



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

K L O K N E R Ů V Ú S T A V
Šolínova 7, 166 08 Praha 6 – Dejvice

**Expertní zpráva č.
1400 J 234**

Datum vydání zprávy

24. 9. 2014

Oddělení KÚ

Stavebních materiálů
tel. +420 224 353 537

Objednatel: Landscape4U
Ing.arch. Vojtěch Vecán
Trojská 308/37
182 00, Praha 8 - Kobylisy

Expertní zpráva:

**POSOUZENÍ SOUČASNÉHO A NAVRHOVANÉHO STAVU OKEN, SKLENĚNÝ
PALÁC, PRAHA 6**

Vypracoval:

Ing. Lucie Kudrnáčová
Ing. Lukáš Balík, Ph.D.

Spolupráce:

Odpovědný řešitel:

Ing. Lukáš Balík, Ph.D.

Vedoucí oddělení:

Ing. Lukáš Balík, Ph.D.

Ředitel KÚ:

Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.

Výtisk číslo:

1 2 3 4

Rozdělovník:

Objednatel: 3x

Archiv KÚ: 1x

ANOTACE

Zpráva uvádí výsledky posouzení současného a navrhovaného stavu oken v bytové jednotce č.14 v bytovém domě (Skleněný palác) v Praze 6.

Zprávu zpracovali pracovníci ČVUT v Praze, Kloknerův ústav, který je zapsán v seznamu ústavů kvalifikovaných pro znaleckou činnost dle ustanovení §21 odst. 3, zákona č. 36/1967 Sb. a vyhlášky č. 37/1967 Sb., ve znění pozdějších předpisů, uveřejněném v Ústředním věstníku ČR, ročník 2004, částka 2, ze dne 14.10.2004, přílohy ke sdělení Ministerstva spravedlnosti ze dne 13.7.2004, č.j. 228/2003–Zn.

OBSAH:

1. ÚVOD	4
2. PODKLADY	4
3. PŘEDMĚT ZPRÁVY	4
4. ÚKOL.....	5
5. TERMÍNY A DEFINICE.....	5
6. POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍHO OKNA	7
6.1 Popis okna	7
6.2 Vizuální průzkum.....	10
6.3 Měření vzduchotěsnosti výplně otvoru	16
6.3.1 Popis.....	16
6.3.2 Výsledky	16
6.4 Modelový výpočet současného stavu okna	24
6.5 Výpočet součinitele prostupu tepla stávajícího okna	27
7. POSOUZENÍ NAVRHOVANÉHO OKNA	29
7.1 Popis okna	29
7.2 Modelový výpočet navrhovaného stavu okna.....	30
8. ZÁVĚRY	38
8.1 Okno – současný stav	38
8.2 Okno – navrhovaný stav.....	38
SEZNAM PŘÍLOH	40

1. ÚVOD

Expertní zpráva 1400 J 234 obsahuje výsledky posouzení stavu vybraného okna v bytové jednotce č.d. 14 v objektu bytového domu (Skleněný palác), náměstí Svobody č.p. 728, Praha 6 na základě provedeného průzkumu, blower door testu a modelového výpočtu v počítačovém softwaru. Tato zpráva byla vypracována na základě objednávky společnosti Landscape4u, zastoupené Ing. Arch. Vojtěchem Vecánem z července 2014.

V rámci prací byl dle zadání proveden průzkum a blower door test na místě a modelový výpočet pomocí počítačového softwaru současného a navrhovaného stavu okna.

Místní šetření in situ provedli pracovníci ČVUT v Praze ve dnech 1.8.2014, 4.8.2014, 29.8.2014, 2.9.2014, 3.9.2014 a 4.9.2014.

2. PODKLADY

- [1] Projektová dokumentace (ing.arch V.Vecán)
- [2] ČSN ISO 10077-1 (73 0567) Tepelné chování oken, dveří a okenic – Výpočet součinitele prostupu tepla – část 1: Všeobecně
- [3] ČSN EN ISO 10077-2 Tepelné chování oken, dveří a okenic – Výpočet součinitele prostupu tepla – Část 2: Výpočtová metoda pro rámy
- [4] ČSN 73 0540 – 3 Tepelná ochrana budov - Část 3: Návrhové hodnoty veličin
- [5] ČSN 73 0540 – 4 Tepelná ochrana budov - Část 4: Výpočtové metody
- [6] ČSN EN 13829 Tepelné chování budov - Stanovení průvzdušnosti budov - Tlaková metoda
- [7] ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – část 2: Požadavky

3. PŘEDMĚT ZPRÁVY

Předmětem zprávy je oblast bytové jednotky, č.d. 14 v objektu bytového domu Skleněný palác, náměstí Svobody č.p. 728, Praha 6 - Bubeneč, nacházející se na parcele č. 1039 v k.ú. Praha[554782], Bubeneč[730106] (obr. 1).



Obr. 3.1: Situační náhled na posuzovaný objekt v k.ú. Praha[554782], Bubeneč[730106]: náměstí svobody č.p. 728 na parcele č.1039, s vyznačením objektu předmětu zájmu.

4. ÚKOL

Úkolem bylo posouzení současného stavu oken v bytové jednotce a posouzení navrhovaného stavu oken z tepelně-vlhkostního hlediska. K dispozici byla přístupná bytová jednotka č.d. 14 v prvním patře s předmětnými okny. Jedná se o okna špaletová, která jsou umístěna na severozápadní fasádě domu. Na okně v místnosti 1 (viz obr. 6.1.1) proběhly in situ jednotlivé průzkumy a testy. Jednalo se o vizuální průzkum, měření, odebrání sond a test vzduchotěsnosti okna.

5. TERMÍNY A DEFINICE POUŽITÉ V TEXTU

Blower door test - metoda na zjišťování vzduchotěsnosti obálky

Izoterma - spojnice míst o stejné teplotě

Okno - okenní rám a křídla

Dvojitě dovnitř otvíravé okno (hovorově špaletové okno) – sestává se z vnitřního a vnějšího okna, obě mají dovnitř otvíravá křídla. Bývá osazené v dvakrát zalomeném ostění. Okno se skládá z dvoukřídlého okna, dveří a vyklápěcího okénka nad dveřmi (jak okno vnitřní, tak okno vnější)

Okenní spáry



Obr. 5.1 Spáry v okně (zdroj <http://www.tzb-info.cz>, článek Okna a dveře – funkční spára a její vliv na funkčnost otvorové výplně

Funkční spára - prostor mezi křídlem okna a rámem okna

Připojovací spára - prostor mezi rámem okna a stěnou

Zasklívací spára - prostor mezi zasklením a křídlem okna

Riziko vzniku plísní - cca hranice 80% povrchová relativní vlhkost, při níž může docházet ke vzniku plísní

Rosný bod - teplota při níž dochází ke kondenzaci vodních par (rosení)

Součinitel prostupu tepla U [W/m^2K] stanoví celkovou výměnu tepla v ustáleném stavu mezi dvěma prostředními vzájemně oddělenými stavební konstrukcí, zdívkou o tepelném odporu R .

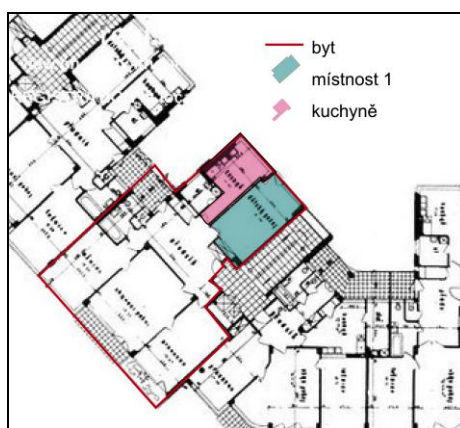
Součinitel tepelné vodivosti λ [W/mK] - vyjadřuje schopnost homogenní vrstvy materiálu vést teplo. Hodnota součinitele tepelné vodivosti udává množství tepla proudícího homogenní vrstvou materiálu o tloušťce 1 m, je-li rozdíl povrchových teplot vrstev materiálu 1 K.

Zkouška průvzdušnosti (ČSN EN 13829) je normově předepsaný postup měření objemového vzduchového toku vyvolaného ventilátorem, zpravidla osazeným do okenního nebo dveřního otvoru, v závislosti na voleném rozdílu statického tlaku vzduchu mezi vnitřním a vnějším prostředím budovy. Norma předepisuje použití přetlakové a podtlakové metody.

