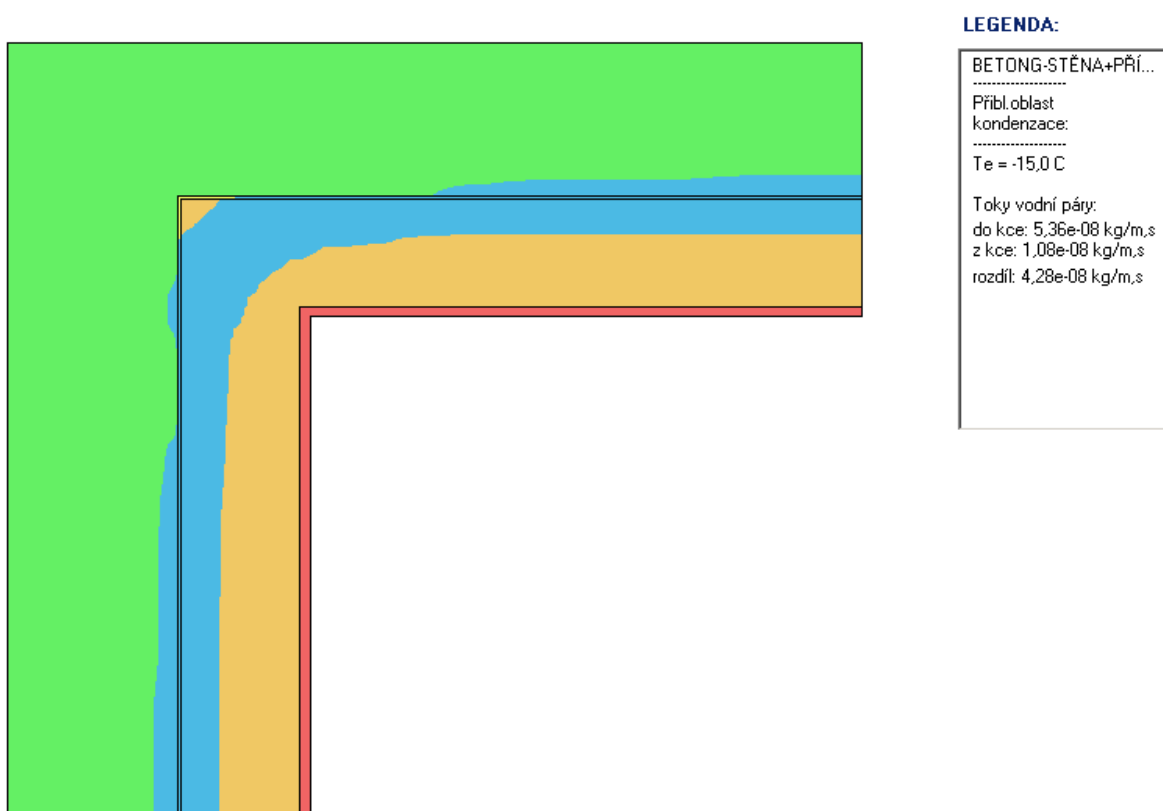
Obr. 4.18 Pole teplo-roh obvodové stěny (RD Pržno)



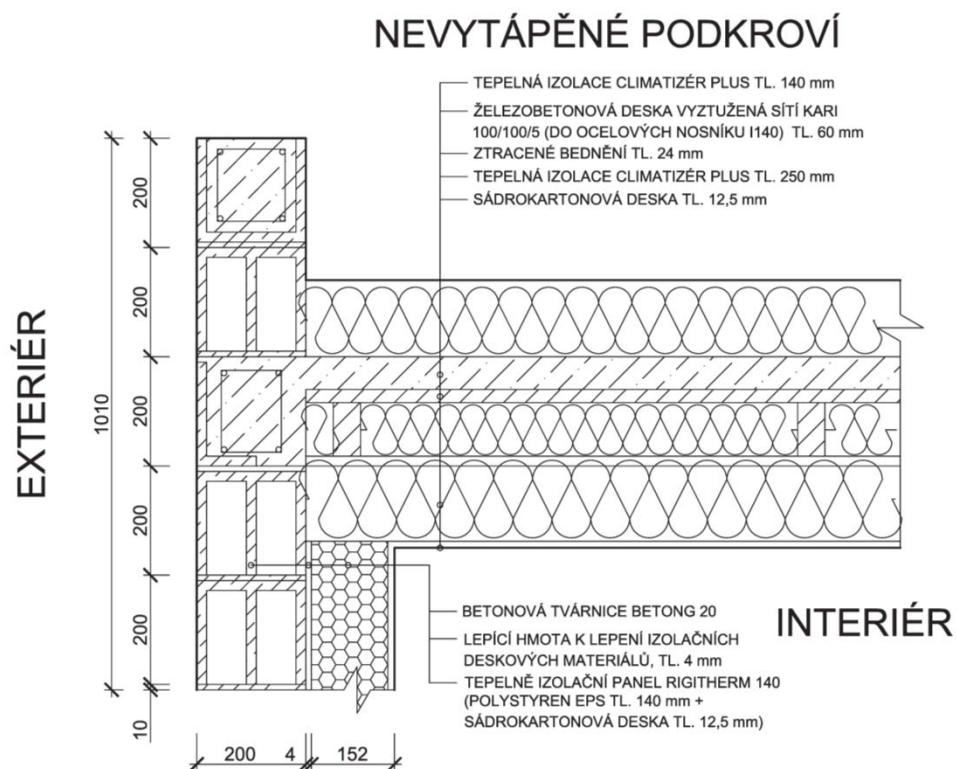
Obr. 4.19 Izotermy-roh obvodové stěny (RD Pržno)



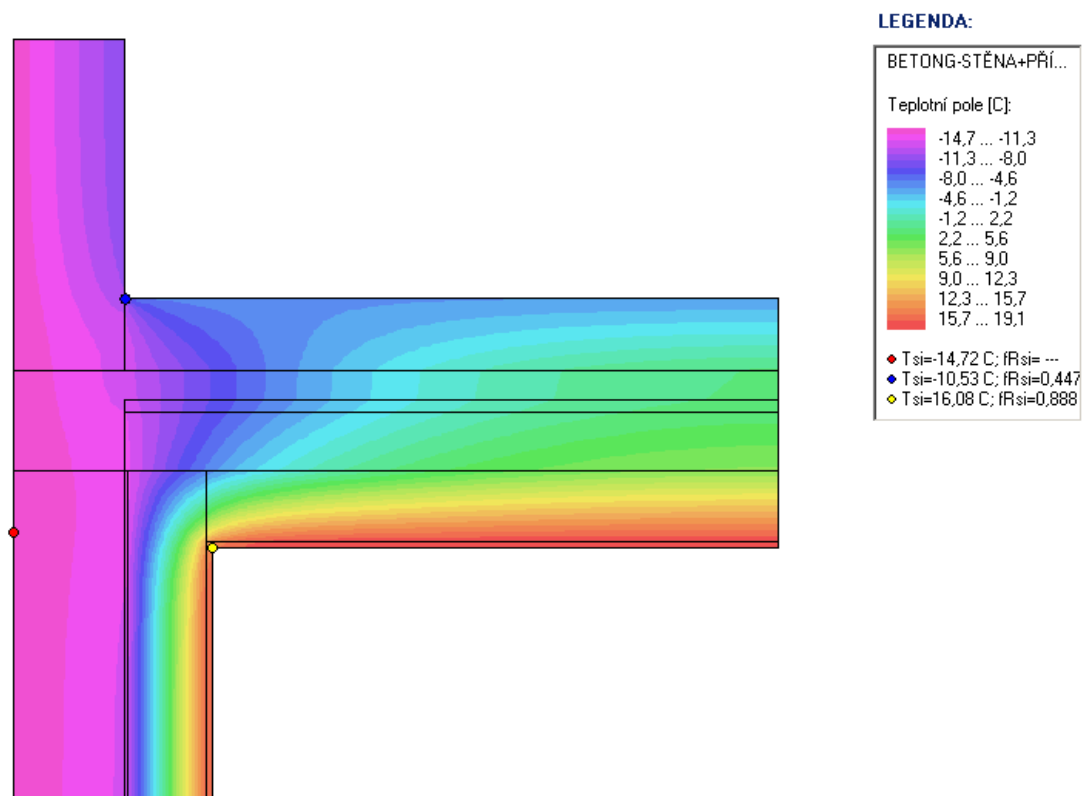
Obr. 4.20 Plošné rozložení tepelných toků-roh obvodové stěny (RD Pržno)



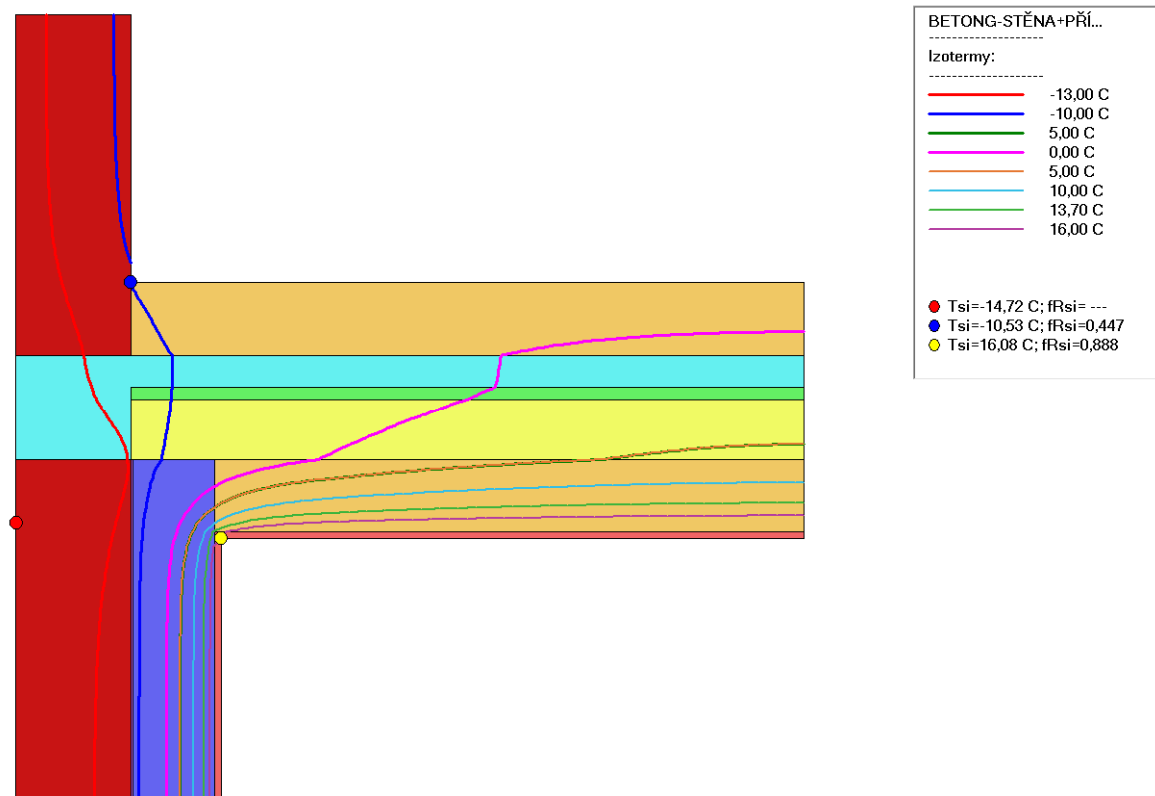
Obr. 4.21 Přibližná oblast kondenzace (znázorněna modře)-roh obvodové stěny (RD Pržno)



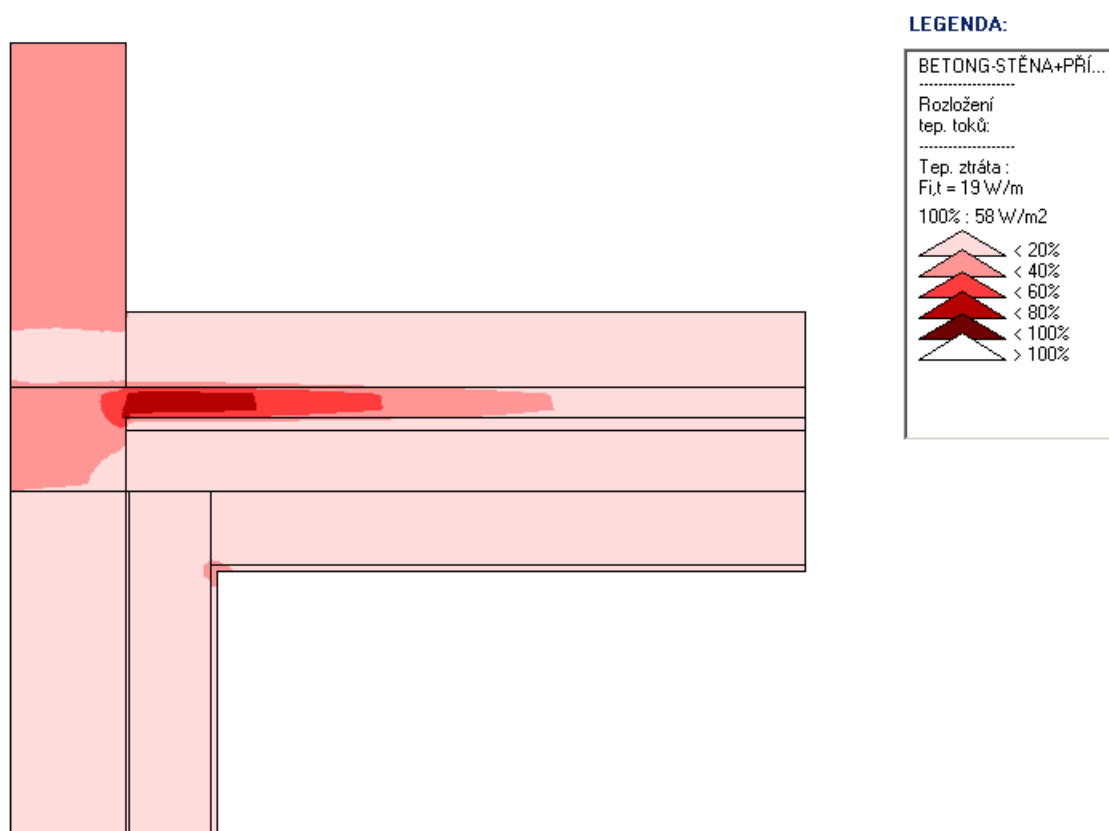
Obr. 4.22 Detail obvodové stěny a stropní konstrukce pod nevytápěným podkrovím (RD Pržno)



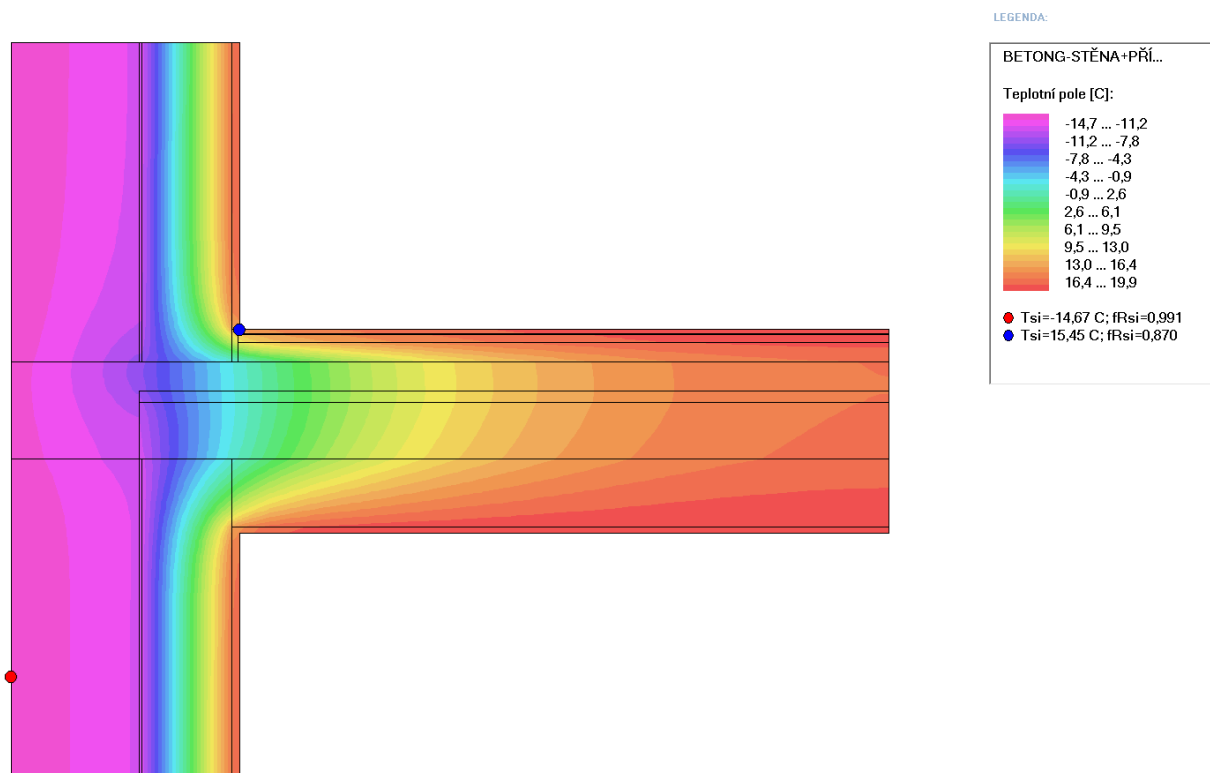
Obr. 4.23 Pole teplo-Detail obvodové stěny a stropní konstrukce pod nevytápěným podkrovím (RD Pržno)



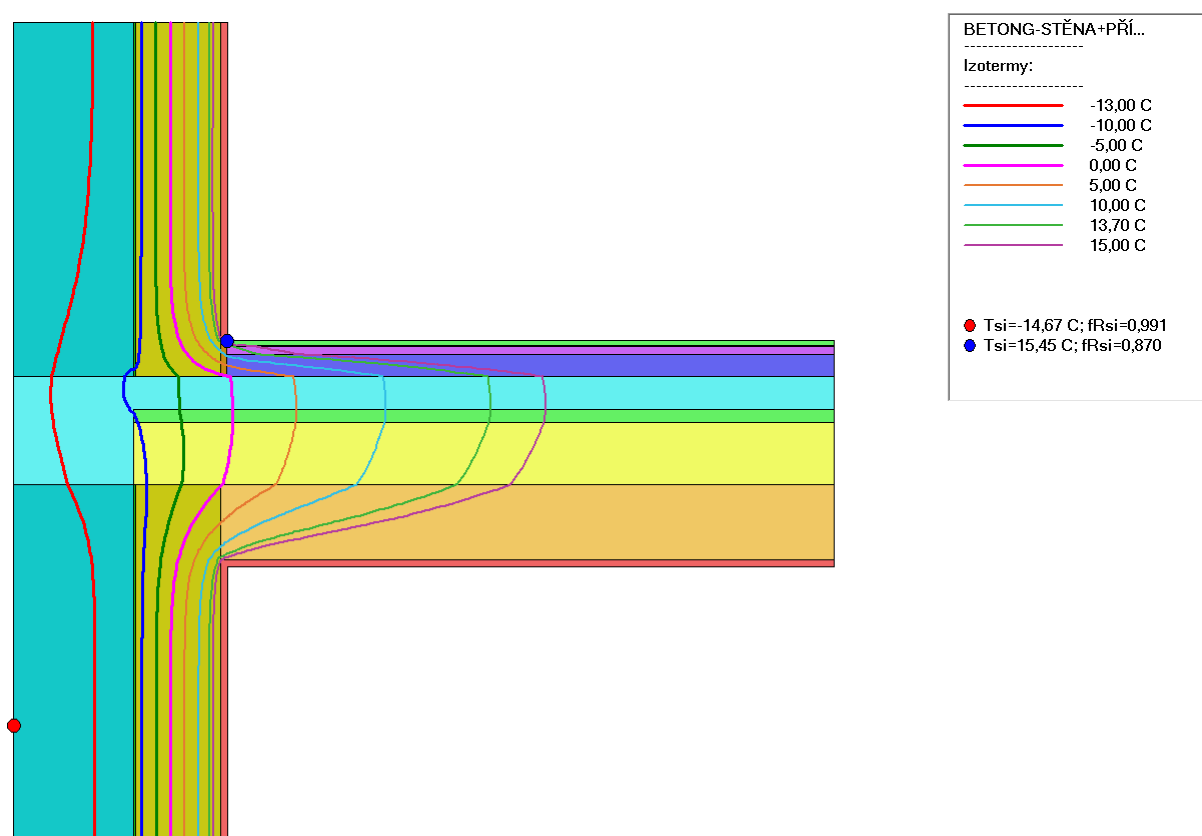
Obr. 4.24 Izotermy-Detail obvodové stěny a stropní konstrukce pod nevytápěným podkrovím (RD Pržno)



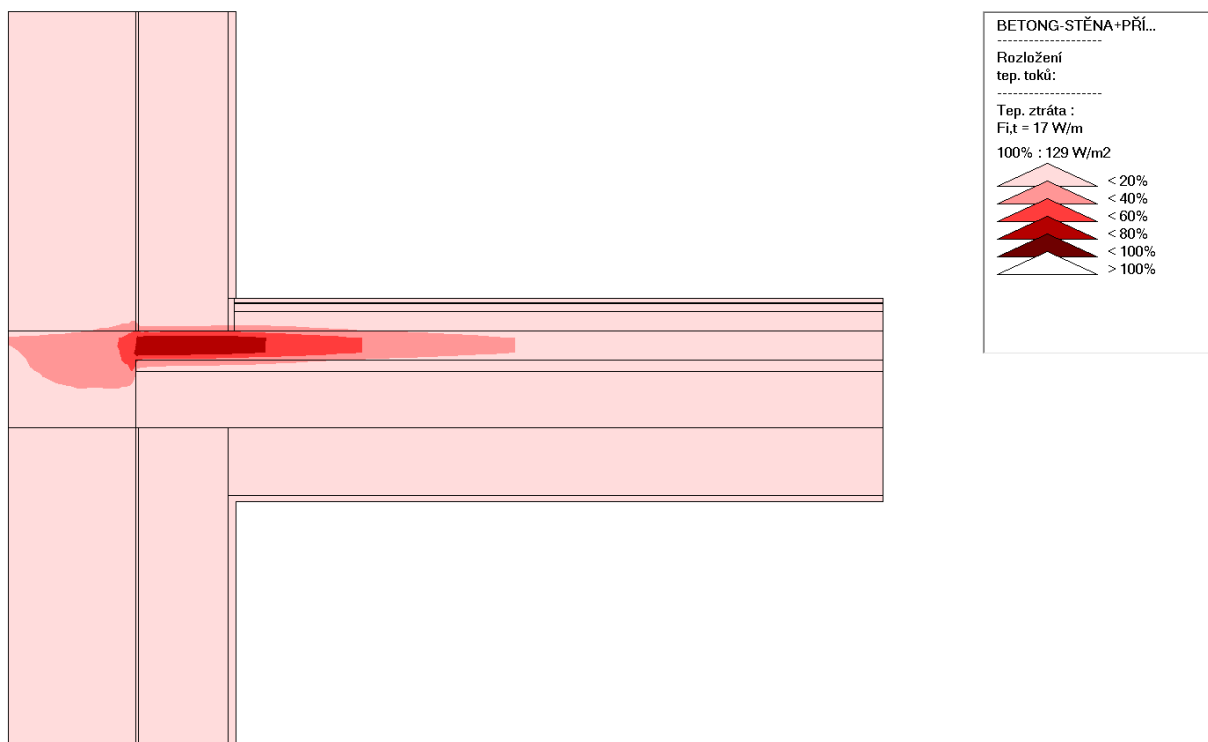
Obr. 4.25 Plošné rozložení tepelných toků- Detail obvodové stěny a stropní konstrukce pod nevytápěným podkrovím (RD Pržno)



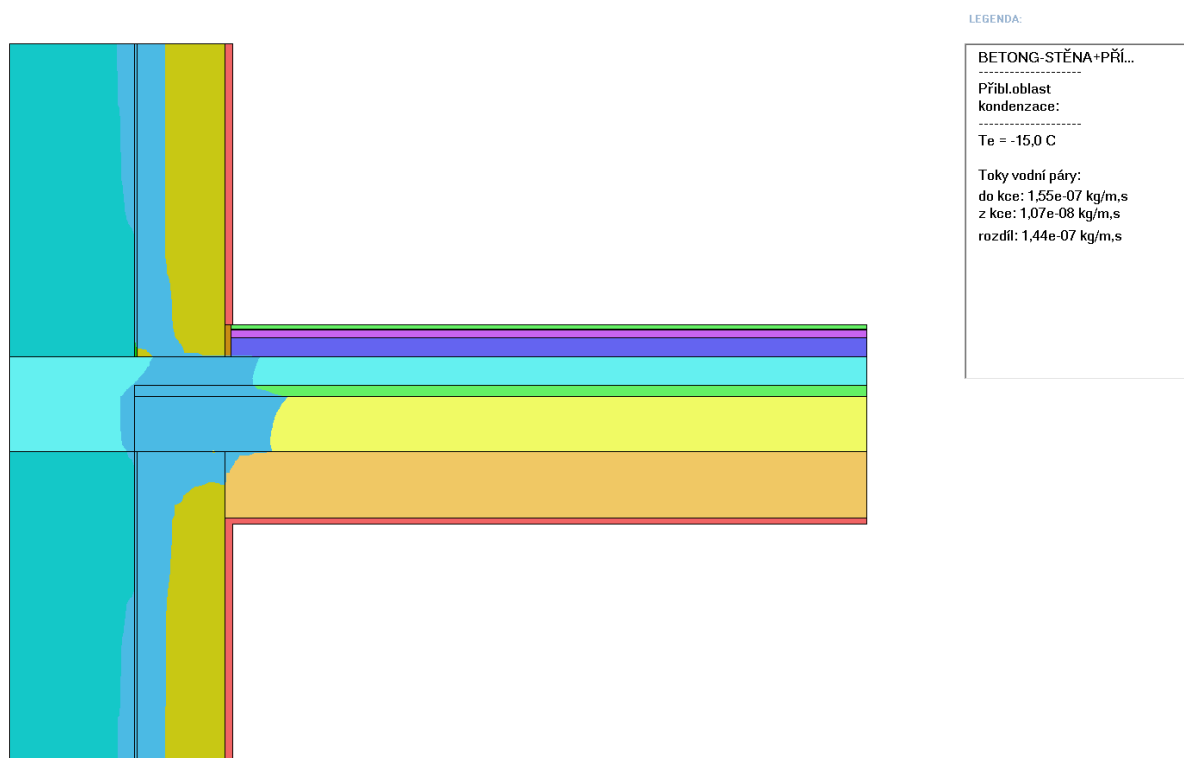
Obr. 4.28 Pole teplo-styk obvodové stěny a stropní konstrukce s vytápěným podkrovím (RD Pržno)



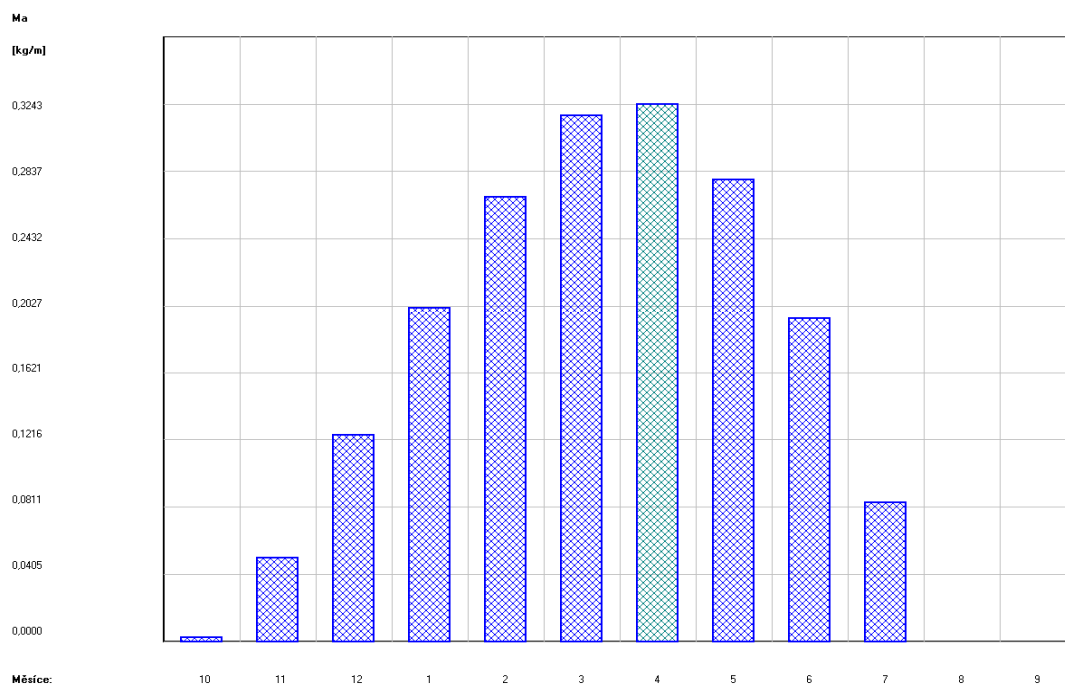
Obr. 4.29 Izotermy-styk obvodové stěny a stropní konstrukce s vytápěným podkrovím (RD Pržno)



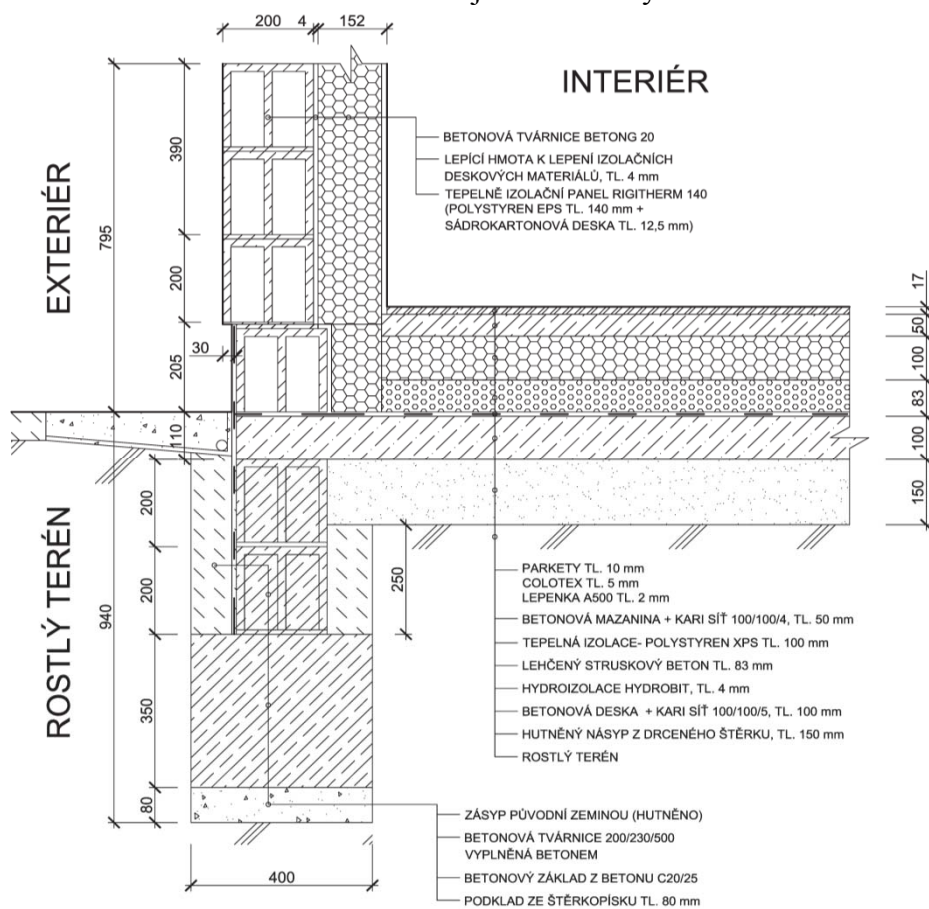
Obr. 4.30 Plošné rozložení tepelných toků-styk obvodové stěny a stropní konstrukce s vytápěným podkrovím (RD Pržno)



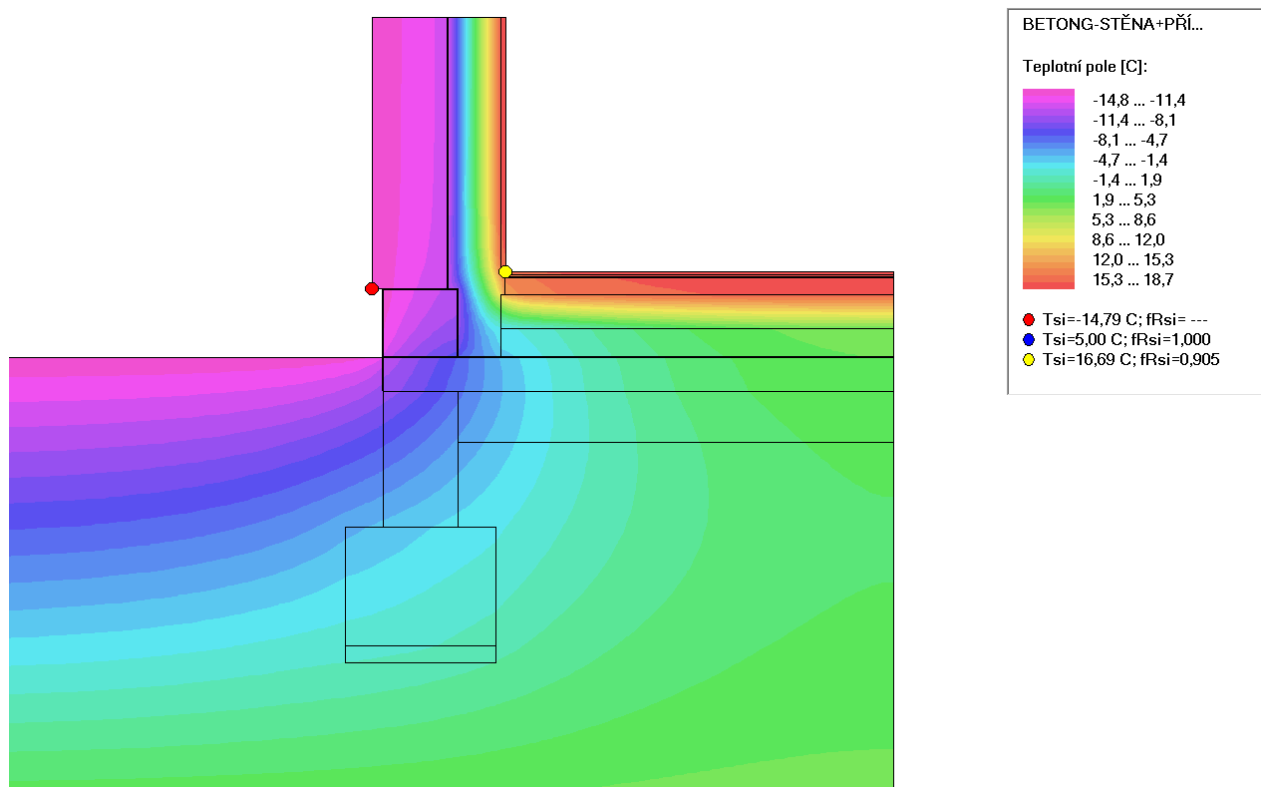
Obr. 4.31 Přibližná oblast kondenzace (znázorněna šedo modře, světle modře je znázorněna železobetonová konstrukce)-styk obvodové stěny a stropní konstrukce s vytápěným podkrovím (RD Pržno)



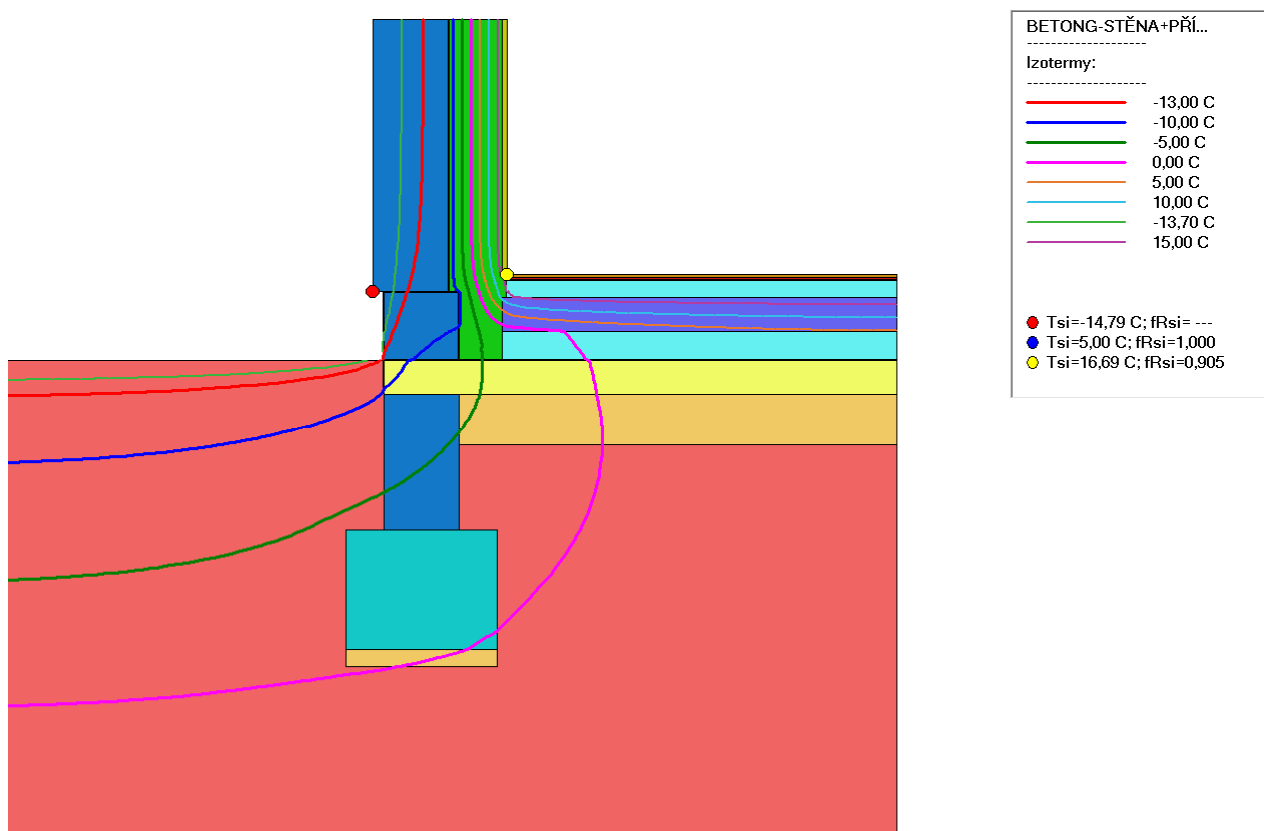
Obr. 4.32 Roční bilance kondenzace vlhkosti v detailu-styk obvodové stěny a stropní konstrukce s vytápěným podkrovím (RD Pržno) dle ČSN EN ISO 13788 [27]. Na konci modelového roku je detail suchý.



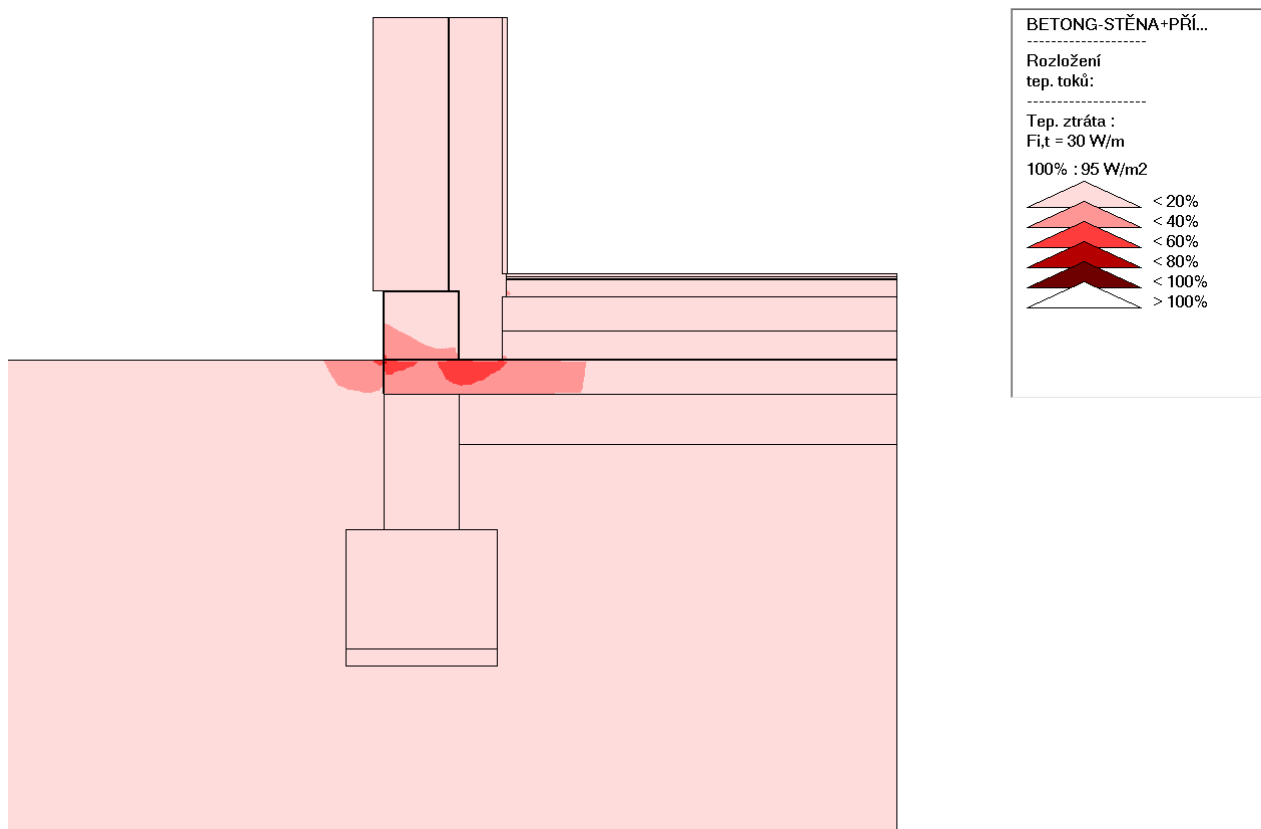
Obr. 4.33 Roh obvodové stěny a podlahy přilehlé k zemině (RD Pržno)



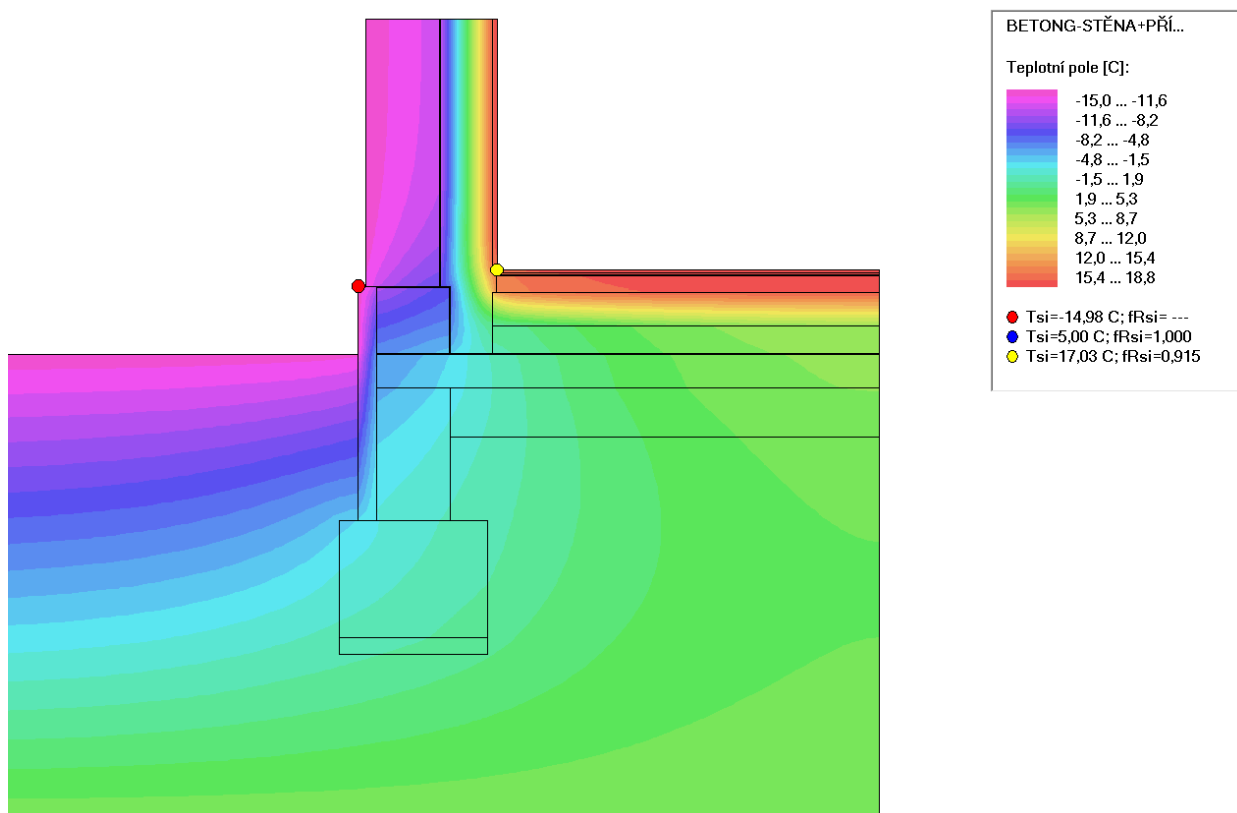
Obr. 4.34 Pole teplo-roh stěny a podlahy přilehlé k zemině (RD Pržno)



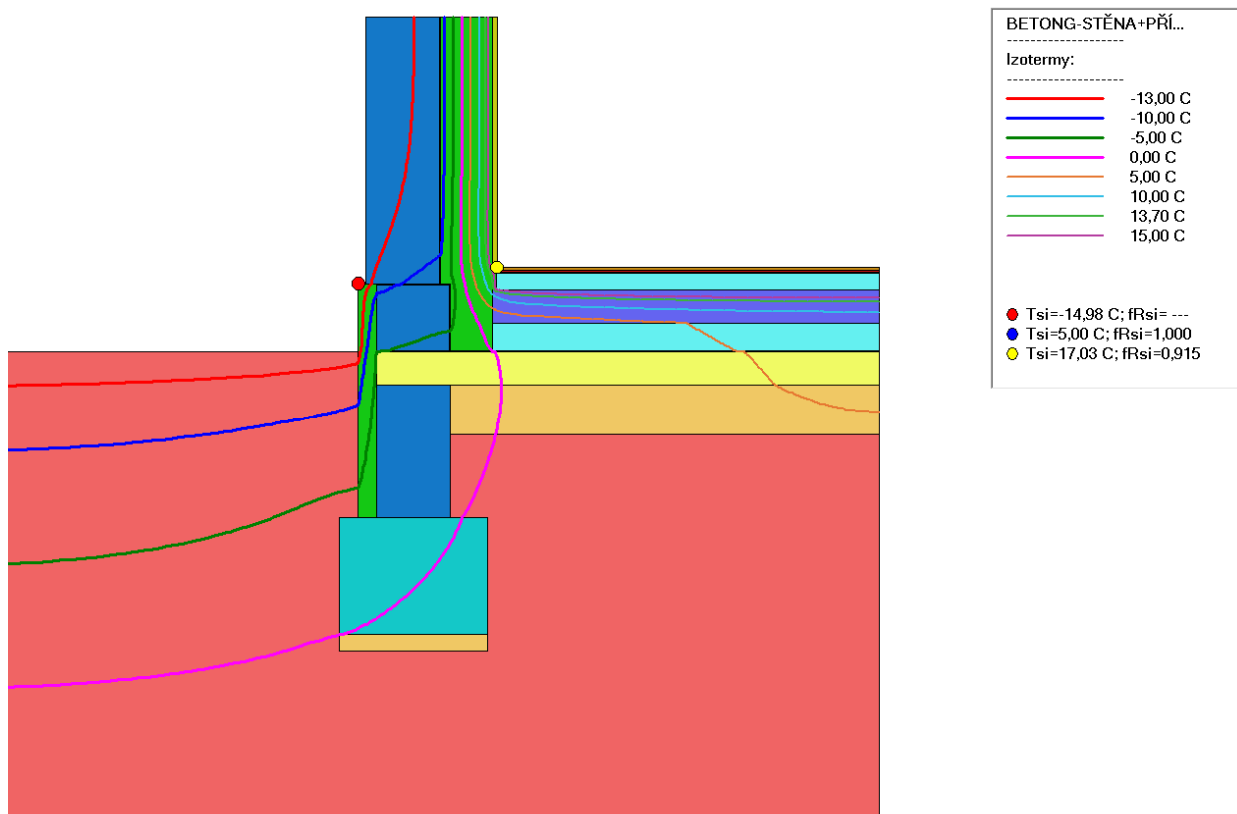
Obr. 4.35 Izotermy- roh stěny a podlahy přilehlé k zemině (RD Pržno)



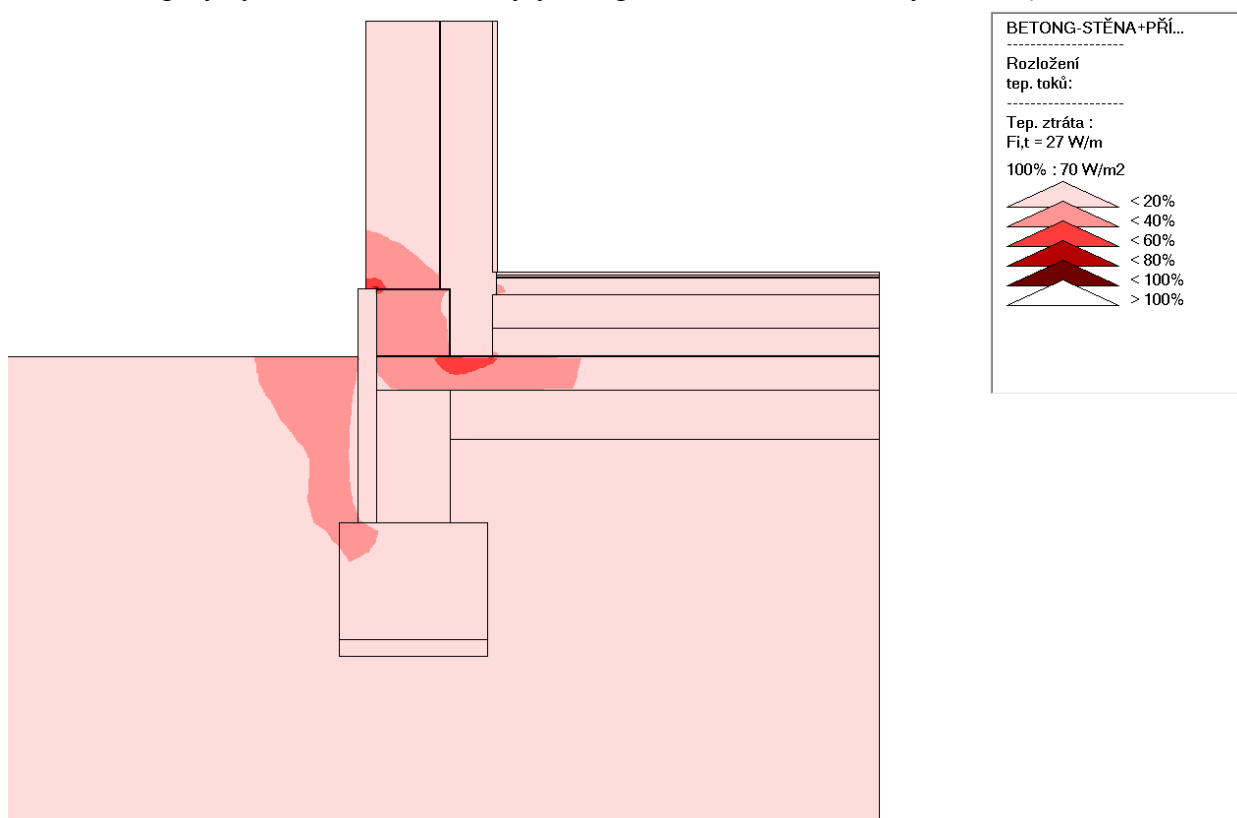
Obr. 4.36 Plošné rozložení tepelných toků- roh stěny a podlahy přilehlé k zemině (RD Pržno)



Obr. 4.37 Pole teplo-roh stěny a podlahy přilehlé k zemině (základ zateplen extrudovaným polystyrenem tl. 50 mm, krytým nopovou fólií a zakončeným lištou)

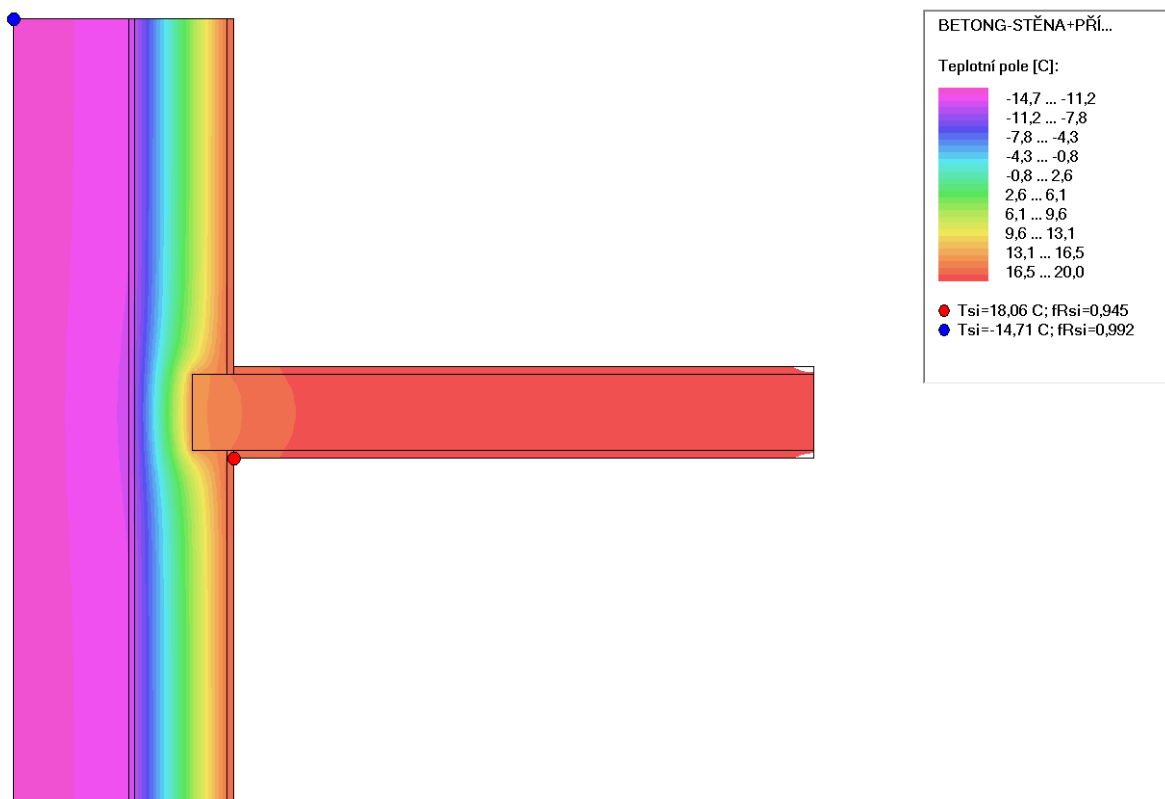


Obr. 4.38 Izotermy- roh stěny a podlahy přilehlé k zemině (základ zateplen extrudovaným polystyrenem tl. 50 mm, krytým nopovou fólií a zakončeným lištou)

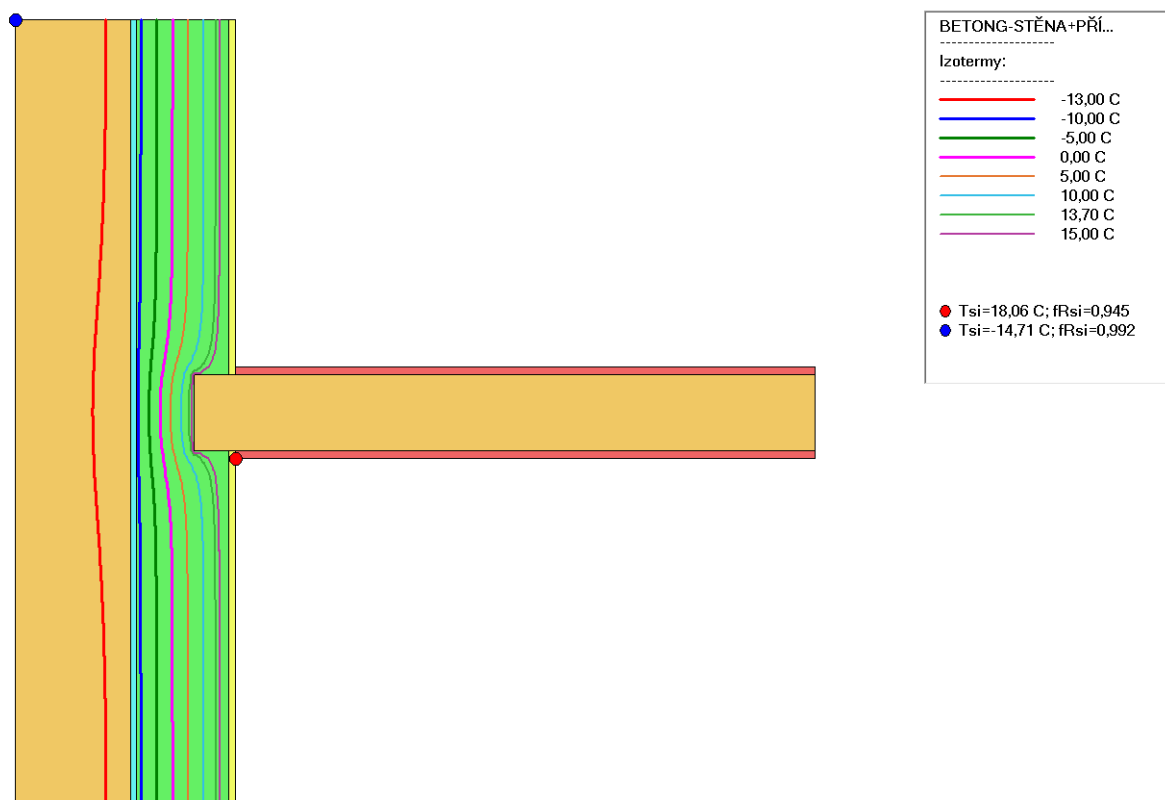


Obr. 4.39 Plošné rozložení tepelných toků- roh stěny a podlahy přilehlé k zemině (základ zateplen extrudovaným polystyrenem tl. 50 mm, krytým nopovou fólií a zakončeným lištou)

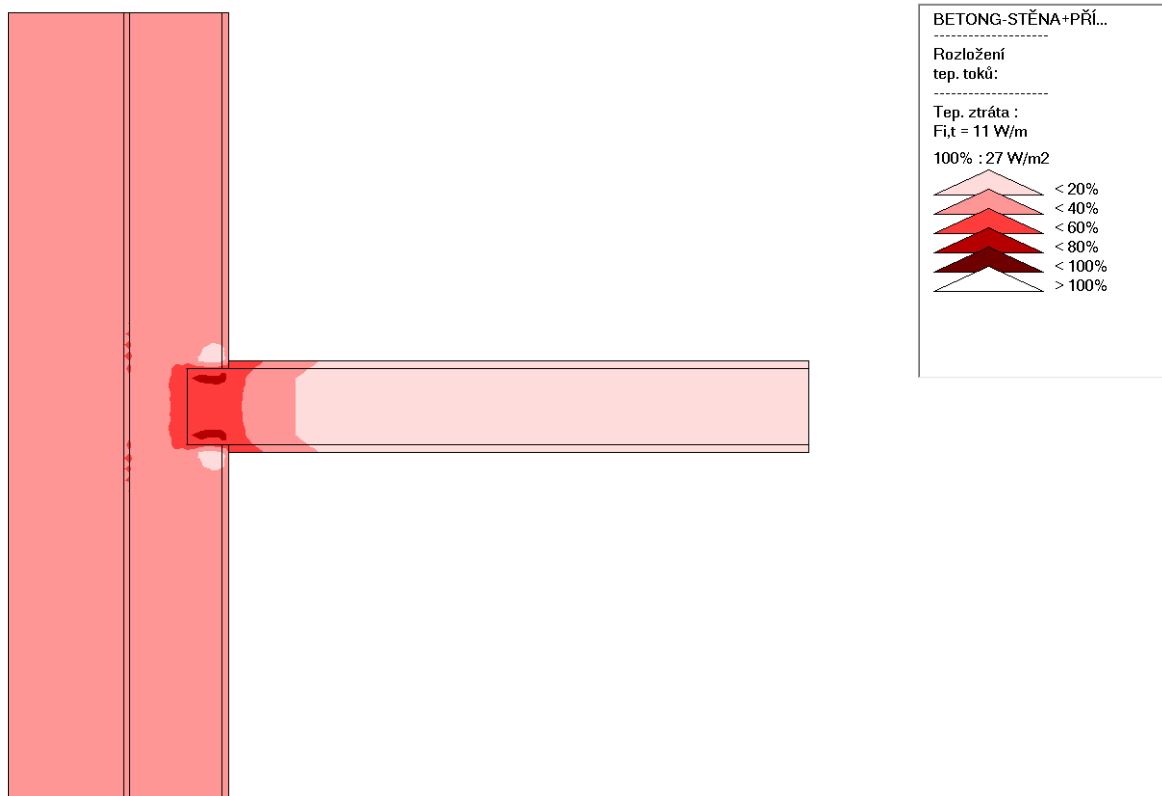
Posouzení konstrukčních prvků navrhnutých s vnitřním zateplením tl. 160 mm



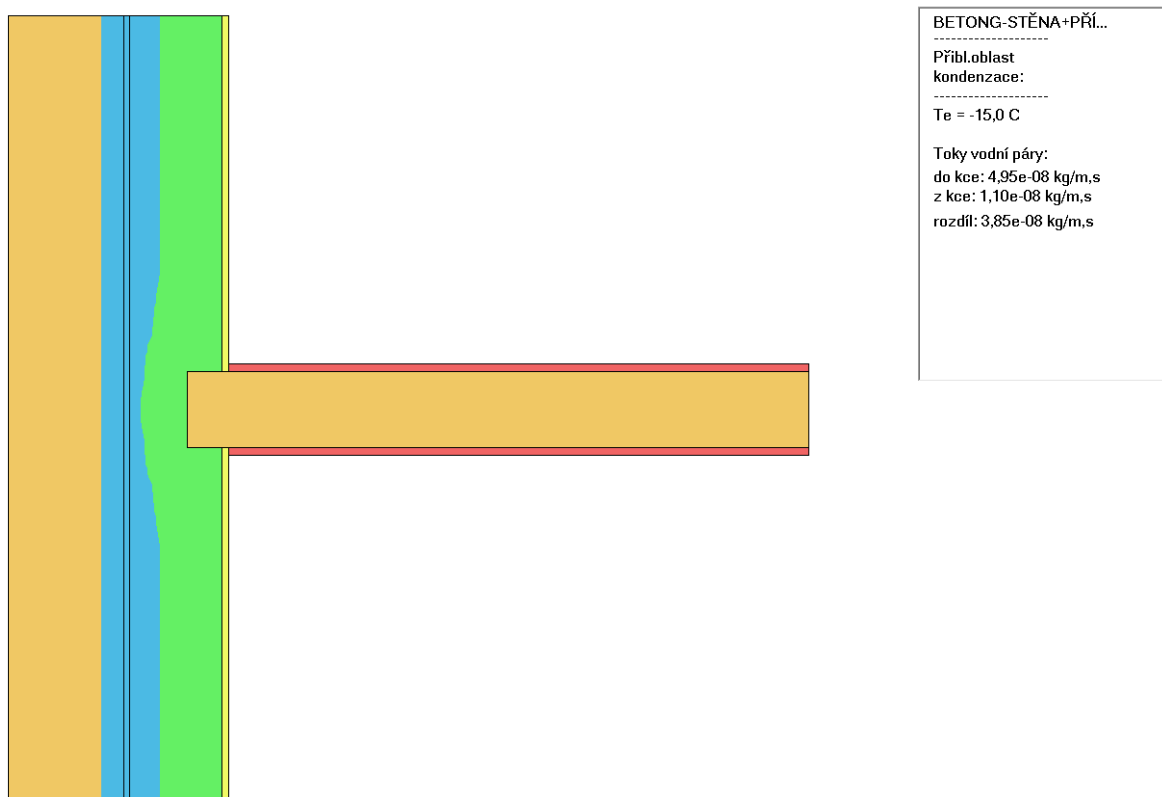
Obr. 4.40 Pole teplo-napojení příčky a obvodové stěny



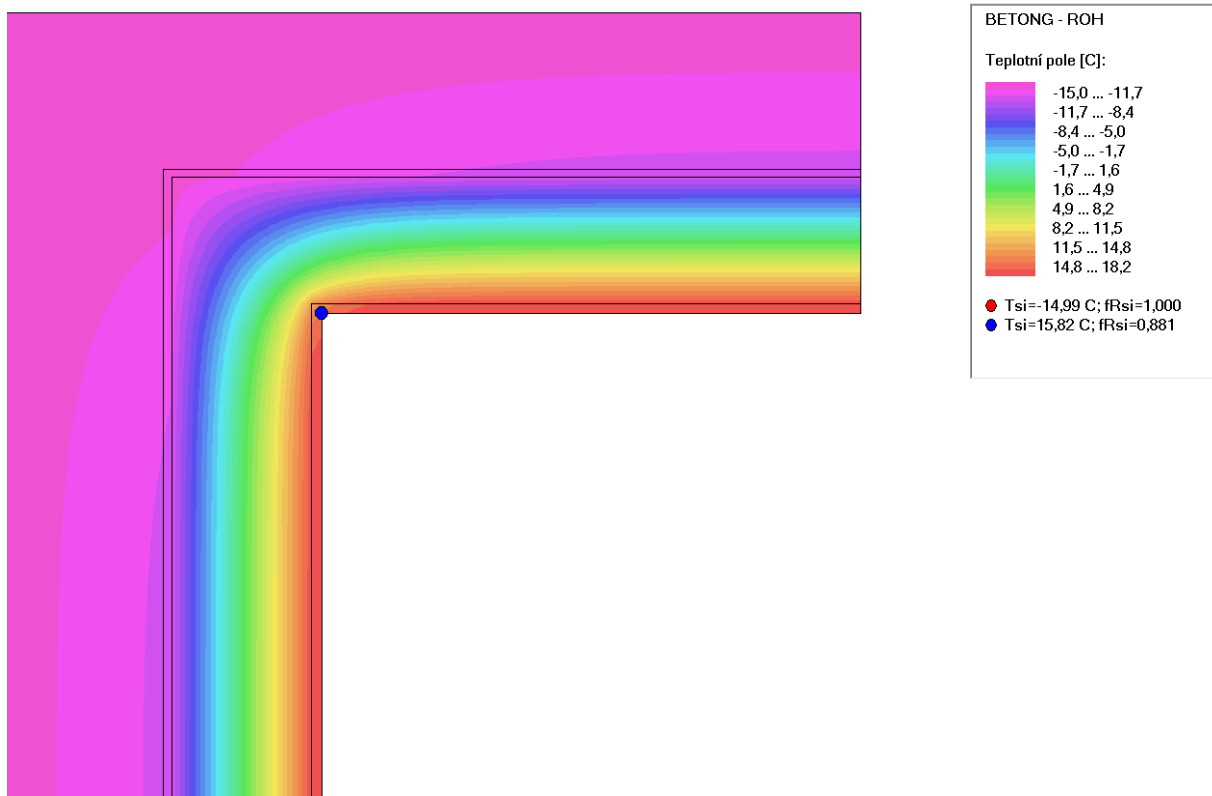
Obr. 4.41 Izotermy- napojení příčky a obvodové stěny



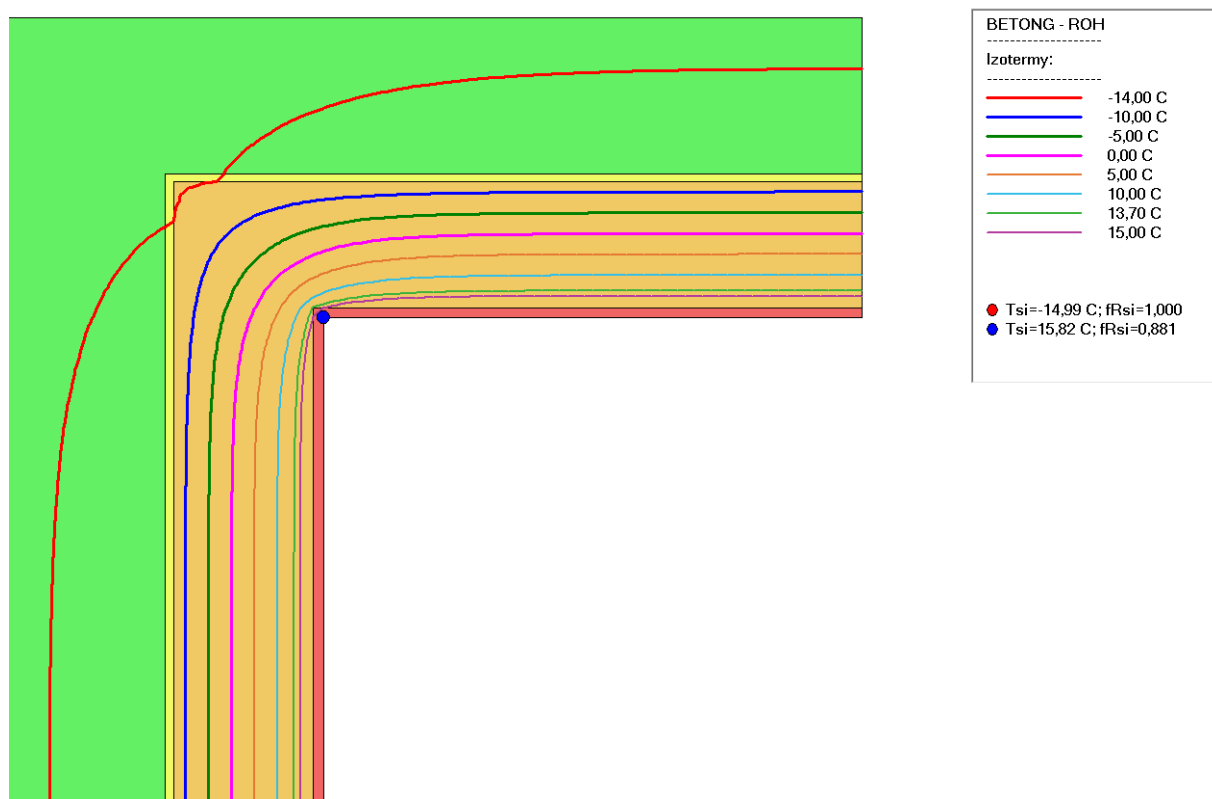
Obr. 4.42 Plošné rozložení tepelných toků- napojení příčky a obvodové stěny



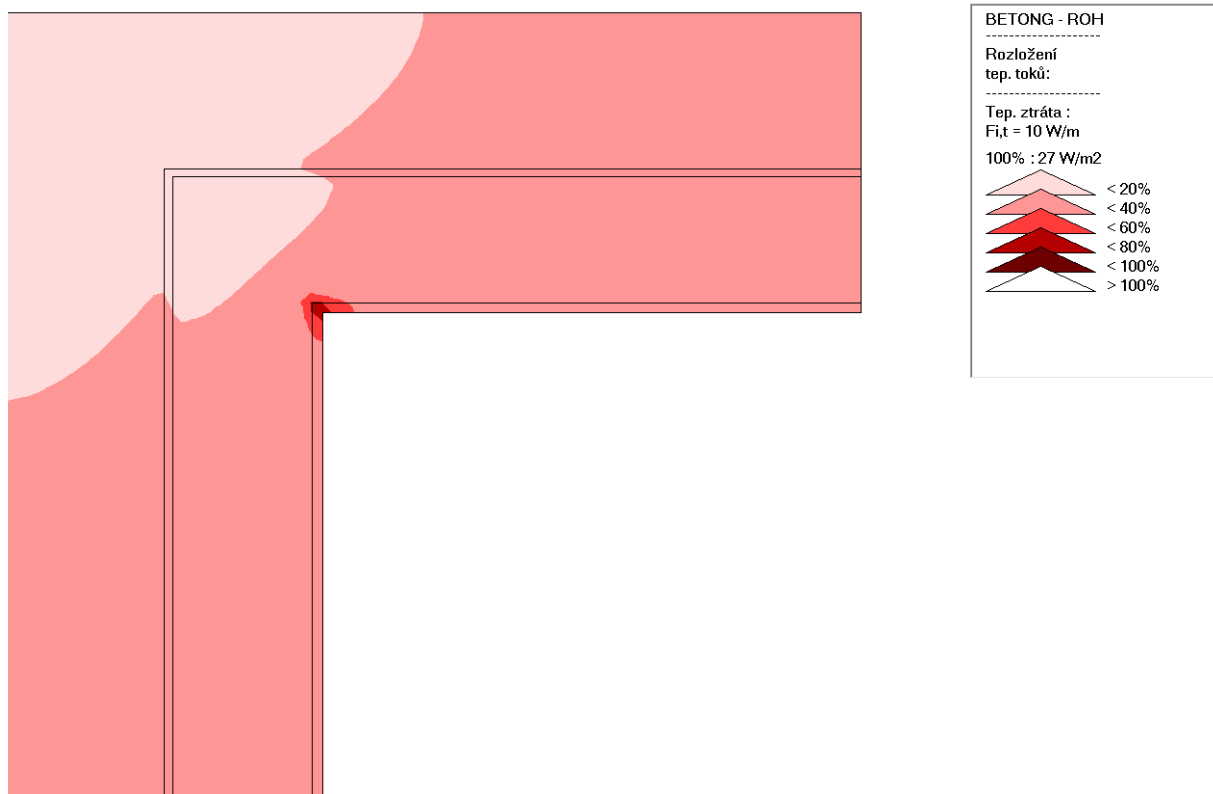
Obr. 4.43 Přibližná oblast kondenzace (znázorněna modře)- napojení příčky a obvodové stěny



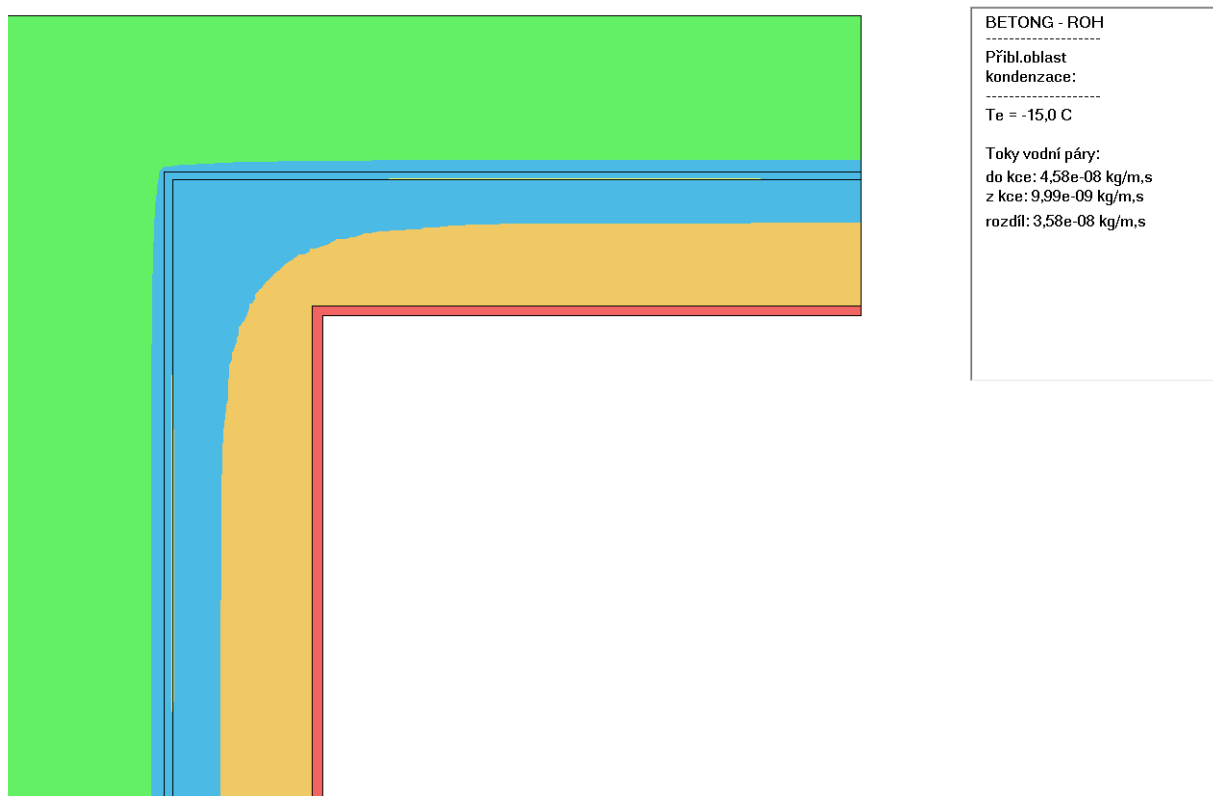
Obr. 4.44 Pole teplo- roh obvodové stěny



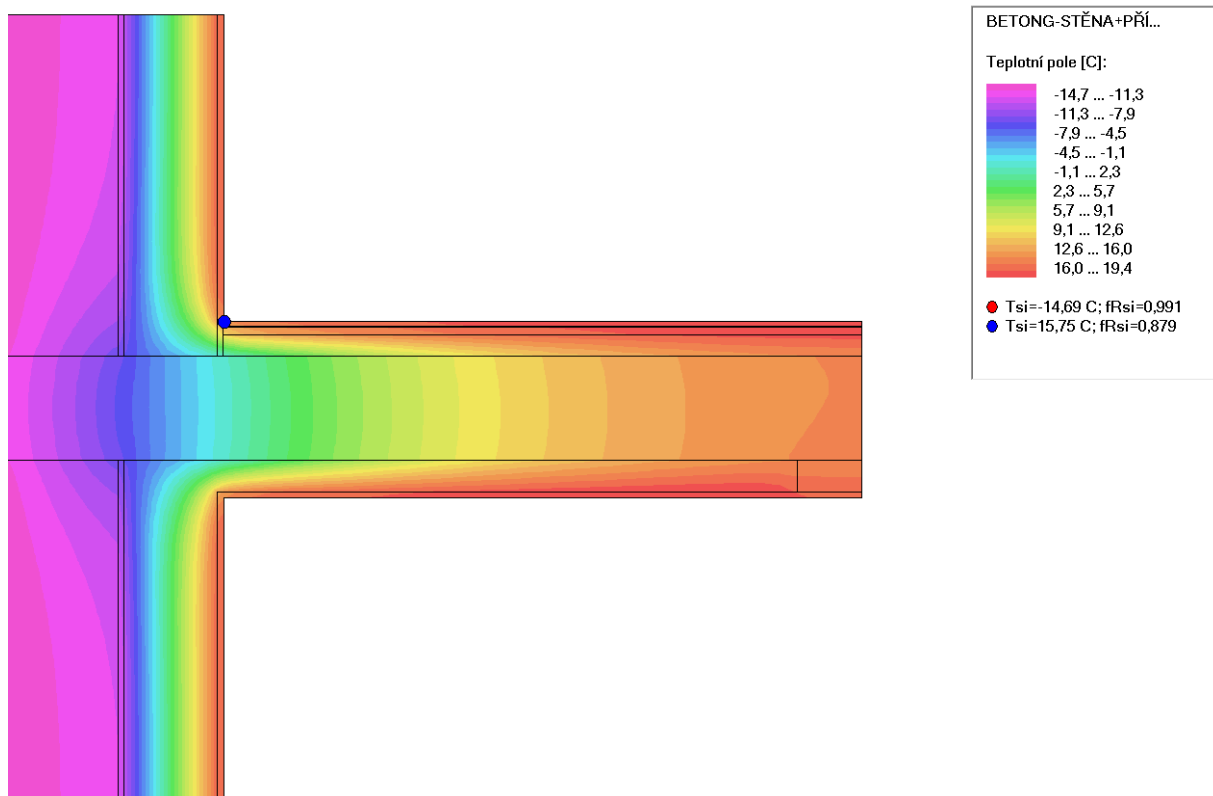
Obr. 4.45 Izotermy- roh obvodové stěny



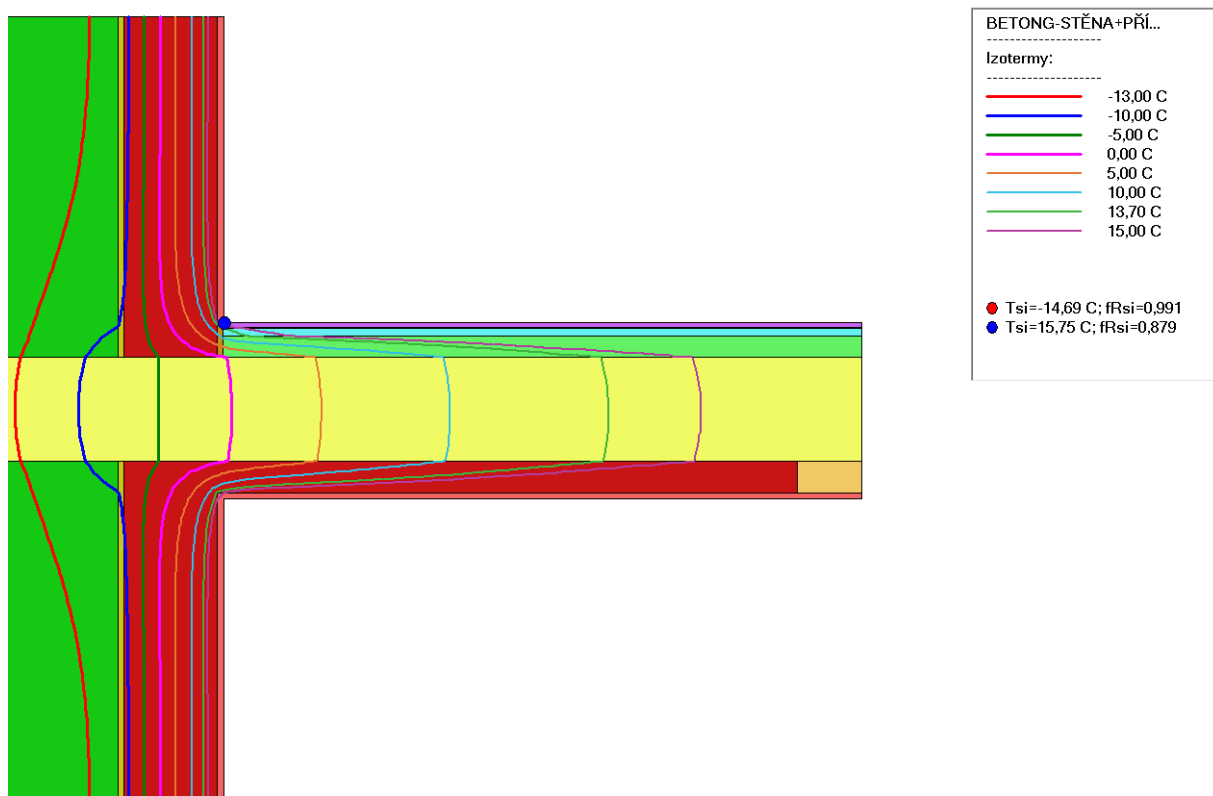
Obr. 4.46 Plošné rozložení tepelných toků- roh obvodové stěny



