

# Expertizní posudek

k objednávce A6 Atelieru s.r.o.

**Posouzení příčin výskytů plísní v objektu  
tělocvičny Základní školy TGM v Praze 12,  
Modřanská ul. čp. 1375/10a**

Vypracoval:

**Ing. Jaroslav R o d**

U Říčanky 1115/29

104 00 P r a h a 10

Expertizní kancelář

- únor 2023 -

## **1. Zadání expertizního posudku**

Vypracování tohoto expertizního posudku bylo vyžádáno objednávkou A6 Atelieru s.r.o. (telefonicky p. Ing. arch Mudrou).

## **2. Předmět expertizního posudku**

Předmětem tohoto expertizního posudku bylo dle požadavku objednatele posouzení příčin výskytů plísní v objektu tělocvičny na ZŠ TGM v Praze 12, Modřanská ul. čp. 1375/10a.

Dále bylo objednatelem požadováno doporučení potřebného rozsahu oprav na odstranění výskytů plísní v objektu.

## **3. Prohlídka objektu**

Prohlídka posuzovaného objektu se uskutečnila dne 10. 2. 2023 za účasti:

p. Ing. arch. Mudry – A6 Atelier s.r.o.

p. Ing. Paška – za Městskou část Praha 12

p. Zemana – školníka ZŠ

## **4. Nález**

- Na objektu byla vytvořena sedlová dvouplášťová střešní konstrukce s uzavřenou vzduchovou dutinou.
- Na střešní konstrukci byla provedena její celková oprava spočívající v zateplení jejího horního pláště s vytvořením nové povlakové fóliové krytiny.
- Nosnou konstrukci střechy tvoří ocelové příhradové vazníky na rozpětí 15 m.

- Horní plášť střešní konstrukce (jeho nosná vrstva) byl vytvořen z bednění.
- Podhled byl vytvořen ze sololitových desek, které místy vykazují stopy po dřívějším zatékání.
- Prohlídkou mezistřešního prostoru na spodním povrchu bednění nebyly zjištěny projevy výskytu povrchové kondenzace po provedené celkové opravě střechy.
- Původní tepelná izolace střešní konstrukce z doby výstavby objektu byla vytvořena ze dvou vrstev rohoží z rákosu a slámy v celkové tloušťce 50 mm.
- Vnitřní prostor tělocvičny je osvětlován 9 otvory v podélných stěnách objektu.
- Na zadní podélné straně objektu výplň otvorů v obvodovém plášti objektu tvoří tři na sebe navazující řady oken (celková šířka cca 2,20 m) po třech na výšku výplně. Obě krajní řady plastových oken jsou neotevíratelné (tzv. „fix“ zasklení). Ve střední řadě je vždy spodní a horní křídlo okna výklopné (střední okno je opět neotevíratelné). Otevírání horního křídla okna je ovládáno dlouhým táhlem, které je u většiny oken nefunkční.
- Na podélné straně objektu nad přístavkem je osvětlení vnitřních prostor objektu zajišťováno 9 otvory s výplněmi po třech oknech, která jsou neotevíratelná (tzv. „fix“ zasklení).
- Za současného stavu je vnitřní prostor tělocvičny nedostatečně odvětráván, příčné provětrání vnitřního prostoru tělocvičny stávající

okenní výplně neumožňují. Vytápění vnitřního prostoru tělocvičny je zajišťováno litinovými radiátory uloženými u zadní podélné strany objektu v nise o hloubce cca 300 mm. Radiátory u zadní podélné stěny jsou zcela zakryty parapetní betonovou deskou šířky cca 500 mm, která zabraňuje volnému proudění teplého vzduchu od radiátorů na plastová okna tvořící výplň osvětlovacích otvorů v zadní podélné stěně objektu. Mezi okenními výplněmi jsou z plných cihel vyzděné pilíře šířky cca 750 mm o tloušťce zdiva 600 mm.