6. POSOUZENÍ STÁVAJÍCÍHO OKNA

6.1 Popis

Posuzovaná okna jsou umístěna v objektu bytového domu. Dům byl postaven v letech 1935 - 37 ve funkcionalistickém stavu podle návrhu architekta Richarda Ferdinanda Podzemného. Jedná se o kulturní památku. Objekt má železobetonový nosný skelet, který je dozděn. Posuzovaná dřevěná špaletová okna se nachází v bytové jednotce číslo dveří 14 v místnosti 1 (severozápadní fasádě objektu). Posuzované okno v místnosti 1 (viz obr. 6.1.1.) se skládá z dvojice dvoukřídlých oken, dveří a malého výklopného okna nad dveřmi. (viz obr. 6.1.2). Toto okno je replika, totožná s původními okny z 30. let 20. století a jeho stáří je cca 11 let. V rámci rekonstrukce před cca 11 lety došlo i k zateplení severozápadní fasády objektu 6 cm tepelné izolace. Stávající okno je nevyhovující z několika pohledů.¹



Obr. 6.1.1: Zjednodušený půdorys bytu

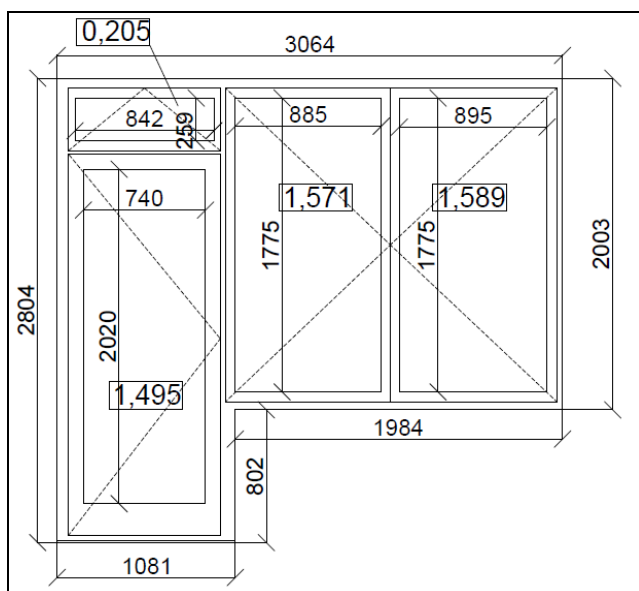


Obr. 6.1.2: Zjednodušený pohled na bytový dům ze dvora s vyznačeným předmětným oknem

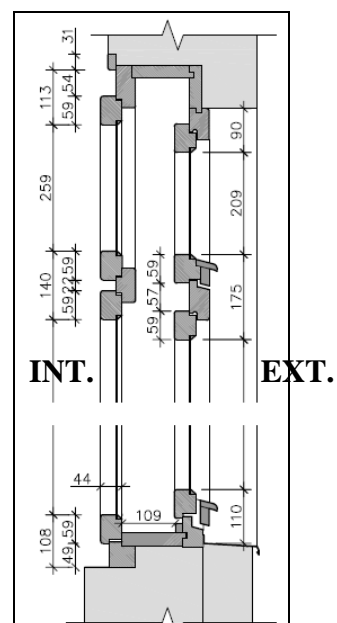
¹ Toto konkrétní okno vystupuje jako reprezentant ostatních oken na severozápadní fasádě bytového domu.



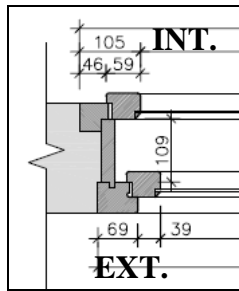
Obr. 6.1.3: Pohled na posuzované okno z interiéru



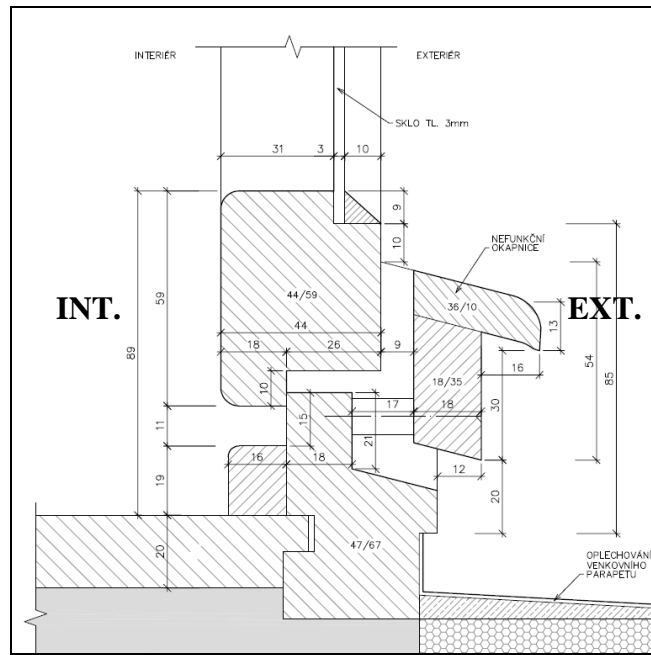
Obr. 6.1.4: Pohled na okno z interieru



Obr. 6.1.5: Nadpraží a parapet stávajícího okna



Obr. 6.1.6: Ostění stávajícího okna



Obr. 6.1.7: Pohled a detaily okna

6.2 Vizuální průzkum včetně odebrání sond

Vizuální průzkum okna byl proveden ve dnech 1.8. a 4.8. 2014. Následné vrtané sondy byly využity ke zjištění detailů návaznosti okna na stěny a byly provedeny dne 4.8.2014.

Zasklení

Jedná se o skleněnou výplň o tloušťce 3 mm. Skleněné výplně jsou upevněny pevně v jednotlivých křídlech. Nedochozí k rezonanci. U zasklivačích spár je použit klasický sklářský tmel, tvořící šikmou plochu směrem do exteriéru. Součinitel tepelné vodivosti zasklení je přibližně $\lambda = 0,76 \text{ W/mK}$.

Materiál rámu okna

Rámy okna jsou dřevěná a jsou provedena z měkkého dřeva. Součinitel tepelné vodivosti rámu je přibližně $\lambda = 0,13 \text{ W/mK}$.

Funkčnost okna

Otevírání oken a dveří je funkční. Nefunkční je otevírání výklopného okénka nad dveřmi.

PROBLÉMY

Degradace materiálu

Na okně je patrné projevy degradace materiálu. Degradace se projevuje v podobě praskání a odlupování nátěru a praskání dřeva ve spodních rozích křidel oken a dveří. (především na vnějších křídlech). Tato degradace je s největší pravděpodobností způsobena kondenzací vodních par. (viz obr. 6.2.4, 6.2.5 a 6.2.8)

Rosení skel

Dle zjištěné degradace materiálu dochází v interiéru k rosení skel v zimním období.

Návaznost okna a stěn

Mezi rámy oken a stěnami se nachází dle průzkumu poměrně velké duté prostory. Průzkumné sondy byly provedeny v oblasti ostění okna, parapetu okna, parapetu dveří a ostění dveří. Za dřevěnými špaletami se nachází prostory o velikostech: cca 25 mm v oblasti ostění okna, cca 80 mm v oblastech parapetu okna, cca 80 mm v oblastech parapetu dveří a cca 20 mm v oblastech ostění dveří. V těchto otvorech může docházet k nežádoucímu proudění vzduchu. Otvor pod parapetem je částečně dozděn (nejspíše Ytongem).

Vnější dřevěná okapnička

Na okně je zvenčí umístěna okapnička (viz obr. 2.6.6). Okapnička plní funkci chránit okno před prudkým deštěm a větrem. Její funkce je nedostatečná, chrání pouze částečně před vnějšími vlivy (prudký déšť, mráz). Dochází na ní k degradaci materiálu (viz obr. 2.6.6)

Funkční spára

Funkční spáry křídel okna jsou provedeny bez jakéhokoliv těsnících profilů, a proto v těchto místech nastávají největší netěsnosti v okně.

Zatékání

Dle vizuálních stop na zdi pod oknem v interiéru dochází k částečnému zatékání vody špaletami (viz obr. 6.2.10). Dále je na okně patrný detail s omezenou funkcí, jedná se o ukončení oplechování parapetu a návaznost na ostění. U rámu okna z exteriéru se nacházejí duté prostory (cca hloubka 30 mm). Může jimi docházet k zatékání (viz obr.6.2.11).

FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE



Obr. 6.2.1: Detail - špaleta okna



Obr. 6.2.2: Detail - nadpraží okna



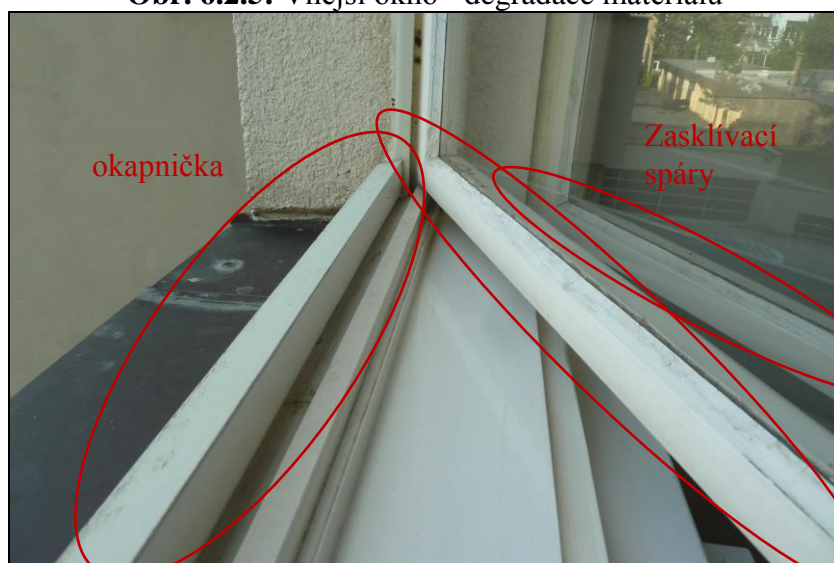
Obr. 6.2.3: Pohled z exteriéru, návaznost kuchyňského okna a okna do pokoje



Obr. 6.2.4: Vnější okno - degradace materiálu (nátěr+dřevo)



Obr. 6.2.5: Vnější okno - degradace materiálu



Obr. 6.2.6: Okapnička a zasklívací spáry vnějšího a vnitřního okna



Obr. 6.2.7: Detail zasklívací spáry vnějšího křídla



Obr. 6.2.8: Vnitřní dveře – degradace materiálu



Obr. 6.2.9: Špaleta – dveře, mírná degradace nátěru



Obr. 6.2.10: Vlhkostní stopy v interiéru



Obr. 6.2.11: Návaznost oplechování venkovního okenního parapetu na ostění, porušení těsnění (pružný tmel)

6.3 Měření vzduchotěsnosti výplně otvoru

6.3.1 Popis

Měření na předmětném okně v místnosti 1 proběhlo ve dnech 2. 9. 2014 – 4.9. 2014 a bylo provedeno v souladu s předpisem ČSN EN 13829, Metodou B. V rámci měření bylo použito zařízení Minneapolis BlowerDoor Modell 4, APT. V rámci měření byla provedena:

- a) Metoda postupného utěšňování - měření průtoku vzduchu V_{50} funkční spárou při 50 Pa (celé okno – dvoukřídlé okno, dveře vyklápěcí okénko), pozn. nejdříve utěšněno vnější okno, poté vnitřní okno
- b) Metoda postupného utěšňování - měření průtoku vzduchu V_{50} připojovací spárou při 50 Pa (celé okno – dvoukřídlé okno, dveře vyklápěcí okénko)
- c) Měření průtoku vzduchu pomocí plastové fólie a clony (dvoukřídlé okno)

Do měření byla zahrnuta místnost 1. Měření probíhalo na špaletovém okně složeném z dvoukřídlého okna, dveří a výklopného okénka.