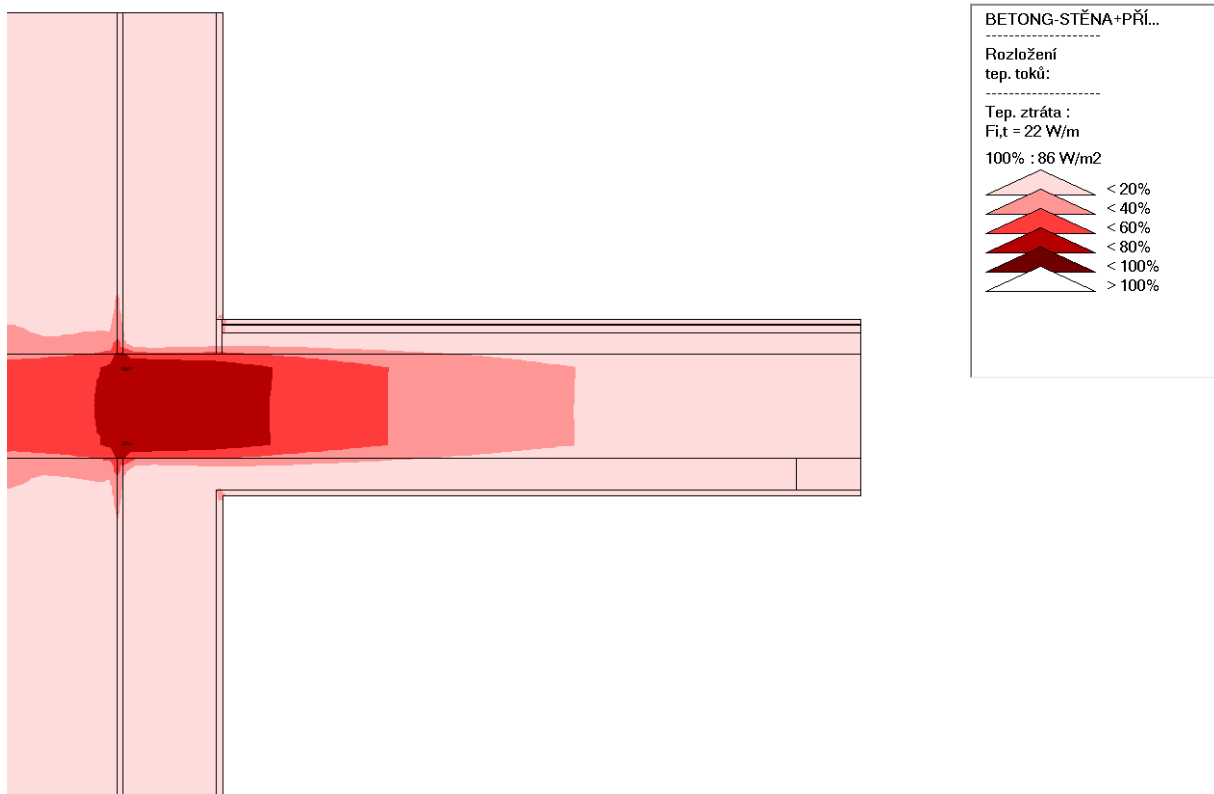
Obr. 4.47 Přibližná oblast kondenzace (znázorněna modře)- roh obvodové stěny



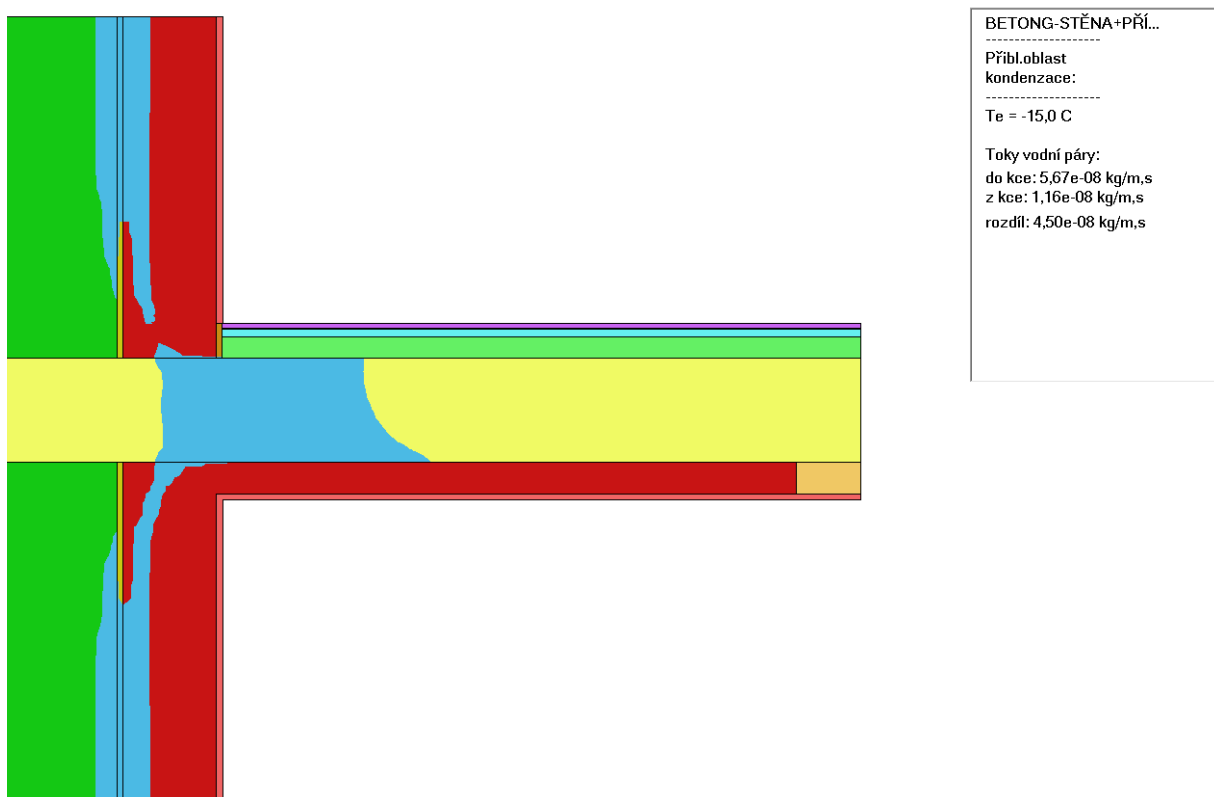
Obr. 4.48 Pole teplo-styk obvodové stěny a stropní konstrukce s vytápěným podkrovím



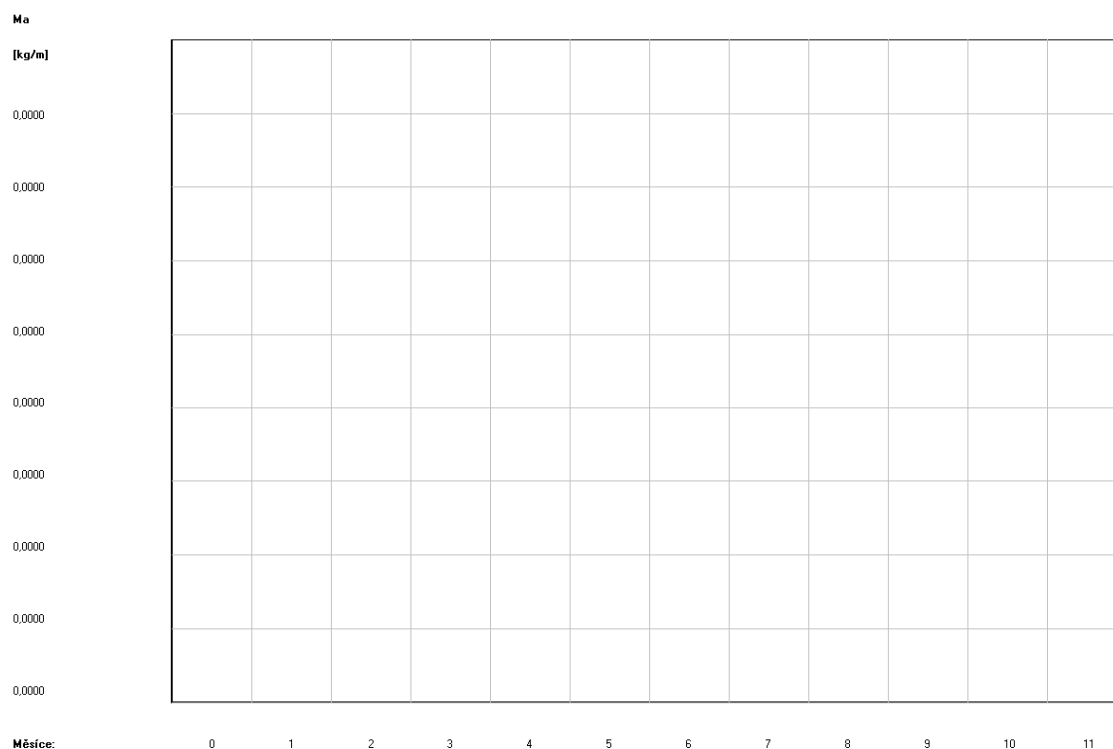
Obr. 4.49 Izotermy-styk obvodové stěny a stropní konstrukce s vytápěným podkrovím



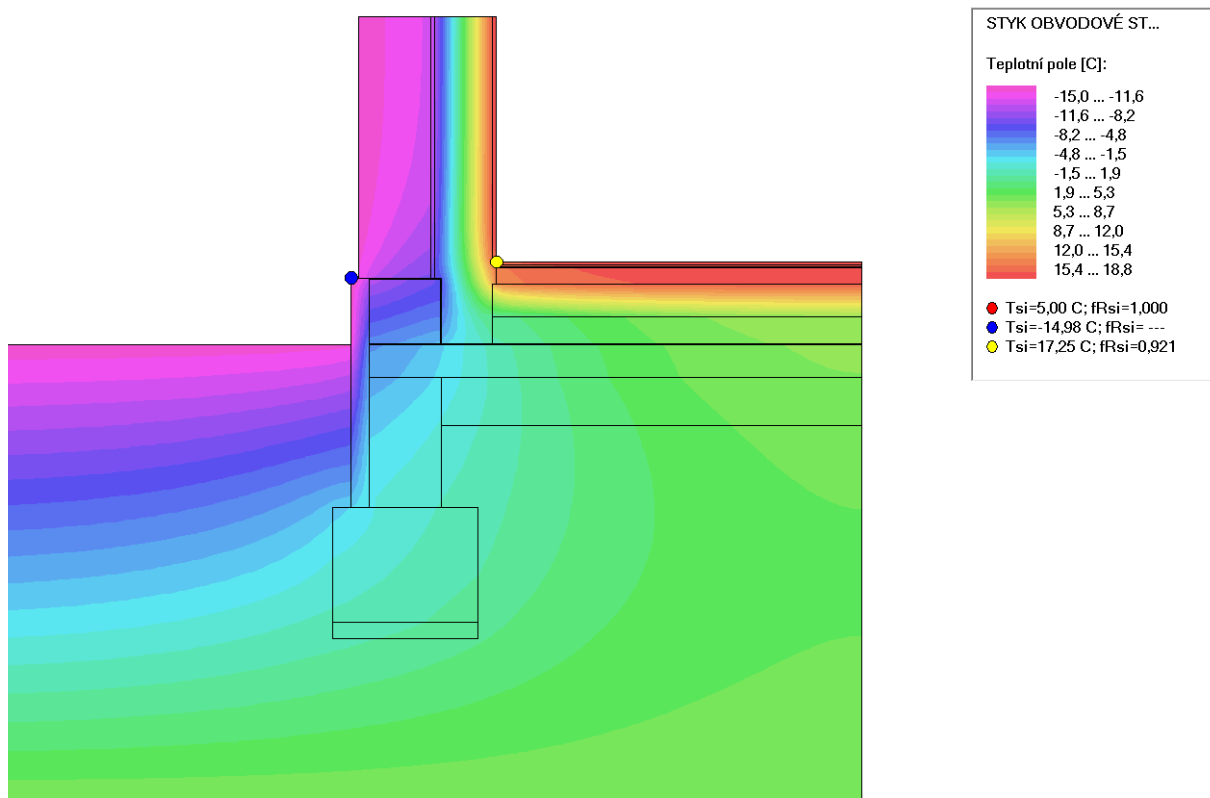
Obr. 4.50 Plošné rozložení tepelných toků-styk obvodové stěny a stropní konstrukce s vytápěným podkrovím



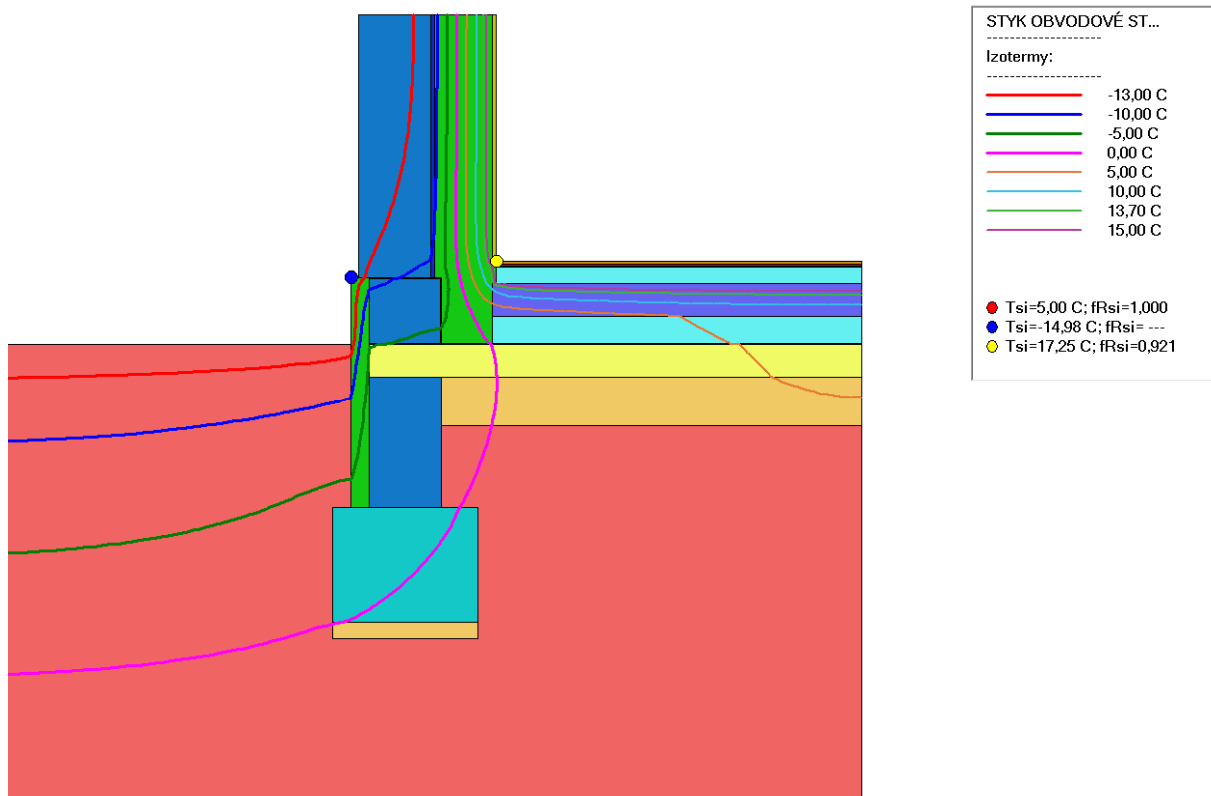
Obr. 4. 51 Přibližná oblast kondenzace (zobrazena modře)-styk obvodové stěny a stropní konstrukce s vytápěným podkrovím



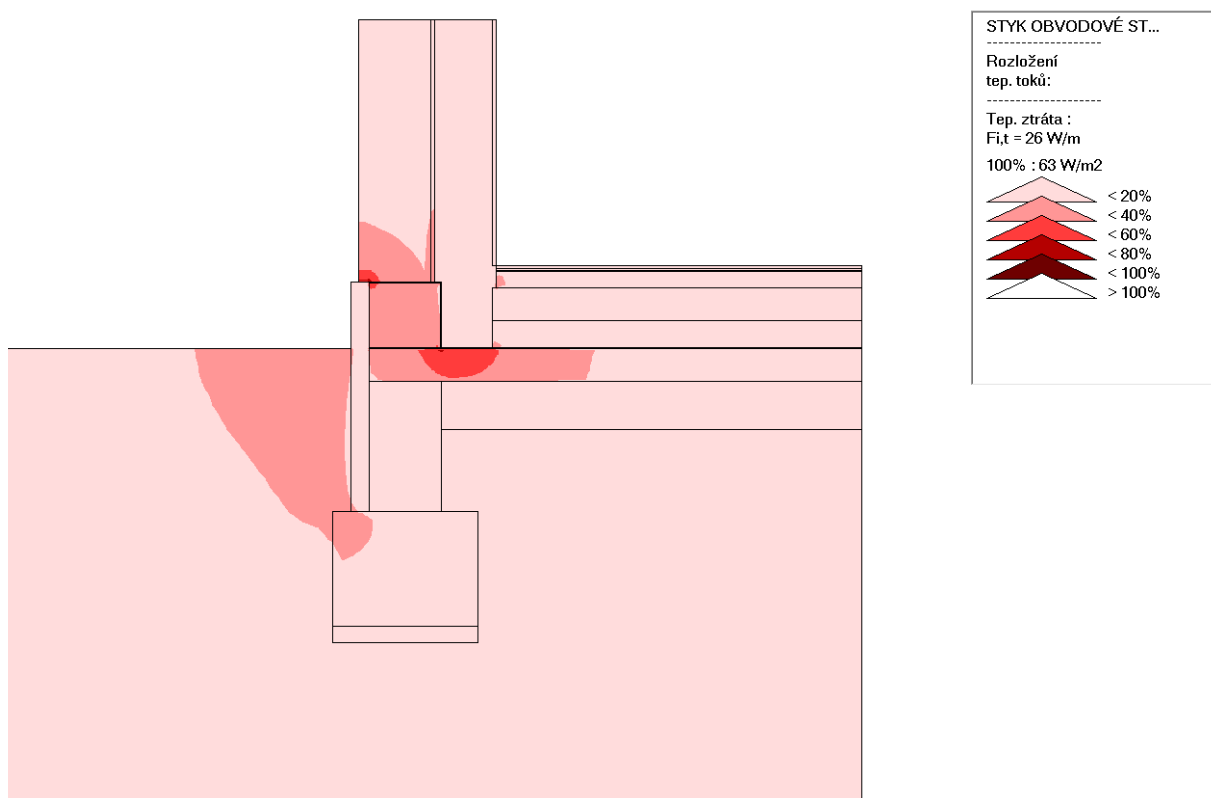
Obr. 4.52 Roční bilance kondenzace vlhkosti v detailu-styk obvodové stěny a stropní konstrukce s vytápěným podkrovím dle ČSN EN ISO 137 88 [27]. Ke kondenzaci vlhkosti v konstrukci při posuzování v měsíčních cyklech nedochází.



Obr. 4.53 Pole teplo-roh stěny a podlahy přilehlé k zemině



Obr. 4.54 Izotermy- roh stěny a podlahy přilehlé k zemině



Obr. 4.55 Plošné rozložení tepelných toků-roh stěny a podlahy přilehlé k zemině

Tab. 4.4 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce a kritický teplotní faktor vnitřního povrchu v posuzovaných detailech

Posuzované detaily	Teplota vzduchu interiéru [°C]	Teplota vzduchu exteriéru [°C]	Parametry	RD Pržno, stávající stav, tepelná izolace tl. 140 mm	Navrhnutá konstrukce, tepelná izolace tl. 140 mm	Navrhnutá konstrukce, tepelná izolace tl. 160 mm	Navrhnutá konstrukce, tepelná izolace tl. 200 mm
Napojení obvodové stěny a příčky	21	-15	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,928	0,930	0,944	0,950
			Povrchová teplota v rohu [°C]	18,4	18,49	18,99	19,20
Roh obvodové stěny	21	-15	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,870	0,870	0,882	0,897
			Povrchová teplota v rohu [°C]	16,32	16,31	16,76	17,28
Napojení obvodové stěny a stropní konstrukce (vytápěné podkrovní)	21	-15	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,870	0,874	0,879	0,887
			Povrchová teplota v rohu [°C]	16,32	16,46	16,63	16,91
Napojení obvodové stěny a stropní konstrukce (nevytápěné podkrovní)	21	-15	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,888	0,890*	0,896*	0,904*
			Povrchová teplota v rohu [°C]	16,96	17,03*	17,24*	17,55*
Napojení obvodové stěny a podlahy přilehlé k zemině	21	-15	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,905	0,907	0,912	0,920
			Povrchová teplota v rohu [°C]	17,58	17,66	17,84	18,13
Napojení obvodové stěny a podlahy přilehlé k zemině, základ zateplen izolací tl.	21	-15	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,915	0,916	0,921	0,928
			Povrchová teplota v rohu [°C]	17,93	17,97	18,15	18,40

* Konstrukční a materiálové provedení napojení obvodové stěny a stropní konstrukce rozlišující vytápěné přízemí a nevytápěné podkrovní je stejné jako u RD v Pržně, jen s tím rozdílem, že tepelná izolace vnitřního zateplení není nalepena celoplošně. Mění se jen tloušťka vnitřního zateplení obvodové stěny.

Tab. 4.5 Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce a kritický teplotní faktor vnitřního povrchu v posuzovaných detailech

Posuzované detaily	Teplota vzduchu interiéru [°C]	Teplota vzduchu exteriéru [°C]	Parametry	RD Pržno, stávající stav, tepelná izolace tl. 140 mm	Navrhnutá konstrukce, tepelná izolace tl. 140 mm	Navrhnutá konstrukce, tepelná izolace tl. 160 mm	Navrhnutá konstrukce, tepelná izolace tl. 200 mm
Napojení obvodové stěny a příčky	20	-15	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,928	0,930	0,945	0,95
			Povrchová teplota v rohu [°C]	17,47	17,56	18,06	18,26
Roh obvodové stěny	20	-15	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,870	0,871	0,881	0,895
			Povrchová teplota v rohu [°C]	15,45	15,48	15,82	16,34
Napojení obvodové stěny a stropní konstrukce (vytápěné podkrovní)	20	-15	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,870	0,874	0,879	0,887
			Povrchová teplota v rohu [°C]	15,45	15,59	15,75	16,03
Napojení obvodové stěny a stropní konstrukce (nevytápěné podkrovní)	20	-15	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,888	0,890*	0,896*	0,904*
			Povrchová teplota v rohu [°C]	16,08	16,15*	16,35*	16,65*
Napojení obvodové stěny a podlahy přilehlé k zemině	20	-15	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,905	0,907	0,913	0,921
			Povrchová teplota v rohu [°C]	16,69	16,75	16,94	17,23
Napojení obvodové stěny a podlahy přilehlé k zemině, základ zateplení izolací tl.	20	-15	Teplotní faktor f_{Rsi} [-]	0,915	0,916	0,921	0,928
			Povrchová teplota v rohu [°C]	17,03	17,07	17,25	17,50

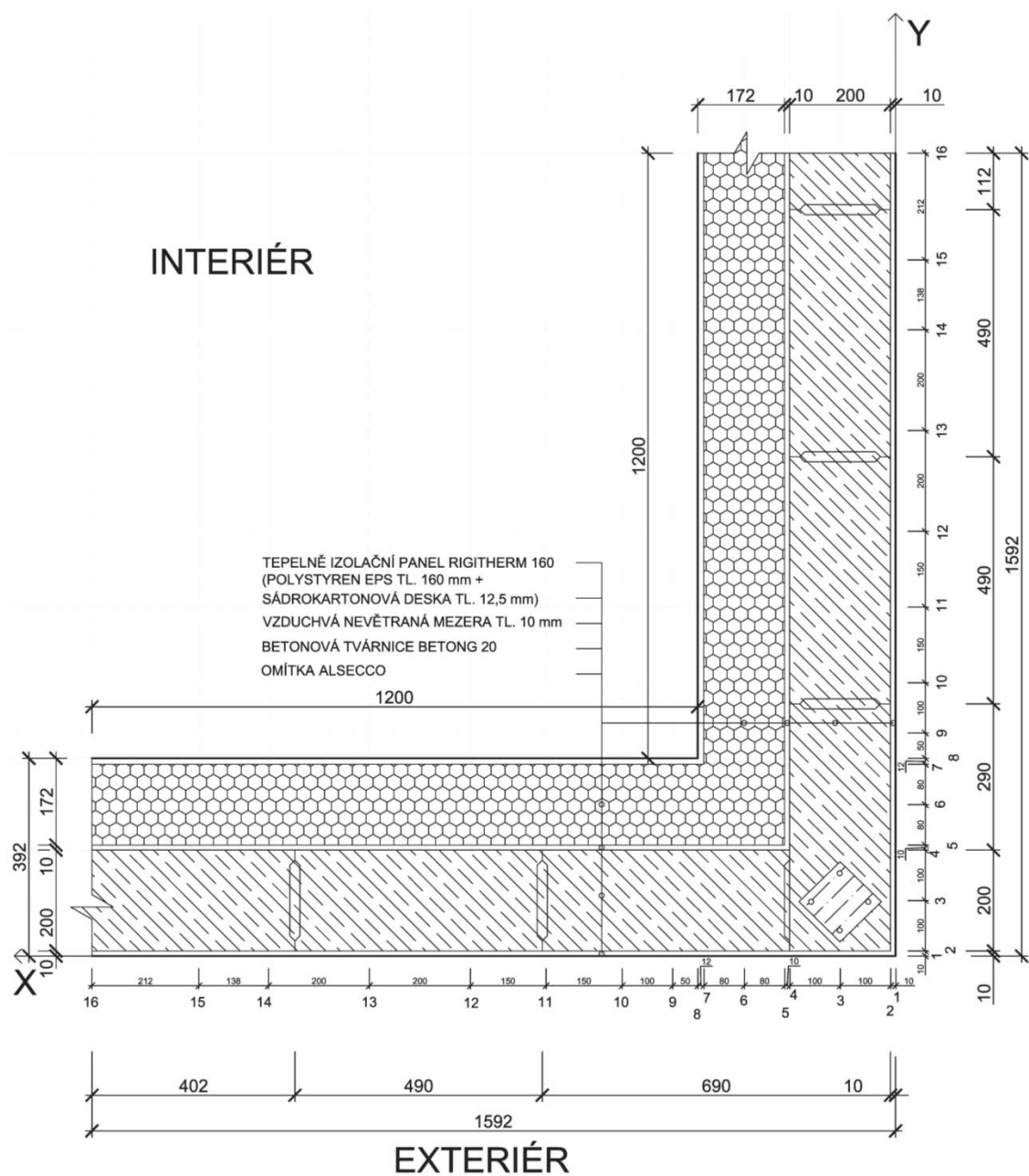
* Konstrukční a materiálové provedení napojení obvodové stěny a stropní konstrukce rozdělující vytápěné přízemí a nevytápěné podkrovní je stejné jako u RD v Pržně, jen s tím rozdílem, že tepelná izolace vnitřního zateplení není nalepena celoplošně. Mění se jen tloušťka vnitřního zateplení obvodové stěny.

Kritický detail spojení obvodové stěny a stropní konstrukce byl také posouzen v programu cube3D. V posuzovaném detailu byl spojen detail spojení dvou obvodových stěn v rohu a spojení obvodové stěny a stropní konstrukce. Okrajové podmínky byly stejné jako při posuzování 2D detailů v programu Area.

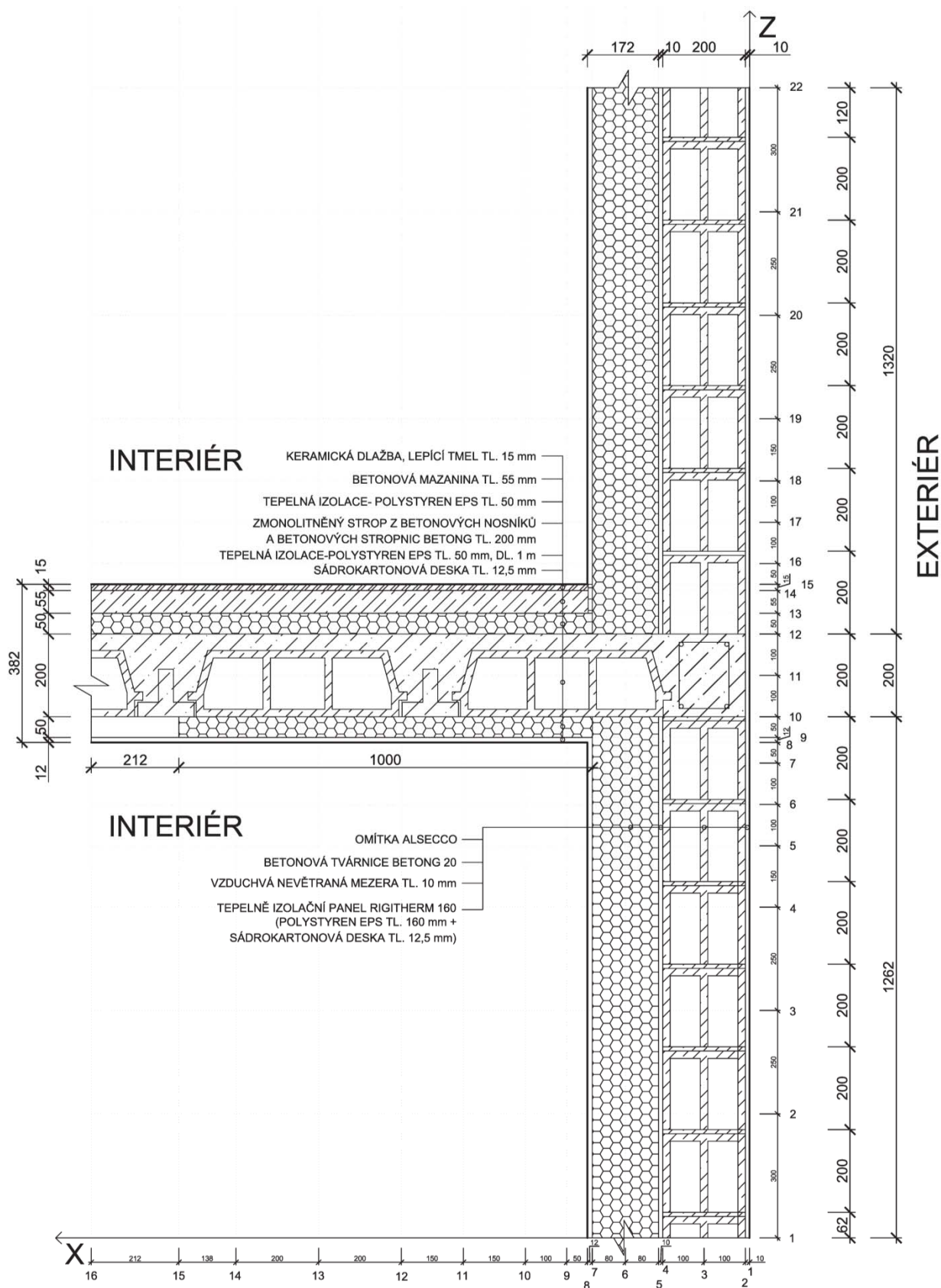
Pro výpočet bilance vodní páry podle ČSN EN ISO 13788 byly uvažovány průměrné měsíční parametry pro Frýdek Místek (město u Pržna).

Pro hodnocení tepelného odporu při přestupu tepla byly použity hodnoty: na vnější straně $0,04 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$ a na vnitřní straně $0,13 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$. Pro hodnocení vnitřní povrchové teploty a kondenzace vodní páry byl použit tepelný odpor na vnější straně $0,04 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$ a na vnitřní straně $0,25 \text{ m}^2\text{KW}^{-1}$.

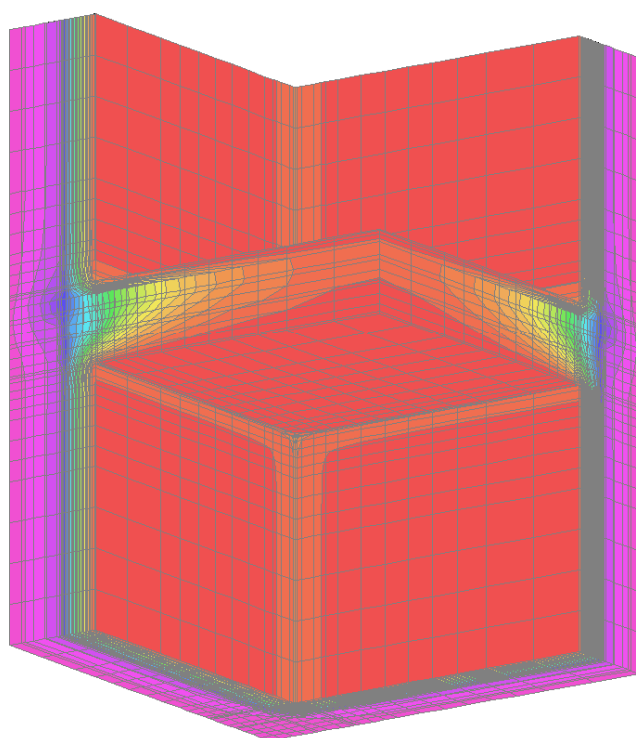
Přestože posuzovaný detail splňuje podmínku na nejnižší vnitřní teplotní faktor vnitřního povrchu a roční bilanci kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce, přesto je kondenzace v konstrukci při použití vnitřního tepelně izolačního panelu Rigitherm 140 značná (obr. 4.6.1). Při použití vnitřního tepelně izolačního panelu Rigitherm 160 a provedení posouzení roční bilance kondenzace a vypařování vodní páry uvnitř konstrukce v měsíčních cyklech dochází taktéž ke kondenzaci páry v konstrukci (obr. 4.6.5), ale množství zkondenzované vodní páry v konstrukci je výrazně menší, než při použití vnitřního tepelně izolačního panelu Rigitherm 140.



Obr. 4.56 Detail rohu obvodové stěny a stropní konstrukce řez X-Y (tepelná izolace tl. 160 mm)



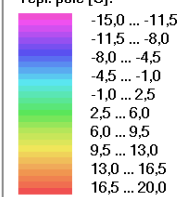
Obr. 4.57 Detail rohu obvodové stěny a stropní konstrukce řez X-Z (tepelná izolace tl. 160 mm)



LEGENDA:

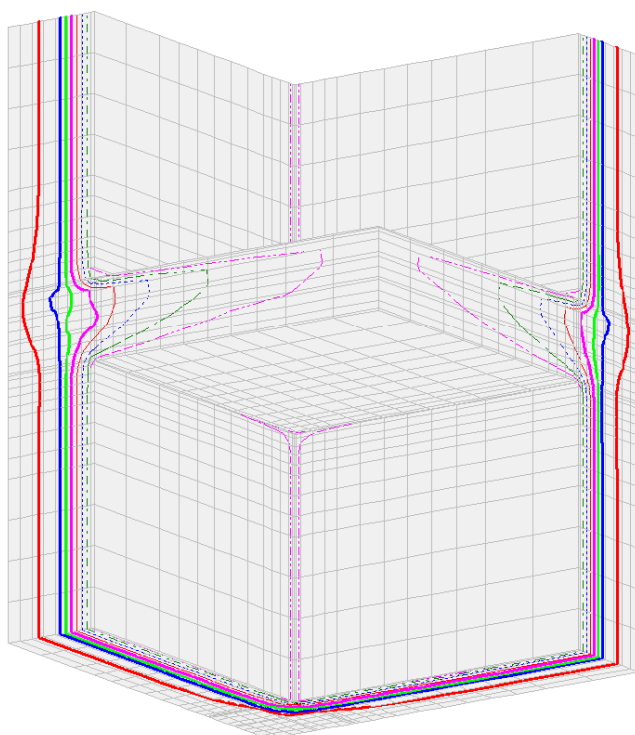
POSOUZENÍ ROHU M...

Tepl. pole [C]:



Azimut: 235,0
Zenit: 70,0

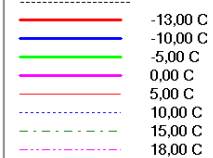
Obr. 4.58 Pole teplo - roh obvodové stěny a stropní konstrukce (tepelná izolace tl. 140 mm)



LEGENDA:

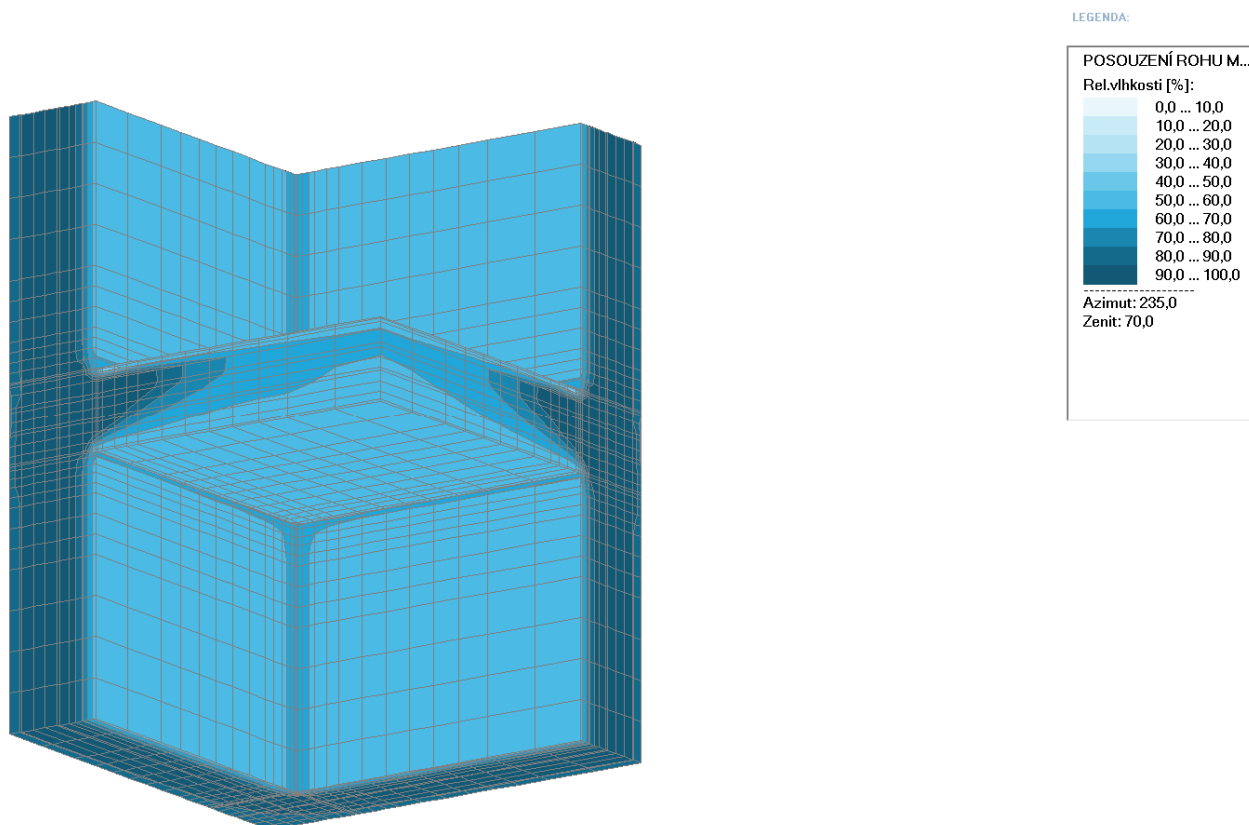
POSOUZENÍ ROHU M...

Izotermie:

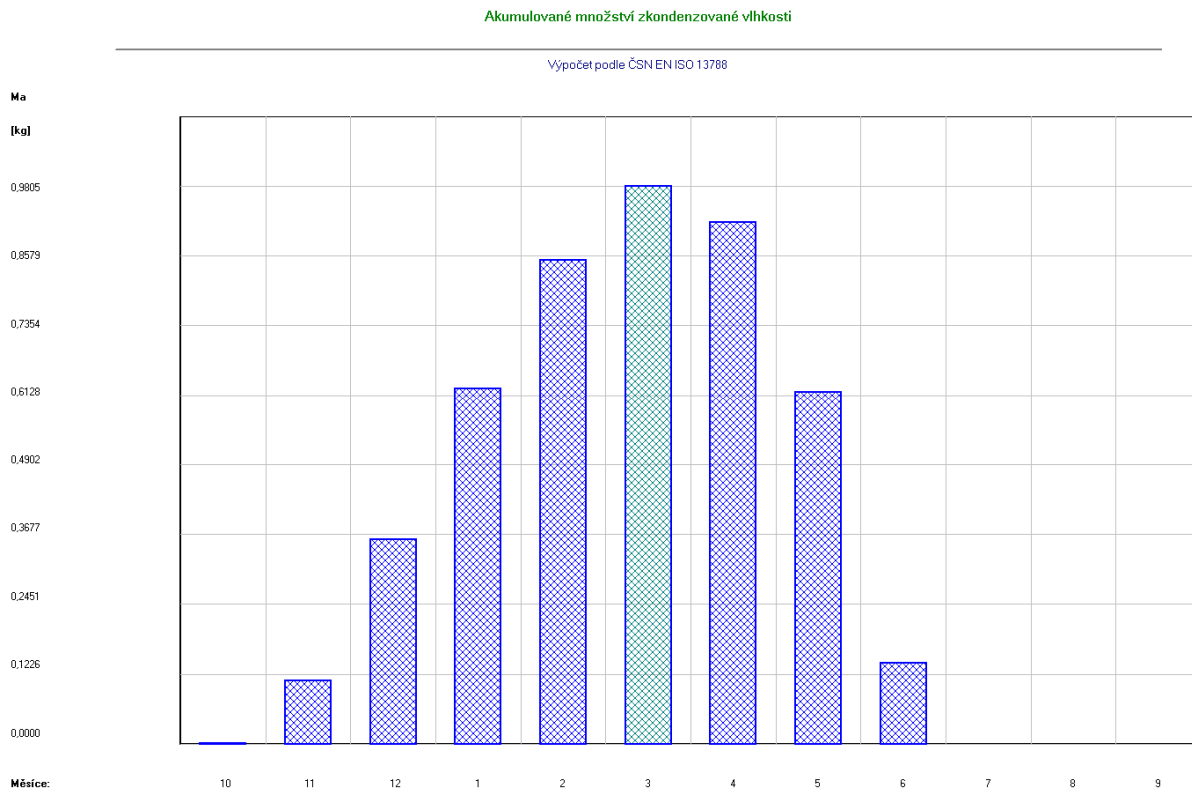


Azimut: 235,0
Zenit: 70,0

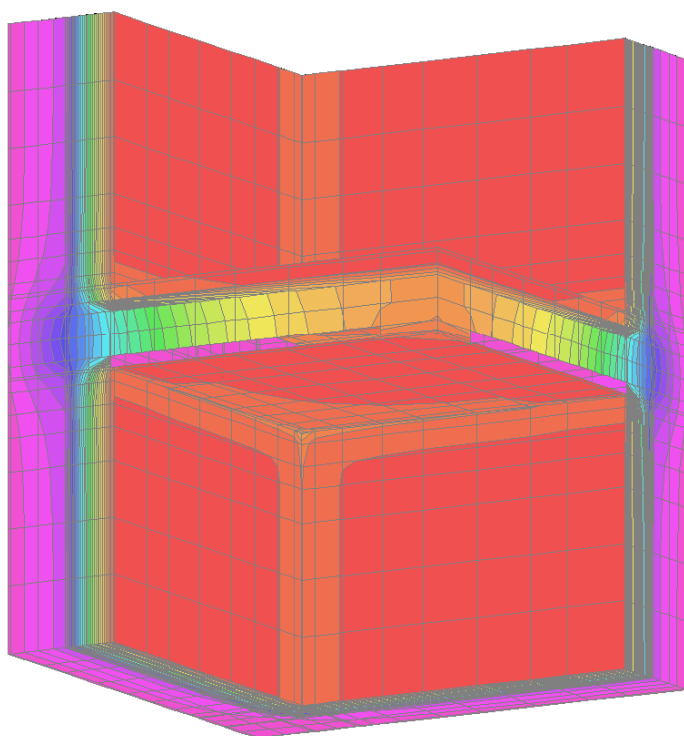
Obr. 4.59 Izotermie - roh obvodové stěny a stropní konstrukce (tepelná izolace tl. 140 mm)



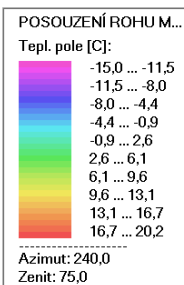
Obr. 4.60 Relativní vlhkost vzduchu - roh obvodové stěny a stropní konstrukce (tepelná izolace tl. 140 mm)



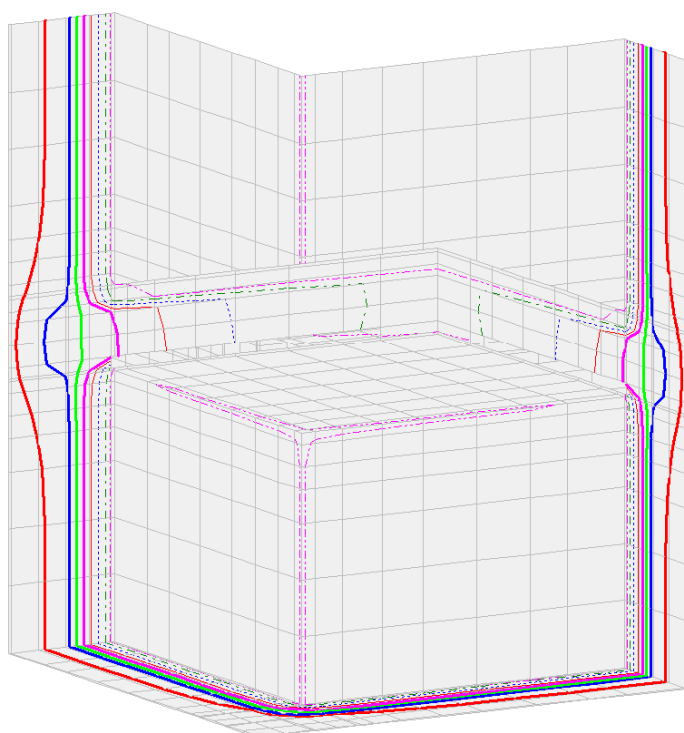
Obr. 4.61 Akumulované množství zkondenzované vlhkosti - roh obvodové stěny a stropní konstrukce (tepelná izolace tl. 140 mm) dle ČSN EN ISO 13788 [27]



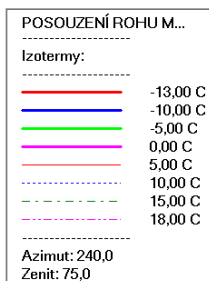
LEGENDA:



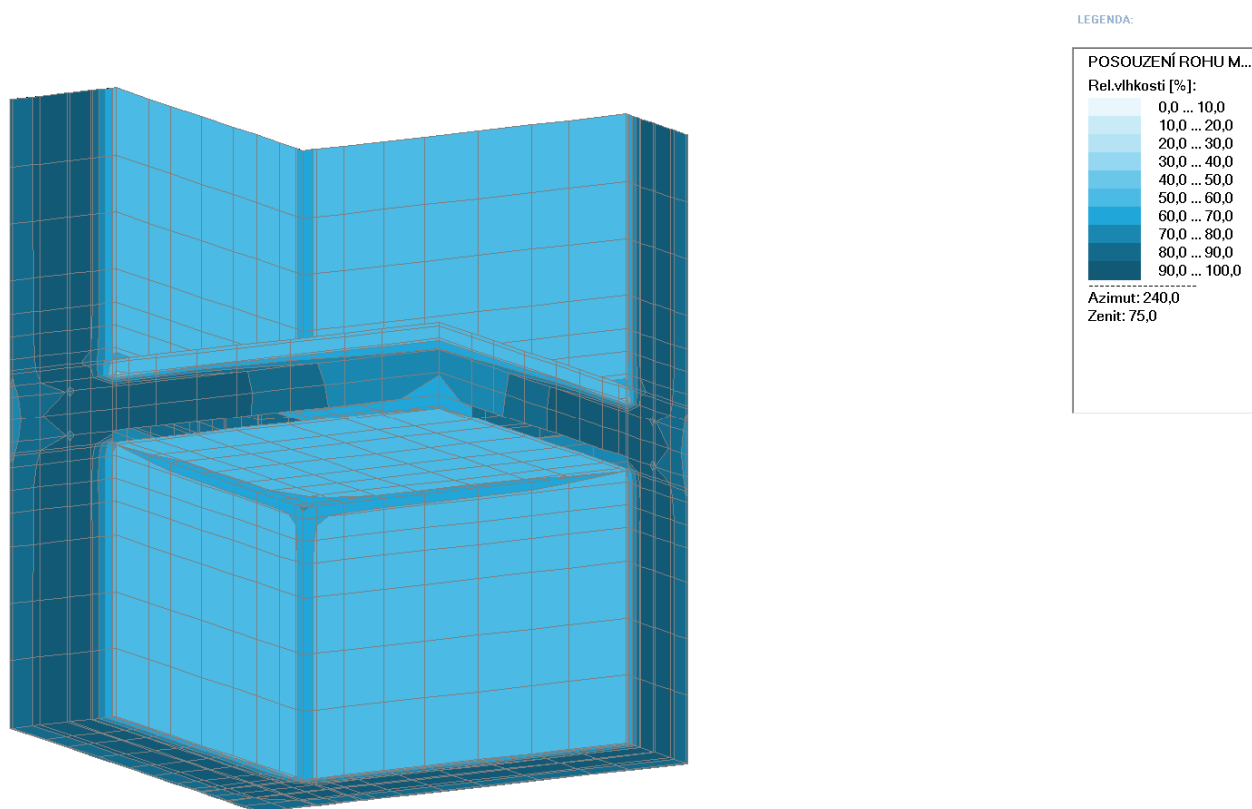
Obr. 4.62 Pole teplo - roh obvodové stěny a stropní konstrukce (tepelná izolace tl. 160 mm)



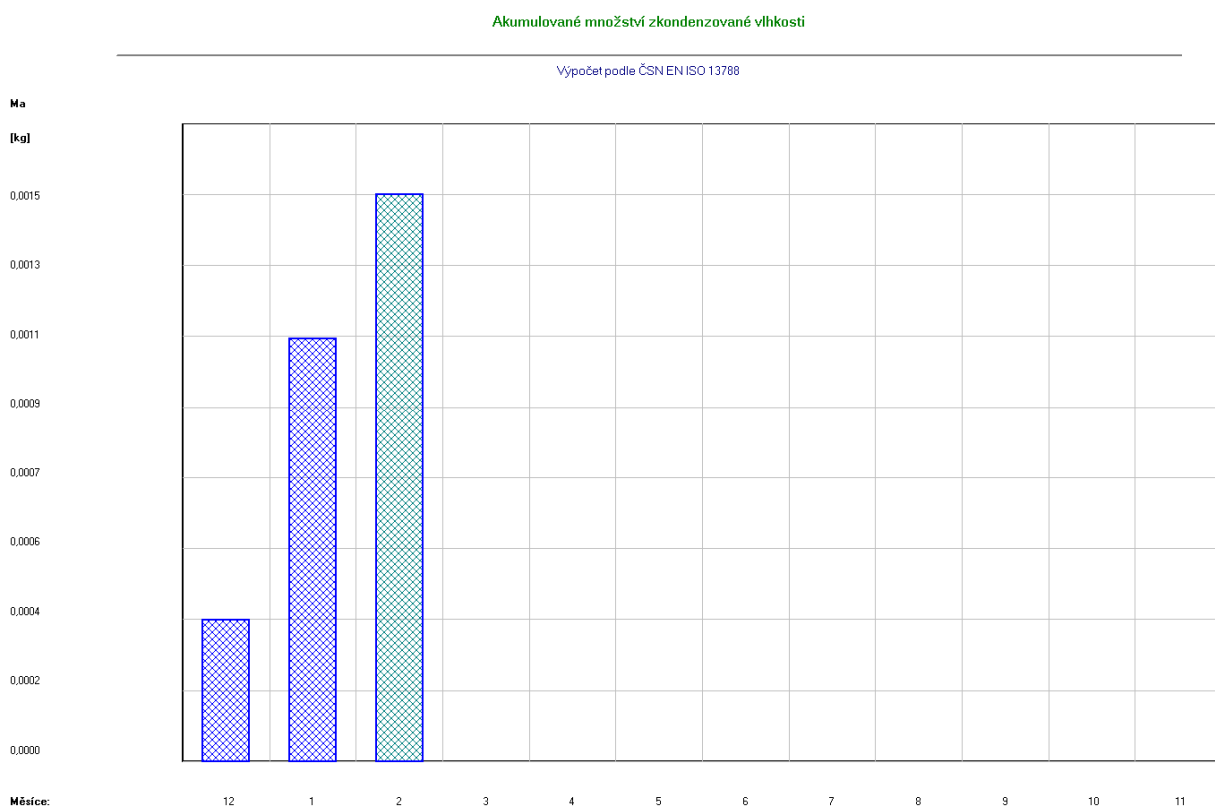
LEGENDA:



Obr. 4.61 Izotermy - roh obvodové stěny a stropní konstrukce (tepelná izolace tl. 160 mm)



Obr. 4.64 Relativní vlhkost vnitřního vzduchu - roh obvodové stěny a stropní konstrukce (tepelná izolace tl. 160 mm)



Obr. 4.65 Akumulované množství zkondenzované vlhkosti - roh obvodové stěny a stropní konstrukce (tepelná izolace tl. 160 mm) dle ČSN EN ISO 13788 [27]

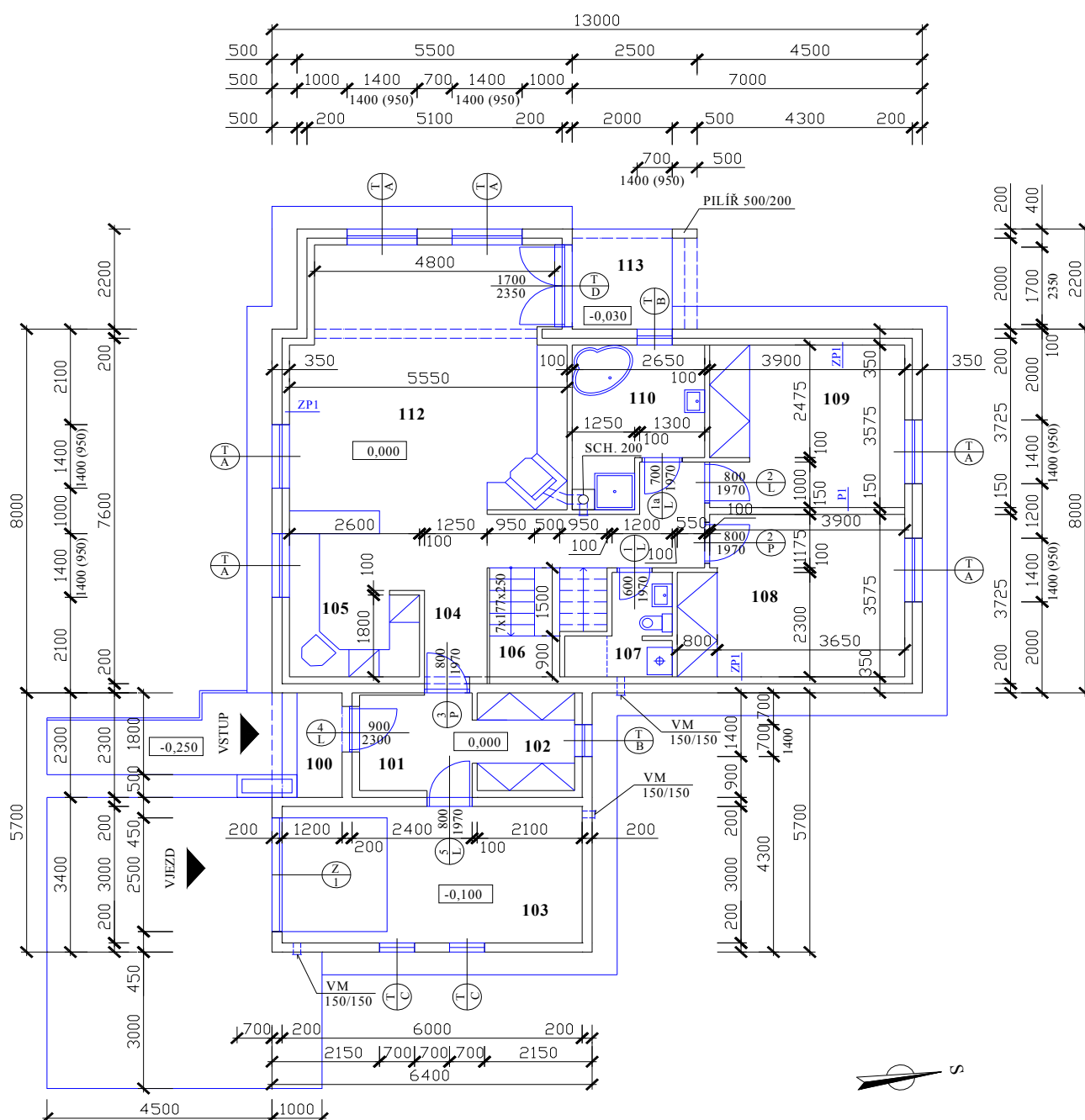
4.3 MĚŘENÍ NA REFERENČNÍM OBJEKTU

Kontinuální měření bylo prováděno na novostavbě rodinného domu v Pržně (okres Frýdek Místek). Nadmořská výška obce je 350 m. n. m. Dům je situován jako samostatně stojící. Nachází se na rozhraní IV a V sněhové oblasti. Rodinný dům se skládá z přízemí, podkroví a je bez podsklepení. Z východní strany domu je přistavena garáž pro osobní automobil. Stavba je rozdělena na jednu bytovou jednotku a garáž. Obvodový plášť je proveden z betonových skořepinových tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplovacího komplexu Rigitherm 140 (tloušťka tepelné izolace 140 mm). Tepelně izolační panel je nalepen na obvodovou stěnu celoplošně. Dělicí příčky jsou zhotoveny v přízemí ze skořepinových betonových tvárnic Betong 10, Betong 15 a v podkroví ze sádkokartonu. Stropní konstrukce je tvořena z ocelových I nosníků se spřaženou železobetonovou deskou a zavěšeným sádkokartonovým podhledem. Krov je dřevěný vaznicový. Střecha je sedlová, členitá s valbou a polovalbou. Jako krytina je použita betonová segmentová taška. Okna i dveře jsou dřevěné. Okna jsou zasklena izolačním dvojsklem.

Měření bylo prováděno v přízemí v místnosti 109 (pokoj) a v místnosti 112 (obývací pokoj). Měřením na již zrealizované stavbě bylo našim cílem získat skutečná data pro možnosti spočítání reálného součinitele prostupu tepla přes obálku budovy, kritického teplotního faktoru, povrchové teploty konstrukce a ověření tepelné pohody. První měření probíhalo od 12. 12. 2006 do 20. 12. 2006 v místnosti 109. Druhé měření následovalo v období od 23. 12. 2008 do 10. 1. 2009 a bylo provedeno v místnosti 112. Třetí měření bylo provedeno dne 17. 03. 2010 v místnosti 112.



Obr. 4.66 Referenční dům v Pržně



LEGENDA

ČÍSLO MÍSTN.	NÁZEV MÍSTNOSTI	PLOCHA m ²	ÚPRAVA POVRCHŮ	
			PODLAHA	STĚNY
100	KRYTÝ VSTUP	3,22	DLAŽBA	
101	ZÁDVEŘÍ	5,52	DLAŽBA	
102	ŠATNA	4,83	DLAŽBA	
103	GARÁŽ	19,20	POTÉR+NÁTĚR	
104	CHODBA	2,97	PARKETY	
105	KUCHYŇ	8,10	DLAŽBA	OBKLAD
106	SCHODIŠTĚ	5,75	DŘEVO	
107	WC	3,68	DLAŽBA	OBKLAD v. 2 m
108	POKOJ	13,94	KOBEREK	
109	POKOJ	13,94	KOBEREK	
110	KOUPELNA	7,92	DLAŽBA	OBKLAD v. 2 m
111	CHODBA	6,50	PARKETY	
112	OBÝVACÍ POKOJ	33,40	PARKETY	
113	KRYTÁ TERASA	5,50	DLAŽBA	

ZP1 BETONG 30 + ZATEPLOVACÍ PANEL RIGITHERM 140
 P1 DĚLICÍ PŘÍČKY BETONG 10, NEBO BETONG 15

Obr. 4.67 Půdorys referenčního rodinného domu

4.3.1 Měření v místnosti 109

První série měření byla provedena v přízemí rodinného domu v pokoji 109. Přesnost provedeného měření odpovídá požadavkům technických norem (ČSN EN ISO 7726 „Ergonomie tepelného prostředí – Přístroje pro měření fyzikálních veličin“). Pro digitální měření a záznam teplot byla použita měřicí ústředna a čidla odolná proti vodě T-STORE TS 12/60 Ústavu technických zařízení budov Ing. Ondřeje Šikuly, Ph.D. (Zaručená odchylka je maximálně $\pm 0,5$ °C při citlivosti měřicích kanálů 0,1 °C.) Výsledky byly kontrolovány namátkově měřicím přístrojem GREISINGER GMH 3350 (teploty a relativní vlhkost vzduchu).

Místnost 109 (pokoj) byla vybrána za kritickou místnost rodinného domu. Místnost je ze dvou stran ohraničena obvodovou stěnou. Obvodové stěny jsou orientovány na sever a západ. Měření povrchových teplot probíhalo na stěně orientované na sever. Povrchová teplota byla měřena na obvodové konstrukci z interiéru a exteriéru. Teplotní čidlo bylo z exteriéru umístěné vždy naproti teplotnímu čidlu umístěného z interiéru. Povrchová teplota obvodové konstrukce z interiéru byla měřena ve dvou bodech. Dále bylo teplotní čidlo umístěné na otopném tělese a na stropní konstrukci u obvodové stěny. V místnosti byly na svislici umístěné tři teplotní čidla ve výšce nad podlahou 0,1 m, 1,1 m a 1,7 m pro měření teploty vzduchu. Pro měření teploty vzduchu v exteriéru bylo přes okno vytaženo jedno teplotní čidlo do exteriéru. Schéma rozmístění čidel je znázorněno na obr. 4.69 (str. 84).

Během měření byla místnost vytápěna přerušovaně pomocí otopného tělesa umístěného pod oknem. Nejnižší teplota vzduchu v exteriéru při měření byla zaznamenána -3 °C a nejvyšší 11,5 °C. Na obr. 4.70 (str. 86) je vykreslen výstup ze všech teplotních čidel ve výseku přibližně jednoho dne (jednoho vytápěcího cyklu).

Z naměřených hodnot byl spočítán dle normy ČSN 730540-2 kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ a teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} v místě měření povrchové teploty $\theta_{si,1}$ a $\theta_{si,2}$. Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu a teplotní faktor vnitřního povrchu byl spočítán podle vzorce (5) a (10) uvedeného v kapitole „Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce“. Z obr. 4.71 znázorňující průběh kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ a teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} v místě měření $\theta_{si,1}$ a $\theta_{si,2}$ je patrné, že kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ je ve všech místech menší, než teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} . S plněním požadavku je prokázáno, že v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60$ % nedochází k povrchové kondenzaci ze strany interiéru na obálkové konstrukci a je splněn požadavek na zabránění růstu plísní na obálkové konstrukci ze strany interiéru.

Z naměřených hodnot jsme následně spočítali lokální součinitel prostupu tepla U_x přes obálkovou konstrukci. Vzorec na výpočet lokálního součinitele prostupu tepla jsme získali upravením následujícího vzorce:

$$f_{Rsi} = 1 - U_x \cdot R_{si} \Rightarrow U_x = \frac{1-f_{Rsi}}{R_{si}} \quad [-] \quad (16)$$

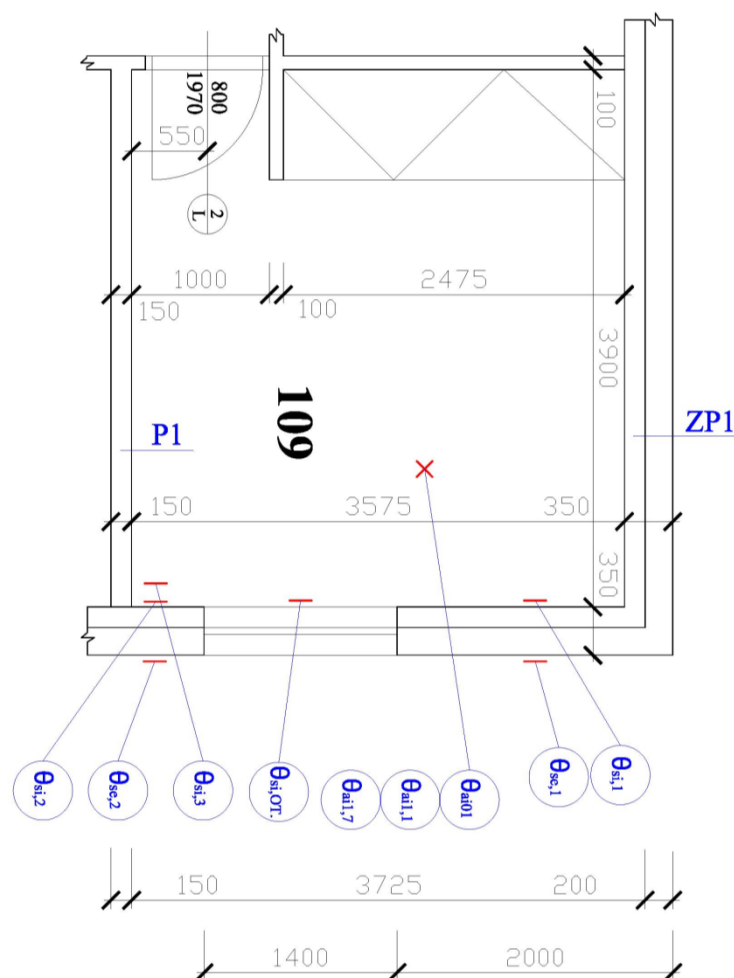
kde R_{si} je odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, pro výplně otvorů má hodnotu 0,13 m²K/W a pro ostatní konstrukce má hodnotu 0,25 m²K/W,

Lokální součinitel prostupu tepla $U_{x(\theta_{si,1})}$ je roven 0,20 W/(m²K) a lokální součinitel prostupu tepla $U_{x(\theta_{si,2})}$ je roven 0,22 W/(m²K). Požadovaná hodnota součinitel prostupu tepla dle normy ČSN 730540-2 pro stěnu vnější je 0,30 W/(m²K). Oba dva lokální součinitelé prostupu tepla jsou menší než požadovaná normová hodnota, z toho vyplývá, že normový požadavek je splněn.

V tab. 4.6 je přiložena část hodnot z provedeného měření spolu s kritickým teplotním faktorem vnitřního povrchu, teplotním faktorem vnitřního povrchu a lokálním součinitelem prostupu tepla spolu s vyhodnocující tabulkou. Celá tabulka je z důvodu rozsahu přiložena v příloze disertační práce.



Obr. 4.68 Pohled na ústřednu T-STORE zaznamenávající teploty z čidel rozmístěných v místnosti 109



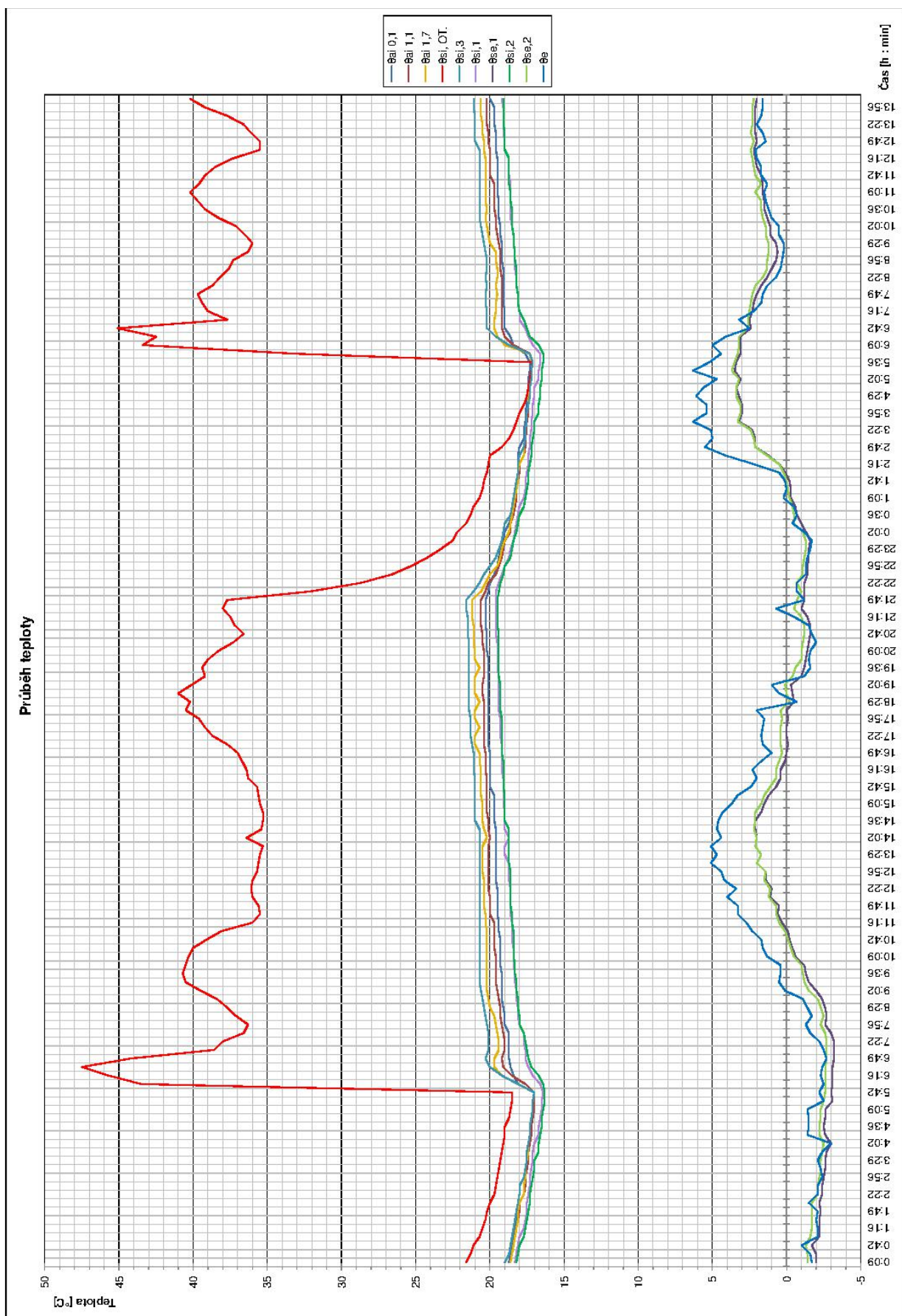
Obr. 4.69 | Rozmístění čidel v kritické místnosti 109

Tab. 4.5 Legenda k následující tab. 4.6

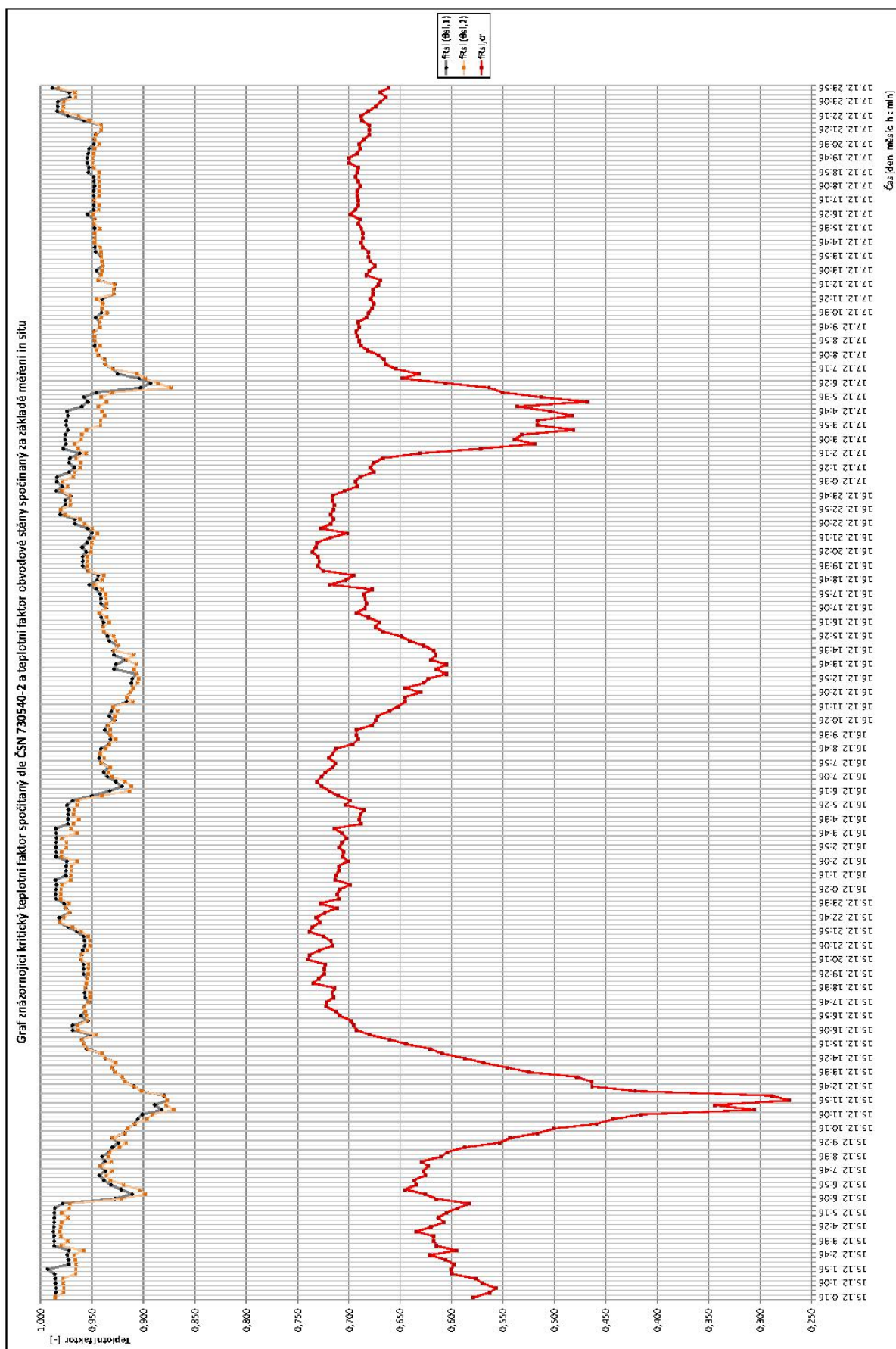
Měření teplot v kritické místnosti 109	
Měření teplot vzduchu	
$\theta_{ai,0,1}$	Teplota vzduchu v úrovni kotníků (0,1 m nad podlahou); [°C]
$\theta_{ai,1,1}$	Teplota vzduchu v úrovni břicha (1,1 m nad podlahou); [°C]
$\theta_{ai,1,7}$	Teplota vzduchu v úrovni hlavy (1,7 m nad podlahou); [°C]
θ_e	Teplota vzduchu v exteriéru; [°C]
Měření povrchových teplot konstrukcí	
$\theta_{si,OT}$	Povrchová teplota otopného tělesa; [°C]
$\theta_{si,3}$	Povrchová teplota stropu v interiéru v místě tepelné vazby; [°C]
$\theta_{si,1}$	Povrchová teplota obvodové stěny v interiéru; [°C]
$\theta_{se,1}$	Povrchová teplota obvodové stěny v exteriéru naproti čidla $\theta_{si,1}$; [°C]
$\theta_{si,2}$	Povrchová teplota obvodové stěny v interiéru; [°C]
$\theta_{se,2}$	Povrchová teplota obvodové stěny v exteriéru naproti čidla $\theta_{si,2}$; [°C]
Hodnoty vypočítané na základě naměřených hodnot	
$f_{Rsi,cr}$	Kritický teplotní faktor spočítaný dle ČSN 730540-2; [-]
f_{Rsi}	Teplotní faktor; [-]
U_x	Lokální součinitel prostupu tepla; [W/(m ² K)]

20. 12. 2006

85



Obr. 4.70 Výšek z výstupu teplotních čidel – pokles teploty při přerušeném vytápění v nočních hodinách od 22 do 5: 30 hod. je podle tabulky 11 ČSN 730540-2 vyhovující



Obr. 4.71 Porovnání kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu a teplotního faktoru vnitřního povrchu

Sledování v zimním období prokázala tepelnou stabilitu interiéru domu Pržno, viz obr. 4.70.

Pokud jde o **letní** období zvýšených teplot v exteriéru, uživatelé domu uvedli svá zjištění, že v objektu rodinného domu je trvale příjemné teplotní a vlhkostní mikroklima.

4.3.2 Měření v obývací pokoji v Przně (místnost 112)

Druhá série měření byla provedena v místnosti 112 (obývací pokoj). Měřené veličiny byly zaznamenávány pomocí měřicí ústředny ALMEMO 2390 a ALMEMO 2690. Do měřicí ústředny byly připojeny čidla, které měřily povrchovou teplotu obvodové konstrukce, teplotu vzduchu současně s vlhkostí vzduchu a hustotu tepelného toku pomocí měřicí desky.

Přesnost provedeného měření odpovídá požadavkům technických norem (ČSN EN ISO 7726 „Ergonomie tepelného prostředí – Přístroje pro měření fyzikálních veličin“). Zaručená odchylka je maximálně $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ při citlivosti měřících kanálů $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Místnost 112 plní funkci obývacího pokoje byla pro měření vybrána z důvodu nejdelšího pobytu osob. Měření probíhalo za plného provozu rodinného domu. Místnost je ze dvou stran, z jihu a západu, ohraničena obvodovou stěnou. Měření povrchových teplot probíhalo na stěně orientované na jih v místě rohu stěny. Povrchová teplota byla měřena na obvodové konstrukci z interiéru a exteriéru. Teplotní čidlo bylo z exteriéru umístěné naproti teplotnímu čidlu umístěného z interiéru. Čidlo měřící povrchovou teplotu bylo umístěné na stěně ve výšce 1,5 m nad podlahou. Nad čidlem měřícím povrchovou teplotu byla na stěnu ve výšce 1,8 m nalepena deska, která měří hustotu tepelného toku. V místnosti poblíž rohu, kde probíhalo měření povrchových teplot, byla měřena teplota vzduchu a současně byla měřena i vlhkost vzduchu. Čidlo bylo umístěné ve výšce 1 m nad podlahou. Pro měření teploty vzduchu v exteriéru bylo přes okno vytaženo jedno teplotní čidlo do exteriéru. Schéma rozmístění čidel je znázorněno na obr. 4.72 (str. 90).

Během měření byla místnost vytápěna přerušovaně pomocí otopných těles a krbu. Nejnižší teplota vzduchu v exteriéru při měření byla zaznamenána $-11,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nejvyšší $2,51\text{ }^{\circ}\text{C}$. Teplota vzduchu v interiéru se pohybovala od $16,51\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $25,42\text{ }^{\circ}\text{C}$ s průměrnou hodnotou $21\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Z naměřených hodnot byl spočítán dle normy ČSN 730540-2 kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ a teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} v místě měření povrchové teploty $\theta_{si,1}$. Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu a teplotní faktor vnitřního povrchu byl spočítán podle vzorce (5) a (10) uvedeného v kap. 4.2.2 „Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce“ na str. 38 a 39. Z grafu znázorňující průběh kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ a teplotního faktoru vnitřního povrchu f_{Rsi} v místě měření $\theta_{si,1}$ je patrné, že kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ je ve všech místech menší, než teplotní faktor f_{Rsi} . Tím je prokázáno splnění požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce dle ČSN 730540-2. Splněním požadavku je prokázáno, že v prostorech s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu

$\varphi_i \leq 60 \%$ nedochází k povrchové kondenzaci ze strany interiéru na obálkové konstrukci a je splněn požadavek na zabránění růstu plísní na obálkové konstrukci ze strany interiéru.

