

ZNALCKÝ POSUDEK

č. 008-001/19

**ve věci posouzení příčiny projevu vlhkosti a vzniku plísní
na vnitřním povrchu v bytech domu Dlouhá č.p. 1334,
Frýdek-Místek**

Objednatel posudku:

Statutární město Frýdek-Místek
Radniční 1148
Frýdek-Místek
zástupce: Odbor správy obecního majetku
Ing. Veronika Vrublová

Zpracovatel posudku:

Ing. Robert Buřo
Nové Dvory Kamenec 3668
Frýdek-Místek

Obsah, seznam příloh

Úvod – popis

1. Nález

- 1.1 Specifikace předmětu posudku
- 1.2 Projektová dokumentace
- 1.3 Technické normy a předpisy
- 1.4 Místní šetření
 - 1.4.1 Popis objektu a projevu vady
 - 1.4.2 Zjištění na místním šetření
 - 1.4.3 Provedená měření

2. Posudek

- 2.1 Znalecký úkol
- 2.2 Metodika a postupy pro zjištění příčin vady
 - 2.2.1 Možné příčiny vady
- 2.3 Projekční řešení
- 2.4 Předepsané řešení dle norem a předpisů
- 2.5 Porovnání skutečnosti s předepsaným řešením
- 2.6 Závěr
- 2.7 Odpovědi na otázky znaleckého posudku

3. Přílohy

Úvod

Zpracování znaleckého posudku bylo zadáno zástupcem vlastníka bytového domu č.p. 1334 na ul. Dlouhá ve Frýdku-Místku, a to z důvodu opakujících se negativních projevů v některých bytech domu. Bylo zadáno zpracování posouzení příčiny negativních projevů formou znaleckého posudku vč. návrhu opatření pro odstranění uvedených projevů.

1. Nález

Pro vypracování tohoto znaleckého posudku bylo použito těchto podkladů:

1.1 Specifikace předmětu posudku

Předmětem posudku je objekt bytového domu na ul. Dlouhá č.p. 1334 ve Frýdku-Místku, především pak jeho bytové jednotky pod půdou ve 2.NP. Objekt se nachází na pozemku parc. č. 3549 v k.ú. Frýdek.

1.2 Projektová dokumentace, podklady

Vlastník domu ani jeho zástupci nemají k dispozici žádnou dokumentaci k objektu, tedy ani projektovou dokumentaci. Proto znalec navštívil archiv Statutárního města Frýdek-Místek, kde mu na vyžádání byla předložena k nahlédnutí dostupná část původní dokumentace k objektu sestávající mj. z několika výkresů půdorysů a řezu. Z dokumentace je částečně patrné konstrukční řešení objektu a pouze částečně lze dovodit původní materiálová skladba konstrukcí v době návrhu výstavby. Dále byl znalci poskytnut k nahlédnutí Odborný posudek č. 070-050927 zpracovaný Technickým a zkušebním ústavem stavebním Praha, s.p., pobočka Ostrava „Příčiny tepelně technických vad bytu č. 8 v 2.NP domu Dlouhá čp. 1334 ve Frýdku-Místku“

1.3 Technické normy a předpisy

Seznam použitých norem a předpisů užitých pro posouzení v tomto znaleckém posudku:

vyhl. 268/2009 Sb. v platném znění po novele zák. 20/2012 Sb.

ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov - Požadavky

ČSN EN 13 187 Tepelné chování budov - Kvalitativní určení tepelných nepravidelností v pláštích budov - Infračervená metoda

Použitý software: Teplo 2017, Area 2017, FlukeSmartview

1.4 Místní šetření a provedená měření

Pro vypracování znaleckého posudku bylo nutné provést místní šetření. Znalec vyhlásil po dohodě se zástupcem vlastníka domu a dotčených uživatelů bytových jednotek termín konání místního šetření v domě vč. přístupu do 2

typických bytových jednotek pod půdou domu na 25.1.2019 v 7:00 hod. Místního šetření se zúčastnili:

Uživatelé bytové jednotky č. 8 paní Makhloufová a uživatelé bytové jednotky č. 5 pan a paní Parčíšovi

soudní znalec: Ing. Robert Budó

Místní šetření bylo započato v 7.00 hod a zakončeno bylo v 9.20 hod. Byly zpřístupněny a prohlédnuty prostory 2 bytových jednotek s opakovaným výskytem plísní na stěnách, dále byla provedena kontrola vnější části obvodového pláště ze země obhlídkou - pořízena fotodokumentace, dále byly prohlédnuty prostory půdy.

Součástí místního šetření bylo provedení termovizního měření z interiéru i exteriéru, byla pořízena data o teplotách a vlhkostech v interiéru i exteriéru. Pořízené snímky a zjištěné naměřené hodnoty jsou součástí posudku.

Při místním šetření bylo zjištěno, že posuzované negativní projevy vlhkosti a plísní se stále projevují, povrchy jsou po ošetření uživatelů bytů čistícím prostředkem s mapami po projevech plísní.

Vlhkost s plísní se dle tvrzení uživatelů bytů projevuje na stále stejných místech - vše v oblastech nároží a či v koutech a kolem oken:

- nadpraží a překlad nad oknem koupelna
- u štítové stěny a průčelních stěn, v posledním podlaží také pod stropem a u podlahy za nábytkem

Byla podána svědecká výpověď uživatelů bytů s projevy vlhkosti - bylo konstatováno, že k projevům dochází nejvíce v zimním období při nízkých vnějších teplotách, mimo zimní období nejsou tyto projevy patrné. Projevují se výrazněji kolem oken, kolem nadpraží oken, za skříněmi, na prochlazovaných vnějších stěnách, příp. na styku konstrukcí.

1.4.1 Popis objektu a projevu vady

Popis stavby:

Objekt je samostatně stojící, celopodsklepený zděný dům se 2 nadzemními podlažími, valbovou střechou a nevyužitou půdou. Objekt má půdorys cca obdélníku o rozměrech cca 24,1x13,3m. Jedná se o bytový dům postavený zděnou technologií z cihel plných pálených na tl. obvodového zdiva 450mm. V I.PP jsou sklepní prostory, na NP jsou chodby a byty, k přístupu do jednotlivých NP slouží dvouramenné schodiště. Obvodové stěny jsou zděné z CPP 450mm. Na objektu nebyly provedeny významnější stavební a tepelně technické úpravy, mimo udržovací práce, před více než 10 lety dodávka nových dřevěných oken zdvojených se 2 skly.

Byty s projevy vlhkosti a plísní se nacházejí u nároží štítových a průčelních stěn a pod nevyužitou půdou.

Materiálové a materiálově-konstrukční řešení objektu:

- Obvodové stěny CPP 450mm
- vnitřní stěny - CPP
- Stropy k půdě – nezjištěno, předpoklad dřevěný trámový strop se záklopem, násypem a cihlami v provedení jako „polospalný“

Vytápění v objektu je řešeno lokálně, v některých místnostech bez zdroje vytápění. V hlavních místnostech – pokojích a kuchyních jsou instalována lokální topidla plynová s odběrem vzduchu z exteriéru typu Gamat, v koupelnách pak je instalován infrazářič. V kuchyni bytu č. 8 jsou navíc instalována krbová kamna na kusové dřevo.

Popis projevu vady a zjištění stavu při místním šetření

Na základě popisu uživatelů bytů byla zaměřena pozornost na místa opakovaných výskytů vlhkosti a plísní - viz infradokumentace.

Na místním šetření byly znalci postupně zpřístupněny byty č. 8 a č. 5 uživatelů pana Makhloufa a pana Parčíše s projevy vady ve formě zavlhání konstrukcí a následného růstu plísní. Poté byla provedena přímá vizuální kontrola fasády. V uvedených bytech s projevy vlhkosti a plísní byla změřena vlhkost, teplota a provedeno termovizní měření interiéru.

1.4.2 Zjištění na místním šetření

V jednotlivých bytech byla termovizí zdokumentována místa na konstrukcích, kde se opakovaně dle uživatelů jednotek tvoří vlhké mapy a plísně. Na některých místech byly v době místního šetření patrná místa po ošetření plísní přípravkem Savo – vlhké a zbarvené mapy, dále místy byly přímo pozorovány plísně.

Byty č. 8 a č. 5:

Místa výskytu vlhkosti a plísní byla situována především na nadpražích oken, dále v nárožích a koutech při styku štitové a průčelní stěny, dále místy pod stropem k půdě, dále kolem dřevěných oken, za nábytkem u štitové stěny. Ve zpřístupněných bytech s vadnými projevy stavebních konstrukcí bylo provedeno termovizní měření souvisejících konstrukcí a bylo provedeno změření teploty a vlhkosti v daném prostoru. Bylo provedeno termovizní měření i vnějších stěn objektu - především pak míst, která vykazovala nežádoucí projevy v interiéru jednotlivých bytů.