Zpráva ze zkoušky tvoří přílohu 1A a protokoly ze zkoušky tvoří přílohy 1B.

Tab. 6.3.1.1: Teplota a síla větru

Vnitřní teplota: 20-21 °C	Síla větru: 1
Venkovní teplota: 16-17 °C	Počet snímačů venkovního tlaku: 1
Barometrický tlak: 101325 Pa	Větrná expozice budovy: A

Nejistota způsobená větrem: 0%

6.3.2 Výsledky

Ke každému dílčímu testu byl vystaven samostatný zkušební protokol. Podrobné výsledky dílčích testů s poznámkami jsou uvedeny v těchto protokolech.

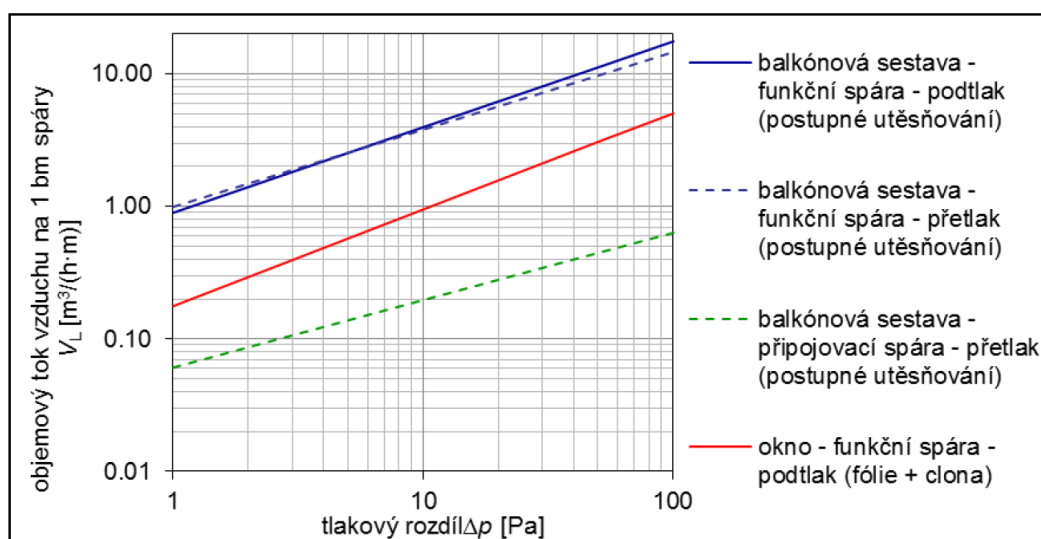
Tab. 6.3.2.1: Výsledky měření vzduchotěsnosti funkční a připojovací spáry balkónové sestavy metodou postupného utěšňování

		součinitel proudění C_L			exp. proudění n [-]
		celá výplň [$m^3/(h \cdot Pa^n)$]	na 1 m^2 [$m^3/(h \cdot m^2 \cdot Pa^n)$]	na 1 bm spáry [$m^3/(h \cdot m \cdot Pa^n)$]	
funkční	podtlak	15.7	2.2	0.9	0.65
spára	přetlak	17.4	2.5	1.0	0.58
připojovací	podtlak	---	---	---	---
spára	přetlak	1.6	0.22	0.061	0.50

Tab. 6.3.2.2: Výsledky měření vzduchotěsnosti funkční spáry okna pomocí plastové fólie a clony

		součinitel proudění C_L			exp. proudění n [-]
		celá výplň [m ³ /(h·Pa ⁿ)]	na 1 m ² [m ³ /(h·m ² ·Pa ⁿ)]	na 1 bm spáry [m ³ /(h·m·Pa ⁿ)]	
funkční spára	podtlak	1.6 ±0.4	0.41 ±0.09	0.18 ±0.04	0.73 ±0.06

Tab. 6.3.2.3: Výsledky měření vzduchotěsnosti balkónové soustavy a okna – objemový tok vzduchu jedním běžným metrem spáry v závislosti na tlakovém rozdílu



Připojovací spára

Podle ČSN 73 0540-2:2011 [5] „se v obvodových konstrukcích nepřipouští netěsnosti a neutěsněné spáry, kromě funkčních spár výplní otvorů a funkčních spár lehkých obvodových plášťů. Všechna napojení konstrukcí mezi sebou musí být provedena trvale vzduchotěsně podle dosažitelného stavu techniky.“ To platí i pro připojovací spáry výplní otvorů. Je zřejmé, že připojovací spára zkoumané balkónové sestavy tento požadavek nesplňuje.

Funkční spára

V současné době neexistují žádné požadavky na vzduchotěsnost výplní otvorů, kromě lehkých obvodových plášťů. Určitou představu o kvalitě jiných výplní otvorů než LOP z hlediska vzduchotěsnosti (např. oken, dveří, balkónových sestav apod.) může poskytnout:

- porovnání s požadavky na vzduchotěsnost výplní otvorů podle ČSN 73 0540-2:2007 [6], které platily do roku 2011.

V tab. 6.3.2.4 jsou porovnány naměřené hodnoty CL vztažené na 1 bm funkční spáry s limitní hodnotou $i_{LV,N}$. Balkónová sestava jako celek tuto limitní hodnotu nespĺňuje, samotné okno ano. Nesplnění této limitní hodnoty naznačuje, že balkónová sestava jako celek je skutečně velmi netěsná. Limitní hodnoty podle [6] byly definovány pro starší výplně otvorů a jejich splnění (v případě samotného okna) nemusí zajistit splnění současných požadavků na kvalitu vnitřního prostředí a energetickou náročnost budov. Toto hodnocení je ovšem pouze orientační, protože hodnota CL , která se porovnávala s limitní hodnotou $i_{LV,N}$, nebyla změřena předepsaným způsobem.

Tab. 6.3.2.4: Porovnání výsledků měření vzduchotěsnosti balkónové sestavy a okna s limitní hodnotou součinitele průvzdušnosti

		součinitel proudění na 1 bm spáry C_L [$m^3/(h \cdot m \cdot Pa^n)$]	součinitel spárové průvzdušnosti $i_{LV,N}$ [$m^3/(h \cdot m \cdot Pa^{0.67})$]
balkónová sestava	podtlak	0.9	0.31
	přetlak	1.0	0.31
okno	podtlak	0.18	0.31

- zařazení výplně do třídy těsnosti podle ČSN EN 12207 [7]

Výrobky uváděné na trh se mají zařadit do jedné ze tříd těsnosti podle ČSN EN 12207 [7]. Tato norma definuje 5 tříd těsnosti (0, 1, až 4 – třída 4 představuje nejlepší úroveň vzduchotěsnosti). Výsledky zařídění jsou shrnuty v tab. 6. Balkónovou sestavu by bylo možné zařadit do třídy 0 a okno do třídy 2. V obou případech se jedná o neuspokojivý výsledek. Třída 2 charakterizuje netěsné výrobky, třída 0 dokonce velmi netěsné. Současné výplně otvorů určené pro bytové stavby obvykle splňují limity třídy 4. Toto zařídění je pouze orientační, neboť vzduchotěsnost hodnocených výplní nebyla změřena předepsaným způsobem.

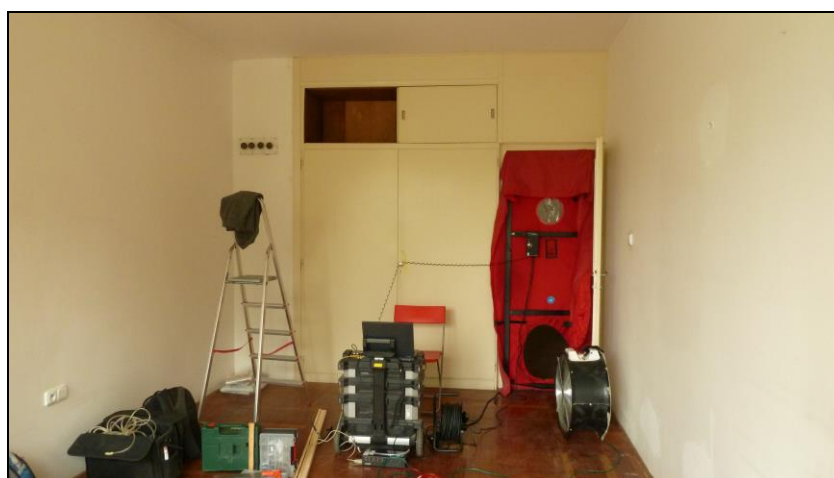
Tab. 6.3.2.5: Orientační zařídění balkónové sestavy jako celku a samotného okna podle ČSN EN 12207

výplň otvoru	balkónová sestava	okno
zařídění podle plochy	třída 0	třída 2
zařídění podle délky spáry	třída 0	třída 2
konečné zařídění zkušební vzorku	třída 0	třída 2

Porovnání vzduchotěsnosti balkónové sestavy a okna

Výsledky měření vzduchotěsnosti balkónové sestavy a okna jsou graficky porovnány na obr. 3. Funkční spára balkónové sestavy jako celku i samotného okna je výrazně méně těsná než přípojovací spára. Výrazný rozdíl mezi vzduchotěsností jednoho běžného metru funkční spáry balkónové sestavy a samotného okna může být důsledkem velmi netěsné funkční spáry výklopného křídla nadsvětlíku, jehož zavírací mechanismus je poškozený a neumožňuje těsné uzavření.

