

Objednatel: Bytové družstvo Zahrada
Husovo náměstí 59
253 01 Hostivice

ZNALECKÝ POSUDEK

**k hodnocení vlhkosti v bytech situovaných u štítových stěn
bytového domu, ul. ČSL armády č.p.1585, Hostivice**

Účel posudku: Popis posuzovaného objektu, specifikace zjištěných závad, hodnocení výsledků měřené vlhkosti v posuzovaných bytech bytového domu, objasnění vlivu stavebních konstrukcí na tvorbu plísní a výskyt vlhkosti, rozbor plísní ze zdravotního hlediska a jejich likvidace, stanovení pravděpodobné příčiny, návrh sanačních opatření.

Vypracoval: Doc.Ing.Václav KUPILÍK, CSc.
Zličínská 21
161 00 Praha 6 – Ruzyně
IČO: 6239 6226
DIČ: CZ-460520112

Posudek je zhotoven podle stavu ke dni 6.1.2010, je zapsán ve znaleckém deníku pod poř. č.3/10, obsahuje 18 stran včetně titulní a 50 příloh s 57 stranami a objednateli se předává ve třech vyhotoveních.

V Praze 2.2.2010

1. PŘEDMĚT POSUDKU

Cílem posudku je:

- a) popsat posuzovaný objekt,
- b) specifikovat zjištěné závady,
- c) hodnotit výsledky měřené vlhkosti v posuzovaných bytech bytového domu,
- d) objasnit vliv stavebních konstrukcí na tvorbu plísní a výskyt vlhkosti,
- e) uvést rozbor plísní ze zdravotního hlediska a jejich likvidace,
- f) stanovit pravděpodobnou příčinu tvorby plísní,
- g) navrhnout sanační opatření.

Investor: Sdružení města Hostivice a Bytového družstva Zahrada
Město Hostivice, Husovo nám.13, 253 01 Hostivice
Bytové družstvo Zahrada, Husovo nám.59, 253 01 Hostivice

Generální dodavatel stavby: Stavební firma Chalupa – RVES a.s.
Dělnická 598
543 01 Vrchlábí

2. PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ POSUDKU

Posudek byl zpracován na základě následujících podkladových materiálů:

1. Projektová dokumentace pro skutečnou realizaci stavby vypracovaná Ing.arch.Ivo Slamjákem a Ing.Karlem Nezvačem v březnu 2002 zahrnující:
 - a) Souhrnnou technickou zprávu ke stavební části, č.výkresu 01,
 - b) Koordinační situaci, M = 1 : 250, č.výkresu 02,
 - c) Půdorys 1.N.P., M = 1 : 50, č.výkresu 04,
 - d) Půdorys 2.N.P., M = 1 : 50, č.výkresu 05,
 - e) Půdorys 3.N.P., M = 1 : 50, č.výkresu 06,
 - f) Půdorys 4.N.P., M = 1 : 50, č.výkresu 07,
 - g) Řez A-A, M = 1 : 50, č.výkresu 10,
 - h) Řez B-B, M = 1 : 50, č.výkresu 11,
 - i) Řez C-C, M = 1 : 50, č.výkresu 12,
 - j) Stavební detaily, č.výkresu 16.01,
 - k) Specifikace podlah, č.výkresu 16.02,
 - l) Specifikace oken, č.výkresu 16.03,
 - m) Specifikace dveří, č.výkresu 16.04,
 - n) Zámečnické výrobky, č.výkresu 16.05,
 - o) Klempířské výrobky, č.výkresu 16.06,
 - p) Spároveň římsy, č.výkresu 16.07,
2. Stavební deník 3 – bytový dům J, listy č.5527531 – 5527545,
3. Kolaudační rozhodnutí Městského úřadu v Hostivici ze dne 2004,
4. ČSN 73 0540-2 Tepelná ochrana budov – Část 2. Požadavky (duben 2007),
5. ČSN 06 0210 Výpočet tepelných ztrát budov při ústředním vytápění,
6. ČSN P 73 0610 Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení,
7. ČSN 73 0038 Navrhování a posuzování stavebních konstrukcí při přestavbách,
8. ČSN ISO 13822 Zásady navrhování konstrukcí – Hodnocení existujících konstrukcí, 1.vydání 2001-12-15,
9. Znalecký posudek vypracovaný RNDr. Kateřinou Klánovou, CSc. dne 2.1.2009,
10. Witzany J., Čejka T., Zigler R.: Vliv vlhkosti na dlouhodobé přetváření zdiva. Stavební listy č. 11 ÷ 12/2005, str.39. ABF, a. s., Nakladatelství ARCH, Praha. ISSN: 1211-4790,

11. Klánová, K.: Růst plísní na stavebních materiálech, Tepelná ochrana budov, 2002, č.2,
12. Státní zdravotní ústav Praha - Klánová K.: Mikroorganismy ve vnitřním prostředí budov, Tepelná ochrana budov, 1998, č.1, str.22 – 24, ISSN 1213-0907,
13. Šetření „in situ“ 7.7.2009.

3. POPIS POSUZOVANÉHO OBYTNÉHO SOUBORU

Posuzovaný bytový dům č.p.1585 je třípodlažní nepodsklepený objekt s valbovou střechou napojený na hlavní ulici Československé armády severní komunikací (příloha 1). V 1.NP se nachází 9 bytů – z toho u severní štítové stěny byty č.5 a 9 (příloha 2), u jižní štítové stěny byty č.1 a 6 (příloha 3). Ve 2.NP je dispozičně umístěno rovněž 9 bytů – z toho u severní štítové stěny byty č.14 a 18 (příloha 4), u jižní štítové stěny byty č.10 a 15 (příloha 5). Ve 3.NP je situováno 7 mezonetových bytů – z toho u severní štítové stěny byty č. 23 a 27 (příloha 6), u jižní štítové stěny byty č.19 a 24 (příloha 7). V podkroví projektant navrhl úložné prostory, a to u severní štítové stěny prostory bytu č.23 a 27 (příloha 8), u jižní štítové stěny pak prostory bytu č.19 a 24 (příloha č.9).

Z hlediska kategorizace bytů posuzovaný dům zahrnuje:

- a) 1. a 2.NP: 8 bytů 1 + kk o ploše 30,66 m²,
4 byty 2 + kk o ploše 41,37 m²,
4 byty 2 + kk o ploše 42,24 m²,
2 byty 3 + kk o ploše 61,95 m²,
- b) 3.NP: 4 byty 1 + kk o ploše 40,78 m²,
2 byty 2 + kk o ploše 58,52 m²,
2 byty 2 + kk o ploše 59,74 m²,
1 byt 3 + kk o ploše 87,85 m².

Budova byla postavena jako chodbový trojtakt s jednoramenným schodištěm situovaným v zapuštěné části ve středu obytného traktu (obr.1, příloha 10-01). Jak je z obr.1 patrné, v této části jsou i v 1.NP umístěny vstupní dvoukřídlové dveře s markýzou a nad schodištěm ve zvýšeném prostoru kotelnu. Střední vnitřní chodba je oboustranně prosvětlena francouzským oknem se zábradlím (obr.2, příloha 10-02). Před hlavním vstupem byla vybudována ve dvou řadách parkovací stání pro obyvatele domu (obr.3, příloha 11-03).

Svislé nosné stěny jsou podle podkladu č.1a) vyzděny z cihelných bloků POROTHERM, a to:

- obvodové stěny z tvarovek 36,5 P+D pevnosti P10,
- vnitřní stěny z tvarovek 24 P+D pevnosti 15,
- vnitřní schodišťové stěny z důvodu osazování TZB (hydranty, stoupačky, patrové rozvaděče) 36,5 P+D pevnosti P10.