Z naměřených hodnot jsem následně spočítal lokální součinitel prostupu tepla U_x přes obálkovou konstrukci.

$$f_{R_{si}} = 1 - U_x \cdot R_{si} \Rightarrow U_x = \frac{1 - f_{R_{si}}}{R_{si}} \quad [-] \quad (16)$$

kde R_{si} je odpor při přestupu tepla na vnitřní straně konstrukce, pro výplně otvorů má hodnotu $0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$ a pro ostatní konstrukce má hodnotu $0,25 \text{ m}^2\text{K/W}$,

Hodnoty hustoty tepelného toku $q \text{ [W/m}^2\text{]}$ jsem použil na vypočítání součinitele prostupu tepla U_T přes obvodovou stěnu. Na výpočet jsem použil vzorec:

$$U_T = \frac{q}{\Delta\theta} = \frac{q}{\theta_{ai} - \theta_e} \quad [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})] \quad (17)$$

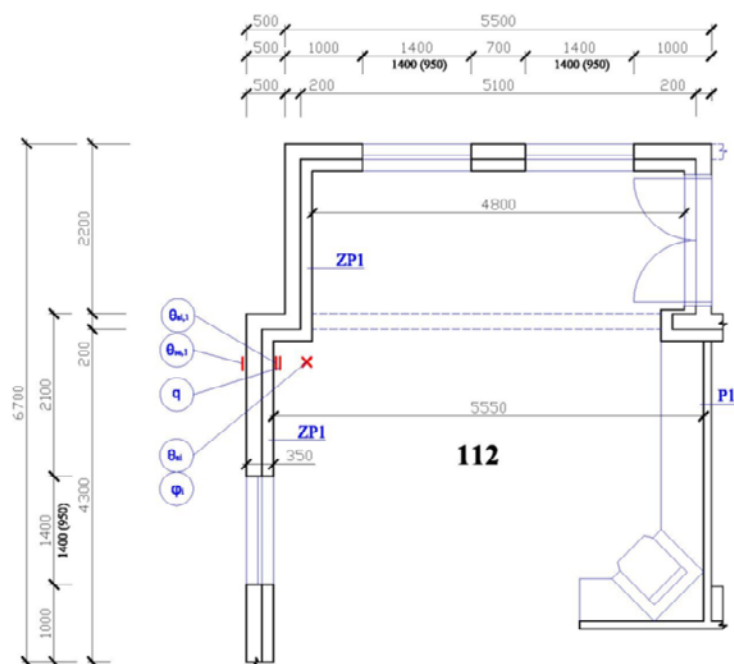
(německý výrobce měřicí techniky v návodu k užití přístrojů odkazuje na výpočetní vzorce podle v Německu platné DIN normy. Vzorce pro výpočet jsou stejné jako v ČR, jen jsou použity jiné symboly: součinitel prostupu tepla

$$K = \frac{k}{T_{Ai} - T_{Ae}}, [\text{W}/(\text{m}^2\text{K})]$$

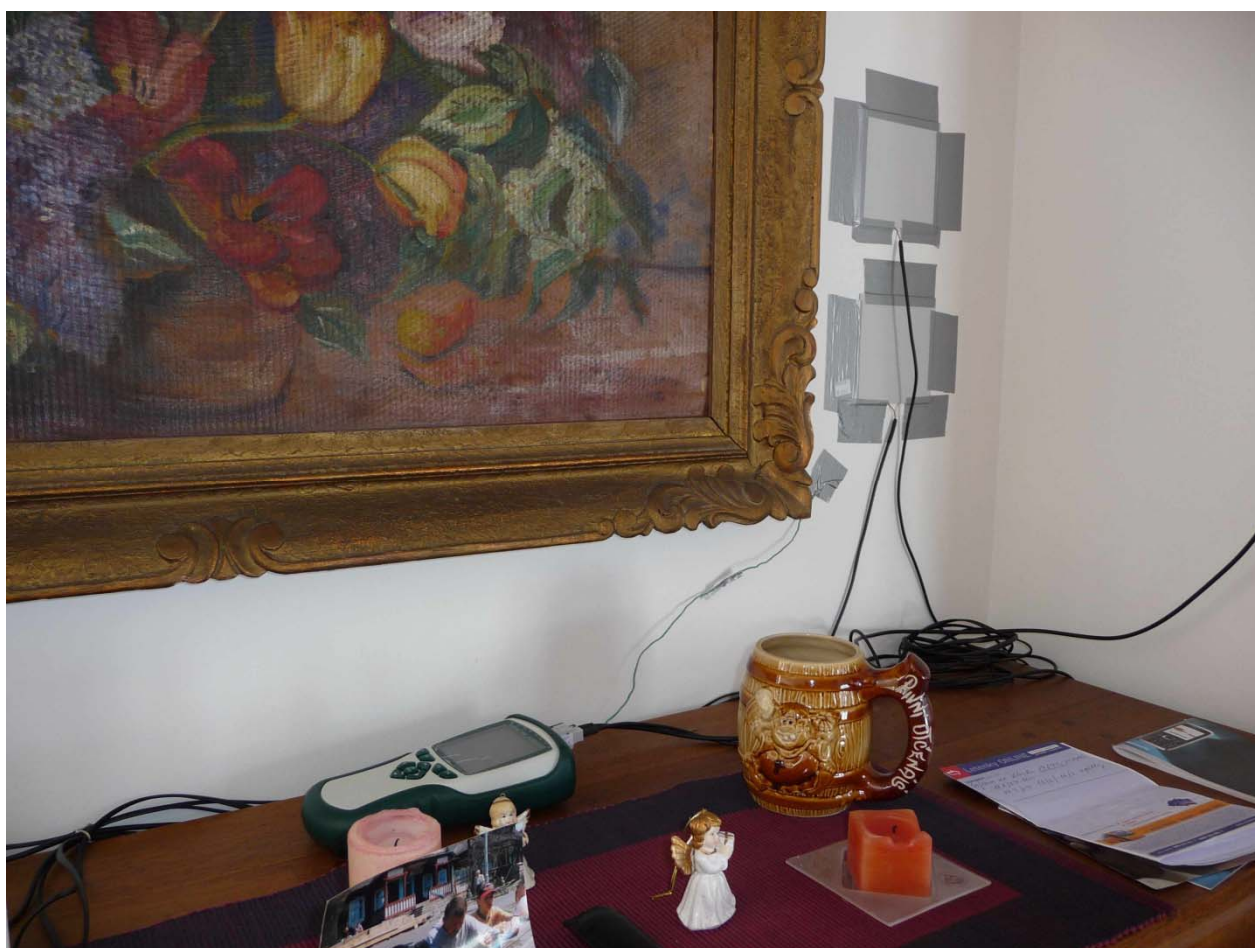
Z vypočtených hodnot jsem zjistil, že medián lokálního součinitele prostupu tepla $U_{x(\theta_{si,1})}$ je $0,20 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ a medián součinitele prostupu tepla U_T je $0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Požadovaná hodnota součinitele prostupu tepla dle normy ČSN 730540-2 pro stěnu vnější je $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Hodnota spočteného lokálního součinitele prostupu tepla i součinitel prostupu tepla je menší než požadovaná normová hodnota, z toho plyne, že normový požadavek je splněn.

V tab. 4.8 je uvedena část hodnot z provedeného měření spolu se spočteným kritickým teplotním faktorem vnitřního povrchu, teplotním faktorem vnitřního povrchu, lokálním součinitelem prostupu tepla a součinitelem prostupu tepla spolu s vyhodnocující tabulkou. Celá tabulka je z důvodu rozsahu přiložena v příloze disertační práce.



Obr. 4.72 Rozmístění čidel v místnosti 112



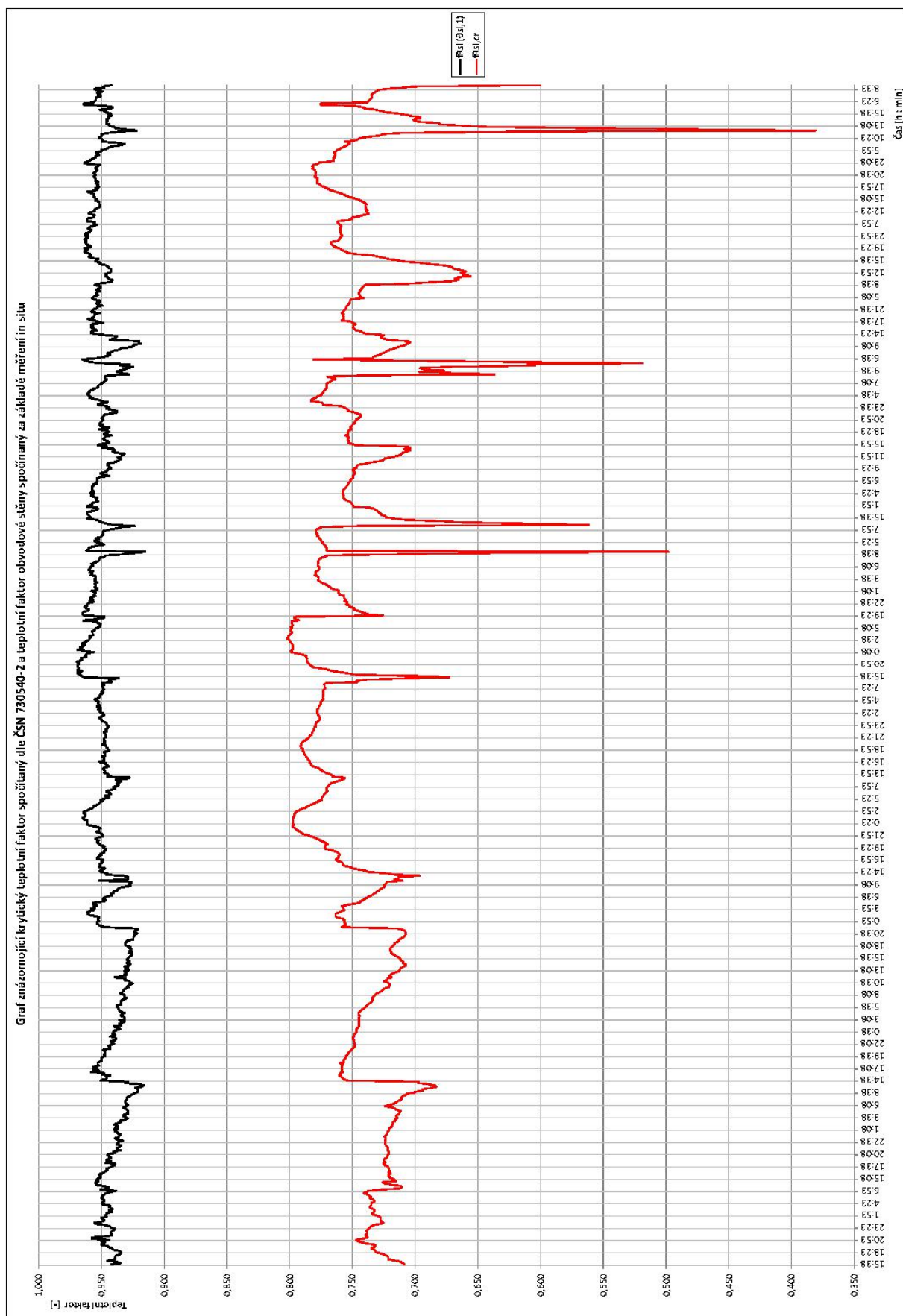
Obr. 4.73 Pohled na rozmístění čidel v místnosti 112 se snímači tepelného toku AHLBORN

Tab. 4.7 Legenda k následující tabulce

Měřené hodnoty	
$\theta_{se,l}$	Povrchová teplota obvodové stěny v exteriéru (výška 1,8 m nad terénem); [°C]
$\theta_{si,l}$	Povrchová teplota obvodové stěny v interiéru (výška 1,5 m nad podlahou); [°C]
θ_e	Teplota vzduchu v exteriéru (výška 1,4 m nad terénem); [°C]
θ_{ai}	Teplota vzduchu v interiéru (1,0 m nad podlahou); [°C]
q	Hustota tepelného toku (přes obvodovou stěnu ve výšce 1,7 nad podlahou); [W/m ²]
φ_i	Relativní vlhkost vnitřního vzduchu; [%]
Hodnoty vypočítané na základě naměřených hodnot	
$f_{Rsi,cr}$	Kritický teplotní faktor spočítaný dle ČSN 730540-2; [-]
f_{Rsi}	Teplotní faktor; [-]
U_x	Lokální součinitel prostupu tepla; [W/(m ² K)]
U_T	Součinitel prostupu tepla stavební konstrukce (obvodové stěny); [W/(m ² K)]

Tab. 4.8 Část tabulky s hodnotami z měření v Pržně od 23.12 2008 do 10. 1. 2009,
včetně sloupce q, hustoty tepelného toku

DATUM	ČAS	$\theta_{\text{se},1}$ [°C]	$\theta_{\text{a},1}$ [°C]	θ_{e} [°C]	θ_{a} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	φ_i [°]	Rosný bod [°C]	obsah par [g]	$f_{\text{Ra},\sigma}$ (dle ČSN) [-]	$f_{\text{Ra},(\theta_{\text{a},1})}$ [-]	$U_{k,(\theta_{\text{a},1})}$ [W/m ² ·K]
24.12.2008	0:53	0,3	21,2	-0,66	22,40	4,2	0,18213356	33,0	5,3	5,4	0,72734657	0,94796184	0,20815265
24.12.2008	1:08	0,2	21,1	-0,84	22,28	4,3	0,18598616	33,2	5,3	5,4	0,72734146	0,94896194	0,20415225
24.12.2008	1:23	0,1	21,0	-0,76	22,15	4,2	0,18332606	33,5	5,3	5,4	0,72723287	0,94980358	0,20078568
24.12.2008	1:38	0,0	20,9	-0,97	22,15	4,6	0,19896194	33,7	5,4	5,5	0,72846433	0,94593426	0,21626298
24.12.2008	1:53	-0,3	20,8	-1,41	22,05	4,8	0,20460358	33,8	5,3	5,4	0,73109329	0,94671782	0,21312873
24.12.2008	2:08	-0,6	20,7	-1,72	21,98	4,9	0,20675105	33,8	5,2	5,4	0,73397034	0,94599156	0,21603376
24.12.2008	2:23	-0,6	20,7	-1,51	21,98	5,1	0,21711367	33,8	5,2	5,4	0,73397034	0,94550873	0,21796509
24.12.2008	2:38	-0,5	20,6	-1,25	21,96	5,4	0,23265834	33,8	5,2	5,4	0,73258862	0,94140457	0,23438173
24.12.2008	2:53	-0,5	20,6	-1,40	21,91	5,5	0,23595024	33,9	5,2	5,4	0,73209127	0,94380094	0,22479622
24.12.2008	3:08	-0,6	20,5	-1,70	21,89	5,5	0,23314964	33,9	5,2	5,4	0,73308384	0,94107873	0,23569309
24.12.2008	3:23	-0,8	20,5	-1,85	21,87	5,3	0,22944013	33,8	5,1	5,4	0,73524242	0,94224283	0,23102867
24.12.2008	3:38	-0,9	20,5	-1,71	21,82	5,1	0,21674458	33,8	5,1	5,4	0,73592301	0,94390140	0,22439439
24.12.2008	3:53	-0,9	20,4	-1,62	21,73	5,1	0,21841542	33,8	5,0	5,4	0,73504975	0,94304069	0,22783726
24.12.2008	4:08	-1,0	20,4	-1,89	21,60	4,8	0,20434227	33,8	4,9	5,3	0,73495404	0,94891443	0,20434227
24.12.2008	4:23	-1,1	20,3	-1,83	21,48	4,8	0,20592021	33,8	4,8	5,3	0,73495578	0,94937795	0,20248820
24.12.2008	4:38	-1,0	20,2	-1,63	21,38	4,7	0,20425902	33,8	4,7	5,2	0,73278605	0,94871795	0,20512821
24.12.2008	4:53	-1,0	20,1	-1,71	21,31	4,7	0,20417029	33,8	4,7	5,2	0,73208727	0,94743701	0,21025195
24.12.2008	5:08	-1,2	20,0	-2,26	21,22	4,8	0,20442930	33,9	4,6	5,2	0,73358038	0,94804089	0,20783646
24.12.2008	5:23	-1,5	19,9	-2,98	21,10	4,6	0,19102990	34,0	4,5	5,2	0,73593861	0,95016611	0,19933555
24.12.2008	5:38	-1,5	19,8	-2,75	21,00	4,5	0,18947368	34,0	4,4	5,1	0,73496279	0,94947368	0,20210526
24.12.2008	5:53	-1,7	19,7	-2,96	20,91	4,5	0,18852116	34,1	4,4	5,1	0,73642937	0,94930876	0,20276498
24.12.2008	6:08	-1,9	19,6	-2,67	20,83	4,5	0,19148936	34,0	4,3	5,1	0,73797748	0,94785957	0,20906170
24.12.2008	6:23	-2,2	19,5	-3,31	20,79	4,6	0,19087137	34,0	4,3	5,1	0,74101819	0,94647303	0,21410788
24.12.2008	6:38	-2,0	19,4	-2,57	20,75	4,7	0,20154374	33,9	4,2	5,1	0,73836432	0,94210978	0,23156089
24.12.2008	6:53	-1,7	19,6	-2,22	21,03	6,7	0,28817204	33,6	4,3	5,1	0,73758591	0,93849462	0,24602151
24.12.2008	9:08	1,3	22,5	0,75	23,63	7,0	0,30594406	31,2	5,5	5,5	0,72770359	0,95081189	0,19755245
24.12.2008	9:23	2,6	22,5	1,50	23,74	8,0	0,35971223	31,9	6,0	5,8	0,71214408	0,94424460	0,22302158
24.12.2008	9:38	2,8	22,6	1,05	23,87	7,9	0,34618755	31,7	6,0	5,8	0,71091317	0,94434706	0,22261174
24.12.2008	10:53	4,1	24,2	1,90	25,42	7,9	0,33588435	29,8	6,5	5,9	0,71106762	0,94812925	0,20748299
24.12.2008	11:08	3,5	24,3	1,38	25,41	7,3	0,30578693	30,7	6,9	6,1	0,71886840	0,95380774	0,18476904
24.12.2008	11:23	3,0	24,2	1,47	25,29	6,7	0,28127624	31,0	6,9	6,2	0,72390072	0,95424013	0,18303946
24.12.2008	11:38	2,8	24,2	1,42	25,28	6,4	0,26823135	30,3	6,6	6,0	0,72625409	0,95473596	0,18105616
24.12.2008	14:38	1,9	22,1	0,48	23,18	4,8	0,21145374	30,9	5,0	5,4	0,71520899	0,95242291	0,19030837
24.12.2008	14:53	1,7	22,0	0,39	23,04	4,5	0,19867550	31,1	5,0	5,4	0,71630167	0,95408389	0,18366446
24.12.2008	15:08	1,6	22,0	-0,05	23,09	5,4	0,23336214	30,8	4,9	5,3	0,71817834	0,95289542	0,18841832
24.12.2008	15:23	1,4	21,9	-0,30	23,05	5,1	0,21841542	30,9	4,9	5,3	0,72034331	0,95074946	0,19700214
24.12.2008	15:38	1,3	21,8	-0,35	22,95	5,1	0,21888412	31,2	4,9	5,4	0,72054886	0,95064378	0,19742489
24.12.2008	15:53	1,2	21,8	-0,37	22,92	5,4	0,23185917	30,8	4,7	5,2	0,72151095	0,95191069	0,19235723
24.12.2008	16:08	1,3	21,7	-0,27	22,84	5,0	0,21635656	31,3	4,9	5,3	0,71934903	0,95067071	0,19731718
24.12.2008	16:23	1,2	21,7	-0,15	22,90	5,5	0,23861171	31,3	4,9	5,4	0,72129530	0,94793926	0,20824295
24.12.2008	16:38	1,2	21,6	-0,15	22,82	5,7	0,24814976	31,3	4,9	5,3	0,72042869	0,94688724	0,21245102
24.12.2008	16:53	1,2	21,6	-0,11	22,86	5,9	0,25685677	31,3	4,9	5,3	0,72068279	0,94514584	0,21941663
24.12.2008	17:08	1,2	21,6	-0,08	22,84	6,7	0,29232112	31,8	5,1	5,4	0,72064594	0,94589878	0,21640489
24.12.2008	17:23	1,2	21,6	0,01	22,90	7,3	0,31891656	31,3	4,9	5,4	0,72129530	0,94320664	0,22717344
24.12.2008	17:38	1,2	21,6	0,01	22,94	6,5	0,28347143	31,4	5,0	5,4	0,72172621	0,94156127	0,23375491
24.12.2008	17:53	1,2	21,8	0,02	23,20	8,3	0,35806730	31,5	5,3	5,4	0,72448896	0,93960311	0,24158758
24.12.2008	18:08	1,2	21,9	0,15	23,31	7,8	0,33678756	31,4	5,3	5,4	0,72563826	0,93911917	0,24352932
24.12.2008	18:23	1,3	22,0	0,10	23,24	7,4	0,31979257	31,8	5,5	5,5	0,72365438	0,94641314	0,21434745
24.12.2008	18:38	1,2	21,9	0,11	23,24	6,7	0,28966710	31,7	5,4	5,5	0,72490822	0,94206658	0,23173368
24.12.2008	18:53	1,2	22,0	0,15	23,24	6,3	0,27284539	32,2	5,7	5,6	0,72490822	0,94629710	0,21481161
24.12.2008	19:08	1,2	21,9	0,16	23,18	5,5	0,23892268	32,1	5,6	5,6	0,72427877	0,94439618	0,22241529
24.12.2008	19:23	1,3	21,8	0,11	23,13	5,5	0,23892268	32,1	5,5	5,5	0,72248614	0,94222415	0,23110339
24.12.2008	19:38	1,3	21,8	0,15	23,10	5,4	0,23529412	32,1	5,5	5,5	0,72216548	0,94335512	0,22657952
24.12.2008	19:53	1,3	21,8	0,09	23,05	5,4	0,23519164	32,0	5,4	5,5	0,72162908	0,94555749	0,21777003
24.12.2008	20:08	1,3	21,7	0,09	23,01	5,1	0,22251309	32,0	5,4	5,5	0,72119819	0,94284468	0,22862129
24.12.2008	20:23	1,3	21,6	0,13	22,99	5,4	0,23622047	32,5	5,6	5,6	0,72098215	0,93919510	0,24321960
24.12.2008	20:38	1,3	21,6	0,15	22,95	5,4	0,23684211	32,2	5,4	5,5	0,72054886	0,94078947	0,23684211
24.12.2008	20:53	1,3	21,6	0,19	23,09	5,7	0,24890830	32,1	5,5	5,5	0,72205840	0,93493450	0,26026201
24.12.2008	21:08	1,3	21,6	0,18	23,02	5,4	0,23642732	31,9	5,3	5,4	0,72130606	0,93782837	0,24888651
24.12.2008	21:23	1,3	21,6	0,22	23,02	5,8	0,25438596	32,3	5,5	5,5	0,72130606	0,93771930	0,24912281
24.12.2008	21:38	1,3	21,6	0,15	23,09	6,4	0,27898867	32,4	5,6	5,6	0,72205840	0,93504795	0,25980820
24.12.2008	21:53	1,3	21,7	0,19	23,21	6,9	0,29973936	32,0	5,5	5,5	0,72333693	0,93440487	0,26238054
24.12.2008	22:08	1,3	21,8	0,16	23,23	6,7	0,29042046	31,9	5,5	5,5	0,72354866	0,93801474	0,24794105
minimální hodnota		-9,3	15,0	-11,3	16,51	2,8	0,092	22,3	-4,3	2,6	0,3800	0,9200	0,120
průměrné hodnoty		-2,79	19,67	-4,77	21,00	5,65	0,222	27,39	1,38	4,17	0,7400	0,9500	0,210
medián		-2,40	19,80	-3,91	21,12	5,50	0,217	26,50	1,00	4,00	0,7500	0,9500	0,200
maximální hodnota		9,9	24,3	2,51	25,42	9,0	0,440	39,2	8,8	7,0	0,8000	0,9700	0,340



Obr. 4.74 Porovnání kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu a teplotního faktoru vnitřního povrchu

4.3.3 Následující měření v místnosti 112

Třetí série měření byla provedena taktéž v obývacím pokoji 112.

Měřené veličiny byly zaznamenávány pomocí měřicí ústředny ALMEMO 2690. Do měřicí ústředny byla připojena čidla, která měřila povrchovou teplotu obálkové konstrukce a teplotu vzduchu současně s vlhkostí vzduchu.

Přesnost provedeného měření odpovídá požadavkům technických norem (ČSN EN ISO 7726 „Ergonomie tepelného prostředí – Přístroje pro měření fyzikálních veličin“). Zaručená odchylka je maximálně $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$ při citlivosti měřicích kanálů $0,1\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Měření probíhalo jen jeden den a navazovalo na předešlé měření v místnosti 112. Měření probíhalo za plného provozu rodinného domu. Čidlo měřící povrchovou teplotu bylo ze strany interiéru umístěno přímo do rohu obvodové stěny do výšky 1,2 m nad podlahou. Následující čidlo měřící povrchovou teplotu bylo umístěno do stejné výšky (1,2 m) a bylo umístěno na obvodové stěně z interiéru mezi oknem a čidlem v rohu místnosti. Další čidlo bylo umístěno na rám okna přibližně do výšky 1,3 m. Čidlo měřící teplotu vzduchu a vlhkost vzduchu zavěšené poblíž měřeného rohu ve výšce 1,7 m nad podlahou. Čidlo měřící teplotu vzduchu spolu s vlhkostí vzduchu v exteriéru bylo přes okno vyvedeno ven a bylo umístěno ve výšce 1,3 m nad terénem.

Během měření byla místnost vytápěna přerušovaně pomocí otopných těles a krbu. Nejnižší teplota vzduchu v exteriéru při měření byla zaznamenána $-4,51\text{ }^{\circ}\text{C}$ kolem třetí hodiny ranní a nejvyšší teplota $5,66\text{ }^{\circ}\text{C}$, která byla zaznamenána kolem 13 hodiny. Teplota vzduchu v interiéru se pohybovala od $19,04\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $20,93\text{ }^{\circ}\text{C}$ s průměrnou hodnotou $20,09\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Z naměřených hodnot byl spočítán dle normy ČSN 730540-2 kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ a teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} v místě měření povrchové teploty $\theta_{si,1}$, $\theta_{si,2}$, $\theta_{si,3}$. Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu a teplotní faktor vnitřního povrchu byl spočítán podle vzorce (5) a (10) uvedeného v kap. 4. 2. 2 „Nejnižší vnitřní povrchová teplota konstrukce“ na str. 38 a 39. Z grafu znázorňující průběh kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ a teplotního faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} v místě měření $\theta_{si,1}$ a $\theta_{si,2}$ je patrné, že kritický teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi,cr}$ je ve všech místech menší, než teplotní faktor vnitřního povrchu $f_{Rsi(\theta_{si,1})}$ a $f_{Rsi(\theta_{si,2})}$. Tím je prokázáno splnění požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce dle ČSN 730540-2. Kritický teplotní faktor pro výplň otvoru a teplotní faktor rámu okna je uveden jen v tabulce. Z hodnot z tabulky plyne, že rám zabudovaného okna taktéž splňuje požadavek na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce. Pro okno (výplň otvoru) však na rozdíl od stěny byl použit na výpočet kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu kritická vnitřní povrchová vlhkost $\varphi_{si,cr} = 100\text{ }\%$.

Z naměřených hodnot jsem následně spočítal lokální součinitel prostupu tepla U_x přes obálkovou konstrukci (stěnu). Z vypočtených hodnot jsem zjistil, že medián lokálního součinitel prostupu tepla $U_{x(\theta_{si,1})}$ je $0,55\text{ W/(m}^2\text{K)}$ a medián lokálního součinitele prostupu tepla (v rohu místnosti) $U_{x(\theta_{si,2})}$ je $0,22\text{ W/(m}^2\text{K)}$. Průběh

spočítaných hodnot lokálních součinitele prostupu tepla $U_{x(\theta_{si,1})}$ a $U_{x(\theta_{si,2})}$ je znázorněn na obr. 4.76.

Požadovaná hodnota součinitel prostupu tepla dle normy ČSN 730540-2 pro stěnu vnější je $0,30 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Hodnota spočteného lokálního součinitele prostupu tepla v rohu místi splňuje požadavek na součinitel prostupu tepla citované normy. Lokální součinitel prostupu tepla spočtený v místě měření povrchové teploty $\theta_{si,1}$ však tento požadavek nesplňuje. Z rozdílu hodnoty lokálního součinitele prostupu tepla v místě měření teploty $\theta_{si,1}$, $\theta_{si,2}$ a z předcházejících měření se dá předpokládat, že v konstrukci je v daném místě skryta nějaká technologická vada.

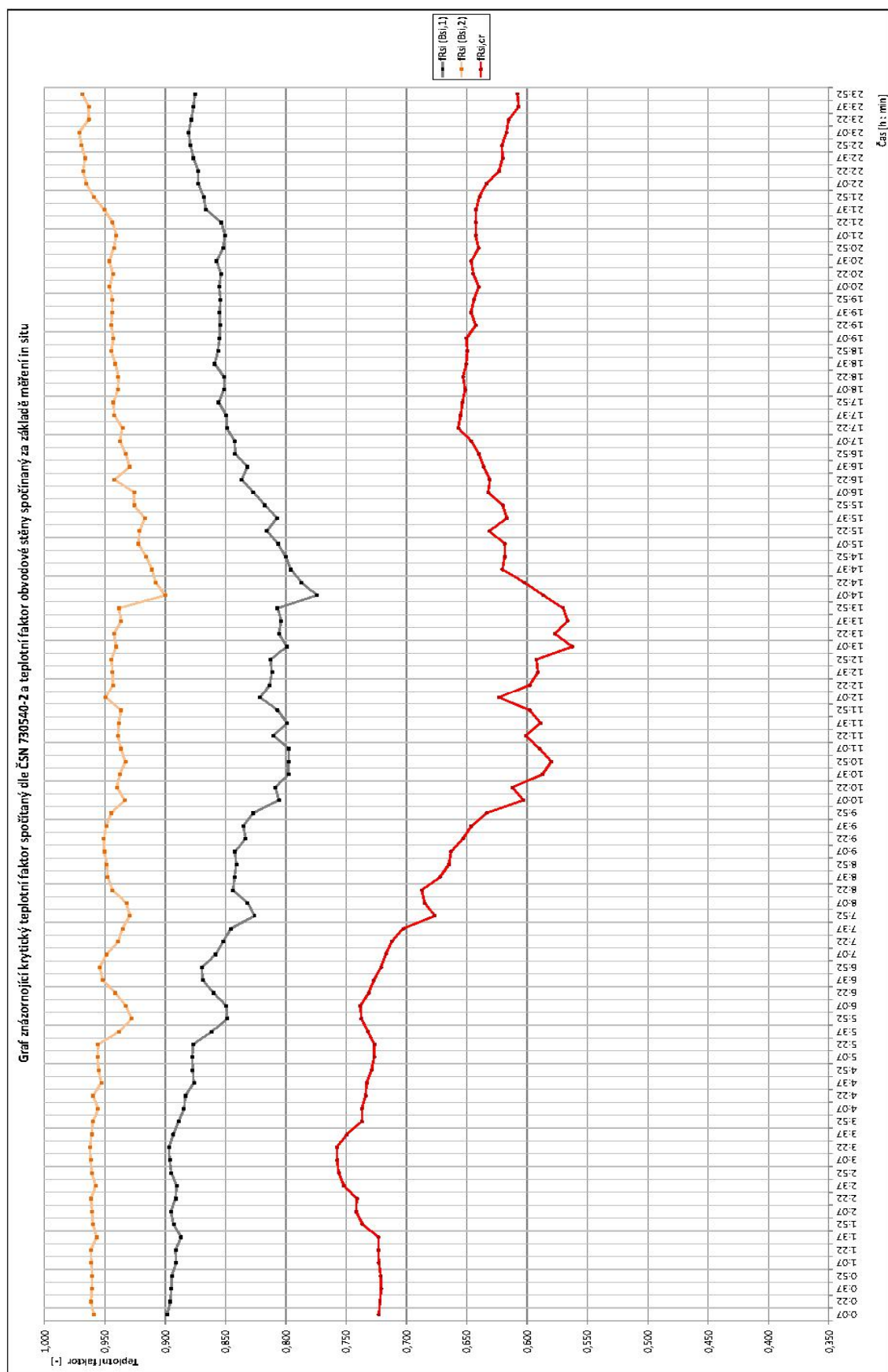
V tab. 4.10 je uvedena část hodnot z provedeného měření spolu s kritickým teplotním faktorem vnitřního povrchu, teplotním faktorem vnitřního povrchu a lokálním součinitelem prostupu tepla spolu s vyhodnocující tabulkou. Celá tabulka je z důvodu rozsahu přiložena v příloze disertační práce.

Tab. 4.9 Legenda k následující tabulce

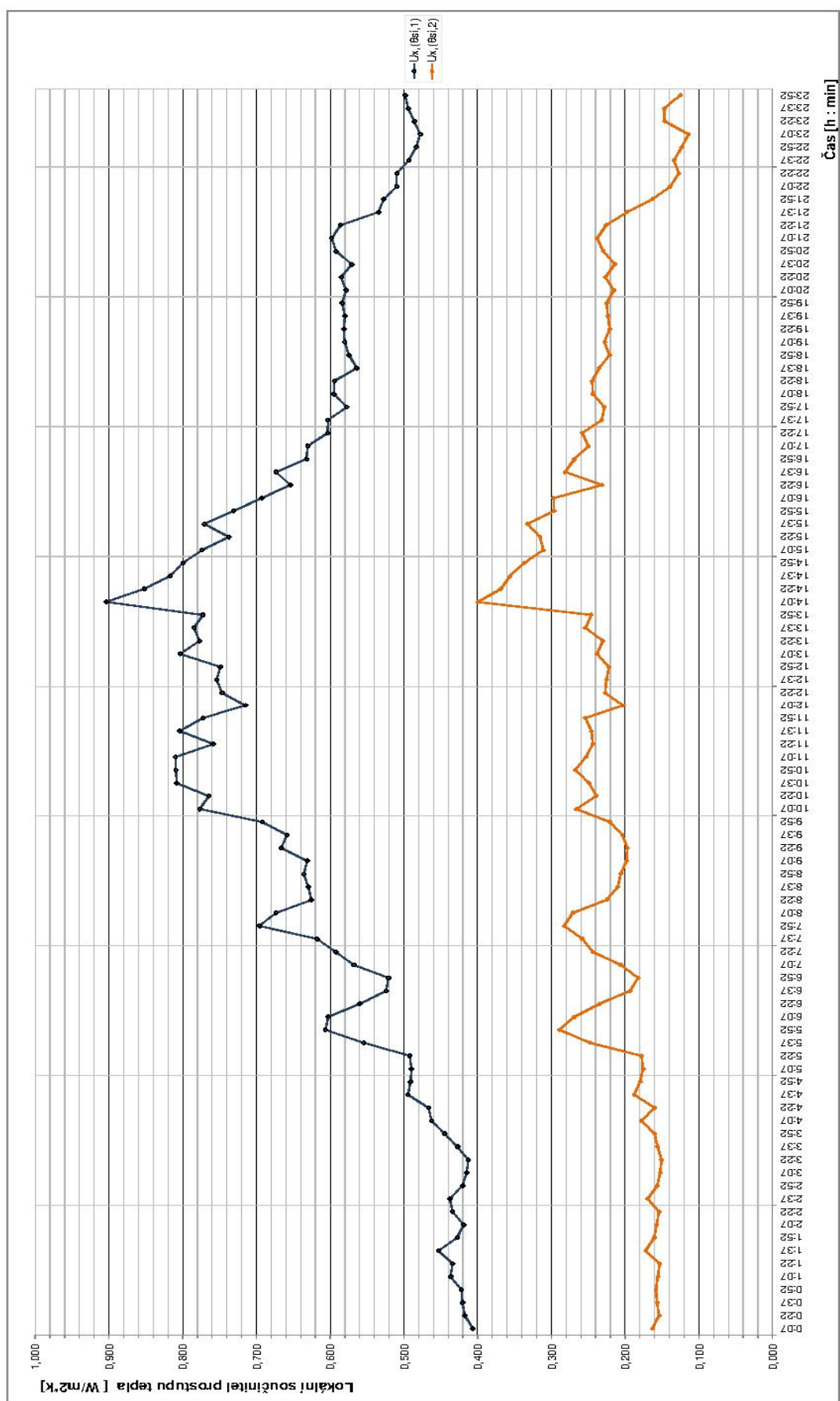
Měřené hodnoty	
θ_e	Teplota vzduchu v exteriéru (výška 1,3 m nad terénem); [°C]
θ_{ai}	Teplota vzduchu v interiéru (1,7 m nad podlahou); [°C]
$\theta_{si,1}$	Povrchová teplota rámu okna v interiéru (výška 1,3 m nad podlahou); [°C]
$\theta_{si,2}$	Povrchová teplota obvodové stěny v interiéru mezi oknem a koutem místnosti (výška 1,2 m nad podlahou); [°C]
$\theta_{si,3}$	Povrchová teplota obvodové stěny v interiéru v rohu místnosti (kout dvou obvodových stěn, výška 1,2 m nad podlahou); [°C]
φ_i	Relativní vlhkost vzduch v interiéru; [%]
φ_e	Relativní vlhkost vzduchu v exteriéru; [%]
Hodnoty vypočítané na základě naměřených hodnot	
$f_{Rsi,cr}$	Kritický teplotní faktor spočítaný dle ČSN 730540-2; [-]
f_{Rsi}	Teplotní faktor; [-]
U_x	Lokální součinitel prostupu tepla; [$\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$]

Tab. 4.10 Část tabulky s hodnotami z měření v Pržně 17. 3. 2010

Datum	Čas	θ _e [°C]	θ _e [°C]	θ _{s,1} [°C]	θ _{s,2} [°C]	θ _{s,3} [°C]	φ _e [%]	φ _i [%]	Rosný bod [°C]	Rosný bod [°C]	Obsah par [g/kg]	Obsah par [g/kg]	f _{rs,ρ (sčeva)} die ČSN: [-]	f _{rs (sč,1)} stěna: [-]	U _{r (sč,1)} [W/m ² ·K]	f _{rs (sč,2)} roh: [-]	U _{r (sč,2)} roh: [W/m ² ·K]
17.3.2010	0:07	-1,38	19,97	16,7	19,1	17,8	82,4	27,6	-3,9	0,4	2,8	3,8	0,7228374	0,8936066	0,40655728	0,95950559	0,16297866
17.3.2010	0:22	-1,36	19,92	16,7	19,1	17,7	81,5	27,6	-4,0	0,4	2,7	3,8	0,72202657	0,89567669	0,40547793	0,96146617	0,15419534
17.3.2010	0:37	-1,28	19,93	16,7	19,1	17,7	80,3	27,6	-4,1	0,3	2,7	3,8	0,72108819	0,89486091	0,42055634	0,96086752	0,15852994
17.3.2010	0:52	-1,29	19,94	16,7	19,1	17,7	80,4	27,6	-4,2	0,4	2,7	3,8	0,72132998	0,89448893	0,42204428	0,96043395	0,15826660
17.3.2010	1:07	-1,42	19,93	16,7	19,1	17,6	80,5	27,6	-4,3	0,3	2,7	3,8	0,72291712	0,89086651	0,43653396	0,96112412	0,15550351
17.3.2010	1:22	-1,47	19,92	16,7	19,1	17,6	79,4	27,6	-4,5	0,3	2,6	3,8	0,72345608	0,89159810	0,43847439	0,96166493	0,15934268
17.3.2010	1:37	-1,45	19,92	16,6	19,0	17,5	78,1	27,6	-4,7	0,3	2,6	3,8	0,72319726	0,88675714	0,45297146	0,95694899	0,17220402
17.3.2010	1:52	-2,54	19,90	16,6	19,0	17,5	80,9	27,6	-5,3	0,3	2,5	3,8	0,73643563	0,89530481	0,42780749	0,95698305	0,16042781
17.3.2010	2:07	-3,01	19,90	16,6	19,0	17,5	81,3	27,6	-5,7	0,3	2,4	3,8	0,74184267	0,89524225	0,41903099	0,96071584	0,15713662
17.3.2010	2:22	-2,87	19,88	16,6	19,0	17,4	82,2	27,4	-5,5	0,3	2,4	3,8	0,74120374	0,89146608	0,43413567	0,96148796	0,15404871
17.3.2010	2:52	-4,31	19,95	16,6	19,0	17,4	84,3	27,4	-6,5	0,3	2,3	3,8	0,75611667	0,89488671	0,42044518	0,96084069	0,15663644
17.3.2010	3:07	-4,47	19,93	16,5	19,0	17,4	84,2	27,4	-6,7	0,3	2,2	3,8	0,75753248	0,89681148	0,41475410	0,96188525	0,15245802
17.3.2010	3:22	-4,51	19,92	16,5	19,0	17,4	83,1	27,4	-6,9	0,2	2,2	3,8	0,75786842	0,89684814	0,42160745	0,96204138	0,15063447
17.3.2010	3:37	-3,68	19,92	16,4	19,0	17,4	82,7	27,4	-6,1	0,2	2,2	3,8	0,74935277	0,89832034	0,42711864	0,96101695	0,15593220
17.3.2010	3:52	-2,59	19,90	16,4	19,0	17,4	80,0	27,4	-5,5	0,2	2,4	3,8	0,73702159	0,8883948	0,44464206	0,95998221	0,16007114
17.3.2010	4:07	-2,59	19,90	16,4	18,9	17,3	81,7	27,4	-5,2	0,2	2,5	3,8	0,73702159	0,88493306	0,48242775	0,95553579	0,17785683
17.3.2010	4:22	-2,42	19,79	16,2	18,9	17,2	82,4	27,5	-4,9	0,2	2,5	3,8	0,73932665	0,88938586	0,48645655	0,95892796	0,16028816
17.3.2010	4:37	-2,22	19,94	16,5	18,9	17,2	82,7	27,2	-4,7	0,2	2,6	3,8	0,73302606	0,87635379	0,49458484	0,95930659	0,18772663
17.3.2010	4:52	-1,95	19,88	16,5	18,9	17,2	81,7	27,3	-4,6	0,2	2,6	3,8	0,72911157	0,87723317	0,49106734	0,95510765	0,17956940
17.3.2010	5:07	-1,79	19,85	16,5	18,9	17,2	81,1	27,3	-4,5	0,2	2,6	3,8	0,72679485	0,877545159	0,48993864	0,95609982	0,17560074
17.3.2010	5:22	-1,78	19,86	16,5	18,9	17,2	81,4	27,3	-4,4	0,1	2,6	3,8	0,72652154	0,87696577	0,48213691	0,95559667	0,17761332
17.3.2010	5:37	-1,86	20,27	17,0	18,9	17,2	82,1	26,9	-4,4	0,3	2,6	3,8	0,73199953	0,86127429	0,55490285	0,93809309	0,24762765
17.3.2010	5:52	-1,85	20,84	17,5	19,2	17,4	81,9	26,2	-4,5	0,4	2,6	3,8	0,73749595	0,84839136	0,60643455	0,92727146	0,28911415
17.3.2010	6:07	-1,84	20,93	17,6	19,4	17,5	82,5	26,3	-4,4	0,6	2,7	3,9	0,73924233	0,84936320	0,6025471	0,93280762	0,26877470
17.3.2010	6:22	-1,45	20,70	17,5	19,4	17,6	80,0	26,7	-4,1	0,6	2,7	3,9	0,73137758	0,86004515	0,55981941	0,94130926	0,23476298
17.3.2010	6:37	-1,31	20,45	17,4	19,4	17,6	80,6	27,0	-4,1	0,5	2,7	3,9	0,72707441	0,86902574	0,52389706	0,95174632	0,19307411
17.3.2010	6:52	-1,00	20,27	17,3	19,3	17,5	80,9	27,2	-3,8	0,4	2,8	3,9	0,72116359	0,86976963	0,52092149	0,954959586	0,18241655
17.3.2010	7:07	-0,61	20,38	17,5	19,3	17,4	79,2	26,9	-3,7	0,4	2,8	3,8	0,7211078	0,86902763	0,56788947	0,94854693	0,20581229
17.3.2010	7:22	-0,10	20,56	17,7	19,3	17,5	78,0	26,8	-3,4	0,5	2,9	3,9	0,71230609	0,85188771	0,59244918	0,93901258	0,24394666
17.3.2010	7:37	0,59	20,59	17,9	19,3	17,5	75,9	26,8	-3,1	0,5	2,9	3,9	0,70274544	0,84550000	0,69355000	0,93955000	0,25800000
17.3.2010	7:52	2,31	20,70	18,3	19,4	17,5	69,2	26,6	-2,7	0,6	3,0	3,9	0,67645533	0,82599239	0,69603045	0,92930941	0,28276237
17.3.2010	8:07	1,79	20,68	18,5	19,4	17,5	72,3	26,7	-2,6	0,5	3,1	3,9	0,68506636	0,83165696	0,67337215	0,932323928	0,27104288
17.3.2010	8:22	1,47	20,47	18,6	19,4	17,5	71,2	26,9	-3,1	0,4	2,9	3,9	0,68798153	0,84368421	0,69526316	0,94368421	0,22532616
17.3.2010	8:37	2,15	20,25	18,6	19,3	17,4	70,0	27,1	-2,7	0,4	3,0	3,8	0,67237788	0,84254144	0,69989425	0,94751381	0,20994475
17.3.2010	8:52	2,43	20,11	18,7	19,2	17,3	69,7	27,3	-2,4	0,3	3,1	3,8	0,66494740	0,84106335	0,63574661	0,94852941	0,20386235
17.3.2010	9:07	2,41	19,97	18,7	19,1	17,2	69,1	27,4	-2,6	0,3	3,1	3,8	0,66301255	0,84225513	0,63097950	0,95045558	0,19817768
17.3.2010	9:22	2,79	19,84	18,7	19,0	17,0	69,5	27,6	-2,1	0,3	3,2	3,8	0,65327189	0,83943109	0,66627566	0,95073314	0,19708745
17.3.2010	9:37	9,05	19,75	18,7	18,9	17,0	67,5	27,6	-2,3	0,2	3,1	3,8	0,64624496	0,835532834	0,65868263	0,94910180	0,20539281
17.3.2010	9:52	9,57	19,68	18,9	18,8	16,9	64,3	27,6	-2,4	0,2	3,1	3,8	0,633682945	0,82669208	0,69230769	0,94478908	0,22094367
17.3.2010	10:07	4,81	19,69	19,1	18,7	16,8	61,2	27,6	-1,9	0,1	3,2	3,8	0,60315598	0,80577957	0,77688172	0,93346778	0,26612803
17.3.2010	10:22	4,39	19,61	19,1	18,7	16,7	61,5	27,6	-2,3	0,1	3,1	3,8	0,60880420	0,80880420	0,76478318	0,94021025	0,23915900
17.3.2010	10:37	5,29	19,59	19,3	18,7	16,7	58,2	27,6	-2,1	0,2	3,2	3,8	0,59737142	0,79790210	0,80839161	0,933776224	0,24895105
17.3.2010	10:52	5,50	19,54	19,3	18,6	16,7	55,7	27,6	-2,5	0,2	3,1	3,7	0,57998863	0,79772080	0,80911681	0,933048493	0,26780627
17.3.2010	11:07	5,14	19,51	19,5	18,5	16,6	56,5	27,6	-2,7	0,2	3,0	3,7	0,58962919	0,79749478	0,81002088	0,93367363	0,25390550
17.3.2010	11:22	4,63	19,40	19,3	18,5	16,6	58,6	27,7	-2,7	0,2	3,0	3,7	0,60107426	0,81042654	0,75829384	0,93906567	0,24373731
17.3.2010	11:37	5,05	19,38	19,3	18,5	16,5	60,0	27,7	-2,0	0,0	3,2	3,7	0,58888743	0,79902303	0,80390789	0,93859037	0,24563852
17.3.2010	11:52	4,68	19,33	19,1	18,4	16,5	59,8	27,8	-2,4	0,1	3,2	3,7	0,59801925	0,80828294	0,77269625	0,93651877	0,25392491
17.3.2010	12:07	3,97	19,19	18,7	18,4	16,4	65,9	27,9	-2,1	0,0	3,2	3,7	0,62338107	0,82138284	0,71446863	0,94942382	0,20230474
17.3.2010	12:22	4,50	19,13	18,5	18,3	16,4	64,1	27,9	-1,6	-0,1	3,3	3,7	0,59807809	0,81339713	0,74641148	0,94326726	0,22693096
17.3.2010	12:37	4,73	19,11	18,5	18,3	16,4	62,6	27,9	-1,7	-0,1	3,3	3,7	0,59115247	0,81354931	0,75382476	0,94367177	0,22531293
17.3.2010	12:52	4,68	19,10	18,6	18,3	16,4	61,2	27,9	-2,1	-0,1	3,2	3,7	0,59231744	0,81276006	0,74895978	0,94452150	0,22191401
17.3.2010	13:07	5,66	19,10	18,8	18,3	16,4	58,7	27,9	-1,7	-0,1	3,3	3,7	0,56259059	0,79910714	0,80357174	0,94047619	0,23809054
17.3.2010	13:22	5,20	19,10	18,8	18,3	16,4	59,2	27,9	-2,0	0,1	3,2	3,7	0,57076601	0,80575540	0,76077842	0,94244604	0,23021593
17.3.2010	13:37	5,50	19,06	18,8	18,2	16,4	58,2	27,9	-2,0	-0,1	3,2	3,7	0,5659275	0,8083481	0,78466077	0,93657817	0,24536732
17.3.2010	13:52	5,97	19,04	18,8	18,2	16,4	58,3	27,9	-2,0	-0,1	3,2	3,7	0,56014540	0,80687637	0,77249451	0,93855157	0,24579537
17.3.2010	14:07	5,53	19,83	19,1	18,4	16,6	59,1	27,0	-1,7	0,0	3,3	3,7	0,586629452	0,77412587	0,90349650	0,90000000	0,40000000
17.3.2010	14:22	5,09	19,97	19,2	18,6	16,8	60,4	26,9	-1,8	0,0	3,2	3,7	0,60231857	0,78696237	0,85215054	0,90793011	0,36827957
minimální hodnota	-4,51	19,04	16,2	19,2	18,2	16,4	55,7	26,2	-6,9	-0,1	2,2	3,7	0,5626	0,7741	0,407	0,9000	0,114
průměrná hodnota	2,11	20,09	17,97	18,12	17,46	17,03	27,43	27,43	-2,80	0,42	3,02	3,85	0,6610	0,8494	0,602	0,9454	0,218
medián	9,75	19,97	18,20	19,10	17,50	67,60	27,40	27,40	-2,05	0,40	3,20	3,80	0,643	0,8527	0,589	0,9440	0,224
maximální hodnota	5,66	20,95	19,5	19,8	18,3	84,3	84,3	84,3	-1,2	1,0	3,4	4,0	0,7579	0,9884	0,904	0,9714	0,400



Obr. 4.75 Kritický teplotní faktor vnitřního povrchu a teplotní faktor vnitřního povrchu



Obr. 4.76 Lokální součinitel prostupu tepla

4.3.4 Rozložení teplot po výšce

Pro ověření činitele ovlivňujícího kvalitu mikroklimatických podmínek v místnosti, jejichž obvodové stěny jsou postaveny z tvárnic Betong se systémem vnitřního zateplení bylo zvoleno ověření rozložení teplot vzduchu v místnosti po výšce.

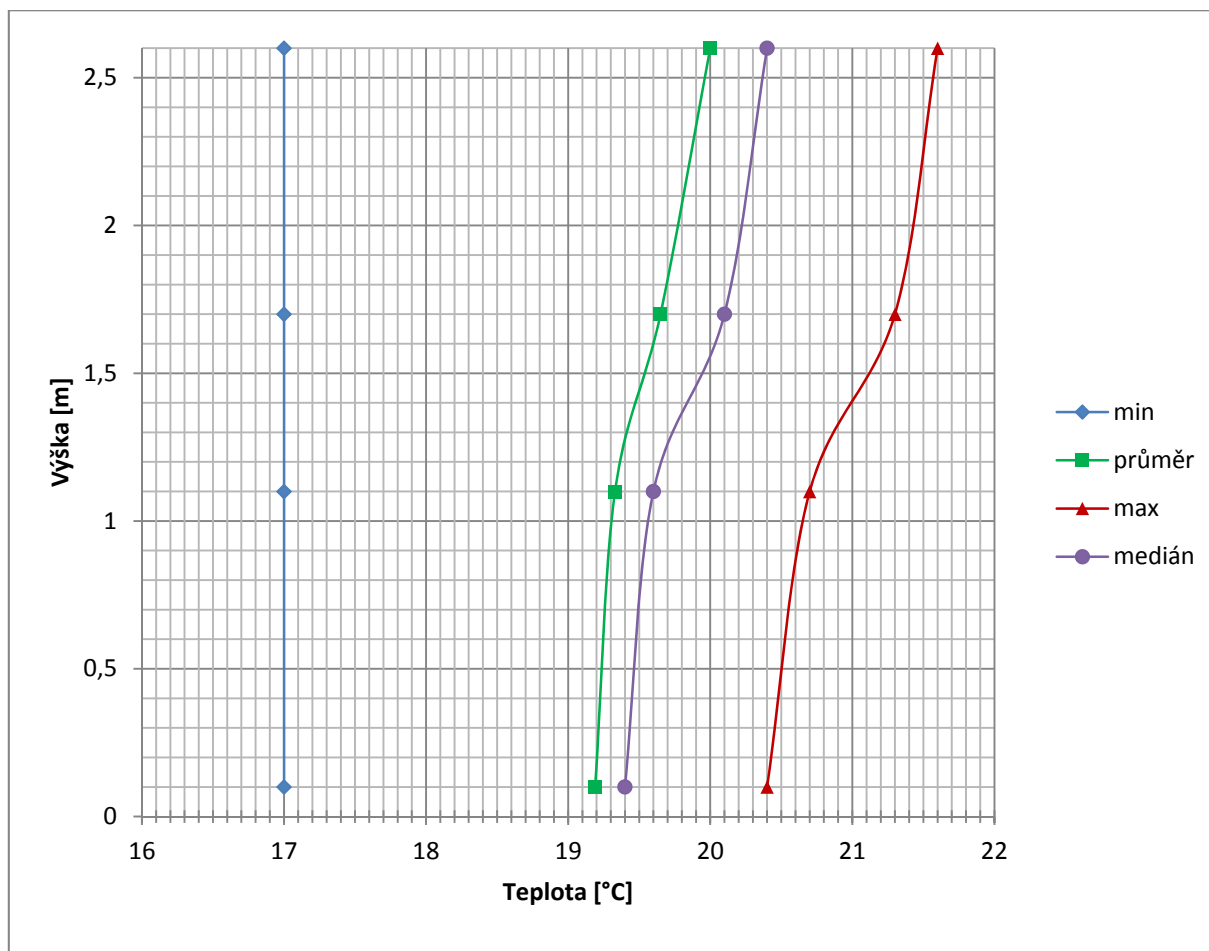
V našich klimatických podmínkách se považuje za optimální, aby se teplota v místnosti pro vykonávání lehké fyzické práce, duševní činnosti či odpočinku pohybovala v rozmezí od 18 °C do 22 °C. Toho lze docílit vhodným zvolením vytápěcího systému a správným nastavením regulačních opatření. Přetápění místností (případně celého domu) se nedoporučuje z důvodu výrazného zvyšování nákladů na vytápění. Při zvýšení teploty jen o 1 °C se zvýší náklady na vytápění o 6 %. I při splnění těchto podmínek však musíme dbát na to, aby teplota vzduchu v jednotlivých výškách od podlahy měla podobnou teplotu a nedocházelo tak k diskomfortu pobývajících osob v důsledku špatných mikroklimatických podmínek (stojící člověk by byl vystaven v jednotlivých výškových úrovních rozdílným teplotám vzduchu). Rozložení teplot po výšce je závislé na způsobu vytápění posuzované místnosti, vlastnostech obálkové konstrukce posuzované místnosti a okrajových podmínkách (teplota vzduchu v exteriéru a interiéru). Pro dodržení mikroklimatických podmínek je doporučeno, aby rozdíl teplot po výšce nad sebou byl do 2 °C. Posouzení se provádí pro stojící osobu, z toho důvodu se měří teplota na svislici ve třech výškách. V úrovni kotníků stojící osoby (0,1 m nad podlahou), v úrovni břicha (1,1 m nad podlahou) a v úrovni hlavy (1,7 m nad podlahou).

V rodinném domě v Pržně byla vybrána kritická místnost, která byla rohová a současně byla orientována na sever. Místnosti byla dle projektu označena číslem 109. V místnosti bylo současně prováděno měření povrchových teplot na obálkové konstrukci z interiéru, exteriéru, na otopném tělese a dále byla měřena teplota vzduchu v exteriéru a teplota vzduchu v interiéru ve třech výškách nad sebou (v úrovni kotníků, břicha a hlavy) a u stropu. Pro vyhodnocení rozložení teplot po svislici byly vybrány data naměřená od půlnoci 15. 12. 2006 do půlnoci 17. 12. 2006.

Při zaznamenávání teplot byla zjištěna nejnižší teplota vzduchu 17 °C a nejvyšší teplota vzduchu v úrovni hlavy 21,3 °C. V tab. 4.11 jsou uvedeny výsledky naměřených hodnot v úrovni kotníků, břicha, hlavy a výsledný rozdíl teplot po výšce (její vertikální nerovnoměrnost). Na obr. 4.77 jsou graficky znázorněny hodnoty z tab. 4.11. Z tabulky plyne, že maximální rozdíl teploty po výšce mezi úrovní kotníků a úrovní hlavy byl naměřen 0,7 °C. Hodnota je menší než požadované 2 °C, z toho plyne, že místnost splňuje mikroklimatickou podmínku na rozložení teplot po výšce.

Tab. 4.3.5 Vertikální průběh teplot vzduchu

Výška měření od podlahy [m]	0,1 (výška kotníku)	1,1 (výška břicha)	1,7 (výška hlavy)	Rozdíl teplot [°C]
min [°C]	17	17	17	0
průměr [°C]	19,19	19,33	19,65	0,46
medián [°C]	19,4	19,6	20,1	0,7
max [°C]	20,4	20,7	21,3	0,9



Obr. 4.77 Vertikální průběh teploty vzduchu

4.4 INFRAČERVENÁ TERMOGRAFIE

S infračervenou termografií se ve stavební praxi můžeme setkat pod názvem termovizní snímkování. Metoda nám slouží k bezkontaktnímu zjišťování povrchových teplot. Pro měření jsou používány přístroje, které se nazývají termokamery. Přístroje však nedovedou zjistit povrchovou teplotu přímo. Kamery měří množství infračerveného záření vyzářeného z povrchu tělesa a na základě platných fyzikálních vlastností pak toto záření přepočítávají na povrchovou teplotu.

Infračervené záření objevil Sir Frederick William Herschel kolem roku 1800 při experimentování s rozkladem slunečního světla pomocí slunečních hranolů a

měření teplot. Elektromagnetické záření se skládá z celého spektra záření (záření gama, rentgenové záření, ultrafialové záření, viditelné záření, infračervené záření, mikrovlny, televizní vlny, radiové vlny a nízkofrekvenční vlny) a infračervené záření tvoří jen jednu z jeho složek. Toto záření nabývá vlnových délek λ v intervalu 1 mm až 79 nm. V některých literaturách se hranice infračerveného spektra mírně liší. Je to způsobeno tím, že mezi jednotlivými druhy elektromagnetického záření neexistuje pevná hranice a jednotlivé přechody mezi jednotlivými pásmy se překrývají. Zdrojem infračerveného záření je kmitání molekul a atomů (označovaný jako molekulový pohyb). Molekuly kmitají v každé látce, jejíž teplota je větší než absolutní nula, která je stanovena jako 0 K (-273,15 °C). Čím je teplota tělesa větší, tím molekuly více kmitají a uvolňuje se více infračerveného záření. Termokamery, které se využívají ve stavebnictví, využívají infračerveného záření vlnové délky λ nejčastěji v intervalu 8 μm až 14 μm .

Infračervená termografie má uplatnění v mnoha vědních oborech a to ne jenom v technických oborech (stavebnictví, strojírenství a elektrotechnika), ale i v lékařství, záchranných sborech, policii a armádě. Já se zde však zabývám jen termografií používanou ve stavebnictví, i když podmínky použití jsou podobné i v jiných odvětvích. Ve stavebnictví se infračervená termografie nejčastěji používá pro:

- Kontrolu tepelně technických vlastností obalové konstrukce stavby (pomocí povrchových teplot konstrukce)
- Lokalizaci vad a poruch v konstrukcích na základě tepelně technických vlastností (tepelné mosty, místa s povrchovou kondenzací vlhkosti, dílčí vzduchové netěsnosti v obálce budovy)
- Lokalizaci rozmístění stavebních prvků, které jsou skryty v konstrukci (nejčastěji se jedná o nosné prvky s rozdílným součinitelem prostupu tepla – sloupy, trámy, ocelové nosníky). Metoda se využívá i pro lokalizaci a kontrolu rozmístění kotvicích prvků v zateplovacím systému ETICS.
- Detekci a kontrole rozvodů technického zařízení budov (podlahové vytápění, rozvody teplé vody a rozvody vzduchotechniky)
- Vyhledávání materiálových změn v konstrukci – stavební zásahy do konstrukce (nejčastěji nástavby, přístavby a zazdívání otvorů, pokud byly provedeny za použití jiných materiálů, než původní stavba), nebo k zjišťování umístění a velikosti spár ve zdivu – vhodné provést před plánovanou rekonstrukcí stavby.

4.4.1 Emisivita

Pro stanovení povrchových teplot na základě infračerveného záření tělesa potřebujeme znát emisivitu povrchu měřeného materiálu. Emisivita je definovaná jako poměr intenzity vyzařování reálného tělesa (měřeného materiálu) k intenzitě vyzařování absolutně černého tělesa se stejnou teplotou. Absolutně černé těleso je ideální těleso, které pohlcuje veškeré záření dopadající na jeho povrch a současně je ideální zářičem, který vysílá největší možné množství zářivé energie. Celkové

množství energie, které se vyzáří z povrchu absolutně černého tělesa za jednotku času a rozložení intenzity záření podle vlnových délek závisí jen na jeho teplotě. Emisivita je bezrozměrné číslo a nabývá hodnot od 0 do 1. Absolutně černé těleso má emisivitu 1. Stavební materiály mají rozdílnou emisivitu, která je vždy menší než 1. Emisivita povrchu materiálu je závislá na:

- Typu materiálu (beton, cihla, omítka, ...)
- Povrchu materiálu (zrnitý, matný, leštěný)
- Znečištěním povrchu materiál (prach)
- Vlhkosti materiálu
- Termodynamické teplotě materiálu
- Vlnové délce vyzařování
- Směru vyzařování infračerveného záření

Emisivitu jednotlivých stavebních materiálů můžeme najít v tabulkách. Moderní termokamery již mají emisivitu pro jednotlivé materiály uloženou přímo v přístroji a my musíme jen zadat typ materiálu. Termokameru s takto nastavenou emisivitou můžeme použít na lokalizaci tepelných mostů. Povrchové teploty však nebudou zcela přesné, protože emisivita byla stanovená podle tabulkových hodnot a ne podle skutečné hodnoty materiálu. Pro skutečné zjištění emisivity materiálu v terénu máme dvě metody. V první metodě se využije plastová samolepící fólie, u které je známa emisivita. Tato fólie se nalepí na materiál, u něhož potřebujeme emisivitu teprve zjistit. Pomocí termokamery pak změříme povrchovou teplotu samolepící fólie. Pak samolepící fólii odstraníme a změříme potřebný materiál. Emisivitu měřeného materiálu upravíme tak, aby zjištěná teplota byla stejná jako teplota změřená na samolepící folii. Druhá metoda je podobná jako první, jen s tím rozdílem, že skutečnou povrchovou teplotu materiálu nebudeme zjišťovat pomocí samolepící folie a termokamery, ale pomocí dalšího přístroje, nejčastěji pomocí záznamového zařízení - datalogger s dotykovým čidlem na měření teploty.

4.4.2 Požadované okrajové podmínky pro termografii

Pro získání co možná nejpřesnějších výsledky získaných pomocí infračervené termografie je zapotřebí, aby při měření byly splněny doporučené okrajové podmínky. Okrajové podmínky můžeme rozdělit na obecné, které by měly být splněny při každém měření a na specifické, které by se měly měnit dle toho, co chceme pomocí termokamery zjistit.

Obecné okrajové podmínky pro termografii:

- Infračervené termografické snímkování se nesmí provádět za deště, mlhy a vysoké vzdušné vlhkosti. Jinak dochází k pohlcování infračerveného záření mezi materiálem a termokamerou. Vlhkost vzduchu by měla být maximálně 70 %.
- Vzduch mezi termokamerou a měřeným tělesem by měl být čistý, bez pevných částic.

- Rychlost proudění vzduchu kolem snímaného tělesa by neměla překročit 3 m/s.
- Eliminovat vlivu odrazů infračerveného záření z okolních zdrojů (topení, slunce, oheň)
- Infračervené záření musí ze zdroje na snímač termokamery dopadat kolmo. (Pro zajištění kolmého dopadu záření jsou čočky termokamery kulovitého tvaru)
- Vzdálenost mezi měřeným objektem a termokamerou nemá být větší než 25 m.

Okrajové podmínky pro zjišťování tepelných mostů a povrchových teplot dle požadavků normy ČSN EN 13187 (specifické okrajové podmínky):

- Konstrukce nesmí být 24 hodin před měřením smáčena deštěm
- Bezprostředně před začátkem zkoušky musí být stanovena teplota vnitřního a venkovního vzduchu s přesností ± 1 °C
- Jestliže je hlavním účelem zkoušky zjištění pronikání vzduchu, rozdíl tlaku musí být minimálně 5 Pa ve zkoumaném místě a termografie musí být provedena ze strany, kde je tlak nižší
- Aby bylo možno rozhodnout, zda odchylka sálání zkoumaného povrchu není způsobena odrazem od jiného povrchu, je lepší zkoumat povrch z různých míst, protože odraz se bude se změnou polohy měnit
- Nejméně 24 hodin před začátkem zkoušky se nesmí teplota vnějšího vzduchu lišit od teploty na začátku zkoušky o více než 10 °C
- Nejméně 24 hodin před započítím zkoušky a během zkoušení nesmí být rozdíl teploty vzduchu mezi vnitřní a vnější stranou obvodového pláště menší než číselná hodnota $3/U$, kde U je teoretická hodnota prostupu tepla stavebním prvkem ve $W/(m^2K)$, ale nikdy menší než 5 °C
- Konstrukce nesmí být vystavena účinkům slunečního záření 12 hodin před zahájením měření
- Během zkoušení se teplota vnějšího vzduchu nesmí lišit o více než ± 5 °C a vnitřní teplota vzduchu o více než ± 2 °C od odpovídajících hodnot na začátku zkoušky. Účinky kolísání teplot během zkoušky lze zkontrolovat překrytím konečného obrazu s počátečním. Jestliže nalezená odchylka je menší než 1 °C nebo 2 °C, pak lze pokládat požadavky zkoušky za splněné

4.4.3 Termografická kontrola obalové konstrukce

Rodinný dům v Pržně postavený z betonových skořepinových tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitheřm tl. 140 mm byl dvakrát podroben infračervenému termografickému snímkování. Poprvé dne 9. 01. 2009 a podruhé o rok později dne 28. 01. 2010. Účelem termografického snímkování bylo ověření obálkové konstrukce rodinného domu zhotovené pomocí této technologie, vyhledání tepelných mostů, tepelných nepravidelností a stanovení povrchové teploty obalových konstrukcí. Termografické snímky byly pořízeny pomocí termokamery THERMACAM (obr. 4.78). Povrchová teplota konstrukce byla kontrolována

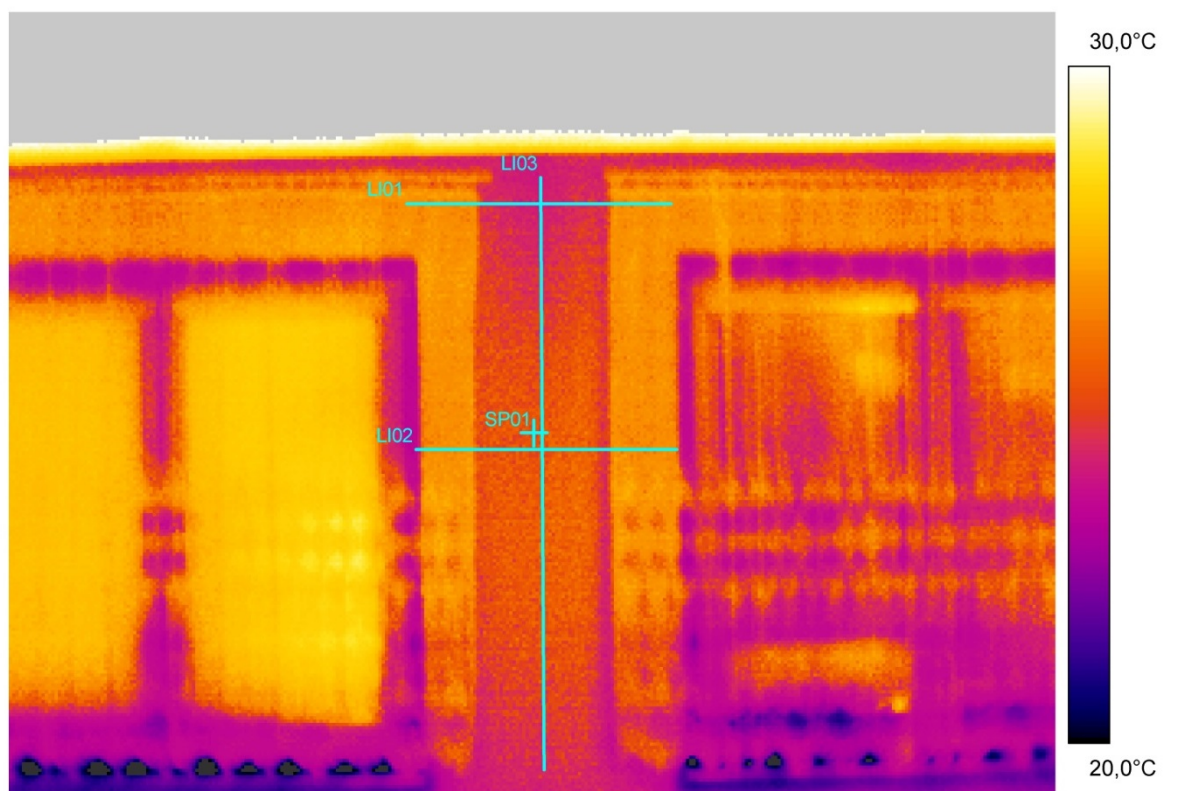
pomocí infračerveného bezdotykového teploměru a pomocí dotykových tepelných čidel. Dle zjištěné povrchové teploty jednotlivých konstrukcí byla nastavena emisivita termokamery. První měření (9. 01. 2009) bylo prováděno za bezvětří. Při zahájení měření byla venkovní teplota $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vnitřní teplota v obývacím pokoji byla $27\text{ }^{\circ}\text{C}$. Z toho vyplývá, že rozdíl teplot mezi vnitřním a venkovním prostředím při termografickém snímkování při zjišťování tepelných mostů byl $32\text{ }^{\circ}\text{C}$ (doporučený minimální rozdíl je $20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Termografické snímkování bylo prováděno nejprve z interiéru a pak následně z exteriéru. Na obr. 4.79 je na termogramu viditelný vybetonovaný vyztužený pilíř v obvodovém nosném zdivu Betong 20. Pilíř je umístěn mezi dvěma výplněmi otvorů (okny). Maximální rozdíl povrchové vnitřní teploty v místě vybetonovaného pilíře a stěny bez pilíře je $1,9\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na obr. 4.80 je termografický snímek horního koutu obývacího pokoje. Kout je ohraničen dvěma obvodovými stěnami a stropní konstrukcí, nad kterou je temperované podkroví. Nejnižší povrchová teplota je v tomto detailu přímo v rohu, kde je teplota nižší o $7,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, než teplota ostatních ploch. Při zaměření pozornosti na horní část termogramu jsou na stropní konstrukci patrné průběhy dvou žeber stropní konstrukce. Ze snímku je taky patrné, že u stropní konstrukce je mnohem vyšší teplota. Na obr. 4.81 je termogram zabetonovaného pilířku mezi okny obývacího pokoje z exteriéru. Část fasády již bylo osluněno sluncem v době měření z exteriéru. Na snímku je vybetonovaný pilíř mezi okny rozeznatelný již hůře, než na snímku z interiéru. Obr. 4.82 znázorňuje termogram obvodové stěny pokoje 109. Ze snímku je zřejmé, že stěna zhotovená z betonových tvárnic Betong s vnitřním zateplením neobsahuje žádné výrazné tepelné mosty. Maximální rozdíl teplot v horizontálním směru byl $1,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ a maximální rozdíl teplot ve vertikálním směru byl $3,5\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na obr. 4.83 je detail obvodového zdiva Betong. Spáry zdiva a tvary tvárnice Betong jsou rozeznatelné jen s obtížemi. Na snímku z interiéru nejsou tvary tvárnice ani spáry rozeznatelné vůbec. Obr. 4.84 zachycuje termografický snímek severní fasády rodinného domu. Na snímku je patrný průběh stropní konstrukce rodinného domu. Uprostřed domu (uprostřed přímkou LI01) je nejteplejší místo v obvodovém plášti domu na této straně fasády. Důvod, proč je toto místo nejteplejší není jasné. Zřejmě je v konstrukci zabudovaný nějaký jiný prvek. Na termogramu si také můžeme všimnout, že okno (zasklení) v podkroví je znázorněno fialovou barvou a okna (zasklení) v půdorysu jsou vykreslena žlutou barvou. Důvod je zcela prostý. V průběhu pořizování snímku byly místnosti v přízemí vytápěny a podkroví bylo jen temperováno (teplota v přízemí byla vyšší než teplota v podkrovních místnostech). Obr. 4.85 zobrazuje průběh teplot na obvodové stěně pokoje 108. Z obrázku je patrné, že povrchové rozložení teplot je podobné jako na obr. 4.82. Ve zdivu se žádné výrazné tepelné mosty neobjevují. Horizontální změna teplot je max. $1,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a vertikální změna teploty je max. $3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$. Nejvyšší teplota na povrchu obvodové stěny je $-1,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ a nejnižší je $-5,6\text{ }^{\circ}\text{C}$. Na obr. 4.86 je termogram vnitřního rohu obvodové stěny. Z obrázku je patrné, že povrchová teplota v rohu obvodové stěny je o cca $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ vyšší než povrchová teplota v jiných částech stěny. Na obr. 4.87 je termogram štítové obvodové stěny, která byla při měření vystavena účinkům slunečního záření.

Na první pohled si můžeme všimnout, že povrchová teplota obvodové konstrukce z hotovené z betonových tvárnic Betong má o mnoho vyšší teplotu, než obvodová stěna na předcházejících obrázcích. Povrchová teplota se pohybuje kolem 20 °C, což je až o 25 °C více než na předcházejících snímcích a to při stejné venkovní teplotě -5 °C. To samozřejmě dokládá, že povrchová teplota obvodové stěny z exteriérové strany může nabývat teplot nad bodem mrazu, i když je okolní teplota vzduchu nižší. Při povrchových teplotách nad bodem mrazu dochází k vypařování zkondenzované vlhkosti z obvodového pláště stavby. Při tepelně technických softwarových posouzení obvodového pláště stavby se však s vypařováním zkondenzované vlhkosti během zimních měsíců nepočítá, i když k němu dochází.

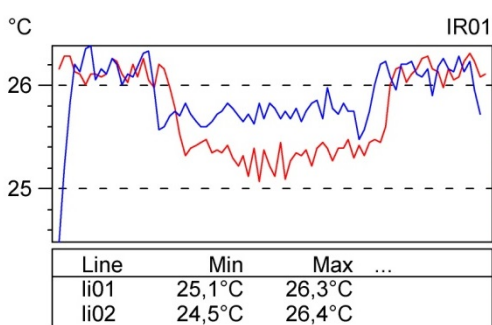
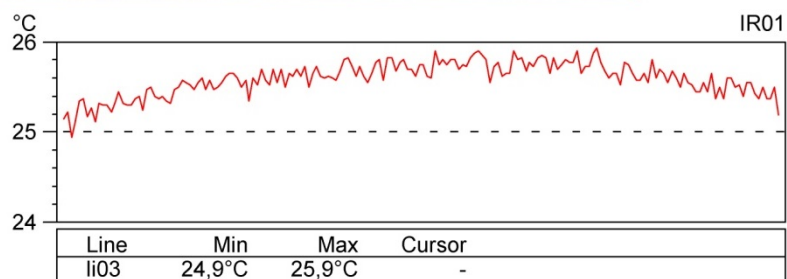
Druhé termovizní snímkování bylo prováděné dne 28. 01. 2010. Venkovní teplota byla -3 °C a vnitřní teplota byla 17 °C. Obr. 4.88 obsahuje termografický snímek rohu pokoje 109. Roh svírají dvě obvodové stěny. Povrchová teplota v koutě je o 4 °C nižší než teplota v ploše. Teplota v koutě je nižší než teplota rosného bodu, ale to je způsobeno tím, že teplota v místnosti je jen 17 °C a není zde návrhová teplota 21 °C. Na obr. 4.89 je zobrazen termografický snímek vnitřního horního rohu pokoje 109, který mezi sebou svírá obvodová stěna, vnitřní příčka a stropní konstrukce. Nejnižší povrchová teplota je v koutě 10,9 °C. Povrchová teplota v rohu mezi obvodovou stěnou a příčkou je 13,9 °C a povrchová teplota mezi obvodovou stěnou a stropní konstrukcí je 12,4 °C při vnitřní teplotě vzduchu 17 °C. Povrchová teplota v koutě a rohu mezi obvodovou stěnou a stropní konstrukcí je při vnitřní teplotě vzduchu 17 °C nižší než teplota rosného bodu, pokud však bude místnost vytápěna na teplotu vzduchu stanovenou dle projektové dokumentace (21 °C), ke kondenzaci na povrchu konstrukce v daných detailech nedojde.