FOTOGRAFICKÁ DOKUMENTACE



Obr. 6.3.1: Zařízení pro Blower Door test



Obr. 6.3.2: Zařízení pro Blower Door test – utěsnění dvěří



Obr. 6.3.3: 1. měření Blower Door testu – zavřené okno



Obr. 6.3.4: 2. měření Blower door testu – utěsněné funkční spáry vnějšího okna



Obr. 6.3.5: 2. měření Blower Door testu – utěsněné funkční spáry vnějšího okna



Obr. 6.3.6: 3. měření Blower Door testu – utěsněné funkční spáry vnějšího a vnitřního okna



Obr. 6.3.7: 4. měření Blower Door testu - utěsnění funkční spáry vnějšího i vnitřního okna a přípojovací spáry



Obr. 6.3.8: 4. měření Blower Door testu - utěsnění funkční spáry vnějšího i vnitřního okna a přípojovací spáry



Obr. 6.3.9: Test vzduchotěsnosti okna prováděný pomocí clony

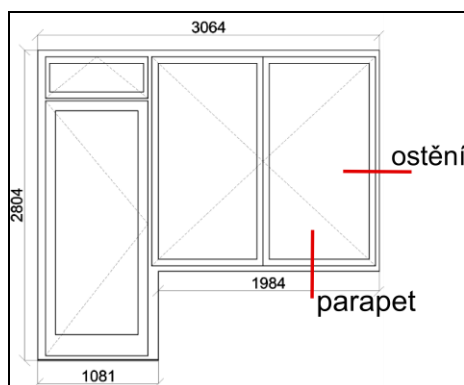


Obr. 6.3.10: Test vzduchotěsnosti okna prováděný pomocí clony

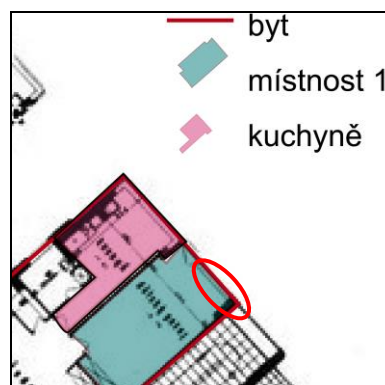
6.4 Modelový výpočet současného okna v počítačovém softwaru

Modelový výpočet byl vypočítán v 2D programu Area 2011 (Svoboda software). Výpočtově byly zpracovány detaily ostění a parapetu okna. Na obrázku 6.4.1 jsou patrné tyto detaily vypočítané v softwaru.

pozn. Detaily ostění a parapetů byly vypracované dle dostupných podkladů a měření na místě, Některé rozměry jsou přibližné.



Obr. 6.4.1: Pohled na okno z interieru
POPIS



Obr. 6.4.2. Označení okna v půdorysu

Vyobrazené výsledky výpočtů vyplývají z modelového výpočtu v programu Area. Jedná se o detaily ostění a parapetu.

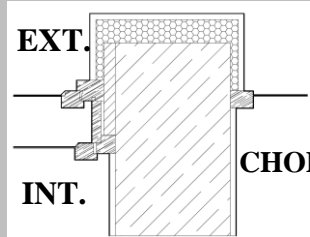
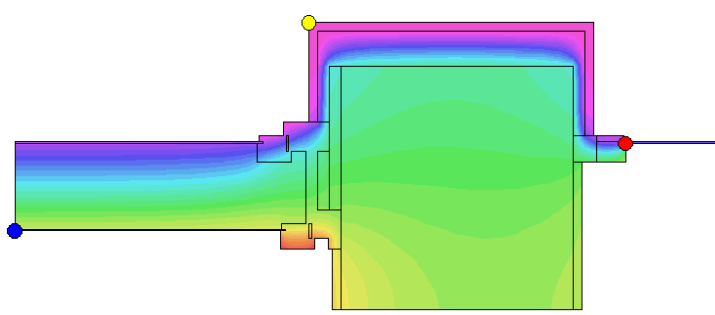
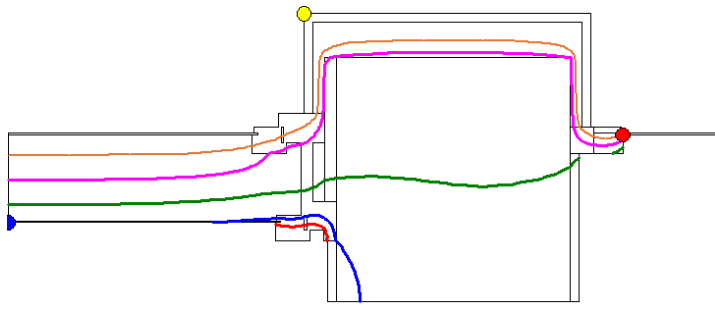
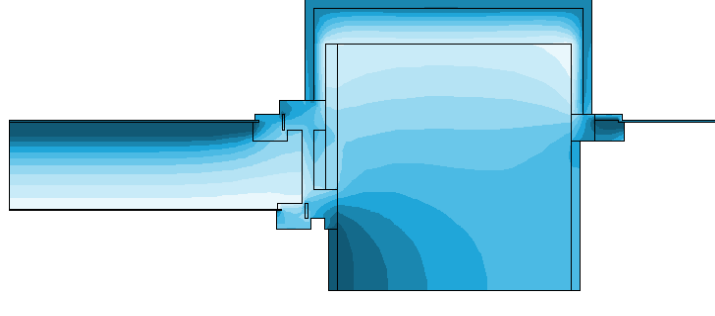
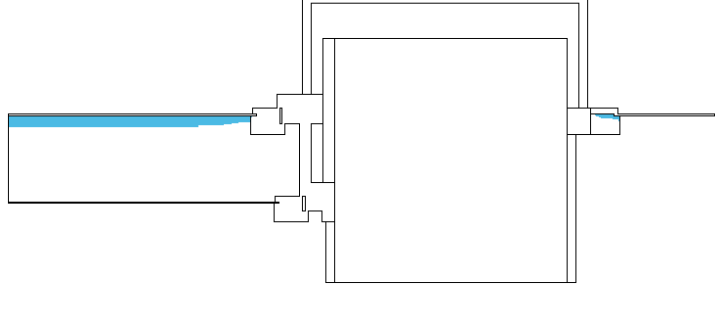
DETAIL OSTĚNÍ (VIZ. TAB 6.4.1)

Maximální povrchová relativní vlhkost ostění v interiéru se pohybuje okolo 90%. V oblasti od cca 80% povrchové relativní vlhkosti konstrukce v interiéru (ohraničena červenou izotermou= 12,6°C, oblast ostění) hrozí riziko vzniku plísní (obr. B). Povrchová teplota skleněné výplně se nachází pod rosným bodem (9,29°C=modrá izoterma). Při nízkých teplotách dochází ke kondenzaci vodních par pouze na zasklení (obr. B, C a D).

DETAIL PARAPETU (VIZ. TAB 6.4.2)

Maximální povrchová relativní vlhkost v interiéru se pohybuje okolo 70% (obr. B a C). Na povrchu konstrukce parapetu v interiéru nehrozí riziko vzniku plísní. Povrchová teplota na zasklení se nachází pod rosným bodem (9,29°C). Při nízkých teplotách dochází ke kondenzaci vodních par pouze na zasklení (viz obr. D).

Tab. 6.4.1: Tepelně technické posouzení detailu ostění

Název: stávající stav – detail ostění (program Area)				
Okrajové podmínky				
	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Rosný bod [°C]	
interiér	20	50	9,29	
exteriér	-13	84	-	
A - Průběh teplot				<p>Teplotní pole [C]:</p> <ul style="list-style-type: none"> -12,9 ... -9,8 -9,8 ... -6,6 -6,6 ... -3,5 -3,5 ... -0,3 -0,3 ... 2,8 2,8 ... 5,9 5,9 ... 9,1 9,1 ... 12,2 12,2 ... 15,4 15,4 ... 18,5 <ul style="list-style-type: none"> ● Tsi=-7,59 C; fRsi=0,235 ● Tsi=-8,63 C; fRsi=0,656 ● Tsi=-12,90 C; fRsi=---
	B - Průběh izoterm			
C - Průběh relativní vlhkosti				
	D - Kondenzační oblasti			