Vodorovné stropní konstrukce v 1.NP, 2.NP a části 3.NP jsou provedeny z keramických stropních panelů CZ-JW tloušťky 190 mm s nabetonovanou spolupůsobící vrstvou tloušťky 50 mm (podklad č.1a). Stropy s okótovanou celkovou tloušťkou 250 mm jsou uloženy na železobetonových monolitických věncích se sníženou hloubkou uložení 120 mm (příloha 12). Vertikální komunikaci mezi nadzemními podlažními zajišťují prefabrikovaná železobetonová schodiště s nabetonovanými stupni a s povrchovým keramickým obkladem (příloha 13). Schodišťová ramena s tloušťkou schodišťové desky 200 mm jsou uložena na prefabrikovaných podestách tloušťky 250 mm ozubem, úložné prostory v bytech 3.NP jsou přístupné dřevěnými žebříkovými schody a zabezpečeny proti pádu zábradlím (příloha 13).

Valbová střecha sestává ze sedlové části se sklonem 18° (příloha 12) a z valeb se sklonem 45° (příloha 14). Kotelna je zastřešena plochou pultovou střechou se spádem 2%. Nosná konstrukce střechy je provedena jako dřevěná vaznicová soustava s vypuštěním sloupků a kleštin. Hlavními nosnými prvky jsou pozednice kotvené k železobetonovým věncům a ocelové vaznice profilu HEB. Ocelové vaznice HEB jsou uloženy na příčných nosných zdech přes ocelové plotny. Ve štítech přechází tato vaznice v rovinný rám, který kopíruje tvar valby.

Základy bytového domu jsou tvořeny odstupňovanými základovými pasy a základovou deskou. Tloušťka základových pasů je proměnná - na úrovni základové spáry je šířka do výše 1200 mm větší, potom se skokem zužuje do šířky 500 mm (např. příloha 12 a 13). Na základě inženýrsko-geologického průzkumu byla zjištěna geologická skladba podloží, kterou tvoří jílovité břidlice v hloubce cca 4 – 5 m. Nad ním se nachází svahové hlíny a jíly s vrstvami jílovitých písků až písčitých jílu.

V souvrství jílu se vyskytují souvislé horizonty vrstevní vody. Jílovité zeminy jsou velmi citlivé na změnu vlhkosti, takže klimatické vlivy mohou způsobit jejich rozbřednutí nebo při záporných teplotách jsou naopak nebezpečně namrzavé. Vodorovná hydroizolace z těžkých asfaltových pásů s hliníkovou vložkou má plnit i protiradonovou funkci pro mírné až střední radonové riziko (podklad č.1a).

Střešní pláště sestávají s těchto vrstev (příloha 15):

- a) šikmá střecha:
 - vlnitá střešní krytina CEMBRIT VLTAVA A5 cihlově červené barvy,
 - latě 80 x 50 mm,
 - provětraná vzduchová mezera tloušťky 50 mm (kontralatě 80 x 50 mm),
 - hydroizolační difúzní fólie TYVEK HD SOFT,
 - tepelná izolace ORSIK 2 x 80 mm s překládanými spárami,
 - parotěsná zábrana přelepovaná PE nebo hliníková fólie,
 - sádrokartonová deska protipožární GKF (dle TZ-PO) tloušťky 12,5 mm;
- b) plochá střecha:
 - mechanicky kotvená fóliová hydroizolace SARNAFIL S 327-15,
 - separační netkaná textilie NETEX 300,
 - bednění z prken tloušťky 20 mm,
 - tepelná izolace ORSIK tloušťky 2 x 80 mm s překládanými spárami,
 - parotěsná zábrana přelepovaná PE nebo hliníková fólie,
 - sádrokartonová deska protipožární GKF (dle TZ-PO) tloušťky 12,5 mm.

Přesah konstrukce střechy přes obvodové stěny je řešen římsou provedenou z desek CETRIS tloušťky 12 mm zavěšených na pozinkované profily sádrokartonového podhledu (příloha 16). U okapu musí být odvětraná mezera zajištěna proti vniku ptactva ochrannou plastovou sítí (příloha 16). Sádrokartonové podhledy jsou aplikovány pouze na úrovni 3, resp.4.NP. Podhledy jsou použity se systémovou konstrukcí např. firmy Knauf včetně příslušenství, tj. nosné a pomocné konstrukce, těsnících a dilatačních prvků, tmelů, nátěru apod. (příloha 17).

Obvodový plášť má být v místech železobetonových věnců tepelně izolován extrudovaným polystyrenem STYROFOAM IB tloušťky 60 mm (příloha 18). Základové pasy (krčky) mají být izolovány extrudovaným polystyrenem PERIMATE INS tloušťky 60 mm (příloha 19). Sokl je opatřen tenkovrstvou akrylátovou omítkou tloušťky 5 mm, na styku objektu je proveden okapový chodníček z oblázků čištěné frakce 32/64 mm ohraničený betonovými záhonovými obrubníky (příloha 20).

Příčky tloušťky 150 i 100 mm jsou vyzděny z cihelných bloků POROTHERM. Sádkartonové příčky tloušťky 100 mm jsou použity v bytech 3.NP. Příčky jsou vyplněny akustickou izolací Orsin 75. Instalační jádra se nacházejí vždy na WC, resp. v koupelnách. Okna jsou dřevěná s tepelně izolačním dvojsklem typu Eurookno. Z hlediska přirozeného větrání a osvětlení úložných prostor podkrovních bytů ve 3.NP jsou v těchto bytech osazena střešní okna.

V místě kuchyňských linek jsou instalovány rekuperační digestoře, které zachycují filtry jen pachy (bez odvodu vodní páry).

4. ZÁKLADNÍ NÁLEZ

Při prohlídce bytu byly zjištěny následující skutečnosti:

1) měření fyzikálních parametrů v bytových interiérech situovaných u štítových stěn:

Měření vnitřní teploty, relativní vlhkosti a vlhkosti pod povrchem stěn i když jsou opatřeny keramickým obkladem (kalibrační list č.4949F/09 – příloha 21):

- digitálním teploměrem a vlhkoměrem GREISINGER typu GFTH 200 s třídou přesnosti $\pm 0,1$ °C u teploty a 2,5 % u relativní vlhkosti,
- digitálním indikátorem vlhkosti stavebních silikátových hmot GMI 15 do 30 % vnitřní vlhkosti založeném na kapacitním principu.

Digitální indikátor vlhkosti je určen pro rychlé orientační měření vlhkosti betonu a omítek na zdivu do hloubky cca 4 cm pouhým přiložením ke stěně (bez destruktivního vrtání či vpichování trnů). Hodnota vlhkosti se zobrazuje číselným údajem na displeji. Odpovídající hmotnostní vlhkost se pak odečte z tabulky na panelu přístroje. Přesné měření vlhkosti lze v podstatě docílit jen rozdílem vlhkých a suchých vzorků po jejich odebrání z vlhkých míst a jejich vážením v laboratoři. Pro srovnávací účely je měření digitálním indikátorem vlhkosti GMI 15 naprosto dostačující.

Podle příloženého návodu k obsluze digitálního indikátoru vlhkosti stavebních silikátových hmot GMI 15 se považuje stav vlhkosti betonu za:

- 1) suchý pro hodnoty 0 – 17,5 %
- 2) vlhký pro hodnoty 18 – 27,5 %
- 3) mokrý pro hodnoty nad 27,5 %.