Situace v bytech naznačuje na konstrukcích a v typických tepelných mostech - styku více prochlazovaných konstrukcí, místa s nejnižší povrchovou teplotou, kde za splnění podmínek kondenzace dochází k projevům vlhkosti jako první, tzn. při snížení vnější teploty a následném ochlazení obvodových konstrukcí (a v souvislosti s teplotou a vlhkostí vzduch interiéru bytů). Dále také ostění a nadpraží oken, i samotná konstrukce oken. Prochlazování konstrukcí souvisí s konstrukčním a materiálovým provedením sledovaných detailů u konkrétní stavby.

V bytě č. 8 bylo před vyhlášeným místním šetřením intenzivně větráno (po celou dobu měření z exteriéru bylo otevřené okno v obývacím pokoji) – proto jsou zjištěná měření ovlivněna a nepředstavují typické užívání bytu, byt č. 5 byl ve standardním režimu provozu. V jednom z bytů byla měřením zjištěna zvýšená relativní vlhkost vzduchu - určité relativní vlhkosti a teplotě (a tlaku) odpovídá konkrétní hodnota teploty rosného bodu, kdy vzdušná vlhkost kondenzuje do kapalné formy. Čím bude relativní vlhkost interiéru bytu vyšší, bude vyšší pravděpodobnost, že některé povrchy budou dosahovat teploty rosného bodu za předpokladu standardního vytápění v bytě.

nadpraží, stěny a kouty s projevy plísní:

Uvedené konstrukce vzhledem ke konstrukčnímu řešení vykazují dnes nevyhovující tepelně technické charakteristiky, kdy v místech prochlazování dochází k nízkým povrchovým teplotám a tím k podmínkám pro projevy vlhkosti a plísní.

Výplně otvorů v bytech:

Prohlídkou výplní otvorů bylo zjištěno netypizované individuální provedení dřevěných oken zdvojených období cca 15 let zpět. Montáž pravděpodobně pouze zednický bez montážních pomůcek jako systémové pásy apod. Okna očividně nedisponují požadovanými tepelně technickými parametry – na oknech se i při poměrně slabém mrazu tvoří velké množství kondenzátu, který stéká po sklech a rámech oken na parapetní desku, příp. dále po zdech.

Půda:

Půda po vizuální prohlídce vypadá čistá, suchá, bez projevů zatékání. Podlaha cihelná. Provedeno termovizní měření.

1.4.3 Provedená měření

situace objektu a jeho prostorové rozložení:



- **Měření a hodnoty teploty a vlhkosti:**

Podmínky měření:

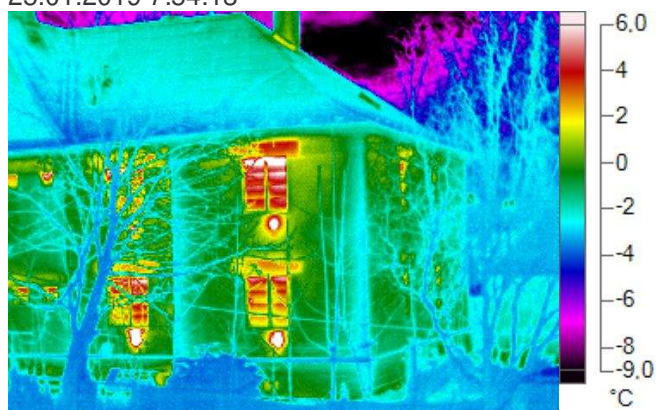
	teploty měření	vlhkost	rosný bod
25.1.2019			
interiéry:			
byt č. 8	15,2°C	60,2%	7,5°C
byt č. 5	18,9°C	71,2%	13,4°C
venkovní teplota:	-5,5°C	66,1%	-10,1°C

Přístroj: Fluke TiR32

- **Termovizní snímky z interiéru a exteriéru s vyznačením povrchových teplot:**

EXTERIÉR

IR000376.IS2
25.01.2019 7:54:13

**Obrázek viditelného záření**

IR000379.IS2
25.01.2019 7:55:55

**Obrázek viditelného záření**



IR000380.IS2
25.01.2019 7:56:23



Obrázek viditelného záření



IR000381.IS2
25.01.2019 7:56:41



Obrázek viditelného záření



IR000382.IS2
25.01.2019 7:56:49



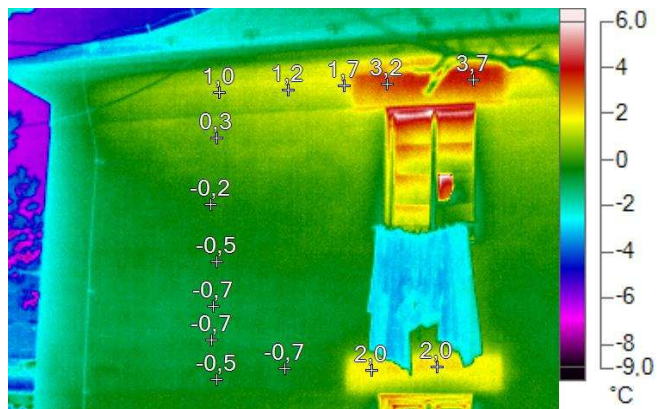
Obrázek viditelného záření



IR000385.IS2
25.01.2019 7:57:54



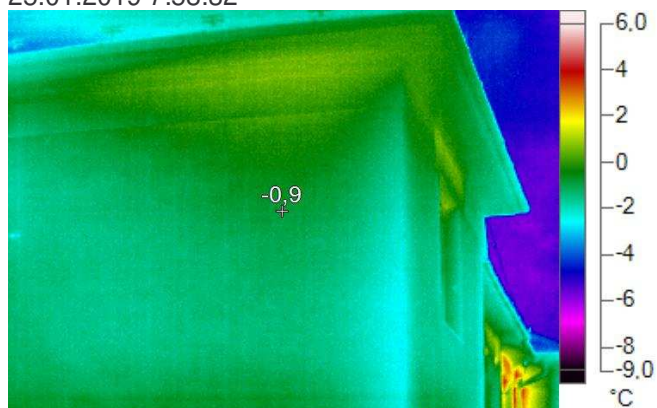
Obrázek viditelného záření



IR000386.IS2
25.01.2019 7:58:32



Obrázek viditelnéhozáření



IR000387.IS2
25.01.2019 7:58:45



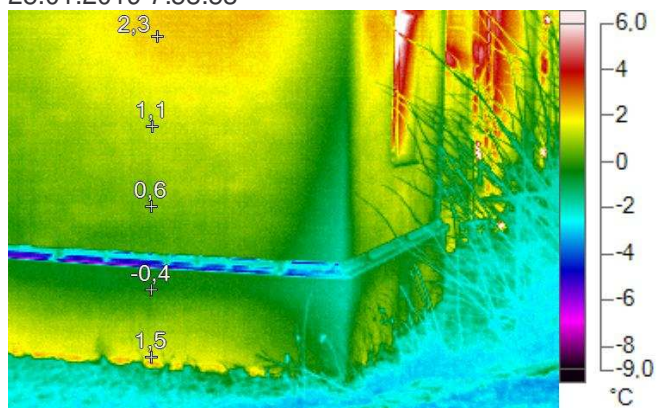
Obrázek viditelnéhozáření



IR000388.IS2
25.01.2019 7:58:53



Obrázek viditelnéhozáření



IR000389.IS2
25.01.2019 7:59:02



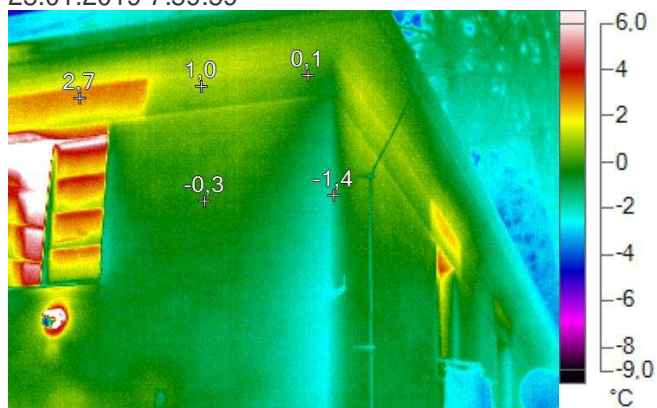
Obrázek viditelnéhozáření



IR000391.IS2
25.01.2019 7:59:59



Obrázek viditelnéhozáření



IR000393.IS2
25.01.2019 8:00:43



Obrázek viditelnéhozáření



IR000440.IS2
byt č.8 kuchyň a koupelna – výrazné tepelné toky okny a nadkokenními překlady
25.01.2019 8:41:58