Tab. 6.4.2: Tepelně technické posouzení detailu parapetu

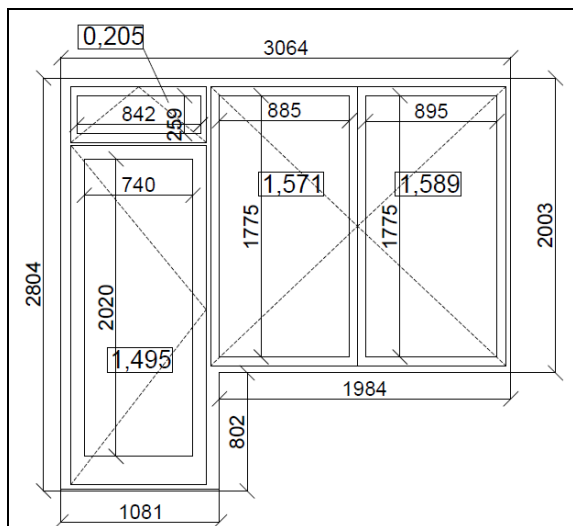
Název: stávající stav – detail parapet (program Area)				INT.	EXT.
Okrajové podmínky					
	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Rosný bod [°C]		
interiér	20	50	9,29		
exteriér	-13	84	-		

A - Průběh teplot	<p>Teplotní pole [C]:</p> <ul style="list-style-type: none"> -13,0 ... -9,8 -9,8 ... -6,6 -6,6 ... -3,3 -3,3 ... -0,1 -0,1 ... 3,1 3,1 ... 6,3 6,3 ... 9,5 9,5 ... 12,7 12,7 ... 15,9 15,9 ... 19,2 <p>● Tsi=8,03 C; fRsi=0,637 ● Tsi=-13,00 C; fRsi=1,000</p>	B - Průběh izoterm	<p>Izotermy:</p> <ul style="list-style-type: none"> 12,60 C 9,29 C 5,00 C 0,00 C -5,00 C <p>● Tsi=8,03 C; fRsi=0,637 ● Tsi=-13,00 C; fRsi=1,000</p>
	C - Průběh relativní vlhkosti		<p>Rozložení rel. vlhkosti [%]:</p> <ul style="list-style-type: none"> 28 ... 35 35 ... 43 43 ... 50 50 ... 57 57 ... 64 64 ... 71 71 ... 78 78 ... 86 86 ... 93 93 ... 100

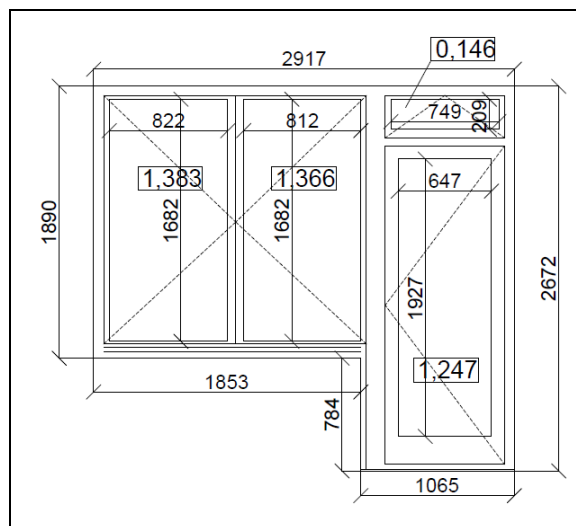
6.5 Výpočet součinitele prostupu tepla stávajícího okna

Výpočet byl proveden dle normy ČSN ISO 10077-1 (73 0567), květen 2007 a ČSN EN ISO 10077-2 (73 0567), září 2012

Závěry byly provedeny dle ČSN 730540-2 Tepelná ochrana budov požadavky



Obr. 6.5.1: Stávající okno, vnitřní okno W1



Obr. 6.5.2: vnější okno W2

Tab. 6.5.3: Dílčí parametry stávajícího okna

dílčí okno	část okna	výpočet Uf		Výpočet Ψ	
		propustnost L	Součinitel prostupu tepla rámu Uf	Propustnost L	Lineární činitel prostupu tepla Ψ
		W/mK	W/m2.K	W/mK	W/m.K
vnitřní okno W1	boční část (ostění okna)	0,982	2,014	1,349	0,001
	parapet (okno)	1,018	2,304	1,386	0,002
	nadpraží (okno)	1,028	2,115	1,378	-0,016
	styk křidel (okno)	1,797	1,966	2,529	0,000
	styk dveře-rám-okno	1,948	2,162	2,680	0,001
	styk - okno-rám-okno(vertikální)	1,829	1,820	2,533	-0,028
	styk - dveře-rám-okno(horizontální)	1,872	1,763	2,568	-0,035
	parapet (dveře)	1,182	1,786	1,530	-0,018
	ostění (dveře)	1,033	1,976	1,399	0,000
vnější okno W2	boční část (ostění okna)	0,991	1,720	1,340	-0,016
	parapet (okno)	1,103	3,123	1,467	-0,002
	nadpraží (okno)	1,016	2,015	1,367	-0,015
	styk křidel (okno)	1,797	1,966	2,529	0,000
	styk dveře-rám-okno	1,897	1,424	2,553	-0,075
	styk - okno-rám-okno(vertikální)	1,880	1,849	2,580	-0,031
	styk - dveře-rám-okno(horizontální)	1,949	2,192	2,645	-0,035
	parapet (dveře)	1,356	2,341	1,704	-0,018
	ostění (dveře)	1,033	1,976	1,399	0,000

Tab. 6.5.4: Výsledky

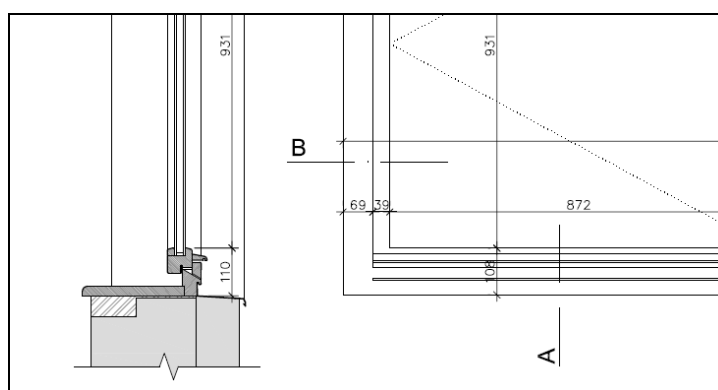
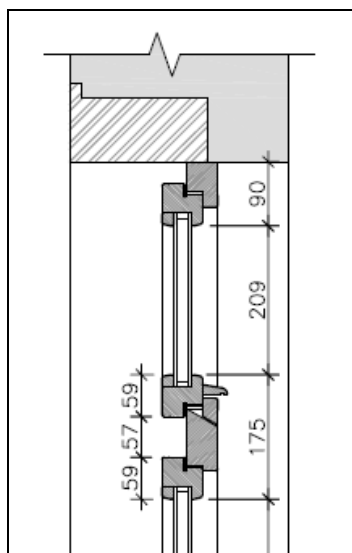
zasklení okna	U_g	5,75	W/m ² K
náhradní deska	U_p	3,91	W/m ² K
součinitel prostupu tepla okno W1	U_{w1}	4,59	W/m ² K
součinitel prostupu tepla okno W2	U_{w2}	4,63	W/m ² K
vzduchová mezera	R	0,19	m ² K/W
součinitel prostupu tepla okna	U_w	2,40	W/m ² K

Součinitel prostupu tepla stávajícího okna je 2,4 W/m²K. Součinitel prostupu tepla stávajícího okna nesplňuje požadavek ČSN 730540-2 na součinitel prostupu tepla výplně otvoru ($U_{N,20} = 1,5 \text{ W/m}^2\text{K}$)

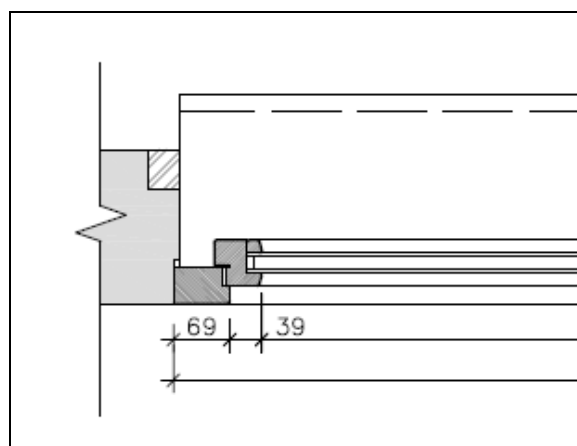
7. POSOUZENÍ NAVRHOVANÉHO OKNA

7.1 Popis okna

Okno je navrženo jako jednoduché okno s dvojsklem. Z exteriéru je žádoucí zachování poměrů a velikostí zasklení a rámu. Rozměry okna jsou stejné jako v případě špaletového okna.



Obr. 7.1.1: Detail nadpraží okna **Obr. 7.1.2:** Detail parapetu okna **Obr. 7.1.3:** Pohled z e. na okno

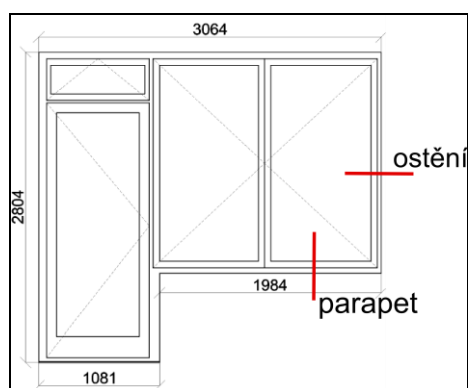


Obr. 7.1.4: Ostění okna

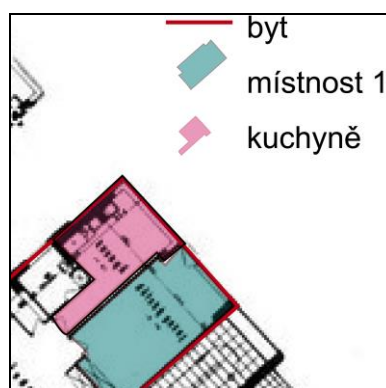
7.2 Modelový výpočet navrhovaného okna v počítačovém softwaru

Modelový výpočet byl vypočítán v 2D programu Area 2011 (Svoboda software). Výpočtově byly zpracovány detaily ostění a parapetu okna. Na obrázku 7.2.1 jsou patrné tyto detaily vypočítané v softwaru.

pozn. Detaily ostění a parapetů byly vypracované dle dostupných podkladů. Některé rozměry jsou přibližné. Dané okenní profily, velikosti rámu, drážky, izolace se můžou dle skutečného návrhu danou firmou lišit, to znamená, že výsledné hodnoty minimálních teplot v tomto detailu se můžou měnit o cca ± 2 °C.