Pokud vezmeme v úvahu rozdílnost součinitelů vodivosti tepla betonu ($\lambda_{\text{betonu}} \approx 1,40 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) a zdiva z příčně děrovaných cihel ($\lambda_{\text{zdiva}} \approx 0,70 \text{ W.m}^{-1}.\text{K}^{-1}$) za stejných podmínek, potom vzhledem k cca poloviční hodnotě součinitele λ_{zdiva} lze výše uvedené hodnoty přibližně upravit na:

- 1) suchý pro hodnoty 0 – 8 %
- 2) vlhký pro hodnoty 9 – 14 %
- 3) mokrý pro hodnoty nad 14 %

a) v bytě č.1 v 1.NP (pí.Obermajerová):

- a₁) vnitřní teplota vzduchu: 22,7°C,
- a₂) relativní vlhkost vnitřního vzduchu: 43 %,
- a₃) v rohu:

a₃₁) ložnice č.1/5 mezi obvodovou a štítovou stěnou (příloha 22):

- ve výšce 1 m nad podlahou 8,5 %,

- ve výšce 2,5 m (pod stropem) 10,5 %,
 - a₃₂) ložnice č.1/6 mezi střední chodbovou a štítovou stěnou (příloha 22):
 - ve výšce 2,5 m (pod stropem) 14,5 %,
 - a₄) popis provozu: vaření, sušení vypraného prádla, intenzivní vytápění, časté větrání,
 - a₅) projev vlhkosti nebo deformace: bez plísní;
- b) v bytě č.6 v 1.NP (p.Kadlec):
- b₁) vnitřní teplota vzduchu: 22,7°C,
 - b₂) relativní vlhkost vnitřního vzduchu: 45 %,
 - b₃) obytná místnost + k.k. ložnice č.6/5 (příloha 23):
 - b₃₁) v rohu mezi obvodovou a štítovou stěnou:
 - ve výšce 1 m nad podlahou 10,5 %,
 - ve výšce 2,5 m (pod stropem) 14,75 %,
 - b₃₂) v rohu mezi střední chodbovou a štítovou stěnou – nad kuchyňskou linkou ve výšce 2,5 m (pod stropem) 12,0 %,
 - b₄) popis provozu: vaření, bez sušení vypraného prádla,
 - b₅) projev vlhkosti nebo deformace: bez plísní;
- c) v bytě č.5 v 1.NP (pí. Pokorná):
- c₁) vnitřní teplota vzduchu: 20,9°C,
 - c₂) relativní vlhkost vnitřního vzduchu: 44 %,
 - c₃) v rohu:
 - c₃₁) obytné místnosti + k.k. č.5/3 (příloha 24) mezi obvodovou a štítovou stěnou ve výšce 2,5 m (pod stropem) 15,25 %,
 - c₃₂) předsíň s vestavěnou skříní č.5/1 (příloha 24) mezi střední chodbovou a štítovou stěnou ve výšce 2,5 m (pod stropem) 14,8 %,
 - c₄) popis provozu: bez bližší specifikace,
 - c₅) projev vlhkosti nebo deformace: plísně většího rozsahu za vestavěnou skříní, u obvodové stěny v menší míře;
- d) v bytě č.9 v 1.NP (p. Malý):
- d₁) vnitřní teplota vzduchu: 22,6°C,
 - d₂) relativní vlhkost vnitřního vzduchu: 51,8 %,
 - d₃) obytná místnost + k.k. ložnice č.9/5 (příloha 25):
 - d₃₁) v rohu mezi obvodovou a štítovou stěnou:
 - ve výšce 1 m nad podlahou 12,50 %,
 - ve výšce 2,5 m (pod stropem) 16,50 %,
 - d₃₂) v rohu mezi střední chodbovou a štítovou stěnou – nad kuchyňskou linkou ve výšce 2,5 m (pod stropem) 11,5 %,
 - d₄) popis provozu: bez bližší specifikace,
 - d₅) projev vlhkosti nebo deformace: plísně v rohu u obvodové stěny;
- e) v bytě č.14 ve 2.NP (p. Petr):
- e₁) vnitřní teplota vzduchu: 22,4°C,
 - e₂) relativní vlhkost vnitřního vzduchu: 53 %,
 - e₃) v rohu:
 - e₃₁) obytné místnosti + k.k. č.14/3 (příloha 26) mezi obvodovou a štítovou stěnou:
 - ve výšce 1,0 m 29,83 %,
 - ve výšce 2,5 m (pod stropem) nad 30 %

- e₃₂) předsíně s vestavěnou skříní č.14/1 (příloha 26) mezi střední chodbovou a štítovou stěnou:
- ve výšce 1,0 m nad 30 %,
 - ve výšce 2,5 m (pod stropem) nad 30 %,
- e₄) popis provozu: bez bližší specifikace,
- e₅) projev vlhkosti nebo deformace: plísň v rohu u obvodové stěny;
- f) v bytě č.18 ve 2.NP (pí. Štěrbová):
- f₁) vnitřní teplota vzduchu: 19,1°C,
- f₂) relativní vlhkost vnitřního vzduchu: 40,0 %,
- f₃) v rohu obytné místnosti + k.k. č.18/5 (příloha 27),
- f₃₁) mezi obvodovou a štítovou stěnou:
- ve výšce 1,0 m 12,50 %,
 - ve výšce 2,5 m (pod stropem) 14,0 %,
- f₃₂) mezi střední chodbovou a štítovou stěnou ve výšce 2,5 m (pod stropem): 12,50 %,
- f₄) popis provozu: bez bližší specifikace,
- f₅) projev vlhkosti nebo deformace: svislá trhлина šířky 0,5 mm u pravého ostění okna ve štítové stěně;
- g) v bytě č.14 ve 2.NP (pí. Suchánková):
- g₁) vnitřní teplota vzduchu:
- v ložnici u obvodové stěny č.10/5 (příloha 28) 21,7°C,
 - v ložnici u střední chodbové stěny č.10/6 (příloha 28) 21,5°C,
- g₂) relativní vlhkost vnitřního vzduchu:
- v ložnici u obvodové stěny č.10/5 (příloha 28) 59 %,
 - v ložnici u střední chodbové stěny č.10/6 (příloha 28) 51 %,
- g₃) v rohu:
- g₃₁) v ložnici u obvodové stěny č.10/5 (příloha 28):
- ve výšce 1,0 m nad 30 %,
 - ve výšce 2,5 m (pod stropem) výrazně nad 30 % (téměř 2x více než ve v.1,0 m),
- g₃₂) v ložnici u střední chodbové stěny č.10/6 (příloha 28) ve výšce 2,5 m (pod stropem) 14,75 %,
- g₄) popis provozu: sušení vypraného prádla v ložnici č.10/5 bez bližší specifikace
- g₅) projev vlhkosti nebo deformace: plísň v rohu u obvodové stěny jak u podlahy, tak pod stropem;
- h) v bytě č.15 ve 2.NP (příloha 29): neměřeno z důvodu nepřítomnosti uživatelů bytu;
- i) v bytě č.23 ve 3.NP (p. Pošík):
- i₁) vnitřní teplota vzduchu: 22,7°C,
- i₂) relativní vlhkost vnitřního vzduchu: 43 %,
- i₃) v rohu:
- i₃₁) obytné místnosti + k.k. č.23/3 (příloha 30) mezi obvodovou a štítovou stěnou:
- ve výšce 1,0 m 10,0 %,
 - ve výšce 2,5 m (pod stropem) 19,0 %,
- i₃₂) předsíně s vestavěnou skříní č.23/1 (příloha 30) mezi střední chodbovou a štítovou stěnou nelze měřit, jelikož vestavěná skřín má zadní krycí desku,
- i₄) popis provozu: trvalé větrání ventilátorem HL 830 B Keller, bez sušení prádla,