Obrázek viditelnéhozáření

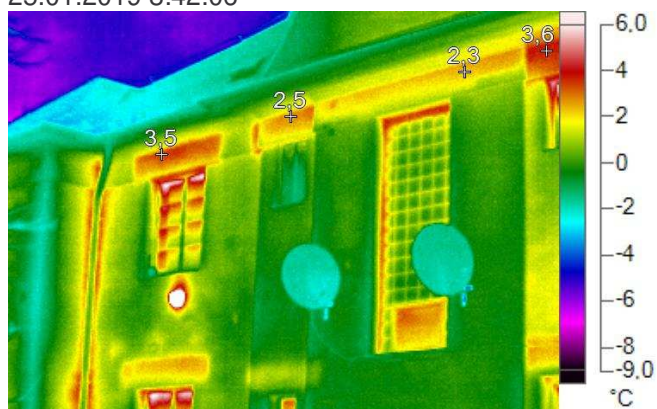


IR000441.IS2

Obývací pokoj byt č. 8 – druhé měření již zavřené okno,
okna a nad okenní překlád výrazný tepelný tok
25.01.2019 8:42:06



Obrázek viditelnéhozáření

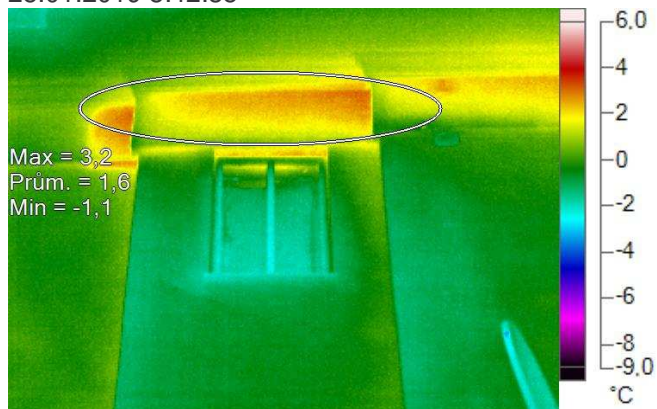


IR000442.IS2

25.01.2019 8:42:35



Obrázek viditelnéhozáření

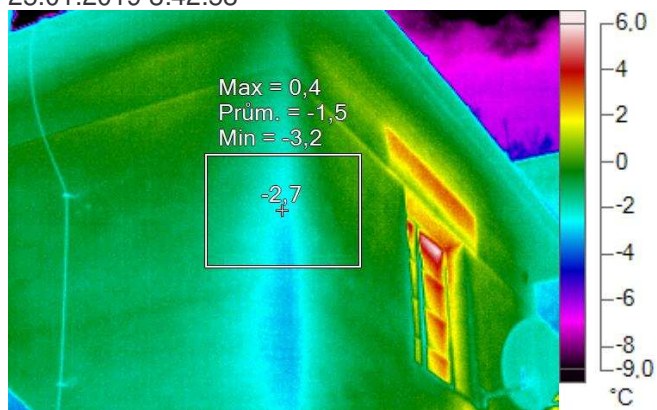


IR000443.IS2

25.01.2019 8:42:58



Obrázek viditelnéhozáření



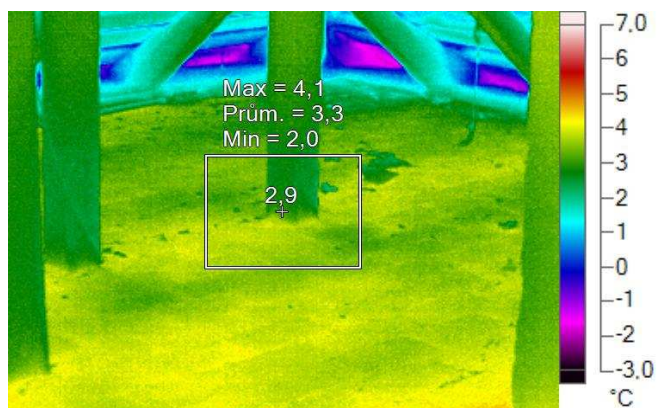
IR000444.IS2

25.01.2019 8:43:17



Obrázek viditelnéhozáření

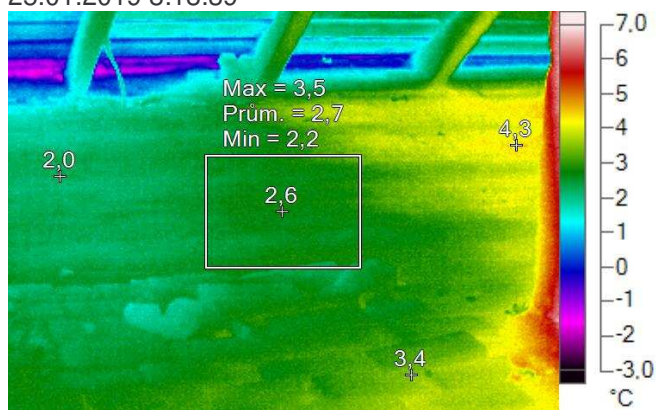
PŮDA



Obrázek viditelného záření

IR000425.IS2

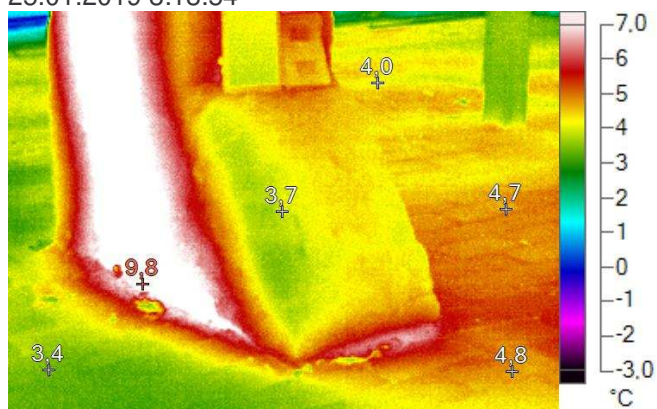
25.01.2019 8:18:39



Obrázek viditelného záření

IR000426.IS2

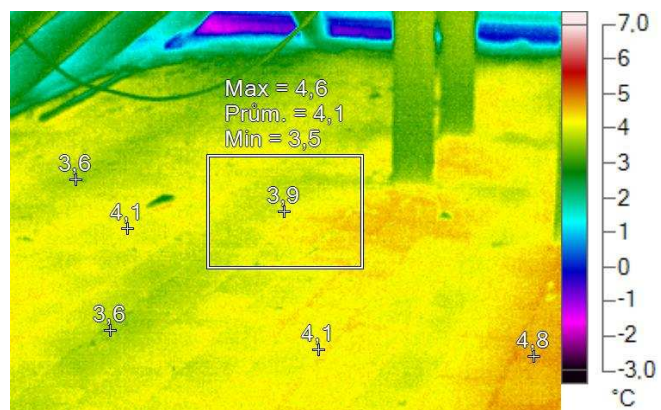
25.01.2019 8:18:54



Obrázek viditelného záření

IR000427.IS2

25.01.2019 8:19:00

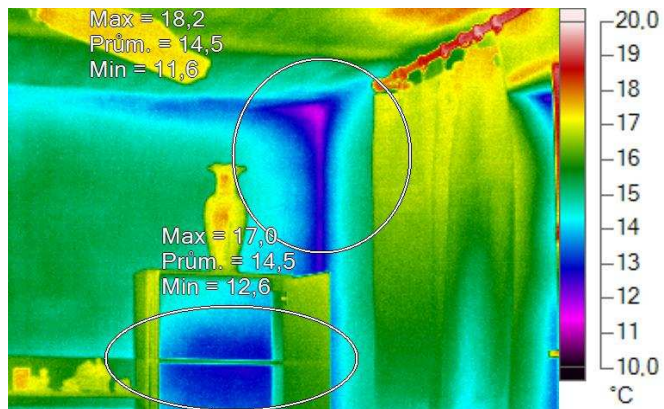


Obrázek viditelného záření

IR000428.IS2

25.01.2019 8:19:17

BYT: č. 8



IR000394.IS2



Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:05:22



IR000396.IS2



Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:05:40

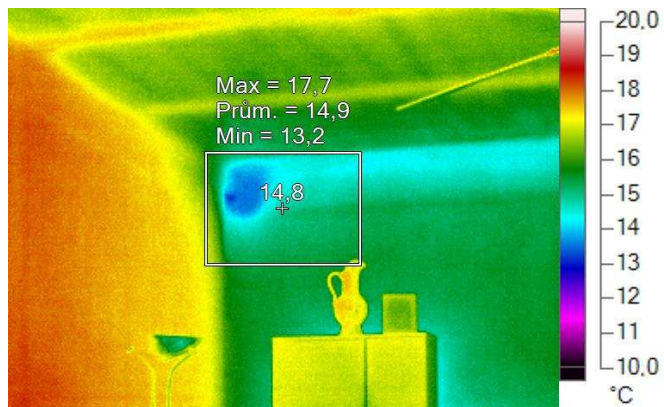


IR000397.IS2



Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:05:47



IR000398.IS2



Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:05:58

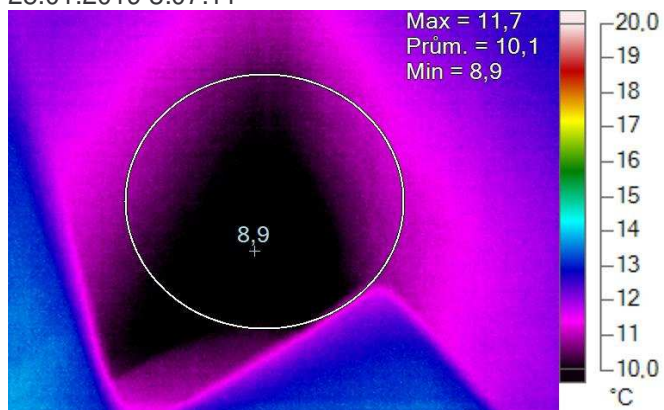


IR000402.IS2



Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:07:11

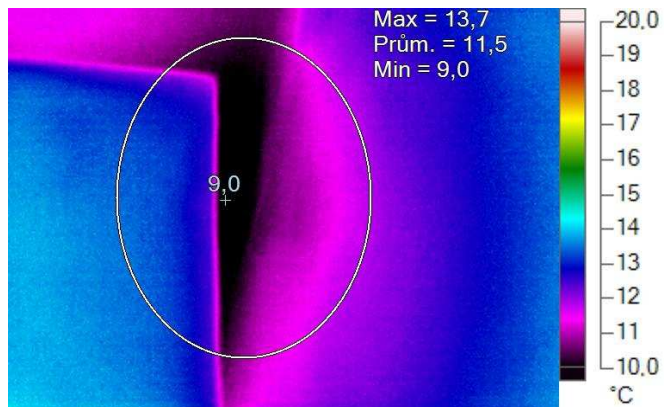


IR000403.IS2

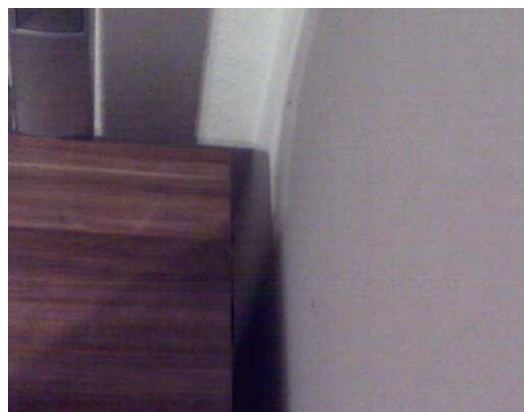


Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:07:28

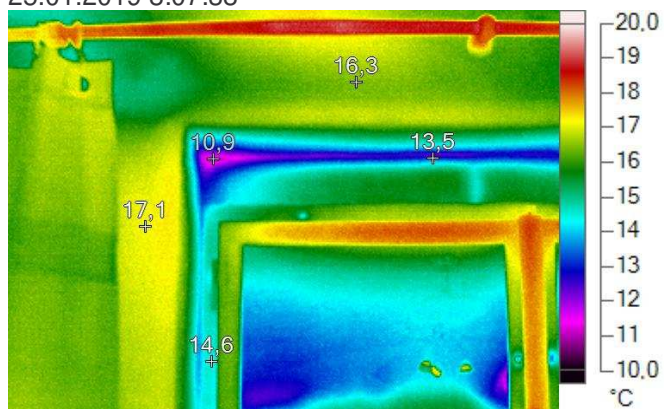


IR000404.IS2

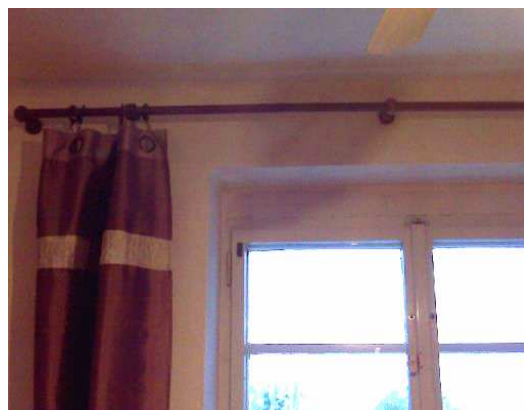


Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:07:38

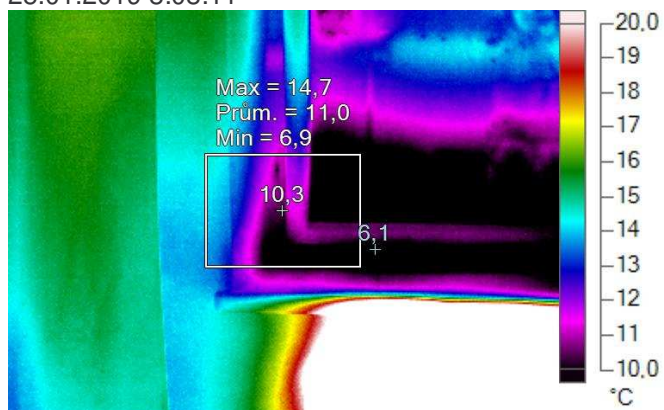


IR000405.IS2



Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:08:11

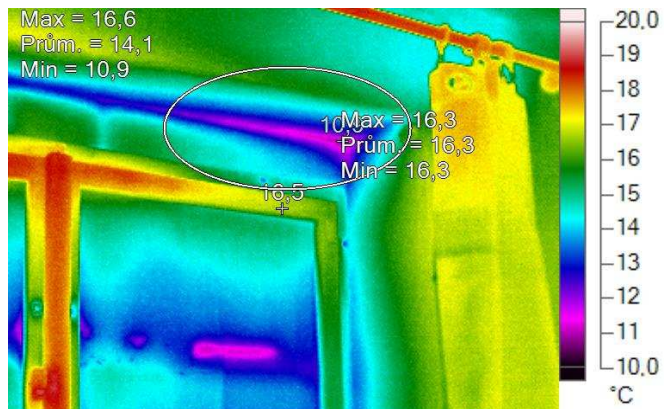


IR000407.IS2



Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:08:33

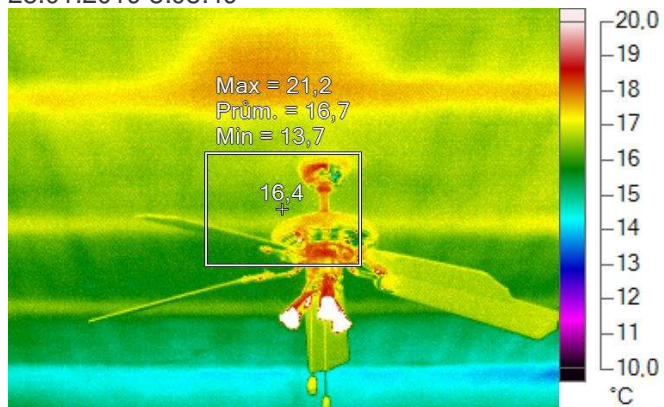


IR000409.IS2



Obrázek viditelnéhozáření

25.01.2019 8:08:49

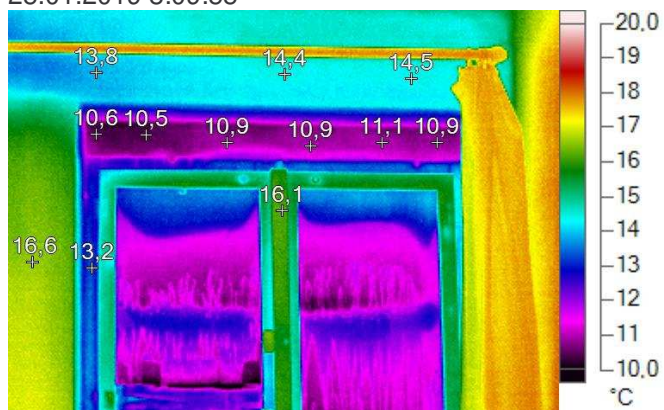


IR000413.IS2



Obrázek viditelnéhozáření

25.01.2019 8:09:55

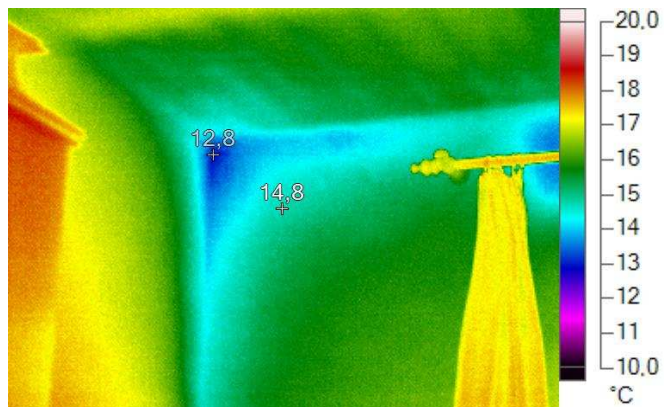


IR000415.IS2



Obrázek viditelnéhozáření

25.01.2019 8:10:41

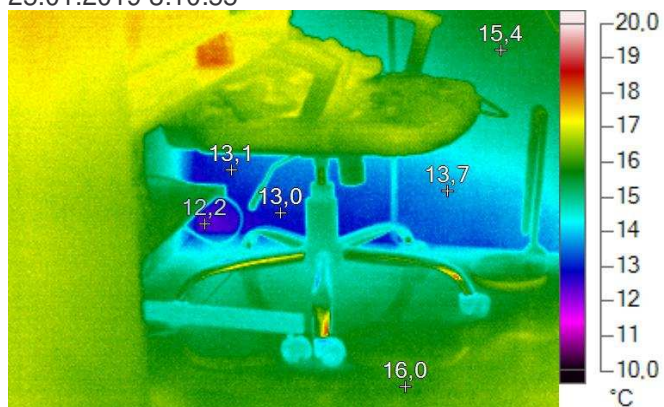


IR000416.IS2