Obr. 7.2.1: Pohled na okno
POPIS



Obr. 7.2.2: označení okna v půdorysu

Vyobrazené výsledky výpočtů vyplývají z modelového výpočtu v programu Area. Jedná se o detaily ostění a parapetu.

pozn. Detaily ostění a parapetů byly vypracované dle dostupných podkladů a měření na místě, Některé rozměry jsou přibližné.

PARAPET (NAVRHOVANÝ RÁM EURO IV 68 ZÚŽENÝ PROFIL), Tab. 7.1.1

Oblast povrchové oblasti parapetu se nachází mimo oblast rosného bodu a rizika vzniku plísní. Minimální povrchová teplota na rámu okna je $8,34^{\circ}\text{C}$, nachází se pod rosným bodem ($9,29^{\circ}\text{C}$) a dochází zde ke kondenzaci vodních par.

RÁM-OKNO (NAVRHOVANÝ RÁM EURO IV 68 ZÚŽENÝ PROFIL), Tab. 7.1.2

Nejnižší povrchová teplota se nachází na styku křídla a pevného rámu okna a má hodnotu $8,35^{\circ}\text{C}$. Tato teplota se nachází pod rosným bodem. V této oblasti a v oblasti zasklení hrozí riziko vzniku kondenzace vodní páry.

OSTĚNÍ (RÁM 49 mm), Tab. 7.1.3

Část ostění se ovšem nachází v oblasti s vlhkostí větší než 80% (červená izoterma=12,6 °C). V oblasti ostění hrozí riziko vzniku plísní.

OSTĚNÍ (RÁM 69 mm), Tab. 7.1.4

Maximální povrchová relativní vlhkost ostění v interiéru je větší než 80%. V oblasti ostění dochází k tvorbě plísní. Povrchová teplota na zasklení se nachází pod rosným bodem (9,29°C=modrá izoterma).

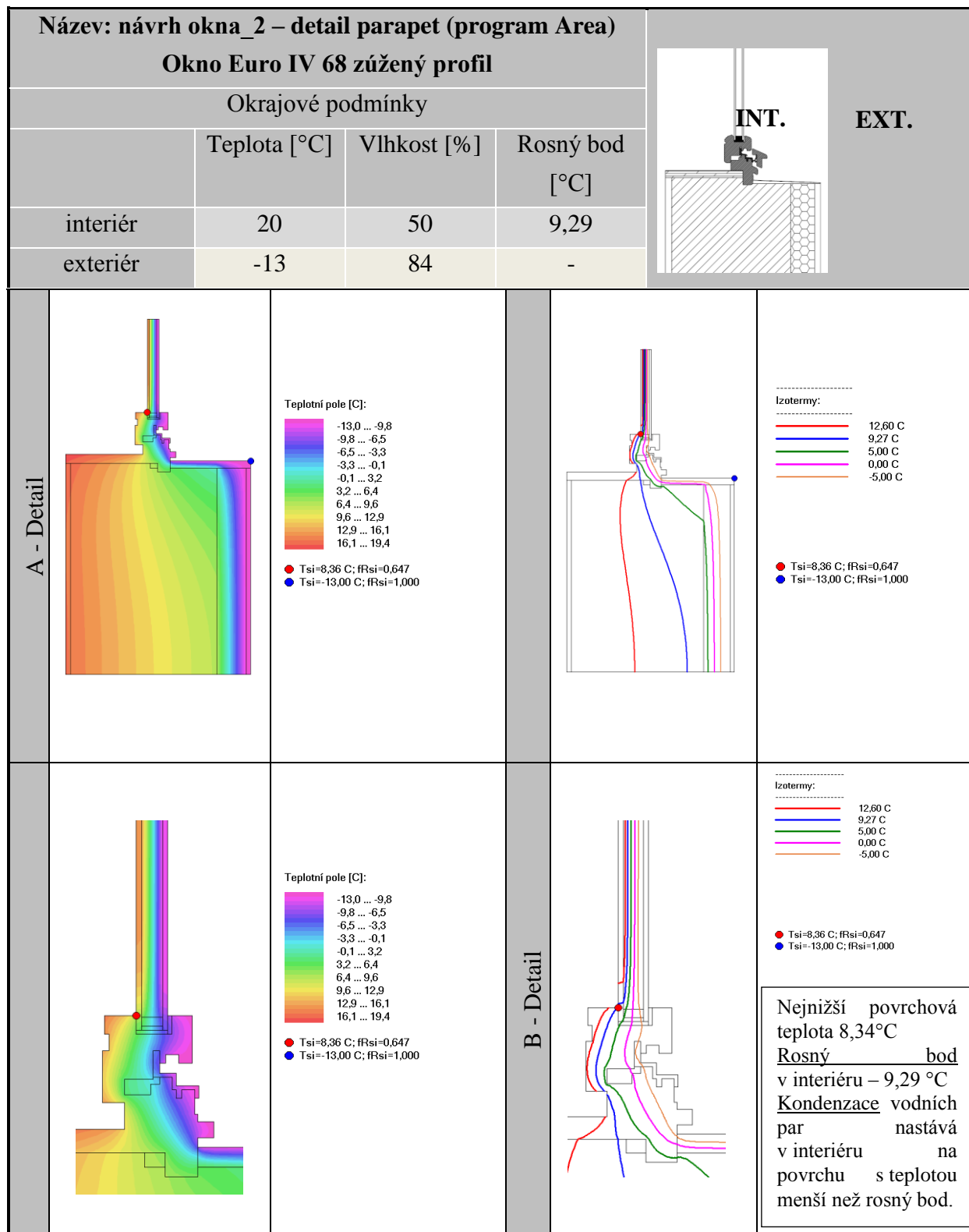
PARAPET (RÁM 44mm), Tab. 7.1.5

V oblasti napojení parapetu a rámu okna hrozí výskyt plísní (v oblasti se nachází vlhkost větší než 80%).

PARAPET (RÁM 64 mm), Tab. 7.1.6

V oblasti napojení parapetu a rámu okna hrozí výskyt plísní (v oblasti se nachází vlhkost větší než 80%).

Tab. 7.1.1: Tepelně technické posouzení (rám okna a oblast parapetu)



* pozn. v oblasti distančního rámečku bylo počítáno ve výpočtus hodnotou $\lambda = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$, deklarovanou výrobcem.

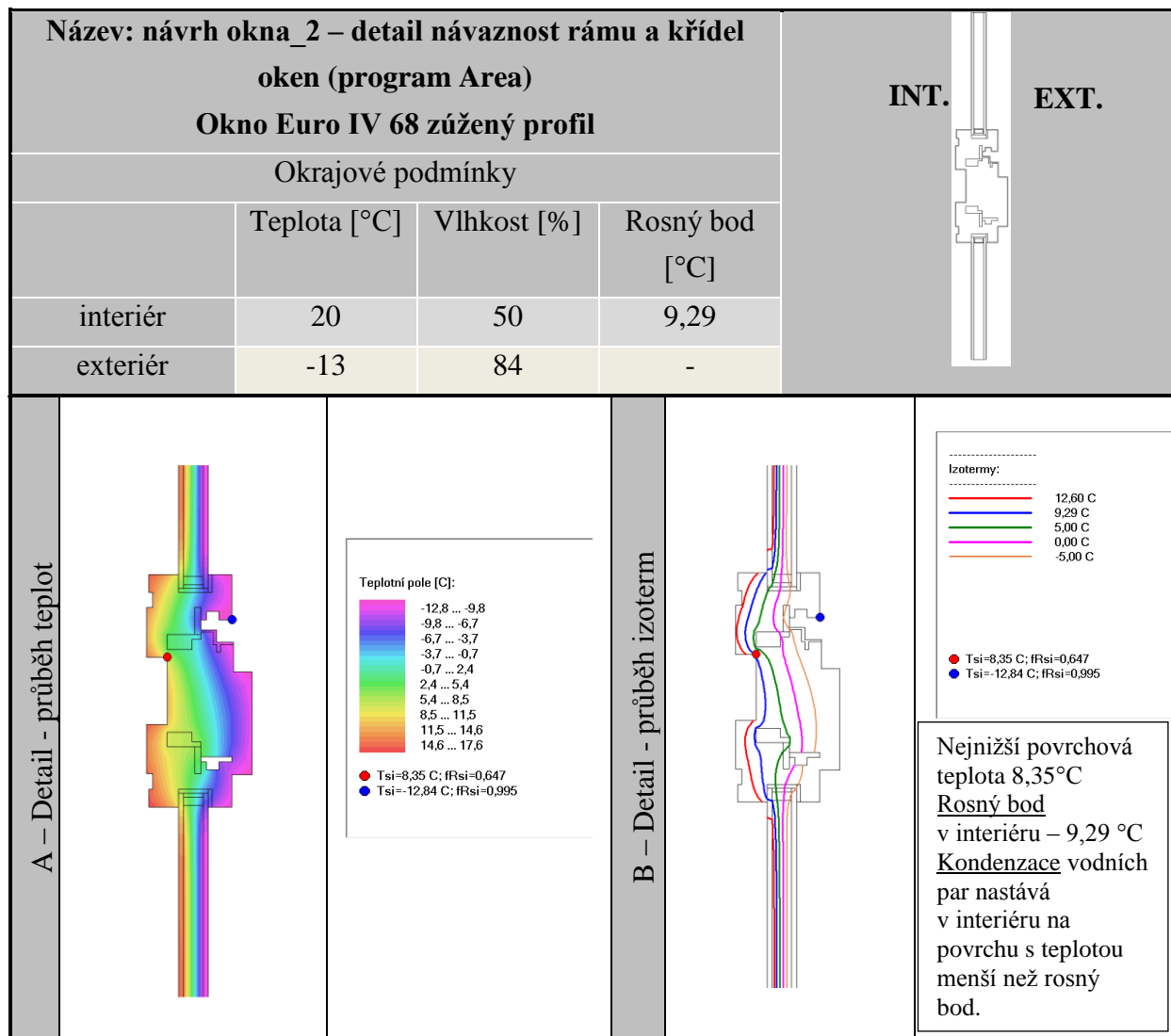
Hodnoty v grafu jsou znázorněny dle výpočtu v programu Area.