- i₅) projev vlhkosti nebo deformace: plísně v rohu u obvodové stěny v úrovni stropního ztužujícího věnce
- j) v bytě č.27 ve 3.NP (p. Martínek):
- j₁) vnitřní teplota vzduchu: 20,5°C,
 - j₂) relativní vlhkost vnitřního vzduchu: 52 %,
 - j₃) v rohu obytné místnosti + k.k. č.27/5 (příloha 31):
 - j₃₁) mezi obvodovou a štítovou stěnou:
 - ve výšce 1,0 m 12,0 %,
 - ve výšce 2,0 m 25,5 %,
 - ve výšce 2,5 m (pod stropem) výrazně nad 30 %
 - j₃₂) u pravého ostění okna v obvodové stěně (blíže k rohu obvodové a štítové stěny):
 - ve výšce 1,0 m 14,0 %,
 - ve výšce 2,5 m (pod stropem) 15,5 %,
 - j₄) popis provozu: bez bližší specifikace
 - j₅) projev vlhkosti nebo deformace:
 - j₅₁) plísně v rohu u obvodové stěny,
 - j₅₂) průběžná trhlina v místě ztužujícího stropního věnce,
 - j₅₃) svislá trhlina šířky 1,8 – 2,0 mm cca v polovině světlosti nosné chodbové stěny podkrovního úložného prostoru (příloha 32), která pokračuje až do spodního 3.NP;
- k) v bytě č.19 ve 3.NP (p. Rovenský):
- k₁) vnitřní teplota vzduchu: 22,2°C
 - k₂) relativní vlhkost vnitřního vzduchu: 40,0 %
 - k₃) v rohu ložnice u obvodové stěny č.19/5 (příloha 33):
 - ve výšce 1,0 m 9,5 %,
 - ve výšce 2,5 m (pod stropem) 18,25 % ,
 - k₄) popis provozu: časté větrání,
 - k₅) projev vlhkosti nebo deformace: plísně v rohu u obvodové stěny v úrovni stropního ztužujícího věnce;
- l) v bytě č.24 ve 3.NP (pí. Kučerová):
- l₁) vnitřní teplota vzduchu: 21,3°C,
 - l₂) relativní vlhkost vnitřního vzduchu: 43 %,
 - l₃) obytná místnost + k.k. ložnice č.24/5 (příloha 34):
 - l₃₁) v rohu mezi obvodovou a štítovou stěnou:
 - ve výšce 1 m nad podlahou 12,5 %,
 - ve výšce 2,5 m (pod stropem) 15,0 %,
 - l₃₂) v rohu mezi střední chodbovou a štítovou stěnou – nad kuchyňskou linkou ve výšce 2,5 m (pod stropem) 11,5 %,
 - l₄) popis provozu: bez bližší specifikace,
 - l₅) projev vlhkosti nebo deformace: bez plísní.

2) průkazné snímky plísní a trhlín:

- a) Byt č.5 v 1.NP (pí. Pokorná):

Plísně v rohu ložnice u obvodové stěny č.10/5 předsíni č.5/1 (příloha 24) za vestavěnou skříň, kde proudí vzduch jen v omezené míře (obr.4, příloha 11-04) s jejich detailem na obr.5 v příloze 35-05;

b) Byt č.14 ve 2.NP (pí. Suchánková):

Plísně v rohu mezi obvodovou a štítovou stěnou v ložnici č.10/5 (příloha 28) se objevují od podlahy až po strop (obr.6, příloha 35-12), přičemž pod stropem zasahují do větší šířky (obr.7, příloha 36-10) s intenzivnějším projevem (obr.8, příloha 36-11);

c) Byt s podkrovním úložným prostorem č.27 ve 3.NP (p. Martínek):

c₁) Plísně v rohu obytné místnosti + k.k. č.27/5 (příloha 31) lze spatřit pod zkoseným stropem (obr.9, příloha 37-06), což ještě lépe vynikne z detailu na obr.10, příloha 37-07);

c₂) Trhliny se nacházejí jak ve spodní části, tak v úložném prostoru, odkud se šíří i pod nižší strop. Jedná se o tyto trhliny:

- trhlina se svislým průběhem pod parapetem okenního otvoru ve štítové stěně vedle kuchyňské linky (obr.11, příloha 38-09), jejíž šířka byla naměřena 0,5 mm (obr.12, příloha 38-08),
- trhliny s různou orientací v úložném podkrovním prostoru (obr.13, příloha 39-16), z nichž některé mají svislý průběh (obr.14, příloha 39-14) o šířce 1,8 mm (obr.15, příloha 40-17) až 2,0 mm (obr.16, příloha 40-18), jiné spíše jsou mírně sklonitého charakteru (obr.17, příloha 41-15) o šířce 0,6 mm (obr.18, příloha 41-19).

5. TVORBA PLÍSNÍ

Na vznik plísní má vliv:

- 1) podklad,
- 2) podmínky ve vnitřním prostředí

5.1. Rozbor vzniku plísní na silikátovém podkladu

Základní příčinou vzniku plísní na vnitřním povrchu konstrukcí je stav, kdy vnitřní povrchová teplota konstrukce je nižší než teplota rosného bodu. Teplotou rosného bodu se označuje stav, kdy se začíná na povrchu konstrukce srážet vodní pára. Teplota rosného bodu je závislá na teplotě a relativní vlhkosti vzduchu a je uváděna ve fyzikálních tabulkách (např. při teplotě vnitřního vzduchu +20 °C a relativní vlhkosti 60 % je teplota rosného bodu 12,0 °C, při stejné teplotě a relativní vlhkosti vzduchu 70 % vzroste teplota rosného bodu na 14,4 °C a při relativní vlhkosti 80 % dokonce na 16,4 °C).

Vnitřní povrchová teplota konstrukce je dána teplotami vnějšího a vnitřního vzduchu a tepelným odporem konstrukce. Čím vyšší je tepelný odpor stěny, tím vyšší je při stejném rozdílu teplot vnitřního a vnějšího prostředí vnitřní povrchová teplota. Se stoupající relativní vlhkostí vnitřního vzduchu prudce (geometrickou řadou) stoupají požadavky na tepelný odpor obvodových konstrukcí.

Pro představu této skutečnosti stačí porovnat ekvivalentní tloušťku cihelného zdiva pro různé teploty a vlhkosti. Např. při teplotě vnitřního vzduchu 20 °C a relativní vlhkosti do 60 % stačí pro srovnání tepelný odpor cihelné zdi z plných cihel tloušťky 450 mm k zabezpečení vnitřní povrchové teploty nad teplotou rosného bodu, takže k povrchové kondenzaci a tím ke vzniku plísní nedochází. Naopak, stoupne-li relativní vlhkost vnitřního prostředí nad 80 %, musela by obvodová konstrukce mít tepelný odpor adekvátní cihelnému zdivu tloušťky 900 mm, aby

byla vnitřní povrchová teplota bez rezervy na teplotě rosného bodu. Při dalším zvyšování relativní vlhkosti jsou požadavky na tepelný odpor obvodové stěny enormní.

Kromě vnitřní povrchové teploty jsou pro posouzení vnitřního prostředí důležitá místa s větší tepelnou vodivostí, jako jsou nároží na vnější straně nebo okenní nadpraží, tedy tzv. tepelné mosty. Ty způsobují zvýšenou ztrátu tepla, nižší teplotu vnitřních povrchů a zvýšenou teplotu vnějších povrchových ploch. Avšak nejnepříjemnějším efektem tepelných mostů je nízká teplota vnitřních povrchů podporující tvorbu spór, které vytvářejí šedé, hnědé nebo černé skvrny. Zvláště výrazně se tento vliv uplatňuje u fasád s velkým poměrem prosklených ploch vůči pevným obvodovým konstrukcím, a to se projevuje i u posuzovaných prosklených stěn.