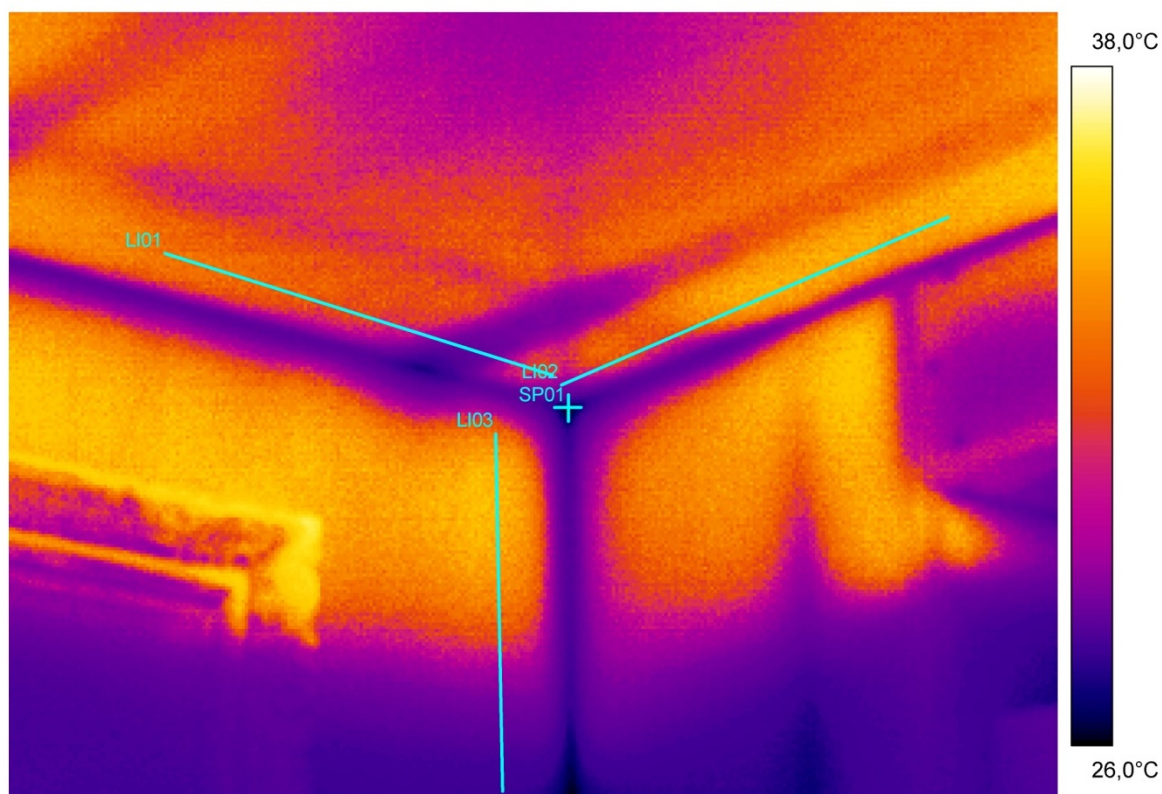
Obr. 4.78 Pohled na termokameru THERMACAM



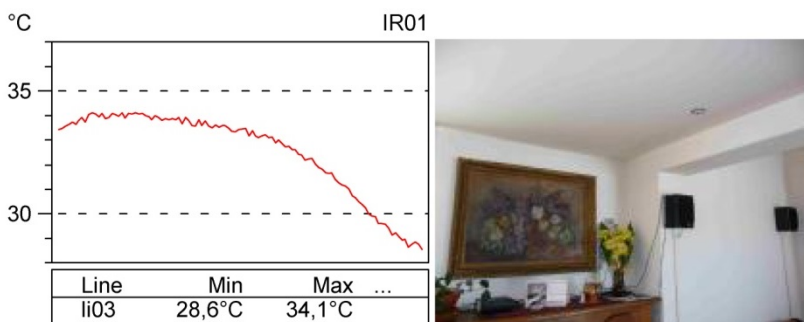
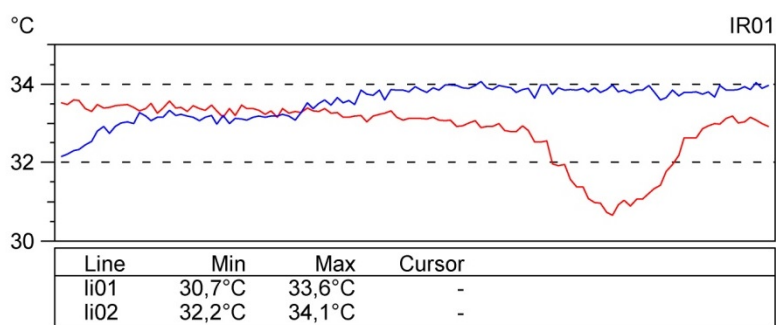
Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	4,0 m
Ambient temperature	27,0°C
Atmospheric temperature	27,0°C
Relative humidity	0,18
Label	Value
IR : max	37,3°C
IR : min	18,2°C
SP01	25,8°C
LI01 : max	26,3°C
LI01 : min	25,1°C
LI01 : max-min	1,2°C
LI02 : max	26,4°C
LI02 : min	24,5°C
LI02 : max-min	1,9°C
LI03 : max	25,9°C
LI03 : min	24,9°C
LI03 : max-min	1,0°C



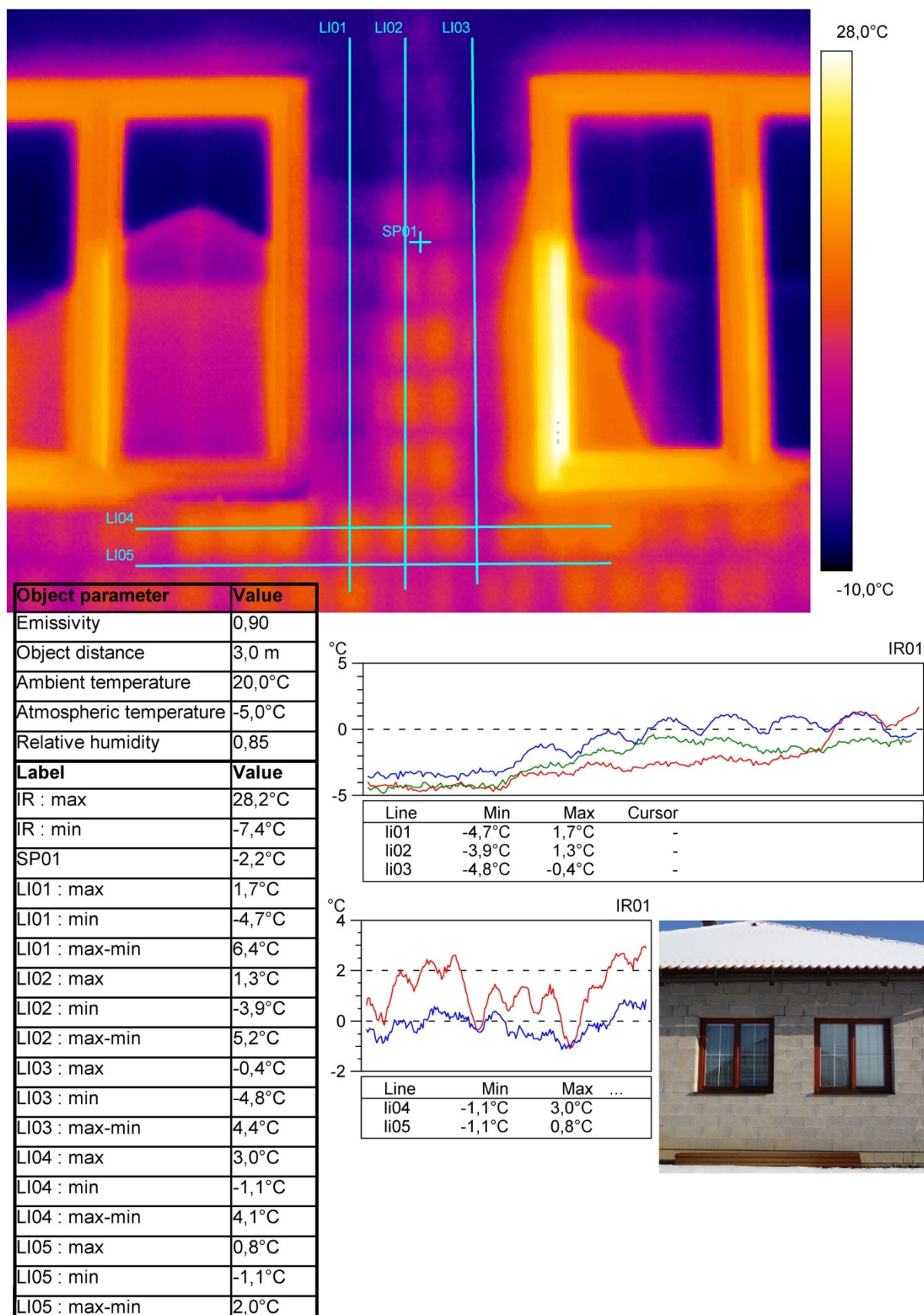
Obr. 4.79 Pohled na obvodovou stěnu obývacího pokoje orientovanou na západ – viditelný vybetonovaný pilíř v tvárnicih mezi okny, zjištěná lokální povrchová teplota splňuje normové požadavky – limitní teplota pro výskyt plísní a povrchovou kondenzaci je vysoce překročena. Pro veškerá termografická měření v interiéru referenčního domu v Pržně je tato podmínka splněna, viz další snímky



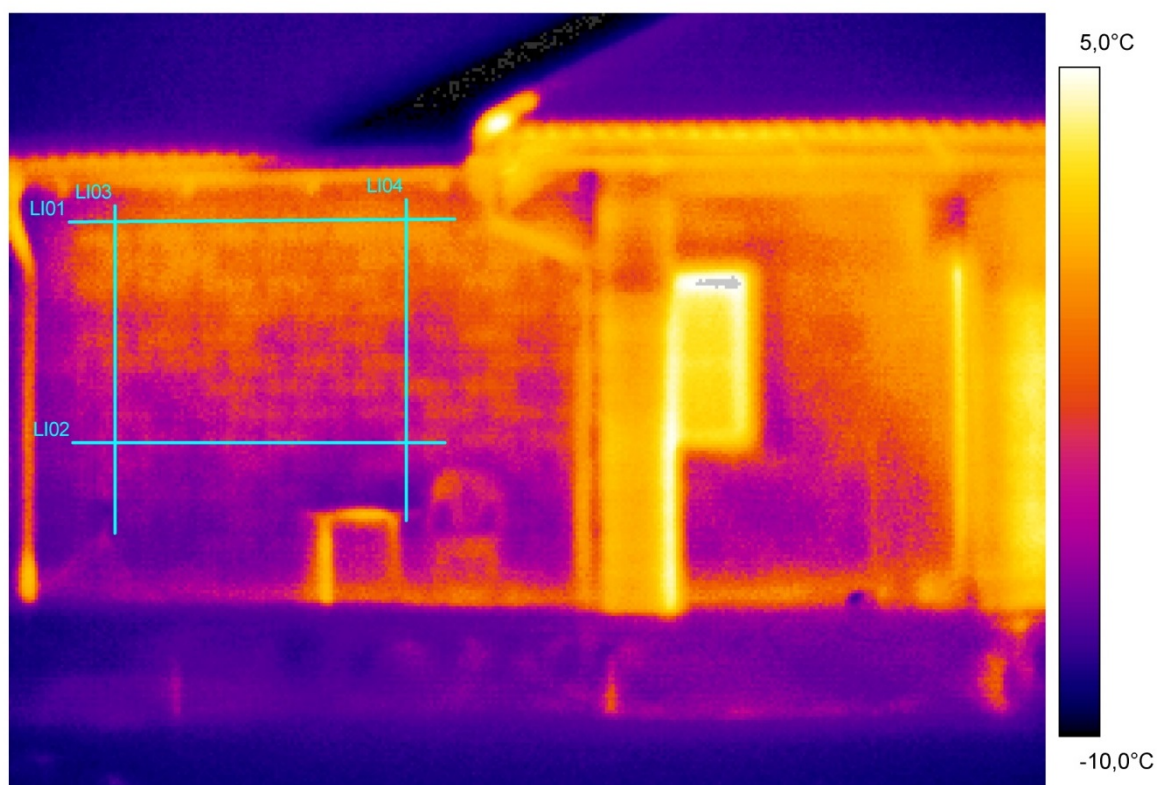
Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	3,0 m
Ambient temperature	27,0°C
Atmospheric temperature	27,0°C
Relative humidity	0,18
Label	Value
IR : max	36,1°C
IR : min	26,0°C
SP01	26,4°C
LI01 : max	33,6°C
LI01 : min	30,7°C
LI01 : max-min	2,9°C
LI02 : max	34,1°C
LI02 : min	32,2°C
LI02 : max-min	1,9°C
LI03 : max	34,1°C
LI03 : min	28,6°C
LI03 : max-min	5,6°C



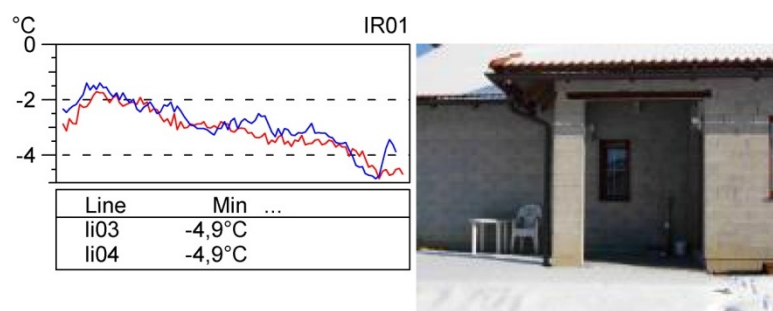
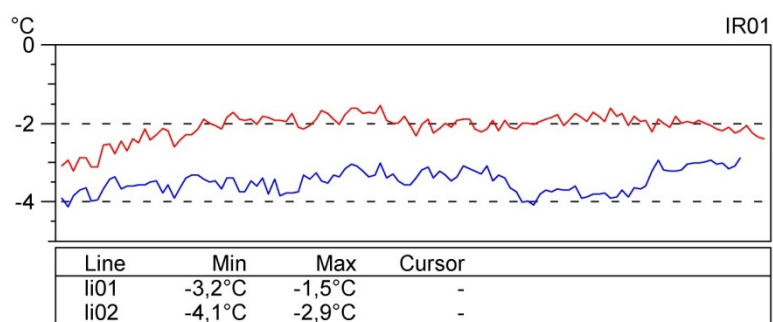
Obr. 4.80 Pohled na styk dvou obvodových stěn a stropní konstrukce obývacího pokoje orientovaných na Jih



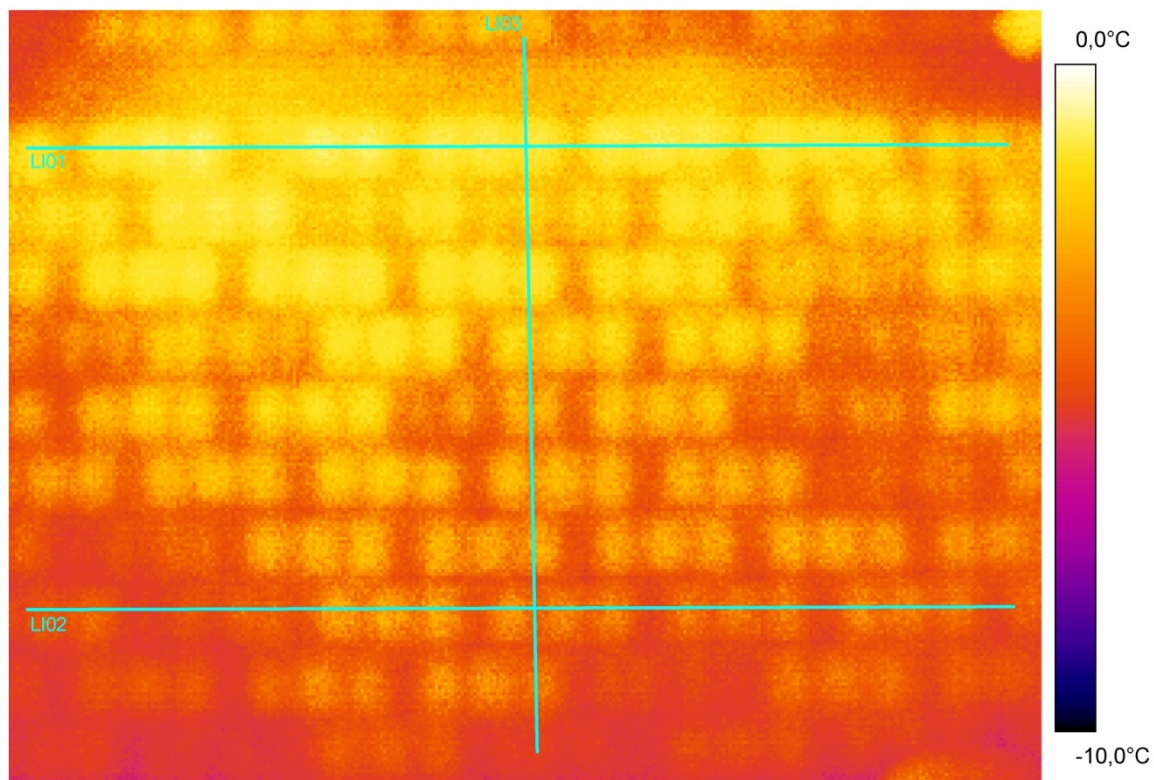
Obr. 4.81 Pohled na západní obvodovou stěnu obývacího pokoje s vybetonovaným sloupem mezi okny



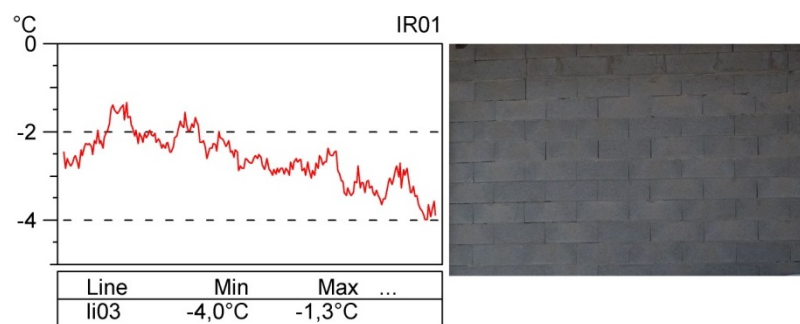
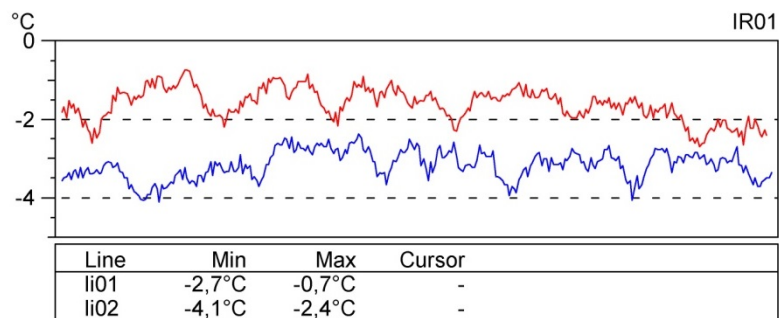
Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	5,0 m
Ambient temperature	-5,0°C
Atmospheric temperature	-5,0°C
Relative humidity	0,85
Label	Value
IR : max	5,8°C
IR : min	-10,4°C
LI01 : max	-1,5°C
LI01 : min	-3,2°C
LI01 : max-min	1,7°C
LI02 : max	-2,9°C
LI02 : min	-4,1°C
LI02 : max-min	1,3°C
LI03 : max	-1,7°C
LI03 : min	-4,9°C
LI03 : max-min	3,2°C
LI04 : max	-1,4°C
LI04 : min	-4,9°C
LI04 : max-min	3,5°C



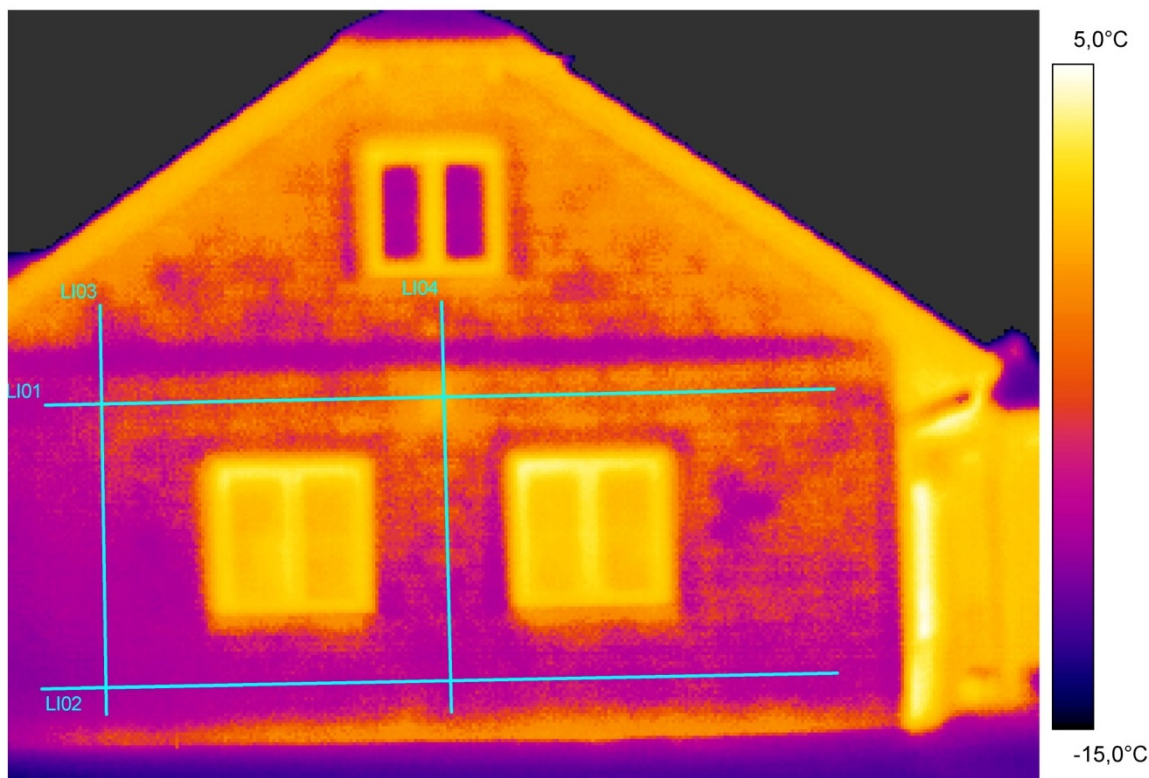
Obr. 4.82 Pohled na západní obvodovou stěnu pokoje 109



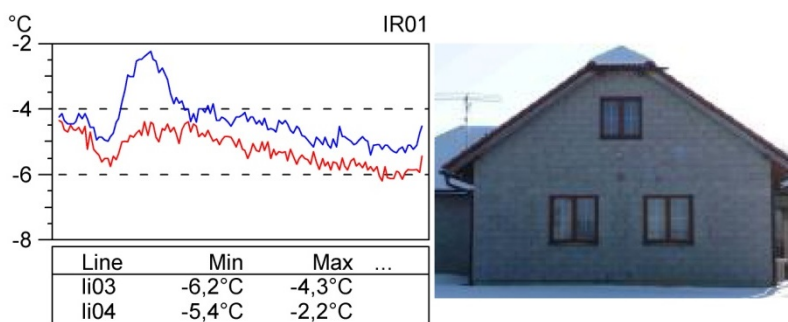
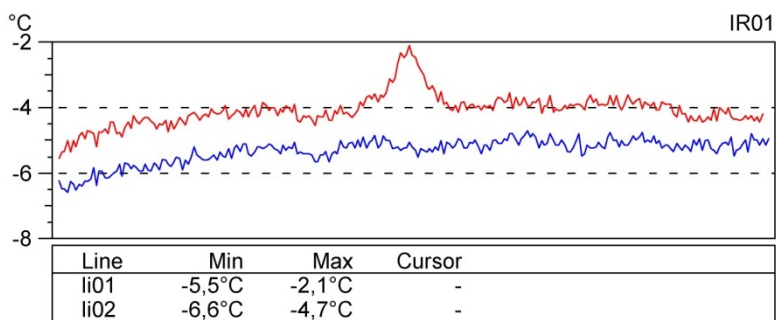
Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	3,0 m
Ambient temperature	-5,0°C
Atmospheric temperature	-5,0°C
Relative humidity	0,85
Label	Value
IR : max	-0,7°C
IR : min	-5,4°C
LI01 : max	-0,7°C
LI01 : min	-2,7°C
LI01 : max-min	2,0°C
LI02 : max	-2,4°C
LI02 : min	-4,1°C
LI02 : max-min	1,7°C
LI03 : max	-1,3°C
LI03 : min	-4,0°C
LI03 : max-min	2,6°C



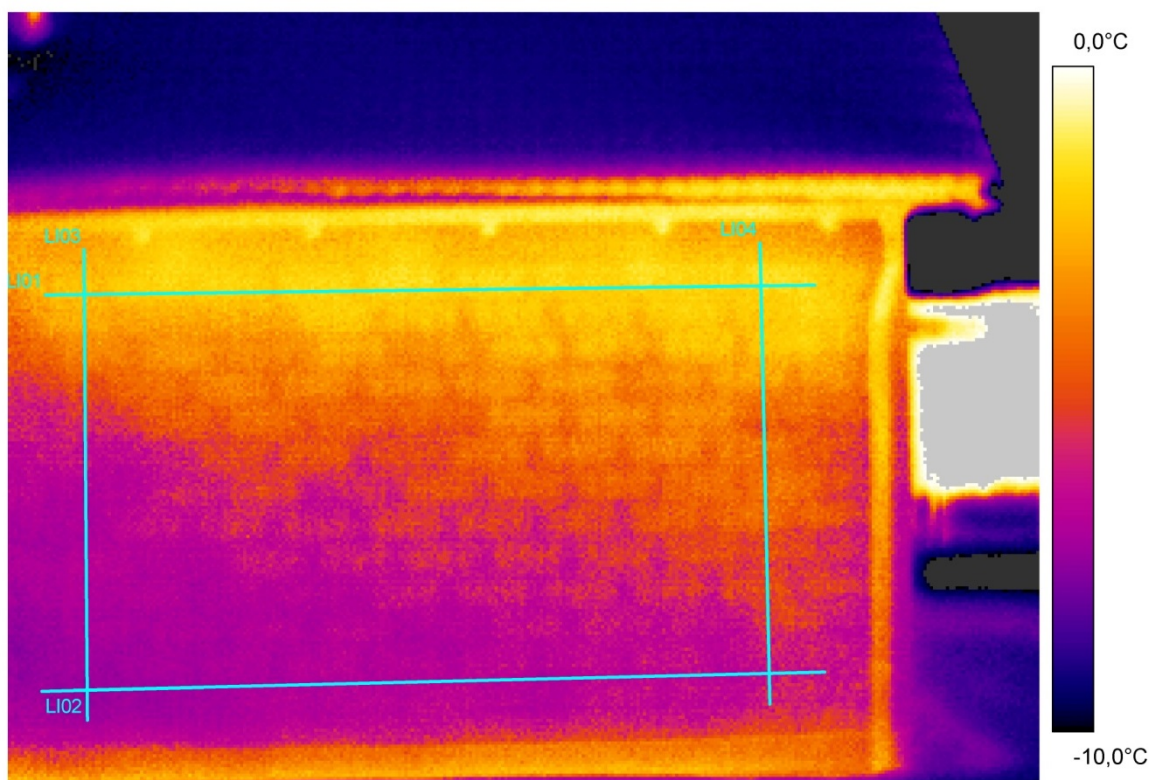
Obr. 4.83 Pohled na západní obvodovou stěnu pokoje 109



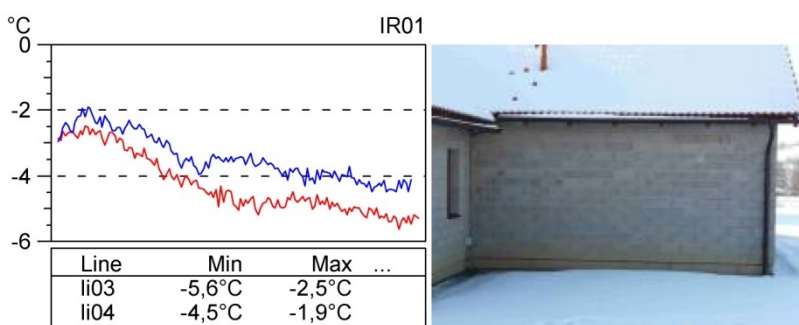
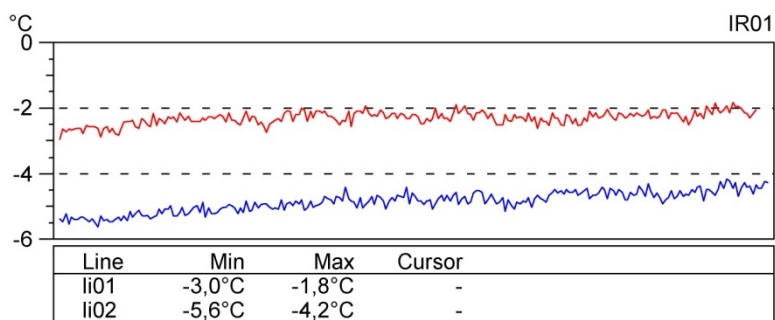
Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	5,0 m
Ambient temperature	-20,0°C
Atmospheric temperature	-5,0°C
Relative humidity	0,85
Label	Value
IR : max	4,6°C
IR : min	*-56,3°C
LI01 : max	-2,1°C
LI01 : min	-5,5°C
LI01 : max-min	3,5°C
LI02 : max	-4,7°C
LI02 : min	-6,6°C
LI02 : max-min	1,9°C
LI03 : max	-4,3°C
LI03 : min	-6,2°C
LI03 : max-min	1,8°C
LI04 : max	-2,2°C
LI04 : min	-5,4°C
LI04 : max-min	3,2°C



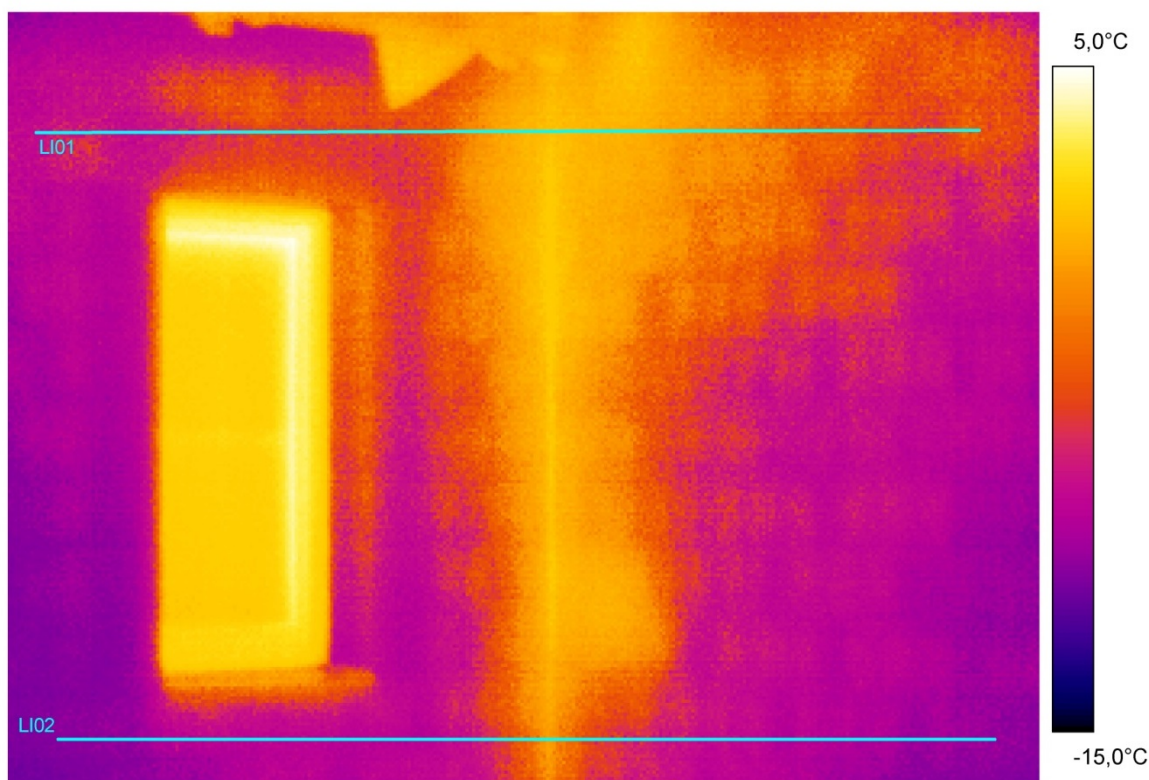
Obr. 4.84 Termogram severní obvodové stěny ohraničující pokoj 109 a 108



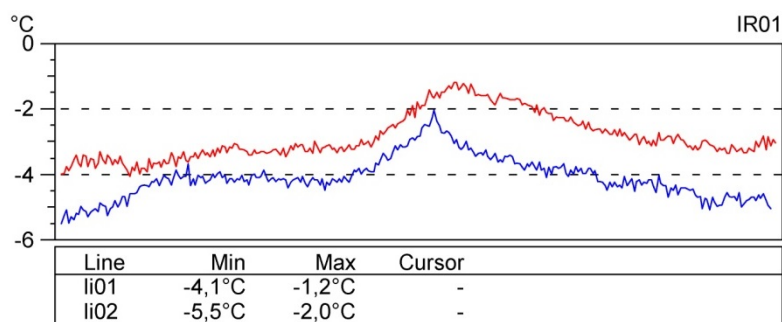
Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	5,0 m
Ambient temperature	-20,0°C
Atmospheric temperature	-5,0°C
Relative humidity	0,85
Label	Value
IR : max	2,6°C
IR : min	*-45,0°C
LI01 : max	-1,8°C
LI01 : min	-3,0°C
LI01 : max-min	1,1°C
LI02 : max	-4,2°C
LI02 : min	-5,6°C
LI02 : max-min	1,4°C
LI03 : max	-2,5°C
LI03 : min	-5,6°C
LI03 : max-min	3,1°C
LI04 : max	-1,9°C
LI04 : min	-4,5°C
LI04 : max-min	2,6°C



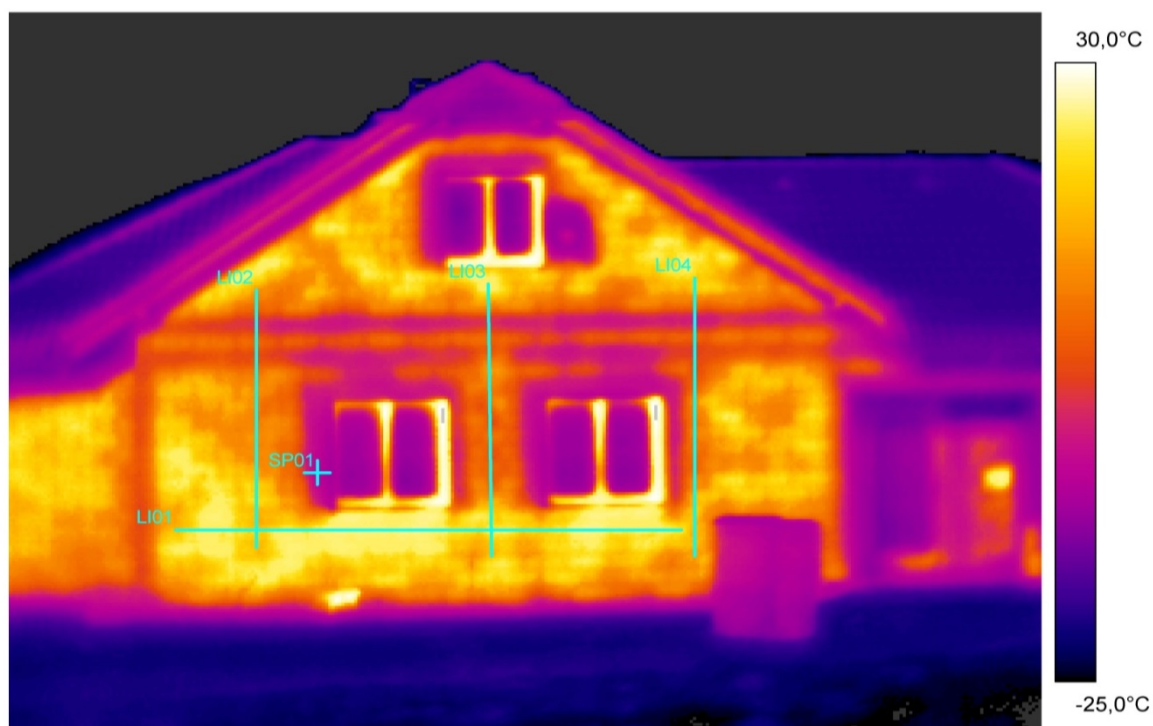
Obr. 4.85 Termogram východní obvodové stěny ohraničující pokoj 108



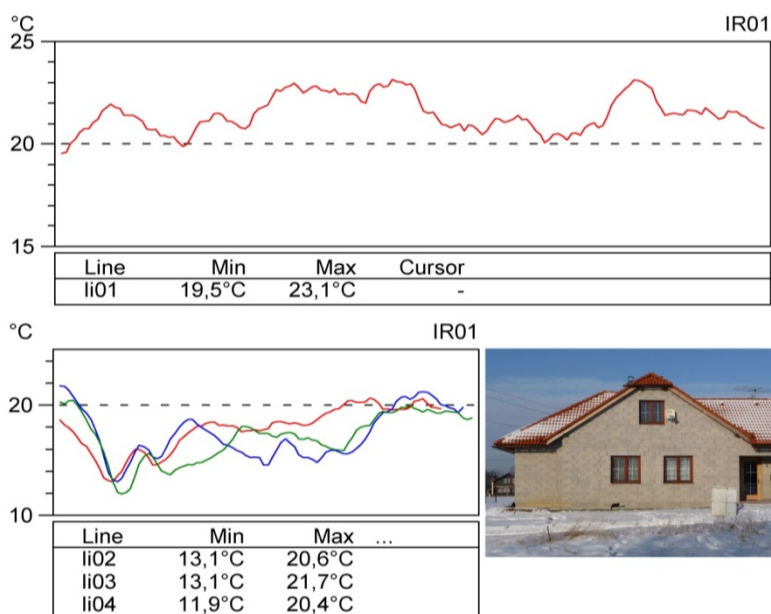
Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	3,0 m
Ambient temperature	-20,0°C
Atmospheric temperature	-5,0°C
Relative humidity	0,85
Label	Value
IR : max	4,6°C
IR : min	-6,4°C
LI01 : max	-1,2°C
LI01 : min	-4,1°C
LI01 : max-min	2,9°C
LI02 : max	-2,0°C
LI02 : min	-5,5°C
LI02 : max-min	3,5°C



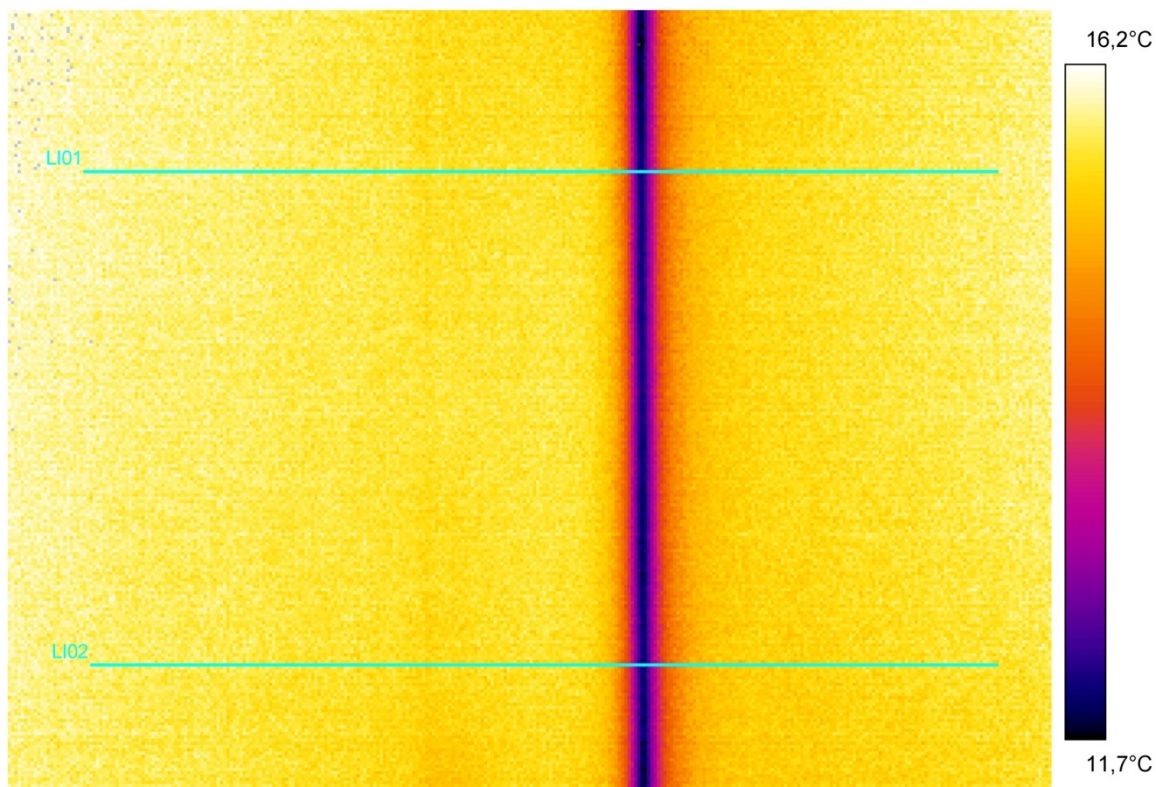
Obr. 4.86 Termogram rohu obvodové stěny spojující místnost šatny a WC



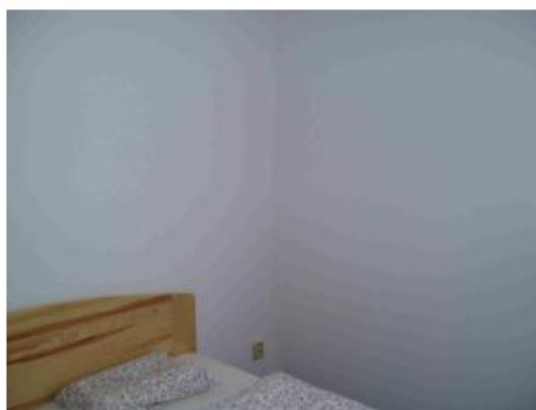
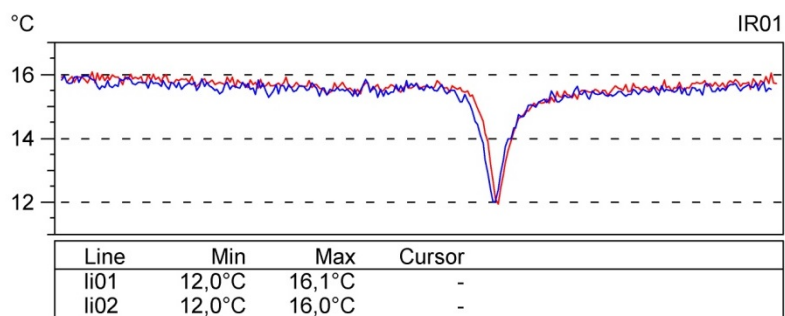
Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	15,0 m
Ambient temperature	70,0°C
Atmospheric temperature	-5,0°C
Relative humidity	0,70
Label	Value
IR : max	31,5°C
IR : min	<-63,7°C
SP01	8,4°C
LI01 : max	23,1°C
LI01 : min	19,5°C
LI01 : max-min	3,6°C
LI02 : max	20,6°C
LI02 : min	13,1°C
LI02 : max-min	7,5°C
LI03 : max	21,7°C
LI03 : min	13,1°C
LI03 : max-min	8,6°C
LI04 : max	20,4°C
LI04 : min	11,9°C
LI04 : max-min	8,5°C



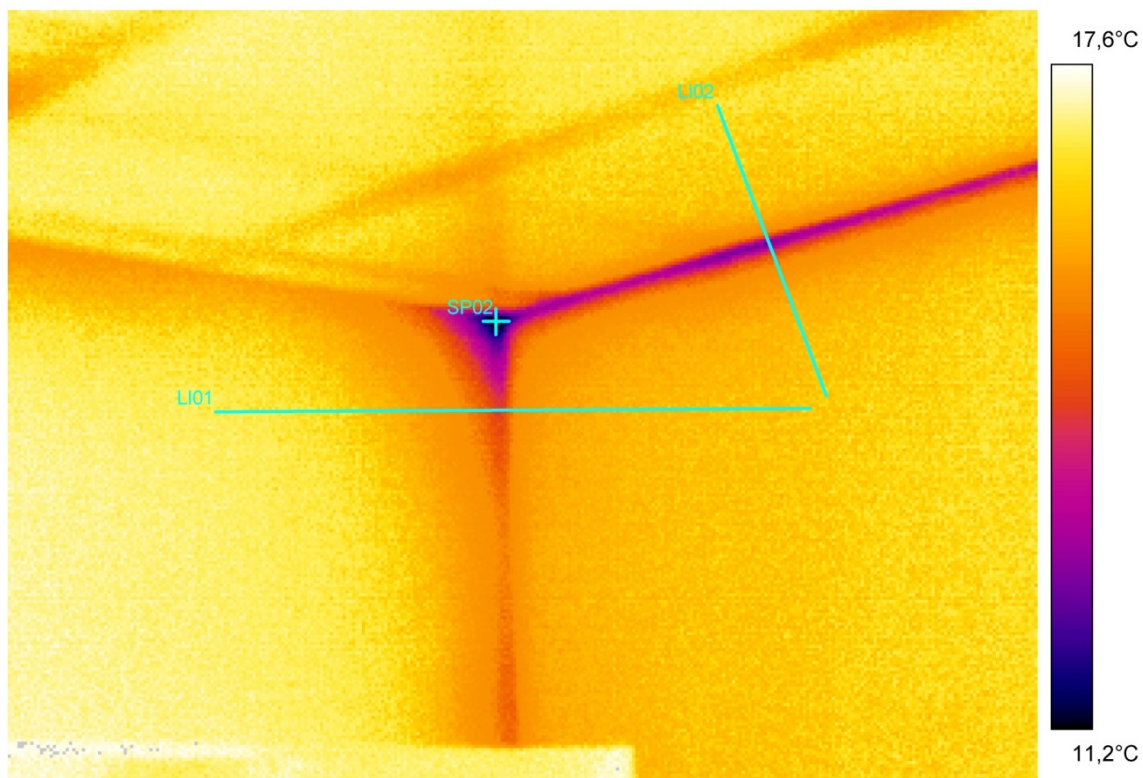
Obr. 4.87 Exteriérový termogram jižní obvodové stěny obývacího pokoje, která je osluněna – informativní výstupy měření vzhledem k oslunění fasády, slouží jako zdůvodnění, že modelování v českém software (Stavební fyzika) uvažuje s příliš dlouhými intervaly (jeden měsíc), zatím co předmětná nosná konstrukce vystavená slunečnímu záření může vysychat i v průběhu denního cyklu zimního dne.



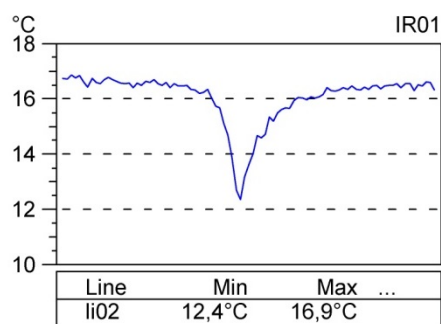
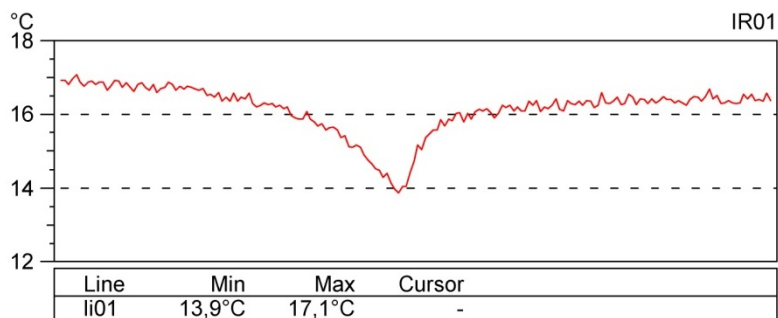
Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	3,0 m
Ambient temperature	17,0°C
Atmospheric temperature	17,0°C
Relative humidity	0,22
Label	Value
IR : max	16,4°C
IR : min	11,6°C
LI01 : max	16,1°C
LI01 : min	12,0°C
LI01 : max-min	4,1°C
LI02 : max	16,0°C
LI02 : min	12,0°C
LI02 : max-min	4,0°C



Obr. 4.88 Vnitřní roh obvodové stěny pokoje 109 orientovaného na severozápad



Object parameter	Value
Emissivity	0,90
Object distance	3,0 m
Ambient temperature	17,0°C
Atmospheric temperature	17,0°C
Relative humidity	0,22
Label	Value
IR : max	17,8°C
IR : min	10,9°C
SP02	10,9°C
LI01 : max	17,1°C
LI01 : min	13,9°C
LI01 : max-min	3,2°C
LI02 : max	16,9°C
LI02 : min	12,4°C
LI02 : max-min	4,5°C



Obr. 4.89 Horní kout pokoje 109 mezi obvodovou stěnou, příčkou a stropní konstrukcí

4.4.4 Shrnutí termografického měření

Při termografickém snímkování rodinného domu postaveného z betonových skořepinových tvárníc Betong se systémem vnitřního zateplení Rigips s tepelnou izolací z polystyrenu v tl. 140 mm nebyly zjištěny žádné výrazné tepelné mosty v obalové konstrukci stavby. Při splnění podmínek vytápění místností a udržování vzdušné vlhkosti podle projektové dokumentace, to znamená, že obytné místnosti budou vytápěny na 21 °C a vzdušná vlhkost bude 50 %, nebude docházet ke kondenzaci vlhkosti na vnitřních površích obalové konstrukce v posuzovaných detailech ani v ploše a současně nebudou splněny podmínky pro výskyt plísní. Dále je patrné, že sluneční záření dopadající na obalovou konstrukci stavby má výrazný vliv na povrchovou teplotu tvárníc z exteriéru a i v zimních měsících dochází k vypařování případné zkondenzované vlhkosti z konstrukce.

Termografické snímkování současně prokazuje, že obalová konstrukce stavby oddělující interiér od exteriéru byla provedena s dostatečnou pečlivostí bez viditelných vad a poruch.

4.5 STANOVENÍ VZDUCHOTĚSNOSTI OBÁLKY BUDOVY

4.5.1 Vzduchotěsnost

Hlavním účelem je ověření vzduchotěsnosti obálky budovy realizované ze skořepinových betonových tvárníc Betong se systémem vnitřního zateplení.

Vzduchotěsnost je schopnost určitého prvku či konstrukce propouštět vzduch. K tomu, aby k propouštění vzduchu docházelo, musí prvek obsahovat netěsnosti a současně musí být vystavený tlakovému rozdílu vzduchu. Obálka budovy není nikdy dokonale vzduchotěsná. Čím je rozdíl tlaků větší, tím více vzduchu projde skrz obálku budovy. Objemový tok vzduchu, který projde přes konstrukci za rozdílných tlaků je definovaný rovnicí:

$$V=C \cdot \Delta p^n \quad (18)$$

kde V je objemový tok vzduchu [m^3/h]
 C je součinitel proudění [$\text{m}^3/(\text{hPa}^n)$]
 Δp je tlakový rozdíl [Pa]
 n je exponent proudění [-]

Součinitel proudění C je definovaný jako objemový tok vzduchu při tlakovém rozdílu 1 Pa. Exponent proudění n popisuje charakter proudění vzduchu. Proudění vzduchu může přecházet od laminárního (hodnota 1,0) až k turbulentnímu (hodnota 0,5). Tlakový rozdíl Δp může být vyvolán rozdílem teplot, účinkem větru a zařízením budovy (vzduchotechnika, digestoř, krb a kotle).

Tlakový rozdíl vyvolaný rozdílem teplot

Rozdíl tlaku je vyvolaný změnou hustoty vzduchu venkovního a vnitřního prostředí. Hustota vzduchu je závislá na teplotě, vlhkosti a barometrickém tlaku. Vliv vlhkosti vzduchu je zanedbatelný a barometrický tlak se uvnitř budovy převážně nemění. Z toho pak plyne, že tlakový rozdíl vyvolaný rozdílem teplot je závislý jen na rozdílu teplot a na výšce budovy. Vlivem rozdílu teploty vzduchu ve vnitřním a venkovním prostředí v zimním období vzniká v nižších částech budovy přetlak a ve vyšších částech budovy podtlak. Mezi přetlakem a podtlakem se nachází neutrální rovina (zde je rozdíl tlaku roven nule).

Tlakový rozdíl vyvolaný rozdílem teplot je definovaný rovnicí:

$$\Delta p_t = (\rho_e - \rho_i) \cdot g \cdot (h_{NR} - h) = \rho_e \cdot ((\theta_e - \theta_i) / \theta_i) \cdot g \cdot (h_{NR} - h) \quad (19)$$

kde Δp_t je tlakový rozdíl vyvolaný rozdílem teplot [Pa]
 ρ_e je hustota venkovního vzduchu [kg/m³]
 ρ_i je hustota vnitřního vzduchu [kg/m³]
 g je gravitační zrychlení 9,81 [m/s²]
 h_{NR} je výška neutrální roviny [m]
 h je výška, kde je měřen tlakový rozdíl [m]
 θ_e je teplota venkovního vzduchu [K]
 θ_i je teplota vnitřního vzduchu [K]

Rovnice platí pro posuzovanou budovu, kde byly všechny vnitřní místnosti propojeny (otevřené dveře) a budova byla považována za jednu tlakovou zónu.

Tlakový rozdíl vyvolaný působením větru

Při proudění vzduchu kolem těles (obtékání) dochází na návětrné straně k tlaku a na závětrné straně k podtlaku. Rozložení tlaků na obálce budovy je závislé na tvaru budovy, orientaci, stínících prvcích (zástavba, stromy) a terénu. Velikost tlaku závisí na síle větru.

Tlakový rozdíl vyvolaný působením větru v určitém místě na obálce budovy se určí ze vztahu:

$$\Delta p_v = C_p \cdot \rho \cdot v^2 / 2 \quad (20)$$

kde Δp_v je tlakový rozdíl vzduchu v určitém místě na obálce budovy a tlaku vzduchu v místě s nerušeným prouděním v referenční výšce [Pa]
 C_p je tlakový součinitel [-]
 ρ je hustota vzduchu [kg/m³]
 v je rychlost větru v místě s nerušeným prouděním v referenční výšce [m/s]

Hodnoty tlakového součinitele C_p lze najít v odborné literatuře a jsou zjištěny z měření za využití aerodynamických tunelů.

Tlakové účinky větru můžou být během měření velmi proměnlivé z důvodu možné změny rychlosti a směru větru, a proto se snažíme provádět měření za co nejnižších tlakových účinků větru. Ideální stav je bezvětří, ale to se nám v praxi jen málo kdy podaří.

Talkový rozdíl vyvolaný zařízením budovy

Pokud jsou v budově při měření v činnosti zařízení, které ovlivňují tlak v budově (vzduchotechnické zařízení, digestoř a krb), pak jejich vliv musí být připočtený k talkovému rozdílu.

Pro přesné měření se snažíme eliminovat vliv zařízení budovy. Z tohoto důvodu se doporučuje pro naše měření vypnout všechna zařízení, která ovlivňují tlak v budově a všechny otvory těchto zařízení důkladně utěsnit (komín, digestoř, vstupy a výstupy vzduchotechnických zařízení)

Energetické souvislosti vzduchotěsnosti budov

Vzduchotěsnost obalové konstrukce přímo souvisí s výměnou vzduch v budově a energeticky i ekonomicky ovlivňuje náročnost stavby. Každá stavba musí splňovat požadavky na přívod čerstvého vzduchu a odvod vlhkosti a škodlivin z budovy (intenzita výměny vzduchu v místnosti).

Minimální množství výměny vzduch by mělo být stanoveno výpočtem a měly by být zohledněny vždy konkrétní podmínky (zdroje škodlivin), proto neexistují obecně platná doporučení na minimální množství výměny vzduchu. U obytných prostor je to jednodušší. Hlavním zdrojem škodlivin je člověk, který produkuje při metabolických procesech zápach, vodní páru a CO_2 a spotřebovává O_2 . Minimální množství potřebného čerstvého vzduchu pro jednu osobu je stanoveno v normě. Podle počtu osob v místnosti (budově) pak jednoduše zjistíme minimální požadavek na výměnu vzduchu. Pro pobytové místnosti je požadovaná intenzita výměny vzduchu pro jednu osobu nejméně $15 \text{ m}^3/\text{h}$ při klidové aktivitě (čl. 7.2.2. ČSN 730540-2).

Výměnu vzduchu zajišťujeme větráním, které dělíme na řízené a neřízené. Neřízené větrání je závislé na působení větru, teploty a mechanických systémů. Intenzitu výměny vzduchu nejsme schopni ovlivnit a během celoročního cyklu se mění. V zimních obdobích, kdy je rozdíl teplot i tlaků mezi interiérem a exteriérem největší je výměna vzduchu vysoko nad minimálními požadavky, a naopak v letních měsících je rozdíl teplot i tlaků menší a výměna vzduchu se dostává pod limitní požadavky. Díky nekontrolovatelné výměně vzduchu v zimních měsících nám rostou energetické i ekonomické požadavky na provoz (vytápění) stavby.

Větrání řízené pak dále dělíme na větrání přirozené a větrání nucené.

Přirozené větrání je závislé taktéž na působení větru a teploty, ale uživatel již rozhoduje o tom, kdy k větrání přijde a jak bude intenzivní. Nejčastěji se jedná o řízené větrání pomocí oken.

Nucené větrání je nejčastěji zajišťováno vzduchotechnickými zařízeními, za využití nuceného oběhu pomocí ventilátorů a není proto závislé na venkovní teplotě a účinků větru, tak jako předcházející možnosti výměny vzduchu. Nucené větrání je plně řízené uživatelem a o správný chod se stará sofistikovaný software.

Prvnímu způsobu větrání (neřízené větrání) se snažíme při současném trendu výstavby nízkoenergetických domů vyhnout. Dokonce i norma ČSN 730540-2 nepřipouští neřízenou výměnu vzduchu a stanovuje maximální intenzitu výměny vzduch přes obálku budovy.

Neřízené větrání je uskutečňováno přes obálku budovy a je způsobeno průvzdušností obálky budovy.

Průvzdušnost obálky budovy se skládá z jednotlivých dílčích průvzdušností. A to z průvzdušnosti obalové konstrukce v ploše, z průvzdušnosti spojů jednotlivých konstrukcí (napojení rohů, stěny a podlahy, stěny a stropu, stěny a střechy, stěny a výplně otvorů atd.), spárové průvzdušnosti a zařízení procházející obálkou stavby.

Zjišťování dílčích netěsností v obálce budovy

Při provádění měření vzduchotěsnosti se provádí zjišťování netěsností v obálce budovy. Vyhledávání netěsností se provádí hlavně z toho důvodu, aby nalezené netěsnosti v obálce budovy mohly být opraveny a zvýšila se tím vzduchotěsnost obálkové konstrukce stavby a tím pádem by došlo ke snížení tepelných ztrát neřízeným větráním. Pro vyhledávání dílčích netěsností v obálce budovy lze použít čtyři metody. Detekce netěsností pomocí:

- anemometru
- termovizní kamery
- vyvíječe dýmu
- ultrazvuku

Anemometr je přístroj, který měří rychlost proudění vzduchu. Měření se provádí nejčastěji v interiéru a to při podtlaku, aby vzduch pronikal přes netěsnosti v konstrukci z exteriéru do interiéru. Při přiložení čidla k dílčí netěsnosti v konstrukci nám pak ukazuje rychlost proudění vzduchu z exteriéru do interiéru přes tuto netěsnost. Pro naše měření byl použit anemometr opatřený teleskopickou trubicí, na jejímž konci bylo umístěné čidlo pro měření rychlosti proudění vzduchu a čidlo pro měření teploty vzduchu. Tato teleskopická trubice usnadňuje přístup k výše umístěným částem konstrukce.

Termovizní kamera zjišťuje dílčí netěsnosti v konstrukci na základě termovizních snímků, které nám určí místa, kde je výrazně nižší povrchová teplota konstrukce. Předpokládá se, že místa s výrazně nižší teplotou jsou ochlazována studeným vzduchem z exteriéru. Může se však stát, že místa s výrazně nižší povrchovou teplotou se objevili ne na základě netěsnosti konstrukce, ale na základě chybného provedení detailu konstrukce (tepelný most). Někdy se taky může jednat

o souběh obou možností. Pro použití termovizního snímkování však musí být dostatečný rozdíl teplot mezi venkovním a vnitřním prostředím. Pro naše měření se zjišťování dílčích netěsností pomocí termokamery (termovizního snímkování) se neosvědčilo.

Vyvíječ dýmu se umísťuje z exteriéru k obalové konstrukci do místa, kde se předpokládá únik vzduchu. Vytvoření dým je nasáván při podtlakové zkoušce přes netěsnost v obalové konstrukci. Přes tyto dílčí netěsnosti v obalové konstrukci pak dým vystupuje do interiéru. Z vnitřního prostředí jsou dobře vizuálně rozeznatelné místa, kudy prostupuje dým přes obalovou konstrukci budovy. V některých případech se pro zvýraznění dýmu používají i různě zbarvující patrony.

Ultrazvuk je poslední známější metoda, která se používá na zjištění dílčích netěsností v obalové konstrukci. Tato metoda nevyžaduje, aby byl mezi interiérem a exteriérem vyvolaný žádný tlakový rozdíl, jak tomu bylo požadováno u předcházejících zmiňovaných měření. Přístroj pro měření se skládá ze zdroje ultrazvuku, který se umísťuje ze strany exteriéru a detektoru ultrazvuku, kterým se v interiéru zjišťují dílčí netěsnosti. Měření je založeno na skutečnosti, že ultrazvuk se může šířit přes obalovou konstrukci budovy jen přes netěsnosti v této konstrukci (ultrazvuk se šíří jen vzduchem). Podle intenzity signálu zachyceného detektorem v interiéru lze pak snadno nalézt dílčí netěsnosti v konstrukci a stanovit velikost těchto netěsností.

4.5.2 Požadavky na vzduchotěsnost

Norma ČSN 730540-2 klade požadavky na vzduchotěsnost. Požadavky se týkají:

- Celkové průvzdušnosti obálky budovy
- Průvzdušnost místnosti s nuceným větráním nebo klimatizací
- Průvzdušnost spár lehkých obvodových plášťů
- Průvzdušnost spár a netěsností ostatních konstrukcí obálky budovy
- Požadavek na tepelně izolační vrstvu

Celkové průvzdušnosti obálky budovy

Celková průvzdušnost obálky budovy nebo její částí se ověřuje pomocí celkové intenzity výměny vzduchu n_{50} při tlakovém spádu 50 Pa, v h^{-1} , stanovené podle ČSN EN ISO 13829 [12].

Doporučuje se splnit podmínku:

$$n_{50} \leq n_{50,N} \quad (21)$$

kde $n_{50,N}$ je doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu při tlakovém rozdílu 50 Pa, h^{-1} , která se stanoví podle tab. 4.12.

Hodnoty v tab. 4.12 ve sloupci Úroveň I se doporučuje splnit vždy a hodnoty ve sloupci Úroveň II se doporučuje splnit přednostně.

Podmínka se vztahuje na celou budovu, nebo na její ucelenou část (např. bytovou jednotku).

Tab. 4.12 Doporučené hodnoty celkové výměny vzduchu $n_{50,N}$ dle ČSN 730540-2 [8]

Větrání v budově	Doporučená hodnota celkové intenzity výměny vzduchu $n_{50,N}$	
	Úroveň I	Úroveň II
Přírozené nebo kombinované	4,5	3
Nucené	1,5	1,2
Nucené se zpětným získáváním tepla	1	0,8
Nucené se zpětným získáváním tepla se zvláště nízkou potřebou tepla na vytápění (pasivní budovy)	0,6	0,4

Průvzdušnost místnosti s nuceným větráním nebo klimatizací

Doporučuje se, aby průvzdušnost místností, kde se použije nuceného větrání nebo klimatizace, byla velmi malá. Hodnotí se pomocí výpočtem stanovené intenzity výměny vzduchu bez započtení funkce větracího nebo klimatizačního zařízení n , v h^{-1} , pro zimní návrhové podmínky (pozor jedná se o intenzitu výměny vzduchu při tlakovém rozdílu vyvolanou jen přírodními silami při návrhových hodnotách a ne při tlakovém rozdílu 50 Pa). Doporučuje se, aby takto stanovená intenzita přírozené výměny vzduchu splňovala požadavek:

$$n \leq 0,05 \text{ h}^{-1} \quad (22)$$

Pokud zvláštní předpisy (vyhláška č. 464/2000Sb., vyhláška č. 108/2001 Sb., vyhláška č. 107/2001 Sb. a nařízení vlády č. 178/2001 Sb.) a provozní podmínky nepožadují hodnoty vyšší (např. v nouzovém provozním režimu při výpadku větracího nebo klimatizačního zařízení).

Průvzdušnost spár lehkých obvodových plášťů

Funkční spáry musí odpovídat příslušné požadované hodnotě třídy průvzdušnosti viz. tab. 4.13. Pokud se budova skládá z kompaktních částí s různými požadavky LP2 a LP1, posuzují se jednotlivé části zvlášť. Na rozhraní jednotlivých posuzovaných částí jsou uplatňovány přísnější požadavky. Třídy LP1 a LP2 se posuzují dle ČSN EN 12152 (Lehké obvodové pláště – Průvzdušnost – Funkční požadavky a klasifikace)

Tab. 4.13 Požadované hodnoty třídy průvzdušnosti dle ČSN 730540-2 [8]

Funkční spára ve výplni otvorů	Požadovaná hodnota třídy průvzdušnosti	
	Budova s větráním přírozeným, nebo kombinovaným	Budova s větráním pouze nuceným
Lehký obvodový plášť	LP1	LP2

Průvzdušnost spár a netěsností ostatních konstrukcí obálky budovy

Netěsnost konstrukce obálky budovy není přípustná, kromě funkčních spár lehkých obvodových plášťů a výplní otvorů. Spojení konstrukcí mezi sebou musí být trvale vzduchotěsné (dle dosažitelného stavu techniky). Zabudováváním výplní otvorů se podrobně zabývá TNI 746077 [46].

Požadavek na tepelně izolační vrstvu

Tepelně izolační vrstva musí být chráněna proti působení náporu větru. Požadavek se hlavně týká průvzdušných (nejčastěji minerálních) izolací. Izolace se musí chránit zábranou proti působení větru (paropropustné fóliové izolace, případně deskové materiály s přelepenými spoji) na jejich vnější straně.

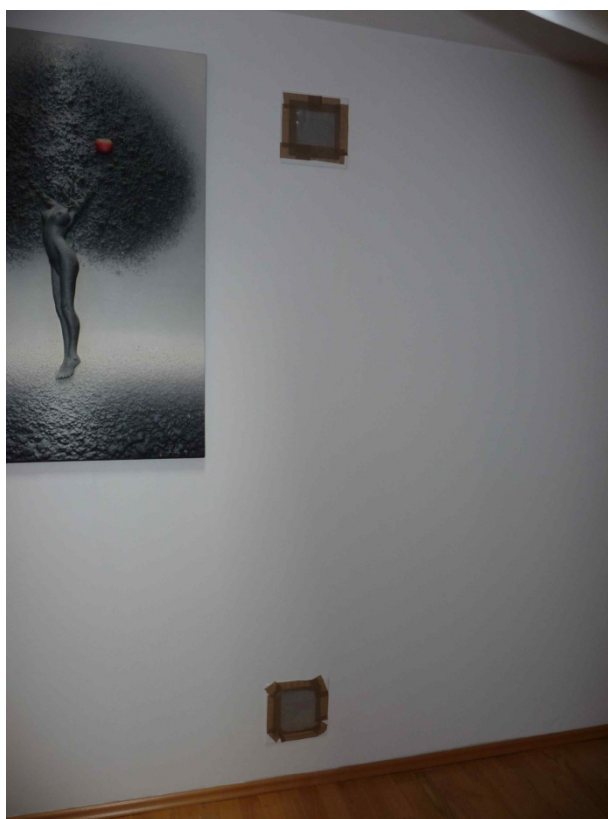
4.5.3 Měření vzduchotěsnosti testovací metodou s utěsněnými prostupy obálky budovy (měření 03)

Před samotným měřením vzduchotěsnosti byl zapůjčen přístroj Blower Door vyzkoušen na cvičném měření na Stavební fakultě. Přístroj byl napojený na notebook, na který byl nahrán ovládací a vyhodnovací software Tectite express a bylo překontrolováno příslušenství. Došlo k podrobnému nastudování projektové dokumentace a spočtení požadovaných hodnot nutných pro měření. Na měření rychlosti proudění vzduch byl připraven anemometr SwemaAir 40. Na měření teploty a vlhkosti byl použit datalogger ALMEMO 2690, ke kterému bylo připojeno čidlo na snímání teploty a vlhkosti vzduchu FHAD460. Dále byla nachystána přílohná sonda na měření vlhkosti materiálů FHA696MF (měří vlhkost materiálu až do hloubky 3 cm).

Před samotným měřením musela být proveden podrobný průzkum rodinného domu. Byly zjištěny místa, kudy by z budovy unikal vzduch přes zařízení a došlo by tak k znehodnocení měření. Tyto prostupy přes obálku budovy musely být utěsněny. Jednalo se o digestoř, která byla umístěna v kuchyni, teplovzdušné vyústky, které vedly od kachlového krbu do podkroví, teplovzdušné vyústky z kachlového krbu, který byl umístěný v obývacím pokoji a teplovzdušné vyústky, které byly umístěné u schodiště v přízemí (obr. 4.90). Otvory byly utěsněny pomocí nepropustné folie, která byla připevněna pomocí samolepící izolační pásky. U kachlových krbových kamen (obr. 4.91) musely být přelepeny plnicí dveře, protože nebylo možno přímo utěsnit přívod čerstvého vzduchu a odvod zplodin z kamen. Ohniště kachlových kamen tvořila krbová litinová vložka, která byla připojena na zemní registr a teplovzdušný výměník. Dále musely být utěsněny dveře na WC v přízemí. S touto místností nebylo počítáno při měření neprůvzdušnosti a její objem byl odečtený z objemu stavby. Bylo tak učiněno z toho důvodu, že v této místnosti má být umístěno vzduchotechnické zařízení, které zde v době měření nebylo nainstalováno, ale do místnosti již byly namontovány vstupy a výstupy pro vzduchotechnické zařízení a jejich utěsnění by bylo komplikované. Před utěsněním těchto dveří byl ještě z důvodu bezpečnosti vypnut plynový kotel, který byl umístěný taktéž na WC. Byly taky pomocí samolepící pásky utěsněny dveře do garáže, které byly umístěné

v zádveří. Vzduchotěsnost rodinného domu byla měřena jen pro obytnou část domu (bez garáže). Potom byla změřena teplota a vlhkost vzduchu pomocí záznamovým zařízením - datalogger ALMEMO v budově i exteriéru. Současně bylo provedeno i měření povrchové vlhkosti konstrukcí v koupelně, které bylo využito pro ověření skutečné vlhkosti konstrukcí.

V poslední fázi byl do vstupních dveří do domu nainstalovaný hliníkový rám opatřený vzduchotěsnou plachtou, ve které je ve spodní části umístěný otvor pro zabudování zařízení Blower Door. V domě byly otevřeny všechny vnitřní dveře vedoucí do místností (kromě dveří na WC v přízemí a dveří do garáže) z toho důvodu, aby se dům choval jako jedna velká místnost. Před spuštěním měření bylo překontrolováno správné zapojení přístroje, zavření všech oken v budově, a zda je ve všech zápachových uzávěrách voda (umyvadla, vana, WC).



Obr. 4.90 Pohled na výústky vzduchotechniky



Obr. 4.91 Pohled na utěsněný krb a vyústky vzduchotechniky

Měření bylo prováděno dle normy EN 13829 [12] a hodnoty byly nastaveny dle doporučení výrobce přístroje. Měření bylo prováděno pomocí přístroje Minneapolis Blower Door Model 4.1 (230V), který se skládá z ventilátoru s plynule proměnlivými otáčkami, ovládací skříňky pro manuální i automatickou regulaci otáček ventilátoru, zařízení pro měření tlaku a objemového rozdílu vzduchu, hliníkového teleskopického rámu a vzduchotěsné plachty, která se připevňuje na rám. Přístroj je však nezbytné připojit na počítač, na kterém musí být nahrán software Tectite express, který slouží k ovládání zařízení, zadávání vstupních hodnot pro měření, vyhodnocování výsledků měření a k vyhotovení protokolů s výsledky měření.



Obr. 4.92 Pohled na hliníkový rám opatřený vzduchotěsnou plachtou před osazením do dveří a po osazení s umístěním ventilátorem již napojeným na PC

Jako vstupní údaje pro měření vzduchotěsnosti jsme museli zadat do programu Tectile express následující hodnoty: Objem budovy (volume), povrchovou plochu obálky budovy (surface area), podlahovou plochu (floor area), nepřesnost měření rozměrů budovy (building dimensions), stáří budovy (year of construction), teplotu vnitřního vzduchu (inside temperature), teplotu venkovního vzduchu (outsider temperature), intenzitu větru (wind class) a vystavení budovy povětrnostním vlivům (building wind exposure). Mezi doplňkové informace jsme zadali typ vytápění (type of heating) a způsob větrání (type of ventilation). Pro měření vzduchotěsnosti máme dvě metody. Metoda A je pro měření vzduchotěsnosti v období, kdy je používán vytápěcí, nebo chladicí systém a nejsou prováděna žádná zlepšující opatření. Metoda B je pro měření vzduchotěsnosti bez provozu ostatních zařízení a s utěsněnými prostupy zařízení přes obálku budovy (komín, digestoř, zemní registr, vzduchotechnické rozvody, atd.). Pro měření byla vybrána testovací metoda B, která se nejlépe hodila na náš testovaný dům. Nastavení rozdílů tlaků, při kterých bude zjišťována vzduchotěsnost obálky budovy, jsem nastavil dle normy EN 13829. Z toho plyne, že vzduchotěsnost bude zjišťována při tlakových rozdílech 70 Pa, 65 Pa, 60 Pa, 55 Pa, 50 Pa, 45 Pa, 40 Pa, 35 Pa, 30 Pa a 25 Pa. Dále jsem nastavil, že hodnota vzduchotěsnosti pro každý stanovený tlakový rozdíl (70 Pa, 65 Pa, 60 Pa, 55 Pa, 50 Pa, 45 Pa, 40 Pa, 35 Pa, 30 Pa a 25 Pa), bude stanovena statisticky ze sto naměřených vzorků. Maximální rozdíl tlaku, kterému bude budova vystavena na začátku každého měření, byl nastaven na hodnotu 90 Pa. Pak se bude postupně rozdíl tlaku snižovat až na požadované hodnoty (70 Pa až 25 Pa) a bude u nich probíhat měření vzduchotěsnosti. Target tolerance – cílovou toleranci jsem nastavil na hodnotu 4 Pa. Hodnota nám udává jaký největší rozptyl je povolený při získávání hodnot při daném tlakovém rozdílu (v našem případě se jedná o rozptyl vždy

při získávání sto měření při daném tlakovém rozdílu). Stejné nastavení bylo zachováno jak pro měření přetlaku, tak pro měření podtlaku.

Po nastavení požadovaných hodnot bylo spuštěno měření. Nejprve byla měřena vzduchotěsnost budovy pomocí podtlaku. Přístroj si požádal o zakrytí ventilátoru, aby stanovil základní tlak vzduchu. Potom požádal o odkrytí ventilátoru a požadoval stanovení, jaký typ prstence je namontovaný. Prstence jsou namontovány na boční straně ventilátoru a jejich účelem je regulovat výkon ventilátoru. Použitý model měl prstence A, B, C, D a E. Při spuštění měření byl namontovaný prstenec A (Ring A) (obr. 4.93). Po potvrzení prstence se ventilátor začal otáčet a zvyšoval otáčky až do doby, kdy dosáhl tlakového rozdílu 90 Pa. Potom postupně snižoval otáčky, až se dostal na požadovaný tlakový rozdíl (70 Pa, 65 Pa, 60 Pa, 55 Pa, 50 Pa, 45 Pa, 40 Pa, 35 Pa, 30 Pa a 25 Pa), kde setrval vždy po dobu, než byl vyhotoven potřebný počet měření a pak postupoval na další nižší tlakový rozdíl. Při přechodu na tlakový rozdíl 30 Pa požadoval nasazení prstence B (Ring B), protože potřeboval snížit množství odebíraného vzduchu (snížit tlak) vyvolaný ventilátorem. Při nižším tlakovém rozdílu již nebyla netěsnost obvodového pláště tak veliká. Poslední měření bylo prováděno při tlaku 25 Pa. Pak přístroj požádal opět o zakrytí a překontroloval základní tlak. Během měření byly zjišťované údaje zobrazovány na displeji monitoru. Hodnoty úniku vzduchu v m^3/h při daném tlakovém rozdílu byly zaznamenávány do grafu. Drobnými červenými tečkami byly zaznamenány všechny naměřené hodnoty. Po skončení měření při daném tlakovém rozdílu byla vždy spočtena výsledná hodnota úniku vzduchu při daném tlakovém rozdílu a byla do grafu znázorněna velkou červenou tečkou (při podtlaku pak velkým červeným čtverečkem). Na obrazovce se postupně znázorňovaly výsledné hodnoty úniku vzduchu při daných tlakových rozdílech. Po skončení měření pak byla přes všechny body proložena přímka a viditelné zůstali jen body označující výsledné hodnoty. Po přepnutí na další stránku jsme pak mohli zkontrolovat tabulku se zjištěnými hodnotami.

Po dokončení měření vzduchotěsnosti obálky budovy pomocí podtlaku, jsem v programu Tectite express nastavili měření vzduchotěsnosti pomocí přetlaku. Všechno nastavení zůstalo původní, jen jsme změnili zatrhnutí testovací metody z podtlaku na přetlak. Ještě před spuštěním testu muselo být zařízení Blower Door (ventilátor) otočeno o 180° , aby vzduch přiváděl do budovy (při podtlaku ventilátor vzduch odváděl z budovy) a musely být překontrolovány hadičky přivádějící vzduch do přístroje na měření tlaku a objemového rozdílu vzduchu. Pak probíhalo měření stejným způsobem jako při měření podtlaku. Naměřené údaje se zaznamenávaly do stejného grafu, který byl použit pro měření vzduchotěsnosti pomocí podtlakové metody. Na konci měření pak byly v grafu znázorněny hodnoty úniku vzduchu v m^3/h při daných tlakových rozdílech získaných pomocí podtlaku (červené puntíky) a pomocí přetlaku (červené čtverečky). Jak hodnotami zjištěnými pomocí podtlaku, tak i pomocí přetlaku jsou proloženy přímky. Při přepnutí na další stránku pak vidíme tabulkové sestavení získaných požadovaných hodnot. V tabulce jsou hodnoty rozdělené na hodnoty získané při podtlaku (depressurization), hodnoty získané

při přetlaku (pressurization) a průměr hodnot získaných při podtlaku a přetlaku. Po dokončení měření lze výsledky testu vytisknout jako protokol o měření vzduchotěsnosti budov, nebo uložit do počítače. Výsledný protokol měření vzduchotěsnosti je uvedený na obr. 4.96 a obr. 4.97.

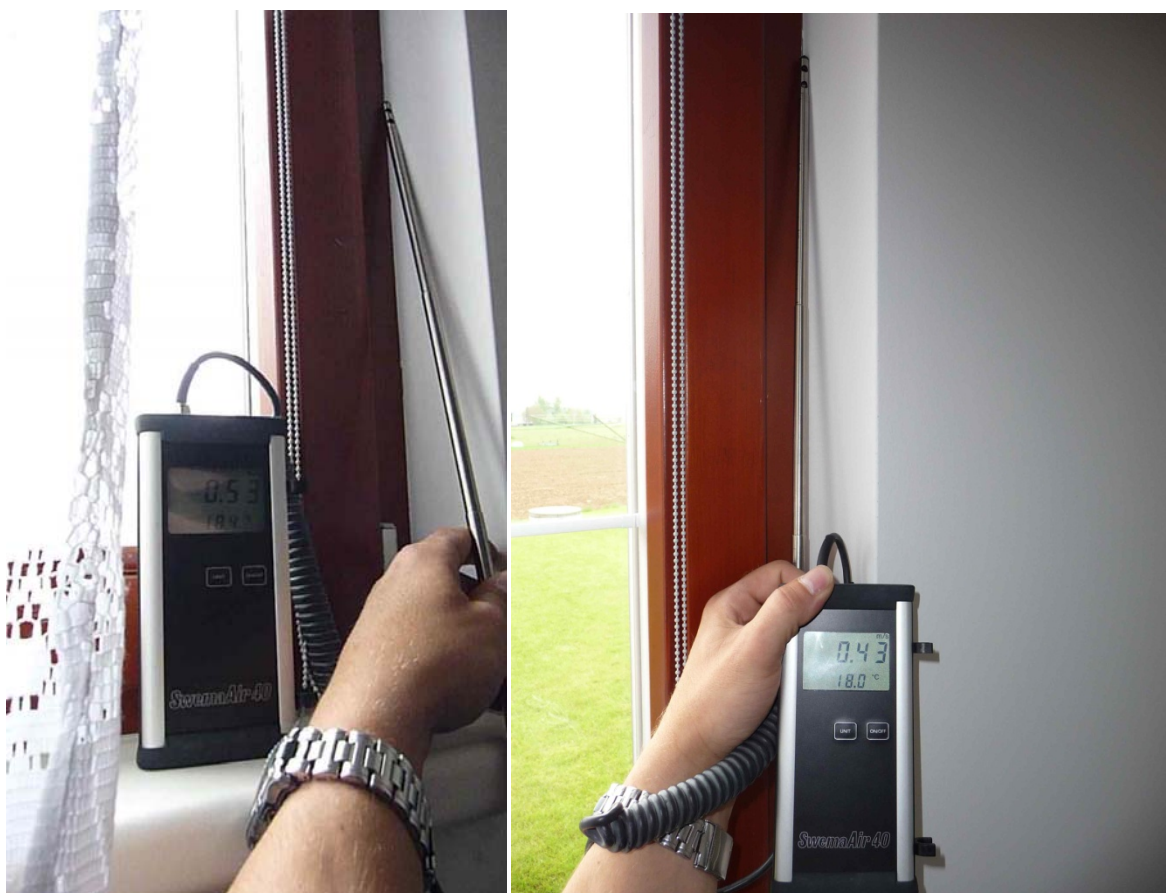
Při měření vzduchotěsnosti obvodového pláště pomocí podtlaku byly zjišťovány dílčí netěsnosti v plášti budovy pomocí anemometru. Kolem zásuvek umístěných v obvodové stěně nebylo zjištěno žádné proudění vzduchu. Taktéž kolem spár oken byl proud vzduchu neměřitelný. U některých oken však byly zjištěny dílčí netěsnosti mezi rámem okna a ostěním (obr. 4.95). Při tlakovém rozdílu 90 Pa nabývalo proudění vzduchu hodnot až 1,6 m/s a při tlakovém rozdílu 50 Pa dosahovalo hodnot až 0,5 m/s.



Obr. 4.93 Pohled na ventilátor při odstraňování prstenců, zůstal prstenec A



Obr. 4.94 Počítač s programem TECTITE Express, která zajišťuje řízení přístroje blower door a zaznamenávající průběh měření



Obr. 4.95 Měření rychlosti proudění vzduchu anemometrem mezi rámem okna a ostěním při podtlakové zkoušce vzduchotěsnosti obálky budovy

BUILDING LEAKAGE TEST

Date of Test: 15. 05. 2010
Test File: Pržno_15_5_2010_test03

Technician: Ing. Josef Čech

Customer: Jiří Stavař

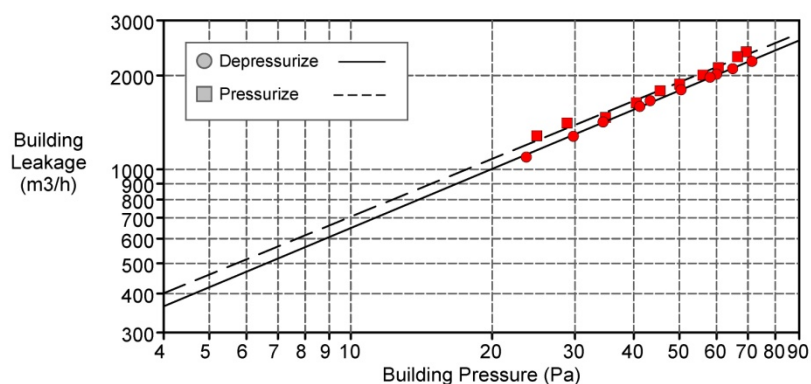
Building Address: Rodinný dům
Pržno 265
Frýdlant nad Ostravicí, 739 11

Phone:

Fax:

	Depressurization	Pressurization	Average
Test Results at 50 Pascals:			
V50: Airflow (m3/h)	1789 (+/- 0.3 %)	1901 (+/- 0.8 %)	1845
n50: Air Changes per Hour (1/h)	2.93	3.12	3.02
w50: m3/hm2 Floor Area	13.87	14.74	14.30
q50: m3/hm2 Surface Area	3.36	3.57	3.47
Leakage Areas:			
Canadian EqLA @ 10 Pa (cm2)	724.4 (+/- 1.6 %)	787.1 (+/- 4.2 %)	755.8
cm2/m2 Surface Area	1.36	1.48	1.42
LBL ELA @ 4 Pa (cm2)	392.4 (+/- 2.4 %)	431.7 (+/- 6.5 %)	412.0
cm2/m2 Surface Area	0.74	0.81	0.77
Building Leakage Curve:			
Air Flow Coefficient (Cenv)	150.8 (+/- 3.7 %)	170.5 (+/- 9.9 %)	
Air Leakage Coefficient (CL)	152.2 (+/- 3.7 %)	170.7 (+/- 9.9 %)	
Exponent (n)	0.630 (+/- 0.009)	0.616 (+/- 0.025)	
Correlation Coefficient	0.99912	0.99341	
Test Standard:	EN 13829	Regulation complied with:	
Type of Test Method:	B		
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		

Inside Temperature:	19 °C	Volume:	610 m3
Outside Temperature:	13 °C	Surface Area:	532 m2
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	129 m2
Wind Class:	0 Calm	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Highly Exposed Building	Building Dimensions:	5 %
Type of Heating:	Plynový kotel, teplovodní - ot	Year of Construction:	2004
Type of Air Conditioning:			
Type of Ventilation:	Přirozené, plánované nucené (VZT)		



Obr. 4.96 Protokol s výsledky měření vzduchotěsnosti obálky stavby rodinného domu

BUILDING LEAKAGE TEST Page 2

Date of Test: 15. 05. 2010 Test File: Pržno_15_5_2010_test03

Comments

Novostavba rodinného domu ze skořepinových betonových tvárnic se systémem vnitřního zateplení. Stavba je půdorysně složena ze tří obdélníků. Dům je přízemní s podkrovím bez podsklepení. Střecha je sedlová s valbami.

Přístroj blower door byl umístěn ve vchodových dveřích do rodinného domu (vstup do zádveří). Měření bylo zahájeno v 15:00.

Data Points: Depressurization:

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m3/h)	Temperature Adjusted Flow (m3/h)	% Error	Fan Configuration
-0.4	n/a				
-71.5	70.5	2248	2218	-0.9	Ring A
-65.0	63.2	2130	2101	-0.4	Ring A
-60.1	58.3	2045	2018	0.5	Ring A
-58.2	55.7	1999	1972	0.3	Ring A
-50.5	46.2	1822	1798	-0.0	Ring A
-43.4	39.3	1682	1659	1.5	Ring A
-41.3	36.0	1612	1591	0.5	Ring A
-34.5	28.6	1437	1418	0.3	Ring A
-29.8	260.1	1294	1277	-1.0	Ring B
-23.7	191.1	1110	1096	-1.8	Ring B
0.2	n/a				
Test 1 Baseline (Pa): p01- = -0.5 p01+ = 0.3 p02- = -0.6 p02+ = 1.0					

Data Points: Pressurization:

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m3/h)	Temperature Adjusted Flow (m3/h)	% Error	Fan Configuration
-0.4	n/a				
68.8	77.5	2355	2379	2.4	Ring A
65.9	72.1	2273	2296	1.5	Ring A
60.0	61.2	2094	2115	-0.9	Ring A
55.5	54.8	1984	2004	-1.6	Ring A
49.5	48.0	1857	1876	-1.2	Ring A
44.9	43.5	1770	1788	-0.1	Ring A
39.9	36.4	1619	1635	-1.8	Ring A
34.3	29.2	1453	1467	-3.3	Ring A
28.3	302.3	1395	1408	4.4	Ring B
24.3	250.0	1269	1282	4.2	Ring B
-0.8	n/a				
Test 1 Baseline (Pa): p01- = -0.6 p01+ = 0.4 p02- = -0.9 p02+ = 0.1					

Obr. 4.97 Protokol s výsledky měření vzduchotěsnosti obálky stavby rodinného domu, strana 2

Hodnotící veličiny uvedené testu vzduchotěsnosti obálky stavby

Pro hodnocení vzduchotěsnosti obvodového pláště rodinného domu pomocí blower door testu byly použity následující veličiny:

- objemový tok vzduchu V_{50} $[m^3/h]$
- intenzita výměny vzduchu n_{50} $[h^{-1}]$
- měrný objemový tok vzduchu netěsnostmi w_{50} $[m^3/(hm^2)]$
- vzduchová propustnost budovy q_{50} $[m^3/(hm^2)]$
- Canadia EqLA @ 10Pa $[cm^2]$

- LBL ELA @ 4Pa [cm²]
- cm²/m² Surface Area

Objemový tok vzduchu V₅₀

Udává množství vzduchu, který se vymění (projde) přes obalovou konstrukci celého domu při rozdílu tlaku 50 Pa za jednu hodinu.