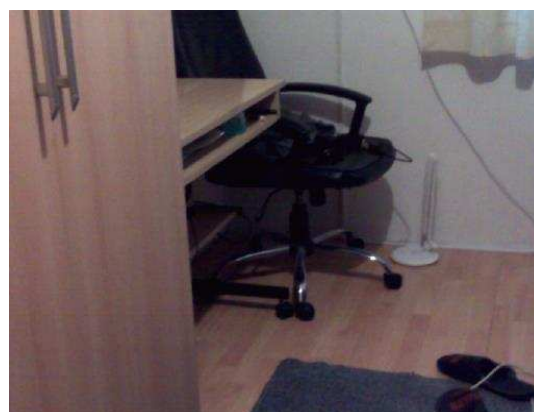


Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:10:55

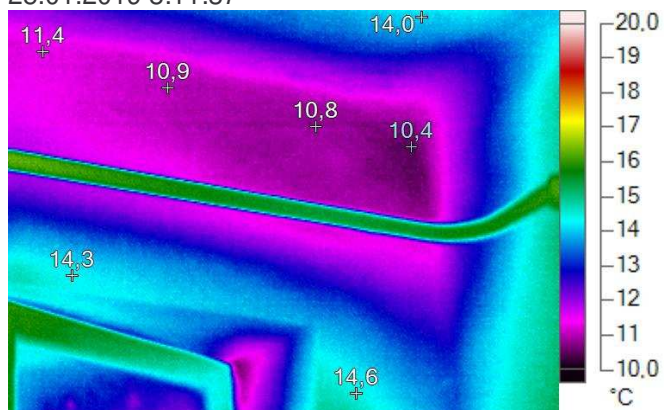


IR000418.IS2



Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:11:37



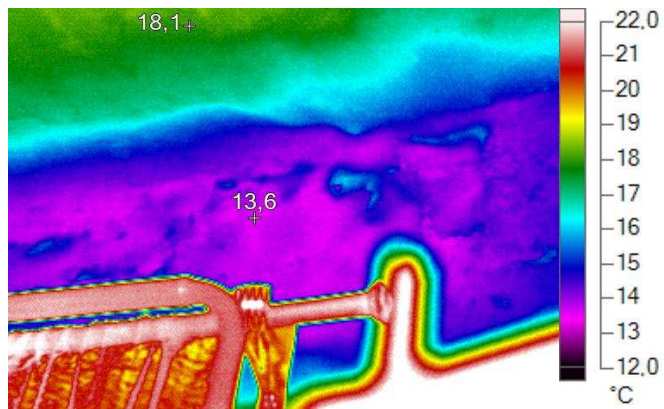
IR000420.IS2



Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:13:38

BYT: č. 5

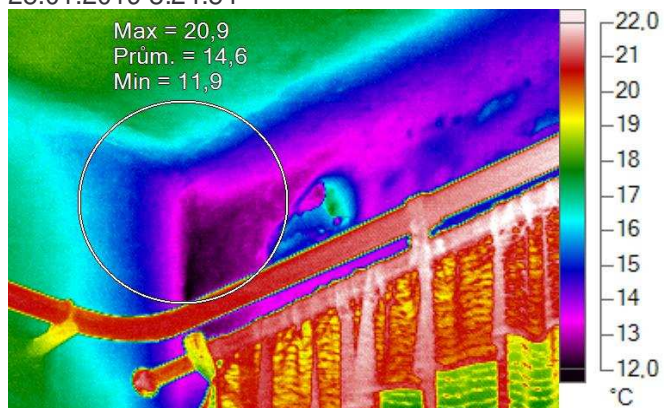


IR000430.IS2



Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:24:54

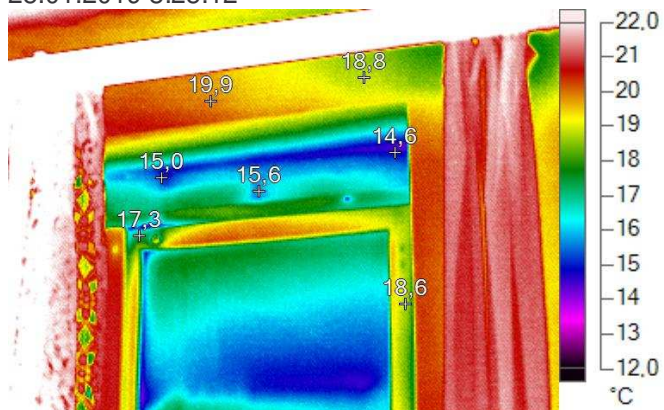


IR000432.IS2



Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:25:12

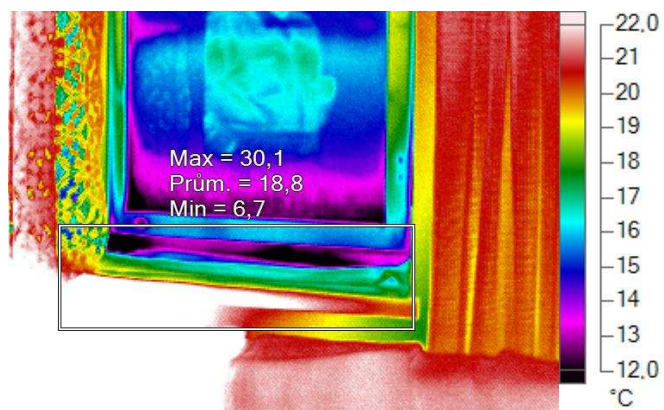


IR000433.IS2



Obrázek viditelného záření

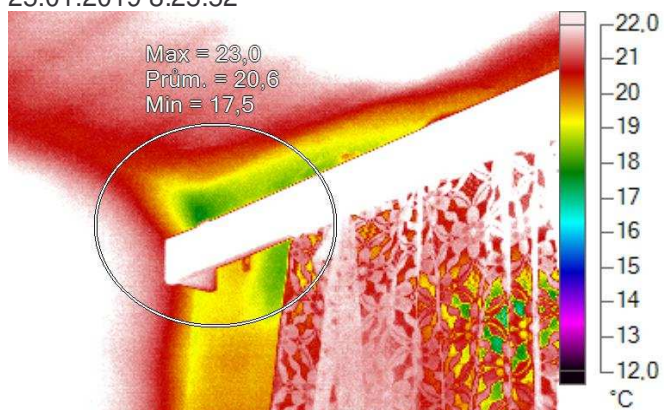
25.01.2019 8:25:44



IR000434.IS2

Obrázek viditelného záření

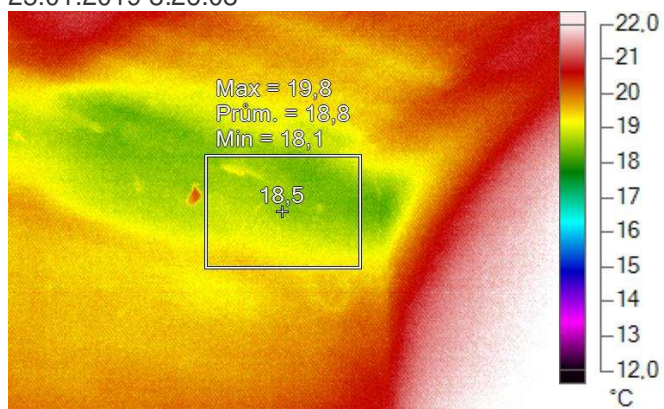
25.01.2019 8:25:52



IR000435.IS2

Obrázek viditelného záření

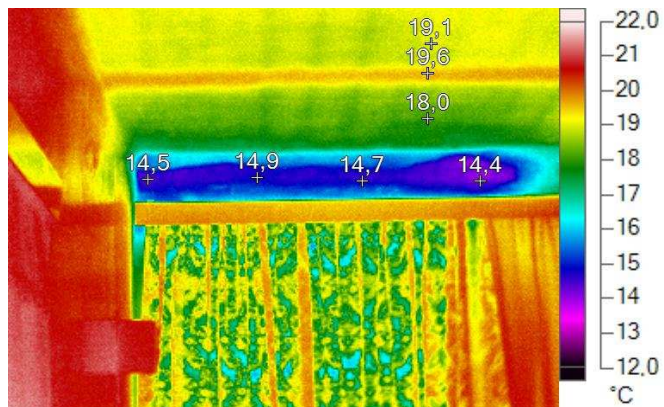
25.01.2019 8:26:08



IR000436.IS2

Obrázek viditelného záření

25.01.2019 8:26:14



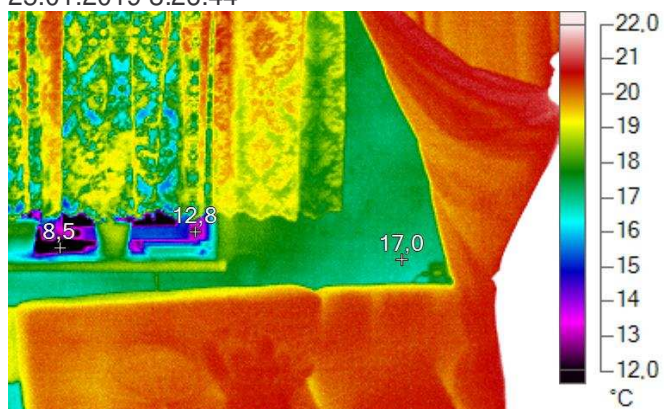
IR000437.IS2

25.01.2019 8:26:37



IR000438.IS2

25.01.2019 8:26:44



IR000439.IS2

25.01.2019 8:26:55



Obrázek viditelného záření



Obrázek viditelného záření



Obrázek viditelného záření

2 Posudek

2.1 Znalecký úkol

Z objednávky zástupce vlastníka bytového domu Dlouhá č.p. 1334, kterou byl znalec vyzván k vypracování znaleckého posudku, vyplývají znalecké otázky, a to:

otázka č. 1: Je příčina vzniku plísní v konstrukčním řešení objektu?

otázka č. 2: Může výměna oken za moderní výplně otvorů řešit situaci s projevy plísní?

Dále stanovit případný návrh opatření vyplývající ze zjištěných příčin vzniku a projevu plísní v bytech.

2.2 Metodika a postupy pro zjištění příčin vady

2.2.1 Možné příčiny vady

Vlhkost na vnitřních konstrukcích – resp. na vnitřních obvodových stěnách v bytech může mít různý původ.

Po provedení místního šetření, zpracování zjištěných, příp. naměřených a zdokumentovaných hodnot měření a fotodokumentace vylučuji možnost přímého zatékání přes střešní plášť či stékání špatně odváděné srážkové vody ze střešního pláště po fasádě objektu.

Oblasti výskytu vlhkosti jsou nejčastěji po stranách oken a tudíž vylučuji možnost pronikání vlhkosti přes netěsné výplně otvorů, příp. přes připojovací spáru oken a obvodových stěn - gravitačně by byla vlhkost odváděna výhradně pod okna.