K růstu plísní může také dojít tak, že povrchová plocha může mít jednak takovou kapilární pórovitost, že vlhkost z chladnějšího období a teplotou vnitřního povrchu pod rosným bodem (např. 12 °C) se uchovává až do období s povrchovou teplotou nad rosným bodem. Vlastností plísně je zvyšovat schopnost uchování vlhkosti a výměnou látek produkovat vodu. To znamená, že povrchová plocha jednou napadená plísní změní vlastnosti tak, že růst plísně podporuje. Na druhé straně kondenzát se může tvořit nejen v zimě, ale i na jaře, kdy je vnější vzduch teplejší a absolutně obsahuje více vlhkosti. Z toho důvodu při stejném způsobu větrání vzniká tedy na jaře vyšší relativní vlhkost vzduchu ve vnitřních prostorách než v zimě.

V bytových stavbách může nejčastěji docházet ke vzniku plísní za následujících podmínek:

- a) V bytě se udržuje stálá teplota vzduchu 20 - 22 °C a relativní vlhkost vnitřního vzduchu v rozmezí 40 - 60 %. Při výskytu plísně na vnitřním povrchu konstrukce bývá nejčastější příčinou závada v tepelně technických vlastnostech (přítomnost vlhkosti v konstrukci, chybějící tepelná izolace, tepelné mosty atd.).
- b) V místnosti je stálá teplota vnitřního vzduchu v rozmezí 20 - 22 °C, ale relativní vlhkost vnitřního vzduchu je mezi 60 až 90 %. Plísně mohou vznikat:
 - vysokou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu (nedostatečným větráním),
 - nedostatečnými tepelně technickými vlastnostmi konstrukce (tepelné mosty).
- c) V bytě je stálá teplota vnitřního vzduchu nižší než 20 °C a relativní vlhkost vnitřního vzduchu je nad 60 %. Jestliže se objevují plísně, bývá rozhodující:
 - nedostatečné vytápění místností,
 - z toho plynoucí nedostatečné větrání místností,
 - možné nedostatečné tepelně technické vlastnosti konstrukcí včetně styků.

Ke kondenzaci vodní páry a tím ke vzniku plísní obvykle nejprve dochází v koutech místností, kde povrchová teplota je nižší o cca 2-4 °C než v ploše stěny. Nižší povrchová teplota v koutě je ovlivněna větší ochlazovanou plochou z vnější strany a navíc u vrstvených konstrukcí tepelnými mosty, např. zálivkovou cementovou maltou apod. Dále je v koutě místností menší proudění vzduchu, které má rovněž vliv na množství zkondenzované vlhkosti na povrchu konstrukce.

Dalším faktorem ovlivňujícím tvorbu plísní je schopnost vnitřních povrchových úprav vsakovat kondenzát a po poklesu relativní vlhkosti nadměrnou vlhkost odpařit. Výborné z tohoto hlediska jsou vnitřní vápenné omítky, které ve srovnání s vápenocementovými, popř. betonovými povrchy vykazují nižší difúzní odpor. Navíc je vápno hmotou, která působí antisepticky, tj. nepodporuje růst plísní na povrchu omítky. Proto by se měly místnosti s nebezpečím vzniku plísní malovat vápnem a ne hlinkovými barvami s příměsí škrobových pojiv, kliču apod., které naopak vegetaci plísní podporují.

Ke vzniku plísní přispívá i dokonalé utěsnění oken a jejich počet. Velmi často se vyskytují plísně v prostorech, kde byla použity kovové nebo plastové výplně s vnitřními kovovými výztuhami, které díky své vodivé vlastnosti snižují povrchovou teplotu výplně.

Za předpokladu, že vnitřní prostory jsou permanentně vytápěny, použité výplně s certifikátem splňují normový součinitel prostupu tepla U , může být hlavní příčinou tvorby plísní jednak vztlínající vlhkost v porézním zdivu, dále dnes již nevyhovující tepelně izolační schopnost obvodového pláště platné ČSN 73 0540 - 2 (podklad č.4) a tepelné mosty především na stycích výplňových otvorů s ostěním. Ostatní vlivy, mezi které patří větrání, neporéznost vnitřních povrchových úprav atd., mají spíše podpůrný charakter. Důkaz tohoto tvrzení by mohl být proveden destruktivními sondami v uvedených místech.

Někdy bývá předmětem diskusí mezi provozovatelem a uživateli výše teploty, na jakou se má dům vytápět. Podle snad dosud platné legislativy, tj. vyhlášky č.197/1988 Sb., je třeba bytové prostory vytápět na teplotu 20 - 22 °C ve smyslu ČSN 06 0210 (podklad č.5). Tato norma uvádí tzv. výsledné teploty vnitřního prostředí, což je poloviční součet průměrné povrchové teploty konstrukcí obklopujících místnost a teploty vnitřního vzduchu měřené uprostřed místností ve výši cca 1 m nad podlahou.

5.2. Podmínky ve vnitřním prostředí

Když zvlhčovaná omítka se nestačí tak rychle vysušovat, vznikají v důsledku setrvávající vlhkosti na jejím povrchu barevně odlišená místa, která mohou být i zdrojem plísní. Ve většině případů nadměrné koncentrace mikroorganismů souvisejí s nadměrnou vlhkostí v interiéru.

Pro klíčení a růst plísní musí být splněny následující podmínky:

- existence spór,
- přítomnost kyslíku,
- vhodná teplota,
- výživný substrát,
- přítomnost vody,
- na povrch nedopadá přímé sluneční záření.

První čtyři předpoklady jsou vždy splněné v interiéru budov. Spóry se vyskytují ve vnějším vzduchu a tedy i ve vnitřním prostředí, kyslík je dostupný všude, vnitřní teploty mezi 10 a 30°C jsou vhodné pro růst a dokonce i v nejčistším bytě se najde vhodný substrát na povrchu konstrukce. Proto klíčovým faktorem se stává přítomnost nebo absence vody. Vzduch je možno si představit jako směs dvou plynů – suchého vzduchu a vodní páry. Míra nasycení vzduchu vodní parou je relativní vlhkost vzduchu běžně udávaná v procentech. Existují dva způsoby dosažení nasyceného stavu:

- a) **izotermicky** – zvlhčováním vzduchu bez změny jeho teploty. V bytech uživatelé žijí, dýchají, umývají se, vaří, perou, suší apod. Produkce vodní páry při těchto procesech je různá a bývá časově proměnlivá. Na druhé straně lze relativní vlhkost vzduchu snižovat větráním „sušším“ vnějším vzduchem;
- b) **izobaricky** – ochlazením vzduchu bez změny částečného tlaku vodní páry. K tomuto jevu dochází na vnitřním povrchu tepelných mostů. A právě pro vznik plísní na vnitřním povrchu konstrukcí je rozhodující příčinou stav, kdy vnitřní povrchová teplota konstrukce je nižší než teplota rosného bodu.

V obytných budovách obvykle oba způsoby nasycení vzduchu probíhají společně, tedy kombinací izotermického ochlazení a izobarického nasycení vodní páry. *V našem případě se na tvorbě plísní na stěnách interiéru v převládající míře podílí dlouhodobě působící vnitřní vlhkost a tepelné mosty v obvodovém zdivu.*

6. PŘÍČINY VZNIKU PLÍSNÍ V POSUZOVANÉM BYTOVÉM DOMĚ

V době dokončení projektové dokumentace byla v platnosti ČSN 73 0540-2 vydaná v r.1994, podle níž byla pro obvodové stěny předepsána minimální hodnota tepelného odporu $R_N = 2,0$ [$m^2.K.W^{-1}$]. Tuto hodnotu tloušťka zdiva bez omítky splňovala $R = 2,1 > R_N$ [$m^2.K.W^{-1}$]. Od listopadu 2002 platí nová ČSN 73 0540-2 vyžadující pro obvodové stěny min. součinitel prostupu tepla $U_N = 0,38$, doporučenou hodnotu pak $U_N = 0,25$ [$W.m^{-2}.K$]. Vzhledem k tomu, že tloušťka obvodového zdiva 365 mm vykazuje U pouze 0,44 [$W.m^{-2}.K$], nevyhovuje takto provedená stěna současným tepelně-technickým požadavkům.