Intenzita výměny vzduchu n₅₀

Stanový, kolikrát se vymění vnitřní vzduch měřené stavby při rozdílu tlaku 50 Pa přes obalovou konstrukci domu za jednu hodinu. Intenzita výměny vzduchu je definována rovnicí:

$$n_{50} = V_{50}/V \quad [h^{-1}]$$

kde V_{50} je objemový tok vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa [m³/h]
 V je objem vnitřního vzduchu [m³]

Měrný objemový tok vzduchu netěsnostmi w₅₀

Měrný objemový tok vzduchu netěsnostmi udává množství vzduchu, který projde obalovou konstrukcí stavby při rozdílu tlaku 50Pa za jednu hodinu vztažený k celkové podlahové ploše stavby. Měrný objemový tok vzduchu netěsnostmi w₅₀ je definován rovnicí:

$$w_{50} = V_{50}/A_F \quad [m^3/(hm^2)] \quad (23)$$

kde V_{50} je objemový tok vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa [m³/h]
 A_F je celková podlahová plocha [m²]

Vzduchová propustnost budovy q₅₀

Stanoví množství vzduchu, který projde obalovou konstrukcí stavby při rozdílu tlaku 50Pa za jednu hodinu vztažený k celkové ploše obálky budovy. Vzduchová propustnost budovy q₅₀ je definován rovnicí:

$$q_{50} = V_{50}/A_E \quad [m^3/(hm^2)] \quad (24)$$

kde V_{50} je objemový tok vzduchu při rozdílu tlaku 50 Pa [m³/h]
 A_E je celková plocha obálky budovy [m²]

Canadia EqLA @ 10Pa

Canadia EqLA @ 10Pa je ekvivalentní plocha netěsnosti používaná v Kanadě, která se stanovuje při tlakové rozdílu 10 Pa. Můžeme se setkat i se zkratkou A_{L,ref}. Místo spodního indexu _{ref} bývá uváděna číselná hodnota, která nám stanovuje,

při jakém tlakovém rozdílu byla ekvivalentní plocha netěsnosti stanovena. Ekvivalentní plocha netěsnosti je definována rovnicí:

$$A_{L,10} = 10000 \cdot V_{10} \cdot (\sqrt{\rho / (2 \cdot \Delta p_{10})}) / C_D \quad [\text{cm}^2] \quad (25)$$

kde V_{10} je objemový tok vzduchu při rozdílu tlaku 10 Pa [m^3/s]
 ρ je hustota vzduchu [kg/m^3]
 Δp_{10} je referenční tlakový rozdíl [Pa]
 C_D je výtokový součinitel [-]

LBL ELA @ 4Pa

LBL ELA @ 4Pa je ekvivalentní plocha netěsnosti používaná v USA, která se stanovuje při tlakové rozdílu 4 Pa. Je definována stejně jako Canadia EqLA @ 10Pa, jen je stanovena pro tlakový rozdíl 4 Pa. Ekvivalentní plocha netěsnosti používaná v USA je definována rovnicí:

$$A_{L,4} = 10000 \cdot V_4 \cdot (\sqrt{\rho / (2 \cdot \Delta p_4)}) / C_D \quad [\text{cm}^2] \quad (26)$$

cm^2/m^2 Surface Area (Effective Leakage Area)

Označuje efektivní plochu úniku vzduchu. Udává, jakou plochu by musel mít otvor, aby jím při daném tlakovém rozdílu unikalo stejné množství vzduchu, jako přes obálku celé budovy.

Závěr z měření 03

Měření bylo zjištěno (viz. obr. 4.96 a obr. 4.97), že celková intenzita výměny vzduchu n_{50} rodinného domu postaveného z betonových skořepinových tvárníc se systémem vnitřního zateplení je $3,02 \text{ h}^{-1}$. Doporučená maximální hodnota celkové intenzity výměny vzduchu pro přirozené větrání dle ČSN 730540-2 je $4,5 \text{ h}^{-1}$. Z toho plyne, že stavba splňuje podmínky pro celkovou průvzdušnost obálky budovy. Pokud by však mělo být použito nucené větrání budovy, maximální celková intenzita výměny vzduchu by musela dosahovat maximě hodnoty $1,5 \text{ h}^{-1}$. To však budova v současném stavu nesplňuje. Vzduchotěsnost obálky budovy by šla zvýšit odstraněním dílčích netěsností mezi oknem a parapetem. To lze odstranit přetmelením spár mezi okenním rámem a ostěním plastickým tmelem ze strany interiéru a ze strany exteriéru okenní rám okna oblepit vnější těsnicí paropropustnou páskou určenou pro montáž oken. Ke zvýšení vzduchotěsnosti obvodového pláště přispěje i omítnutí stavby z exteriéru. Po těchto úpravách by muselo být znovu provedeno měření vzduchotěsnosti, aby se zjistilo, o kolik se zlepšila vzduchotěsnost budovy a zda již budova splňuje podmínky pro použití nuceného větrání.

4.5.4 Zimní měření vzduchotěsnosti v ucelené části interiéru budovy v Pržně (měření 00)

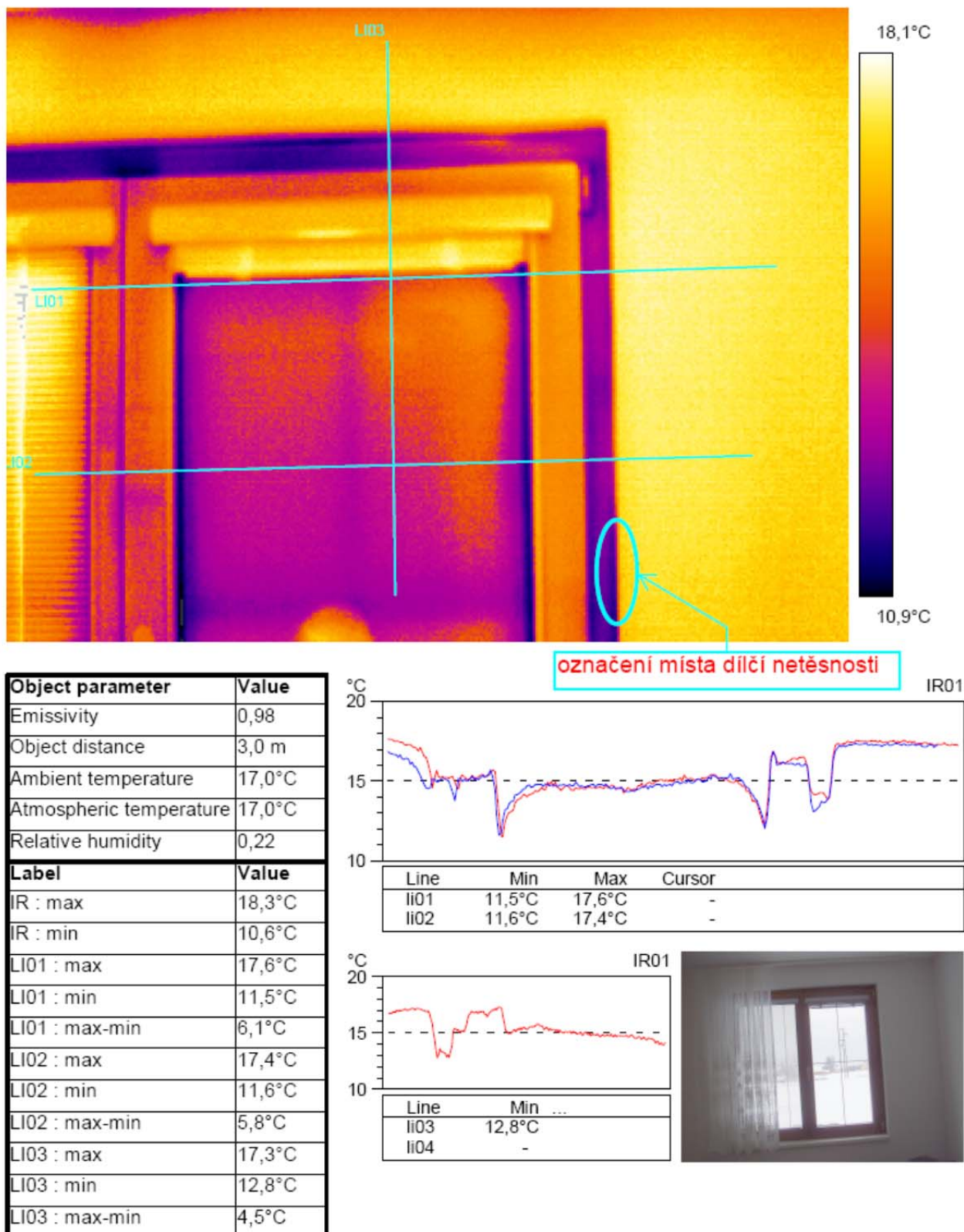
Měření vzduchotěsnosti jsme prováděli na této stavbě i v zimním období, ale jen v ucelené části (v místnosti 109 – pokoj). Příprava měření byla podobná jako u měření 03, jen s tím rozdílem, že se měřila jen jedna místnost. V místnosti se nenacházel žádný komín ani žádné jiné zařízení, která by procházelo přes obálku budovy a které by bylo zapotřebí utěsnit. Zařízení Blower Door bylo umístěno do vstupních dveří do ložnice. Během podtlakové zkoušky vzduchotěsnosti probíhalo zjišťování dílčích netěsností.

Norma EN 13829 se nedoporučuje měřit vzduchotěsnost obálky budovy při velkých rozdílech teploty mezi interiérem a exteriérem z důvodu zvyšování nepřesnosti výsledku měření. Na druhou stran se v zimním období při větších rozdílech teplot lépe zjišťují dílčí netěsnosti. I při měření vzduchotěsnosti v zimním období jsme zjistili dílčí netěsnosti mezi okenním rámem a parapetem. Výskyt dílčí netěsnosti jsme chtěli ověřit při podtlakové zkoušce ne jenom pomocí anemometru, ale i pomocí termokamery. Z termovizního snímku obr. 4.98 je však zřejmé, že dílčí netěsnost není na snímku patrná, přestože rozdíl teploty vzduchu mezi interiérem a exteriérem byl dostatečný ($\Delta t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$). Neprůkazný výsledek termovizního snímku je způsoben dvěma faktory:

- Termokamera neměří teplotu, ale infračervené záření, které tělesa vyzařují a to následně přepočítává dle okrajových podmínek na teplotu. Proto nedokáže změřit teplotu vzduchu, ale jen teplotu tělesa.
- Ve stavbě je realizováno vnitřní zateplení, které má ze strany interiéru materiály s malou hodnotou součinitele tepelné vodivosti a to způsobilo, že povrchová teplota stěny se po dobu prováděné zkoušky nedokázala na tolik snížit, aby bylo měření průkazné.

Přestože jsme údaje o vzduchotěsnosti budovy získané v zimním období nemohli použít z důvodu velkého zatížení chybou, přesto jsme přišli k důležitým informacím. Prokázali jsme dílčí netěsnost kolem okna a zjistili jsme, že termovizní snímkování není příliš vhodné pro zjišťování dílčích netěsností u budov realizované se systémem vnitřního zateplení.

File name	Time	Date
A0128-06.img	9:42:24	28.1.2010



Obr. 4.98 Termovizní snímek okna, u něhož byla zjištěna dílčí netěsnosti. Na termovizním snímku však nebyla netěsnost patrná

4.5.5 Měření vzduchotěsnosti v ucelené části budovy v Pržně (měření 04)

Poslední zkoušku vzduchotěsnosti na rodinném domě v Pržně jsme prováděli v místnosti 108 pokoj. Zkouška probíhala v jarním období při malém teplotním rozdílu mezi interiérem a exteriérem ($\Delta t = 5\text{ °C}$) a probíhala ve stejný den jako zkouška vzduchotěsnosti celé budovy (měření vzduchotěsnosti 03). Průběh příprav byl obdobný. V pokoji 108 se nenacházeli žádné prostupy přes obálku budovy stejně jako v pokoji 109. Přístroj Blower Door byl umístěný přímo ve vstupních dveřích do místnosti viz. obr. 4.99. Vzduchotěsnost byla ověřována jak při podtlaku, tak i přetlaku. Při podtlakové zkoušce bylo prováděno zjišťování dílčích netěsností již jen pomocí anemometru. Výsledky měření vzduchotěsnosti pokoje 108 jsou uvedeny na obr. 4.100 a obr. 4.101.

Z výsledků měření 04 vyplývá, že celková intenzita výměny vzduchu n_{50} pokoje 108 je $3,77\text{ h}^{-1}$. Doporučená maximální hodnota celkové intenzity výměny vzduchu pro přirozené větrání dle ČSN 730540-2 je $4,5\text{ h}^{-1}$. Z toho plyne, že pokoj 108 (dílní část stavby rodinného domu) splňuje také podmínky pro celkovou průvzdušnost obálky budovy. Měřením jedné místnosti jsme dospěli k vyšším hodnotám, než při měření 03, při kterém jsme měřily vzduchotěsnost celého domu. Tento rozdíl je způsobený tím, že nám vzduch neunikal jen přes obálku budovy do exteriéru, ale unikal nám také přes příčky do interiéru (sousedních místností). Norma EN 13829 nám říká, že od výsledné hodnoty máme odečíst vliv příček. Jakým způsobem však stanovit vliv příček již neřeší. V našem případě jsem však od výsledku žádnou hodnotu neodečítal, protože vliv příček na vzduchotěsnost místnosti bychom mohli jen odhadnout. Pro eliminaci vlivu příček v tomto měření by byl zapotřebí ještě jeden přístroj Blower Door, který by vyrovnával tlak ve vedlejších místnostech a vzduch by tak mohl unikat jen přes obálku budovy. Do sousedních místností by nemohl unikat vzduch přes příčky, protože tlakový rozdíl mezi místnostmi by byl roven nule. Dílní netěsnosti byly opět zjištěny jen mezi okenním rámem a ostěním.



Obr. 4.99 Blower Door umístění ve vstupních dveřích do pokoje 108

BUILDING LEAKAGE TEST

Date of Test: 15. 05. 2010
Test File: Pržno_15_5_2010_test04

Technician: Ing. Josef Čech

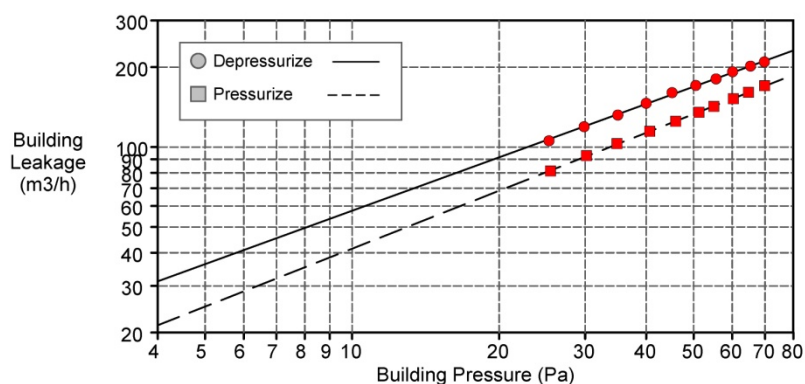
Customer: Jiří Stavař

Building Address: Rodinný dům, místnost 108
Pržno 265
Frýdlant nad Ostravicí, 739 11

Phone:
Fax:

	Depressurization	Pressurization	Average
Test Results at 50 Pascals:			
V50: Airflow (m3/h)	169 (+/- 0.3 %)	133 (+/- 0.1 %)	151
n50: Air Changes per Hour (1/h)	4.22	3.33	3.77
w50: m3/hm2 Floor Area	11.25	8.87	10.06
q50: m3/hm2 Surface Area	2.34	1.85	2.10
Leakage Areas:			
Canadian EqLA @ 10 Pa (cm2)	64.2 (+/- 1.6 %)	46.2 (+/- 0.7 %)	55.2
cm2/m2 Surface Area	0.89	0.64	0.77
LBL ELA @ 4 Pa (cm2)	33.6 (+/- 2.4 %)	22.9 (+/- 1.0 %)	28.3
cm2/m2 Surface Area	0.47	0.32	0.39
Building Leakage Curve:			
Air Flow Coefficient (Cenv)	12.3 (+/- 3.7 %)	7.8 (+/- 1.6 %)	
Air Leakage Coefficient (CL)	12.3 (+/- 3.7 %)	7.8 (+/- 1.6 %)	
Exponent (n)	0.669 (+/- 0.009)	0.725 (+/- 0.004)	
Correlation Coefficient	0.99920	0.99988	
Test Standard:	EN 13829	Regulation complied with:	
Type of Test Method:	B		
Equipment:	Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door		

Inside Temperature:	20 °C	Volume:	40 m3
Outside Temperature:	15 °C	Surface Area:	72 m2
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	15 m2
Wind Class:	0 Calm	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Highly Exposed Building	Building Dimensions:	3 %
Type of Heating:	Plynový kotel, teplovodní	Year of Construction:	2004
Type of Air Conditioning:			
Type of Ventilation:	Přirozené, plánované nucené (VZT)		



Obr. 4.100 Protokol s výsledky měření vzduchotěsnosti obálky místnosti pokoj 108

BUILDING LEAKAGE TEST Page 2

Date of Test: 15. 05. 2010 Test File: Pržno_15_5_2010_test04

Comments

Měření bylo prováděno v rodinném domě pro místnosti 108. Přístroj Blower door byl umístěn ve vstupních dveřích do této místnosti. Měřeno bylo zahájeno v čase 16:10.

Data Points: Depressurization:

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m3/h)	Temperature Adjusted Flow (m3/h)	% Error	Fan Configuration
-0.4	n/a				
-70.2	104.2	212	209	-0.7	Ring C
-65.8	97.0	204	202	-0.0	Ring C
-60.5	88.2	194	192	0.7	Ring C
-56.0	78.2	183	181	-0.2	Ring C
-51.0	70.1	173	171	0.5	Ring C
-45.6	62.1	162	160	1.7	Ring C
-40.4	51.9	148	146	0.6	Ring C
-35.4	42.6	134	132	-0.7	Ring C
-30.3	35.0	121	119	-0.1	Ring C
-25.7	27.6	107	106	-1.3	Ring C
-0.4	n/a				
Test 1 Baseline (Pa): p01- = -0.4 p01+ = 0.0 p02- = -0.4 p02+ = 0.0					

Data Points: Pressurization:

Nominal Building Pressure (Pa)	Fan Pressure (Pa)	Nominal Flow (m3/h)	Temperature Adjusted Flow (m3/h)	% Error	Fan Configuration
-0.2	n/a				
69.7	67.1	169	170	0.4	Ring C
64.5	60.0	159	161	0.2	Ring C
60.0	53.9	151	152	-0.2	Ring C
54.8	47.4	141	142	-0.2	Ring C
51.0	42.9	134	135	-0.2	Ring C
45.7	36.9	124	125	-0.1	Ring C
40.4	31.2	114	115	0.1	Ring C
34.6	25.3	102	103	0.6	Ring C
29.9	20.7	92	93	0.7	Ring C
25.2	16.0	81	81	-0.3	Ring C
-0.3	n/a				
Test 1 Baseline (Pa): p01- = -0.2 p01+ = 0.2 p02- = -0.3 p02+ = 0.0					

Obr. 4.101 Protokol s výsledky měření vzduchotěsnosti obálky místnosti pokoj 108, strana 2

4.5.6 Měření vzduchotěsnosti v lokalitě ve Veselí nad Moravou (měření 05)

Měření vzduchotěsnosti obálky budovy bylo také provedeno na rodinném domě ve Veselí nad Moravou při prohlídce dispozičního řešení a konstrukce domu. Dům je bungalov o objemu interiéru 368 m³. Neprůsvitné obvodové konstrukce jsou postaveny jako u domu v Pržně z betonových skořepinových tvárnic Beton 20 se systémem vnitřního zateplení. Tepelně izolační panel s nakaširovaným sádkartonem je však nahrazen tepelně izolační vrstvou polystyrénu (EPS 70 S Stabil) o celkové tloušťce 140 mm, na kterou se lepí sádkartonová deska

tl. 12,5 mm (sádkokarton běžný nebo impregnovaný pro prostory s vyšší vlhkostí). Okna jsou na rozdíl od referenčního domu Pržno osazeny izolačním trojsklem.

Před samotným měřením musela být provedena podrobná průzkum rodinného domu pro zjištění místa, kudy by z budovy unikal vzduch přes zařízení a došlo by tak k znehodnocení měření. Tyto prostupy přes obálku budovy musely být utěsněny. Jednalo se o digestoř v kuchyni, ventilátor v koupelně a v koupelně u ložnice, větrací otvor v šatně, krbová kamna. Otvory byly utěsněny pomocí nepropustné folie, která byla připevněna pomocí samolepící izolační pásky. U krbových kamen musely být přelepeny plnicí dveře, protože nebylo možno přímo utěsnit přívod čerstvého vzduchu a odvod zplodin z kamen. Potom byla změřena teplota a vlhkost vzduchu s pomocí záznamníku - datalogger ALMEMO v budově i exteriéru

V poslední fázi byl do vstupních dveří do domu nainstalovaný hliníkový rám opatřený vzduchotěsnou plachtou, ve které je ve spodní části umístěný otvor pro zabudování zařízení Blower Door. V domě byly otevřeny všechny vnitřní dveře vedoucí do místností z toho důvodu, aby se dům choval jako jedna velká místnost. Před spuštěním měření bylo překontrolováno správné zapojení přístroje, zavření všech oken v budově, a zda je ve všech zápachových uzávěrách voda (umyvadla, vana, WC).



Obr. 4.102 Pohled na osazený ventilátor ve dveřích při provádění blowerdoor testu

Měření bylo prováděno dle normy EN 13829 [12] a hodnoty byly nastaveny dle doporučení výrobce přístroje. Měření bylo prováděno pomocí přístroje Minneapolis Blower Door Model 4.1 (230V), stejně jako na rodinném domě v Pržně.

Pro měření byla vybrána testovací metoda B.

Po nastavení požadovaných hodnot bylo spuštěno měření. Vzduchotěsnost byla zjišťována při tlakových rozdílech 70 Pa, 65 Pa, 60 Pa, 55 Pa, 50 Pa, 45 Pa, 40 Pa, 35 Pa, 30 Pa a 25 Pa. Vzduchotěsnost budovy byla měřena jen při podtlaku.

Výsledný protokol měření vzduchotěsnosti je uvedený na obr. 4.03

Při měření vzduchotěsnosti obvodového pláště pomocí podtlaku byly zjišťovány dílčí netěsnosti v plášti budovy pomocí anemometru. Kolem zásuvek umístěných v obvodové stěně bylo zjištěno proudění vzduchu. Kolem spár oken byl proud vzduchu neměřitelný. U některých oken však byly zjištěny dílčí netěsnosti mezi rámem okna a ostěním.

Měřením bylo zjištěno, že celková intenzita výměny vzduchu n_{50} rodinného domu ve Veselí nad Moravou postaveného z betonových skořepinových tvárníc se systémem vnitřního zateplení je $2,97 \text{ h}^{-1}$. Doporučená maximální hodnota celkové intenzity výměny vzduchu pro přirozené větrání dle ČSN 730540-2 je $4,5 \text{ h}^{-1}$. Z toho plyne, že stavba splňuje podmínky pro celkovou průvzdušnost obálky budovy. Pokud by však mělo být použito nucené větrání budovy, maximální celková intenzita výměny vzduchu by musela dosahovat maximě hodnoty $1,5 \text{ h}^{-1}$. To však budova v současném stavu nesplňuje. Vzduchotěsnost obálky budovy by šla zvýšit odstraněním dílčích netěsností mezi oknem a parapetem a použitím vzduchotěsných elektroinstalačních krabic.

Z měření vzduchotěsnosti obálky budovy na rodinném domě v Pržně a rodinném domě ve Veselí nad Moravou je patrné, že při použití vnitřního zateplení je zapotřebí pro dosažení lepších vzduchotechnických parametrů zabezpečit správné provedení dvou hlavních kritických míst. V prvním kritickém místě se jedná o správné osazení (utěsnění) výplní otvoru (oken a dveří) v obalové konstrukci. Druhým kritickým místem je prostup vnitřních rozvodů přes obalovou konstrukci. Například prostup elektroinstalací lze elegantně řešit použitím vzduchotěsných elektroinstalačních krabic.

BUILDING LEAKAGE TEST

Date of Test: 29.10.2010
Test File: VeselinadMoravou_2_podtlak

Technician: Hrazdil, Spinar, Cech

Customer: p.Slovacek
Dvorakova 13/27
Veseli nad Moravou, CZ 69801
Phone: 777735031
Fax:

Building Address: HS consult - typ:5B
Dvorakova 13/27
Veseli nad Moravou, CZ 69801

Test Results at 50 Pascals:

V50: Airflow (m3/h) 1094 (+/- 0.2 %)
n50: Air Changes per Hour (1/h) 2.97
w50: m3/hm2 m3/hm2 8.59
q50: m3/hm2 m3/hm2 1.88

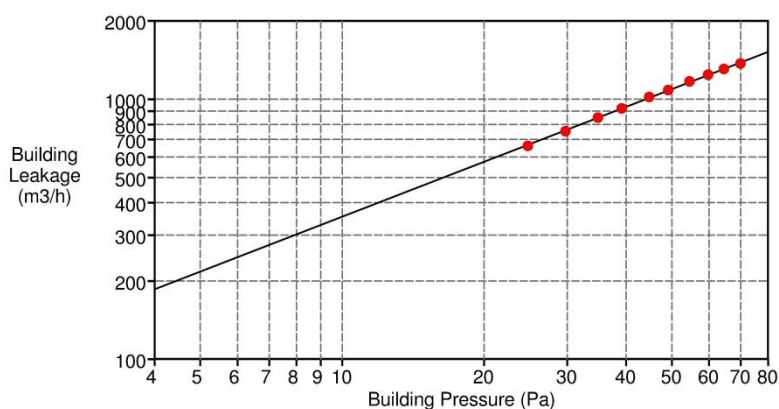
Leakage Areas: 394.6 cm2 (+/- 1.3 %) Canadian EqLA @ 10 Pa or 0.68 cm2/m2 Surface Area
200.1 cm2 (+/- 2.0 %) LBL ELA @ 4 Pa or 0.34 cm2/m2 Surface Area

Building Leakage Curve:

Air Flow Coefficient (Cenv) = 69.0 (+/- 3.1 %)
Air Leakage Coefficient (CL) = 70.3 (+/- 3.1 %)
Exponent (n) = 0.702 (+/- 0.008)
Correlation Coefficient = 0.99951

Test Standard: EN 13829 Test Mode: Depressurization
Type of Test Method: B Regulation complied with:
Equipment: Model 4 (230V) Minneapolis Blower Door

Inside Temperature:	20 °C	Volume:	368 m3
Outside Temperature:	3 °C	Surface Area:	582 m2
Barometric Pressure:	101325 Pa	Floor Area:	127 m2
Wind Class:	1 Light Air	Uncertainty of	
Building Wind Exposure:	Partly Exposed Building	Building Dimensions:	5 %
Type of Heating:	Podlahove topeni, elektorok	Year of Construction:	2008
Type of Air Conditioning:	Klimatizace s vnitřní cirkulací		
Type of Ventilation:	None		



Obr. 4.103 Protokol s výsledky měření vzduchotěsnosti obálky RD Veselí nad Moravou

4.6 POROVNÁNÍ EKONOMICKÝCH ASPEKTŮ ZVOLENÝCH SYSTÉMU ZATEPLENÍ

Při ekonomickém hodnocení jsem prováděl porovnávání finančních náklad na zhotovení obálkové konstrukce stavby rodinného domu v Pržně pomocí betonových tvárnic Betong se systémem vnitřního zateplení, keramických tvárnic Porothersm a keramických tvárnic Porothersm se systémem vnějšího zateplení ETICS.

Při ekonomickém porovnávání jednotlivých variant zhotovení obvodové stěny jsem vždy vycházel z toho, že vzájemně posuzované konstrukce musí mít přibližně stejný součinitel prostupu tepla přes obvodovou stěnu. Jako výchozí konstrukce byla zvolena vždy obvodová stěna zhotovená z betonových skořepinových tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm zvolené tloušťky. Celkově bylo porovnání provedeno pro čtyři skupiny. Při porovnávání bylo počítáno i s provedením omítnutí tvárnic Betong z exteriéru, i když tvárnice Betong mohou přímo tvořit pohledovou část a nemusí být omítnuty z exteriéru.

V první skupině byla porovnávána obvodová stěna zhotovená z tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 140 (součinitel prostupu tepla obvodové stěny $U=0,246 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) s obvodovou stěnou zhotovenou z tvárnic Porothersm 40 Profi Dryfix. Číslo uvedené za tepelně izolačním panelem Rigitherm je vždy totožné s tloušťkou tepelné izolace (EPS polystyren Rigifloor).

Ve druhé skupině byla porovnávána stěna zhotovená z betonových tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 160 (součinitel prostupu tepla obvodové stěny $U=0,213 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) se stěnou zhotovenou z keramických tvárnic Porothersm 40 EKO + Profi dryfix a Porothersm P+D 40 s vnějším zateplením ETICS (tepelná izolace z EPS polystyrenu tl. 90 mm).

Ve třetí skupině bylo provedeno porovnání obvodové stěny Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 180 (součinitel prostupu tepla obvodové stěny $U=0,193 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) se stěnou zhotovenou z keramických tvárnic Porothersm 44 EKO + Profi dryfix, Porothersm T Profi 36,5 a Porothersm P+D 40 s vnějším zateplením ETICS (tepelná izolace z EPS polystyrenu tl. 100 mm).

Ve čtvrté skupině bylo provedeno porovnání obvodové stěny Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 200 (součinitel prostupu tepla obvodové stěny $U=0,185 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$) se stěnou zhotovenou z keramických tvárnic Porothersm P+D 40 s vnějším zateplením ETICS (tepelná izolace z EPS polystyrenu tl. 120 mm).

Skladba obvodové stěny zhotovené z tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení je ve všech čtyřech skupinách stejná. Liší se jen tloušťkou vnitřního zateplení Rigitherm.

Plocha obálkové konstrukce 1NP rodinného domu v Pržně měla plochu 129 m^2 .

Rozpočet pro jednotlivé skupiny obvodových konstrukcí byl zpracován v programu Kros. Finanční posouzení jednotlivých variant je shrnuto v tab. 4.13.

P. č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HSV										
Práce a dodávky HSV										
3										
Svislé a kompletní konstrukce										
1	011	311271511	Zdivo nosné rovné Betong 200 mm z vibrolisovaných betonových skofepinových tvárníc	m3	25,800	3 370,00	0,00	86 946,00	86 946,00	31,018
2	011	311361821	Výztuž nosných zdí betonářskou ocelí 10 505	t	0,327	38 800,00	0,00	12 687,60	12 687,60	0,343
3	011	317351109	Příplatek k bednění překladů za zřízení i odstranění podpěrné konstrukce v přes 4 do 6 m	m2	15,900	27,20	0,00	432,48	432,48	0,009
4	011	317351512	Zíracené bednění překladů z betonových U-profilů ve zdech tl 200 mm	m	15,900	134,00	0,00	2 130,60	2 130,60	0,736
5	011	317361821	Výztuž překladů a říms z betonářské oceli 10 505	t	0,028	39 300,00	0,00	1 100,40	1 100,40	0,029
6										
Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní										
6	011	622331111	Cementová omítka hrubá jednovrstvá zaitená vnějších stěn nanášená ručně	m2	129,000	213,00	0,00	27 477,00	27 477,00	4,064
7	011	622381021	Tenkovrstvá minerální zrnitá omítka tl. 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m2	129,000	159,00	0,00	20 511,00	20 511,00	0,423
9										
Ostatní konstrukce a práce-bourání										
99										
Přesun hmot										
12	011	998011001	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	36,622	190,00	0,00	6 958,18	6 958,18	0,000
PSV										
Práce a dodávky PSV										
713										
Izolace tepelné										
8	713	713131145	Montáž izolace tepelné stěn a základů lepením bodové rohoží, pásů, dílců, desek	m2	129,000	88,80	0,00	11 455,20	11 455,20	0,387
9	590	590305300	deska tepelně-izolační, A12,5 + 160PS	m2	131,580	592,00	77 895,36	0,00	77 895,36	1,579
13	713	998713101	Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	t	1,966	722,00	0,00	1 419,45	1 419,45	0,000
763										
Konstrukce suché výstavby										
15	763	763121211	SDK - tmelení spár, stěrkován	m2	129,000	247,00	0,00	31 863,00	31 863,00	1,489
16	763	998763301	Přesun hmot tonážní pro sádrokartonové konstrukce v objektech v do 6 m	t	1,489	714,00	0,00	1 063,15	1 063,15	0,000
784										
Dokončovací práce - malby										
11	784	784453601	Malby směsí PRIMALEX lektur hliníkové bílé dvojnásobné v místnostech v do 3,8 m	m2	129,000	15,20	0,00	1 960,80	1 960,80	0,021
Celkem										
							77 895,36	206 004,86	283 900,22	40,097

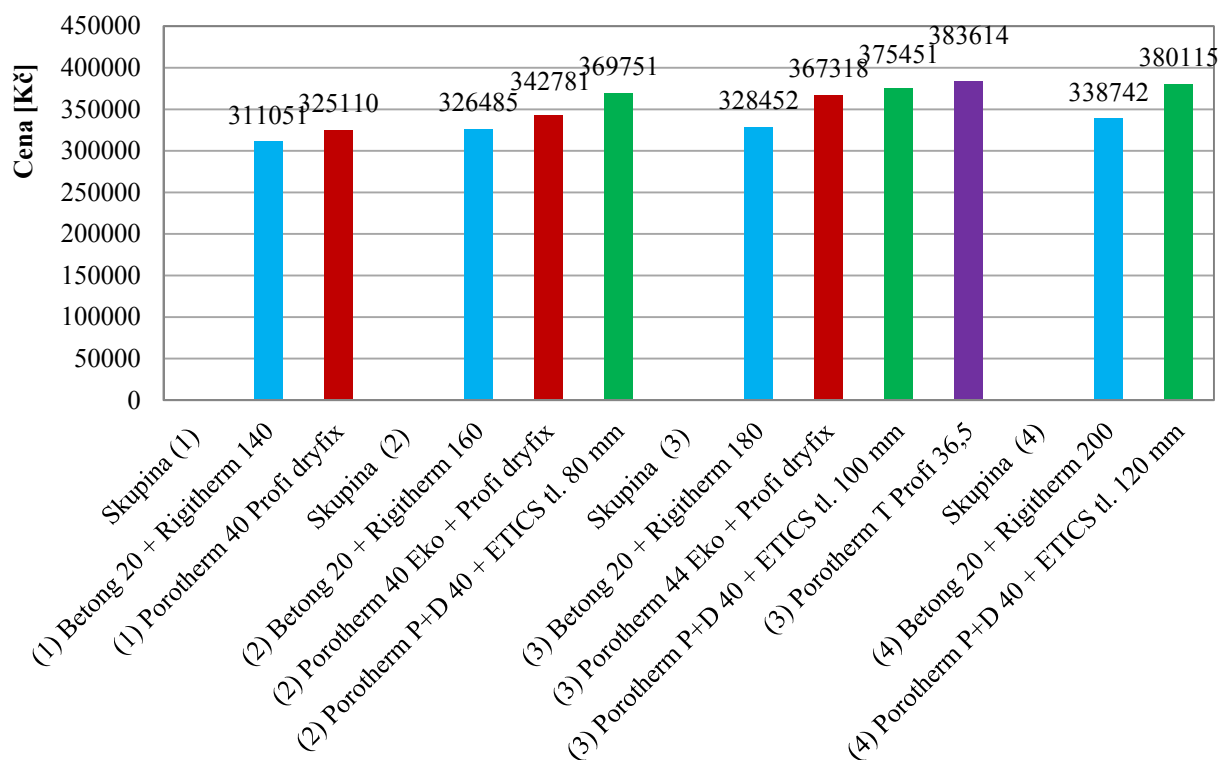
Obr. 4.104 Rozpočet – Obvodová stěna z tvárníc Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 160, bez výplní otvorů

P.Č.	KCN	Kód položky	Popis	MJ	Množství celkem	Cena jednotková	Dodávka	Montáž	Cena celkem	Hmotnost celkem
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
HSV Práce a dodávky HSV										
3 Svislé a kompletní konstrukce										
17	011	311238645	Zdivo nosné vnější tepelně izolační z cihel broušených POROTHERM tl 400 mm U = 0,21W/m ² K na PUR pěnu	m ²	129,000	1 450,00	0,00	187 050,00	187 050,00	33,798
18	011	317168112	Preklad keramický plochý š 11,5 cm dl 125 cm	kus	6,000	273,00	0,00	1 638,00	1 638,00	0,132
20	011	317168130	Preklad keramický vysoký v 23,8 cm dl 100 cm	kus	8,000	324,00	0,00	2 592,00	2 592,00	0,298
19	011	317168131	Preklad keramický vysoký v 23,8 cm dl 125 cm	kus	3,000	411,00	0,00	1 233,00	1 233,00	0,139
21	011	317168133	Preklad keramický vysoký v 23,8 cm dl 175 cm	kus	24,000	600,00	0,00	14 400,00	14 400,00	1,555
6 Úpravy povrchů, podlahy a osazování výplní										
25	011	612321141	Vápenocementová omítka štuková dvouvrstvá vnitřních stěn nanášená ručně	m ²	129,000	192,00	0,00	24 768,00	24 768,00	2,371
7	011	622381021	Tenkovrstvá minerální zrnitá omítka tl. 2,0 mm včetně penetrace vnějších stěn	m ²	129,000	159,00	0,00	20 511,00	20 511,00	0,423
22	011	622811001	Tepelně izolační jednovrstvá omítka vnějších stěn tloušťky do 20 mm	m ²	129,000	274,00	0,00	35 346,00	35 346,00	1,613
9 Ostatní konstrukce a práce-bourání										
99 Přesun hmot										
12	011	998011001	Přesun hmot pro budovy zděné v do 6 m	t	40,329	190,00	0,00	7 662,51	7 662,51	0,000
PSV Práce a dodávky PSV										
713 Izolace tepelné										
26	713	713131151	Montáž izolace tepelné stěn a základů volně vloženými rohožemi, pásy, dilci, deskami 1 vrstva	m ²	4,063	26,20	0,00	106,45	106,45	0,000
27	283	283759380	deska fasádní polystyrenová EPS 70 F 1000 x 500 x 100 mm	m ²	0,938	170,00	159,46	0,00	159,46	0,002
28	283	283759390	deska fasádní polystyrenová EPS 70 F 1000 x 500 x 120 mm	m ²	3,125	204,00	637,50	0,00	637,50	0,006
29	713	998713101	Přesun hmot tonážní pro izolace tepelné v objektech v do 6 m	t	0,008	722,00	0,00	5,78	5,78	0,000
784 Dokončovací práce - malby										
11	784	784453601	Malby směsí PRIMALEX tekuté hliníkové bílé dvojnásobné v místnostech v do 3,8 m	m ²	129,000	15,20	0,00	1 960,80	1 960,80	0,021
Celkem										
							796,96	297 273,54	298 070,50	40,358

Obr. 4.105 Rozpočet – Obvodová stěna z keramických bloků Porotherm 40 EKO + Profi Dryfix, bez výplní otvorů

Tab. 4.13 Posouzení nákladů na zhotovení jednotlivých variant obvodových svislých plášťů objektu

Svislý obvodový plášť objektu (plocha 129 m ²)	Cena [Kč]	Cena s 15% DPH [Kč]	Cena za 1 m ² s DPH [Kč]	Rozdíl ceny 1 m ² obvodové stěny (s DPH) [Kč]	Rozdíl ceny 129 m ² obvodové stěny (s DPH) [Kč]
Skupina (1) - U = 0,24 W/m²K					
(1) Betong 20 + Rigitherm 140	270 479	311 051	2 411	0	0
(1) Porotherm 40 Profi dryfix	282 704	325 110	2 520	109	14 059
Skupina (2) - U = 0,21 W/m²K					
(2) Betong 20 + Rigitherm 160	283 900	326 485	2 531	0	0
(2) Porotherm 40 Eko + Profi dryfix	298 071	342 781	2 657	126	16 296
(2) Porotherm P+D 40 + ETICS tl. 80 mm	321 523	369 751	2 866	335	43 266
Skupina (3) - U = 0,19 W/m²K					
(3) Betong 20 + Rigitherm 180	285 611	328 452	2 546	0	0
(3) Porotherm 44 Eko + Profi dryfix	319 407	367 318	2 847	301	38 866
(3) Porotherm P+D 40 + ETICS tl. 100 mm	326 479	375 451	2 910	364	46 999
(3) Porotherm T Profi 36,5	333 578	383 614	2 974	428	55 162
Skupina (4) - U = 0,18 W/m²K					
(4) Betong 20 + Rigitherm 200	294 558	338 742	2 626	0	0
(4) Porotherm P+D 40 + ETICS tl. 120 mm	330 535	380 115	2 947	321	41 373



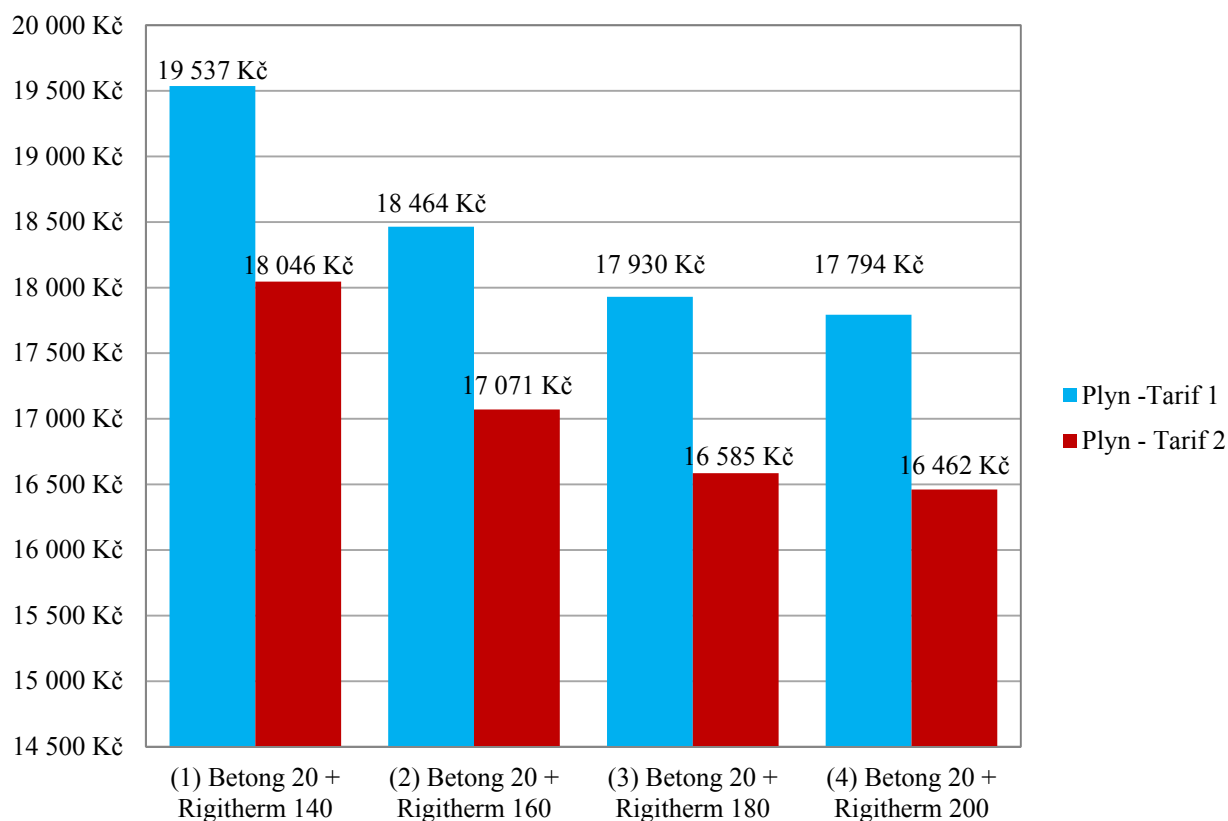
Obr. 4.106 Grafické znázornění ekonomických nákladů na zhotovení svislého pláště objektu o ploše 129 m² v Kč s DPH 15%, bez výplní otvorů

Z posuzovaných variant vyplývá, že obálková konstrukce zhotovená z tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení je ve všech skupinách výhodnější, než zhotovení obálky budovy z keramických bloků Porotherm, nebo keramických bloků Porotherm se systémem vnějšího zateplení ETICS. Z tab. 4.13 je taktéž patrné, že s rostoucí tloušťkou tepelné izolace Rigitherm se ekonomická výhodnost zvětšuje. Největších finančních rozdílů na zhotovení obvodové konstrukce je dosažení při použití obvodového zdiva Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 180 (tloušťka tepelné izolace 180 mm). Jednou z nejdražších položek na zhotovení 1 m² zdiva je tepelněizolační komplex Rigitherm. Ve snaze ještě více snížit cenu obálkové konstrukce se můžeme setkat i s variantou, kde si realizační firma sama vyrábí tepelně izolační sendvič za nižší cenu než od výrobce Rigips.

V rámci ekonomického hodnocení jsem počítal náklady na roční vytápění rodinného domu pro posuzované čtyři varianty obvodových stěn z tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 140, 160, 180 a 200. Při posuzování nákladů jsem uvažoval, že celý dům bude vytápěn plynovým kotlem a přitápění krbem jsem zanedbal. Náklady na vytápění rodinného domu jsou uvedeny v tab. 4.14. Náklady jsou počítány na dva tarify dodávky plynu pro domácnosti od RWE. Tarif 1 je pro domácnosti platný do 3. 5. 2013 při spotřebě energie od 7560 kWh do 15000 kWh a Tarif 2 je nový tarif, který je platný od 3. 5. 2013 při spotřebě od 7560 kWh do 15000 kWh. Náklady na vytápění jsem potřeboval spočítat, abych zjistil roční úspory na vytápění při zhotovení obvodové stěny s lepším součinitelem prostupu tepla. Na základě finančních úspor jsem pak spočítal finanční návratnost zhotovení jednotlivých obvodových stěn s lepším součinitelem prostupu tepla. Jako výchozí konstrukce byla uvažována obvodová stěna postavená z tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 140. Výsledky jsou uvedeny v tab. 4.14. Z posuzovaných variant vyplývá, že nejlepší návratnost má obvodové stěna postavená z tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 180. Návratnost je 11 let při tarifu 1 a při tarifu 2 je to 12 let. Z grafu je také patrné, že návratnost realizace obvodové stěny s lepšími tepelně technickými vlastnostmi je výrazně ovlivněna změnami cen energií na vytápění.

Tab. 4.14 Roční náklady na vytápění plynem v Kč s DPH 21%

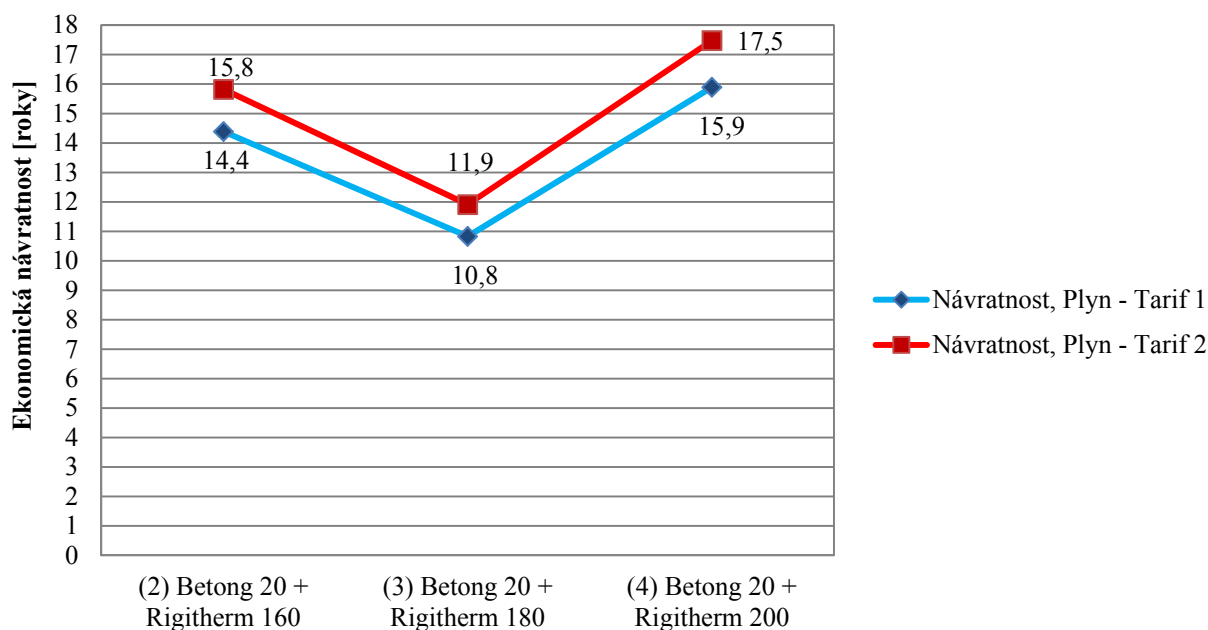
	Plyn - Tarif 1 [Kč/rok]	Plyn - Tarif 2 [Kč/rok]	Úspory - Tarif 1 [Kč/rok]	Úspory - Tarif 2 [Kč/rok]
(1) Betong 20 + Rigitherm 140	19 537 Kč	18 046 Kč	0 Kč	0 Kč
(2) Betong 20 + Rigitherm 160	18 464 Kč	17 071 Kč	1 073 Kč	975 Kč
(3) Betong 20 + Rigitherm 180	17 930 Kč	16 585 Kč	1 607 Kč	1 461 Kč
(4) Betong 20 + Rigitherm 200	17 794 Kč	16 462 Kč	1 743 Kč	1 585 Kč



Obr. 4.107 Grafické znázornění ročních ekonomických nákladů na vytápění rodinného domu pro jednotlivé varianty obvodových stěn (v Kč s DPH 21%)

Tab. 4.15 Ekonomická návratnost realizace posuzovaných variant obvodových stěn s lepším součinitelem prostupu tepla při vytápění plynem (varianta (1) brána jako výchozí)

posuzované varianty obvodových stěn	Cena realizace obvodové stěny s 15 % DPH [Kč]	Rozdíl ceny realizace obvodové stěny s 15 % DPH [Kč]	Ekonomická návratnost při vytápění plynem Tarif 1 [rok]	Ekonomická návratnost při vytápění plynem Tarif 2 [rok]
(1) Betong 20 + Rigitherm 140	311 051 Kč	0 Kč	0,0	0,0
(2) Betong 20 + Rigitherm 160	326 485 Kč	15 434 Kč	14,4	15,8
(3) Betong 20 + Rigitherm 180	328 452 Kč	17 401 Kč	10,8	11,9
(4) Betong 20 + Rigitherm 200	338 742 Kč	27 691 Kč	15,9	17,5



Obr. 4.108 Grafické znázornění ekonomické návratnosti realizace posuzovaných obvodových stěn s lepším součinitelem prostupu tepla při vytápění plynem

4.7 STANOVENÍ DOPADU NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

Každá stavba na zemi zatěžuje životní prostředí. Některá více, jiná naopak méně. Stavba zatěžuje životní prostředí při realizaci, užívání a likvidaci stavby. Nejčastěji se posuzuje ekologická zátěž pomocí produkce $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$ a $\text{SO}_{2,\text{ekv.}}$. Vypouštění $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$ podporuje oteplování planety a vypouštění $\text{SO}_{2,\text{ekv.}}$ způsobuje vznik kyselých dešťů.

Pro hodnocení ekologické zátěže se používají různé metodiky. Nejčastěji se posuzuje dopad na environment pomocí metodiky LCA (Live Cycle Assessment), která zahrnuje souhrn všech energetických požadavků stavby, včetně těžby nerostných surovin, výroby materiálu, dopravy, montáže, provozní energie až po likvidaci během celého životního cyklu.

Při hodnocení dopadu stavby jsem využil toho, že pro jednotlivé stavební materiály jsou již zpracovány produkce $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$, $\text{SO}_{2,\text{ekv.}}$ a spotřeba primární energie podle metody LCA. Na světě existuje několik databází materiálů zpracovaných podle metodiky LCA. Nicméně, jednotlivé databáze se mohou od sebe lišit, protože obsahují jiné okrajové podmínky. Já jsem pro posouzení použil katalog materiálů z literatury Bauteilkatalog Ökologich bewertete Konstruktionen [41], který se v České republice používá nejvíce. Výtažek z materiálů je v tab. 4.16. V tabulce jsou použity následující zkratky:

PEI (Primary energy intensity) – spotřeba primární energie

QWP (Global warming potential) – celosvětový oteplovací potenciál

AP (Acidification potential) – kyselý potenciál

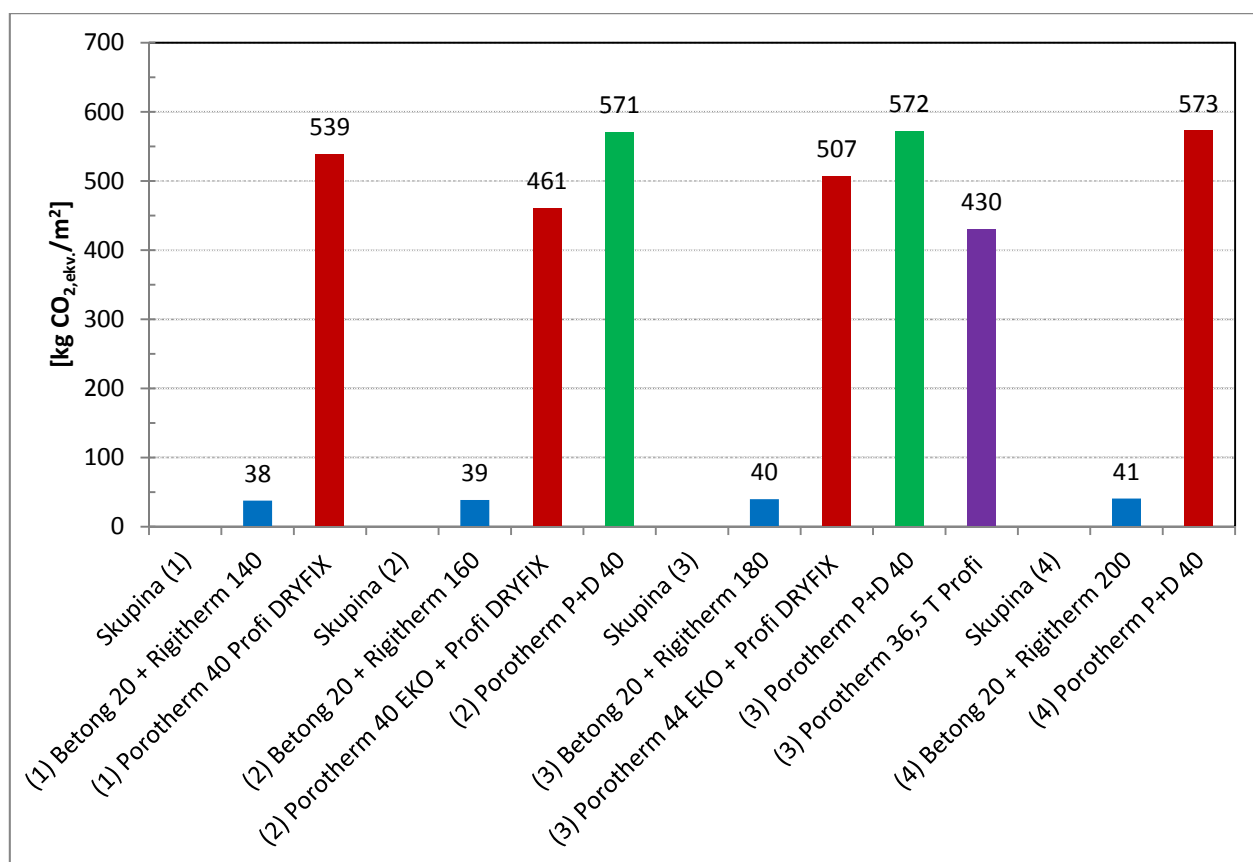
Tab. 4.16 Tabulka stavebních materiálů s potřebnými parametry pro posouzení environmentálního dopadu

Materiál	Měrná jednotka	Hustota	PEI	GWP	AP	CO2
		[kg/m ³]	[MJ/kg]	[kgCO _{2,ekv.} /kg]	[kgSO _{2,ekv.} /kg]	[kgCO _{2,ekv.} /měr. jednotku]
Beton prostý	m ³	2200	0,69	0,103	0,00024	226,6
Beton vyztužený	m ³	2400	1,16	0,121	0,00036	290,4
Ocel, betonářská	t	7800	22,70	0,935	0,00567	7293,0
Malta vápenocementová	m ³	1800	1,79	0,168	0,00049	302,4
Cihly voštinové	m ³	800	2,49	1,760	0,00055	1408,0
Cihly klinker	m ³	2000	4,16	0,221	0,00043	442,0
Dřevo smrkové, hrubé řezivo, přirozeně sušené	m ³	540	1,89	-1,409	0,00124	-760,9
Dřevo smrkové, hrubé řezivo, technicky sušené	m ³	500	2,72	-1,490	0,00161	-745,0
Dřevo vrstvené, standard	m ³	455	8,04	-1,259	0,00341	-572,8
OSB deska	m ³	660	9,32	-1,168	0,00603	-770,9
SDK deska	m ³	850	4,44	0,209	0,00070	177,7
PE fólie	m ²	0,4 kg/m ²	77,00	2,020	0,02100	0,8
Celulóзовá izolace	m ³	35	7,03	-0,907	0,00341	-31,7
Polystyren EPS 20	m ³	20	98,50	3,350	0,02160	67,0
Minerální vlna Rockwool	m ³	104	23,30	1,640	0,01050	170,6
Foamed glass	m ³	105	15,70	0,943	0,00227	99,0

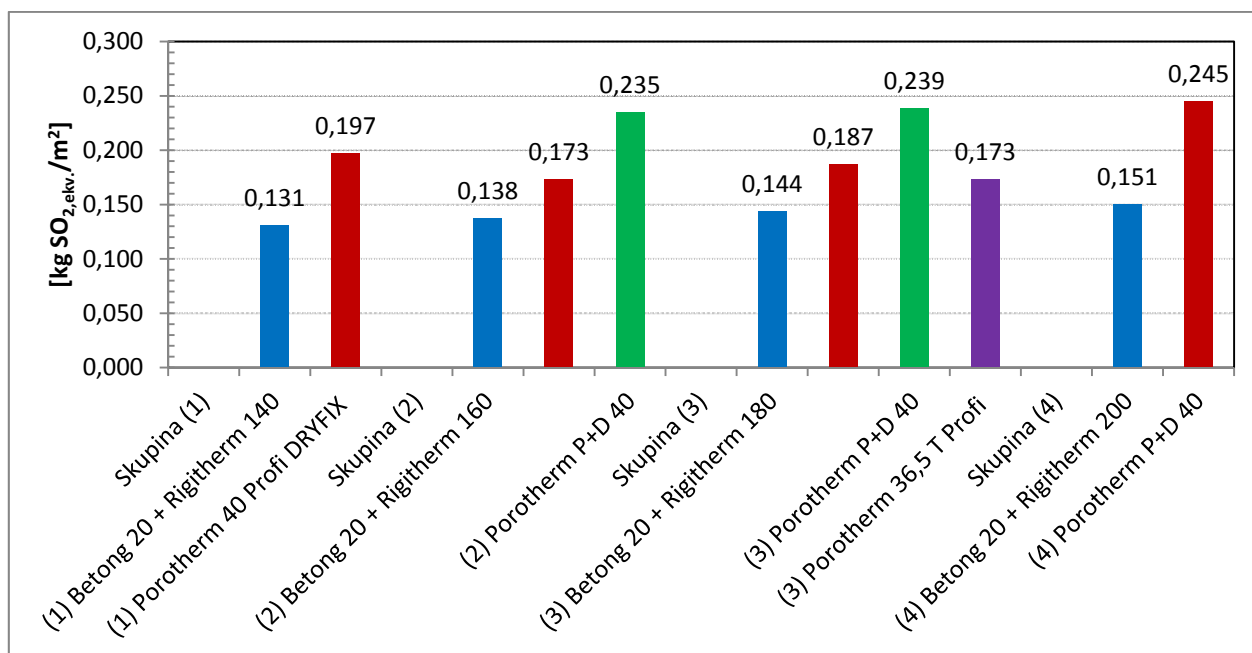
Posouzení bylo provedeno pro jednotlivé varianty obvodového zdiva. Posuzované varianty obvodového zdiva jsou popsány v předchozí kapitole 4.6 porovnání ekonomických aspektů zvolených systémů zateplení. Výsledky produkce skleníkových plynů (CO_{2,ekv.}) pro jednotlivé varianty obvodových stěn jsou shrnuty na obr. 4.109. Na následujícím obr. 4.110 je následně zobrazeno porovnání produkce SO_{2,ekv.} Jak je z grafických výstupů patrné, obvodové zdivo z betonových skořepinových tvárnic s vnitřním zateplením při porovnávání dopadu na environment podle metodiky LCA produkuje nejméně CO_{2,ekv.} v porovnání s ostatními posuzovanými variantami obvodových stěn zhotovených z keramických bloků a keramických bloků s vnějším zateplením ETICS. Nejlépe si vede také při posuzování produkce SO_{2,ekv.}, i když zde již není rozdíl tak markantní. Na obr. 4.111 je porovnána spotřeba primární energie na 1m² obvodového zdiva podle metodiky

LCA. I v této kategorii varianta s betonovými skořepinovými tvárnicemi dosahuje nejlepších výsledků.

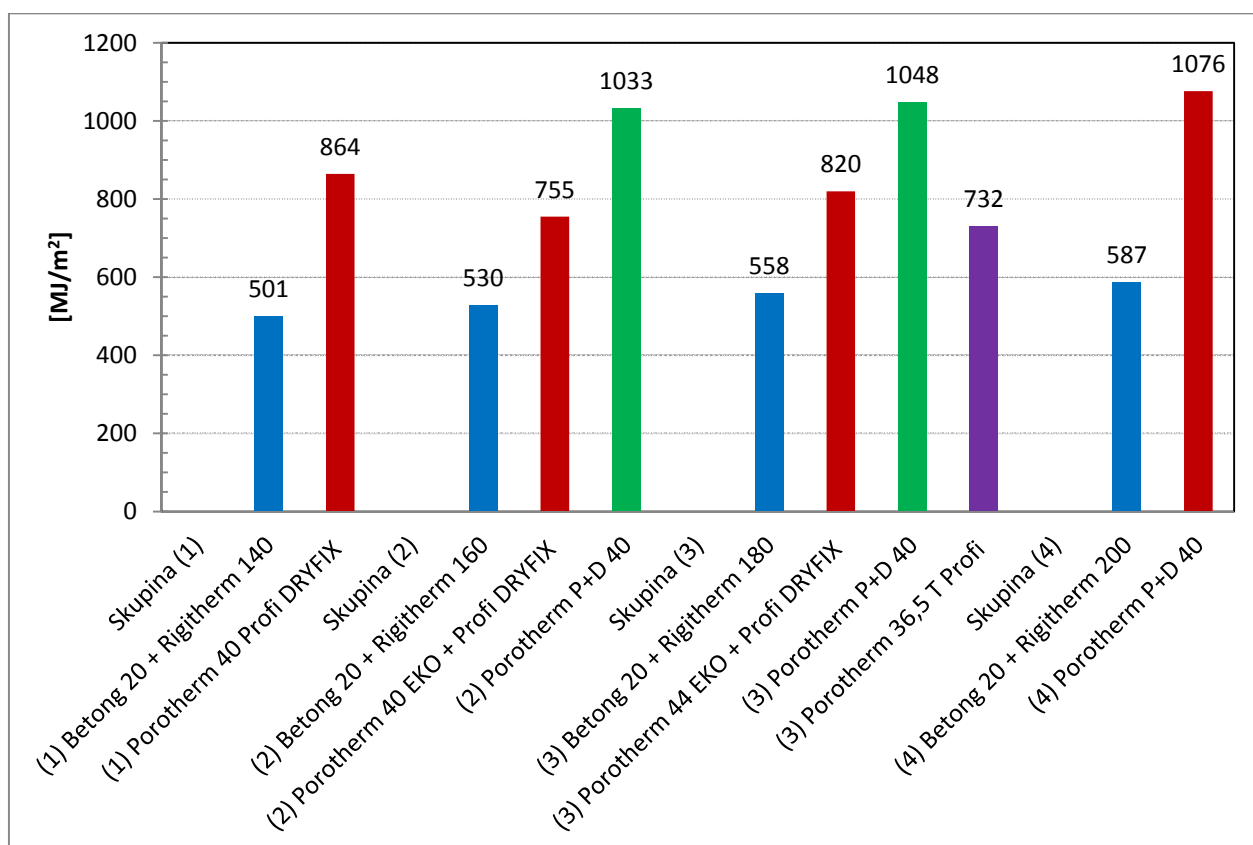
Na posledním obr. 4.112 je zobrazen graf, který porovnává spotřebu primární a primární neobnovitelné energie na provoz domu zhotoveného z tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 140, Rigitherm 160, Rigitherm 180, Rigitherm 200 během jednoho roku. Spotřebované energie byly převedeny na primární a primární neobnovitelnou energii pomocí vyhlášky 78/3013 [24]. Při zvětšování tloušťky vnitřního zateplení Rigitherm jsou viditelné úspory primární a primární neobnovitelné energie. Jedná se hlavně o úspory energie na vytápění domu.



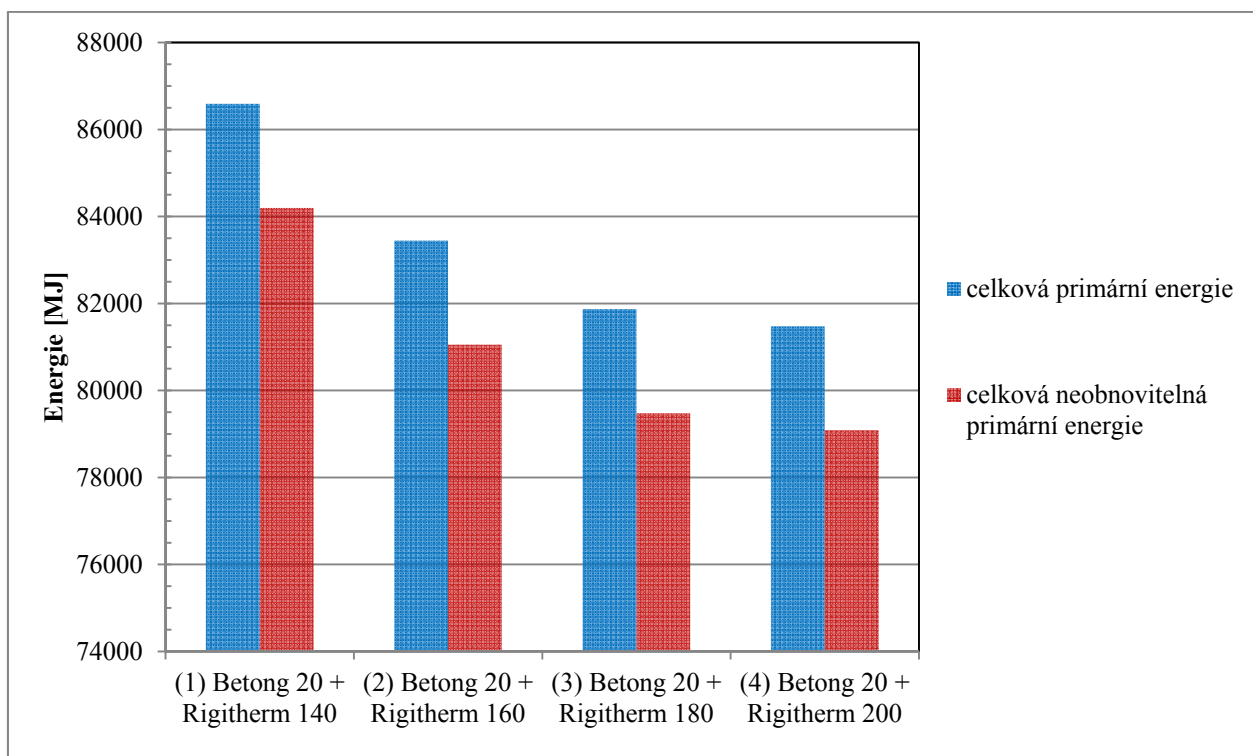
Obr. 4.109 Porovnání produkce CO_{2,ekv.} na jeden metr čtvereční obvodového zdiva pro jednotlivé posuzované varianty obvodových stěn



Obr. 4.110 Porovnání produkce SO_{2,ekv.} na jeden metr čtvereční obvodového zdiva pro jednotlivé posuzované varianty obvodových stěn



Obr. 4.111 Porovnání spotřeby primární energie na jeden metr čtvereční obvodového zdiva pro jednotlivé posuzované varianty obvodových stěn



Obr. 4.112 Celková spotřeba primární a primární neobnovitelné energie na provoz rodinného domu zhotoveného z tvárnice Betong 20 s jednotlivými variantami vnitřního zateplení Rigitherm během jednoho roku

5 ZÁVĚR

Vhodnost realizace domů ze skořepinových betonových tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm byla posuzována na základě tepelně technických požadavků stanovenými normou ČSN 730540-2 [8], finančních nákladů a dopadu stavby na životní prostředí. Posouzení bylo zaměřeno na obálkovou konstrukci stavby. Posouzení tepelně technických požadavků bylo provedeno na základě hodnot získaných pomocí softwarových simulací a hodnot získaných při měření in situ.

Posouzení na základě softwarových simulací:

U obvodové konstrukce zhotovené z betonových skořepinových tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 140 byla vypočtena hodnota součinitele prostupu tepla konstrukcí U na $0,248 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Hodnota splňuje normový $U_{n,20}$, který je $0,3 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$.

Posouzení nejnižší vnitřní povrchové teploty obvodové konstrukce se provádí pomocí posouzení teplotního faktoru vnitřního povrchu. Nejnižší faktor vnitřního povrchu byl v ploše spočten na $0,940$. Minimální normový požadavek je při uvažovaných okrajových podmínkách $0,744$. Konstrukce splňuje požadavek na faktor vnitřního povrchu a tím je prokázáno splnění požadavku na nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce. Splněním požadavku se prokazuje, že na vnitřním povrchu konstrukce nebude docházet k povrchové kondenzaci vzdušné vlhkosti a nejsou zde splněny podmínky pro růst plísní.

V programu Teplo bylo zjištěno, že v obvodové konstrukci dochází ke kondenzaci vzdušné vlhkosti. Roční množství zkondenzované vzdušné vlhkosti v konstrukci je $0,079 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{a})$, maximální množství vypaření vzdušné vlhkosti za rok je $1,155 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{a})$ a normová hodnota maximálního množství zkondenzované vodní páry v konstrukci je $0,5 \text{ kg}/(\text{m}^2\text{a})$. Konstrukce splňuje požadavek na maximální množství zkondenzované vlhkosti v konstrukci. Při zvětšování tloušťky vnitřní tepelné izolace se kondenzace v konstrukci výrazně snižuje. Při posuzování roční bilance zkondenzované a vypařené vodní páry v konstrukci v měsíčních cyklech ke kondenzaci nedochází.

Pro kondenzaci vzdušné vlhkosti jak na vnitřním povrchu, tak i v konstrukci jsou však nejkritičtější styky konstrukcí, které zasahují do obálky budovy. Bylo provedeno 2D posouzení styku dvou obvodových stěn, obvodové stěny s příčkou, obvodové stěny se stropem, obvodové stěny s podlahou přilehlou k zemině a 3D posouzení styku dvou obvodových stěn a stropní konstrukce. Všechny detaily splnily požadavek na nejnižší faktor vnitřního povrchu a na roční bilanci vypařené a zkondenzované vodní páry v konstrukci. Jako nejkritičtější detail byl vyhodnocen styk dvou obvodových stěn a stropní konstrukce. Při zvolené tloušťce tepelné izolace 140 mm dochází ve všech posuzovaných detailech ke kondenzaci vzdušné vlhkosti v konstrukci a v nejkritičtějším detailu je již kondenzace značná. Při zvětšení tloušťky tepelné izolace na 160 mm již ve 2D detailech při posuzování roční bilance vypařené a zkondenzované vodní páry v měsíčních cyklech

ke kondenzaci nedochází a v nejkritičtějším 3D detailu je zkondenzované množství vodní páry výrazně menší než při tloušťce tepelné izolace 140 mm.

Na základě výsledků softwarových simulací doporučuji tyto opatření:

Použít vnitřního zateplení o minimální tloušťce 160 mm z důvodu eliminace kondenzace vzdušné vlhkosti v obálkové konstrukci. Mezi obvodovou stěnu zhotovenou z tvárnic Betong a vnitřní příčku vložit tepelnou izolaci min. tl. 100 mm z důvodu přerušení tepelného mostu a eliminaci kondenzace vzdušné vlhkosti. Pod stropní konstrukci a na stropní konstrukci umístit tepelnou izolaci v tl. min. 50 mm do vzdálenosti min. 800 mm od obvodových stěn. Dále doporučuji zvážit, zda by nebylo možné kolem betonového věnce spojující stropní konstrukci po obvodu přidat tepelnou izolaci tl. 40 mm, která by výrazným pozitivním způsobem ovlivnila kondenzaci v nejkritičtějším detailu spojení dvou obvodových stěn a stropní konstrukce.

Posouzení na základě měření in situ:

Na referenčním objektu bylo prováděno ověření skutečných tepelně technických hodnot. Měření bylo prováděno na několika místech ve stanovených časových intervalech. Z naměřených hodnot byl spočten kritický teplotní vnitřního povrchu, skutečný součinitel prostupu tepla konstrukcí a hustota tepelného toku obvodové stěny zhotovené z tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení RigitheRM 140. Kritické teplotní faktory spočteny z naměřených hodnot splňují požadavek normy a prokazují, že na vnitřním povrchu obvodové stěny nedochází ke kondenzaci vzdušné vlhkosti a nejsou splněny podmínky pro růst plísní. Součinitel prostupu tepla obvodové stěny spočítaný na základě tepelného toku přes obvodovou konstrukci měl hodnotu $0,22 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$. Hodnota splňuje normový požadavek. Při výpočtu součinitele prostupu tepla z hodnot změřených na stavbě jsme získali lepší hodnoty, než které jsem získal pomocí softwarové simulace. Při místní kontrole povrchové vlhkosti na stavbě příložným vlhkoměrem položeným na sádkartonové desky z interiéru nebyla zvýšená vlhkost ani kondenzace prokázána. Vizuálně byla také provedena kontrola kritických míst na výskyt plísní s negativním výsledkem.

Při kontinuálním měření teplot bylo prokázáno, že při přerušovaném vytápění je pokles teploty vzduchu v místnosti vyhovující. Interiér splňuje požadavek na tepelnou stabilitu místnosti v zimním období. Pokud jde o letní období zvýšených teplot v exteriéru, uživatelé domu uvedli svá zjištění, že v objektu rodinného domu je trvale příjemné teplotní a vlhkostní mikroklima.

V kritické místnosti v rodinném domě v Pržně bylo měřeno rozložení teplot po výšce. Teplota byla měřena v úrovni kotníků, břicha a hlavy. Maximální rozdíl rozložení teplot po výšce byl naměřen $0,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Rozdíl teplot je menší než maximální přípustná hodnota $2 \text{ }^{\circ}\text{C}$. Splněním požadavku je prokázáno, že místnost splňuje mikroklimatické požadavky a je dosaženo optimální tepelné pohody.

Termovizní snímkování:

Na referenční stavbě bylo provedeno termovizní snímkování obálkové konstrukce stavby. Snímkováním bylo prokázáno, že obálková konstrukce stavby oddělující interiér od exteriéru byla provedena s dostatečnou pečlivostí bez viditelných vad a v konstrukci se nevyskytuje žádný výrazný tepelný most. Termovizním snímkováním bylo ověřeno, že vnitřní povrchová teplota obálkové konstrukce má vyšší povrchovou teplotu, než požaduje norma, to znamená, že na povrchu obálkové konstrukce z interiéru nedochází k povrchové kondenzaci a není splněna podmínka pro výskyt plísní.

Průvzdušnost obálky budovy:

Na referenční stavbě v Pržně a ve Veselí nad Moravou byla prováděna zkouška vzduchotěsnosti obálkové konstrukce budovy. V Pržně byla celková intenzita výměny vzduchu $n_{50,N} = 3,02 \text{ h}^{-1}$ a ve Veselí nad Moravou byla celková intenzita výměny vzduchu $n_{50,N} = 2,97 \text{ h}^{-1}$. Z provedených měření vyplývá, že stavby splňují požadavek na doporučenou hodnotu celkové intenzity výměny vzduchu. Na obou stavbách byly zjištěny při zkoušce vzduchotěsnosti dílčí netěsnosti, které je zapotřebí opravit pro zlepšení vzduchotěsnosti obálky budovy.

Při provádění zkoušky vzduchotěsnosti obálkové konstrukce u rodinných domů zhotovených ze skořepinových betonových tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení byly zjištěny kritické místa, které je zapotřebí kontrolovat se zvýšenou pečlivostí při realizaci stavby. Prvním kritickým místem je osazení oken a dveří do obvodového pláště budovy. Druhým kritickým místem je prostup vnitřních rozvodů přes obalovou konstrukci. Například prostup elektroinstalací lze elegantně řešit použitím vzduchotěsných elektroinstalačních krabic.

Finanční náklady:

Při hodnocení ekonomických nákladů na zhotovení obvodové stěny na referenčním domě jsem porovnával náklady na zhotovení obvodové stěny z betonových tvárnic Betong 20 s vnitřním zateplením Rigitherm, zhotovení obvodové stěny z keramických bloků Porotherm a keramických bloků Porotherm s vnějším zateplením ETICS. Porovnávání jsem rozdělil do čtyř skupin, podle hodnoty součinitele prostupu tepla obvodové stěny. Do nákladů na zhotovení obvodového zdiva z tvárnic Betong 20 jsem započítal i zhotovení venkovní omítky. Přesto ve všech skupinách vyšlo zhotovení obvodové stěny z tvárnic Betong se systémem vnitřního zateplení levněji, než z keramických bloků Porotherm a keramických bloků Porotherm s vnějším zateplením ETICS. Největšího ekonomického rozdílu (41 373 Kč) bylo dosaženo při zhotovení obálky budovy z tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 200.

Pro obvodovou stěnu postavenou z tvárnic Betong 20 s jednotlivými variantami vnitřního zateplení Rigitherm jsem spočetl ekonomickou návratnost. Z posuzovaných variant vyplývá, že nejlepší návratnost má obvodová stěna

postavená z tvárnic Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm 180. Návratnost je 11 let při vytápění plynem při tarifu 1 a při tarifu 2 je to 12 let.

Enviroment:

Při posuzování dopadu na životní prostředí jsem porovnal stejné varianty obvodových stěn, jako při posuzování ekonomických nákladů. Obvodová stěna postavená z tvárnic Beton 20 s jednotlivými variantami vnitřního zateplení Rigitherm na tom byla při porovnávání produkce skleníkového plynu $\text{CO}_{2,\text{ekv.}}$ podle metodiky Live Cycle Assessment uvolněnými do ovzduší výrazně lépe, než obvodové stěny zhotovené z pálených keramických bloků a pálených keramických bloků se systémem vnějšího zateplení ETICS. I při posuzování množství $\text{SO}_{2,\text{ekv.}}$ (plyn způsobující kyselý déšť) uvolněného do ovzduší na tom byla obvodová stěna Betong 20 se systémem vnitřního zateplení Rigitherm lépe, než ostatní posuzované obvodové stěny. Z toho plyne, že výstavba ze skořepinových betonových tvárnic Betong 20 s vnitřním zateplením je k životnímu prostředí šetrnější, než výstavby z keramických pálených bloků a keramických pálených bloků s vnějším zateplením ETICS.

Shrnutí:

Měřením na stavbě a softwarovou simulací bylo prokázáno, že obalová konstrukce zhotovená z betonových skořepinových tvárnic Betong 20 s aplikovanou tepelnou izolací z interiéru o min. tloušťce 140 mm splňuje požadavek na součinitel prostupu tepla obvodové stěny, nejnižší vnitřní povrchovou teplotu konstrukce, požadavek na roční bilanci zkondenzované a vypařené páry, zkondenzovanou vodní páru uvnitř konstrukce, požadavek na celkovou průvzdušnost obálky budovy, pokles výsledné teploty v místnosti v zimním období při přerušovaném vytápění a jsou splněny mikroklimatické podmínky pro tepelnou pohodu.

Dále bylo prokázáno, že výstavba obvodových konstrukcí z betonových skořepinových tvárnic Betong 20 s vnitřním zateplením Rigitherm je ne jenom ekonomicky výhodnější než výstavba obvodových konstrukcí z keramických bloků a keramických bloků s vnitřním zateplením, ale současně je i šetrnější k životnímu prostředí.

Posouzením bylo prokázáno, že výstavba rodinných domů podle technologie transferované z Francie, splňuje tepelně technické požadavky kladené na obálkovou konstrukci stavby právními předpisy v ČR a současně stavba postavená podle této technologie je vhodná i do našeho klimatického podnebí.

Přínos pro vědní obor a pro praxi:

Výstupy ověřují francouzskou technologii výstavby rodinných domů z betonových skořepinových tvárnic se systémem vnitřního zateplení v českých klimatických podmínkách dle předpisů platných na území České republiky.

V softwarové simulaci jsou použity vlastnosti betonových tvárnic zjištěných z laboratorních zkoušek.

Práce umožňuje srovnání hodnot zjištěných pomocí softwarové simulace a hodnot zjištěných měření na již zrealizované stavbě podle francouzské technologie.

Poprvé bylo v ČR u této technologie výstavby měřeno rozložení teplot po výšce pro ověření mikroklimatických podmínek v interiéru stavby.

Práce dále poukazuje na nedostatky tohoto způsobu výstavby a navrhuje jejich nápravu. Jedná se hlavně o nedostatky v osazování výplní otvorů a utěsnění prostupů prostupující obálkou budovy. Dále práce upozorňuje na nebezpečí kondenzace vzdušné vlhkosti v jednotlivých detailech obálkové konstrukce a navrhuje opatření pro snížení množství zkondensované vzdušné vlhkosti v konstrukci.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDOJŮ

- [1] NOVÁK, Jiří . *Vzduchotěsnost obvodových plášťů budov*. první vydání. Praha : Grada Publishin, a.s., 2008. 204 s. ISBN 978-80-247-1953-5.
- [2] VEVERKA, Jiří , et al. *Stavební tepelná Technika a energie budov*. první. Vysoké učení technické v Brně : VUTIUM, 2006. 648 s. ISBN 80-214-2910-0.
- [3] ŠUBRT, Roman ; ZVÁNOVCOVÁ, Pavlína; ŠKOPEK, Martin. *Katalog tepelných mostů : 1- Běžné detaily*. České Budějovice : Energy Consulting, s.r.o., 2008. 232 s. ISBN 978-80-254-2715-6.
- [4] TYWONIAK, Jan. *Níkoenergetické domy : Principy a příklady*. první. Praha : Grada Publishing, a.s., 2005. 200 s. ISBN 80-247-1101-X.
- [5] TYWONIAK, Jan , et al. *Nízkoenergetické domy 2 : Principy a příklady*. první. Praha : Grada Publishing, a.s., 2008. 204 s. ISBN 978-80-247-2061-6.
- [6] POČINKOVÁ, Marcela, et al. *Úsporný dům*. první. Brno : ERA group spol. s.r.o., 2004. 208 s. ISBN 80-86517-96-9.
- [7] ČSN 73 0540-1. *Tepelná ochrana budov - část 1: Terminologie*. Praha : Český normalizační institut, 2005. 68 s.
- [8] ČSN 73 0540-2. *Tepelná ochrana budov - část 2: požadavky*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 56 s. 89012.
- [9] ČSN 73 0540-2 Změna Z1. *Tepelná ochrana budov - část 2: požadavky*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2012. 4 s. 90408.
- [10] ČSN 73 0540-3. *Tepelná ochrana budov - část 3: Návrhové hodnoty veličin*. Praha : Český normalizační institut, 2005. 96 s. 72612.
- [11] ČSN 73 0540-4. *Tepelná ochrana budov - část 4: Výpočtové metody*. Praha : Český normalizační institut, 2005. 60 s.
- [12] EN 13829. *Thermal performance of buildings - Determination of air permeability of buildings - Fan pressurization method (ISO 9972:1996, modified)*. Brussels : CEN, 2000. 23 s. EN 13829:2000 E.
- [13] ČSN EN ISO 13790. *Energetická náročnost budov - Výpočet spotřeby energie na vytápění a chlazení*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 140 s. 84106.
- [14] ČSN EN ISO 7726. *Ergonomie tepelného prostředí - Přístroje pro měření fyzikálních veličin*. Praha : Český normalizační institut, 2002. 55 s. 64604.
- [15] ČSN EN ISO 10211. *Tepelné mosty ve stavebních konstrukcích - Tepelné toky a povrchové teploty - Podrobné výpočty*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 48 s. 82639.
- [16] TNI 73 0329. *Zjednodušené výpočtové hodnocení a kvalifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Rodinné domy*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 16 s. 82832.