Dále jsem se proto zaměřil na vznik vlhkosti kondenzací na chladném povrchu stavebních konstrukcí.

2.3 Projekční řešení

Na domě byla již před delší dobou provedena výměna výplní otvorů za nová dřevěná zdvojená okna se 2 skly. Další výrazné změny na objektu patrné nejsou, zřejmě pouze udržovací práce. Pro výměnu oken dle zjištěných informací nebyla zpracována projektová dokumentace.

2.4 Předepsané řešení dle norem a předpisů

Vyhl. 268/2009 Sb. v §10, odst. 1 h) stanovuje, že „Stavba musí být navržena a provedena tak, aby neohrožovala život a zdraví osob nebo zvířat, bezpečnost, zdravé životní podmínky jejích uživatelů ani uživatelů okolních staveb a aby neohrožovala životní prostředí nad limity obsažené v jiných právních předpisech, zejména následkem mj. - výskytu vlhkosti ve stavebních konstrukcích nebo na povrchu stavebních konstrukcí uvnitř staveb“

dále ve vyhl. 20/2012 Sb. je definováno: „(5) Pobytové místnosti musí mít

zajištěno dostatečné přirozené nebo nucené větrání a musí být dostatečně vytápěny s možností regulace vnitřní teploty. Pro větrání pobytových místností musí být zajištěno v době pobytu osob minimální množství vyměňovaného venkovního vzduchu 25 m³/h na osobu, nebo minimální intenzita větrání 0,5 l/h. Jako ukazatel kvality vnitřního prostředí slouží oxid uhličitý CO₂, jehož koncentrace ve vnitřním vzduchu nesmí překročit hodnotu 1 500 ppm....".

ČSN 73 0540-2 stanovuje v odst. 5.1.1 „Konstrukce a styky konstrukcí v prostorech s návrhovou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\phi_i = 60\%$ musí v zimním období za normových podmínek vykazovat v každém místě takovou vnitřní povrchovou teplotu, aby odpovídající teplotní faktor **f_{Rsi} bezrozměrný, splňoval podmínku:**

$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr}$ - kritický teplotní faktor. Splněním uvedeného požadavku je prevence rizika povrchové kondenzace a růstů plísní u stavebních konstrukcí.

ČSN 73 0540-2 a ČSN EN 832 a nově i novela vyhl. 268/2009 Sb. provedená vyhl. 20/2012 Sb. určují hygienickou výměnu vzduchu v interiéru obytných objektů - tato by měla odpovídat svou intenzitou výměně celého objemu vzduchu v místnosti jednou za 2 hodiny /aby nedocházelo mj. ke zvyšování vlhkosti vzduchu, zvyšování koncentrace škodlivin apod./

2.5 Porovnání skutečnosti s předepsaným řešením

Z výše uvedených předpisů vyplývají nároky a podmínky pro konstrukce a detaily styku stavebních konstrukcí tak, aby na nich nedocházelo ke kondenzaci vodní páry obsažené ve vzduchu a tím dále ke vzniku a růstu plísní.