Pro identifikaci příčin vzniku plísní lze konstatovat, že:

- a) *rozhodující vliv na tvorbu plísní má vlhkost zdiva, která na rozdíl od krátkodobě naměřených hodnot relativní vlhkosti a teploty vnitřního vzduchu má dlouhodobý charakter.*

Podle podkladu č.6 se hmotnostní vlhkost zdiva w rozděluje podle do těchto kategorií:

$w \leq 3 \%$	vlhkost velmi nízká
$3,0 < w \leq 5 \%$	vlhkost nízká
$5,0 < w \leq 7,5$	vlhkost zvýšená
$7,5 < w \leq 10,0$	vlhkost vysoká
$10,0 < w$	vlhkost velmi vysoká

Následkem zvlhnutí zdiva na velmi vysoké hodnoty (nad 10 %) dochází také ke snížení jeho pevnosti a tedy i únosnosti, a to až o 30 % oproti zdivu s vlhkostí nízkou (do 5 %) – viz podklad č.10. Podle ČSN 73 0038 – přílohy 3 (podklad č.7) se výpočtová pevnost zdiva R_d určí ze vztahu

$$R_d = 1,6 \cdot \frac{\gamma_{in} \cdot \gamma_{rm}}{\gamma_{mm}} \cdot R_{ms,d}$$

kde $R_{ms,d}$ – výpočtová pevnost zdiva určená na základě pevnosti v tlaku kusových staviv nebo dílců a pevnosti v tlaku malty,

γ_{mm} – součinitel spolehlivosti, který se uvažuje v závislosti na vazbě a vlhkosti zdiva hodnotami podle následující tabulky 1

γ_{in} – součinitel informace o stavu zdiva v závislosti na podrobnosti průzkumu, přístupnost vyšetřovaného prvku apod., pro nějž platí: $\gamma_{in} \leq 1,05$,

γ_{rm} – součinitel podmínek působení z hlediska celistvosti zdiva, který se uvažuje těmito hodnotami:

- u zdiva bez svislých trhlin $\gamma_{rm} = 1,0$
- u zdiva se svislými trhlinami , popř. nedokonalou vazbou.... $\gamma_{rm} \leq 0,9$

Podle mezinárodní normy ČSN ISO 13822 (podklad č.8), která nahrazuje původní ČSN 73 0038 se návrhová pevnost zdiva v tlaku vypočítá jako podíl charakteristické pevnosti zdiva v tlaku a díličního součinitele zdiva γ_m , který se určí podle následujícího vztahu:

Tabulka 1. Nárůst součinitele γ_{mm} se zvyšující se vnitřní vlhkostí zdiva

Vazba	Součinitel γ_{mm}		
	Vlhkost zdiva		
	$\leq 5\%$	$\leq 12\%$	$\leq 20\%$
dobrá	1,6	1,8	2
průměrná	1,8	2,1	2,4
špatná	2,1	2,4	2,6

* dobrá vazba – pravidelná vazba cihel se stejnou tloušťkou spár v rozmezí 10 až 15 mm, všechny spáry jsou zcela vyplněny maltou. Největší zrno malty je 4 mm, vazba je provedena v souladu se zásadami správné vazby cihelného zdiva

* průměrná vazba – skladba cihel není zcela pravidelná, tloušťka spár je v rozmezí 10 až 20 mm, styčné spáry jsou částečně vyplněné maltou. Největší zrno malty je 10 mm, vazba je provedena s drobnými odchylkami oproti zásadám správné vazby cihelného zdiva

* špatná vazba – nepravidelná skladba cihel, různé tloušťky spár (0 – 25 mm), styčné spáry nejsou vždy převázány. Zrno malty větší než 12 mm, vazba není v souladu se správnou vazbou

$$\gamma_m = \gamma_{m1} \cdot \gamma_{m2} \cdot \gamma_{m3} \cdot \gamma_{m4},$$

kde γ_{m1} – základní hodnota dílčího součinitele spolehlivosti, která se pro zdivo z plných cihel uložených na obyčejnou maltu rovná 2,0. V ostatních případech je nutno součinitel stanovit rozbořem s ohledem na způsob zjištění pevnostních charakteristik;

γ_{m2} – součinitel zahrnující vliv pravidelnosti vazby zdiva a vyplnění spár maltou: $0,85 \leq \gamma_{m2} \leq 1,2$; dolní mez intervalu platí pro zcela pravidelnou vazbu a dokonalé vyplnění spár;

γ_{m3} – součinitel zahrnující vliv zvýšené vlhkosti, pro vlhkost zdiva v intervalu od 4 % do 20 % se součinitel určí interpolací mezi hodnotami $1,0 \leq \gamma_{m3} \leq 1,25$;

γ_{m4} – součinitel zahrnující vliv svislých a šikmých trhlin ve zdivu v intervalu $1,0 \leq \gamma_{m4} \leq 1,40$, dolní mez platí pro neporušené zdivo bez trhlin.

Z uvedeného rozboru vlivu vlhkosti na pevnost zdiva vyplývá, že *ve všech posuzovaných bytech by naměřená vlhkost ve výšce 2,5 m (ve 3.NP i v nižších částech) mohla snižovat únosnost zdiva*. Tím, že v úrovni stropů jsou provedeny monolitické železobetonové věnce, které zatížení roznášejí na větší plochu, je toto riziko ze statického hlediska méně závažné. Přesto je vhodné tuto situaci řešit vhodným sanačním opatřením.

b) naměřené hodnoty:

- *relativní vlhkostí vzduchu v obytných místnostech v rozmezí 40,0 až 59,0 %,*
- *vnitřní teploty vzduchu v rozmezí 19,1 – 22,7°C*

nejdou v rozporu s normami, neboť:

- podle ČSN 73 0540-2 (podklad č.4) jsou normové požadavky na součinitel prostupu tepla U založeny kritériu, že relativní vlhkost vnitřního vzduchu $\varphi_i \leq 60 \%$, což je splněno,

- podle ČSN 06 0210 (podklad č.5) je sice v tabulce 3 uvedena vnitřní teplota pro obytné místnosti 20°C, avšak čl.13 této normy umožňuje přírážku na vyrovnání chladných stěn p_1 , která umožňuje zvýšení teploty vnitřního vzduchu tak, aby i při nižší teplotě ochlazovaných stěn bylo ve vytápěné místnosti dosaženo požadované vnitřní teploty, pro kterou se počítá základní tepelná ztráta.

Navíc naměřené teploty vnitřního vzduchu podle hodnocení RNDr. Klánové, CSc. ze Státního zdravotního ústavu (podklad č.9) jsou v mezích běžně používaných hodnot, a to:

- u teploty vnitřního vzduchu 18 – 24°C,
- u relativní vlhkosti vnitřního vzduchu 30 – 60%.

Pokud si všimneme naměřených hodnot v jednotlivých bytech, je zřejmé, že vyšší vlhkosti se vyskytují pod stropem (ve výšce cca 2,5 m) než v úrovni 1 m nad podlahou. **Právě v úrovni stropu se vyskytují monolitické železobetonové věnce, které mohou vytvářet tepelné mosty a tak přispívat ke zvýšené vlhkosti.** Tento předpoklad lze podpořit zápisy ve stavebním deníku (podklad č.2) a výpočtovými metodami.