- [17] TNI 73 0330. *Zjednodušené výpočtové hodnocení a kvalifikace obytných budov s velmi nízkou potřebou tepla na vytápění - Bytové domy*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2009. 20 s. 83815.
- [18] ČSN 72 7012-1. *Stanovení součinitele tepelné vodivosti materiálů v ustáleném tepelném stavu. Metoda desky. Část 1: Společná ustanovení*. Praha : Český normalizační institut, 1994. 20 s. 16022.
- [19] ČSN 72 7012-2. *Stanovení součinitele tepelné vodivosti materiálů v ustáleném tepelném stavu. Metoda desky. Část 2: Metoda chráněné teplé desky*. Praha : Český normalizační institut, 1994. 8 s. 16023.
- [20] ČSN 72 7012-3. *Stanovení součinitele tepelné vodivosti materiálů v ustáleném tepelném stavu. Metoda desky. Část 3: Metoda měřidla tepelného toku*. Praha : Český normalizační institut, 1994. 8 s. 16024.
- [21] ČSN EN 12667 (7300569). *Tepelné chování stavebních materiálů a výrobků - Stanovení tepelného odporu metodami chráněné topné desky a měřidla tepelného toku - Výrobky o vysokém a středním tepelném odporu*. Praha : Český normalizační institut, 2001. 2 s. 62483.
- [22] ČSN EN ISO 13786. *Tepelné chování stavebních dílců - Dynamické tepelné charakteristiky - Výpočtové metody*. Praha : Český normalizační institut, 2008. 40 s. 80733.
- [23] ČSN EN 1946-3 (730562). *Tepelné chování stavebních výrobků a stavebních dílců - Specifická kritéria pro posuzování laboratorních měření veličin šíření tepla - Část 3: Metoda měřidla tepelného toku*. Praha : Český normalizační institut, 2000. 28 s. 58218.
- [24] ČR. O energetické náročnosti budov. In *Sbírka zákonů č. 78/2013*. 2013, 78, s. 738-770.
- [25] ČR. O hospodaření energií. In *Sbírka zákonů č. 406/2006*. 2006, 130, 406, s. 5658-5670.
- [26] ČSN EN 13187. *Tepelné chování budov - Kvalitativní určení tepelných nepravidelností v pláštích budov - Infračervená metoda*. Praha : Český normalizační institut, 1999. 20 s.
- [27] ČSN EN ISO 13788. *Tepelně vlhkostní chování stavebních dílců a stavebních prvků - Vnitřní povrchová teplota pro vyloučení kritické povrchové vlhkosti a kondenzace uvnitř konstrukce - Výpočtové metody*. Praha : Český normalizační institut, 2002. 40 s.
- [28] ČR. Vyhláška ministerstva zdravotnictví, kterou se stanoví hygienické požadavky na koupaliště, sauny a hygienické limity venkovních hracích ploch. In *Sbírka zákonů 464/2000*. 2000, 132, 464, s. 7214-7229.
- [29] ČR. Úmluva o ochraně zástupců pracovníků v podniku a úlevách, které jim mají být poskytnuty. In *Sbírka mezinárodních smluv č. 108/2001*. 2001, 50, 108, s. 2034-2040.

- [30] ČR. Úmluva o ochraně evropské planě rostoucích rostlin, volně žijících živočichů a přírodních stanovišť. In *Sbírka mezinárodních smluv č. 107/2001*. 2001, 49, 107, s. 2011-2032.
- [31] ČR. Nařízení vlády, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci. In *Sbírka zákonů 178/2001*. 2001, 68, 178, s. 3682-3793.
- [32] Směrnice evropského parlamentu a rady 2002/91/ES. *O energetické náročnosti budov*. EU: Evropský parlament, Rada, 2002. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu>
- [33] Směrnice evropského parlamentu a rady 2010/31/ES. *O energetické náročnosti budov*. EU: Evropský parlament, Rada, 2010. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu>
- [34] Směrnice evropského parlamentu a rady 2009/28/ES. *O podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES*. EU: Evropský parlament, Rada, 2009. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu>
- [35] MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *ISSaR Informační systém statistiky a reportingu: Indikátory životního prostředí* [online]. CENIA, 2012 [cit. 2012-11-19]. Dostupné z: <http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=110>
- [36] I. DVOŘÁKOVÁ, P. Machálek, O. Miňovský, M. Modlík, J. Ostatnická, R. Srněnský. *Znečištění ovzduší na území ČR v roce 2011: Český hydrometeorologický ústav - Úsek ochrany čistoty ovzduší* [online]. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 2012 [cit. 2012-11-19]. Dostupné z: <http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr11cz/seztav.html>
- [37] *Atesty 2007 : Betonové skořepinové tvárnice a stropnice*. Hodonín: BE-TONG, s.r.o., 2007. 104 s.
- [38] Renewable energy: Share of renewable energy up to 13% of energy consumption in the EU27 in 2011. *EUROSTAT* [online]. [cit. 2013-08-09]. Dostupné z: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/cache/ITY_PUBLIC/8-26042013-AP/EN/8-26042013-AP-EN.PDF
- [39] Spotřeba energie v domácnostech v ČR: Energetická spotřeba bytů. *Český statistický úřad* [online]. Praha: Český statistický úřad, 2005 [cit. 2013-08-09]. Dostupné z: [http://www.czso.cz/csu/2005edicniplan.nsf/t/F10046034B/\\$File/810905kc34.pdf](http://www.czso.cz/csu/2005edicniplan.nsf/t/F10046034B/$File/810905kc34.pdf)
- [40] ČSN EN ISO 6946. *Stavební prvky a stavební konstrukce – Tepelný odpor a součinitel prostupu tepla – Výpočtová metoda*. Praha: Český normalizační institut, 2008. 28 s. 82334.
- [41] WALTJEN, Tobias , et al. *Passivhaus - Bauteilkatalog: Ökologisch bevertete Konstruktionen*. 3. vyd. Vienna: Springer Vienna Architecture, 2009. 347 s. ISBN 978-3211994962.
- [42] BE-TONG S.R.O. [online]. [cit. 2012-08-19]. Dostupné z: www.be-tong.cz

- [43] RIGIPS. [online]. [cit. 2012-08-19]. Dostupné z: <http://www.rigips.cz/sadrokartonove-systemy-2/rigitherm-vnitřni-zateplení-sten>
- [44] IPCC. *Intergovernmental panel on climate change* [online]. [cit. 2012-08-19]. Dostupné z: http://www.ipcc.ch/index.htm#UhiDgj_N7UA
- [45] ČSN EN ISO 12572. *Tepelně vlhkostní chování stavebních materiálů a výrobků - Stanovení prostupu vodní páry*. Praha : Český normalizační institut, 2002. 32 s.
- [46] TNI 74 6077. *Okna a vnější dveře - Požadavky na zabudování*. Praha : Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2011. 20 s.

7 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Pržně ke kapitole 4.3.1

Příloha č. 2 Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Pržně ke kapitole 4.3.2

Příloha č. 3 Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Pržně ke kapitole 4.3.3

8 PŘÍLOHY

Příloha č. 1 Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Przně ke kapitole 4.3.1 (1/6)

DATUM	ČAS	$\theta_{\text{air},0,1}$ [°C]	$\theta_{\text{air},1,1}$ [°C]	$\theta_{\text{air},1,7}$ [°C]	$\theta_{\text{air},CT}$ [°C]	$\theta_{\text{air},3}$ [°C]	$\theta_{\text{air},1}$ [°C]	$\theta_{\text{air},1}$ [°C]	$\theta_{\text{air},2}$ [°C]	θ_e [°C]	$f_{\text{Rel},CT}$ (dle ČSN) [-]	$f_{\text{Rel}} (\text{Rel},1)$ [-]	$f_{\text{Rel}} (\text{Rel},2)$ [-]	$U_{x, (\text{Rel},1)}$ [W/m ² ·xK]	$U_{x, (\text{Rel},2)}$ [W/m ² ·xK]
15.12.2006	0:16	18,7	18,5	18,6	19,5	18,7	18,3	3,4	18,3	4,1	0,5789898	0,98561151	0,98561151	0,05755396	0,05755396
15.12.2006	0:32	18,6	18,5	18,5	19,3	18,6	18,3	3,4	18,2	4,1	0,5632754	0,98507463	0,98507463	0,08955224	0,08955224
15.12.2006	0:49	18,5	18,4	18,4	19,2	18,6	18,2	3,5	18,1	4,1	0,5699767	0,98484848	0,98484848	0,06060606	0,06060606
15.12.2006	1:06	18,4	18,3	18,4	19,0	18,5	18,1	3,3	18,0	4,0	0,5705438	0,9829412	0,9829412	0,05882353	0,05882353
15.12.2006	1:22	18,4	18,3	18,3	18,7	18,4	18,1	3,2	18,0	3,7	0,5768113	0,9850725	0,9850725	0,05797101	0,05797101
15.12.2006	1:39	18,3	18,2	18,3	18,5	18,4	18,0	3,0	17,7	3,4	0,6000867	0,98630137	0,98630137	0,05479452	0,05479452
15.12.2006	1:56	18,2	18,1	18,2	18,4	18,3	18,0	2,7	17,6	3,4	0,60039178	0,99315068	0,99315068	0,02739726	0,02739726
15.12.2006	2:12	18,2	18,1	18,1	18,3	18,3	17,7	2,6	17,6	3,3	0,59763587	0,97241379	0,97241379	0,11034483	0,11034483
15.12.2006	2:29	18,1	18,1	18,1	18,2	18,2	17,7	2,5	17,6	3,2	0,60579190	0,97297297	0,97297297	0,10810811	0,10810811
15.12.2006	2:46	18,1	18,0	18,1	18,1	18,2	17,6	2,3	17,5	3,0	0,62143963	0,97402597	0,97402597	0,10389610	0,10389610
15.12.2006	3:02	18,0	18,0	18,0	18,0	18,1	17,6	2,3	17,4	3,0	0,59515072	0,97222222	0,97222222	0,11111111	0,11111111
15.12.2006	3:19	18,0	17,7	18,0	17,7	18,0	17,5	2,0	17,3	2,5	0,61480272	0,98675487	0,98675487	0,05296013	0,05296013
15.12.2006	3:36	17,7	17,7	17,7	17,7	18,0	17,5	2,0	17,3	2,5	0,61733691	0,98684211	0,98684211	0,05263158	0,05263158
15.12.2006	3:52	17,7	17,6	17,7	17,6	18,0	17,4	1,7	17,3	2,4	0,61762969	0,98684211	0,98684211	0,05263158	0,05263158
15.12.2006	4:09	17,6	17,6	17,6	17,5	17,7	17,4	1,5	17,3	2,2	0,63446360	0,98742138	0,98742138	0,05031447	0,05031447
15.12.2006	4:26	17,6	17,5	17,6	17,5	17,7	17,3	1,5	17,2	2,2	0,62041971	0,98692810	0,98692810	0,05228758	0,05228758
15.12.2006	4:42	17,5	17,5	17,6	17,4	17,6	17,3	1,6	17,2	2,3	0,60759605	0,98648649	0,98648649	0,05405405	0,05405405
15.12.2006	4:59	17,5	17,5	17,5	17,3	17,5	17,3	1,5	17,1	2,2	0,61282810	0,98666667	0,98666667	0,05333333	0,05333333
15.12.2006	5:16	17,5	17,4	17,5	17,3	17,5	17,2	1,5	17,1	2,2	0,60522938	0,98639456	0,98639456	0,05442177	0,05442177
15.12.2006	5:32	17,4	17,4	17,4	17,2	17,5	17,2	1,5	17,0	2,2	0,59418684	0,98601399	0,98601399	0,05594406	0,05594406
15.12.2006	5:49	17,5	17,4	17,4	23,0	17,5	17,1	1,6	17,0	2,3	0,58250876	0,97841727	0,97841727	0,08633094	0,08633094
15.12.2006	6:06	18,4	18,4	19,0	41,3	18,7	17,3	1,6	17,2	2,2	0,61528745	0,92763158	0,92763158	0,28947368	0,28947368
15.12.2006	6:22	18,6	19,0	19,4	39,0	19,5	17,6	1,6	17,4	2,3	0,62583871	0,91082803	0,91082803	0,35668790	0,35668790
15.12.2006	6:39	19,0	19,3	20,0	41,7	20,2	18,0	1,4	17,7	2,1	0,64532030	0,92166675	0,92166675	0,31325301	0,31325301
15.12.2006	6:56	19,1	19,3	19,7	36,5	20,2	18,2	1,5	18,0	2,2	0,63430541	0,93167702	0,93167702	0,27329193	0,27329193
15.12.2006	7:12	19,1	19,2	19,6	37,4	20,2	18,2	1,4	18,1	2,1	0,63683749	0,93827160	0,93827160	0,24691358	0,24691358
15.12.2006	7:29	19,1	19,2	19,6	37,6	20,2	18,3	1,6	18,2	2,3	0,62527180	0,94267516	0,94267516	0,22929936	0,22929936
15.12.2006	7:46	19,2	19,3	19,6	37,7	20,2	18,3	1,6	18,2	2,4	0,62736184	0,93670886	0,93670886	0,25316456	0,25316456
15.12.2006	8:02	18,7	19,2	19,6	37,4	20,3	18,3	1,7	18,3	2,5	0,62286970	0,94230769	0,94230769	0,23076923	0,23076923
15.12.2006	8:19	19,2	19,4	19,7	37,6	20,3	18,4	2,0	18,3	2,5	0,62942558	0,93710692	0,93710692	0,25157233	0,25157233
15.12.2006	8:36	19,2	19,3	19,6	34,0	20,2	18,4	2,3	18,3	2,7	0,61008722	0,94039735	0,94039735	0,23841060	0,23841060
15.12.2006	8:52	19,2	19,4	19,7	33,1	20,3	18,4	2,4	18,4	3,1	0,6045482	0,93288591	0,93288591	0,26845638	0,26845638
15.12.2006	9:09	19,3	19,5	20,0	33,6	20,4	18,5	2,7	18,4	3,4	0,58765151	0,93006993	0,93006993	0,27972028	0,27972028
15.12.2006	9:26	19,3	19,5	20,1	36,5	20,4	18,5	3,2	18,4	3,7	0,55328913	0,92424242	0,92424242	0,30303030	0,30303030
15.12.2006	9:42	19,3	19,4	19,7	35,0	20,3	18,5	3,5	18,5	4,1	0,54324549	0,93023256	0,93023256	0,27906977	0,27906977
15.12.2006	9:59	19,3	19,5	20,0	32,0	20,3	18,5	3,7	18,5	4,4	0,51667349	0,91803279	0,91803279	0,32766885	0,32766885
15.12.2006	10:16	19,3	19,5	19,7	36,6	20,4	18,5	4,2	18,5	4,7	0,50028954	0,91525424	0,91525424	0,33898305	0,33898305
15.12.2006	10:32	19,3	19,5	19,7	32,5	20,3	18,5	4,4	18,5	5,1	0,45902904	0,90825688	0,90825688	0,36697248	0,36697248
15.12.2006	10:49	19,4	19,6	20,1	33,0	20,4	18,6	4,7	18,5	5,3	0,44329870	0,90566038	0,90566038	0,37735849	0,37735849
15.12.2006	11:06	19,4	19,6	20,1	33,7	20,4	18,6	5,3	18,5	5,7	0,41573924	0,90098010	0,90098010	0,39603960	0,39603960
15.12.2006	11:22	19,4	19,6	20,1	36,4	20,5	18,6	6,1	18,5	6,4	0,30576074	0,88235294	0,88235294	0,47059824	0,47059824
15.12.2006	11:39	19,4	19,6	20,0	32,0	20,4	18,6	6,1	18,5	6,4	0,34432959	0,88888889	0,88888889	0,44444444	0,44444444
15.12.2006	11:56	19,5	19,6	20,2	34,0	20,5	18,6	7,1	18,6	7,3	0,27147732	0,87654321	0,87654321	0,49382716	0,49382716
15.12.2006	12:12	19,4	19,6	20,0	31,6	20,3	18,6	6,6	18,6	7,0	0,28903208	0,87951807	0,87951807	0,48192771	0,48192771
15.12.2006	12:29	19,4	19,6	20,0	30,7	20,3	18,6	7,0	18,6	7,1	0,42146728	0,90196078	0,90196078	0,39215686	0,39215686
15.12.2006	12:46	19,5	19,6	20,1	33,3	20,4	18,6	6,6	18,6	6,6	0,46354239	0,90909091	0,90909091	0,36363636	0,36363636

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Pržně ke kapitole 4.3.1 (2/6)

DATUM	ČAS	$\theta_{ai,0,1}$ [°C]	$\theta_{ai,1,1}$ [°C]	$\theta_{ai,1,7}$ [°C]	$\theta_{ai,OT}$ [°C]	$\theta_{ai,3}$ [°C]	$\theta_{ai,1}$ [°C]	$\theta_{ae,1}$ [°C]	$\theta_{ai,2}$ [°C]	$\theta_{ae,2}$ [°C]	θ_e [°C]	$t_{Rsi,cr}$ (dle ČSN) [-]	t_{Rsi} (Bei.1) [-]	t_{Rsi} (Bei.2) [-]	$U_{\kappa, (Bei.1)}$ [W/m²·xK]	$U_{\kappa, (Bei.2)}$ [W/m²·xK]
15.12.2006	13:02	19,4	19,5	20,0	31,6	20,3	18,6	6,6	18,6	6,5	8,5	0,46394696	0,91818182	0,91818182	0,32727273	0,32727273
15.12.2006	13:19	19,4	19,5	19,7	32,1	20,2	18,6	6,4	18,6	6,4	8,2	0,47817845	0,92035398	0,92035398	0,31858407	0,31858407
15.12.2006	13:36	19,4	19,5	19,7	32,5	20,2	18,6	6,1	18,6	6,2	7,1	0,52446907	0,92741935	0,92741935	0,29032258	0,29032258
15.12.2006	13:52	19,5	19,6	20,0	31,7	20,3	18,7	6,0	18,7	6,0	6,6	0,54607433	0,93076923	0,93076923	0,27692308	0,27692308
15.12.2006	14:09	19,5	19,7	20,1	36,1	20,4	18,7	5,4	18,7	5,5	6,0	0,56894278	0,92700730	0,92700730	0,29197080	0,29197080
15.12.2006	14:26	19,5	19,6	20,0	34,6	20,4	18,7	5,1	18,7	5,3	5,3	0,59734030	0,93706294	0,93706294	0,25174825	0,25174825
15.12.2006	14:42	19,5	19,6	20,1	32,7	20,4	18,7	4,5	18,7	4,7	4,5	0,60920306	0,94039735	0,94039735	0,23841060	0,23841060
15.12.2006	14:59	19,6	19,7	20,2	33,5	20,5	19,0	4,1	19,0	4,4	4,1	0,62144333	0,95512821	0,95512821	0,17948718	0,17948718
15.12.2006	15:16	19,6	19,7	20,2	34,1	20,6	19,0	3,5	19,0	4,0	3,1	0,6442795	0,95783133	0,95783133	0,16867470	0,16867470
15.12.2006	15:32	19,6	19,7	20,2	34,5	20,7	19,0	3,0	19,0	3,4	2,3	0,66060437	0,95977011	0,95977011	0,16091954	0,16091954
15.12.2006	15:49	19,6	20,0	20,3	35,2	20,7	19,1	2,4	19,0	3,0	1,5	0,68006299	0,95135135	0,94594595	0,19459459	0,21621622
15.12.2006	16:06	19,6	19,7	20,2	38,2	20,7	19,1	1,7	19,0	2,4	0,5	0,69242271	0,96875000	0,96354167	0,12500000	0,14583333
15.12.2006	16:22	19,6	19,7	20,2	34,2	20,7	19,1	1,5	19,0	2,2	0,3	0,69559361	0,96907216	0,96391753	0,12371134	0,14432990
15.12.2006	16:39	19,6	20,0	20,2	34,0	20,7	19,1	1,3	19,1	2,0	0,4	0,69801864	0,95408163	0,95408163	0,18367347	0,18367347
15.12.2006	16:56	19,7	20,0	20,3	35,7	20,7	19,2	1,0	19,1	1,5	-0,3	0,70843179	0,96059113	0,95566502	0,15763547	0,17733990
15.12.2006	17:12	19,7	20,1	20,4	36,3	20,7	19,2	0,5	19,2	1,2	-0,5	0,71246189	0,95631068	0,95631068	0,17475728	0,17475728
15.12.2006	17:29	20,0	20,1	20,5	37,1	21,0	19,2	0,2	19,2	1,0	-1,2	0,72191150	0,95774648	0,95774648	0,16901408	0,16901408
15.12.2006	17:46	20,0	20,2	20,5	37,2	21,0	19,2	0,2	19,2	0,7	-1,1	0,72170257	0,95305164	0,95305164	0,18779343	0,18779343
15.12.2006	18:02	20,0	20,2	20,5	37,2	21,0	19,3	0,1	19,2	0,6	-0,6	0,71501273	0,95673077	0,95192308	0,17307692	0,19230769
15.12.2006	18:19	20,0	20,2	20,6	38,0	21,0	19,3	0,0	19,2	0,5	-0,7	0,71637630	0,95693780	0,95215311	0,17224880	0,19138756
15.12.2006	18:36	20,0	20,2	20,6	38,7	21,1	19,3	-0,1	19,3	0,3	-0,5	0,71363598	0,95652174	0,95652174	0,17391304	0,17391304
15.12.2006	18:52	20,0	20,3	20,6	39,3	21,1	19,3	-0,4	19,3	0,2	-2,1	0,73517029	0,95535714	0,95535714	0,17857143	0,17857143
15.12.2006	19:09	20,1	20,3	20,6	39,4	21,1	19,3	-0,5	19,3	0,0	-1,6	0,72912395	0,95433790	0,95433790	0,18264840	0,18264840
15.12.2006	19:26	20,1	20,3	20,6	39,3	21,2	19,4	-0,4	19,3	0,0	-1,2	0,72408440	0,95813953	0,95348837	0,16744186	0,18604651
15.12.2006	19:42	20,1	20,3	20,6	39,3	21,2	19,4	-0,5	19,3	0,0	-1,2	0,72408440	0,95813953	0,95348837	0,16744186	0,18604651
15.12.2006	19:59	20,1	20,3	20,6	39,3	21,2	19,4	-0,5	19,3	-0,1	-1,1	0,72279507	0,95794393	0,95327103	0,16822430	0,18691589
15.12.2006	20:16	20,1	20,3	20,6	39,2	21,3	19,4	-1,0	19,4	-0,3	-2,5	0,73981643	0,96052632	0,96052632	0,15789474	0,15789474
15.12.2006	20:32	20,1	20,3	20,6	39,0	21,3	19,4	-1,1	19,4	-0,4	-2,4	0,73867024	0,96035242	0,96035242	0,15859031	0,15859031
15.12.2006	20:49	20,1	20,4	20,7	39,0	21,3	19,5	-1,0	19,4	-0,4	-1,5	0,72892074	0,95890411	0,95433790	0,16438356	0,18264840
15.12.2006	21:06	20,1	20,4	20,7	38,6	21,3	19,5	-0,7	19,4	-0,3	-0,5	0,71595044	0,95693780	0,95215311	0,17224880	0,19138756
15.12.2006	21:22	20,1	20,4	20,6	38,2	21,3	19,5	-0,7	19,4	-0,3	-0,6	0,71730306	0,95714286	0,95238095	0,17142857	0,19047619
15.12.2006	21:39	20,1	20,4	20,6	39,3	21,3	19,5	-1,1	19,4	-0,5	-1,2	0,72515575	0,95833333	0,95370370	0,16666667	0,18518519
15.12.2006	21:56	20,1	20,3	20,6	33,3	21,0	19,5	-1,4	19,4	-0,7	-2,4	0,73867024	0,96475771	0,96035242	0,14096916	0,15859031
15.12.2006	22:12	20,0	20,0	20,2	29,3	20,7	19,4	-1,5	19,3	-1,0	-2,4	0,73576631	0,97321429	0,96875000	0,10714286	0,12500000
15.12.2006	22:29	19,7	19,6	20,0	27,1	20,4	19,2	-1,5	19,2	-1,1	-2,1	0,72806296	0,98156682	0,98156682	0,07373272	0,07373272
15.12.2006	22:46	19,6	19,5	19,6	25,4	20,1	19,1	-1,7	19,0	-1,2	-2,5	0,73197348	0,98181818	0,97727273	0,07272727	0,09090909
15.12.2006	23:02	19,4	19,3	19,4	24,3	19,6	18,7	-1,6	18,7	-1,2	-2,0	0,72368296	0,97183099	0,97183099	0,11267606	0,11267606
15.12.2006	23:19	19,3	19,1	19,2	23,4	19,4	18,6	-1,6	18,6	-1,2	-1,3	0,71182439	0,97549020	0,97549020	0,09803922	0,09803922
15.12.2006	23:36	19,2	19,0	19,1	22,6	19,3	18,5	-2,1	18,4	-1,4	-2,6	0,72804018	0,97685185	0,97222222	0,09259259	0,11111111
15.12.2006	23:52	19,0	18,7	19,0	22,2	19,1	18,4	-1,7	18,3	-1,3	-1,5	0,709856240	0,98514851	0,98019802	0,05940594	0,07920792
16.12.2006	0:09	18,7	18,6	18,6	21,6	19,0	18,3	-2,0	18,2	-1,4	-1,7	0,71150093	0,98522167	0,98029557	0,05911330	0,07881773
16.12.2006	0:26	18,6	18,5	18,5	21,3	18,7	18,2	-2,0	18,1	-1,4	-1,6	0,70885169	0,98507463	0,98009950	0,05970149	0,07960199
16.12.2006	0:42	18,5	18,4	18,4	21,1	18,6	18,1	-1,7	18,0	-1,3	-1,0	0,69857574	0,98453608	0,97938144	0,06185567	0,08247423
16.12.2006	0:59	18,4	18,3	18,3	20,7	18,5	18,0	-2,2	17,7	-1,6	-2,1	0,71356959	0,98529412	0,97568824	0,05882353	0,11764706
16.12.2006	1:16	18,3	18,2	18,2	20,5	18,4	17,7	-2,2	17,6	-1,7	-2,1	0,71237782	0,97536946	0,97044435	0,09852217	0,11822660
16.12.2006	1:32	18,2	18,1	18,1	20,3	18,3	17,6	-2,2	17,5	-1,7	-2,0	0,70973732	0,97512438	0,97014925	0,09950249	0,11940299

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Pržně ke kapitole 4.3.1 (3/6)

DATUM	ČAS	$\theta_{ai,0.1}$ [°C]	$\theta_{ai,1.1}$ [°C]	$\theta_{ai,1.7}$ [°C]	$\theta_{ai,OT}$ [°C]	$\theta_{ai,3}$ [°C]	$\theta_{ai,1}$ [°C]	$\theta_{ae,1}$ [°C]	$\theta_{ae,2}$ [°C]	θ_e [°C]	$f_{Rsi,cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rsi} (Bei.1) [-]	f_{Rsi} (Bei.2) [-]	$U_{x,(Bei.1)}$ [W/m ² ·K]	$U_{x,(Bei.2)}$ [W/m ² ·K]
16.12.2006	1:49	18,1	18,0	18,1	20,2	18,2	17,5	-2,3	17,4	-2,1	0,7095872	0,97512438	0,97014825	0,09950249	0,11940299
16.12.2006	2:06	18,0	18,0	18,0	20,0	18,1	17,5	-2,2	17,3	-1,7	0,7095872	0,97435897	0,96410256	0,09950249	0,11940299
16.12.2006	2:22	17,7	17,7	17,7	19,7	18,0	17,4	-2,4	17,3	-2,1	0,70623844	0,98484848	0,97979798	0,06060606	0,08080808
16.12.2006	2:39	17,7	17,6	17,7	19,6	18,0	17,3	-2,4	17,2	-2,1	0,70497316	0,98477157	0,97969543	0,06091371	0,08121827
16.12.2006	2:56	17,6	17,6	17,6	19,5	17,7	17,3	-2,5	17,1	-2,2	0,70939857	0,98500000	0,97500000	0,06000000	0,10000000
16.12.2006	3:12	17,6	17,5	17,6	19,4	17,6	17,2	-2,6	17,0	-2,3	0,70668796	0,98484848	0,97474747	0,06060606	0,10101010
16.12.2006	3:29	17,5	17,4	17,5	19,3	17,5	17,1	-2,6	17,0	-2,3	0,70240368	0,98461538	0,97948718	0,06153846	0,08205128
16.12.2006	3:46	17,4	17,4	17,4	19,2	17,5	17,1	-2,7	16,7	-2,4	0,70691272	0,98484848	0,96464646	0,06060606	0,14141414
16.12.2006	4:02	17,3	17,3	17,4	19,1	17,4	17,0	-3,0	16,7	-2,5	0,71435084	0,98522167	0,97044335	0,05911330	0,11822660
16.12.2006	4:19	17,3	17,2	17,3	19,0	17,3	16,7	-2,6	16,6	-2,2	0,68848238	0,97311828	0,96774194	0,10752688	0,12903226
16.12.2006	4:36	17,2	17,2	17,3	19,0	17,3	16,7	-2,5	16,5	-2,2	0,69014825	0,97326203	0,96256684	0,10695187	0,14973262
16.12.2006	4:52	17,2	17,1	17,2	18,7	17,2	16,6	-2,6	16,5	-2,3	0,68872164	0,97311828	0,96774194	0,10752688	0,12903226
16.12.2006	5:09	17,1	17,0	17,1	18,6	17,1	16,5	-2,6	16,4	-2,3	0,68558004	0,97282609	0,96739130	0,10669565	0,13043478
16.12.2006	5:26	17,1	17,0	17,1	18,5	17,1	16,5	-3,1	16,3	-2,5	0,70331655	0,97435897	0,96410256	0,10256410	0,14358974
16.12.2006	5:42	17,0	17,0	17,0	18,5	17,0	16,4	-3,0	16,3	-2,2	0,69868088	0,96875000	0,96354167	0,12500000	0,14583333
16.12.2006	5:59	18,1	17,6	18,1	43,5	18,1	16,6	-3,1	16,4	-2,6	0,71084434	0,95024876	0,94029851	0,19900498	0,23880597
16.12.2006	6:16	18,4	18,5	19,2	45,7	19,2	17,1	-3,1	16,7	-2,6	0,71864995	0,93269231	0,91346154	0,26923077	0,34615385
16.12.2006	6:32	18,6	19,1	19,7	47,5	20,0	17,4	-3,1	17,2	-2,6	0,72656826	0,92030323	0,91162791	0,31627907	0,35348837
16.12.2006	6:49	18,7	19,2	19,7	44,2	20,3	17,6	-3,2	17,4	-2,7	0,73135924	0,92694064	0,91780822	0,29223744	0,32876712
16.12.2006	7:06	18,7	19,0	19,4	38,6	20,1	17,7	-3,2	17,5	-2,7	0,72677525	0,93488372	0,93023256	0,26046512	0,27906977
16.12.2006	7:22	18,7	19,0	19,4	38,0	20,1	17,6	-3,2	17,6	-2,7	0,72290886	0,93867925	0,93396226	0,24528302	0,26415094
16.12.2006	7:39	18,7	19,1	19,5	36,6	20,1	17,7	-3,0	17,7	-2,6	0,71600085	0,93236715	0,93236715	0,27053140	0,27053140
16.12.2006	7:56	19,0	19,2	19,6	36,3	20,2	18,0	-2,6	18,0	-2,3	0,71301304	0,94146341	0,94146341	0,23414634	0,23414634
16.12.2006	8:12	19,0	19,3	19,7	37,1	20,3	18,1	-2,7	18,0	-2,5	0,71963414	0,94285714	0,93809524	0,22857143	0,24761905
16.12.2006	8:29	19,1	19,3	20,0	37,7	20,4	18,1	-2,6	18,1	-2,3	0,71557087	0,94202899	0,94202899	0,23188406	0,23188406
16.12.2006	8:46	19,2	19,4	20,1	38,4	20,5	18,2	-2,4	18,1	-2,1	0,71257887	0,94146341	0,93658537	0,23414634	0,25365854
16.12.2006	9:02	19,2	19,5	20,2	39,5	20,6	18,2	-2,0	18,2	-1,5	0,69605240	0,93298969	0,93298969	0,26804124	0,26804124
16.12.2006	9:19	19,2	19,6	20,2	40,5	20,7	18,3	-1,5	18,2	-1,2	0,69104535	0,93193717	0,92670157	0,27225131	0,29319372
16.12.2006	9:36	19,2	19,6	20,2	40,7	20,7	18,3	-1,3	18,3	-1,1	0,69265449	0,93229167	0,93229167	0,27083333	0,27083333
16.12.2006	9:52	19,3	19,6	20,2	40,5	20,7	18,4	-1,2	18,3	-1,0	0,69265449	0,93750000	0,93229167	0,25000000	0,27083333
16.12.2006	10:09	19,3	19,6	20,2	40,3	20,7	18,4	-0,6	18,4	-0,5	0,67753914	0,93442623	0,93442623	0,26229508	0,26229508
16.12.2006	10:26	19,3	19,7	20,2	40,0	20,7	18,4	-0,4	18,4	-0,3	0,67373017	0,92817680	0,92817680	0,28729282	0,28729282
16.12.2006	10:42	19,3	19,7	20,2	39,1	20,7	18,5	-0,2	18,4	-0,1	0,67191756	0,93333333	0,92777778	0,26666667	0,28888889
16.12.2006	10:59	19,4	19,7	20,2	38,1	20,7	18,5	-0,1	18,4	0,1	0,66060437	0,93103448	0,92528736	0,27586207	0,29885057
16.12.2006	11:16	19,4	19,7	20,3	36,0	20,7	18,5	0,3	18,5	0,5	0,65261859	0,92941176	0,92941176	0,28235294	0,28235294
16.12.2006	11:32	19,5	20,0	20,3	35,5	20,7	18,6	0,6	18,5	0,7	0,64557876	0,91616766	0,91017964	0,33532934	0,35928144
16.12.2006	11:49	19,5	20,0	20,4	35,6	20,7	18,6	0,5	18,6	0,7	0,64557876	0,91616766	0,91616766	0,33532934	0,33532934
16.12.2006	12:06	19,5	20,0	20,4	36,0	20,7	18,6	1,1	18,6	1,2	0,63007283	0,91250000	0,91250000	0,35000000	0,35000000
16.12.2006	12:22	19,5	20,1	20,4	36,1	20,7	18,6	1,0	18,6	1,1	0,64531228	0,91017964	0,91017964	0,35928144	0,35928144
16.12.2006	12:39	19,6	20,1	20,4	36,0	20,7	18,7	1,4	18,6	1,5	0,62746635	0,91194969	0,90566038	0,35220126	0,37735849
16.12.2006	12:56	19,6	20,1	20,5	35,7	20,7	18,7	1,4	18,6	1,4	0,62272070	0,91082803	0,90445860	0,35668790	0,38216561
16.12.2006	13:12	19,6	20,1	20,5	35,6	20,7	18,7	2,0	18,7	2,0	0,60511433	0,90666667	0,90666667	0,37333333	0,37333333
16.12.2006	13:29	19,6	20,1	20,5	35,5	20,7	19,0	1,7	18,7	1,7	0,61537111	0,92857143	0,90909091	0,28571429	0,36363636
16.12.2006	13:46	19,6	20,1	20,5	35,3	20,7	19,0	2,1	18,7	2,1	0,60511433	0,92666667	0,90666667	0,29333333	0,37333333
16.12.2006	14:02	19,6	20,0	20,2	36,4	20,7	18,7	2,0	18,7	2,0	0,62058752	0,91666667	0,91666667	0,33333333	0,33333333
16.12.2006	14:19	19,6	20,1	20,4	35,4	20,7	19,0	2,1	18,7	2,2	0,61537111	0,92857143	0,90909091	0,28571429	0,36363636

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Průně ke kapitole 4.3.1 (4/6)

DATUM	ČAS	$\theta_{ai,0.1}$ [°C]	$\theta_{ai,1.1}$ [°C]	$\theta_{ai,1.7}$ [°C]	$\theta_{ai,OT}$ [°C]	$\theta_{ai,3}$ [°C]	$\theta_{ai,1}$ [°C]	$\theta_{ai,2}$ [°C]	$\theta_{ei,2}$ [°C]	θ_e [°C]	$f_{Rsi,cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rsi} (Bei.1) [-]	f_{Rsi} (Bei.2) [-]	$U_{\lambda, (Bei.1)}$ [W/m ² ·K]	$U_{\lambda, (Bei.2)}$ [W/m ² ·K]
16.12.2006	14:36	19,7	20,1	20,5	35,3	21,0	19,0	19,0	2,1	4,6	0,61785258	0,92903226	0,92903226	0,28387097	0,28387097
16.12.2006	14:52	19,7	20,2	20,5	35,3	21,0	19,0	19,0	2,1	4,3	0,62718646	0,92452830	0,92452830	0,30188679	0,30188679
16.12.2006	15:09	19,7	20,2	20,5	35,5	21,0	19,1	19,1	1,7	3,7	0,64074332	0,93333333	0,92727273	0,26666667	0,29090909
16.12.2006	15:26	19,7	20,2	20,6	35,6	21,0	19,1	19,1	1,5	3,3	0,64924644	0,93491124	0,92899408	0,26035503	0,28402367
16.12.2006	15:42	20,0	20,2	20,6	35,7	21,0	19,1	19,1	1,1	2,4	0,66698117	0,93820225	0,93820225	0,24719101	0,24719101
16.12.2006	15:59	20,0	20,2	20,6	36,3	21,0	19,1	19,1	0,7	2,0	0,67430026	0,93956044	0,93956044	0,24175824	0,24175824
16.12.2006	16:16	20,0	20,3	20,6	36,4	21,1	19,2	19,1	0,7	2,3	0,67043414	0,93888889	0,93333333	0,24444444	0,26666667
16.12.2006	16:32	20,0	20,3	20,7	36,7	21,1	19,2	19,1	0,5	1,7	0,68106530	0,94086022	0,93548387	0,23655914	0,25806452
16.12.2006	16:49	20,0	20,3	20,7	37,0	21,1	19,2	19,2	0,3	1,0	0,68263288	0,94300518	0,94300518	0,22797927	0,22797927
16.12.2006	17:06	20,1	20,4	21,0	37,7	21,2	19,2	19,2	0,4	1,6	0,68422150	0,93617021	0,93617021	0,25531915	0,25531915
16.12.2006	17:22	20,1	20,4	21,0	38,7	21,3	19,3	19,3	0,4	1,7	0,68253285	0,94117647	0,93582888	0,23529412	0,25668449
16.12.2006	17:39	20,1	20,4	20,7	39,2	21,3	19,3	19,3	0,4	1,6	0,68422150	0,94148936	0,93617021	0,23404255	0,25531915
16.12.2006	17:56	20,1	20,4	21,0	39,6	21,3	19,3	19,3	0,3	1,5	0,68589229	0,94179894	0,93650794	0,23280423	0,25398825
16.12.2006	18:12	20,1	20,4	21,0	40,5	21,4	19,4	19,4	0,4	2,0	0,67735675	0,94565217	0,94021739	0,21739130	0,23913043
16.12.2006	18:29	20,1	20,4	20,7	40,2	21,4	19,4	19,3	-0,2	-0,7	0,71864286	0,95260664	0,94786730	0,18957346	0,20853081
16.12.2006	18:46	20,1	20,5	21,0	41,0	21,4	19,4	19,3	0,0	0,5	0,70294570	0,94500000	0,94000000	0,22000000	0,24000000
16.12.2006	19:02	20,1	20,5	21,0	40,1	21,4	19,4	19,3	0,1	1,0	0,69532892	0,94358974	0,93846154	0,22564103	0,24615385
16.12.2006	19:19	20,1	20,4	21,0	39,2	21,4	19,4	19,4	-0,4	-1,2	0,72515575	0,95370370	0,95370370	0,18518519	0,18518519
16.12.2006	19:36	20,1	20,4	20,7	39,4	21,4	19,5	19,4	-0,6	-1,6	0,73015292	0,95909091	0,95022624	0,16363636	0,18181818
16.12.2006	19:52	20,1	20,4	21,0	39,0	21,4	19,5	19,4	-1,0	-1,5	0,72892074	0,95890411	0,95433790	0,16438356	0,18264840
16.12.2006	20:09	20,2	20,4	21,0	38,3	21,4	19,5	19,4	-1,0	-1,6	0,73015292	0,95909091	0,95454545	0,16363636	0,18181818
16.12.2006	20:26	20,2	20,5	21,1	37,3	21,4	19,5	19,4	-1,1	-2,0	0,73595173	0,95555556	0,95111111	0,17777778	0,19555556
16.12.2006	20:42	20,2	20,5	21,1	36,6	21,5	19,6	19,4	-1,2	-1,7	0,73238351	0,95945946	0,95045045	0,16216216	0,19819820
16.12.2006	20:59	20,3	20,6	21,1	37,2	21,5	19,6	19,5	-1,2	-1,5	0,73097121	0,95475113	0,95022624	0,18099548	0,19090902
16.12.2006	21:16	20,3	20,6	21,2	37,5	21,5	19,6	19,5	-1,0	-0,5	0,71822103	0,95260664	0,94786730	0,18957346	0,20853081
16.12.2006	21:32	20,3	20,6	21,2	38,0	21,6	19,6	19,5	-0,5	0,7	0,70122933	0,94974874	0,94472362	0,20100503	0,22110553
16.12.2006	21:49	20,3	20,6	21,2	37,7	21,6	19,6	19,5	-0,7	-1,2	0,72726898	0,95412844	0,94954128	0,18348624	0,20183486
16.12.2006	22:06	20,1	20,3	20,6	32,1	21,1	19,6	19,4	-1,0	-0,7	0,71751498	0,96666667	0,95714286	0,13333333	0,17142857
16.12.2006	22:22	20,0	20,1	20,3	28,7	20,7	19,4	19,3	-0,7	-0,7	0,71522668	0,96634615	0,96153846	0,13461538	0,15384615
16.12.2006	22:39	19,7	19,6	20,0	26,6	20,4	19,2	19,1	-1,4	-1,3	0,71765389	0,98061124	0,97607656	0,07655502	0,09569378
16.12.2006	22:56	19,5	19,4	19,5	25,3	20,0	19,0	19,0	-1,1	-1,3	0,71535588	0,98067633	0,98067633	0,07729469	0,07729469
16.12.2006	23:12	19,4	19,2	19,3	24,2	19,6	18,7	18,6	-1,2	-1,4	0,71440618	0,97572816	0,97087379	0,09708738	0,11650485
16.12.2006	23:29	19,3	19,1	19,2	23,3	19,4	18,6	18,5	-1,3	-1,6	0,71600085	0,97584541	0,97101449	0,09661836	0,11594203
16.12.2006	23:46	19,1	19,0	19,0	22,5	19,2	18,4	18,4	-1,3	-1,7	0,71621584	0,97101449	0,97101449	0,11594203	0,11594203
17.12.2006	0:02	19,0	18,6	18,7	22,2	19,1	18,3	18,2	-1,1	-1,2	0,70421560	0,98484848	0,97979798	0,06060606	0,08080808
17.12.2006	0:19	18,7	18,6	18,6	21,6	19,0	18,2	18,1	-0,5	-0,4	0,69176152	0,97894737	0,97368421	0,08421053	0,10526316
17.12.2006	0:36	18,5	18,4	18,5	21,3	18,6	18,1	18,0	-0,7	-0,7	0,69384132	0,98429319	0,97905759	0,06282723	0,08376963
17.12.2006	0:52	18,4	18,3	18,4	21,1	18,5	18,0	17,7	-0,4	-0,5	0,68919253	0,98404255	0,96808511	0,06382979	0,12765957
17.12.2006	1:09	18,4	18,2	18,3	20,7	18,4	17,7	17,6	-0,2	0,2	0,67562610	0,97222222	0,96666667	0,11111111	0,13333333
17.12.2006	1:26	18,3	18,2	18,2	20,5	18,3	17,6	17,5	-0,1	0,0	0,67919065	0,96703297	0,96153846	0,13186813	0,15384615
17.12.2006	1:42	18,2	18,1	18,1	20,4	18,2	17,6	17,4	0,0	0,1	0,67587334	0,97222222	0,96111111	0,11111111	0,15555556
17.12.2006	1:59	18,1	18,0	18,1	20,2	18,1	17,5	17,4	0,2	0,5	0,66866887	0,97142857	0,96571429	0,1428571	0,13714286
17.12.2006	2:16	18,1	18,0	18,0	20,1	18,1	17,4	17,3	0,5	2,2	0,63102344	0,96202532	0,95569620	0,15189873	0,17721519
17.12.2006	2:32	18,0	17,7	17,7	20,0	18,0	17,4	17,2	1,3	4,1	0,57231772	0,97794118	0,96323529	0,08823529	0,14705882
17.12.2006	2:49	18,0	17,6	17,7	19,2	17,7	17,3	17,2	2,1	5,1	0,51966705	0,97520661	0,96694215	0,09917355	0,13223140
17.12.2006	3:06	17,7	17,6	17,6	18,7	17,6	17,3	17,1	2,2	5,0	0,53872788	0,97619048	0,96031746	0,09523810	0,15873016

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Průně ke kapitole 4.3.1 (5/6)

DATUM	ČAS	$\theta_{\text{ai},0.1}$ [°C]	$\theta_{\text{ai},1.1}$ [°C]	$\theta_{\text{ai},1.7}$ [°C]	$\theta_{\text{ai},OT}$ [°C]	$\theta_{\text{ai},3}$ [°C]	$\theta_{\text{ai},1}$ [°C]	$\theta_{\text{ae},1}$ [°C]	$\theta_{\text{ai},2}$ [°C]	$\theta_{\text{ae},2}$ [°C]	θ_e [°C]	$f_{\text{Rsi},cr}$ (dle ČSN) [-]	$f_{\text{Rsi}}(\theta_{\text{ai},1})$ [-]	$f_{\text{Rsi}}(\theta_{\text{ai},2})$ [-]	$U_{\text{x}}(\theta_{\text{ai},1})$ [W/m ² ·K]	$U_{\text{x}}(\theta_{\text{ai},2})$ [W/m ² ·K]
17.12.2006	3:22	17.7	17.5	17.6	18.4	17.6	17.2	2.3	17.0	2.4	5.1	0.59164690	0.97506045	0.95967742	0.09677419	0.16129032
17.12.2006	3:39	17.6	17.5	17.5	18.2	17.5	17.2	3.2	17.0	3.3	6.3	0.48146621	0.97321429	0.95535714	0.10714286	0.17857143
17.12.2006	3:56	17.6	17.4	17.5	18.0	17.5	17.1	3.0	16.7	3.1	5.4	0.51640598	0.97500000	0.94166667	0.10000000	0.23333333
17.12.2006	4:12	17.5	17.4	17.4	17.7	17.4	17.1	3.0	16.7	3.1	5.4	0.51640598	0.97500000	0.94166667	0.10000000	0.23333333
17.12.2006	4:29	17.5	17.3	17.4	17.5	17.3	17.0	3.2	16.6	3.4	6.1	0.48226090	0.97321429	0.93750000	0.10714286	0.25000000
17.12.2006	4:46	17.4	17.3	17.3	17.4	17.3	17.0	3.4	16.6	3.4	5.6	0.50438650	0.97459597	0.94017094	0.10256410	0.23931624
17.12.2006	5:02	17.4	17.2	17.3	17.3	17.2	16.7	3.1	16.5	3.2	4.7	0.53646179	0.96000000	0.94400000	0.16000000	0.22400000
17.12.2006	5:19	17.3	17.2	17.2	17.2	17.2	16.7	3.5	16.5	3.7	6.3	0.46841948	0.95412844	0.93577982	0.18348624	0.25688073
17.12.2006	5:36	17.3	17.1	17.2	17.2	17.1	16.6	3.4	16.4	3.5	5.2	0.51346408	0.95798319	0.94117647	0.16806723	0.23529412
17.12.2006	5:52	17.6	17.3	17.3	33.2	17.3	16.6	3.1	16.4	3.3	4.4	0.55049008	0.94573643	0.93023256	0.21705426	0.27906977
17.12.2006	6:09	18.4	18.4	19.0	43.4	18.7	17.1	3.1	16.7	3.2	5.0	0.56360965	0.90298507	0.87313433	0.38805970	0.50746269
17.12.2006	6:26	18.6	19.0	19.5	42.5	19.6	17.4	3.1	17.3	3.2	4.1	0.60572541	0.89261745	0.88590604	0.42953020	0.45637584
17.12.2006	6:42	19.0	19.2	19.7	45.1	20.2	17.6	2.4	17.5	2.6	2.5	0.64771062	0.90419162	0.89820359	0.38323353	0.40718563
17.12.2006	6:59	19.0	19.2	19.7	37.7	20.2	18.0	2.5	17.7	2.6	3.2	0.63229796	0.92500000	0.90625000	0.30000000	0.37500000
17.12.2006	7:16	19.0	19.2	19.6	39.0	20.2	18.0	2.3	18.0	2.5	2.2	0.65392749	0.92941176	0.92941176	0.28235294	0.28235294
17.12.2006	7:32	19.1	19.2	19.6	39.4	20.3	18.1	2.2	18.1	2.4	1.7	0.66381527	0.93714286	0.93714286	0.25142857	0.25142857
17.12.2006	7:49	19.1	19.2	19.5	39.7	20.3	18.1	2.0	18.1	2.3	1.6	0.66572541	0.93750000	0.93750000	0.25000000	0.25000000
17.12.2006	8:06	19.1	19.2	19.6	38.7	20.2	18.2	1.7	18.2	2.1	1.3	0.67132778	0.94413408	0.94413408	0.22346369	0.22346369
17.12.2006	8:22	19.1	19.2	19.5	38.2	20.3	18.2	1.3	18.2	1.6	0.7	0.68198742	0.94594595	0.94594595	0.21621622	0.21621622
17.12.2006	8:39	19.1	19.3	19.5	37.6	20.2	18.3	1.0	18.2	1.3	0.4	0.68848238	0.94708995	0.94717894	0.21164021	0.23280423
17.12.2006	8:56	19.2	19.3	19.6	37.3	20.2	18.3	0.7	18.3	1.3	0.3	0.69012195	0.94736842	0.94736842	0.21052632	0.21052632
17.12.2006	9:12	19.2	19.3	19.6	36.3	20.3	18.3	0.6	18.3	1.2	0.2	0.69174433	0.94764398	0.94764398	0.20942408	0.20942408
17.12.2006	9:29	19.2	19.4	20.0	36.0	20.4	18.4	0.7	18.4	1.2	0.2	0.69311806	0.94791667	0.94791667	0.20833333	0.20833333
17.12.2006	9:46	19.3	19.5	20.1	36.5	20.5	18.4	1.1	18.4	1.4	0.5	0.68965550	0.94210526	0.94210526	0.23157895	0.23157895
17.12.2006	10:02	19.3	19.6	20.2	37.1	20.6	18.5	1.1	18.5	1.4	0.5	0.69104535	0.94240838	0.94240838	0.23036649	0.23036649
17.12.2006	10:19	19.4	19.6	20.3	38.3	20.7	18.6	1.3	18.5	1.6	1.0	0.68274012	0.94623656	0.94086022	0.21505376	0.23655914
17.12.2006	10:36	19.4	19.7	20.2	39.2	20.7	18.6	1.5	18.5	1.7	1.2	0.68078465	0.93989071	0.93989071	0.23783784	0.25945946
17.12.2006	10:52	19.4	19.7	20.3	39.7	20.7	18.6	1.5	18.6	1.7	1.4	0.67729596	0.93989071	0.93989071	0.24043716	0.24043716
17.12.2006	11:09	19.5	19.7	20.3	40.2	20.7	18.6	1.6	18.6	2.1	1.5	0.67552286	0.93956044	0.93956044	0.24175824	0.24175824
17.12.2006	11:26	19.5	19.7	20.3	39.6	20.7	18.6	1.6	18.7	1.7	1.3	0.67904978	0.94021739	0.94021739	0.23913043	0.21739130
17.12.2006	11:42	19.5	20.0	20.3	39.2	20.7	18.7	1.7	18.7	2.1	1.7	0.67656641	0.92896175	0.92896175	0.28415301	0.28415301
17.12.2006	11:59	19.5	20.0	20.3	38.5	20.7	18.7	2.0	18.7	2.2	1.7	0.67656641	0.92896175	0.92896175	0.28415301	0.28415301
17.12.2006	12:16	19.5	20.0	20.3	37.3	20.7	18.7	2.1	18.7	2.3	2.0	0.67117585	0.92777778	0.92777778	0.28888889	0.28888889
17.12.2006	12:32	19.6	20.0	20.4	35.5	20.7	19.0	2.2	19.0	2.4	2.1	0.66933984	0.94413408	0.94413408	0.22346369	0.22346369
17.12.2006	12:49	19.6	20.1	20.4	35.5	21.0	19.0	2.0	19.0	2.2	1.4	0.68324679	0.94117647	0.94117647	0.23529412	0.23529412
17.12.2006	13:06	19.6	20.1	20.5	36.1	21.0	19.1	2.1	19.0	2.4	1.6	0.67982243	0.94594595	0.94054054	0.21621622	0.23783784
17.12.2006	13:22	19.7	20.2	20.5	36.6	21.0	19.1	2.1	19.1	2.3	2.0	0.67430026	0.93956044	0.93956044	0.24175824	0.24175824
17.12.2006	13:39	19.7	20.2	20.6	37.7	21.0	19.1	2.1	19.1	2.3	1.7	0.67958188	0.94054054	0.94054054	0.23783784	0.23783784
17.12.2006	13:56	19.7	20.2	20.6	39.2	21.1	19.1	2.1	19.1	2.3	1.6	0.68130456	0.94086022	0.94086022	0.23655914	0.23655914
17.12.2006	14:12	20.0	20.2	20.6	40.2	21.1	19.2	2.0	19.1	2.2	1.6	0.68130456	0.94623656	0.94086022	0.21505376	0.23655914
17.12.2006	14:29	20.0	20.2	20.5	39.5	21.1	19.2	1.7	19.1	2.1	1.3	0.68636322	0.94708995	0.94179894	0.21164021	0.23280423
17.12.2006	14:46	20.0	20.2	20.5	38.7	21.1	19.2	1.6	19.2	2.1	1.2	0.68801394	0.94736842	0.94736842	0.21052632	0.21052632
17.12.2006	15:02	20.0	20.2	20.5	38.3	21.1	19.2	1.6	19.2	2.1	1.3	0.68636322	0.94708995	0.94708995	0.21164021	0.21164021
17.12.2006	15:19	20.0	20.2	20.6	37.5	21.1	19.2	1.6	19.2	2.1	1.3	0.68636322	0.94708995	0.94708995	0.21164021	0.21164021
17.12.2006	15:36	20.0	20.3	20.6	36.5	21.1	19.3	1.6	19.2	2.0	1.3	0.68777971	0.94736842	0.94210526	0.21052632	0.23157895
17.12.2006	15:52	20.0	20.3	20.6	35.6	21.1	19.3	1.5	19.3	2.0	1.1	0.69103201	0.94791667	0.94791667	0.20833333	0.20833333

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Průně ke kapitole 4.3.1 (6/6)

DATUM	ČAS	$\theta_{ai,0.1}$ [°C]	$\theta_{ai,1.1}$ [°C]	$\theta_{ai,1.7}$ [°C]	$\theta_{ai,OT}$ [°C]	$\theta_{ai,3}$ [°C]	$\theta_{ai,1}$ [°C]	$\theta_{ae,1}$ [°C]	$\theta_{ai,2}$ [°C]	$\theta_{ae,2}$ [°C]	θ_e [°C]	$f_{Rsi,cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rsi} (Bei.1) [-]	f_{Rsi} (Bei.2) [-]	$U_{x,(Bei.1)}$ [W/m ² ·K]	$U_{x,(Bei.2)}$ [W/m ² ·K]
17.12.2006	16:09	20.1	20.3	20.7	35.6	21.2	19.3	1.5	19.3	2.0	1.2	0.68941437	0.94764398	0.94764398	0.20942408	0.20942408
17.12.2006	16:26	20.0	20.3	20.7	36.2	21.2	19.4	1.4	19.3	1.6	0.6	0.69887383	0.95431472	0.94923858	0.18274112	0.20304569
17.12.2006	16:42	20.1	20.4	20.7	36.5	21.3	19.4	1.4	19.3	1.7	1.0	0.69398785	0.94845361	0.94329897	0.20618557	0.22680412
17.12.2006	16:59	20.1	20.4	21.0	37.2	21.3	19.4	1.5	19.3	1.7	1.2	0.69080022	0.94791667	0.94270833	0.20833333	0.22916667
17.12.2006	17:16	20.1	20.4	21.0	37.7	21.4	19.4	1.5	19.4	1.7	1.2	0.69080022	0.94791667	0.94791667	0.20833333	0.20833333
17.12.2006	17:32	20.1	20.5	21.0	38.4	21.4	19.5	1.4	19.4	1.7	1.2	0.69217171	0.94818653	0.94300518	0.20725389	0.22797927
17.12.2006	17:49	20.1	20.5	21.0	39.2	21.4	19.5	1.5	19.4	1.7	1.2	0.69217171	0.94818653	0.94300518	0.20725389	0.22797927
17.12.2006	18:06	20.2	20.5	21.1	39.7	21.4	19.5	1.5	19.4	2.0	1.4	0.68894838	0.94764398	0.94240838	0.20942408	0.23036649
17.12.2006	18:22	20.2	20.5	21.0	40.4	21.5	19.5	1.6	19.4	2.0	1.3	0.69056844	0.94791667	0.94270833	0.20833333	0.22916667
17.12.2006	18:39	20.2	20.5	21.0	40.3	21.5	19.5	1.4	19.4	1.7	1.1	0.69375845	0.94845361	0.94329897	0.20618557	0.22680412
17.12.2006	18:56	20.2	20.5	21.0	39.5	21.5	19.6	1.5	19.4	1.7	1.2	0.69217171	0.95336788	0.94300518	0.18652850	0.22797927
17.12.2006	19:12	20.2	20.5	21.0	39.0	21.5	19.6	1.5	19.5	1.7	1.3	0.69056844	0.95312500	0.94791667	0.18750000	0.20833333
17.12.2006	19:29	20.2	20.5	21.0	38.3	21.5	19.6	1.4	19.5	1.6	0.7	0.69994515	0.95454545	0.94949495	0.18181818	0.20202020
17.12.2006	19:46	20.2	20.5	21.0	37.5	21.4	19.6	1.3	19.5	1.6	0.7	0.69994515	0.95454545	0.94949495	0.18181818	0.20202020
17.12.2006	20:02	20.2	20.5	21.0	36.6	21.5	19.6	1.4	19.5	1.7	1.2	0.69217171	0.95336788	0.94818653	0.18652850	0.20725389
17.12.2006	20:19	20.3	20.5	21.1	35.6	21.5	19.6	1.5	19.5	1.7	1.4	0.68894838	0.95287958	0.94764398	0.18848168	0.20942408
17.12.2006	20:36	20.3	20.6	21.1	36.0	21.5	19.6	1.5	19.5	1.7	1.4	0.69033665	0.94791667	0.94270833	0.20833333	0.22916667
17.12.2006	20:52	20.3	20.6	21.2	36.4	21.5	19.6	1.6	19.6	2.0	1.7	0.68542136	0.94708995	0.94708995	0.21164021	0.21164021
17.12.2006	21:09	20.3	20.6	21.2	37.0	21.6	19.6	1.7	19.6	2.1	2.0	0.68034751	0.94623656	0.94623656	0.21505376	0.21505376
17.12.2006	21:26	20.4	20.7	21.3	38.3	21.6	19.6	1.7	19.6	2.1	2.1	0.68010825	0.94086022	0.94086022	0.23655914	0.23655914
17.12.2006	21:42	20.4	20.7	21.2	39.6	21.7	19.6	1.7	19.6	2.1	2.1	0.68010825	0.94086022	0.94086022	0.23655914	0.23655914
17.12.2006	21:59	20.2	20.4	20.7	31.0	21.3	19.6	1.4	19.5	1.7	1.4	0.68754549	0.95789474	0.95263158	0.16842105	0.18947368
17.12.2006	22:16	20.1	20.1	20.3	26.4	20.7	19.6	1.1	19.4	1.4	1.1	0.68824816	0.97368421	0.96315789	0.10526316	0.14736842
17.12.2006	22:32	20.0	19.7	20.0	24.2	20.4	19.4	1.2	19.3	1.5	1.2	0.68078465	0.98378378	0.97837838	0.06486486	0.08648649
17.12.2006	22:49	19.6	19.5	19.6	22.7	20.1	19.2	1.4	19.1	1.6	1.4	0.67422191	0.98342541	0.97790055	0.06629834	0.08839779
17.12.2006	23:06	19.5	19.4	19.4	22.0	19.7	19.1	1.5	19.0	1.7	1.6	0.66898128	0.98314607	0.97752809	0.06741573	0.08988764
17.12.2006	23:22	19.4	19.2	19.2	21.3	19.5	18.7	1.5	18.6	2.0	1.7	0.66381527	0.97142857	0.96571429	0.11428571	0.13714286
17.12.2006	23:39	19.3	19.1	19.1	20.7	19.3	18.6	1.4	18.5	1.7	1.3	0.66973132	0.97191011	0.96629213	0.11235955	0.13483146
17.12.2006	23:56	19.1	18.7	19.0	20.4	19.2	18.5	1.4	18.4	1.7	1.4	0.66121494	0.98843931	0.98265896	0.04624277	0.06936416
minimální hodnota		17.0	17.0	17.0	17.2	17.0	16.4	-3.2	16.3	-2.7	-3.0	0.2715	0.8765	0.8706	0.027	0.058
průměrné hodnoty		19.19	19.33	19.65	31.88	20.00	18.50	0.87	18.40	1.24	1.64	0.6533	0.9515	0.9458	0.194	0.217
medián		19.40	19.60	20.10	35.70	20.40	18.60	1.40	18.60	1.70	1.40	0.6813	0.9497	0.9462	0.201	0.215
maximální hodnota		20.4	20.7	21.3	47.5	21.7	19.6	7.1	19.6	7.3	11.5	0.7398	0.9932	0.9856	0.494	0.518

Příloha č. 2 Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Pržně ke kapitole 4.3.2 (1/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{se,1}$ [°C]	$\theta_{si,1}$ [°C]	θ_e [°C]	θ_{si} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	φ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [g/kg]	$f_{Rel,cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rel} (Rel.1) [-]	$U_{x,(Rel.1)}$ [W/m ² ·K]
23.12.2008	15:38	2,7	22,3	1,55	23,58	4,4	0,19972764	39,2	8,8	7,0	0,70890068	0,94189741	0,23241035
23.12.2008	15:53	2,7	22,2	1,75	23,62	5,1	0,23319616	39,1	8,8	7,0	0,70937219	0,93507087	0,25971651
23.12.2008	16:08	2,6	22,3	1,66	23,68	5,1	0,23160763	39,0	8,8	7,0	0,71145142	0,93732970	0,25068120
23.12.2008	16:23	2,1	22,2	1,04	23,42	5,4	0,24128686	38,9	8,6	6,9	0,71524234	0,94548704	0,21805183
23.12.2008	16:38	1,7	22,1	0,84	23,47	5,7	0,25187804	38,7	8,5	6,9	0,72102625	0,93946089	0,24215643
23.12.2008	16:53	1,6	22,0	0,80	23,38	4,7	0,20814880	37,9	8,1	6,7	0,72133824	0,93888397	0,24446413
23.12.2008	17:08	1,7	22,1	0,96	23,48	6,0	0,26642984	37,4	8,0	6,6	0,72113391	0,93872114	0,24511545
23.12.2008	17:23	1,7	22,2	0,81	23,60	6,5	0,28521281	37,1	8,0	6,6	0,72241809	0,93856955	0,24572181
23.12.2008	17:38	1,7	22,3	0,89	23,77	8,0	0,34965035	37,2	8,2	6,7	0,72421345	0,93575175	0,25699301
23.12.2008	18:08	1,8	22,7	1,11	24,22	8,0	0,34617049	37,2	8,6	6,9	0,72762554	0,93422761	0,26308957
23.12.2008	18:23	1,6	22,8	0,79	24,34	7,3	0,30997877	36,7	8,5	6,9	0,73122359	0,93460722	0,26157113
23.12.2008	18:38	1,7	23,0	1,16	24,51	8,3	0,35546039	36,3	8,5	6,9	0,73171674	0,93533191	0,25867238
23.12.2008	18:53	1,7	23,2	1,15	24,60	7,5	0,31982942	35,5	8,2	6,7	0,73259623	0,94029851	0,2380597
23.12.2008	19:08	1,5	23,2	0,88	24,59	6,4	0,26992830	35,4	8,2	6,7	0,73481588	0,94137495	0,23450021
23.12.2008	19:23	1,6	23,2	0,94	24,52	5,8	0,24597116	34,9	7,9	6,6	0,73298490	0,94402036	0,22391858
23.12.2008	19:38	1,7	23,2	1,10	24,48	5,7	0,24379812	34,8	7,9	6,5	0,73142204	0,94525235	0,21899059
23.12.2008	19:53	1,6	23,2	0,80	24,37	6,0	0,25456088	34,4	7,6	6,5	0,73151907	0,95036063	0,1985749
23.12.2008	20:08	1,0	23,1	0,08	24,34	5,9	0,24319868	34,5	7,6	6,5	0,73813301	0,94888706	0,20445177
23.12.2008	20:23	0,6	23,1	-0,20	24,40	6,0	0,24390244	33,9	7,4	6,4	0,74308211	0,94715447	0,21138211
23.12.2008	20:38	0,3	23,1	-0,42	24,33	5,7	0,23030303	34,9	7,7	6,5	0,74567080	0,95030303	0,19878788
23.12.2008	20:53	0,2	23,0	-0,52	24,40	5,7	0,22873194	35,1	7,9	6,5	0,74732869	0,94382022	0,22471910
23.12.2008	21:08	0,4	22,9	-0,33	23,93	3,2	0,13190437	34,2	7,1	6,2	0,74102297	0,95754328	0,16982688
23.12.2008	21:23	0,5	22,7	-0,17	23,72	3,5	0,14650481	33,9	6,8	6,1	0,73796795	0,95730431	0,17078275
23.12.2008	21:38	0,7	22,7	0,03	24,02	5,4	0,22509379	33,8	7,0	6,2	0,73851909	0,94497707	0,22009170
23.12.2008	21:53	0,6	22,6	-0,24	24,02	5,6	0,23083265	33,5	6,9	6,2	0,73963557	0,94146744	0,23413026
23.12.2008	22:08	0,7	22,6	-0,15	23,99	5,7	0,23612262	33,6	6,9	6,2	0,73823960	0,94241922	0,23032312
23.12.2008	22:23	0,6	22,5	-0,23	23,88	5,2	0,21567814	33,4	6,8	6,1	0,73833744	0,94276234	0,22895064
23.12.2008	22:38	0,6	22,5	-0,11	23,91	5,0	0,20815987	33,1	6,7	6,0	0,73861692	0,94129892	0,23480433
23.12.2008	22:53	0,6	22,4	-0,19	23,84	4,9	0,20391178	33,0	6,6	6,0	0,73796367	0,94007491	0,23970037
23.12.2008	23:08	0,6	22,3	-0,22	23,75	4,7	0,19607843	33,2	6,6	6,0	0,73711796	0,93950772	0,24196913
23.12.2008	23:23	0,6	22,3	-0,34	23,69	4,9	0,20391178	33,1	6,5	5,9	0,73655050	0,94215564	0,23137744
23.12.2008	23:38	0,6	22,2	-0,34	23,56	5,0	0,20920502	33,3	6,5	5,9	0,73531081	0,94309623	0,22761506
23.12.2008	23:53	0,6	22,0	-0,26	23,27	4,2	0,17849554	33,0	6,1	5,8	0,73249413	0,94602635	0,21589460
24.12.2008	0:08	0,5	21,7	-0,49	22,75	2,9	0,12478485	32,9	5,5	5,5	0,72848464	0,95481928	0,18072289
24.12.2008	0:23	0,5	21,4	-0,42	22,42	2,8	0,12259194	32,0	4,8	5,3	0,72506702	0,95534151	0,17863398
24.12.2008	0:38	0,4	21,3	-0,62	22,48	4,1	0,17748918	32,5	5,1	5,4	0,72693836	0,94891775	0,20432900
24.12.2008	0:53	0,3	21,2	-0,66	22,40	4,2	0,18213356	33,0	5,3	5,4	0,72734657	0,94796184	0,20815265
24.12.2008	1:08	0,2	21,1	-0,84	22,28	4,3	0,18598616	33,2	5,3	5,4	0,72734146	0,94896194	0,20415225
24.12.2008	1:23	0,1	21,0	-0,76	22,15	4,2	0,18332606	33,5	5,3	5,4	0,72723287	0,94980358	0,20078568
24.12.2008	1:38	0,0	20,9	-0,97	22,15	4,6	0,19896194	33,7	5,4	5,5	0,72846433	0,94593426	0,21626298
24.12.2008	1:53	-0,3	20,8	-1,41	22,05	4,8	0,20460358	33,8	5,3	5,4	0,73109329	0,94671782	0,21312873
24.12.2008	2:08	-0,6	20,7	-1,72	21,98	4,9	0,20675105	33,8	5,2	5,4	0,73397034	0,94599156	0,21603376
24.12.2008	2:23	-0,6	20,7	-1,51	21,98	5,1	0,21711367	33,8	5,2	5,4	0,73397034	0,94550873	0,21796509
24.12.2008	2:38	-0,5	20,6	-1,25	21,96	5,4	0,23265834	33,8	5,2	5,4	0,73258862	0,94140457	0,23438173
24.12.2008	2:53	-0,5	20,6	-1,40	21,91	5,5	0,23595024	33,9	5,2	5,4	0,73209127	0,94380094	0,22479622
24.12.2008	3:08	-0,6	20,5	-1,70	21,89	5,5	0,23314964	33,9	5,2	5,4	0,73308384	0,94107673	0,23569309
24.12.2008	3:23	-0,8	20,5	-1,85	21,87	5,3	0,22344013	33,8	5,1	5,4	0,73524242	0,94224283	0,23102867
24.12.2008	3:38	-0,9	20,5	-1,71	21,82	5,1	0,21674458	33,8	5,1	5,4	0,73592301	0,94390140	0,22439439
24.12.2008	3:53	-0,9	20,4	-1,62	21,73	5,1	0,21841542	33,8	5,0	5,4	0,73504975	0,94304069	0,22783726
24.12.2008	4:08	-1,0	20,4	-1,89	21,60	4,8	0,20434227	33,8	4,9	5,3	0,73495404	0,94891443	0,20434227
24.12.2008	4:23	-1,1	20,3	-1,83	21,48	4,8	0,20592021	33,8	4,8	5,3	0,73495578	0,94937795	0,20248820
24.12.2008	4:38	-1,0	20,2	-1,63	21,38	4,7	0,20425902	33,8	4,7	5,2	0,73278605	0,94871795	0,20512821
24.12.2008	4:53	-1,0	20,1	-1,71	21,31	4,7	0,20417029	33,8	4,7	5,2	0,73208727	0,94743701	0,21025195
24.12.2008	5:08	-1,2	20,0	-2,26	21,22	4,8	0,20442930	33,9	4,6	5,2	0,73358038	0,94804089	0,20783646
24.12.2008	5:23	-1,5	19,9	-2,98	21,10	4,6	0,19102990	34,0	4,5	5,2	0,73593861	0,95016611	0,19933555
24.12.2008	5:38	-1,5	19,8	-2,75	21,00	4,5	0,18947368	34,0	4,4	5,1	0,73496279	0,94947368	0,20210526
24.12.2008	5:53	-1,7	19,7	-2,96	20,91	4,5	0,18852116	34,1	4,4	5,1	0,73642937	0,94930876	0,20276498
24.12.2008	6:08	-1,9	19,6	-2,67	20,83	4,5	0,19148936	34,0	4,3	5,1	0,73797748	0,94765957	0,20936170
24.12.2008	6:23	-2,2	19,5	-3,31	20,79	4,6	0,19087137	34,0	4,3	5,1	0,74101819	0,94647303	0,21410788
24.12.2008	6:38	-2,0	19,4	-2,57	20,75	4,7	0,20154374	33,9	4,2	5,1	0,73836432	0,94210978	0,23156089
24.12.2008	6:53	-1,7	19,6	-2,22	21,03	6,7	0,28817204	33,6	4,3	5,1	0,73758591	0,93849462	0,24602151
24.12.2008	9:08	1,3	22,5	0,75	23,63	7,0	0,30594406	31,2	5,5	5,5	0,72770359	0,95061189	0,19755245
24.12.2008	9:23	2,6	22,5	1,50	23,74	8,0	0,35971223	31,9	6,0	5,8	0,71214408	0,94424460	0,22302158
24.12.2008	9:38	2,8	22,6	1,05	23,87	7,9	0,34618755	31,7	6,0	5,8	0,71091317	0,94434706	0,22261174
24.12.2008	10:53	4,1	24,2	1,90	25,42	7,9	0,33588435	29,8	6,5	5,9	0,71106762	0,94812925	0,20748299
24.12.2008	11:08	3,5	24,3	1,38	25,41	7,3	0,30378693	30,7	6,9	6,1	0,71886840	0,95380774	0,18476904
24.12.2008	11:23	3,0	24,2	1,47	25,29	6,7	0,28127624	31,0	6,9	6,2	0,72390072	0,95424013	0,18303946
24.12.2008	11:38	2,8	24,2	1,42	25,28	6,4	0,26823135	30,3	6,6	6,0	0,72625409	0,95473596	0,18105616
24.12.2008	14:38	1,9	22,1	0,48	23,18	4,8	0,21145374	30,9	5,0	5,4	0,71520899	0,95242291	0,19030837
24.12.2008	14:53	1,7	22,0	0,39	23,04	4,5	0,19867550	31,1	5,0	5,4	0,71630167	0,95408389	0,18366446

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Przně ke kapitole 4.3.2 (2/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{se,1}$ [°C]	$\theta_{si,1}$ [°C]	θ_a [°C]	θ_{si} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	ϕ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [g/kg]	$f_{Rai,cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rai} (dál,1) [-]	$U_{si,dál,1}$ [W/m ² ·K]
24.12.2008	15:08	1,6	22,0	-0,05	23,09	5,4	0,23336214	30,8	4,9	5,3	0,71817834	0,95289542	0,18841832
24.12.2008	15:23	1,4	21,9	-0,30	23,05	5,1	0,21641542	30,9	4,9	5,3	0,72034331	0,95074946	0,19700214
24.12.2008	15:38	1,3	21,8	-0,35	22,95	5,1	0,21888412	31,2	4,9	5,4	0,72054886	0,95064378	0,19742489
24.12.2008	15:53	1,2	21,8	-0,37	22,92	5,4	0,23185917	30,8	4,7	5,2	0,72151095	0,95191069	0,19235723
24.12.2008	16:08	1,3	21,7	-0,27	22,84	5,0	0,21635656	31,3	4,9	5,3	0,71934903	0,95067071	0,19731718
24.12.2008	16:23	1,2	21,7	-0,15	22,90	5,5	0,23861171	31,3	4,9	5,4	0,72129530	0,94793926	0,20824295
24.12.2008	16:38	1,2	21,6	-0,15	22,82	5,7	0,24814976	31,3	4,9	5,3	0,72042869	0,94688724	0,21245102
24.12.2008	16:53	1,2	21,6	-0,11	22,86	5,9	0,25685677	31,3	4,9	5,3	0,72086279	0,94514584	0,21941663
24.12.2008	17:08	1,2	21,6	-0,08	22,84	6,7	0,29232112	31,8	5,1	5,4	0,72064594	0,94589878	0,21640489
24.12.2008	17:23	1,2	21,6	0,01	22,90	7,3	0,31891656	31,3	4,9	5,4	0,72129530	0,94320664	0,22717344
24.12.2008	17:38	1,2	21,6	0,01	22,94	6,5	0,28347143	31,4	5,0	5,4	0,72172621	0,94156127	0,23375491
24.12.2008	17:53	1,2	21,8	0,02	23,20	8,3	0,35806730	31,5	5,3	5,4	0,72448896	0,93960311	0,24158758
24.12.2008	18:08	1,2	21,9	0,15	23,31	7,8	0,33678756	31,4	5,3	5,4	0,72563826	0,93911917	0,24352332
24.12.2008	18:23	1,3	22,0	0,10	23,24	7,4	0,31979257	31,8	5,5	5,5	0,72365438	0,94641314	0,21434745
24.12.2008	18:38	1,2	21,9	0,11	23,24	6,7	0,28966710	31,7	5,4	5,5	0,72490822	0,94206658	0,23173368
24.12.2008	18:53	1,2	22,0	0,15	23,24	6,3	0,27284539	32,2	5,7	5,6	0,72490822	0,94629710	0,21481161
24.12.2008	19:08	1,2	21,9	0,16	23,18	5,5	0,23892268	32,1	5,6	5,6	0,72427877	0,94439618	0,22241529
24.12.2008	19:23	1,3	21,8	0,11	23,13	5,5	0,23892268	32,1	5,5	5,5	0,72248614	0,94222415	0,23110339
24.12.2008	19:38	1,3	21,8	0,15	23,10	5,4	0,23529412	32,1	5,5	5,5	0,72216548	0,94335512	0,22657952
24.12.2008	19:53	1,3	21,8	0,09	23,05	5,4	0,23519164	32,0	5,4	5,5	0,72162908	0,94555749	0,21777003
24.12.2008	20:08	1,3	21,7	0,09	23,01	5,1	0,22251309	32,0	5,4	5,5	0,72119819	0,94284468	0,22862129
24.12.2008	20:23	1,3	21,6	0,13	22,99	5,4	0,23622047	32,5	5,6	5,6	0,72098215	0,93919510	0,24321960
24.12.2008	20:38	1,3	21,6	0,15	22,95	5,4	0,23684211	32,2	5,4	5,5	0,72054886	0,94078947	0,23684211
24.12.2008	20:53	1,3	21,6	0,19	23,09	5,7	0,24890830	32,1	5,5	5,5	0,72205840	0,93493450	0,26026201
24.12.2008	21:08	1,3	21,6	0,18	23,02	5,4	0,23642732	31,9	5,3	5,4	0,72130606	0,93782837	0,24868651
24.12.2008	21:23	1,3	21,6	0,22	23,02	5,8	0,25438596	32,3	5,5	5,5	0,72130606	0,93771930	0,24912281
24.12.2008	21:38	1,3	21,6	0,15	23,09	6,4	0,27898867	32,4	5,6	5,6	0,72205840	0,93504795	0,25980820
24.12.2008	21:53	1,3	21,7	0,19	23,21	6,9	0,29973936	32,0	5,5	5,5	0,72333693	0,93440487	0,26238054
24.12.2008	22:08	1,3	21,8	0,16	23,23	6,7	0,29042046	31,9	5,5	5,5	0,72354866	0,93801474	0,24794105
24.12.2008	22:23	1,3	21,8	0,14	23,28	6,2	0,26793431	31,7	5,5	5,5	0,72407630	0,93604149	0,25583405
24.12.2008	22:38	1,3	21,8	0,13	23,26	5,6	0,24210981	31,8	5,5	5,5	0,72386553	0,93687851	0,25248595
24.12.2008	22:53	1,3	21,7	0,17	23,25	5,5	0,23830156	31,5	5,3	5,4	0,72376000	0,93284229	0,26863085
24.12.2008	23:08	1,3	21,8	0,14	23,23	6,4	0,27717627	31,6	5,4	5,5	0,72354866	0,93806843	0,24772629
24.12.2008	23:23	1,3	21,8	0,10	23,21	6,0	0,25962787	31,7	5,4	5,5	0,72333693	0,93898745	0,24405019
24.12.2008	23:38	1,2	21,7	-0,06	23,19	5,4	0,23225806	31,7	5,4	5,5	0,72438391	0,93591398	0,25634409
24.12.2008	23:53	1,2	21,6	-0,13	23,09	5,3	0,22825151	31,7	5,3	5,4	0,72332812	0,93583118	0,25667528
25.12.2008	0:08	1,2	21,5	-0,21	23,01	4,9	0,21102498	31,5	5,1	5,4	0,72247651	0,93496985	0,26012059
25.12.2008	0:23	1,1	21,4	-0,27	22,86	4,5	0,19455253	31,5	5,0	5,4	0,72214559	0,93687851	0,25248595
25.12.2008	0:38	1,0	21,3	-0,40	22,75	4,7	0,20302376	31,5	4,9	5,3	0,72224291	0,93736501	0,25053996
25.12.2008	0:53	0,9	21,1	-0,56	22,50	4,2	0,18213356	31,0	4,4	5,1	0,72082912	0,93928881	0,24284475
25.12.2008	1:08	0,8	21,0	-0,74	22,39	4,0	0,17293558	31,0	4,3	5,1	0,72092655	0,93990489	0,24038046
25.12.2008	1:23	0,7	20,8	-0,82	22,26	4,0	0,17331023	31,0	4,2	5,1	0,72080657	0,93674177	0,25303293
25.12.2008	1:38	0,7	20,7	-0,84	22,10	3,8	0,16564952	31,1	4,1	5,1	0,71905187	0,93897123	0,24411508
25.12.2008	1:53	0,6	20,5	-0,95	21,95	3,7	0,16157205	31,1	4,0	5,0	0,71870657	0,93668122	0,25327511
25.12.2008	2:08	0,5	20,4	-1,06	21,78	3,6	0,15761821	31,2	3,9	5,0	0,71813679	0,93957968	0,24168126
25.12.2008	2:23	0,4	20,2	-1,20	21,62	3,4	0,14899211	31,1	3,8	4,9	0,71767536	0,93777388	0,24890447
25.12.2008	2:38	0,3	20,0	-1,23	21,50	3,6	0,15838099	31,1	3,7	4,8	0,71766092	0,93400792	0,26396832
25.12.2008	2:53	0,3	19,9	-1,25	21,36	3,5	0,15479876	31,1	3,5	4,8	0,71607986	0,93542680	0,25829279
25.12.2008	3:08	0,2	19,7	-1,24	21,23	3,5	0,15576324	31,0	3,4	4,7	0,71594994	0,931190921	0,27236315
25.12.2008	3:23	0,2	19,5	-1,27	21,09	3,7	0,16547406	31,1	3,3	4,7	0,71434454	0,92889088	0,28443649
25.12.2008	3:38	0,1	19,4	-1,47	20,96	3,6	0,16049933	31,1	3,2	4,7	0,71421107	0,93045029	0,27819884
25.12.2008	3:53	-0,1	19,3	-1,60	20,82	3,5	0,15611062	31,1	3,1	4,7	0,71532855	0,93220339	0,27118644
25.12.2008	4:08	-0,1	19,2	-1,55	20,70	3,8	0,17078652	31,1	3,0	4,6	0,71394296	0,93258427	0,26966292
25.12.2008	4:23	-0,1	19,0	-1,54	20,58	3,6	0,16274864	31,1	2,9	4,6	0,71254129	0,92857143	0,28571429
25.12.2008	4:38	-0,2	18,9	-1,59	20,47	3,8	0,17225748	31,1	2,8	4,5	0,71263905	0,92883046	0,28467815
25.12.2008	4:53	-0,2	18,8	-1,63	20,37	3,8	0,17272727	31,1	2,7	4,5	0,71145840	0,92863636	0,28545455
25.12.2008	5:08	-0,5	18,7	-1,90	20,26	3,9	0,17599278	31,1	2,6	4,5	0,71433500	0,92960289	0,28158845
25.12.2008	5:23	-0,7	18,6	-2,19	20,15	3,8	0,17009848	31,2	2,6	4,5	0,71580287	0,93061773	0,27752910
25.12.2008	5:38	-1,0	18,5	-2,69	20,03	3,8	0,16725352	31,2	2,5	4,4	0,71848931	0,93265845	0,26936620
25.12.2008	5:53	-1,5	18,3	-3,45	19,92	3,8	0,16260163	31,2	2,4	4,4	0,72384339	0,93068036	0,27727856
25.12.2008	6:08	-1,3	18,2	-2,79	19,81	4,0	0,17699115	31,2	2,3	4,4	0,72001993	0,92876106	0,28495575
25.12.2008	6:23	-1,2	18,1	-2,66	19,66	3,6	0,16129032	31,8	2,4	4,4	0,71698447	0,93010753	0,27956989
25.12.2008	6:38	-1,2	18,0	-2,75	19,54	3,8	0,17048004	31,9	2,3	4,4	0,71560446	0,93091072	0,27635711
25.12.2008	6:53	-1,2	17,9	-2,78	19,43	4,0	0,18009905	32,1	2,3	4,4	0,71432534	0,93111211	0,27555155
25.12.2008	7:08	-1,1	17,8	-2,76	19,34	4,0	0,18099548	32,2	2,3	4,4	0,71186580	0,93031674	0,27873303
25.12.2008	7:23	-1,1	17,7	-2,80	19,25	3,9	0,17687075	32,2	2,2	4,4	0,71078831	0,92970522	0,28117914
25.12.2008	7:38	-1,2	17,6	-2,90	19,16	4,0	0,18132366	32,3	2,2	4,4	0,71112708	0,92928377	0,28286491
25.12.2008	7:53	-1,2	17,5	-2,78	19,08	4,0	0,18298262	32,4	2,1	4,4	0,71016310	0,92772187	0,28911253
25.12.2008	8:08	-1,1	17,4	-2,70	19,00	4,0	0,18433180	32,4	2,1	4,4	0,70774467	0,92626728	0,29493088
25.12.2008	8:23	-1,1	17,3	-2,66	18,92	4,0	0,18535681	32,6	2,1	4,4	0,70675464	0,92493049	0,30027804