1) termovizní kontrola teploty povrchů konstrukcí v interiéru a porovnání s rosným bodem. Obecně pokud v interiéru klesne teplota jakékoliv stavební konstrukce pod teplotu rosného bodu, začne na této konstrukci docházet ke kondenzaci vodních par do doby, dokud budou pro kondenzaci splněny podmínky (vlhkost vzduchu, teplota vzduchu a konstrukce, tlak)

Bylo provedeno termovizní snímkování konstrukcí s projevy vlhkosti, dále bylo provedeno změření teploty a vlhkosti v prostorách termovizního měření, jakožto podmínek měření.

Z termovizních snímků jsou patrna místa na konstrukcích v interiéru, která jsou výrazně chladnější než okolní plochy, tato místa jsou místa kde kondenzace započne –překlady nad okny, kouty u stropu a podlahy v nárožích, ostění oken a nadpraží, konstrukce oken. Tato místa přesně korespondují se skutečnými projevy vlhkosti na konstrukcích dle popisu uživatelů bytů.

Z termovizních snímků obvodového pláště jsou zřejmé tepelné mosty způsobené konstrukčním řešením stavby - tyto přispívají k výraznějšímu snížení vnitřní povrchové teploty.

2) v místnostech bytů je užíváno lokální vytápění, v některých místnostech pak zdroj vytápění zcela chybí, v koupelnách je využíváno pouze inforazářiče pro vytápění, v ostatních pokojích jsou plynová topidla typu „Gamat“, příp. krbová kamna. Takovýto mix zdrojů vytápění není optimální pro řízené vytápění a₂₃

regulaci teploty v prostorách bytů a není tak mj. dosaženo zajištění dostatečné povrchové teploty konstrukcí nad teplotu rosného bodu. V koupelnách, kde je předpoklad výrazné výměny vzduchu a zvýšené vlhkosti vzduchu pak nebudou pouze infrazářiče s to ohřát povrch všech konstrukcí nad teplotu rosného bodu - nejsou vhodnou volbou zdroje vytápění pro místnost, ložnice bez zdroje vytápění je nevyhovující dnešním požadavkům.

3) V bytech s projevy plísní je potřeba mnohem více se starat o kvalitu vnitřního vzduchu. Je velmi podstatné větrání s dostatečným přívodem čerstvého vzduchu. Při absenci takového větrání se **zvýšuje vlhkost vzduchu vzniklá lidskou aktivitou**. Dle naměřených hodnot vlhkosti v bytech je místy předpoklad nedostatečného větrání - výměny vzduchu v místnostech bytů. Často je tento jev způsoben nedostatečnou osvětou uživatelů a vidina úspor energie na vytápění. Hygienické požadavky jsou však nadřazené požadavkům ekonomickým.