Zápisy ve stavebním deníku zahrnují následující záznamy:

a) list č.5527534:

- 6.6.2003: montáž extrudovaného polystyrenu do bednění věnců tloušťky 60 a 30 mm,
- 7.6.2003: montáž extrudovaného polystyrenu do bednění věnců tloušťky 60 a 30 mm,

b) list č.5527536 – zápis z kontrolního dne (objekt „J“):

11.6.2003: bod 4) doložit technické parametry použitého polystyrenu,

bod 5) opravit poškozený polystyren a zajistit proti odtržení od betonu odstranění hřebíků,

c) list č.5527538 – zápis z kontrolního dne (objekt „J“):

18.6.2003: bod 3) u každého stropního panelu odstranit polystyren u háků a zabetonovat,

d) list č.5527541 – zápis z kontrolního dne (objekt „J“):

25.6.03: bod 4) zdívo provádět v souladu s předpisem výrobce, to zn.svislé spáry nasucho do ozubů, maltovat svislé spáry výjimečně a jen u vnitřního zdíva;

Na základě uvedených zápisů je možno konstatovat, že:

- v některých místech (není blíže specifikováno) nebyl použit pěnový polystyren tloušťky 60, ale pouze 30 mm (zápis 6. a 7.6.2003),
- navíc pěnový polystyren mohl být poškozený (zápis 11.6.2003),
- u háků panelů může být nadměrná tloušťky betonové zálivky (zápis 18.6.2003),
- svislé spáry nebyly vždy prováděny nasucho, ale byly zalévány maltou.

Při výpočtu tepelných mostů je nutno vycházet z ČSN 73 0840-2 (podklad č.4), kde pro výskyt tepelného mostu v určitém místě je rozhodující teplotní faktor vnitřního povrchu f_{Rsi} , který nevznikne, pokud pro zimní období s relativní vlhkostí vnitřního vzduchu $\phi_i \leq 60\%$ bude splněna podmínka podle následujícího vztahu:

$$f_{Rsi} \geq f_{Rsi,N},$$

$$\text{kde } f_{Rsi,N} = f_{Rsi,cr} + \Delta f_{Rsi}$$

$f_{Rsi,cr} \rightarrow$ (kritický teplotní faktor vnitřního povrchu)

$\Delta f_{Rsi} \rightarrow$ (bezpečnostní přírážka teplotního faktoru)

Při výpočtu s použitím programu Area 2008 vychází tyto výsledky:

- a) pro atiku s tloušťkou tepelné izolace 60 mm podle detailu v příloze 17 **dochází na vnitřním povrchu ke kondenzaci** → výpočet viz příloha 42/1-3, průběh teplotního pole v příloze 43, průběh izoterem v příloze 44;
- b) pro atiku s tloušťkou tepelné izolace 30 mm podle detailu v příloze 17 **dochází na vnitřním povrchu ke kondenzaci** → výpočet viz příloha 45/1-3, průběh teplotního pole v příloze 46, průběh izoterem v příloze 47;
- c) pro styk stěny se stropem s tloušťkou tepelné izolace 60 mm podle detailu v příloze 18, avšak bez okna, nedochází ke kondenzaci na vnitřním povrchu → výpočet viz příloha 48/1-3, průběh teplotního pole v příloze 49, průběh izoterem v příloze 50.

Výpočet prokázal přítomnost tepelných mostů v posledním nadzemním podlaží. Pokud porovnáme těsné výsledky výpočtu v příloze 48/3 ($f_{Rsi} = 0,820$ a $f_{Rsi,N} = 0,819$), je možno konstatovat, že tam, kde budou v blízkosti tohoto styku výplňové otvory, může rovněž nastat kondenzace.

Dále je možno konstatovat, že naměřené vyšší hodnoty vlhkosti jsou průkazné v místech, kde:

a) nastává menší proudění vzduchu, např. v předsíních s vestavěnou skříňí:

- byt č.5 v 1.NP - bod e_{32} (pí. Pokorná),
- byt č.14 ve 2.NP – bod e_{32} (p. Petr), kde na stupnici měřidla nepřepočtená hodnota ve vestavěné skříňí v místě šatů byla naměřena 20,2 kdežto uvnitř skříňě ve volném prostoru jen 12,8);

b) lze předpokládat buď nedostatečně tlustou (v extrémním případě chybějící) tepelnou izolaci v podhledu podkrovního prostoru nebo lokální průsak srážkové vody:

tento případ je typický v bytě č.27 ve 3.NP (p. Martínek), kde v rohu spodní části mezi obvodovou a štítovou stěnou byla zjištěna měřením na stupnici měřidla nepřepočtená hodnota:

- ve výši 2,5 m (v úrovni stropní konstrukce): 32,2,
- ve výši 2,0 m: 8,3,
- ve výši 1,0 m: 3,4

a necelých půl metru vlevo od tohoto místa ve výši 2,5 m: 13,6.

Pro tak velký rozdíl v naměřených hodnotách je výše uvedené tvrzení opodstatněné (důkaz by se musel ověřit destruktivní sondou);

c) kuchyňské digestoře jsou instalovány bez možnosti odvodu par ven z místnosti (komín či společná domovní ventilace). V takovém případě (např. byt č.9 v 1.NP – p.Malý) odsávání vodních par probíhá na principu recirkulace přes uhlíkový filtr a odváděná vodní pára se tak může vracet zpět do místnosti. Tím jsou zvýšenou relativní vlhkostí vnitřního vzduchu bez účinného větrání vytvářeny předpoklady pro vznik plísní;

d) nesprávný provozní režim v bytě způsobený zejména sušením mokrého prádla: to se prokazatelně týká především bytu č.14 ve 2.NP (pí. Suchánková), kde vlivem sušení mokrého prádla v ložnici u obvodové stěny byla při místním šetření naměřena nejvyšší relativní vlhkost v interiéru 59 %. S ohledem na tuto skutečnost potom nepřepočtené hodnoty na stupnici měřidla dosahovaly:

- ve výšce 2,5 m (pod stropem): 38,6
- ve výšce 1,0 m: 21,2.

Příčinou vzniku vlhkosti je tedy kombinace více faktorů. Za rozhodující příčinu lze však požadovat přítomnost tepelných mostů.

7. ROZBOR PLÍSNÍ ZE ZDRAVOTNÍHO HLEDISKA A JEJICH LIKVIDACE

Mikroorganismy jsou organismy, které jsou viditelné pouze mikroskopicky. Ve vnitřním prostředí budov nás zajímají především bakterie a mikroskopické vláknité houby - *plísně*, které jsou sice nepatrné svými rozměry, avšak předúležité svým významem - způsobují infekční a jiná závažná onemocnění. Obě skupiny těchto organismů produkují toxiny - bakterie, zejména gramnegativní tyčinky, produkují enterotoxiny, plísně mykotoxiny. Na pokusech u myši bylo prokázáno, že inhalace mykotoxinů je 50x toxicitější než jejich toxicita po požití.

Jedním z důvodů zájmu o mikroorganismy v interiéru je na jedné straně lidský imunitní systém, který hraje důležitou roli vždy, když dojde k setkání mikroorganismu s makroorganismem (člověkem). Na druhé straně přibývá dětí i dospělých, kteří navštěvují lékaře alergology. *Plísňový pach může být nebezpečný ze zdravotního hlediska, neboť delší pobyt v zamořené místnosti může působit únavu, bolesti hlavy, očí, nosní dutiny a krku.*

Ve většině případů *nadměrné koncentrace mikroorganismů souvisejí s nadměrnou vlhkostí v interiéru* (zvýšená vlhkost vzduchu, přítomnost vlhkých konstrukcí). Tato veličina je člověkem mnohem méně vnímána než teplota. Pokud není spojena s vysokou teplotou a nezpůsobuje pocit dusna, není pocíťována. Ani hodnoty vzdušné vlhkosti pod 40 % však nejsou zárukou, že se mikroorganismy v prostředí nevyskytují.