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Przně ke kapitole 4.3.2 (3/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{\text{se},1}$ [°C]	$\theta_{\text{si},1}$ [°C]	θ_a [°C]	θ_{si} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	Φ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [g]	$f_{\text{Rel},cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rel} (Rel.1) [-]	$U_{\lambda,(\text{Rel.1})}$ [W/m ² ·K]
25.12.2008	8:38	-0,8	17,2	-2,46	18,84	4,3	0,20187793	32,6	2,0	4,3	0,70126213	0,92300469	0,30798122
25.12.2008	8:53	-0,7	17,1	-2,46	18,79	4,2	0,19764706	32,6	1,9	4,3	0,69907713	0,92047059	0,31811765
25.12.2008	9:08	-0,4	17,1	-2,28	18,76	5,3	0,25190114	32,7	2,0	4,3	0,69396390	0,92110266	0,31558935
25.12.2008	9:23	-0,4	17,1	-2,36	18,78	5,6	0,26490066	33,3	2,3	4,4	0,69423662	0,92052980	0,31788079
25.12.2008	9:38	0,0	17,1	-2,07	18,70	5,1	0,24554646	33,5	2,3	4,4	0,68657853	0,92296582	0,30813674
25.12.2008	9:53	0,4	17,2	-1,88	18,92	6,0	0,28846154	33,6	2,5	4,4	0,68300367	0,91730769	0,33076923
25.12.2008	10:08	0,6	17,5	-1,80	19,27	7,5	0,35595634	33,4	2,8	4,5	0,68471623	0,91599430	0,33602278
25.12.2008	10:23	0,4	17,7	-2,14	19,43	8,3	0,38479369	33,4	2,9	4,6	0,69030645	0,91979601	0,32081595
25.12.2008	11:38	1,3	19,5	-1,23	21,04	8,9	0,39964077	33,1	4,1	5,1	0,69781574	0,93084868	0,27660530
25.12.2008	11:53	1,4	19,5	-1,21	21,09	8,7	0,39013453	32,8	4,0	5,0	0,69693537	0,92869955	0,28520179
25.12.2008	14:38	-0,1	23,5	-1,88	24,82	7,1	0,26591760	31,3	6,6	6,0	0,75387894	0,95056180	0,19775281
25.12.2008	14:53	-0,3	23,5	-1,93	24,92	6,7	0,24953445	30,1	6,2	5,8	0,75663017	0,94711359	0,17204562
25.12.2008	15:08	-0,4	23,5	-1,96	24,97	6,4	0,23765317	30,0	6,2	5,8	0,75798139	0,94541404	0,21834385
25.12.2008	15:23	-0,5	23,5	-1,95	24,94	6,8	0,25288211	29,7	6,0	5,8	0,75869980	0,94644849	0,21420602
25.12.2008	15:38	-0,6	23,5	-2,08	25,05	6,7	0,24695909	29,4	5,9	5,7	0,76048451	0,94286767	0,22852930
25.12.2008	15:53	-0,7	23,5	-1,98	24,85	6,2	0,23108461	29,5	5,8	5,7	0,75989542	0,94968319	0,20126724
25.12.2008	16:08	-0,7	23,4	-2,02	24,80	6,4	0,23862789	29,3	5,6	5,6	0,75951189	0,94780015	0,20879940
25.12.2008	16:23	-0,8	23,3	-2,03	24,40	4,0	0,15134317	27,8	4,5	5,2	0,75735533	0,95838063	0,16647749
25.12.2008	16:38	-0,8	23,3	-2,06	24,58	5,4	0,20270270	28,2	4,9	5,3	0,75876059	0,95195195	0,19219219
25.12.2008	16:53	-0,9	23,3	-2,07	24,44	5,3	0,19992456	28,6	5,0	5,4	0,75862565	0,95699736	0,17201056
25.12.2008	17:08	-0,9	23,1	-2,09	24,33	5,4	0,20439061	28,4	4,8	5,3	0,75776732	0,95344436	0,18622256
25.12.2008	17:23	-1,1	23,0	-2,28	24,15	5,1	0,19296254	28,2	4,5	5,2	0,75827643	0,95648884	0,17404465
25.12.2008	17:38	-1,2	22,8	-2,29	24,07	5,7	0,21623672	28,4	4,5	5,2	0,75860863	0,95182094	0,19271624
25.12.2008	17:53	-1,1	22,8	-2,22	24,04	5,7	0,21706017	28,4	4,5	5,2	0,75741349	0,95277989	0,18888043
25.12.2008	18:08	-1,4	22,7	-2,60	23,95	5,3	0,19962335	27,9	4,2	5,1	0,75958108	0,95291902	0,18832392
25.12.2008	18:23	-1,3	22,5	-2,27	23,74	5,4	0,20761246	28,0	4,1	5,0	0,75697787	0,95232603	0,19069589
25.12.2008	18:38	-1,3	22,4	-2,37	23,71	5,4	0,20705521	28,6	4,3	5,1	0,75673974	0,94976994	0,20092025
25.12.2008	18:53	-1,4	22,3	-2,42	23,61	5,1	0,19592778	28,2	4,1	5,0	0,75691768	0,94967345	0,20130619
25.12.2008	19:08	-1,4	22,2	-2,38	23,49	5,3	0,20487051	28,0	3,9	4,9	0,75596028	0,95013529	0,19945883
25.12.2008	19:23	-1,4	22,1	-2,42	23,40	5,4	0,20914020	28,4	4,0	5,0	0,75523816	0,94965143	0,20139427
25.12.2008	19:38	-1,4	22,0	-2,47	23,37	5,5	0,21284830	28,1	3,8	4,9	0,75499361	0,94698142	0,21207430
25.12.2008	19:53	-1,4	21,9	-2,49	23,24	5,1	0,19821220	28,1	3,7	4,9	0,75393576	0,94792072	0,20831714
25.12.2008	20:08	-1,5	21,7	-2,54	23,07	4,7	0,18352206	28,4	3,7	4,9	0,75354264	0,94650527	0,21397891
25.12.2008	20:23	-1,5	21,6	-2,54	22,95	4,9	0,19223225	28,6	3,7	4,9	0,75255145	0,94703805	0,21184778
25.12.2008	20:38	-1,5	21,5	-2,54	22,83	4,7	0,18525818	28,8	3,7	4,9	0,75155048	0,94757588	0,20969649
25.12.2008	20:53	-1,5	21,4	-2,57	22,70	5,0	0,19786308	28,8	3,6	4,8	0,75045490	0,94855560	0,20577760
25.12.2008	21:08	-1,5	21,2	-2,61	22,64	5,3	0,20990099	29,0	3,6	4,8	0,74994526	0,94297030	0,22811881
25.12.2008	21:23	-1,5	21,1	-2,61	22,54	5,5	0,21868787	29,2	3,7	4,8	0,74909022	0,94274354	0,22902584
25.12.2008	21:38	-1,5	21,0	-2,62	22,39	5,4	0,21591363	29,1	3,5	4,8	0,74779423	0,94442223	0,22231108
25.12.2008	21:53	-1,5	21,0	-2,64	22,44	5,5	0,21929825	28,9	3,5	4,7	0,74822803	0,94258373	0,22966507
25.12.2008	22:08	-1,5	20,9	-2,67	22,41	5,7	0,22727273	29,0	3,5	4,8	0,74796797	0,93979266	0,24082935
25.12.2008	22:23	-1,6	20,9	-2,73	22,36	5,7	0,22718214	28,9	3,4	4,7	0,74858678	0,94180949	0,23276206
25.12.2008	22:38	-1,6	20,9	-2,92	22,35	6,0	0,23743569	28,9	3,4	4,7	0,74850039	0,94261971	0,22952117
25.12.2008	22:53	-1,6	20,8	-2,95	22,33	5,7	0,22547468	29,0	3,4	4,7	0,74832739	0,93947785	0,24208861
25.12.2008	23:08	-1,7	20,8	-3,08	22,38	6,2	0,24351925	28,9	3,4	4,7	0,74980271	0,93794187	0,24823252
25.12.2008	23:23	-1,7	20,8	-3,07	22,36	6,6	0,25953598	29,1	3,5	4,8	0,74963173	0,93865513	0,24537947
25.12.2008	23:38	-1,7	20,8	-3,01	22,24	6,4	0,25346535	29,3	3,5	4,7	0,74859982	0,94297030	0,22811881
25.12.2008	23:53	-1,7	20,7	-3,00	22,24	5,9	0,23375594	29,4	3,5	4,8	0,74859982	0,93898574	0,24405705
26.12.2008	0:08	-1,7	20,7	-2,88	22,18	5,6	0,22346369	29,5	3,5	4,8	0,74807997	0,94094174	0,23623304
26.12.2008	0:23	-1,7	20,6	-2,79	22,07	5,3	0,21319389	29,5	3,4	4,7	0,74712011	0,94086887	0,23652454
26.12.2008	0:38	-1,7	20,5	-2,80	21,98	5,2	0,20984665	29,6	3,4	4,7	0,74632814	0,94027441	0,23890234
26.12.2008	0:53	-1,7	20,5	-2,66	22,02	5,5	0,22285251	29,5	3,4	4,7	0,74668087	0,93841167	0,24635332
26.12.2008	1:08	-1,7	20,4	-2,69	22,01	5,7	0,23076923	29,4	3,3	4,7	0,74659280	0,93481781	0,26072874
26.12.2008	1:23	-1,7	20,4	-2,70	21,94	6,0	0,24350649	29,5	3,3	4,7	0,74597421	0,93750000	0,25000000
26.12.2008	1:38	-1,7	20,3	-2,76	21,77	4,9	0,19975540	29,3	3,1	4,7	0,74445657	0,94007338	0,23970648
26.12.2008	1:53	-1,7	20,2	-2,67	21,82	5,1	0,20824826	29,2	3,1	4,7	0,74490522	0,93385055	0,26459780
26.12.2008	2:08	-1,7	20,2	-2,72	21,77	5,4	0,22049816	29,0	3,0	4,6	0,74445657	0,93589220	0,25643120
26.12.2008	2:23	-1,8	20,1	-2,79	21,72	5,2	0,21215830	28,9	2,9	4,6	0,74509443	0,93390453	0,26438188
26.12.2008	2:38	-1,8	20,0	-2,80	21,67	5,4	0,22067838	28,8	2,8	4,5	0,74464619	0,93175317	0,27298733
26.12.2008	2:53	-1,8	20,1	-2,81	21,68	5,8	0,23683136	28,7	2,7	4,5	0,74473599	0,93548387	0,25806452
26.12.2008	3:08	-1,8	20,0	-2,80	21,68	6,0	0,24509804	28,5	2,6	4,5	0,74473599	0,93137255	0,27450980
26.12.2008	3:23	-1,8	20,0	-2,86	21,68	6,1	0,24857376	28,5	2,6	4,5	0,74473599	0,93154034	0,27383863
26.12.2008	3:38	-1,8	20,0	-2,84	21,66	5,9	0,24081633	28,4	2,5	4,4	0,74455631	0,93224490	0,27102041
26.12.2008	3:53	-1,8	20,0	-2,89	21,60	5,8	0,23683136	28,4	2,5	4,4	0,74401544	0,93466721	0,26133116
26.12.2008	4:08	-1,9	20,0	-2,86	21,62	6,0	0,24509804	28,3	2,5	4,4	0,74528364	0,93382353	0,26470588
26.12.2008	4:23	-1,9	19,9	-2,93	21,58	5,9	0,24071807	28,3	2,4	4,4	0,74492552	0,93145655	0,27417381
26.12.2008	4:38	-1,9	19,9	-2,97	21,50	5,5	0,22476502	28,3	2,4	4,4	0,74420562	0,93461381	0,26154475
26.12.2008	4:53	-1,9	19,8	-3,01	21,37	5,4	0,22149303	28,3	2,2	4,4	0,74302522	0,93560295	0,25758819
26.12.2008	5:08	-1,9	19,7	-2,98	21,25	5,2	0,21460999	28,5	2,2	4,4	0,74192385	0,93602972	0,25588114
26.12.2008	5:23	-1,9	19,6	-3,02	21,14	5,1	0,21109272	28,5	2,1	4,4	0,74090418	0,93625828	0,25496689

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Przně ke kapitole 4.3.2 (4/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{se,1}$ [°C]	$\theta_{si,1}$ [°C]	θ_a [°C]	θ_{si} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	Φ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [g/k]	$f_{Rsi,cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rsi} (Rsi,1) [-]	U_{si} (Rsi,1) [W/m ² ·K]
26.12.2008	5:38	-1,9	19,5	-2,96	21,01	4,9	0,20442219	28,4	1,9	4,3	0,73968650	0,93700459	0,25198164
26.12.2008	5:53	-1,9	19,4	-3,02	20,88	4,7	0,19665272	28,5	1,9	4,3	0,73845492	0,93807531	0,24769874
26.12.2008	6:08	-1,9	19,2	-3,02	20,76	4,7	0,19764508	28,5	1,8	4,2	0,73730553	0,93439865	0,26240538
26.12.2008	6:23	-1,9	19,1	-3,00	20,66	4,7	0,19864751	28,5	1,7	4,2	0,73633837	0,93406593	0,26373626
26.12.2008	6:38	-1,9	19,0	-3,01	20,54	4,6	0,19532909	28,8	1,7	4,2	0,73516640	0,93460722	0,26157113
26.12.2008	6:53	-1,9	18,9	-3,03	20,44	4,7	0,20025565	28,8	1,6	4,2	0,73418013	0,93438432	0,26246272
26.12.2008	7:08	-1,9	18,8	-2,87	20,37	4,7	0,20223752	29,2	1,8	4,2	0,73348448	0,93244406	0,27022375
26.12.2008	7:23	-1,9	18,8	-2,80	20,43	5,4	0,23245803	28,7	1,6	4,2	0,73408102	0,92983211	0,28067155
26.12.2008	7:38	-1,9	18,8	-2,81	20,38	5,4	0,23285899	28,6	1,5	4,1	0,73358413	0,93186718	0,27253126
26.12.2008	7:53	-1,9	18,7	-2,86	20,30	5,4	0,23316062	28,6	1,4	4,1	0,73278444	0,93091537	0,27633851
26.12.2008	8:08	-1,8	18,7	-2,84	20,27	5,5	0,23799221	28,5	1,3	4,1	0,73127094	0,93206404	0,27174383
26.12.2008	8:23	-1,8	18,7	-2,81	20,20	5,4	0,23468057	28,6	1,3	4,1	0,73055749	0,93481095	0,26075619
26.12.2008	8:38	-1,7	18,6	-2,75	20,12	5,4	0,23611718	28,6	1,2	4,0	0,72849794	0,93353739	0,26585046
26.12.2008	8:53	-1,6	18,5	-2,73	20,04	5,1	0,22397892	28,6	1,2	4,0	0,72640412	0,93236715	0,27053140
26.12.2008	9:08	-1,6	18,4	-2,70	19,94	4,9	0,21643110	28,6	1,1	4,0	0,72534055	0,93197880	0,27208481
26.12.2008	9:23	-1,6	18,3	-2,64	19,86	4,8	0,21333333	28,6	1,0	4,0	0,72448255	0,93066667	0,27733333
26.12.2008	9:38	-1,4	18,2	-2,46	19,80	5,2	0,23360288	29,4	1,4	4,1	0,72122952	0,92812219	0,28751123
26.12.2008	9:53	-1,4	18,2	-2,50	19,77	5,2	0,23349798	30,8	2,0	4,3	0,72089754	0,92950157	0,28199371
26.12.2008	10:08	-1,3	18,2	-2,40	19,80	6,0	0,27027027	31,4	2,4	4,4	0,71990833	0,92792793	0,28828829
26.12.2008	10:23	-1,2	18,3	-2,39	19,98	6,7	0,29950827	31,5	2,5	4,4	0,72058807	0,92489942	0,30040232
26.12.2008	10:38	-1,2	18,5	-2,33	20,14	8,1	0,36048064	31,1	2,5	4,4	0,72234934	0,92701380	0,29194482
26.12.2008	10:53	-1,2	18,7	-2,31	20,34	7,8	0,34437086	31,4	2,9	4,6	0,72451413	0,92759382	0,28962472
26.12.2008	11:08	-1,1	18,7	-2,25	20,23	6,4	0,28469751	30,9	2,5	4,4	0,72203140	0,93193950	0,27224199
26.12.2008	11:23	-1,1	18,7	-2,22	20,25	6,2	0,27592345	30,7	2,4	4,4	0,72225010	0,93101914	0,27592345
26.12.2008	11:38	-1,0	18,7	-2,23	20,05	5,6	0,25134650	30,1	1,9	4,3	0,71871450	0,93940754	0,24236984
26.12.2008	11:53	-1,1	18,6	-2,26	20,08	5,8	0,25962399	29,6	1,7	4,2	0,72037795	0,93375112	0,26499552
26.12.2008	12:08	-1,1	18,5	-2,28	20,06	5,5	0,24619517	29,4	1,6	4,2	0,72015572	0,93017010	0,27931961
26.12.2008	12:23	-1,0	18,5	-2,22	20,02	5,4	0,24280576	29,3	1,5	4,1	0,71837656	0,93165468	0,27338129
26.12.2008	12:38	-0,9	18,4	-2,19	19,95	5,3	0,23938573	29,2	1,4	4,1	0,71622976	0,92999097	0,28003613
26.12.2008	12:53	-0,7	18,4	-2,04	19,89	5,1	0,23255814	29,2	1,3	4,1	0,71277613	0,93205654	0,27177383
26.12.2008	13:08	-0,7	18,3	-2,03	19,87	5,4	0,24657534	29,1	1,3	4,1	0,71254014	0,92831050	0,28675799
26.12.2008	13:23	-0,7	18,3	-2,01	19,80	5,1	0,23383769	29,0	1,2	4,0	0,71171053	0,93122421	0,27510316
26.12.2008	13:38	-0,7	18,2	-2,00	19,75	5,1	0,23448276	28,9	1,1	4,0	0,71111447	0,92873563	0,28505747
26.12.2008	13:53	-0,6	18,2	-1,96	19,68	4,9	0,22643253	28,9	1,0	4,0	0,70884645	0,93160813	0,27356747
26.12.2008	14:08	-0,5	18,1	-1,81	19,65	5,1	0,23765144	28,9	1,0	4,0	0,70703430	0,92777260	0,28890960
26.12.2008	14:23	-0,6	18,0	-1,98	19,58	5,2	0,24118738	28,8	0,9	4,0	0,70762420	0,92671614	0,29313544
26.12.2008	14:38	-0,8	18,0	-2,14	19,52	5,0	0,23084026	28,8	0,9	4,0	0,70977000	0,92982456	0,28070175
26.12.2008	14:53	-0,8	17,9	-2,18	19,48	5,1	0,23545706	28,9	0,9	4,0	0,70928533	0,92705448	0,29178209
26.12.2008	15:08	-1,0	17,9	-2,26	19,43	4,9	0,22591056	28,8	0,8	4,0	0,71152872	0,92946058	0,28215768
26.12.2008	15:23	-1,1	17,8	-2,36	19,33	4,8	0,22130014	28,8	0,7	3,9	0,71174655	0,92946058	0,28215768
26.12.2008	15:38	-1,2	17,7	-2,50	19,25	4,5	0,20689655	28,8	0,6	3,9	0,71220255	0,92873563	0,28505747
26.12.2008	15:53	-1,3	17,7	-2,50	19,28	4,8	0,22038567	28,7	0,6	3,9	0,71395564	0,92745638	0,29017447
26.12.2008	16:08	-1,4	17,7	-2,55	19,32	5,6	0,25605853	28,7	0,6	3,9	0,71580246	0,92592593	0,29629630
26.12.2008	16:23	-1,5	17,7	-2,54	19,34	5,6	0,25594150	28,7	0,6	3,9	0,71739621	0,92504570	0,29981718
26.12.2008	16:38	-1,6	17,8	-2,60	19,38	6,0	0,27297543	28,6	0,6	3,9	0,71919718	0,92811647	0,28753412
26.12.2008	16:53	-1,6	17,7	-2,65	19,34	5,6	0,25466121	28,7	0,6	3,9	0,71874579	0,92542065	0,29831742
26.12.2008	17:08	-1,6	17,8	-2,65	19,40	5,5	0,24943311	28,6	0,6	3,9	0,71942223	0,92743764	0,29024943
26.12.2008	17:23	-1,7	17,7	-2,68	19,33	5,4	0,24534303	28,7	0,6	3,9	0,71997061	0,92594275	0,29622899
26.12.2008	17:38	-1,7	17,7	-2,63	19,28	5,4	0,24646280	28,7	0,6	3,9	0,71940930	0,92788681	0,28845276
26.12.2008	17:53	-1,7	17,6	-2,65	19,20	5,0	0,22883295	28,7	0,5	3,9	0,71850561	0,92677346	0,29290618
26.12.2008	18:08	-1,7	17,6	-2,64	19,11	4,7	0,21609195	28,7	0,4	3,8	0,71748066	0,93057471	0,27770115
26.12.2008	18:23	-1,7	17,5	-2,71	19,00	4,5	0,20727775	28,7	0,4	3,8	0,71621584	0,93090742	0,27637034
26.12.2008	18:38	-1,8	17,4	-2,77	18,90	4,2	0,19381634	28,7	0,3	3,8	0,71643082	0,93077988	0,27688048
26.12.2008	18:53	-1,7	17,3	-2,72	18,80	4,4	0,20446097	28,7	0,2	3,7	0,71388138	0,93029740	0,27881041
26.12.2008	19:08	-1,7	17,2	-2,67	18,71	4,2	0,19644528	28,7	0,1	3,7	0,71281595	0,92937325	0,28250702
26.12.2008	19:23	-1,8	17,0	-2,66	18,60	4,0	0,18814675	28,7	0,0	3,7	0,71291514	0,92474130	0,30103481
26.12.2008	19:38	-1,7	16,9	-2,65	18,50	4,0	0,18912530	28,8	0,0	3,7	0,71029302	0,92434988	0,30260047
26.12.2008	19:53	-1,7	16,8	-2,66	18,39	3,8	0,18052257	28,8	-0,1	3,7	0,70895044	0,92446556	0,30213777
26.12.2008	20:08	-1,7	16,7	-2,63	18,30	3,9	0,18633540	28,8	-0,2	3,7	0,70784098	0,92355471	0,30578118
26.12.2008	20:23	-1,8	16,6	-2,62	18,20	3,8	0,18251681	28,9	-0,2	3,7	0,70806349	0,92315082	0,30739673
26.12.2008	20:38	-1,8	16,5	-2,64	18,13	5,1	0,24554646	29,0	-0,2	3,7	0,70719443	0,92152143	0,31391430
26.12.2008	20:53	-1,8	16,6	-2,64	18,19	5,1	0,24483917	28,9	-0,2	3,7	0,70793971	0,92366779	0,30532885
26.12.2008	21:08	-1,8	16,6	-2,60	18,18	5,4	0,25986526	29,1	-0,1	3,7	0,70781581	0,92396535	0,30413859
26.12.2008	21:23	-1,8	16,7	-2,60	18,34	6,7	0,31996180	29,1	0,0	3,7	0,70978349	0,92168099	0,31327603
26.12.2008	21:38	-1,8	17,0	-2,62	18,69	8,7	0,40825903	29,3	0,4	3,8	0,71398065	0,92069451	0,31722196
26.12.2008	23:38	-2,0	21,7	-2,71	23,05	8,6	0,33385093	29,9	4,4	5,1	0,75830070	0,94759317	0,20962733
26.12.2008	23:53	-2,0	21,6	-2,72	22,88	7,1	0,27734375	29,0	3,8	4,9	0,75695330	0,95000000	0,20000000
27.12.2008	0:08	-2,0	21,5	-2,79	22,72	5,7	0,22344179	28,8	3,6	4,8	0,75566822	0,95217562	0,19129753
27.12.2008	0:23	-2,0	21,5	-2,80	22,68	6,2	0,24332810	28,5	3,5	4,7	0,75534435	0,95368917	0,18524333
27.12.2008	0:38	-2,1	21,5	-2,80	22,68	6,5	0,25510204	28,3	3,4	4,7	0,75633166	0,95368917	0,18524333

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Przně ke kapitole 4.3.2 (5/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{\text{se},1}$ [°C]	$\theta_{\text{si},1}$ [°C]	θ_a [°C]	θ_{si} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	Φ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [g/kg]	$f_{\text{Rel},cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rel} (Rel.1) [-]	$U_{\text{si}}(\text{Rel.1})$ [W/m ² ·K]
27.12.2008	0:53	-2,0	21,5	-2,79	22,73	6,7	0,26253918	28,1	3,3	4,7	0,75574903	0,95180251	0,19278997
27.12.2008	1:08	-2,0	21,6	-2,77	22,81	7,1	0,27756059	27,9	3,3	4,7	0,75639312	0,95269742	0,18921032
27.12.2008	1:23	-2,0	21,8	-2,81	23,03	8,3	0,32120743	27,7	3,3	4,7	0,75814313	0,95239938	0,19040248
27.12.2008	2:08	-2,0	22,3	-2,72	23,57	8,9	0,33853176	27,3	3,6	4,8	0,76231096	0,95169266	0,19322936
27.12.2008	2:23	-2,1	22,4	-2,88	23,60	8,0	0,30211480	27,2	3,6	4,8	0,76346133	0,95468278	0,18126888
27.12.2008	2:38	-2,2	22,4	-3,14	23,49	6,7	0,25159594	27,3	3,5	4,8	0,76355981	0,95906872	0,16372512
27.12.2008	2:53	-2,4	22,2	-3,24	23,24	5,4	0,20392749	27,4	3,4	4,7	0,76353265	0,96072508	0,15709970
27.12.2008	3:08	-2,3	22,0	-3,11	23,01	4,8	0,18376732	27,6	3,3	4,7	0,76085392	0,96133231	0,15467075
27.12.2008	3:23	-2,3	21,7	-3,03	22,75	4,2	0,16291699	27,7	3,1	4,7	0,75883367	0,95927075	0,16291699
27.12.2008	3:38	-2,2	21,4	-2,99	22,52	3,8	0,14896119	27,7	3,0	4,6	0,75602827	0,95609565	0,17561740
27.12.2008	3:53	-2,5	21,2	-3,51	22,28	3,6	0,13958899	27,8	2,8	4,5	0,75705002	0,95812330	0,16750679
27.12.2008	4:08	-2,7	20,9	-3,44	22,04	3,3	0,12951334	27,9	2,6	4,5	0,75708893	0,95525903	0,17863899
27.12.2008	4:23	-3,1	20,6	-4,15	21,74	3,3	0,12746234	28,1	2,5	4,4	0,75860430	0,95596756	0,17612978
27.12.2008	4:38	-2,9	20,3	-3,52	21,46	3,2	0,12810248	28,2	2,3	4,4	0,75435926	0,95356285	0,18574860
27.12.2008	4:53	-2,7	20,1	-3,31	21,16	3,3	0,13485901	28,3	2,0	4,3	0,74977126	0,95668165	0,17327340
27.12.2008	5:23	-2,7	19,5	-3,39	20,54	2,9	0,12118679	27,8	1,2	4,0	0,74428287	0,95653991	0,17364037
27.12.2008	5:38	-2,7	19,2	-3,49	20,45	3,5	0,14619883	28,0	1,2	4,0	0,74346173	0,94778613	0,20885547
27.12.2008	5:53	-2,7	19,0	-3,55	20,28	3,7	0,15526647	28,1	1,2	4,0	0,74189315	0,94628619	0,21485522
27.12.2008	6:08	-2,7	18,9	-3,49	20,11	3,6	0,15254237	28,2	1,1	4,0	0,74030118	0,94872881	0,20508475
27.12.2008	6:23	-2,7	18,7	-3,45	19,92	3,6	0,15404365	28,5	1,1	4,0	0,73849361	0,94779632	0,20881472
27.12.2008	6:38	-2,7	18,5	-3,40	19,75	3,6	0,15550756	28,5	0,9	4,0	0,73685037	0,94600432	0,21598272
27.12.2008	6:53	-2,6	18,3	-3,33	19,64	3,8	0,16543317	28,6	0,9	4,0	0,73458571	0,94166304	0,23334785
27.12.2008	7:08	-2,6	18,2	-3,34	19,51	4,0	0,17505470	28,8	0,8	4,0	0,73328682	0,94266958	0,22932166
27.12.2008	7:23	-2,6	18,0	-3,27	19,36	4,0	0,17675652	28,9	0,8	4,0	0,73176898	0,93990278	0,24038886
27.12.2008	7:38	-2,6	17,9	-3,31	19,24	4,0	0,17738359	28,9	0,7	3,9	0,73053971	0,94057650	0,23769401
27.12.2008	7:53	-2,6	17,7	-3,28	19,11	4,2	0,18758374	28,9	0,5	3,9	0,72919265	0,93702546	0,25189817
27.12.2008	8:08	-2,6	17,6	-3,26	19,00	4,2	0,18867925	28,9	0,4	3,8	0,72804018	0,93710692	0,25157233
27.12.2008	8:23	-2,5	17,5	-3,22	18,92	4,8	0,21680217	29,0	0,4	3,8	0,72592101	0,93586269	0,25654923
27.12.2008	8:38	-2,4	17,4	-3,14	18,90	4,6	0,20871143	28,9	0,4	3,8	0,72441869	0,93194192	0,27223230
27.12.2008	8:53	-2,3	17,4	-3,11	19,03	6,1	0,27551942	29,1	0,6	3,9	0,72453505	0,92637760	0,29448961
27.12.2008	9:08	-2,1	17,6	-3,07	19,20	7,2	0,32330489	29,5	0,9	4,0	0,72379189	0,92815447	0,28738213
27.12.2008	9:23	-1,9	17,7	-2,90	19,35	8,0	0,35955056	29,4	1,0	4,0	0,72282785	0,92584270	0,29662921
27.12.2008	9:38	-1,7	17,9	-2,83	19,56	8,5	0,37963377	29,4	1,2	4,0	0,72251864	0,92585976	0,29656096
27.12.2008	9:53	-1,4	17,8	-2,94	18,85	5,4	0,24782010	28,2	0,0	3,7	0,71023917	0,95181276	0,19274897
27.12.2008	10:08	-1,3	17,9	-2,93	19,49	8,2	0,36574487	28,3	0,6	3,9	0,71639546	0,92908118	0,28367529
27.12.2008	10:23	-0,9	18,1	-2,65	19,70	8,8	0,39373602	28,4	0,8	4,0	0,71332602	0,92841163	0,28635347
27.12.2008	10:38	-0,7	18,3	-2,64	19,90	8,9	0,39485359	28,3	0,9	4,0	0,71289396	0,92901508	0,28393966
27.12.2008	10:53	0,5	18,5	-1,95	19,99	8,7	0,39653601	28,4	1,1	4,0	0,69633711	0,93208751	0,27164995
27.12.2008	13:38	1,7	21,7	-2,08	23,05	7,8	0,31038599	27,2	3,1	4,7	0,71641370	0,94627935	0,21488261
27.12.2008	13:53	1,3	21,8	-2,41	23,21	8,0	0,31225605	27,3	3,3	4,7	0,72333693	0,94496487	0,22014052
27.12.2008	14:23	0,2	22,0	-2,58	23,28	6,1	0,23588554	26,6	3,0	4,6	0,73722691	0,95050271	0,19798917
27.12.2008	14:38	0,0	21,9	-2,79	23,17	6,0	0,23112481	26,3	2,8	4,5	0,73845888	0,95107858	0,19568567
27.12.2008	14:53	-0,5	21,9	-3,25	23,26	6,2	0,23387401	26,6	3,0	4,6	0,74478481	0,94869860	0,20520558
27.12.2008	15:08	-0,9	21,9	-3,51	23,32	6,7	0,24972046	26,7	3,1	4,7	0,74952176	0,94707417	0,21170332
27.12.2008	15:23	-1,2	21,9	-3,58	23,19	6,9	0,25775121	27,4	3,3	4,7	0,75150481	0,95181173	0,19275308
27.12.2008	15:38	-1,5	22,0	-3,81	23,33	7,5	0,27634488	27,9	3,7	4,9	0,75565735	0,95099484	0,19602063
27.12.2008	15:53	-1,7	22,0	-3,77	23,32	6,3	0,23255814	28,2	3,8	4,9	0,75753065	0,95127353	0,19490587
27.12.2008	16:08	-1,8	21,9	-3,89	23,23	5,5	0,20280236	27,9	3,6	4,8	0,75778754	0,95095870	0,19616519
27.12.2008	16:23	-1,9	21,8	-3,79	23,17	5,9	0,21884273	28,2	3,7	4,9	0,75828051	0,94918398	0,20326409
27.12.2008	16:38	-2,2	21,9	-4,11	23,26	6,5	0,23748630	28,1	3,7	4,9	0,76182589	0,95031056	0,19875776
27.12.2008	16:53	-2,4	21,8	-4,19	23,21	6,0	0,21897810	28,5	3,9	4,9	0,76330778	0,94854015	0,20583942
27.12.2008	17:08	-2,4	21,8	-4,07	23,06	4,5	0,16586804	27,9	3,5	4,8	0,76217547	0,95355695	0,18577221
27.12.2008	17:23	-2,4	21,6	-4,14	22,88	4,9	0,18134715	27,6	3,2	4,7	0,76079897	0,95262768	0,18948927
27.12.2008	17:38	-2,5	21,5	-4,31	22,80	4,8	0,17705644	27,7	3,2	4,7	0,76112878	0,95204722	0,19181114
27.12.2008	17:53	-2,5	21,3	-4,37	22,65	4,6	0,17024426	27,6	3,0	4,6	0,75996953	0,95003701	0,19985196
27.12.2008	18:08	-2,6	21,3	-4,32	22,62	5,2	0,19302153	26,8	2,5	4,4	0,76068869	0,95100223	0,19599109
27.12.2008	18:23	-2,6	21,3	-4,37	22,72	6,0	0,22148394	26,6	2,5	4,4	0,76145807	0,94758213	0,20967147
27.12.2008	18:38	-2,8	21,4	-4,44	22,82	6,8	0,24944974	26,5	2,6	4,5	0,76407760	0,94790902	0,20836390
27.12.2008	18:53	-3,0	21,5	-4,94	22,99	7,6	0,27210884	26,2	2,5	4,4	0,76714516	0,94665235	0,21339062
27.12.2008	19:08	-3,4	21,6	-5,28	23,13	7,5	0,26399155	26,1	2,6	4,5	0,77164992	0,94614572	0,21541711
27.12.2008	19:23	-3,4	21,7	-5,07	23,14	7,5	0,26586317	26,1	2,6	4,5	0,77171919	0,94895472	0,20418291
27.12.2008	19:38	-3,5	21,6	-5,11	23,09	6,7	0,23758865	26,1	2,6	4,5	0,77223214	0,94716312	0,21134752
27.12.2008	19:53	-3,5	21,6	-5,07	22,97	6,0	0,21398003	25,9	2,4	4,4	0,77140131	0,95114123	0,19543509
27.12.2008	20:08	-3,4	21,5	-5,05	22,86	5,5	0,19706198	26,0	2,3	4,4	0,76975964	0,95127195	0,19491222
27.12.2008	20:23	-3,8	21,3	-5,76	22,63	5,0	0,17611835	26,0	2,1	4,4	0,77162783	0,95315252	0,18738993
27.12.2008	20:38	-4,1	21,2	-6,32	22,55	5,4	0,18704538	26,0	2,0	4,3	0,77364667	0,95323866	0,18704538
27.12.2008	20:53	-4,4	21,1	-6,50	22,49	5,4	0,18627113	26,0	2,0	4,3	0,77576623	0,95205243	0,19179027
27.12.2008	21:08	-4,8	21,0	-7,32	22,34	5,3	0,17869184	26,1	1,9	4,3	0,77807772	0,95482131	0,18071477
27.12.2008	21:23	-5,0	20,9	-7,40	22,29	5,5	0,18524756	26,1	1,9	4,3	0,77937906	0,95318289	0,18726844
27.12.2008	21:38	-5,3	20,8	-7,54	22,32	5,7	0,19089082	26,0	1,8	4,3	0,78196667	0,94909578	0,20361688

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Przně ke kapitole 4.3.2 (6/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{se,1}$ [°C]	$\theta_{si,1}$ [°C]	θ_a [°C]	θ_{si} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	Φ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [g/kg]	$f_{Rai,cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rai} (Bai,1) [-]	U_{λ} (Bai,1) [W/m ² ·K]
27.12.2008	21:53	-5,6	20,9	-8,27	22,45	6,8	0,22135417	25,8	1,8	4,3	0,78510282	0,94954427	0,20182292
27.12.2008	22:08	-5,9	21,1	-8,83	22,70	7,6	0,24104028	25,6	1,9	4,3	0,78884645	0,94925468	0,20298129
27.12.2008	22:23	-6,1	21,2	-9,05	22,73	7,5	0,23599748	25,6	2,0	4,3	0,79048468	0,95185651	0,19257395
27.12.2008	22:38	-6,3	21,2	-9,17	22,67	7,5	0,23555276	25,5	1,9	4,3	0,79158935	0,95383166	0,15467337
27.12.2008	22:53	-6,5	21,3	-8,81	22,83	7,8	0,24652339	25,5	2,0	4,3	0,79390464	0,95164349	0,19342604
27.12.2008	23:08	-6,7	21,3	-8,85	22,82	7,3	0,23050205	25,6	2,1	4,4	0,79524621	0,95200505	0,19197979
27.12.2008	23:23	-6,9	21,2	-8,98	22,77	7,0	0,22047244	25,5	1,9	4,3	0,79635636	0,95055118	0,19779528
27.12.2008	23:38	-7,2	21,2	-9,24	22,66	6,4	0,20062696	25,2	1,7	4,2	0,79781609	0,95423197	0,18307210
27.12.2008	23:53	-7,3	21,1	-9,65	22,40	5,6	0,17472699	25,6	1,7	4,2	0,79711647	0,95943838	0,16224649
28.12.2008	0:08	-7,4	21,0	-9,59	22,23	5,4	0,16970459	25,6	1,5	4,1	0,79689250	0,96134507	0,15461974
28.12.2008	0:23	-7,6	20,8	-9,73	22,03	4,9	0,15428212	25,7	1,4	4,1	0,79719288	0,96127204	0,15491184
28.12.2008	0:38	-7,8	20,6	-9,70	21,82	4,7	0,14911168	25,7	1,2	4,0	0,79743993	0,96129442	0,15462234
28.12.2008	0:53	-7,9	20,4	-9,45	21,61	4,6	0,14810045	25,8	1,1	4,0	0,79700157	0,96104314	0,15582743
28.12.2008	1:08	-8,1	20,2	-10,41	21,36	4,6	0,14479068	26,0	1,0	4,0	0,79703469	0,96348757	0,14604973
28.12.2008	1:23	-8,3	20,0	-10,79	21,12	4,4	0,13788781	26,2	0,9	4,0	0,79712177	0,96490128	0,14039486
28.12.2008	1:38	-8,4	19,7	-11,15	20,87	4,4	0,13741412	26,3	0,7	3,9	0,79646218	0,96346034	0,14615865
28.12.2008	1:53	-8,5	19,5	-11,02	20,68	4,4	0,13880126	26,2	0,5	3,9	0,79612418	0,96277603	0,14889590
28.12.2008	2:08	-8,7	19,3	-10,75	20,46	4,5	0,14418456	26,3	0,4	3,8	0,79632010	0,96283243	0,14867030
28.12.2008	2:23	-8,8	19,1	-11,23	20,22	4,3	0,13672496	26,3	0,2	3,7	0,79570554	0,96438792	0,14244833
28.12.2008	2:38	-8,9	18,9	-11,30	20,03	4,5	0,14363230	26,4	0,1	3,7	0,79536226	0,96393233	0,14427067
28.12.2008	2:53	-8,7	18,7	-10,79	19,87	4,6	0,15003262	26,4	0,0	3,7	0,79303292	0,96183953	0,15264188
28.12.2008	3:08	-8,6	18,5	-10,40	19,70	4,8	0,15946844	26,4	-0,2	3,7	0,79132565	0,96013289	0,15946844
28.12.2008	3:23	-8,3	18,3	-9,87	19,57	4,9	0,16644022	26,5	-0,2	3,7	0,78831365	0,95686141	0,17255435
28.12.2008	3:38	-8,1	18,2	-9,34	19,46	5,1	0,17708333	26,5	-0,3	3,7	0,78611018	0,95625000	0,17500000
28.12.2008	3:53	-8,0	18,1	-9,51	19,37	5,3	0,18351801	26,5	-0,4	3,6	0,78477172	0,95602493	0,17590028
28.12.2008	4:08	-7,8	17,9	-9,20	19,24	5,2	0,18284107	26,7	-0,4	3,6	0,78235899	0,95288326	0,18846695
28.12.2008	4:23	-7,7	17,8	-8,95	19,15	5,4	0,19217082	26,7	-0,5	3,6	0,78096806	0,95195730	0,19217082
28.12.2008	4:38	-7,5	17,7	-8,62	19,06	5,5	0,19869942	26,7	-0,6	3,6	0,77872732	0,95086705	0,19653179
28.12.2008	4:53	-7,3	17,6	-8,43	18,99	5,6	0,20423049	26,7	-0,6	3,5	0,77657333	0,94930708	0,20277170
28.12.2008	5:08	-7,1	17,6	-8,12	18,93	5,7	0,21072089	26,8	-0,6	3,5	0,77444422	0,95083179	0,19667283
28.12.2008	5:23	-7,0	17,6	-7,86	19,02	6,5	0,24181548	26,7	-0,6	3,6	0,77420360	0,94717262	0,21130952
28.12.2008	5:38	-6,9	17,6	-7,71	19,12	6,9	0,25717480	26,7	-0,5	3,6	0,77403257	0,94334700	0,22661200
28.12.2008	5:53	-6,8	17,7	-7,65	19,11	7,1	0,26532138	26,8	-0,4	3,6	0,77309041	0,94730942	0,21076233
28.12.2008	6:08	-6,7	17,7	-7,46	19,19	7,3	0,27392120	26,7	-0,4	3,6	0,77277761	0,94409006	0,22363977
28.12.2008	6:23	-6,6	17,6	-7,27	19,12	6,9	0,26146268	26,8	-0,4	3,6	0,77139687	0,94240243	0,23039030
28.12.2008	6:38	-6,6	17,6	-7,26	19,04	7,4	0,28136882	26,4	-0,7	3,5	0,77082245	0,94524715	0,21901141
28.12.2008	6:53	-6,5	17,6	-7,28	19,03	6,6	0,25085519	27,0	-0,4	3,6	0,76985244	0,94564804	0,21740783
28.12.2008	7:08	-6,6	17,5	-7,38	19,03	6,8	0,25747823	26,7	-0,6	3,6	0,77075040	0,94206740	0,23173041
28.12.2008	7:23	-6,6	17,4	-7,40	19,02	6,5	0,24602574	26,5	-0,7	3,5	0,77067829	0,93868282	0,24526874
28.12.2008	7:38	-6,6	17,4	-7,42	18,96	6,2	0,23502654	26,3	-0,9	3,5	0,77024444	0,94086429	0,23654284
28.12.2008	7:53	-6,5	17,3	-7,47	18,92	6,2	0,23493748	26,3	-0,9	3,5	0,76904909	0,93861311	0,24554756
28.12.2008	8:08	-6,5	17,2	-7,39	18,87	6,2	0,23610053	26,2	-1,0	3,4	0,76888164	0,93640518	0,25437928
28.12.2008	8:23	-6,4	17,2	-7,50	18,83	6,4	0,24306874	26,1	-1,1	3,4	0,76746862	0,93809343	0,24762628
28.12.2008	8:38	-6,2	17,1	-7,30	18,77	6,3	0,24165708	26,1	-1,1	3,4	0,76515432	0,93594170	0,25623322
28.12.2008	8:53	-6,0	17,0	-7,10	18,70	6,1	0,23643411	26,1	-1,2	3,4	0,76271330	0,93410853	0,26356589
28.12.2008	9:08	-5,8	16,9	-7,32	18,48	5,5	0,21317829	25,5	-1,7	3,3	0,75901191	0,93875969	0,24496124
28.12.2008	9:23	-5,4	16,9	-6,85	18,68	7,4	0,28985507	26,2	-1,1	3,4	0,75664072	0,93027810	0,27888758
28.12.2008	9:38	-5,1	17,1	-6,55	18,95	8,9	0,34901961	26,4	-0,8	3,5	0,75583754	0,92745098	0,29019608
28.12.2008	13:23	-3,0	21,3	-5,87	22,87	8,5	0,29575505	30,8	4,7	5,2	0,76627147	0,94537230	0,21851079
28.12.2008	13:38	-3,0	21,3	-5,76	22,86	7,3	0,25506639	30,8	4,7	5,2	0,76619830	0,94549266	0,21802935
28.12.2008	13:53	-3,3	21,2	-6,12	22,81	6,7	0,23159350	30,4	4,4	5,1	0,76852214	0,94434843	0,22260629
28.12.2008	14:08	-3,7	21,2	-6,67	22,73	6,3	0,21428571	30,2	4,3	5,1	0,77145946	0,94795918	0,20816327
28.12.2008	14:23	-4,0	21,1	-6,87	22,67	6,7	0,22681110	30,1	4,2	5,1	0,77361618	0,94685173	0,21259309
28.12.2008	14:38	-4,1	21,1	-6,71	22,64	6,7	0,22827939	29,8	4,0	5,0	0,77425874	0,94752981	0,20988075
28.12.2008	14:53	-4,3	21,1	-6,81	22,61	7,2	0,24473148	29,6	3,9	5,0	0,77573444	0,94867437	0,20530252
28.12.2008	15:08	-4,5	21,1	-6,85	22,64	7,6	0,25771448	29,5	3,9	4,9	0,77758580	0,94777891	0,20888437
28.12.2008	15:23	-4,8	21,1	-6,93	22,76	7,8	0,26271472	29,2	3,8	4,9	0,78078151	0,94408892	0,22364432
28.12.2008	15:38	-5,0	21,1	-6,94	22,74	5,7	0,19204852	28,1	3,3	4,7	0,78223606	0,94474394	0,22102426
28.12.2008	15:53	-5,1	21,1	-7,12	22,70	6,8	0,22803488	28,0	3,2	4,7	0,78277009	0,94634474	0,21462106
28.12.2008	16:08	-5,2	21,2	-7,13	22,80	7,3	0,24390244	27,7	3,2	4,7	0,78416279	0,94654193	0,21383228
28.12.2008	16:23	-5,3	21,1	-7,10	22,53	6,4	0,21599730	26,6	2,4	4,4	0,78327610	0,95173810	0,19304759
28.12.2008	16:38	-5,4	21,0	-7,12	22,55	7,5	0,25278059	27,2	2,7	4,5	0,78417474	0,94775868	0,20896528
28.12.2008	16:53	-5,5	21,0	-7,31	22,56	7,7	0,25778373	27,2	2,7	4,5	0,78500495	0,94777369	0,20890526
28.12.2008	17:08	-5,5	21,1	-7,23	22,67	8,5	0,28428094	27,3	2,9	4,6	0,78567070	0,94749164	0,21003344
28.12.2008	17:23	-5,6	21,2	-7,37	22,72	8,1	0,26919242	27,1	2,8	4,5	0,78672735	0,94948488	0,20206049
28.12.2008	17:38	-5,6	21,2	-7,24	22,79	8,1	0,26973027	27,0	2,9	4,6	0,78714347	0,94705295	0,21178821
28.12.2008	17:53	-5,7	21,2	-7,46	22,81	7,7	0,25437727	26,7	2,7	4,5	0,78800818	0,94681203	0,21275190
28.12.2008	18:08	-5,8	21,2	-7,40	22,79	7,3	0,24180192	26,5	2,5	4,4	0,78863250	0,94733355	0,21066578
28.12.2008	18:23	-5,8	21,2	-7,47	22,77	7,2	0,23809524	26,3	2,4	4,4	0,78851569	0,94808201	0,20767196
28.12.2008	18:38	-5,9	21,1	-7,39	22,80	7,3	0,24180192	26,2	2,4	4,4	0,78942712	0,94368996	0,22524015

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Przně ke kapitole 4.3.2 (7/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{\text{se},1}$ [°C]	$\theta_{\text{si},1}$ [°C]	θ_a [°C]	θ_{si} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	ϕ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [g/k]	$f_{\text{Rai},cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rai} (Rai,1) [-]	$U_{\lambda,(\text{Rai},1)}$ [W/m ² ·K]
28.12.2008	18:53	-5,8	21,2	-7,27	22,86	7,6	0,25224029	26,0	2,3	4,4	0,78904006	0,94490541	0,22037836
28.12.2008	19:08	-5,9	21,3	-7,41	22,98	8,1	0,26653504	25,8	2,3	4,4	0,79046218	0,94471866	0,22112537
28.12.2008	19:23	-5,9	21,4	-7,66	23,05	8,5	0,27678281	25,7	2,3	4,4	0,79086123	0,94627157	0,21491371
28.12.2008	19:38	-6,0	21,4	-7,67	23,06	8,4	0,27334852	25,6	2,3	4,4	0,79163756	0,94598113	0,21607550
28.12.2008	19:53	-5,9	21,4	-7,62	22,95	7,7	0,25188093	25,7	2,2	4,4	0,79029057	0,94929670	0,20281322
28.12.2008	20:08	-6,0	21,3	-7,58	22,92	7,3	0,23934426	25,7	2,2	4,4	0,79084433	0,94688525	0,21245902
28.12.2008	20:23	-6,0	21,2	-7,56	22,77	6,2	0,20441807	25,5	1,9	4,3	0,78998586	0,94823607	0,20705572
28.12.2008	20:38	-5,9	21,0	-7,41	22,59	5,6	0,18666667	25,4	1,7	4,2	0,78820301	0,94700000	0,21200000
28.12.2008	20:53	-5,9	20,8	-7,49	22,35	5,4	0,18096515	25,4	1,5	4,1	0,78678175	0,94805630	0,20777480
28.12.2008	21:08	-5,9	20,6	-7,45	22,14	5,5	0,18587361	25,4	1,3	4,1	0,78551818	0,94795539	0,20817844
28.12.2008	21:23	-5,9	20,4	-7,40	21,97	5,5	0,18726592	25,4	1,2	4,0	0,78448135	0,94654409	0,21382363
28.12.2008	21:38	-5,9	20,3	-7,36	21,87	5,7	0,19500513	25,3	1,1	4,0	0,78386552	0,94628806	0,21484776
28.12.2008	21:53	-5,8	20,2	-7,41	21,77	5,7	0,19533927	25,3	1,0	4,0	0,78245904	0,94619602	0,21521590
28.12.2008	22:08	-5,9	20,1	-7,53	21,64	6,0	0,20569078	25,4	0,9	4,0	0,78243214	0,94720603	0,21117587
28.12.2008	22:23	-5,9	20,0	-7,46	21,51	5,7	0,19675526	25,4	0,8	4,0	0,78161133	0,94787711	0,20849154
28.12.2008	22:38	-6,0	19,8	-7,51	21,37	5,7	0,19736842	25,3	0,6	3,9	0,78151980	0,94563712	0,21451552
28.12.2008	22:53	-6,0	19,7	-7,66	21,24	5,6	0,19377163	25,3	0,5	3,9	0,78068951	0,94671280	0,21314879
28.12.2008	23:08	-6,0	19,6	-7,62	21,17	5,8	0,20145884	25,5	0,6	3,9	0,78023914	0,94546718	0,21813130
28.12.2008	23:23	-6,1	19,5	-7,75	21,08	6,0	0,20811655	25,4	0,4	3,8	0,78046735	0,94519598	0,21921609
28.12.2008	23:38	-6,0	19,4	-7,76	21,00	6,0	0,20862309	25,3	0,3	3,8	0,77913566	0,94436718	0,22253129
28.12.2008	23:53	-6,1	19,4	-7,83	20,96	6,2	0,21535255	25,3	0,3	3,8	0,77969116	0,94581452	0,21674192
29.12.2008	0:08	-6,1	19,3	-7,82	20,85	6,1	0,21276596	25,3	0,2	3,7	0,77897359	0,94593652	0,21625392
29.12.2008	0:23	-6,2	19,2	-7,95	20,73	6,0	0,20920502	25,4	0,2	3,7	0,77900774	0,94665272	0,21338912
29.12.2008	0:38	-6,2	19,0	-7,87	20,44	4,9	0,17308372	25,2	-0,2	3,7	0,77708649	0,94913458	0,20346167
29.12.2008	0:53	-6,2	18,9	-7,87	20,31	5,1	0,18097942	25,3	-0,2	3,7	0,77621160	0,94996451	0,20014194
29.12.2008	1:08	-6,2	18,8	-7,87	20,20	5,5	0,19593872	25,4	-0,3	3,7	0,77546457	0,95012469	0,19950125
29.12.2008	1:23	-6,3	18,8	-8,30	20,17	6,1	0,21426063	25,4	-0,3	3,7	0,77610880	0,95187917	0,19248332
29.12.2008	1:38	-6,3	18,8	-8,23	20,22	6,8	0,23901582	25,4	-0,3	3,7	0,77644701	0,95008787	0,19964851
29.12.2008	1:53	-6,3	18,8	-8,24	20,30	7,6	0,26629292	25,3	-0,2	3,7	0,77698551	0,94744219	0,21023125
29.12.2008	2:08	-6,4	18,8	-8,17	20,27	7,2	0,25316456	25,5	-0,2	3,7	0,77762091	0,94831224	0,20675105
29.12.2008	2:23	-6,5	18,8	-8,24	20,22	7,1	0,24947294	25,5	-0,2	3,7	0,77812031	0,95010541	0,19957836
29.12.2008	2:38	-6,5	18,8	-8,40	20,19	6,9	0,24134313	25,6	-0,2	3,7	0,77792094	0,95138160	0,19447359
29.12.2008	2:53	-6,5	18,7	-8,37	20,11	6,7	0,23525281	25,6	-0,2	3,7	0,77738707	0,95049157	0,19803371
29.12.2008	3:08	-6,6	18,7	-8,52	20,06	6,7	0,23442967	25,6	-0,3	3,7	0,77788804	0,95241428	0,19034290
29.12.2008	3:23	-6,5	18,6	-8,25	20,01	6,4	0,22646851	25,7	-0,3	3,7	0,77671521	0,95010616	0,19957537
29.12.2008	3:38	-6,6	18,6	-8,34	19,92	6,3	0,22292994	25,8	-0,3	3,7	0,77695043	0,95329087	0,18683652
29.12.2008	3:53	-6,5	18,5	-8,24	19,88	6,3	0,22403983	25,7	-0,4	3,6	0,77583418	0,95092461	0,19630156
29.12.2008	4:08	-6,6	18,4	-8,15	19,73	5,8	0,20803443	25,8	-0,4	3,6	0,77480675	0,95229555	0,19081779
29.12.2008	4:23	-6,6	18,3	-8,32	19,61	5,5	0,19692087	25,8	-0,6	3,6	0,77483866	0,95309703	0,18761189
29.12.2008	4:38	-6,7	18,2	-8,57	19,55	5,8	0,20625889	25,8	-0,6	3,6	0,77528348	0,95199147	0,19203414
29.12.2008	4:53	-6,7	18,1	-8,74	19,39	5,6	0,19907572	25,9	-0,7	3,5	0,77417830	0,95414149	0,18343406
29.12.2008	5:08	-6,7	18,0	-8,58	19,24	5,4	0,19410496	25,9	-0,8	3,5	0,77312981	0,95542775	0,17828900
29.12.2008	5:23	-6,8	17,8	-8,65	19,14	5,4	0,19431450	26,0	-0,9	3,5	0,77330137	0,95178122	0,19287513
29.12.2008	5:38	-6,9	17,7	-8,91	19,06	5,4	0,19306400	26,1	-0,9	3,5	0,77361316	0,95137647	0,19449410
29.12.2008	5:53	-6,9	17,6	-9,07	18,96	5,4	0,19265073	26,1	-1,0	3,4	0,77290982	0,95148056	0,19407777
29.12.2008	6:08	-7,0	17,5	-9,14	18,88	5,4	0,19271949	26,1	-1,0	3,4	0,77322288	0,95074946	0,19700214
29.12.2008	6:23	-7,1	17,4	-8,97	18,83	5,6	0,20143885	26,0	-1,1	3,4	0,77374598	0,94856115	0,20575540
29.12.2008	6:38	-7,1	17,3	-9,25	18,70	5,5	0,19677996	26,3	-1,1	3,4	0,77283018	0,94991055	0,20035778
29.12.2008	6:53	-7,2	17,2	-9,25	18,64	5,5	0,19720330	26,7	-0,9	3,4	0,77328517	0,94836859	0,20652564
29.12.2008	7:08	-7,2	17,1	-9,32	18,55	5,6	0,20093290	26,7	-1,0	3,4	0,77264831	0,94797273	0,20810908
29.12.2008	7:23	-7,2	17,0	-9,33	18,43	5,4	0,19452450	26,7	-1,1	3,4	0,77179221	0,94848703	0,20605187
29.12.2008	7:38	-7,3	16,9	-9,45	18,32	5,2	0,18725243	26,5	-1,3	3,3	0,77189420	0,94886568	0,20453727
29.12.2008	7:53	-7,4	16,8	-9,56	18,20	5,1	0,18371758	26,5	-1,4	3,3	0,77192460	0,94956772	0,20172911
29.12.2008	8:08	-7,5	16,7	-9,64	18,15	5,3	0,19071608	26,4	-1,5	3,3	0,77245594	0,94782296	0,20870817
29.12.2008	8:23	-7,4	16,7	-9,70	18,10	5,8	0,20863309	26,5	-1,5	3,3	0,77120471	0,94964029	0,20143885
29.12.2008	8:38	-4,9	16,6	-7,39	18,08	6,1	0,23949745	26,4	-1,5	3,3	0,74615362	0,94189242	0,23243031
29.12.2008	8:53	-5,0	16,6	-8,19	18,07	6,3	0,23990861	26,6	-1,4	3,3	0,74716320	0,94402133	0,22391470
29.12.2008	9:08	-4,3	16,6	-7,53	18,04	6,4	0,25029331	26,5	-1,5	3,3	0,73896107	0,94368400	0,22526398
29.12.2008	9:23	-1,8	16,7	-6,53	18,28	8,7	0,35066505	26,1	-1,5	3,3	0,70904928	0,93631600	0,25473599
29.12.2008	15:23	4,6	22,0	-6,65	23,09	7,4	0,24882313	25,0	1,9	4,3	0,67245281	0,96334902	0,14660390
29.12.2008	15:38	3,1	22,1	-6,33	23,11	5,6	0,19021739	25,5	2,3	4,4	0,69728948	0,96569293	0,13722826
29.12.2008	16:38	-0,4	22,6	-7,94	23,65	7,8	0,24691358	24,9	2,4	4,4	0,74714059	0,96676163	0,13295347
29.12.2008	16:53	-0,8	22,9	-8,18	23,91	8,6	0,26799626	25,5	3,0	4,6	0,75342616	0,96852602	0,12589592
29.12.2008	17:08	-1,3	23,0	-8,61	24,01	7,1	0,21765788	25,0	2,8	4,5	0,75909562	0,96903740	0,12385040
29.12.2008	17:23	-1,8	23,2	-7,87	24,32	7,9	0,24541783	25,0	3,0	4,6	0,76603807	0,96520659	0,13917366
29.12.2008	17:38	-2,0	23,4	-9,32	24,45	7,3	0,21616820	25,5	3,4	4,7	0,76873834	0,96890731	0,12437074
29.12.2008	17:53	-2,4	23,5	-9,03	24,57	7,1	0,21130952	26,2	3,8	4,9	0,77299921	0,96815476	0,12738095
29.12.2008	19:23	-4,1	22,6	-10,12	23,66	3,5	0,10361160	27,2	3,6	4,8	0,78091809	0,96862049	0,12551806
29.12.2008	19:53	-4,6	22,3	-9,97	23,32	3,1	0,09312106	27,3	3,4	4,7	0,78271551	0,96936017	0,12255933
29.12.2008	20:08	-4,8	22,2	-10,38	23,25	3,1	0,09217960	27,1	3,2	4,7	0,78383359	0,96877788	0,12488849

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Przně ke kapitole 4.3.2 (8/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{se,1}$ [°C]	$\theta_{si,1}$ [°C]	θ_a [°C]	θ_{si} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	Φ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [g]	$f_{Rsi,cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rsi} (0si,1) [-]	$U_{si,0si,1}$ [W/m ² ·K]
29.12.2008	20:53	-5,3	21,6	-10,55	22,68	4,2	0,12639181	27,1	2,8	4,5	0,78419938	0,96749925	0,13000301
29.12.2008	21:08	-5,5	21,5	-10,59	22,55	3,5	0,10561255	27,5	2,9	4,6	0,78494417	0,96831623	0,12673506
29.12.2008	21:23	-5,8	21,3	-10,85	22,30	3,8	0,11463047	26,6	2,2	4,4	0,78572276	0,96983409	0,12066365
29.12.2008	21:38	-5,8	21,3	-10,14	22,39	5,4	0,16600061	27,0	2,5	4,4	0,78626478	0,96649247	0,13403013
29.12.2008	21:53	-5,9	21,2	-9,14	22,30	4,1	0,13040712	26,7	2,2	4,4	0,78648261	0,96501272	0,13994911
29.12.2008	22:08	-6,0	21,0	-9,78	22,07	4,6	0,14442700	26,5	1,9	4,3	0,78585839	0,96640502	0,13437991
29.12.2008	22:23	-6,1	20,9	-9,68	22,11	4,5	0,14155395	25,8	1,5	4,1	0,78685803	0,96193772	0,15224913
29.12.2008	22:53	-6,4	20,5	-9,48	21,70	8,5	0,27261065	24,7	0,6	3,9	0,78667299	0,96151379	0,15394484
29.12.2008	23:08	-6,7	20,7	-10,43	21,91	7,9	0,24427953	24,9	0,9	4,0	0,79014909	0,96258503	0,14965986
29.12.2008	23:38	-7,0	21,0	-10,88	22,29	8,0	0,24118179	25,2	1,3	4,1	0,79444365	0,96110944	0,15556226
30.12.2008	0:08	-7,2	21,4	-9,90	22,84	8,2	0,25045816	25,1	1,8	4,2	0,79876092	0,95601710	0,17593158
30.12.2008	0:23	-7,4	21,4	-10,94	22,63	7,1	0,21149836	25,6	1,9	4,3	0,79900512	0,96336014	0,14635943
30.12.2008	0:38	-7,5	21,2	-10,68	22,22	3,3	0,10030395	23,6	0,4	3,8	0,79752253	0,96899696	0,12401216
30.12.2008	0:53	-7,5	21,1	-10,03	22,22	6,2	0,19224806	25,1	1,2	4,0	0,79752253	0,96527132	0,13891473
30.12.2008	1:08	-7,5	21,1	-10,63	22,18	6,4	0,19506248	25,5	1,4	4,1	0,79730963	0,96708321	0,13166717
30.12.2008	1:23	-7,6	20,9	-10,04	22,05	5,5	0,17139296	25,3	1,2	4,0	0,79729967	0,96416329	0,14534684
30.12.2008	1:38	-7,7	20,8	-9,91	21,97	6,0	0,18820577	25,5	1,2	4,0	0,79755630	0,96329987	0,14680050
30.12.2008	1:53	-7,8	20,9	-9,98	21,99	6,7	0,20957147	25,5	1,2	4,0	0,79834190	0,96590554	0,13637785
30.12.2008	2:08	-7,9	20,8	-10,08	21,96	6,8	0,21223471	25,5	1,2	4,0	0,79885935	0,96379526	0,14481898
30.12.2008	2:23	-8,0	20,8	-9,90	22,02	6,9	0,21616541	25,6	1,3	4,1	0,79984244	0,96177945	0,15288221
30.12.2008	2:38	-8,1	20,7	-10,20	22,00	6,6	0,20496894	25,6	1,3	4,1	0,80040399	0,95962733	0,16149068
30.12.2008	2:53	-8,3	20,7	-11,08	22,03	6,9	0,20839625	25,5	1,3	4,1	0,80187356	0,95983087	0,16067653
30.12.2008	3:08	-8,3	20,6	-10,48	21,94	6,5	0,20049352	25,4	1,2	4,0	0,80141635	0,95866749	0,16533004
30.12.2008	3:23	-8,3	20,6	-9,89	21,88	6,8	0,21403840	25,5	1,2	4,0	0,80111002	0,95971042	0,16115833
30.12.2008	3:38	-8,3	20,4	-9,50	21,76	6,1	0,19513756	25,6	1,1	4,0	0,80049371	0,95649392	0,17402431
30.12.2008	3:53	-8,2	20,3	-8,98	21,62	5,7	0,18627451	25,7	1,1	4,0	0,79909695	0,95686275	0,17254902
30.12.2008	4:08	-8,2	20,1	-9,17	21,42	5,5	0,17979732	25,8	1,0	4,0	0,79804091	0,95684864	0,17260543
30.12.2008	4:23	-8,4	20,0	-9,80	21,33	5,6	0,17989078	25,8	0,9	4,0	0,79892287	0,95727594	0,17089624
30.12.2008	4:38	-8,5	19,8	-10,33	21,22	5,4	0,17115689	25,6	0,7	3,9	0,79901993	0,95499208	0,18003170
30.12.2008	4:53	-8,6	19,7	-10,18	21,10	5,5	0,17583120	25,6	0,6	3,9	0,79906439	0,95524297	0,17902813
30.12.2008	5:08	-8,6	19,5	-9,83	20,94	5,4	0,17549561	25,8	0,5	3,9	0,79821709	0,95320117	0,18719532
30.12.2008	5:23	-8,8	19,3	-10,13	20,81	5,5	0,17776341	25,7	0,4	3,8	0,79888950	0,95119586	0,19521655
30.12.2008	5:38	-8,7	19,2	-9,61	20,67	5,6	0,18494055	25,7	0,3	3,8	0,79745824	0,95145310	0,19418758
30.12.2008	5:53	-8,9	19,0	-10,12	20,53	5,5	0,17944535	25,8	0,2	3,7	0,79808287	0,95008157	0,19967374
30.12.2008	6:08	-9,1	18,9	-10,96	20,36	5,6	0,17879949	25,9	0,1	3,7	0,79854529	0,95338442	0,18646232
30.12.2008	6:23	-9,2	18,8	-10,53	20,23	5,8	0,18855657	25,5	-0,2	3,7	0,79853652	0,95351105	0,18595579
30.12.2008	6:53	-9,3	18,0	-10,42	19,05	4,9	0,16627078	24,3	-1,8	3,2	0,79271403	0,96437055	0,14251781
30.12.2008	7:08	-9,3	18,1	-10,40	19,47	6,6	0,22095748	24,8	-1,2	3,3	0,79509043	0,95413458	0,18346167
30.12.2008	7:23	-9,3	18,2	-10,00	19,75	8,1	0,27226891	25,0	-0,9	3,5	0,79663652	0,94789916	0,20840336
30.12.2008	7:38	-9,1	18,4	-9,31	19,93	6,7	0,29753762	25,1	-0,7	3,5	0,79622048	0,94767442	0,20930233
30.12.2008	19:23	-0,5	20,3	-6,47	21,30	3,5	0,12603529	25,7	0,8	4,0	0,72584000	0,96398992	0,14404033
30.12.2008	20:23	-1,5	20,2	-7,93	21,22	3,2	0,10977702	25,7	0,7	3,9	0,73709825	0,96500855	0,13996569
30.12.2008	20:38	-1,8	20,2	-8,05	21,24	3,3	0,11266644	25,6	0,7	3,9	0,74071103	0,96449300	0,14202800
30.12.2008	20:53	-2,0	20,2	-8,58	21,27	3,5	0,11725293	25,7	0,8	4,0	0,74321646	0,96415410	0,14338358
30.12.2008	21:08	-2,2	20,2	-7,96	21,36	3,9	0,13301501	25,6	0,8	4,0	0,74620721	0,96043656	0,15825375
30.12.2008	21:23	-2,5	20,2	-7,13	21,35	4,0	0,14044944	25,5	0,7	3,9	0,74931182	0,95962079	0,16151685
30.12.2008	21:38	-2,8	20,2	-7,52	21,29	3,8	0,13189865	25,5	0,7	3,9	0,74879180	0,96216591	0,15133634
30.12.2008	21:53	-2,9	20,1	-8,75	21,20	3,5	0,11686144	25,6	0,7	3,9	0,75218930	0,96327212	0,14691152
30.12.2008	22:08	-2,9	20,0	-7,77	21,13	3,5	0,12110727	25,7	0,6	3,9	0,75159706	0,96089965	0,15640138
30.12.2008	22:23	-3,3	19,9	-8,38	21,04	3,4	0,11556764	25,7	0,6	3,9	0,75492533	0,96125085	0,15499660
30.12.2008	22:38	-3,3	19,8	-7,62	20,94	3,4	0,11904762	25,6	0,4	3,8	0,75409789	0,96008403	0,15966387
30.12.2008	22:53	-3,4	19,6	-7,32	20,84	3,2	0,11363636	25,7	0,4	3,8	0,75428148	0,95596591	0,17613636
30.12.2008	23:08	-3,7	19,5	-8,95	20,71	3,1	0,10451787	25,9	0,4	3,8	0,75622976	0,95920432	0,16318274
30.12.2008	23:23	-3,7	19,4	-6,96	20,60	3,3	0,11973875	26,0	0,4	3,8	0,75532773	0,95645864	0,17416546
30.12.2008	23:38	-3,9	19,3	-8,13	20,48	3,2	0,11184900	26,1	0,3	3,8	0,75634963	0,95875568	0,16497728
30.12.2008	23:53	-4,0	19,2	-7,46	20,37	3,3	0,11857708	26,1	0,2	3,8	0,75645053	0,95795904	0,16816385
31.12.2008	0:08	-4,1	19,0	-7,30	20,25	3,3	0,11978221	26,1	0,1	3,7	0,75646980	0,95462795	0,18148820
31.12.2008	0:23	-4,6	18,9	-8,67	20,17	3,6	0,12482663	26,2	0,1	3,7	0,76074283	0,95596394	0,17614424
31.12.2008	0:38	-4,6	18,8	-9,03	20,11	3,8	0,13040494	26,2	0,1	3,7	0,76026993	0,95504461	0,17982155
31.12.2008	0:53	-4,7	18,8	-8,44	20,10	4,3	0,15066573	26,3	0,1	3,7	0,76115786	0,95444989	0,18220042
31.12.2008	1:08	-4,8	18,7	-8,60	19,90	3,9	0,13684211	25,9	-0,3	3,7	0,76055124	0,95789474	0,16842105
31.12.2008	1:23	-4,9	18,7	-8,94	20,04	5,2	0,17943409	25,7	-0,2	3,7	0,76260566	0,95376121	0,18495514
31.12.2008	1:38	-5,2	18,9	-8,37	20,25	6,3	0,22012579	25,4	-0,2	3,7	0,76699566	0,95283019	0,18867925
31.12.2008	1:53	-5,2	19,0	-8,91	20,31	6,7	0,22929500	25,4	-0,2	3,7	0,76743902	0,95516769	0,17932923
31.12.2008	2:08	-5,3	19,1	-8,48	20,42	7,0	0,24221453	25,4	-0,1	3,7	0,76914752	0,95432526	0,18269896
31.12.2008	2:23	-5,4	19,2	-8,48	20,52	7,3	0,25172414	25,4	0,0	3,7	0,77075710	0,95448276	0,18206897
31.12.2008	2:38	-5,5	19,3	-8,60	20,61	7,1	0,24306744	25,4	0,0	3,7	0,77227188	0,95515235	0,17939062
31.12.2008	2:53	-5,7	19,4	-8,36	20,77	7,1	0,24373498	25,3	0,1	3,7	0,77510005	0,95296945	0,18812221
31.12.2008	3:08	-5,8	19,5	-8,90	20,82	7,1	0,23889637	25,2	0,1	3,7	0,77628374	0,95558546	0,17765814
31.12.2008	3:23	-5,9	19,5	-8,36	20,83	6,8	0,23295649	25,2	0,1	3,7	0,77718774	0,95443645	0,18225420

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Przně ke kapitole 4.3.2 (9/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{se,1}$ [°C]	$\theta_{si,1}$ [°C]	θ_a [°C]	θ_{si} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	Φ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [g/kg]	$f_{Rai,cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rai} (dál,1) [-]	$U_{si,Rai,1}$ [W/m ² ·K]
31.12.2008	3:38	-5,9	19,5	-7,98	20,78	6,2	0,21557719	25,3	0,1	3,7	0,77685357	0,95549374	0,17802503
31.12.2008	3:53	-5,9	19,5	-7,63	20,80	6,0	0,21104467	25,2	0,1	3,7	0,77698739	0,95427365	0,18290538
31.12.2008	4:08	-6,1	19,4	-8,55	20,74	5,7	0,19460567	25,3	0,1	3,7	0,77825013	0,95425060	0,18299761
31.12.2008	4:23	-6,4	19,4	-9,07	20,63	5,5	0,18518519	25,3	0,0	3,7	0,77989996	0,95858586	0,16565657
31.12.2008	4:38	-6,4	19,2	-9,16	20,47	4,9	0,16537293	25,4	0,0	3,7	0,77894489	0,95713804	0,17144786
31.12.2008	4:53	-6,6	19,1	-9,39	20,31	4,6	0,15488215	25,4	-0,2	3,7	0,77953807	0,95925926	0,16296296
31.12.2008	5:08	-6,6	18,9	-8,68	20,15	4,4	0,15261880	25,5	-0,3	3,7	0,77848560	0,95664239	0,17343045
31.12.2008	5:23	-6,6	18,8	-8,99	19,95	4,2	0,14512785	25,6	-0,4	3,6	0,77715218	0,96026261	0,15894955
31.12.2008	5:38	-6,7	18,6	-8,74	19,76	4,2	0,14736842	25,6	-0,5	3,6	0,77671375	0,95929825	0,16280702
31.12.2008	5:53	-6,8	18,4	-8,88	19,58	4,1	0,14406184	25,7	-0,6	3,5	0,77634027	0,95853830	0,16584680
31.12.2008	6:08	-7,0	18,2	-9,63	19,41	4,0	0,13774105	25,6	-0,9	3,5	0,77688079	0,95833333	0,16666667
31.12.2008	6:23	-7,2	18,0	-9,94	19,28	4,1	0,14031485	25,6	-1,0	3,4	0,77768909	0,95619439	0,17522245
31.12.2008	6:38	-7,3	17,9	-9,92	19,12	4,1	0,14118457	25,5	-1,1	3,4	0,77745373	0,95798898	0,16804408
31.12.2008	6:53	-7,4	17,7	-9,84	18,97	4,0	0,13884068	25,5	-1,3	3,3	0,77728490	0,95591808	0,17632766
31.12.2008	7:08	-7,5	17,5	-9,57	18,83	4,0	0,14084507	25,4	-1,4	3,3	0,77718318	0,95316901	0,18732394
31.12.2008	7:23	-7,6	17,3	-9,74	18,67	4,5	0,15839493	25,4	-1,5	3,3	0,77694532	0,95177754	0,19288983
31.12.2008	7:38	-7,6	17,2	-10,00	18,58	4,3	0,15045486	25,5	-1,6	3,3	0,77633151	0,95171449	0,19314206
31.12.2008	7:53	-7,5	17,1	-9,11	18,45	4,3	0,15602322	25,5	-1,7	3,3	0,77457203	0,95101597	0,19593614
31.12.2008	8:08	-7,3	16,9	-8,90	18,33	4,5	0,16525891	25,5	-1,8	3,3	0,77196584	0,94748439	0,21066243
31.12.2008	8:23	-7,1	16,8	-8,76	18,24	4,5	0,16666667	25,5	-1,8	3,2	0,76951419	0,94666667	0,21333333
31.12.2008	8:38	-1,6	16,7	-3,07	18,17	4,9	0,23069680	25,5	-1,9	3,2	0,70473469	0,93079096	0,27683616
31.12.2008	8:53	2,4	16,6	-1,93	18,13	5,4	0,26919242	25,7	-1,8	3,2	0,62901367	0,92372881	0,30508475
31.12.2008	9:08	6,5	16,6	0,13	18,13	6,4	0,35555556	25,7	-1,8	3,2	0,49822743	0,91500000	0,34000000
1.1.2009	3:38	-6,3	18,3	-8,05	19,34	3,5	0,12778386	25,6	-0,9	3,5	0,77030175	0,96202994	0,15188025
1.1.2009	3:53	-6,5	18,1	-8,22	19,21	3,5	0,12759752	25,6	-1,0	3,4	0,77115217	0,95953336	0,16186657
1.1.2009	4:08	-6,5	18,0	-8,01	19,08	3,5	0,12919897	25,6	-1,1	3,4	0,77021531	0,96013289	0,15946844
1.1.2009	4:23	-6,7	17,8	-8,24	18,97	3,6	0,13230430	25,7	-1,1	3,4	0,77121164	0,95700110	0,17199559
1.1.2009	4:38	-6,8	17,6	-8,79	18,89	3,7	0,13367052	25,6	-1,3	3,3	0,77152834	0,95339595	0,18641618
1.1.2009	4:53	-6,9	17,5	-8,44	18,93	4,2	0,15345269	25,3	-1,4	3,3	0,77269775	0,94775301	0,20898794
1.1.2009	5:08	-7,0	17,5	-8,77	18,90	5,1	0,18431514	25,5	-1,3	3,3	0,77336363	0,94940369	0,20238525
1.1.2009	5:23	-7,2	17,5	-9,06	18,76	4,7	0,16894321	25,8	-1,3	3,3	0,77412744	0,95470884	0,18116463
1.1.2009	5:38	-7,4	17,4	-9,32	18,64	4,6	0,16452074	25,9	-1,3	3,3	0,77502645	0,95565093	0,17739628
1.1.2009	5:53	-7,5	17,2	-9,79	18,56	4,7	0,16578483	25,9	-1,4	3,3	0,77533572	0,95202822	0,19188713
1.1.2009	6:08	-7,7	17,2	-9,65	18,48	4,7	0,16708141	25,9	-1,4	3,3	0,77650149	0,95449698	0,18201209
1.1.2009	6:23	-7,8	17,0	-9,70	18,39	4,8	0,17087932	25,9	-1,5	3,3	0,77673976	0,95051620	0,19793521
1.1.2009	6:38	-8,0	16,9	-10,00	18,32	4,8	0,16949153	25,9	-1,6	3,3	0,77796085	0,94985876	0,20056497
1.1.2009	6:53	-8,0	16,8	-9,86	18,24	4,8	0,17081851	25,9	-1,7	3,3	0,77741958	0,94875445	0,20498221
1.1.2009	7:08	-8,2	16,7	-10,02	18,15	4,8	0,17039404	25,9	-1,7	3,3	0,77850076	0,94852680	0,20589279
1.1.2009	7:23	-8,3	16,6	-10,50	18,06	4,7	0,16456583	25,9	-1,8	3,2	0,77873673	0,94887955	0,20448179
1.1.2009	7:38	-8,4	16,5	-10,53	17,98	4,7	0,16485444	25,9	-1,8	3,2	0,77903944	0,94808839	0,20764644
1.1.2009	7:53	-8,4	16,3	-10,50	17,89	4,7	0,16555125	25,8	-1,9	3,2	0,77843536	0,94399436	0,22402254
1.1.2009	8:08	-8,2	16,2	-9,57	17,90	5,5	0,20021842	26,0	-1,9	3,2	0,77680539	0,93811431	0,24754277
1.1.2009	8:23	-7,9	16,2	-9,38	18,00	6,2	0,22644266	26,0	-1,8	3,2	0,77491005	0,93425858	0,26296567
1.1.2009	8:38	-5,0	16,4	-6,54	18,30	8,3	0,33413849	26,0	-1,5	3,3	0,74921972	0,92351047	0,30595813
1.1.2009	14:08	9,8	22,2	-1,51	23,67	6,2	0,24622716	22,8	1,1	4,0	0,56148818	0,94162033	0,23351867
1.1.2009	14:23	7,9	22,3	-1,90	23,66	5,7	0,22300469	23,0	1,2	4,0	0,61410445	0,94679186	0,21283255
1.1.2009	14:38	5,8	22,4	-3,75	23,81	6,3	0,22859216	23,4	1,6	4,2	0,66194396	0,94883890	0,20444411
1.1.2009	14:53	4,6	22,5	-4,33	23,85	5,4	0,19162527	23,4	1,6	4,2	0,68362756	0,95209368	0,19162527
1.1.2009	15:08	3,0	22,5	-4,73	23,85	5,1	0,17844647	23,2	1,5	4,1	0,70790554	0,95276417	0,18894332
1.1.2009	15:23	2,1	22,4	-4,84	23,49	3,8	0,13413343	22,3	0,7	3,9	0,71602859	0,96152489	0,15390046
1.1.2009	15:38	1,6	22,4	-4,56	23,56	4,0	0,14224751	22,5	0,8	4,0	0,72325757	0,95874822	0,16500711
1.1.2009	15:53	1,5	22,3	-4,49	23,44	3,7	0,13247404	22,6	0,8	4,0	0,72324871	0,95918367	0,16326531
1.1.2009	16:08	1,0	22,1	-4,80	23,21	3,0	0,10710461	22,7	0,7	3,9	0,72707394	0,96037130	0,15851482
1.1.2009	16:23	0,8	21,9	-4,80	22,98	2,8	0,10079194	22,9	0,6	3,9	0,72716627	0,96112311	0,15550756
1.1.2009	17:08	0,3	21,5	-4,66	22,55	3,0	0,11025358	23,1	0,4	3,8	0,72888467	0,96141125	0,15435502
1.1.2009	17:23	0,3	21,5	-4,73	22,64	4,1	0,14979905	22,8	0,3	3,8	0,72979761	0,95834856	0,16660577
1.1.2009	17:38	0,2	21,4	-4,57	22,65	4,4	0,16164585	22,9	0,3	3,8	0,73110172	0,95407788	0,18368846
1.1.2009	17:53	0,1	21,4	-4,49	22,69	4,7	0,17292127	22,8	0,3	3,8	0,73268940	0,95253863	0,18984547
1.1.2009	18:08	-0,2	21,5	-4,53	22,76	5,4	0,19787468	22,8	0,4	3,8	0,73686143	0,95382924	0,18468303
2.1.2009	1:38	-1,4	21,6	-3,97	22,62	5,3	0,19932305	23,2	0,5	3,9	0,74873308	0,96163971	0,15344114
2.1.2009	1:53	-1,5	21,5	-3,93	22,59	5,5	0,20739065	23,4	0,6	3,9	0,74951863	0,95889894	0,16440422
2.1.2009	2:08	-1,5	21,5	-3,85	22,64	6,2	0,23405059	23,4	0,6	3,9	0,74994526	0,95696489	0,17214043
2.1.2009	2:23	-1,5	21,6	-3,91	22,74	7,1	0,26641651	23,4	0,7	3,9	0,75079325	0,95722326	0,17110694
2.1.2009	2:38	-1,5	21,6	-3,90	22,87	7,3	0,27269331	23,4	0,8	4,0	0,75188523	0,95255883	0,18976466
2.1.2009	2:53	-1,7	21,7	-4,04	22,93	7,8	0,28921023	23,4	0,9	4,0	0,75439598	0,95439377	0,18242492
2.1.2009	3:08	-1,8	21,8	-4,05	23,05	8,2	0,30258303	23,4	1,0	4,0	0,75635544	0,95387454	0,18450185
2.1.2009	3:23	-1,8	21,9	-3,98	23,17	8,3	0,30570902	23,4	1,1	4,0	0,75731247	0,95322284	0,18710866
2.1.2009	3:38	-1,8	22,0	-4,00	23,18	7,6	0,27961737	23,4	1,1	4,0	0,75739180	0,95658572	0,17365710
2.1.2009	3:53	-1,8	22,0	-4,03	23,13	7,0	0,25773196	23,5	1,1	4,0	0,75699448	0,95839470	0,16642121
2.1.2009	4:08	-1,9	21,9	-3,97	23,09	6,8	0,25129342	23,6	1,1	4,0	0,75764916	0,95602365	0,17590540