4) pro ověření předpokladu kondenzace vlhkosti na povrchu styku stavebních konstrukcí v místech výskytu negativních projevů byla provedena 2-D modelace třech vybraných detailů u okna, v nároží a u nadpraží. Dále bylo provedeno porovnání vypočtených hodnot s předepsanými hodnotami příslušnými normami:

- **Výpočet součinitele prostupu tepla a hodnoty teplotního faktoru vnitřního povrchu - porovnání s normovými požadavky:**

Zjištěné hodnoty byly porovnány s požadavky normy ČSN 73 0540-2 v nyní platném znění normy z 10/2011 vč. znění Změny č. 1 z 04/2012. Bylo bráno uvedené aktualizované znění normy z důvodu zpřesnění požadavků na teplotní faktor vnitřního povrchu vč. zohlednění zmírnění požadavku na doporučení u výplní otvorů.

součinitel prostupu tepla:

Výpočtem byla zjištěna hodnota součinitele prostupu tepla obvodové stěny a stropu k půdě:

$$U_{\text{stěna}} = 1,29 \text{ W/m}^2\text{K}$$

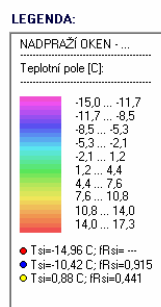
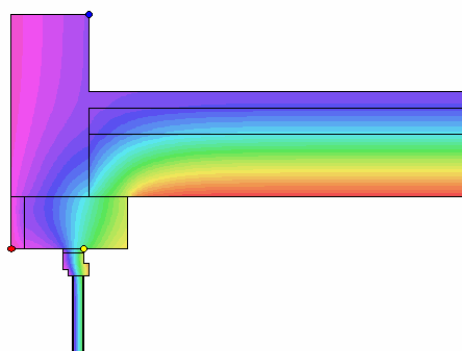
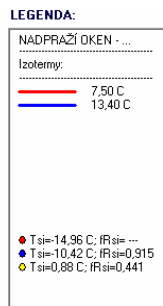
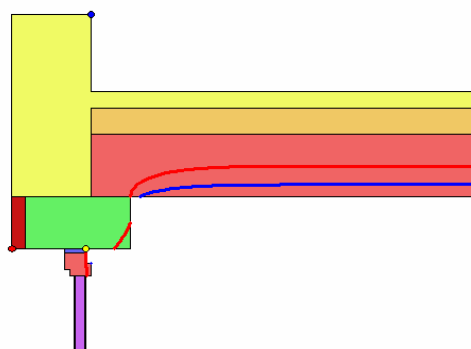
- neodpovídá požadavku ČSN 73 0540-2, který je 0,3 W/m²K

$$U_{\text{strop k půdě}} = 0,92 \text{ W/m}^2\text{K}$$

- neodpovídá požadavku ČSN 73 0540-2, který je 0,3 W/m²K

teplotní faktor vnitřního povrchu:

Modelací a výpočtem bylo zjištěno:



VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE ČSN 730540-2 a změny Z1 (2011-12)

Název úlohy: nadpraží oken - model

Návrhová vnitřní teplota T_i = 20,00 C
 Návrh.teplota vnitřního vzduchu T_{ai} = 21,00 C
 Relativní vlhkost v interiéru F_{ii} = 50,00 %
 Teplota na vnější straně T_e = -15,00 C
 Návrhová venkovní teplota T_{ae} = -15,00 C

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

Požadavek: $f, R_{si}, N = f, R_{si}, cr = 0,749$

Požadavek platí pro posouzení neprůsvitné konstrukce.

Vypočtená hodnota: $f, R_{si} = 0,441$

Kritický teplotní faktor f, R_{si}, cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

$f, R_{si} < f, R_{si}, N$... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

II. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,5 (0,1) kg/m².rok.

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant, např. na základě grafických výstupů programu.

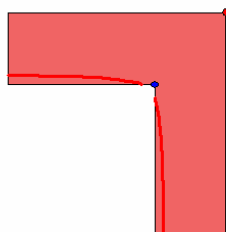
Vyhodnocení 2. požadavku je ztíženo tím, že neexistuje žádná obecně uznávaná a normovaná metodika výpočtu celoroční bilance v podmínkách dvourozměrného vedení tepla a vodní páry.

Orientačně lze použít výsledky dosažené metodikou programu AREA.

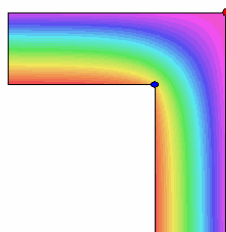
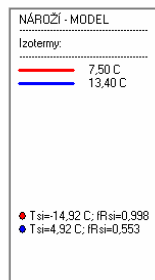
Třetí požadavek je určen pro posouzení skladeb konstrukcí při jednorozměrném vedení tepla

a vodní páry - pro detaily se tedy nehodnotí.

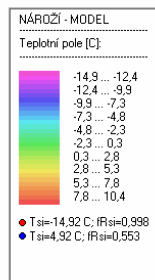
Area 2015, (c) 2015 Svoboda Software



LEGENDA:



LEGENDA:



VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE ČSN 730540-2 a změny Z1 (2011-12)

Název úlohy: nároží - model

Návrhová vnitřní teplota T_i = 20,00 C
Návrh.teplota vnitřního vzduchu T_{ai} = 21,00 C
Relativní vlhkost v interiéru F_{ii} = 50,00 %
Teplota na vnější straně T_e = -15,00 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} = -15,00 C

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

Požadavek: f_{Rsi}, N = f_{Rsi}, cr = 0,749

Požadavek platí pro posouzení neprůsvitné konstrukce.

Vypočtená hodnota: f_{Rsi} = 0,553

Kritický teplotní faktor f_{Rsi}, cr byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

f_{Rsi} < f_{Rsi}, N ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

II. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu M_{c,a} musí být nižší než 0,5 (0,1) kg/m².rok.

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant, např. na základě grafických výstupů programu.

Vyhodnocení 2. požadavku je ztíženo tím, že neexistuje žádná obecně uznávaná a normovaná metodika výpočtu celoroční bilance v podmínkách dvourozměrného vedení tepla a vodní páry. Orientačně lze použít výsledky dosažené metodikou programu AREA.

Třetí požadavek je určen pro posouzení skladeb konstrukcí při jednorozměrném vedení tepla a vodní páry - pro detaily se tedy nehodnotí.

Area 2015, (c) 2015 Svoboda Software

2.6 Závěr

Z dostupných podkladů a zjištění uvedených výše vyplývají příčiny projevu vlhkosti na vnitřních stěnách spojené s následným případným růstem plísní. **Výpočtové modely dokládají a orientační termovize předpoklad potvrzuje, že dochází k výraznému snížení povrchové teploty na vybraných konstrukcích a s tím spojené kondenzaci vlhkosti a následnému výskytu plísní. Splnění podmínek pro kondenzaci zapříčiňuje jak původní konstrukční řešení, tak řešení vytápění v bytech a v některých případech do určité míry i provozní režim bytů se zvýšenou relativní vlhkostí vzduchu.**

Případné odstranění projevu vlhkosti a plísní spočívá v jednotlivých opatřeních, či lépe v kombinaci dále uvedených opatření:

1) snížení relativní vlhkosti v interiéru - jde o uživatelské doporučení, je nutno intenzivně (resp. intenzivněji než doposud) větrat i v období, kdy jsou venku nízké teploty, hygiena vnitřního prostředí je nadřazena úsporám tepelné energie, doporučuji v bytech monitorovat hodnoty teploty a relativní vlhkosti vzduchu.

2) zvýšení povrchové teploty stavebních konstrukcí - tohoto lze docílit např. výměnou výplní otvorů za moderní výplně s izolačním trojsklem a současně vnějším komplexním zateplením obvodových stěn kontaktním zateplovacím systémem a dále zateplením podlahy půdy volně loženou izolací/izolací do pochůzí vrstvy.

Dále lze do jisté míry řešit zvýšením teploty v interiéru - neubírání výkonu topných těles a regulací dle požadované teploty, příp. náhradou lokálních topných těles za otopný systém s centrálním zdrojem a otopnými tělesy ve všech místnostech o výkonu potřebném pro dané místnosti.

Jako optimální doporučuji provést zateplení konstrukcí v kombinaci s častějším větráním interiéru.

Dále doporučuji s ohledem na životnost lokálních topidel v bytech zvážit budoucí rekonstrukci systému vytápění v bytech - např. pořízení plynových kotlů do jednotlivých bytů a k tomu teplovodní otopný systém s otopnými tělesy pod okny v jednotlivých místnostech.

2.7 Odpovědi na otázky znaleckého posudku

Objednávkou zástupce vlastníka domu č.p. 1334 na ul. Dlouhá ve Frýdku-Místku byl znalec vyzván k vypracování znaleckého posudku, ze kterého vyplývají znalecké otázky, a to:

otázka č. 1: Je příčina vzniku plísní v konstrukčním řešení objektu?

Hlavní příčinou vzniku vlhkosti na stěnách je nízká povrchová teplota stavebních konstrukcí uvnitř objektu a dále také zvýšená relativní vlhkost vzduchu v interiéru některých bytů. Toto souvisí s konstrukčním a materiálovým řešením objektu, zvýšená vnitřní vlhkost vzduchu je způsobena užíváním bytů. Další nezanedbatelná příčina je stávající systém vytápění a nevyhovující zdroje v koupelnách.

otázka č. 2: Může výměna oken za moderní výplně otvorů řešit situaci s projevy plísní v bytech?