Vzhledem k tomu, že v současné době není k dispozici závazný hygienický limit, berou se za přípustné koncentrace hodnoty, které jsou uváděny Evropskou Unií jako průměrné naměřené hodnoty v domech a neprůmyslových objektech. Na základě těchto hodnot lze zařadit vyšetřené prostředí do pěti kategorií znečištění (tabulka 2 a 3).

Tabulka 2. Kategorie znečištění ovzduší vnitřního prostředí podle hodnot Evropské Unie – kritérium směsná populace bakterií

Objekt	Domácnost	Neprůmyslové prostředí
Kategorie znečištění	Koncentrace (počet) bakterií na 1 m ³	
velmi nízké	< 100	< 50
nízké	< 500	< 100
střední	< 2500	< 500
vysoké	< 10000	< 2000
velmi vysoké	≥ 10000	≥ 2000

Tabulka 3. Kategorie znečištění ovzduší vnitřního prostředí podle hodnot Evropské Unie – kritérium směsná populace plísní

Objekt	Domácnost	Neprůmyslové prostředí
Kategorie znečištění	Koncentrace (počet) plísní na 1 m ³	
velmi nízké	< 50	< 25
nízké	< 200	< 100
střední	< 1000	< 500
vysoké	< 10000	< 2000
velmi vysoké	≥ 10000	≥ 2000

Z hygienického hlediska Státní zdravotní ústav považuje za vyhovující koncentrace bakterií a plísní ve vnitřním prostředí nejvýše střední, nejlépe velmi nízké a nízké (hodnoceno podle EU). Zakrývání vlhkých konstrukcí předstěnami zvyšuje riziko zvýšené koncentrace

mikroorganismů v přilehlém prostoru. Koncentraci mikroorganismů a vzdušnou vlhkost v interiéru je možno ovlivnit větráním.

Podrobné měření koncentrace mikroorganismů zatím nebylo realizováno. *S ohledem na prokázané plísně v obytných místnostech, jejichž užívání je ze zdravotního hlediska pro uživatele objektu nebezpečné, je možno závady v některých bytech bytového domu považovat za havarijní poruchu* (užitná jakost podstatných částí objektu je vážně ohrožena).

Likvidace plísní:

Dezinfekce míst napadených plísněmi se provádí mokrou cestou. K dezinfekci se používají vždy chemické přípravky s fungicidním účinkem, které mají atest (např. Fungisan, Pregnolit UW nebo Ultra, Preventol A3, Savo atd.). V místech výskytu se za vlhka oškrábe malba, stěrka či omítka vždy ve větší ploše než se vyskytuje plíseň. Povrch zdiva po odstranění plísní je nutno opatřit alespoň třemi nátěry protiplísňovým přípravkem (nátěry je nutno provést v koncentracích doporučených výrobcem při dodržení příslušných hygienických předpisů).

Ze strany uživatelů bytu je třeba zajistit časté větrání bytových prostor okny a na maximální možnou míru omezit v bytě provádění prací produkujících zvýšenou vlhkost. Po odstranění plísní se doporučuje, pokud nebude prováděna vnitřní zateplování úprava, provést novou vápennou malbu s přísadou protiplísňového přípravku. Bez odstranění příčin vzniku plísní se nedoporučuje tapetovat stěny. Není vhodné umisťovat nábytek těsně ke stěnám, naopak by mezi nábytkem a stěnou měla být z důvodu volného proudění vzduchu ponechána vzduchová mezera široká 50 mm.

V praxi se osvědčila pro menší plochy chemická sanace sestávající:

- z preventivního aerosolování zasaženého místa např. přípravkem Savo s dobou expozice 20 až 30 minut,
- z mechanického odstranění plísní nejlépe za použití vysavače,
- z ošetření postiženého místa Pregnolitem Ultra k lokální a maloplošné likvidaci plísní na zdech a omítkách (náhrada Lastanoxu s menšími dopady na životní prostředí).

Po chemické sanaci se provede nová malba v celé zasažené místnosti – do malířských nátěrů je vhodné přidat Pregnolit UW nebo OMB, který je určen pro silikátové materiály a jejich ochranu.

8. NÁVRH SANAČNÍCH OPATŘENÍ

Tím, že projektant nenavrhl v bytovém domě samostatnou sušárnu, je logické, že musí uživatelé bytů někde prádlo sušit a nelze je nutit k tomu, aby si pořídili na své náklady sušičku jako elektrický spotřebič. Tento proces však podporuje zvyšování vlhkosti, v některých případech i tvorbu plísní. Časté a účinné větrání sice tento problém může do určité míry zmírnit, ale na druhé straně je třeba si uvědomit, že tím vzrostou tepelné ztráty, které se projeví v zimním období zvýšením finančních nákladů na vytápění.

Jelikož nelze bez destruktivních sond prokázat způsob provedení železobetonových věnců v úrovni stropů (použitý materiál a jeho tloušťka atd.) ani umístění a tloušťku tepelné izolace v podkrovních prostorech v souladu s projektovou dokumentací, zdá se být *nejoptimálnějším řešením kontaktní zateplení stávajících štítových stěn tepelným izolantem s minimálním difuzním odporem*.

Nevhodným z tohoto hlediska je fasádní expandovaný polystyren, který ačkoliv má přibližně stejný koeficient tepelné vodivosti jako minerální vlna, vykazuje ve srovnání s ní difuzní

Nevhodným z tohoto hlediska je fasádní expandovaný polystyren, který ačkoliv má přibližně stejný koeficient tepelné vodivosti jako minerální vlna, vykazuje ve srovnání s ní difuzní odpor až 40 x větší než minerální vata. Z tohoto důvodu je možno aplikovat např. desky Orsil z minerálních vláken nebo speciální pěnový polystyren s otevřenými póry.

Kontaktní zateplení by:

- a) zvýšilo koeficient prostupu tepla U obvodových stěn, které v současné době nesplňuje tepelně technické požadavky podle ČSN 73 0840-2,
 - b) přispělo i k omezení vlhkosti v nosném zdivu a tím i ke zlepšení je statické účinnosti.
- Při jeho realizaci je však nutno počítat i se zateplením ostění u stávajících výplňových otvorů ve štitových stěnách.


9. ZÁVĚR

Uvedená analýza vlhkosti v bytech posuzovaného bytového domu dokazuje, že:

- a) na tvorbě plísní a vlhkosti podílí více faktorů, z nichž v převládající míře se uplatňují především tepelné mosty;
- b) prodlužování doby se sanací doložené vlhkosti může kromě vynaložených zvýšených nákladů na jejich opravy též ohrozit užívání bytů natolik, že by mohly být postupně vyřazeny z provozu.

Znalecká doložka

Znalecký posudek jsem podal jako znalec jmenovaný rozhodnutím ministryně spravedlnosti ČR ze dne 19.5.1997 č.M-380/97 v oboru stavebnictví, pro odvětví stavby obytné, stavební odvětví různé, se zvláštní specializací na vady, poruchy a rekonstrukce staveb.
Znalecký úkon je zapsán pod poř. č. .../.../... znaleckého deníku
Znalečné a náhradu nákladů (náhradu mzdy) účtuji podle přiložené likvidace (na základě dokladů č. .../.../...).


Doc. Ing. Václav Kupilík, CSc.
soudní znalec ve stavebnictví