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Przně ke kapitole 4.3.2 (10/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{se,1}$ [°C]	$\theta_{si,1}$ [°C]	θ_a [°C]	θ_{si} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	Φ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [g/kg]	$f_{Rai,cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rai} (dál, 1) [-]	$U_{si,die,1}$ [W/m ² ·K]
2.1.2009	4:23	-1,9	21,9	-3,98	23,02	6,2	0,22962963	23,6	1,1	4,0	0,75709341	0,95851852	0,16592593
2.1.2009	4:38	-1,9	21,9	-3,94	23,10	6,3	0,23298817	23,5	1,1	4,0	0,75772830	0,95562130	0,17751479
2.1.2009	4:53	-1,9	21,9	-4,04	23,06	6,1	0,22509225	23,5	1,0	4,0	0,75741136	0,95719557	0,17121771
2.1.2009	5:08	-1,9	21,8	-3,89	22,95	5,8	0,21609538	23,5	1,0	4,0	0,75653452	0,95715350	0,17138599
2.1.2009	5:23	-1,9	21,7	-3,85	22,83	5,4	0,20239880	23,6	0,9	4,0	0,75556907	0,95764618	0,16941529
2.1.2009	5:38	-1,9	21,6	-3,84	22,73	5,4	0,20323673	23,7	0,9	4,0	0,75475734	0,95747083	0,17011667
2.1.2009	5:53	-1,9	21,5	-3,72	22,66	5,4	0,20470053	23,6	0,8	4,0	0,75418520	0,95602729	0,17589083
2.1.2009	6:08	-1,9	21,4	-3,70	22,54	5,3	0,20198171	23,7	0,7	3,9	0,75319676	0,95655488	0,17378049
2.1.2009	6:23	-1,9	21,3	-3,71	22,51	5,4	0,20594966	23,7	0,7	3,9	0,75294813	0,95385202	0,18459191
2.1.2009	6:38	-1,9	21,2	-3,76	22,41	5,4	0,20634314	23,8	0,7	3,9	0,75211494	0,95376385	0,18494459
2.1.2009	6:53	-1,9	21,1	-3,58	22,32	5,5	0,21235521	23,8	0,6	3,9	0,75135918	0,95289575	0,18841699
2.1.2009	7:08	-2,0	21,0	-3,73	22,22	5,4	0,20809249	23,9	0,6	3,9	0,75154293	0,95298651	0,18805395
2.1.2009	7:23	-1,9	20,9	-3,61	22,10	5,1	0,19836639	24,0	0,5	3,9	0,74948792	0,95332555	0,18669778
2.1.2009	7:38	-1,9	20,8	-3,55	22,05	5,3	0,20703125	23,9	0,4	3,8	0,74905783	0,95117188	0,19531250
2.1.2009	7:53	-1,9	20,7	-3,55	22,15	5,8	0,22568093	23,4	0,2	3,8	0,74991621	0,94357977	0,22568093
2.1.2009	8:08	-1,9	20,7	-3,50	22,01	6,2	0,24304194	23,8	0,3	3,8	0,74871247	0,94864759	0,20540964
2.1.2009	8:23	-1,8	20,8	-3,46	22,06	7,6	0,29780564	24,5	0,8	4,0	0,74809263	0,95062696	0,19749216
2.1.2009	8:38	-1,8	20,7	-3,57	22,05	6,7	0,26151444	24,0	0,5	3,8	0,74800566	0,94730679	0,21077283
2.1.2009	8:53	-1,8	20,8	-3,55	22,20	7,6	0,29514563	24,2	0,7	3,9	0,74930249	0,94563107	0,21747573
2.1.2009	9:08	-1,8	20,8	-3,69	22,23	6,7	0,25848765	24,1	0,7	3,9	0,74955991	0,94483025	0,22067901
2.1.2009	9:23	-1,6	20,8	-3,41	22,28	9,0	0,35033087	24,1	0,7	3,9	0,74789362	0,94239004	0,23043986
2.1.2009	9:38	-1,6	20,7	-3,20	22,12	6,2	0,24486572	23,6	0,3	3,8	0,74649325	0,94391785	0,22432659
2.1.2009	9:53	-1,6	20,7	-3,23	22,12	6,7	0,26429980	23,8	0,4	3,8	0,74649325	0,94398422	0,22406312
2.1.2009	10:08	-1,7	20,5	-3,33	21,87	4,5	0,17857143	24,6	0,7	3,9	0,74535195	0,94563492	0,21746032
2.1.2009	10:23	-1,1	20,5	-2,87	21,86	5,4	0,21835827	24,3	0,5	3,9	0,73860586	0,94500607	0,21997574
2.1.2009	10:38	-0,8	20,4	-2,54	21,87	5,6	0,22941417	23,9	0,3	3,8	0,73524242	0,93977878	0,24088488
2.1.2009	10:53	-0,3	20,3	-2,14	21,81	5,5	0,22964509	23,8	0,2	3,7	0,72865743	0,93695198	0,25219207
2.1.2009	11:08	-0,1	20,2	-2,09	21,74	5,4	0,22660512	23,7	0,1	3,7	0,72544555	0,93537558	0,25849769
2.1.2009	11:23	-0,1	20,1	-2,11	21,66	5,3	0,22297013	23,7	0,0	3,7	0,72459977	0,93437106	0,26251578
2.1.2009	11:38	0,2	20,1	-1,89	21,58	5,3	0,22582020	23,6	-0,1	3,7	0,71987144	0,93694078	0,25223690
2.1.2009	11:53	0,5	20,0	-1,84	21,53	5,4	0,23106547	23,6	-0,2	3,7	0,71531509	0,93453145	0,26187420
2.1.2009	12:08	0,7	19,9	-1,84	21,46	5,4	0,23175966	23,6	-0,2	3,7	0,71176260	0,93304721	0,26781116
2.1.2009	12:23	0,7	19,8	-1,85	21,39	5,3	0,22805508	23,5	-0,3	3,6	0,71093798	0,93158348	0,27366609
2.1.2009	12:38	0,6	19,7	-2,37	21,14	4,9	0,20842195	24,5	0,0	3,7	0,70936867	0,93874947	0,24500213
2.1.2009	12:53	0,7	19,6	-2,25	20,97	4,7	0,20241171	24,6	0,0	3,7	0,70587064	0,94099914	0,23600345
2.1.2009	13:08	0,8	19,5	-2,10	20,90	4,9	0,21304348	24,7	0,0	3,7	0,70353796	0,93913043	0,24347826
2.1.2009	13:23	0,4	19,5	-2,18	20,87	5,1	0,22125813	24,6	-0,2	3,7	0,70896180	0,94056399	0,23774403
2.1.2009	13:38	0,4	19,3	-2,22	20,44	4,7	0,20741395	24,4	-0,6	3,5	0,70367186	0,94969109	0,20123566
2.1.2009	13:53	0,2	19,3	-2,50	20,55	5,1	0,22125813	24,5	-0,5	3,6	0,70794540	0,94577007	0,21691974
2.1.2009	15:38	-1,3	21,4	-3,35	22,62	8,3	0,31959954	26,3	2,3	4,4	0,74768264	0,95302272	0,18790913
2.1.2009	15:53	-1,5	21,4	-3,39	22,69	7,1	0,27223926	26,0	2,2	4,4	0,75037013	0,95053681	0,19785276
2.1.2009	16:08	-1,7	21,3	-3,56	22,79	6,3	0,23909918	25,6	2,0	4,3	0,75324636	0,94345351	0,22618596
2.1.2009	16:23	-1,7	21,3	-3,76	22,77	6,2	0,23369770	25,5	1,9	4,3	0,75308105	0,94459103	0,22163588
2.1.2009	16:38	-1,8	21,2	-3,87	22,61	5,2	0,19637462	26,2	2,2	4,4	0,75276582	0,94675227	0,21299094
2.1.2009	16:53	-2,0	21,1	-3,89	22,46	5,5	0,20872865	25,9	1,9	4,3	0,75354412	0,94838710	0,20645161
2.1.2009	17:08	-2,0	21,0	-3,90	22,38	5,3	0,20167428	26,2	2,0	4,3	0,75288143	0,94748858	0,21004566
2.1.2009	17:23	-2,1	20,9	-3,91	22,30	5,1	0,19458222	26,1	1,9	4,3	0,75322990	0,94658527	0,21365891
2.1.2009	17:38	-2,3	20,8	-4,13	22,34	5,3	0,20022667	25,9	1,8	4,3	0,75556126	0,94182093	0,23271628
2.1.2009	17:53	-2,2	20,8	-3,96	22,16	5,4	0,20673813	26,1	1,7	4,2	0,75308045	0,94793262	0,20826953
2.1.2009	18:08	-2,3	20,7	-4,05	22,12	5,4	0,20634314	25,8	1,5	4,2	0,75376003	0,94573940	0,21704241
2.1.2009	18:23	-2,3	20,6	-4,04	22,07	5,2	0,19915741	25,9	1,5	4,2	0,75334612	0,94369973	0,22520107
2.1.2009	18:38	-2,3	20,6	-4,07	21,98	5,9	0,22648752	26,1	1,6	4,2	0,75259680	0,94702495	0,21190019
2.1.2009	18:53	-2,3	20,5	-4,06	21,73	5,1	0,19775107	25,7	1,2	4,0	0,75048589	0,95230710	0,19077162
2.1.2009	19:08	-2,3	20,4	-4,09	21,87	5,6	0,21571649	25,6	1,2	4,0	0,75167338	0,94337442	0,22650231
2.1.2009	19:23	-2,4	20,4	-4,21	21,71	5,1	0,19675926	25,6	1,1	4,0	0,75135072	0,94945988	0,20216049
2.1.2009	19:38	-2,4	20,3	-4,24	21,55	4,9	0,18999612	25,6	1,0	4,0	0,74998690	0,95153160	0,19387359
2.1.2009	19:53	-2,5	20,1	-4,33	21,42	4,7	0,18252427	25,6	0,8	4,0	0,74991520	0,94873786	0,20504854
2.1.2009	20:08	-2,5	20,0	-4,26	21,24	4,4	0,17254902	25,6	0,7	3,9	0,74835645	0,95137255	0,19450980
2.1.2009	20:23	-2,6	19,8	-4,52	21,07	4,3	0,16803439	25,6	0,5	3,9	0,74793188	0,95037124	0,19851504
2.1.2009	20:38	-2,7	19,6	-4,61	20,90	4,1	0,16072129	25,6	0,4	3,8	0,74750479	0,94903959	0,20384163
2.1.2009	20:53	-2,8	19,4	-4,57	20,70	4,0	0,15829046	25,7	0,3	3,8	0,74680909	0,94855560	0,20577760
2.1.2009	21:08	-2,8	19,3	-4,44	20,55	4,0	0,16006403	25,7	0,2	3,7	0,74546847	0,94997999	0,20008003
2.1.2009	21:23	-2,8	19,1	-4,54	20,37	4,0	0,16057808	25,7	0,0	3,7	0,74383683	0,94901646	0,20393416
2.1.2009	21:38	-2,9	18,9	-4,80	20,20	3,9	0,15600000	25,7	-0,1	3,7	0,74338809	0,94800000	0,20800000
2.1.2009	21:53	-2,9	18,9	-4,73	20,21	5,0	0,20048115	26,1	0,1	3,7	0,74347987	0,94747394	0,21010425
2.1.2009	22:08	-3,0	18,9	-4,81	20,40	7,0	0,27766759	26,1	0,2	3,8	0,74629762	0,94049980	0,23800079
2.1.2009	22:23	-3,1	19,0	-4,80	20,59	7,4	0,29145333	26,1	0,4	3,8	0,74904638	0,93737692	0,25049232
2.1.2009	22:53	-3,2	19,4	-4,90	21,02	8,5	0,32793210	26,4	0,9	4,0	0,75374784	0,93750000	0,25000000
2.1.2009	23:08	-3,2	19,5	-4,90	21,00	7,8	0,30115830	26,5	1,0	4,0	0,75358111	0,94208494	0,23166023
2.1.2009	23:23	-3,3	19,6	-4,97	21,00	7,2	0,27724297	26,8	1,1	4,0	0,75459517	0,94609164	0,21563342

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Przně ke kapitole 4.3.2 (11/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{se,1}$ [°C]	$\theta_{si,1}$ [°C]	θ_a [°C]	θ_{si} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	ϕ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [g]	$f_{Rai,cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rai} (dál,1) [-]	$U_{si,die,1}$ [W/m ² ·K]
2.1.2009	23:38	-3,4	19,7	-5,08	21,18	8,0	0,30464585	26,6	1,2	4,0	0,75706478	0,94364052	0,22543793
2.1.2009	23:53	-3,4	19,9	-5,15	21,34	8,6	0,32465081	26,5	1,2	4,0	0,75834810	0,94563986	0,21744054
3.1.2009	1:38	-3,8	21,6	-5,25	22,93	6,9	0,24485451	26,8	2,9	4,6	0,77369147	0,95280341	0,18878637
3.1.2009	1:53	-3,8	21,5	-5,38	22,92	6,4	0,22614841	27,1	3,0	4,6	0,77362343	0,94982332	0,20070671
3.1.2009	2:08	-3,8	21,5	-5,34	23,07	7,2	0,25343189	26,5	2,8	4,5	0,77463873	0,94473777	0,22104893
3.1.2009	3:23	-4,1	22,5	-5,84	24,01	7,8	0,26130653	24,8	2,6	4,5	0,78309179	0,94941374	0,20234506
3.1.2009	3:38	-4,2	22,4	-6,01	23,84	6,4	0,21440536	24,7	2,4	4,4	0,78282010	0,95175879	0,19296482
3.1.2009	3:53	-4,1	22,3	-6,01	23,58	5,7	0,19263265	24,5	2,1	4,4	0,78041352	0,95674214	0,17303143
3.1.2009	4:08	-4,1	22,1	-5,99	23,29	5,0	0,17076503	24,4	1,8	4,2	0,77855977	0,95935792	0,16256831
3.1.2009	4:23	-4,2	21,8	-6,12	23,00	4,6	0,15796703	24,4	1,5	4,1	0,77748742	0,95879121	0,16483516
3.1.2009	4:38	-4,1	21,6	-5,93	22,73	4,2	0,14654571	24,3	1,2	4,0	0,77486669	0,96057223	0,15771110
3.1.2009	4:53	-4,2	21,4	-6,13	22,51	4,2	0,14664804	24,3	1,0	4,0	0,77422179	0,96124302	0,15502793
3.1.2009	5:08	-4,3	21,1	-6,34	22,26	4,0	0,13986014	24,2	0,8	4,0	0,77336557	0,95944056	0,16223776
3.1.2009	5:23	-4,4	20,9	-6,20	22,03	3,9	0,13815090	24,2	0,6	3,9	0,77263811	0,95997166	0,16011335
3.1.2009	5:38	-4,5	20,6	-6,36	21,81	3,8	0,13489528	24,2	0,4	3,8	0,77197323	0,95704650	0,17181399
3.1.2009	5:53	-4,5	20,4	-6,28	21,61	4,0	0,14342058	24,3	0,3	3,8	0,77056745	0,95661527	0,17353890
3.1.2009	6:08	-4,6	20,1	-6,48	21,41	3,9	0,13983507	24,3	0,1	3,7	0,77002756	0,95302976	0,18788096
3.1.2009	6:23	-4,8	19,9	-6,61	21,22	4,1	0,14732303	24,3	0,0	3,7	0,77044090	0,95256917	0,18972332
3.1.2009	6:38	-4,9	19,7	-6,96	21,04	4,3	0,15357143	24,2	-0,2	3,7	0,77004174	0,95214286	0,19142857
3.1.2009	6:53	-5,1	19,5	-6,95	20,88	4,0	0,14372979	24,3	-0,3	3,7	0,77066986	0,95041322	0,19834711
3.1.2009	7:08	-5,1	19,3	-6,79	20,71	4,0	0,14545455	24,3	-0,4	3,6	0,76945248	0,94872727	0,20509091
3.1.2009	7:23	-5,0	19,1	-6,70	20,53	4,1	0,15056923	24,3	-0,6	3,5	0,76723772	0,94748439	0,21006243
3.1.2009	7:38	-5,0	18,9	-6,93	20,37	4,3	0,15750916	24,3	-0,7	3,5	0,76605043	0,94615385	0,21538462
3.1.2009	7:53	-4,9	18,7	-6,63	20,15	4,2	0,15683346	24,4	-0,9	3,5	0,76345269	0,94585512	0,21657954
3.1.2009	8:08	-5,3	18,6	-7,45	20,04	4,5	0,16369589	24,4	-1,0	3,4	0,76635301	0,94761732	0,20953074
3.1.2009	8:23	-5,8	18,4	-8,77	19,91	4,5	0,15690377	24,4	-1,1	3,4	0,76994051	0,94735007	0,21059972
3.1.2009	8:38	-3,2	18,2	-6,21	19,64	4,5	0,17408124	24,3	-1,3	3,3	0,74155806	0,94429400	0,22282398
3.1.2009	8:53	3,4	18,1	-1,73	19,64	5,4	0,25269069	25,9	-0,5	3,6	0,63652624	0,92793636	0,28825456
3.1.2009	9:08	1,6	18,0	-3,83	19,54	5,7	0,24390244	26,3	-0,3	3,6	0,67121719	0,93410355	0,26358579
3.1.2009	9:23	0,0	17,9	-5,29	19,44	5,4	0,21835827	26,5	-0,3	3,6	0,69681516	0,93772746	0,24909017
3.1.2009	9:38	1,0	17,8	-2,66	19,22	4,3	0,19652651	26,2	-0,7	3,5	0,67705144	0,93510055	0,25959781
3.1.2009	9:53	0,0	17,6	-3,64	19,17	5,4	0,23673827	26,3	-0,7	3,5	0,69317175	0,93117054	0,27531784
3.1.2009	10:08	-0,1	17,7	-3,41	19,30	7,6	0,33465434	26,5	-0,4	3,6	0,69651119	0,92954646	0,28181418
3.1.2009	10:23	1,3	17,6	-2,40	19,23	5,5	0,25427647	27,6	0,0	3,7	0,67180325	0,92464170	0,30143319
3.1.2009	10:38	4,0	17,6	-0,22	18,84	4,5	0,23609654	25,0	-1,6	3,3	0,60463532	0,93494229	0,26023085
3.1.2009	10:53	4,0	17,6	-1,35	19,09	5,9	0,28864971	27,0	-0,4	3,6	0,61044815	0,92710372	0,29158513
3.1.2009	14:53	9,5	20,8	-2,19	21,99	4,3	0,17783292	27,6	2,4	4,4	0,51902364	0,95078577	0,19685691
3.1.2009	15:08	6,3	20,8	-3,33	21,82	3,1	0,12326044	27,5	2,2	4,4	0,61341306	0,95944334	0,16222664
3.1.2009	15:53	1,4	20,6	-5,42	21,62	2,8	0,10355030	28,1	2,4	4,4	0,70371272	0,96227811	0,15088757
3.1.2009	21:38	-5,9	20,4	-8,04	21,42	5,4	0,18329939	30,2	3,2	4,7	0,78103850	0,96537678	0,13849287
4.1.2009	6:38	-3,5	17,4	-4,20	18,46	4,3	0,18976169	26,3	-1,3	3,3	0,73359286	0,95322154	0,18711386
4.1.2009	6:53	-3,6	17,2	-4,31	18,36	4,0	0,17644464	26,1	-1,4	3,3	0,73379551	0,94883105	0,20467578
4.1.2009	7:08	-3,5	17,0	-4,06	18,23	4,2	0,18842530	26,2	-1,5	3,3	0,73124412	0,94481830	0,2072678
4.1.2009	7:23	-3,3	16,9	-3,28	18,12	4,0	0,18691589	26,2	-1,6	3,3	0,72758310	0,94299065	0,22803738
4.1.2009	7:38	-3,3	16,8	-3,80	17,99	4,0	0,18357045	26,3	-1,7	3,3	0,72619142	0,94538779	0,21844883
4.1.2009	7:53	-3,2	16,6	-3,62	17,85	4,2	0,19562180	26,3	-1,8	3,3	0,72336559	0,94177923	0,23288309
4.1.2009	8:08	-3,2	16,5	-3,49	17,77	4,5	0,21166510	26,2	-1,9	3,2	0,72248001	0,94026341	0,23894638
4.1.2009	8:23	-3,1	16,3	-3,53	17,67	4,4	0,20754717	26,3	-1,9	3,2	0,72002196	0,93537736	0,25849057
4.1.2009	8:38	-2,9	16,2	-3,38	17,58	4,7	0,22423664	26,3	-2,0	3,2	0,71625300	0,93416031	0,26335678
4.1.2009	8:53	-2,8	16,0	-3,23	17,52	4,6	0,22168675	26,3	-2,0	3,2	0,71415017	0,92674699	0,29301205
4.1.2009	9:08	-2,6	15,9	-3,06	17,45	5,1	0,24865919	26,3	-2,1	3,2	0,71045619	0,92442711	0,30229157
4.1.2009	9:23	-2,4	15,9	-2,93	17,45	5,7	0,27968597	26,6	-1,9	3,2	0,70753888	0,92394504	0,30421982
4.1.2009	9:38	-2,2	15,9	-2,84	17,56	6,4	0,31372549	28,0	-1,2	3,4	0,70595908	0,91862745	0,32549020
4.1.2009	9:53	-2,0	16,0	-2,77	17,63	7,1	0,34803922	28,2	-1,0	3,4	0,70385309	0,92009804	0,31960784
4.1.2009	10:08	-1,9	16,2	-2,88	17,86	8,2	0,39537126	28,1	-0,9	3,5	0,70528343	0,91996143	0,32015429
4.1.2009	11:23	-2,1	17,7	-3,19	18,95	8,7	0,39295393	27,5	-0,3	3,7	0,72104004	0,94354110	0,22583559
4.1.2009	11:38	-2,2	17,8	-3,24	19,14	8,6	0,38427167	27,4	-0,1	3,7	0,72443474	0,94012511	0,23949955
4.1.2009	11:53	-2,3	17,9	-3,38	19,29	7,7	0,33965593	27,2	-0,1	3,7	0,72731645	0,93868549	0,24525805
4.1.2009	12:08	-2,2	18,0	-3,23	19,42	8,3	0,36644592	27,1	0,0	3,7	0,72742723	0,93730684	0,25077263
4.1.2009	12:23	-1,9	18,3	-3,28	19,52	8,6	0,37719298	27,2	0,1	3,7	0,72467444	0,94649123	0,21403509
4.1.2009	14:23	-1,5	20,3	-2,73	21,37	7,8	0,32365145	26,5	1,3	4,1	0,73853069	0,95560166	0,17759336
4.1.2009	15:08	-1,9	20,2	-3,07	21,22	6,7	0,27583368	26,2	1,0	4,0	0,74164672	0,95800741	0,16797036
4.1.2009	15:23	-2,0	20,2	-3,12	21,23	6,4	0,26283368	25,9	0,8	4,0	0,74285093	0,95770021	0,16919918
4.1.2009	15:38	-2,2	20,3	-3,16	21,44	7,3	0,29674797	25,6	0,9	4,0	0,74691547	0,95365854	0,18536585
4.1.2009	15:53	-2,2	20,5	-3,06	21,59	7,8	0,31643002	25,4	0,9	4,0	0,74823061	0,95578093	0,17687627
4.1.2009	16:08	-2,3	20,6	-3,11	21,64	7,4	0,29896990	25,3	0,9	4,0	0,74971517	0,95797980	0,16808081
4.1.2009	16:23	-2,3	20,5	-3,08	21,58	6,6	0,26763990	25,2	0,8	4,0	0,74919813	0,95620438	0,17518248
4.1.2009	16:38	-2,4	20,4	-3,15	21,43	6,0	0,24410090	25,5	0,8	4,0	0,74895202	0,95809601	0,16761595
4.1.2009	16:53	-2,4	20,2	-3,19	21,24	5,4	0,22103971	25,6	0,7	3,9	0,74729197	0,95742939	0,17028244
4.1.2009	17:23	-2,4	20,2	-3,30	21,48	7,6	0,30669895	25,7	0,9	4,0	0,74938449	0,94834544	0,20661824

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Przně ke kapitole 4.3.2 (12/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{\text{rel},1}$ [°C]	$\theta_{\text{rel},1}$ [°C]	θ_a [°C]	θ_{rel} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	Φ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [g]	$f_{\text{rel},cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{rel} (rel.1) [-]	$U_{\lambda,(\text{rel},1)}$ [W/m ² ·K]
4.1.2009	17:38	-2,5	20,4	-3,50	21,58	8,0	0,31897927	25,6	1,0	4,0	0,75128120	0,95295056	0,18819777
4.1.2009	19:23	-2,7	21,1	-3,60	22,25	8,7	0,33655706	28,3	3,0	4,6	0,75875890	0,95551257	0,17794971
4.1.2009	19:38	-2,6	21,1	-3,57	22,11	7,4	0,28816199	27,8	2,6	4,5	0,75666795	0,96066978	0,15732087
4.1.2009	19:53	-2,6	21,1	-3,43	22,21	7,0	0,27301092	27,5	2,5	4,4	0,75746936	0,95670827	0,17316693
4.1.2009	20:08	-2,6	21,0	-3,52	22,14	6,4	0,24941543	27,2	2,3	4,4	0,75690905	0,95557288	0,17770850
4.1.2009	20:23	-2,7	21,0	-3,56	22,14	6,4	0,24902724	26,9	2,2	4,4	0,75788768	0,95564202	0,17743191
4.1.2009	20:38	-2,6	21,0	-3,36	22,14	8,4	0,32941176	27,5	2,5	4,4	0,75690905	0,95529412	0,17882353
4.1.2009	20:53	-2,7	21,0	-3,32	22,25	8,2	0,32068831	27,9	2,8	4,5	0,75875890	0,95111459	0,19554165
4.1.2009	21:08	-2,6	21,1	-3,46	22,18	6,7	0,26131045	27,6	2,6	4,5	0,75722961	0,95787832	0,16848674
4.1.2009	21:23	-2,6	21,0	-3,44	22,10	5,6	0,21926390	27,0	2,2	4,4	0,75658745	0,95693031	0,17227878
4.1.2009	21:38	-2,6	20,9	-3,40	22,00	5,4	0,21259843	26,8	2,0	4,3	0,75577887	0,95669291	0,17322835
4.1.2009	21:53	-2,6	20,7	-3,35	21,89	5,6	0,22187005	27,3	2,2	4,4	0,75488181	0,95285261	0,18858954
4.1.2009	22:08	-2,6	20,7	-3,35	21,87	5,4	0,21411578	26,8	1,9	4,3	0,75471784	0,95360825	0,18556701
4.1.2009	22:23	-2,6	20,5	-3,47	21,78	5,4	0,21386139	26,8	1,8	4,3	0,75397665	0,94930693	0,20277228
4.1.2009	22:38	-2,6	20,5	-3,60	21,68	5,5	0,21756329	26,7	1,6	4,2	0,75314667	0,95332278	0,18670886
4.1.2009	22:53	-2,6	20,4	-3,56	21,56	5,1	0,20302548	26,6	1,5	4,1	0,75214161	0,95382166	0,18471338
4.1.2009	23:08	-2,7	20,2	-3,56	21,43	5,5	0,22008804	26,8	1,5	4,1	0,75207321	0,95078031	0,19687875
4.1.2009	23:23	-2,7	20,2	-3,57	21,41	5,6	0,22417934	26,5	1,3	4,1	0,75190447	0,95156125	0,19375500
4.1.2009	23:38	-2,7	20,2	-3,47	21,30	5,6	0,22607994	26,8	1,4	4,1	0,75097133	0,95559144	0,17763423
5.1.2009	4:53	-2,6	19,3	-3,37	20,31	7,8	0,32939189	26,6	0,4	3,8	0,74104625	0,95734797	0,17060811
5.1.2009	5:08	-2,7	19,4	-3,43	20,44	7,8	0,32677000	26,4	0,4	3,8	0,74337010	0,95643067	0,17427734
5.1.2009	5:23	-2,7	19,4	-3,44	20,50	7,2	0,30075188	26,0	0,3	3,8	0,74391871	0,95405180	0,18379282
5.1.2009	5:38	-2,7	19,4	-3,57	20,54	6,9	0,28618830	25,9	0,2	3,8	0,74428287	0,95271672	0,18913314
5.1.2009	5:53	-2,8	19,4	-3,62	20,50	6,4	0,26533997	25,8	0,2	3,7	0,74501777	0,95439469	0,18242123
5.1.2009	6:08	-2,8	19,3	-3,51	20,41	5,7	0,23829431	25,7	0,1	3,7	0,74420160	0,95359532	0,18561873
5.1.2009	6:23	-2,8	19,2	-3,60	20,37	5,5	0,22945348	25,5	-0,1	3,7	0,74383683	0,95118899	0,19524406
5.1.2009	6:38	-2,8	19,2	-3,60	20,29	5,4	0,22603600	25,4	-0,2	3,7	0,74310349	0,95437422	0,18250314
5.1.2009	6:53	-2,8	19,1	-3,65	20,25	5,4	0,22594142	25,3	-0,3	3,7	0,74273491	0,95188285	0,19246862
5.1.2009	7:08	-2,8	19,0	-3,68	20,18	5,4	0,22632020	25,2	-0,4	3,6	0,74208681	0,95054484	0,19782062
5.1.2009	7:23	-2,8	18,9	-3,61	20,08	5,4	0,22794428	25,2	-0,5	3,6	0,74115407	0,95018995	0,19924019
5.1.2009	8:38	-2,4	19,4	-3,17	20,46	8,5	0,35971223	25,8	0,1	3,7	0,74018784	0,95514177	0,17943292
5.1.2009	10:08	0,5	19,6	-1,05	20,64	7,0	0,32272937	26,2	0,5	3,9	0,70470127	0,95205164	0,19179345
5.1.2009	10:38	1,8	19,8	-0,53	21,01	7,3	0,33890436	25,6	0,5	3,9	0,68954803	0,94382544	0,22469824
5.1.2009	10:53	2,9	19,8	0,15	21,02	6,9	0,33061811	25,3	0,3	3,8	0,67084838	0,94154288	0,23382846
5.1.2009	11:08	3,3	19,9	0,31	21,13	7,3	0,35062440	25,1	0,3	3,8	0,66522027	0,94092219	0,23631124
5.1.2009	11:38	3,1	19,9	-0,07	21,08	6,2	0,29314421	24,8	0,1	3,7	0,66813696	0,94420804	0,22316785
5.1.2009	11:53	3,1	19,8	-0,02	20,96	5,5	0,26215443	25,0	0,1	3,7	0,66620621	0,94470925	0,22116301
5.1.2009	12:08	3,6	19,8	0,16	20,90	6,3	0,30376085	25,4	0,3	3,8	0,65555566	0,94696239	0,21215043
5.1.2009	12:23	3,4	19,9	-0,06	21,04	6,7	0,31753555	25,7	0,6	3,9	0,66184142	0,94597156	0,21611374
5.1.2009	12:38	3,4	19,8	-0,71	20,96	6,7	0,30918320	25,8	0,6	3,9	0,66050358	0,94646977	0,21412090
5.1.2009	12:53	3,4	19,9	-0,71	21,15	7,1	0,32479414	26,1	0,9	4,0	0,66366126	0,94281793	0,22872827
5.1.2009	13:08	3,6	19,9	-0,14	21,13	6,5	0,30559473	26,0	0,8	4,0	0,65949101	0,94217207	0,23131171
5.1.2009	13:23	3,4	19,9	0,02	21,12	6,2	0,32938886	26,2	0,9	4,0	0,66316718	0,94218009	0,23127962
5.1.2009	13:38	3,1	19,9	-0,18	21,12	6,0	0,28169014	26,6	1,1	4,0	0,66877483	0,94272300	0,22910798
5.1.2009	13:53	3,0	19,9	-0,22	21,09	5,7	0,26748006	27,0	1,3	4,1	0,67013032	0,94415767	0,22336931
5.1.2009	14:08	2,8	19,8	-0,73	21,00	4,9	0,22549471	27,4	1,4	4,1	0,67234411	0,94477681	0,22089277
5.1.2009	14:23	2,4	19,8	-0,85	20,97	6,0	0,27497709	27,5	1,4	4,1	0,67894442	0,94637947	0,21448213
5.1.2009	14:38	1,7	19,8	-1,62	20,89	6,0	0,26654820	28,6	1,9	4,3	0,68950276	0,95157708	0,19369169
5.1.2009	14:53	1,4	19,9	-1,66	21,03	6,1	0,26884090	27,6	1,5	4,2	0,69614507	0,95019833	0,19920670
5.1.2009	15:23	0,7	20,1	-2,09	21,15	6,7	0,28829604	27,3	1,5	4,1	0,70806784	0,95481928	0,18072289
5.1.2009	15:38	0,4	20,2	-2,29	21,29	6,6	0,27989822	27,1	1,5	4,1	0,71391848	0,95377439	0,18490246
5.1.2009	15:53	-0,1	20,2	-2,67	21,35	6,4	0,26644463	26,9	1,5	4,1	0,72126279	0,95212323	0,19150708
5.1.2009	16:08	-0,4	20,3	-3,34	21,32	6,0	0,24330900	26,7	1,3	4,1	0,72478922	0,95863747	0,16545012
5.1.2009	16:23	-0,8	20,3	-4,04	21,31	5,7	0,22485207	26,4	1,2	4,0	0,72966382	0,96015779	0,15936884
5.1.2009	16:38	-1,2	20,2	-4,48	21,26	5,4	0,20979021	26,3	1,1	4,0	0,73397561	0,95881896	0,16472416
5.1.2009	17:23	-2,1	20,4	-5,27	21,50	8,7	0,32499066	26,1	1,2	4,0	0,74637337	0,95890923	0,16436309
5.1.2009	17:53	-2,5	20,8	-5,55	21,88	7,8	0,28436019	26,4	1,7	4,2	0,75379412	0,96062705	0,15749180
5.1.2009	18:23	-2,7	20,7	-5,79	21,70	6,7	0,24372499	26,2	1,4	4,1	0,75432422	0,96362314	0,14550746
5.1.2009	18:53	-2,9	20,8	-5,91	21,84	7,8	0,28108108	26,9	1,9	4,3	0,75744869	0,96252252	0,14990991
5.1.2009	19:08	-2,9	20,9	-5,99	22,00	8,0	0,28581636	26,8	2,0	4,3	0,75872129	0,96070025	0,15719900
5.1.2009	19:23	-3,0	21,1	-6,00	22,12	8,0	0,28449502	26,9	2,1	4,4	0,76062181	0,96372688	0,14509246
5.1.2009	19:38	-3,2	21,1	-6,10	22,27	8,5	0,29961227	27,2	2,5	4,4	0,76364918	0,95875925	0,16496299
5.1.2009	20:08	-3,3	21,2	-6,14	22,37	7,3	0,25605051	26,9	2,4	4,4	0,76531727	0,95896177	0,16415293
5.1.2009	20:23	-3,4	21,3	-6,22	22,39	7,1	0,24816498	27,0	2,5	4,4	0,76637473	0,96190143	0,15239427
5.1.2009	20:38	-3,5	21,3	-6,30	22,39	6,9	0,24050192	27,1	2,5	4,4	0,76727711	0,96200767	0,15196933
5.1.2009	20:53	-3,5	21,3	-6,27	22,36	6,2	0,21655606	27,2	2,5	4,4	0,76705875	0,96297590	0,14809640
5.1.2009	22:23	-3,8	20,2	-6,44	21,25	4,2	0,15167931	26,3	1,1	4,0	0,76149849	0,96208017	0,15167931
5.1.2009	22:38	-3,8	20,1	-6,41	21,10	4,4	0,15994184	26,4	1,0	4,0	0,76032982	0,96364958	0,14540167
5.1.2009	22:53	-3,9	19,9	-6,53	20,99	4,4	0,15988372	26,2	0,8	4,0	0,76043020	0,96039244	0,15843023
5.1.2009	23:08	-3,9	19,8	-6,56	20,87	4,9	0,17863653	26,2	0,7	3,9	0,75948519	0,96099162	0,15603354

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Przně ke kapitole 4.3.2 (13/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{\text{rel},1}$ [°C]	$\theta_{\text{rel},1}$ [°C]	$\theta_{\text{rel},1}$ [°C]	$\theta_{\text{rel},1}$ [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	ϕ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [g/kg]	$f_{\text{rel},cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{rel} (dle 1) [-]	$U_{k,1}$ (dle 1) [W/m ² ·K]
5.1.2009	23:53	-4,1	19,4	-6,57	20,40	5,1	0,18909900	26,6	0,5	3,9	0,75768834	0,96292176	0,14831294
6.1.2009	0:08	-4,2	19,3	-6,45	20,36	5,3	0,19768743	26,5	0,4	3,8	0,75835278	0,96046251	0,15814994
6.1.2009	5:38	-5,5	17,9	-7,84	18,90	4,5	0,16828721	26,8	-0,7	3,5	0,75943107	0,96260284	0,14958863
6.1.2009	6:08	-5,7	17,6	-7,93	18,68	4,6	0,17286734	26,8	-0,9	3,5	0,75963530	0,95941375	0,16234498
6.1.2009	6:23	-5,8	17,5	-7,96	18,60	4,8	0,18072289	26,7	-1,0	3,4	0,75997823	0,95858434	0,16566265
6.1.2009	6:38	-5,8	17,4	-8,07	18,52	4,8	0,18051899	26,7	-1,0	3,4	0,75933507	0,95787890	0,16848439
6.1.2009	6:53	-5,9	17,4	-8,17	18,45	4,9	0,18407213	26,8	-1,0	3,4	0,75975951	0,96055597	0,15777611
6.1.2009	7:08	-5,9	17,3	-8,22	18,38	5,1	0,19172932	26,6	-1,2	3,4	0,75919520	0,95939850	0,16240602
6.1.2009	7:23	-5,9	17,2	-8,17	18,35	5,5	0,20739065	26,6	-1,2	3,3	0,75895235	0,95663650	0,17345400
6.1.2009	7:38	-5,9	17,2	-8,20	18,44	6,4	0,24024024	26,7	-1,1	3,4	0,75967910	0,95345345	0,18618619
6.1.2009	7:53	-5,9	17,4	-8,15	18,59	7,8	0,29169783	26,7	-1,0	3,4	0,76087847	0,95549738	0,17801047
6.1.2009	8:08	-5,9	17,5	-8,12	18,71	8,4	0,31308237	26,8	-0,8	3,5	0,76182745	0,95490123	0,18095058
6.1.2009	9:38	-4,7	19,0	-7,42	20,06	8,5	0,30931587	26,8	0,3	3,8	0,76084391	0,96142649	0,15429403
6.1.2009	10:23	-3,9	18,9	-7,05	19,94	7,2	0,26676547	26,4	0,0	3,7	0,75183873	0,96146721	0,15413116
6.1.2009	10:38	-3,7	18,9	-6,94	19,94	7,0	0,26041667	26,5	0,1	3,7	0,74973923	0,96130952	0,15476190
6.1.2009	10:53	-3,7	18,8	-6,76	19,98	7,3	0,27299925	27,0	0,4	3,8	0,75008680	0,95587135	0,16261458
6.1.2009	11:08	-3,2	18,8	-6,54	19,96	6,2	0,23396226	27,7	0,7	3,9	0,74451405	0,95622642	0,17509434
6.1.2009	11:23	-2,9	18,8	-6,47	19,98	7,3	0,27599244	27,9	0,8	4,0	0,74134857	0,95538752	0,17844991
6.1.2009	11:53	-2,7	18,7	-6,41	19,75	6,1	0,23318043	27,9	0,6	3,9	0,73685037	0,95986239	0,16055046
6.1.2009	12:08	-2,7	18,8	-6,49	19,87	6,9	0,26176024	29,0	1,2	4,0	0,73801288	0,95940819	0,16236722
6.1.2009	12:23	-2,7	18,8	-6,45	19,98	7,3	0,27620129	30,2	1,9	4,3	0,73906769	0,95535376	0,17858494
6.1.2009	12:53	-2,7	18,7	-6,59	19,87	5,9	0,22297808	29,5	1,5	4,1	0,73801288	0,95578231	0,17687075
6.1.2009	13:08	-2,8	18,7	-6,57	19,90	5,8	0,21911598	29,6	1,6	4,2	0,73945443	0,95466566	0,18133736
6.1.2009	13:23	-2,8	18,6	-6,53	19,86	6,0	0,22735885	29,5	1,5	4,1	0,73907306	0,95225464	0,19098143
6.1.2009	13:38	-2,9	18,5	-6,66	19,79	5,5	0,20793951	29,2	1,3	4,1	0,73955535	0,95122873	0,19508507
6.1.2009	13:53	-3,0	18,4	-6,82	19,69	5,1	0,19238023	29,1	1,2	4,0	0,73975148	0,95133912	0,19464353
6.1.2009	14:08	-3,0	18,3	-6,77	19,57	5,3	0,20198171	29,2	1,1	4,0	0,73860440	0,95160061	0,19359756
6.1.2009	14:23	-3,2	18,2	-6,73	19,47	5,0	0,19083969	28,8	0,8	4,0	0,73995375	0,95152672	0,19389313
6.1.2009	14:38	-3,5	18,1	-6,96	19,36	5,0	0,18996960	28,8	0,7	3,9	0,74232926	0,95212766	0,19148936
6.1.2009	14:53	-3,8	18,0	-7,23	19,19	4,9	0,18546556	28,2	0,3	3,8	0,74411537	0,95495836	0,18016654
6.1.2009	15:08	-4,0	18,0	-7,42	19,24	5,7	0,21380345	28,4	0,4	3,8	0,74677225	0,95348837	0,18604651
6.1.2009	15:23	-4,4	17,9	-7,84	19,11	5,9	0,21892393	28,3	0,3	3,8	0,74992652	0,95510204	0,17959184
6.1.2009	15:38	-4,7	17,9	-7,91	19,09	6,0	0,22222222	28,4	0,3	3,8	0,75290721	0,95592593	0,17629630
6.1.2009	15:53	-4,9	17,9	-7,98	19,10	6,4	0,23633678	28,3	0,3	3,8	0,75505073	0,95568685	0,17725258
6.1.2009	16:08	-5,1	18,0	-8,07	19,21	6,9	0,25293255	28,1	0,2	3,8	0,75797294	0,95564516	0,17741935
6.1.2009	16:23	-5,3	18,1	-8,12	19,24	7,0	0,25584795	27,9	0,2	3,7	0,76018693	0,95833333	0,16666667
6.1.2009	16:38	-5,6	18,2	-8,21	19,26	7,2	0,26210411	27,5	0,0	3,7	0,76323802	0,96141245	0,15435020
6.1.2009	16:53	-5,8	18,2	-8,45	19,44	8,1	0,29042668	27,3	0,1	3,7	0,76648521	0,95553962	0,17784152
6.1.2009	17:08	-5,8	18,4	-8,44	19,72	8,4	0,29829545	27,2	0,2	3,8	0,76855901	0,95312500	0,18750000
6.1.2009	17:38	-5,9	18,6	-8,47	19,88	8,5	0,29982363	26,4	0,0	3,7	0,77061697	0,95485009	0,18059965
6.1.2009	17:53	-6,0	18,7	-8,38	20,07	8,8	0,30931459	26,2	0,0	3,7	0,77284427	0,95184534	0,19261863
6.1.2009	18:23	-6,0	19,0	-8,39	20,34	7,8	0,27149321	26,4	0,3	3,8	0,77471657	0,95335886	0,18656457
6.1.2009	18:38	-6,2	18,9	-8,58	20,27	6,7	0,23223570	26,3	0,2	3,8	0,77594067	0,95251300	0,18994801
6.1.2009	18:53	-6,5	18,9	-8,59	20,21	6,3	0,21875000	26,1	0,1	3,7	0,77805390	0,95451389	0,18194444
6.1.2009	19:08	-6,5	18,8	-8,58	20,16	6,1	0,21224774	26,0	0,0	3,7	0,77772111	0,95267919	0,18928323
6.1.2009	19:23	-6,6	18,8	-8,70	20,10	5,9	0,20486111	25,8	-0,1	3,7	0,77815412	0,95486111	0,18055556
6.1.2009	19:38	-6,6	18,7	-8,71	20,00	5,5	0,19157088	25,7	-0,3	3,7	0,77748742	0,95471961	0,18112156
6.1.2009	19:53	-6,7	18,6	-8,83	19,90	5,4	0,18795684	25,7	-0,4	3,6	0,77765472	0,95475113	0,18099548
6.1.2009	20:08	-7,1	18,5	-9,61	19,79	5,4	0,18367347	25,6	-0,5	3,6	0,78023469	0,95612245	0,17551020
6.1.2009	20:23	-7,1	18,4	-9,58	19,70	5,5	0,18784153	25,6	-0,6	3,6	0,77964612	0,95560109	0,17759563
6.1.2009	20:38	-7,1	18,3	-9,37	19,62	5,5	0,18972059	25,4	-0,8	3,5	0,77911962	0,95446706	0,18213177
6.1.2009	20:53	-7,2	18,3	-9,60	19,56	5,6	0,19204390	25,3	-0,9	3,5	0,77954957	0,95679012	0,17283951
6.1.2009	21:08	-7,2	18,2	-9,68	19,51	5,8	0,19869818	25,3	-0,9	3,4	0,77922020	0,95512162	0,17951353
6.1.2009	21:23	-7,3	18,1	-9,49	19,44	5,7	0,19702731	25,1	-1,1	3,4	0,77958439	0,95368130	0,18527480
6.1.2009	21:38	-7,4	18,0	-9,78	19,36	6,1	0,20933425	25,2	-1,1	3,4	0,77988217	0,95332876	0,18668497
6.1.2009	21:53	-7,7	18,0	-10,14	19,34	5,9	0,20013569	25,2	-1,1	3,4	0,78219441	0,95454545	0,18181818
6.1.2009	22:08	-7,6	17,9	-10,17	19,25	5,7	0,19374575	25,1	-1,2	3,3	0,78080231	0,95411285	0,18354861
6.1.2009	22:23	-7,8	17,8	-10,26	19,20	6,0	0,20366599	25,1	-1,3	3,3	0,78210249	0,95247794	0,19008826
6.1.2009	22:38	-7,6	17,8	-9,75	19,22	6,2	0,21401450	25,0	-1,3	3,3	0,78060691	0,95098378	0,19606489
6.1.2009	22:53	-7,5	17,8	-9,43	18,83	5,7	0,20169851	25,5	-1,4	3,3	0,77718318	0,96355272	0,14578910
6.1.2009	23:08	-7,4	17,8	-9,31	18,84	7,7	0,27353464	25,5	-1,4	3,3	0,77640199	0,96305506	0,14777975
7.1.2009	3:23	-6,8	17,0	-6,76	18,01	4,6	0,18570852	25,1	-2,3	3,1	0,76500303	0,95922487	0,16310052
7.1.2009	3:53	-7,0	16,7	-7,10	17,72	4,3	0,17324738	25,0	-2,6	3,0	0,76466954	0,95890411	0,16438356
7.1.2009	4:08	-7,2	16,5	-7,52	17,58	4,4	0,17529880	25,0	-2,7	3,0	0,76549077	0,95697211	0,17211155
7.1.2009	4:23	-7,2	16,3	-7,46	17,43	4,3	0,17276014	25,0	-2,8	3,0	0,76433361	0,95460024	0,18159904
7.1.2009	4:38	-7,3	16,2	-7,99	17,35	4,6	0,18153118	25,1	-2,9	3,0	0,76466925	0,95461721	0,18153118
7.1.2009	4:53	-7,3	16,0	-7,90	17,21	4,7	0,18717642	25,1	-3,0	3,0	0,76357924	0,95181203	0,19275189
7.1.2009	5:08	-7,4	15,9	-8,38	17,10	4,7	0,18445840	25,1	-3,1	3,0	0,76368255	0,95290424	0,18838305
7.1.2009	5:23	-7,6	15,8	-9,04	16,99	4,9	0,18824433	25,1	-3,2	2,9	0,76474656	0,95428352	0,18286592
7.1.2009	5:38	-7,5	15,6	-8,67	16,88	4,7	0,18395303	25,1	-3,3	2,9	0,76292096	0,94990215	0,20039139

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Pržně ke kapitole 4.3.2 (14/14)

DATUM	ČAS	$\theta_{\text{Re},1}$ [°C]	$\theta_{\text{al},1}$ [°C]	θ_{e} [°C]	θ_{al} [°C]	q [W/m ²]	U_T [W/m ² ·K]	φ_i [%]	Rosný bod [°C]	obsah par [gk]	$f_{\text{Rel},cr}$ (dle ČSN) [-]	f_{Rel} (Bul.1) [-]	$U_{\text{e}}(Bul.1)$ [W/m ² ·K]
7.1.2009	5:53	-7,5	15,5	-8,69	16,77	4,8	0,18853103	25,2	-3,3	2,9	0,76204814	0,95011783	0,19952867
7.1.2009	6:08	-7,4	15,3	-8,59	16,67	4,7	0,18606492	25,2	-3,4	2,9	0,76025586	0,94576405	0,21694378
7.1.2009	6:23	-7,3	15,2	-8,12	16,57	4,9	0,19846092	25,2	-3,5	2,9	0,75843355	0,94451195	0,22195221
7.1.2009	6:38	-7,1	15,1	-7,82	16,51	5,5	0,22605836	25,0	-3,6	2,8	0,75588645	0,94204686	0,23181258
7.1.2009	6:53	-6,9	15,0	-7,31	16,56	6,2	0,25974026	25,3	-3,5	2,9	0,75423077	0,93464600	0,26141600
7.1.2009	7:08	-6,6	15,1	-6,67	16,70	7,4	0,31664527	25,6	-3,2	3,0	0,75227569	0,93153616	0,27385537
7.1.2009	7:23	-6,6	15,2	-6,56	16,63	8,2	0,35360069	25,2	-3,5	2,9	0,75166331	0,93833549	0,24665804
7.1.2009	9:38	-4,1	18,9	-4,65	20,15	8,1	0,32661290	24,3	-0,9	3,4	0,75564907	0,94959677	0,20161290
7.1.2009	9:53	-3,3	18,9	-3,94	20,12	7,3	0,30340815	24,1	-1,1	3,4	0,74704633	0,94929343	0,20282627
7.1.2009	10:08	-3,2	18,8	-4,38	20,04	6,4	0,26208026	23,9	-1,2	3,3	0,74524033	0,94922195	0,20311220
7.1.2009	10:23	-3,1	18,8	-4,26	19,96	6,1	0,25185797	23,6	-1,5	3,3	0,74340613	0,95210570	0,19157721
7.1.2009	10:38	-2,5	18,7	-3,83	19,88	5,9	0,24884015	23,4	-1,6	3,3	0,73576879	0,95023197	0,19907212
7.1.2009	10:53	-1,9	18,6	-3,49	19,78	5,6	0,24065320	23,3	-1,8	3,3	0,72744261	0,94929093	0,20283627
7.1.2009	11:08	-1,9	18,5	-3,54	19,66	5,6	0,24137931	23,1	-1,9	3,2	0,72617329	0,95000000	0,20000000
7.1.2009	11:23	-0,8	18,3	-2,82	19,54	5,4	0,24150268	23,0	-2,1	3,1	0,71001162	0,94454383	0,22182469
7.1.2009	11:38	4,2	18,2	0,31	19,43	5,4	0,28242678	22,9	-2,3	3,1	0,61303557	0,93566946	0,25732218
7.1.2009	11:53	9,9	18,1	2,51	19,42	5,9	0,34890597	22,8	-2,4	3,1	0,38098455	0,92193968	0,31224128
7.1.2009	12:23	8,1	17,9	-0,93	19,27	5,4	0,26732673	22,7	-2,6	3,0	0,47302167	0,93217822	0,27128713
7.1.2009	12:38	5,4	17,8	-2,49	19,12	5,0	0,23137436	22,7	-2,7	3,0	0,57145244	0,93891717	0,24433133
7.1.2009	12:53	2,5	17,6	-3,37	18,94	4,5	0,20170327	22,6	-3,0	3,0	0,64284294	0,93993725	0,24025101
7.1.2009	13:08	1,4	17,5	-3,61	18,76	4,2	0,18775145	22,6	-3,1	3,0	0,66223205	0,94367456	0,22530174
7.1.2009	13:23	0,3	17,3	-4,02	18,58	3,9	0,17256637	22,6	-3,2	2,9	0,67966952	0,94336283	0,22654867
7.1.2009	13:38	0,1	17,2	-3,96	18,41	4,0	0,17881091	22,6	-3,4	2,9	0,68060755	0,94590970	0,21636120
7.1.2009	13:53	-1,0	17,0	-4,39	18,23	3,8	0,16799293	22,6	-3,5	2,8	0,69630446	0,94562334	0,21750663
7.1.2009	14:08	-1,4	16,8	-4,70	18,05	3,7	0,16263736	22,7	-3,6	2,8	0,70015142	0,94505495	0,21978022
7.1.2009	14:23	-1,6	16,7	-4,49	17,91	3,5	0,15625000	22,8	-3,7	2,8	0,70139290	0,94598214	0,21607143
7.1.2009	14:38	-1,4	16,5	-4,34	17,74	3,5	0,15851449	22,8	-3,9	2,8	0,69601572	0,94384058	0,22463768
7.1.2009	14:53	-1,5	16,4	-4,41	17,62	3,5	0,15887426	22,9	-3,9	2,7	0,69597705	0,94462097	0,22156111
7.1.2009	15:08	-2,1	16,2	-4,83	17,50	3,5	0,15673981	22,8	-4,0	2,7	0,70369498	0,94178236	0,23287058
7.1.2009	15:23	-2,5	16,1	-5,14	17,35	3,5	0,15562472	22,9	-4,1	2,7	0,70776307	0,94441974	0,22232103
7.1.2009	15:38	-3,1	15,9	-5,60	17,21	3,5	0,15344147	23,0	-4,2	2,7	0,71468869	0,94256905	0,22972381
7.1.2009	15:53	-3,9	15,8	-5,96	17,04	3,3	0,14347826	23,1	-4,3	2,6	0,72363385	0,94608696	0,21565217
7.1.2009	16:08	-4,3	15,7	-6,04	16,91	3,7	0,16122004	23,1	-4,3	2,6	0,72724271	0,94727669	0,21089325
7.1.2009	16:23	-4,9	15,5	-6,51	16,63	4,5	0,19446845	23,5	-4,3	2,6	0,73205475	0,95116681	0,19533276
7.1.2009	16:38	-5,3	15,5	-6,83	16,87	5,1	0,21518987	24,3	-3,7	2,8	0,73930799	0,94219409	0,23122363
7.1.2009	16:53	-5,5	15,5	-6,66	16,90	5,5	0,23344652	24,5	-3,6	2,8	0,74192514	0,94057725	0,23769100
7.1.2009	17:23	-5,8	15,8	-6,75	17,06	7,5	0,31499370	24,7	-3,4	2,9	0,74680677	0,94708106	0,21167577
7.1.2009	23:08	-5,1	20,5	-6,13	21,50	7,3	0,26420557	23,0	-0,5	3,6	0,77497788	0,96380746	0,14477018
7.1.2009	23:23	-5,1	20,6	-6,18	21,60	8,0	0,28797696	23,1	-0,4	3,6	0,77565398	0,96400288	0,14398848
8.1.2009	6:08	-4,4	16,8	-5,16	17,80	4,9	0,21341463	25,1	-2,4	3,1	0,73779598	0,95644599	0,17421603
8.1.2009	6:23	-4,4	16,7	-5,16	17,73	5,1	0,22280472	25,1	-2,5	3,0	0,73710736	0,95500218	0,17999126
8.1.2009	6:38	-4,4	16,6	-5,16	17,64	4,9	0,21491228	25,1	-2,6	3,0	0,73621557	0,95438596	0,18245614
8.1.2009	6:53	-4,4	16,5	-5,21	17,54	4,8	0,21098901	25,2	-2,7	3,0	0,73521611	0,95428571	0,18285714
8.1.2009	7:08	-4,4	16,4	-5,23	17,44	4,9	0,21614468	25,3	-2,7	3,0	0,73420750	0,95412439	0,18350243
8.1.2009	7:23	-4,4	16,3	-5,25	17,43	5,1	0,22486772	25,3	-2,7	3,0	0,73410613	0,95017637	0,19929453
8.1.2009	7:38	-4,5	16,3	-5,25	17,36	5,1	0,22556391	25,5	-2,7	3,0	0,73461354	0,95311809	0,18752764
8.1.2009	7:53	-4,5	16,2	-5,23	17,31	5,1	0,22626442	25,4	-2,8	3,0	0,73410715	0,95075421	0,19698314
8.1.2009	8:08	-4,4	16,2	-5,21	17,25	5,4	0,24042743	25,6	-2,7	3,0	0,73226546	0,95325022	0,18699911
8.1.2009	8:23	-4,3	16,1	-5,13	17,24	5,4	0,24139473	25,6	-2,7	3,0	0,73091886	0,94903889	0,20384443
8.1.2009	8:38	-4,1	16,3	-5,05	17,34	6,6	0,29477445	25,5	-2,7	3,0	0,72945625	0,95355069	0,18579723
10.1.2009	8:33	-3,4	16,5	-5,10	17,50	4,8	0,21238938	23,2	-3,8	2,8	0,72212543	0,95575221	0,17699115
10.1.2009	9:03	-2,4	16,4	-3,88	17,52	5,5	0,25700935	23,3	-3,8	2,8	0,70841022	0,94766355	0,20934579
10.1.2009	9:18	-1,8	16,5	-3,26	17,58	6,4	0,30710173	23,3	-3,7	2,8	0,70014764	0,94817658	0,20729367
10.1.2009	9:48	3,3	16,8	-0,52	17,87	8,1	0,44045677	23,7	-3,2	2,9	0,60027149	0,94181620	0,23273518
minimální hodnota		-9,3	15,0	-11,3	16,51	2,8	0,092	22,3	-4,3	2,6	0,3800	0,9200	0,120
průměrné hodnoty		-2,79	19,67	-4,77	21,00	5,65	0,222	27,39	1,38	4,17	0,7400	0,9500	0,210
medián		-2,40	19,80	-3,91	21,12	5,50	0,217	26,50	1,00	4,00	0,7500	0,9500	0,200
maximální hodnota		9,9	24,3	2,51	25,42	9,0	0,440	39,2	8,8	7,0	0,8000	0,9700	0,340

Příloha č. 3 Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Pržně ke kapitole 4.3.3 (1/2)

Datum	Čas	θ_e [°C]	θ_{hi} [°C]	$\theta_{hi,1}$ [°C]	$\theta_{hi,2}$ [°C]	$\theta_{hi,3}$ [°C]	Φ_e [%]	Φ_i [%]	Rosný bod [°C]	Rosný bod [°C]	Obsah par [g/kg]	Obsah par [g/kg]	Obsah par [g/kg]	f_{rel} (střena) dle ČSN: [-]	f_{rel} (stř.1) střena: [-]	$U_{střena}$ [W/m ² ·K]	f_{rel} (stř.2) roh: [-]	U_{roh} [W/m ² ·K]
17.3.2010	0:07	-1,38	19,97	16,7	19,1	17,8	82,4	27,6	-3,9	0,4	2,8	3,8	3,8	0,72283374	0,89836066	0,40655738	0,95925059	0,16299766
17.3.2010	0:22	-1,36	19,92	16,7	19,1	17,7	81,5	27,6	-4,0	0,4	2,7	3,8	3,8	0,72202657	0,89567669	0,41729323	0,96146617	0,15413534
17.3.2010	0:37	-1,28	19,93	16,7	19,1	17,7	80,4	27,6	-4,1	0,3	2,7	3,8	3,8	0,72108819	0,89486091	0,42055634	0,96086752	0,15652994
17.3.2010	0:52	-1,29	19,94	16,7	19,1	17,7	80,3	27,6	-4,2	0,4	2,7	3,8	3,8	0,72132998	0,89448893	0,42204428	0,96043335	0,15826660
17.3.2010	1:07	-1,42	19,93	16,7	19,1	17,6	80,5	27,6	-4,3	0,3	2,7	3,8	3,8	0,72291712	0,89086651	0,43653396	0,96112412	0,15550351
17.3.2010	1:22	-1,47	19,92	16,7	19,1	17,6	79,4	27,6	-4,5	0,3	2,6	3,8	3,8	0,72345608	0,89153810	0,43384759	0,96166433	0,15334268
17.3.2010	1:37	-1,45	19,92	16,6	19,0	17,5	78,1	27,6	-4,7	0,3	2,6	3,8	3,8	0,72319726	0,88675714	0,45297146	0,95694899	0,17220402
17.3.2010	1:52	-2,54	19,90	16,6	19,0	17,5	80,9	27,6	-5,3	0,3	2,5	3,8	3,8	0,72643563	0,89304813	0,42780749	0,95989305	0,16042781
17.3.2010	2:07	-3,01	19,90	16,6	19,0	17,5	81,3	27,5	-5,7	0,3	2,4	3,8	3,8	0,74184267	0,89524225	0,41903099	0,96071584	0,15713662
17.3.2010	2:22	-2,97	19,88	16,6	19,0	17,4	82,2	27,5	-5,5	0,3	2,4	3,8	3,8	0,74120374	0,89146608	0,43413567	0,96148796	0,15404814
17.3.2010	2:37	-3,84	20,01	16,7	19,0	17,4	83,3	27,3	-6,2	0,3	2,3	3,8	3,8	0,75181217	0,89056604	0,43773585	0,95765199	0,16939203
17.3.2010	2:52	-4,31	19,95	16,6	19,0	17,4	84,3	27,4	-6,5	0,3	2,3	3,8	3,8	0,75611667	0,89488871	0,42044518	0,96084089	0,15663644
17.3.2010	3:07	-4,47	19,93	16,5	19,0	17,4	84,2	27,4	-6,7	0,3	2,2	3,8	3,8	0,75755248	0,89631148	0,41475410	0,96188525	0,15245902
17.3.2010	3:22	-4,51	19,92	16,5	19,0	17,4	83,1	27,4	-6,9	0,3	2,2	3,8	3,8	0,75786842	0,89684814	0,41260745	0,96234138	0,15063447
17.3.2010	3:37	-3,68	19,92	16,4	19,0	17,4	82,7	27,4	-6,1	0,2	2,3	3,8	3,8	0,74935277	0,89322034	0,42711864	0,96101695	0,15593220
17.3.2010	3:52	-2,59	19,90	16,4	19,0	17,4	80,0	27,4	-5,5	0,2	2,4	3,8	3,8	0,73702159	0,88883948	0,44464206	0,95998221	0,16007114
17.3.2010	4:07	-2,59	19,90	16,4	18,9	17,3	81,7	27,4	-5,2	0,2	2,5	3,8	3,8	0,73702159	0,88439306	0,46242775	0,95553579	0,17785683
17.3.2010	4:22	-2,42	19,79	16,2	18,9	17,2	82,4	27,5	-4,9	0,2	2,5	3,8	3,8	0,73392665	0,88385856	0,46645655	0,95992796	0,16028816
17.3.2010	4:37	-2,22	19,94	16,5	18,9	17,2	82,7	27,2	-4,7	0,2	2,6	3,8	3,8	0,73302506	0,87635379	0,49458484	0,95306859	0,18772563
17.3.2010	4:52	-1,95	19,88	16,5	18,9	17,2	81,7	27,3	-4,6	0,2	2,6	3,8	3,8	0,72911157	0,87723317	0,49106734	0,95510765	0,17956940
17.3.2010	5:07	-1,79	19,85	16,5	18,9	17,2	81,1	27,3	-4,5	0,2	2,6	3,8	3,8	0,72679485	0,87754159	0,48983364	0,95609982	0,17560074
17.3.2010	5:22	-1,76	19,86	16,5	18,9	17,2	81,4	27,3	-4,4	0,1	2,6	3,8	3,8	0,72652154	0,87696577	0,49213691	0,95559667	0,17761332
17.3.2010	5:37	-1,86	20,27	17,0	18,9	17,2	82,1	26,9	-4,4	0,3	2,6	3,8	3,8	0,73199953	0,86127429	0,55490285	0,93809309	0,24762765
17.3.2010	5:52	-1,85	20,84	17,5	19,2	17,4	81,9	26,2	-4,4	0,4	2,6	3,9	3,9	0,73748595	0,84839136	0,60843455	0,92772146	0,28911415
17.3.2010	6:07	-1,84	20,93	17,6	19,4	17,5	82,5	26,3	-4,4	0,6	2,7	3,9	3,9	0,73824233	0,84936320	0,60254721	0,93280632	0,26877470
17.3.2010	6:22	-1,45	20,70	17,5	19,4	17,6	80,0	26,7	-4,4	0,6	2,7	3,9	3,9	0,73137758	0,86004515	0,55981941	0,94130926	0,23476298
17.3.2010	6:37	-1,31	20,45	17,4	19,4	17,6	80,6	27,0	-4,1	0,5	2,7	3,9	3,9	0,72707441	0,86902574	0,52389706	0,95174632	0,19301471
17.3.2010	6:52	-1,00	20,27	17,3	19,3	17,5	80,9	27,2	-3,8	0,4	2,8	3,9	3,9	0,72116359	0,86978963	0,52092149	0,95439586	0,18241655
17.3.2010	7:07	-0,61	20,38	17,5	19,3	17,4	79,2	26,9	-3,7	0,4	2,8	3,8	3,8	0,71721078	0,85802763	0,56788947	0,94854693	0,20581229
17.3.2010	7:22	-0,10	20,56	17,7	19,3	17,5	78,0	26,8	-3,4	0,5	2,9	3,9	3,9	0,71230609	0,85188771	0,59244918	0,93901258	0,24394966
17.3.2010	7:37	0,59	20,59	17,9	19,3	17,5	75,9	26,8	-3,1	0,5	2,9	3,9	3,9	0,70274544	0,84550000	0,61800000	0,93550000	0,25800000
17.3.2010	7:52	2,31	20,70	18,3	19,4	17,5	69,2	26,6	-2,7	0,5	3,0	3,9	3,9	0,67645533	0,82599239	0,69603045	0,92930941	0,28276237
17.3.2010	8:07	1,79	20,68	18,5	19,4	17,5	72,3	26,7	-2,6	0,5	3,1	3,9	3,9	0,68506636	0,83165696	0,67337215	0,93223928	0,27104268
17.3.2010	8:22	1,47	20,47	18,6	19,4	17,5	71,2	26,9	-3,1	0,4	2,9	3,9	3,9	0,68738153	0,84368421	0,62526316	0,94368421	0,22526316
17.3.2010	8:37	2,15	20,25	18,6	19,3	17,4	70,0	27,1	-2,7	0,4	3,0	3,8	3,8	0,67237788	0,84254144	0,62983425	0,94751381	0,20994475
17.3.2010	8:52	2,43	20,11	18,7	19,2	17,3	69,7	27,3	-2,4	0,3	3,1	3,8	3,8	0,66494740	0,84106335	0,63574661	0,94852941	0,20588235
17.3.2010	9:07	2,41	19,97	18,7	19,1	17,2	69,1	27,4	-2,6	0,3	3,1	3,8	3,8	0,66301255	0,84225513	0,63097950	0,95045558	0,19817768
17.3.2010	9:22	2,79	19,84	18,7	19,0	17,0	69,5	27,6	-2,1	0,3	3,2	3,8	3,8	0,65327189	0,83343109	0,66627566	0,95073314	0,19706745
17.3.2010	9:37	3,05	19,75	18,7	18,9	17,0	67,5	27,6	-2,3	0,2	3,1	3,8	3,8	0,64624496	0,83532934	0,65968263	0,94910180	0,20359281
17.3.2010	9:52	3,57	19,69	18,9	18,8	16,9	64,3	27,6	-2,4	0,2	3,1	3,8	3,8	0,63368245	0,82692308	0,69230769	0,94478908	0,22084367
17.3.2010	10:07	4,81	19,69	19,1	18,7	16,8	61,2	27,6	-1,9	0,1	3,2	3,8	3,8	0,60315598	0,80577957	0,77688172	0,93346774	0,26612903
17.3.2010	10:22	4,39	19,61	19,1	18,7	16,7	61,5	27,6	-2,3	0,1	3,1	3,8	3,8	0,61225501	0,80880420	0,76478318	0,94021025	0,23915900
17.3.2010	10:37	5,29	19,59	19,3	18,7	16,7	58,2	27,6	-2,1	0,1	3,2	3,8	3,8	0,58737142	0,79790210	0,80839161	0,93776224	0,24895105
17.3.2010	10:52	5,50	19,54	19,3	18,6	16,7	55,7	27,6	-2,5	0,0	3,1	3,7	3,7	0,57988863	0,79772080	0,80911681	0,93304843	0,26780627
17.3.2010	11:07	5,14	19,51	19,5	18,6	16,6	56,5	27,6	-2,7	0,0	3,0	3,7	3,7	0,58962919	0,79749478	0,81002088	0,93667363	0,25330550
17.3.2010	11:22	4,63	19,40	19,3	18,5	16,6	58,6	27,7	-2,7	0,0	3,0	3,7	3,7	0,60107426	0,81042654	0,75829384	0,93906567	0,24373731
17.3.2010	11:37	5,05	19,38	19,3	18,5	16,5	60,0	27,7	-2,0	0,0	3,2	3,7	3,7	0,58888743	0,79902303	0,80390789	0,93859037	0,24563852
17.3.2010	11:52	4,68	19,33	19,1	18,4	16,5	59,8	27,8	-2,4	0,0	3,1	3,7	3,7	0,59801925	0,80682594	0,77269625	0,93651877	0,25392491
17.3.2010	12:07	3,57	19,19	18,7	18,4	16,4	65,9	27,9	-2,1	0,0	3,2	3,7	3,7	0,62338107	0,82138284	0,71446863	0,94942382	0,20230474
17.3.2010	12:22	4,50	19,13	18,5	18,3	16,4	64,1	27,9	-1,6	-0,1	3,3	3,7	3,7	0,59807809	0,81339713	0,74641148	0,94326726	0,22693096

Tabulka s vybranými hodnotami z měření v Pržně ke kapitole 4.3.3 (2/2)

Datum	Čas	Θ _e [°C]	Θ _h [°C]	Θ _{h,1} [°C]	Θ _{h,2} [°C]	Θ _{h,3} [°C]	Φ _e [%]	Φ _i [%]	Rosný bod [°C]	Rosný bod [°C]	Obsah par [g/kg]	Obsah par [g/kg]	f _{h3} or (rela) dle ČSN; [-]	f _{h3} (Rel. 1) stěna; [-]	U _e (Rel. 1) stěna; [W/m ² ·K]	f _{h3} (Rel. 2) roh; [-]	U _e (Rel. 2) roh; [W/m ² ·K]		
17.3.2010	12:37	4,73	19,11	18,5	18,3	16,4	62,6	27,9	-1,7	-0,1	3,3	3,7	0,59115247	0,81154381	0,75382478	0,94367177	0,22531293		
17.3.2010	12:52	4,68	19,10	18,6	18,3	16,4	61,2	27,9	-2,1	-0,1	3,2	3,7	0,59231744	0,81276006	0,74895978	0,94452150	0,22191401		
17.3.2010	13:07	5,66	19,10	18,8	18,3	16,4	58,7	27,9	-1,7	-0,1	3,3	3,7	0,56259059	0,79910714	0,80357143	0,94047619	0,23809524		
17.3.2010	13:22	5,20	19,10	18,8	18,3	16,4	59,2	27,9	-2,0	-0,1	3,2	3,7	0,57706601	0,80575540	0,77697842	0,94444604	0,23021583		
17.3.2010	13:37	5,50	19,06	18,8	18,2	16,4	58,2	27,9	-2,0	-0,1	3,2	3,7	0,56659275	0,80383481	0,78466077	0,93657817	0,25368732		
17.3.2010	13:52	5,37	19,04	18,8	18,2	16,4	58,3	27,9	-2,0	-0,1	3,2	3,7	0,57014540	0,80687637	0,77249451	0,93855157	0,24579371		
17.3.2010	14:07	5,53	19,83	19,1	18,4	16,6	59,1	27,0	-1,7	0,0	3,3	3,7	0,66262452	0,77412587	0,90349650	0,90000000	0,40000000		
17.3.2010	14:22	5,09	19,97	19,2	18,6	16,8	60,4	26,9	-1,8	0,0	3,2	3,7	0,60231857	0,78696237	0,85210554	0,90793011	0,36827957		
17.3.2010	14:37	4,57	20,19	19,2	18,8	17,0	64,3	26,8	-1,5	0,2	3,3	3,8	0,62053200	0,79577465	0,81690141	0,91101152	0,35959391		
17.3.2010	14:52	4,75	20,31	19,3	19,0	17,2	62,7	26,9	-1,7	0,3	3,3	3,8	0,61872555	0,80012853	0,79948586	0,91580977	0,33676093		
17.3.2010	15:07	4,75	20,31	19,2	19,1	17,3	62,7	26,9	-1,7	0,4	3,3	3,8	0,61872555	0,80655527	0,77377892	0,92223650	0,31105398		
17.3.2010	15:22	4,36	20,47	19,2	19,2	17,5	65,0	26,9	-1,5	0,5	3,3	3,9	0,63130038	0,81564246	0,73743017	0,92116698	0,31533209		
17.3.2010	15:37	5,07	20,59	19,3	19,3	17,6	63,1	26,9	-1,3	0,6	3,4	3,9	0,61694000	0,80734536	0,77061856	0,91688144	0,33247423		
17.3.2010	15:52	4,91	20,56	19,2	19,4	17,7	64,4	27,0	-1,2	0,6	3,4	3,9	0,62020728	0,81725240	0,77309042	0,92587859	0,29648562		
17.3.2010	16:07	4,43	20,60	19,1	19,4	17,8	65,0	27,0	-1,5	0,6	3,3	3,9	0,63231068	0,82683983	0,69264069	0,92578850	0,29684601		
17.3.2010	16:22	4,34	20,43	18,9	19,5	17,8	65,6	27,3	-1,5	0,6	3,3	3,9	0,63095272	0,83654444	0,65382225	0,94220012	0,23119950		
17.3.2010	16:37	4,31	20,65	18,9	19,5	17,9	66,6	27,0	-1,3	0,7	3,4	3,9	0,63599992	0,83170135	0,67319461	0,92982056	0,28151775		
17.3.2010	16:52	4,09	20,61	18,9	19,5	18,0	67,6	27,1	-1,3	0,7	3,4	3,9	0,64007377	0,84200969	0,63196126	0,93280872	0,26878513		
17.3.2010	17:07	3,84	20,65	18,8	19,6	18,0	67,6	27,1	-1,5	0,7	3,3	3,9	0,64617719	0,84235574	0,63057704	0,93753718	0,24985128		
17.3.2010	17:22	3,36	20,72	18,7	19,6	18,1	70,3	27,1	-1,5	0,8	3,3	4,0	0,65270757	0,84907834	0,60288664	0,93548387	0,25064652		
17.3.2010	17:37	3,45	20,70	18,6	19,7	18,1	69,0	27,1	-1,6	0,8	3,3	4,0	0,65507325	0,84927536	0,60289855	0,94202899	0,23188406		
17.3.2010	17:52	3,50	20,68	18,5	19,7	18,2	68,8	27,2	-1,6	0,8	3,3	4,0	0,65371965	0,85564610	0,57741560	0,94295693	0,22817229		
17.3.2010	18:07	3,66	20,74	18,4	19,7	18,2	67,8	27,2	-1,7	0,8	3,3	4,0	0,65153591	0,85128806	0,59484778	0,93911007	0,24355972		
17.3.2010	18:22	3,59	20,75	18,4	19,7	18,2	68,3	27,2	-1,6	0,9	3,3	4,0	0,65313452	0,85139860	0,59440559	0,93881119	0,24475524		
17.3.2010	18:37	3,68	20,70	18,3	19,7	18,3	68,3	27,3	-1,5	0,9	3,3	4,0	0,65041207	0,85898942	0,56404230	0,94124559	0,23501763		
17.3.2010	18:52	3,75	20,74	18,3	19,8	18,3	67,7	27,3	-1,6	0,9	3,3	4,0	0,64969002	0,85638611	0,57445556	0,94467334	0,22130665		
17.3.2010	19:07	3,75	20,77	18,3	19,8	18,3	68,3	27,3	-1,5	0,9	3,3	4,0	0,65022904	0,85487662	0,58049354	0,94300823	0,22796710		
17.3.2010	19:22	4,07	20,72	18,2	19,8	18,3	66,8	27,4	-1,4	0,9	3,3	4,0	0,64259000	0,85465465	0,58138138	0,94474474	0,22102102		
17.3.2010	19:37	3,91	20,74	18,2	19,8	18,3	68,0	27,4	-1,4	0,9	3,3	4,0	0,64635968	0,85502080	0,57991682	0,94414736	0,22341058		
17.3.2010	19:52	4,02	20,74	18,2	19,8	18,3	66,6	27,4	-1,5	0,9	3,3	4,0	0,64403310	0,85406699	0,58373206	0,94377990	0,22488038		
17.3.2010	20:07	4,16	20,69	18,2	19,8	18,3	65,8	27,4	-1,6	0,9	3,3	4,0	0,64007614	0,85541440	0,57834241	0,94615850	0,21358600		
17.3.2010	20:22	4,00	20,75	18,2	19,8	18,3	66,5	27,4	-1,6	0,9	3,3	4,0	0,64464408	0,85373134	0,58507463	0,94328358	0,22686567		
17.3.2010	20:37	3,88	20,70	18,1	19,8	18,3	66,9	27,5	-1,7	1,0	3,3	4,0	0,64625526	0,85731272	0,57074911	0,94649227	0,21403092		
17.3.2010	20:52	4,20	20,75	18,1	19,8	18,3	64,8	27,4	-1,7	1,0	3,3	4,0	0,64034975	0,85196375	0,59214502	0,94259819	0,22960725		
17.3.2010	21:07	4,13	20,79	18,2	19,8	18,3	64,7	27,4	-1,8	1,0	3,2	4,0	0,64261754	0,85054022	0,59783914	0,94057623	0,23769508		
17.3.2010	21:22	4,09	20,74	18,1	19,8	18,3	65,0	27,5	-1,8	1,0	3,2	4,0	0,64253654	0,85435435	0,58618619	0,94354354	0,22582583		
17.3.2010	21:37	3,91	20,52	17,9	19,7	18,3	66,0	27,8	-1,8	1,0	3,2	4,0	0,64226514	0,86634557	0,53461770	0,95063215	0,19747140		
17.3.2010	21:52	3,81	20,27	17,6	19,6	18,1	66,7	28,0	-1,7	0,9	3,3	4,0	0,63968102	0,86816525	0,52733900	0,95929526	0,16281896		
17.3.2010	22:07	3,89	20,06	17,5	19,9	18,0	66,2	28,1	-1,8	0,7	3,3	3,9	0,63379685	0,87260359	0,50958565	0,96536797	0,13852814		
17.3.2010	22:22	4,20	19,90	17,4	19,4	17,9	64,5	28,3	-1,8	0,7	3,2	3,9	0,62328761	0,87261146	0,50955414	0,96815287	0,12738854		
17.3.2010	22:37	4,16	19,72	17,3	19,2	17,8	64,8	28,4	-1,8	0,6	3,2	3,9	0,62041298	0,87660668	0,49357326	0,96658098	0,13367609		
17.3.2010	22:52	4,02	19,58	17,2	19,1	17,7	66,0	28,5	-1,7	0,5	3,3	3,9	0,62081339	0,87917738	0,48329049	0,96915167	0,12339332		
17.3.2010	23:07	4,04	19,44	17,1	19,0	17,6	65,8	28,7	-1,7	0,5	3,3	3,9	0,61727836	0,88051948	0,47792208	0,97142857	0,11428571		
17.3.2010	23:22	4,05	19,36	17,0	18,8	17,5	65,5	28,7	-1,7	0,4	3,3	3,9	0,61526106	0,87851078	0,48595689	0,96342260	0,14630960		
17.3.2010	23:37	4,27	19,25	16,9	18,7	17,4	64,5	28,8	-1,7	0,3	3,3	3,8	0,60711229	0,87650200	0,49399199	0,96328438	0,14686248		
17.3.2010	23:52	4,16	19,17	16,8	18,7	17,3	65,3	28,8	-1,7	0,3	3,3	3,8	0,60813473	0,87541639	0,49833444	0,96868754	0,12524983		
minimální hodnota																		0,9000	0,114
průměrné hodnoty																		0,602	0,218