Výpočet dle normy ČSN 730540 (část 2,3) s přírážkou:

Výpočet kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu (100% povrchová vlhkost) $f_{Rsi, N} = 0,647 = f_{Rsi, cr}$

->vyhovuje, splňuje požadavky na prevenci rizika povrchové kondenzace u výplní otvorů, kritický teplotní faktor vnitřního povrchu odpovídá teplotě 8,35°C

Tab. 7.1.2: Tepelně technické posouzení (rám okna)



* pozn. v oblasti distančního rámečku bylo počítáno ve výpočtus hodnotou $\lambda = 0,19 \text{ W/m}^2\text{K}$, deklarovanou výrobcem.

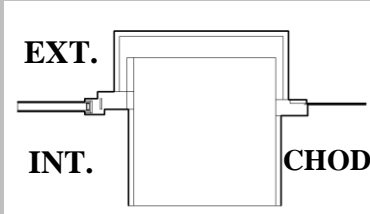
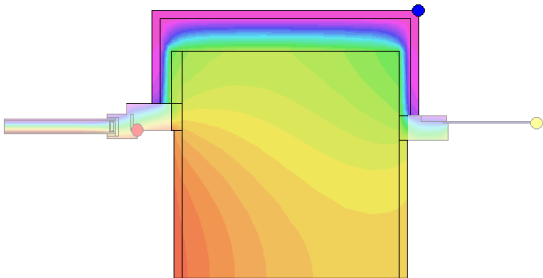
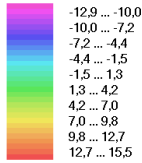
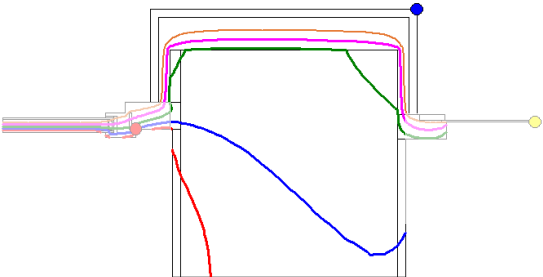
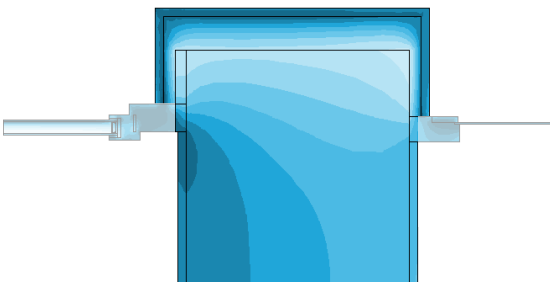
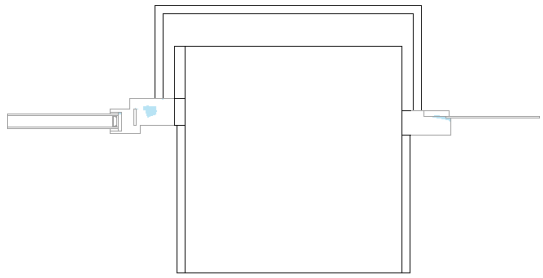
Hodnoty v grafu jsou znázorněny dle výpočtu v programu Area.

Výpočet dle normy ČSN 730540 (část 2,3) s přírazkou:

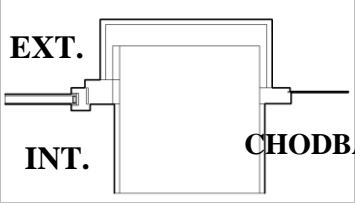
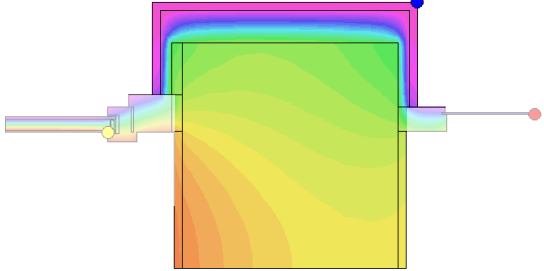
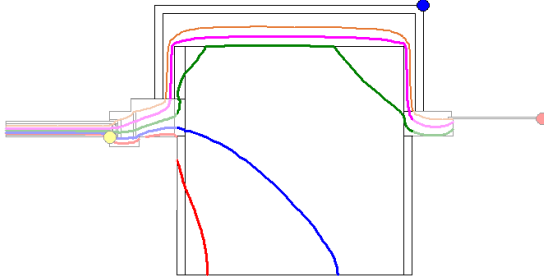
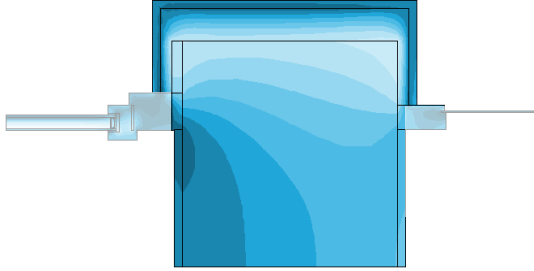
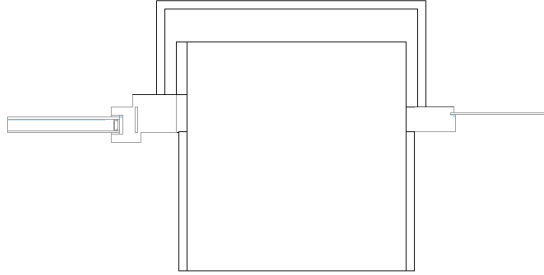
Výpočet kritického teplotního faktoru vnitřního povrchu (100% povrchová vlhkost) $f_{Rsi, N} = 0,647 = f_{Rsi, cr}$

->vyhovuje, splňuje požadavky na prevenci rizika povrchové kondenzace u výplní otvorů, kritický teplotní faktor vnitřního povrchu odpovídá teplotě 8,35°C

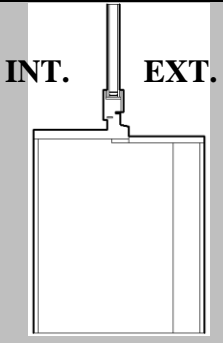
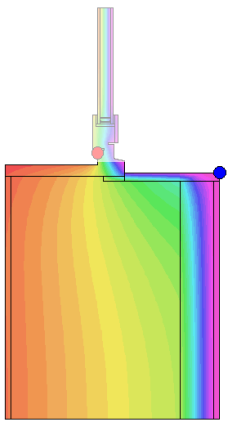
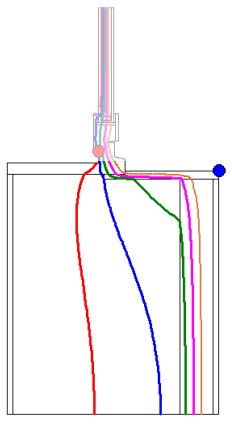
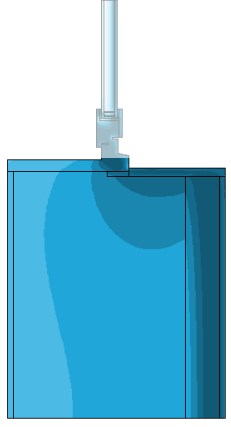
Tab. 7.1.3: Tepelně technické posouzení detailu ostění (sledovaný průběh teploty, izoterm, vlhkosti v ostění, rám okna pouze orientační)

Název: navrhovaný stav – detail ostění, rám okna 49 mm (program Area)				
Okrajové podmínky				
	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Rosný bod [°C]	
interiér	20	50	9,29	
exteriér	-13	84	-	
A - Průběh teplot				<p>Teplotní pole [C]:</p>  <ul style="list-style-type: none"> ● Tsi=9,51 C; fRsi=0,682 ● Tsi=-12,87 C; fRsi=--- ● Tsi=-7,19 C; fRsi=0,253
	B - Průběh izoterm			
C - Průběh relativní vlhkosti				
	D - Kondenzační			