Pouhá výměna oken za moderní výplně otvorů s parametry min. splňující doporučené hodnoty normy ČSN 73 0540-2 **neřeší problém projevů plísní v bytech.** Výměna by vedle ke většímu komfortu v bytech min. snížením množství povrchové kondenzace na samotných výplních otvorů, ovšem zvýšená těsnost nových oken by mohla při nedodržování správného větrání naopak vést ke zvýšení relativní vlhkosti vzduchu v bytech a také neřeší nízké povrchové teploty na ostatních konstrukcích s projevy plísní. **Výměnu oken doporučuji pouze se současným provedením opatření na ostatních obalových konstrukcích objektu - zateplení obvodových stěn a zateplení konstrukce stropu k půdě (na úrovni podlahy půdy).**

Doporučuji provést opatření pro snížení výskytu plísní v bytech:

- 1) monitorování hodnot teploty a relativní vlhkosti vzduchu v bytech přenosným záznamovým zařízením současně s osvětou uživatelů o vhodném režimu větrání v bytech
- 2) zvýšení povrchové teploty stavebních konstrukcí - tohoto lze docílit např. výměnou výplní otvorů za moderní plastové vícekomorové výrobky s izolačním trojsklem, vnějším komplexním zateplením obvodových stěn kontaktním zateplovacím systémem, současně by bylo potřeba provést zateplení půdy např. volně loženou izolací z minerálních vláken.
- 3) naplánovat a provést rekonstrukci vytápění v bytech s ohledem min. na nevyhovující vytápění pokojů bez zdroje tepla a nevyhovující vytápění koupelen

Doporučené parametry izolačních materiálů:

- obvodové stěny izolačním EPS šedý (greywall) tl. 120mm
dosažená hodnota $U_{\text{stěna po zateplení}} = 0,24 \text{ W/m}^2\text{K}$
- zateplení půdy volně loženou izolací z minerálních vláken
v páslech ve 2 vrstvách, izolační celková tl. 240mm do pochůzů
konstrukce se záklopem OSB deskami
dosažená hodnota $U_{\text{strop k půdě po zateplení}} = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$

Ve Frýdku-Místku 25.2. 2019

Ing. Robert Bud'ó

Znalecká doložka

Znalecký posudek jsem vypracoval jako znalec jmenovaný rozhodnutím Předsedkyně Krajského soudu v Ostravě ze dne 15.5.2013, č.j. Spr 1271/2013 pro základní obor stavebnictví, odvětví různá, specializace tepelná ochrana budov.

Znalecký posudek je zapsán ve znaleckém deníku pod č. 8-1/2019. Odměnu a náhradu nákladů účtuji na základě připojené likvidace dle dokladu.

Ve Frýdku-Místku 25.2.2019

Ing. Robert Bud'ó

3. Přílohy

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Obvodová stěna 450

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-15,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH _i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omítka vápenná	0,025	0,870	6,0
2	Zdivo CP 1	0,450	0,800	8,5
3	Omítka vápenocementová	0,025	0,990	19,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,747$

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,720$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

$f_{Rsi,m} < f_{Rsi,N}$... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

Pozn.: Povrchové teploty a teplotní faktory v místě tepelných mostů ve skladbě je nutné stanovit řešením teplotního pole.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{N} = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$

Vypočtená hodnota: $U = 1,291 \text{ W/m}^2\text{K}$

$U > U_{N}$... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
 3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m².rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 22,950 kg/m².rok (materiál: Zdivo CP 1).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m².rok

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

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0332 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 2,3567 \text{ kg/m}^2\text{.rok}$

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce: Strop k půdě

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-15,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-10,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH _i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omítka vápenocementová	0,020	0,990	19,0
2	Dřevo měkké (tok kolmo k vlákn)	0,025	0,180	157,0
3	Uzavřená vzduch. dutina	0,200	1,026	0,05
4	Dřevo měkké (tok kolmo k vlákn)	0,025	0,180	157,0

5	Škvára	0,100	0,270	3,0
6	Zdivo CP 1	0,065	0,800	8,5

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,705$ Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,797$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)Požadavek: $U_N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ Vypočtená hodnota: $U = 0,924 \text{ W/m}^2\text{K}$ **U > U_N ... POŽADAVEK NENÍ SPLNĚN.****III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)**

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
 3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

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

POŽADAVKY JSOU SPLNĚNY.**VI. VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)**

Název konstrukce:

Obvodová stěna 450 - návrh**Rekapitulace vstupních dat**

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-15,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-15,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH_i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omítka vápenná	0,025	0,870	6,0
2	Zdivo CP 1	0,450	0,800	8,5
3	Omítka vápenocementová	0,025	0,990	19,0
4	Lepicí malta ETICS - plnoplošn	0,010	0,700	40,0
5	Isover EPS GreyWall	0,120	0,033	30,0
6	Výztužná vrstva ETICS	0,010	0,750	50,0
7	Baumit vnější štuková omítka (	0,005	0,470	25,0

I. Požadavek na teplotní faktor (čl. 5.1 v ČSN 730540-2)Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} = 0,747$ Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} = 0,941$

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)Požadavek: $U_N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ Vypočtená hodnota: $U = 0,244 \text{ W/m}^2\text{K}$ **U < U_N ... POŽADAVEK JE SPLNĚN.**

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. kroků v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

- Požadavky:
1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
 2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
 3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než $0,1 \text{ kg/m}^2\text{rok}$,

nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,115 kg/m²,rok (materiál: Isover EPS GreyWall).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m²,rok

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

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0167$ kg/m²,rok

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 3,0409$ kg/m²,rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

VYHODNOCENÍ VÝSLEDKŮ PODLE KRITÉRIÍ ČSN 730540-2 (2011)

Název konstrukce:

Strop k půdě - návrh

Rekapitulace vstupních dat

Návrhová vnitřní teplota T_i :	20,0 C
Převažující návrhová vnitřní teplota T_{iM} :	20,0 C
Návrhová venkovní teplota T_{ae} :	-15,0 C
Teplota na vnější straně T_e :	-10,0 C
Návrhová teplota vnitřního vzduchu T_{ai} :	20,6 C
Relativní vlhkost v interiéru RH _i :	50,0 % (+5,0%)

Skladba konstrukce

Číslo	Název vrstvy	d [m]	Lambda [W/mK]	Mi [-]
1	Omítka vápenocementová	0,020	0,990	19,0
2	Dřevo měkké (tok kolmo k vlákn)	0,025	0,180	157,0
3	Uzavřená vzduch. dutina	0,200	1,026	0,05
4	Dřevo měkké (tok kolmo k vlákn)	0,025	0,180	157,0
5	Škvára	0,100	0,270	3,0
6	Zdivo CP 1	0,065	0,800	8,5
7	Jutafoł N 110 Special	0,0002	0,390	210154,0
8	Isover Unirol Profi	0,240	0,041	1,0
9	Egger OSB3	0,022	0,130	180,0

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

Požadavek: $f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} =$ 0,705

Vypočtená průměrná hodnota: $f_{Rsi,m} =$ 0,954

Kritický teplotní faktor $f_{Rsi,cr}$ byl stanoven pro maximální přípustnou vlhkost na vnitřním povrchu 80% (kritérium vyloučení vzniku plísní).

Průměrná hodnota $f_{Rsi,m}$ (resp. maximální hodnota při hodnocení skladby mimo tepelné mosty a vazby) není nikdy minimální hodnotou ve všech místech konstrukce. Nelze s ní proto prokazovat plnění požadavku na minimální povrchové teploty zabudované konstrukce včetně tepelných mostů a vazeb. Její převýšení nad požadavkem naznačuje pouze možnosti plnění požadavku v místě tepelného mostu či tepelné vazby.

II. Požadavek na součinitel prostupu tepla (čl. 5.2 v ČSN 730540-2)

Požadavek: $U_{N} =$ 0,30 W/m²K

Vypočtená hodnota: $U =$ 0,190 W/m²K

$U < U_N$... POŽADAVEK JE SPLNĚN.

Vypočtený součinitel prostupu tepla musí zahrnovat vliv systematických tepelných mostů (např. kroků v zateplené šikmé střeše).

III. Požadavky na šíření vlhkosti konstrukcí (čl. 6.1 a 6.2 v ČSN 730540-2)

Požadavky:

1. Kondenzace vodní páry nesmí ohrozit funkci konstrukce.
2. Roční množství kondenzátu musí být nižší než roční kapacita odparu.
3. Roční množství kondenzátu $M_{c,a}$ musí být nižší než 0,1 kg/m²,rok, nebo 3-6% plošné hmotnosti materiálu (nižší z hodnot).

Limit pro max. množství kondenzátu odvozený z min. plošné hmotnosti materiálu v kondenzační zóně činí: 0,726 kg/m²,rok (materiál: Isover Unirol Profi).

Dále bude použit limit pro max. množství kondenzátu: 0,100 kg/m²,rok

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

Roční množství zkondenzované vodní páry $M_{c,a} = 0,0003$ kg/m²,rok

Roční množství odpařitelné vodní páry $M_{ev,a} = 0,5061$ kg/m²,rok

Vyhodnocení 1. požadavku musí provést projektant.

$M_{c,a} < M_{ev,a}$... 2. POŽADAVEK JE SPLNĚN.

$M_{c,a} < M_{c,N}$... 3. POŽADAVEK JE SPLNĚN.