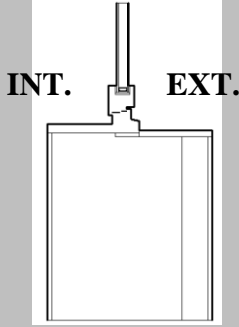
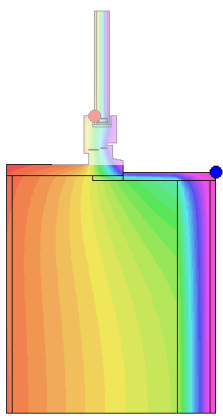
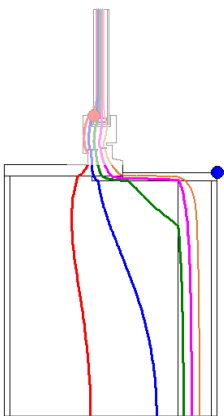
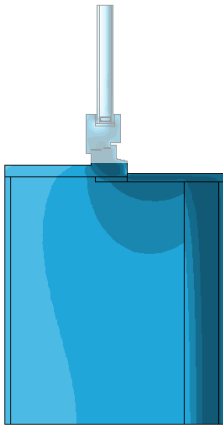
Tab. 7.1.4: Tepelně technické posouzení detailu ostění (sledovaný průběh teploty, izoterm, vlhkosti v ostění, rám okna pouze orientační)

Název: navrhovaný stav – detail ostění, rám okna 69mm (program Area)				
Okrajové podmínky				
	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Rosný bod [°C]	
interiér	20	50	9,29	
exteriér	-13	84	-	
A - Průběh teplot				<p>Teplotní pole [C]:</p> <ul style="list-style-type: none"> -12,9 ... -9,9 -9,9 ... -6,9 -6,9 ... -4,0 -4,0 ... -1,0 -1,0 ... 1,9 1,9 ... 4,9 4,9 ... 7,9 7,9 ... 10,8 10,8 ... 13,8 13,8 ... 16,7 <p>● Tsi=-7,19 C; fRsi=0,253 ● Tsi=-12,87 C; fRsi=- ... ● Tsi=10,89 C; fRsi=0,724</p>
	B - Průběh izoterm			
C - Průběh relativní vlhkosti				
	D - Kondenzační oblasti			

Tab. 7.1.5: Tepelně technické posouzení detailu parapetu (sledovaný průběh teploty, izoterm, vlhkosti v oblasti parapetu, rám pouze orientační)

Název: navrhovaný stav - detail parapet, rám okna 44 mm (program Area)					
Okrajové podmínky					
	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Rosný bod [°C]		
interiér	20	50	9,29		
exteriér	-13	84	-		
A - Průběh teplot		<p>Teplotní pole [C]:</p> <ul style="list-style-type: none"> -13,0 ... -9,8 -9,8 ... -6,5 -6,5 ... -3,3 -3,3 ... 0,0 0,0 ... 3,2 3,2 ... 6,4 6,4 ... 9,7 9,7 ... 12,9 12,9 ... 16,2 16,2 ... 19,4 <p>● Tsi=8,90 C; fRsi=0,664 ● Tsi=-12,99 C; fRsi=1,000</p>	B - Průběh izoterm		<p>Izotermny:</p> <ul style="list-style-type: none"> 12,60 C 9,29 C 5,00 C 0,00 C -5,00 C <p>● Tsi=8,90 C; fRsi=0,664 ● Tsi=-12,99 C; fRsi=1,000</p>
	C - Průběh relativní vlhkosti			<p>Rozložení rel. vlhkosti [%]:</p> <ul style="list-style-type: none"> 16 ... 24 24 ... 33 33 ... 41 41 ... 50 50 ... 58 58 ... 66 66 ... 75 75 ... 83 83 ... 92 92 ... 100 	D - Kondenzační oblast

Tab. 7.1.6: Tepelně technické posouzení detailu ostění, (sledovaný průběh teploty, izoterm, vlhkosti v oblasti parapetu, rám pouze orientační)

Název: navrhovaný stav – detail parapet, rámu okna 64 mm (program Area)					
Okrajové podmínky					
	Teplota [°C]	Vlhkost [%]	Rosný bod [°C]		
interiér	20	50	9,29		
exteriér	-13	84	-		
A - Průběh teplot		<p>Teplotní pole [C]:</p> <ul style="list-style-type: none"> -13,0 ... -9,8 -9,8 ... -6,5 -6,5 ... -3,3 -3,3 ... 0,0 0,0 ... 3,2 3,2 ... 6,4 6,4 ... 9,7 9,7 ... 12,9 12,9 ... 16,1 16,1 ... 19,4 <p>● Tsi=9,92 C; fRsi=0,694 ● Tsi=-12,99 C; fRsi=1,000</p>	B - Průběh izoterm		<p>Izotermny:</p> <ul style="list-style-type: none"> 12,60 C 9,29 C 5,00 C 0,00 C -5,00 C <p>● Tsi=9,92 C; fRsi=0,694 ● Tsi=-12,99 C; fRsi=1,000</p>
	C - Průběh relativní vlhkosti			<p>Rozložení rel. vlhkosti [%]:</p> <ul style="list-style-type: none"> 17 ... 25 25 ... 34 34 ... 42 42 ... 50 50 ... 58 58 ... 67 67 ... 75 75 ... 83 83 ... 92 92 ... 100 	D - Kondenzační oblasti

8. ZÁVĚR

Expertní zpráva 1400 J 234 se zabývá posouzením stavu okna ve vybrané bytové jednotce č.d.14 objektu bytového domu. Tato zpráva byla vypracována na základě objednávky společnosti Landscape4u, zastoupené panem architektem Vojtěchem Vecánem ze července 2014.

8.1 Okno – současný stav

Stávající okno se nachází v nevyhovujícím stavu. Dochází k degradaci materiálu, kondenzaci vodní páry, nežádoucímu proudění vzduchu a zatékání. Problémovými místy jsou prostorné dutiny pod špaletami, detaily (okapnička okna, napojení venkovního parapetu okna a fasády, otevírání výklopného okénka) a tvorba kondenzátu na vnitřním povrchu konstrukcí.

Konstrukční uspořádání špaletových oken a dveří s šířkou dřevěných špalet 22 mm zajišťuje žádoucí funkci z hlediska kondenzace vody v konstrukci v oblasti špalet. Na vnitřním styku rámu oken a dveří nedochází ani při výpočtových extrémních okrajových podmínkách k povrchové kondenzaci.

Při zateplení fasády došlo sice ke zvýšení povrchové teploty v interiéru, ale zároveň k utěsnění fasády, tzn. snížení propustnosti pro vodní páry a došlo ke zvýšení proudění vodních par v oblastech oken, respektive v prostorech pod špaletami.

8.2 Okno – navrhovaný stav

Do modelového výpočtu ostění i parapetu (navržený rám okna a zasklení je zde pouze informativní) byly zahrnuty dvě varianty. Výsledkem je průběh teplot a vlhkostí. Rozdíl variant spočívá v tloušťce profilů rámu okna. U varianty jednoduchého okna s dvojsklem s užším profilem se na ostění nachází oblast s relativní povrchovou vlhkostí větší než 80% a může zde docházet k tvorbě plísní. V případě parapetu se oblast rámu a přípojovací spáry okna nachází v oblasti s možným výskytem plísní.

U varianty jednoduchého okna s dvojsklem s širším profilem rámu se na ostění (detail ostění i parapetu Tab. 7.1.4 a 7.1.6) okna nalézá oblast s povrchovou relativní vlhkostí větší než 80%, tudíž zde hrozí výskyt plísní.

Při zvětšení rozměru dřevěného rámu okna do interiéru dojde ke zvýšení minimálních povrchových teplot na interiérové straně okna. Zvýšení teploty se pohybuje řádově v rozmezí do jednoho stupně max. dvou. Nejedná se tudíž o rapidní nárůst vnitřní povrchové teploty. Návrh je dále limitován použitím dvojskla, V oblasti v okolí distančního rámečku okna (návaznost zasklení a rámu) se většinou nalézá nejnižší povrchová teplota. Teplota se v těchto místech bude pohybovat v rozmezí 10-11 C, tudíž v těchto místech může docházet ke kondenzaci vodních par. Zlepšení záleží taktéž na správném návrhu rámu okna - zasklení (typu výplně plynu), materiálu distančních rámečků, drážek, materiálu rámu, doporučuji toto probrat s výrobcem oken.

Modelový výpočet s navrhovaným oknem EURO IV 68 zúžený profil byl vypočítán pro parapetní část a návaznost rámu a křídel okna.

V případě návaznosti rámu a křídel oken na parapetní část nedochází dle výpočtu v oblastech parapetu a zdi k výskytu rizikové oblasti rosného bodu (100 % vlhkost). V případě křídel okna se jedná o detail samotného rámu okna, který je deklarován hodnotami dle výrobce. Okno jako takové dle výpočtu těsně vyhoví normě. (samozřejmě musíme vzít v potaz určité nepřesnosti resp. zjednodušení výpočtu). Rizikovější je u okna oblast ostění. Dle minulých výpočtů je patrný výskyt více jak 80% vlhkosti na ostění v interiéru a posun této vlhkosti směrem k exteriéru. Bylo by vhodné provést výpočet i v tomto detailu.

Zvýšení minimální povrchové teploty je možné docílit specifickým užíváním místnosti. Především se jedná o zvýšení vnitřní teploty v interiéru místnosti cca 21°C, omezení sušení vlhkého prádla a krátkodobé pravidelného větrání zimě.

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1A: Zpráva – Měření vzduchotěsnosti výplně v bytovém domě

Příloha 2.: Výkres - stávající stav ostění M 1:5, navrhovaný stav parapet M 1:5, detail parapet navrhovaný stav M 1:1

Závěry uvedené v této zprávě byly formulovány na základě výsledků diagnostických prací a zkoušek provedených v určitých oblastech a na základě dostupné dokumentace.

Zpracovatel si vyhrazuje právo na korekce a doplnění závěrů, pokud budou zjištěny další podstatné skutečnosti, které byly nad rámec provedených diagnostických prací nebo byly dodatečně zjištěny mimo oblast prováděných sond nebo mu byly zamlčeny.