- Obvodové spáry kolem rámců oken (v ostění a nadpraží) na podélné stěně nad šatnami byly těsněny stříkanou PUR pěnou bez provedení tzv. „zednického začistění“ obvodové spáry. PUR pěna není odolná UV záření, v důsledku toho byla zjištěna ve značně zdegradovaném stavu (rozpadává se), který naprosto neplní funkci tepelné izolace obvodové spáry kolem rámců oken. Rovněž pod oplechováním okenních parapetů a v napojení tohoto oplechování na ostění byly zjištěny časté netěsnosti (místy výrazné). Zasklení okenních výplní bylo provedeno izolačními dvojskly s tzv. „studeným rámečkem“.
- Na zadní podélné stěně objektu při osazování okenních výplní otvorů byly ponechány v nadpraží a ostění oken původní osazovací ocelové profily (ještě z původních dřevěných oken), které představují zejména v nadpraží oken výrazné tepelné mosty, o čemž svědčí zjištěné stopy po vytékání kondenzátu na horních rámech oken. Pokud osazovací ocelové profily byly ponechány pro snazší osazení plastových oken do stavebního otvoru, měly být zajištěny překrytím ze strany fasády objektu tepelným izolantem s dostatečnou šířkou přesahu přes okraj osazovacích profilů, což šířka plastových rámců oken umožňovala. Prohlídkou vnitřních prostor tělocvičny byly zjištěny výrazné výskyty

plísni v obvodových spárách kolem rámců oken v ostění a nadpraží na obou podélných stranách objektu.

- Další výskyty plísni byly zjištěny prakticky v celé délce zadní štítové stěny v úrovni pod podhledem a v obou rozích přední štítové stěny v úrovni okraje římsy probíhající u obou podélných stěn objektu.

## **5. Měření povrchových teplot**

V přístupných místech s výskyty plísni, zejména v ostění oken, bylo provedeno orientační měření vnitřních povrchových teplot laserovým bezdotykovým teploměrem zn. Voltera Ft – IR – 364 a zároveň byla změřena vlhkost a teplota vnitřního vzduchu v tělocvičně vlhkoměrem a teploměrem zn. GETH 95. V době prováděných měření se v tělocvičně necvičilo.

Měření probíhala při teplotě vnějšího vzduchu  $t_e = +0,0^{\circ}\text{C}$ . V následujícím přehledu naměřených teplot byla použita tato označení měřených veličin:

$t_i$  – teplota vnitřního vzduchu v místnosti

$t_{ip}$  – vnitřní povrchová teplota

$\varphi_i$  – vlhkost vnitřního vzduchu v měřené místnosti

Na podélné zadní stěně objektu ve spáře mezi rámy okenních sestav a ostěním byla změřena povrchová teplota  $t_{ip}$  v širším rozptylu naměřených hodnot především v závislosti na šířce spáry a jejím dotěsnění, pohybovala se v širším rozmezí cca  $8 - 12,5^{\circ}\text{C}$  (většinou mezi  $10 - 11^{\circ}\text{C}$ ), což bylo fotograficky zdokumentováno p. Ing. arch. Mudrou. V nadpraží okenních sestav na zadní podélné straně objektu lze dle zjištěných projevů kondenzace na vnějších rámech oken předpokládat ještě nižší povrchové teploty. Tato místa nebyla přístupná měření. Na štítové stěně v okolí poklopu pro výlez do mezistřešního prostoru byla v úrovni pod podhledem na štítové stěně (směrem

do hřiště) změřena povrchová teplota převážně v rozmezí  $t_{ip} = 11,0 - 12,5^{\circ}\text{C}$ . Vnitřní teplota vzduchu v tělocvičně byla v průměru  $t_i = 17,0^{\circ}\text{C}$  a vlhkost vnitřního vzduchu  $\varphi_i = 55\%$ . Při nízkých teplotách vnějšího vzduchu by změřené povrchové teploty byly podstatně nižší, což by vedlo k výraznému rozšíření kondenzace spojené s výskyty plísní.

## **6. Posouzení**

Jednoznačně bylo prokázáno, že příčinou povrchové kondenzace spojené s výskyty plísní v popsanych místech jsou tepelné mosty v obvodové konstrukci (železobetonové věnce a obvodové spáry kolem rámců oken).

Teplota rosného bodu bezprostředně závisí na teplotě v tělocvičně a vlhkosti vzduchu ve vnitřním prostoru tělocvičny.

Pro názornost uvádím v tabulce přehled:

Tabulka

	<b>50%</b>	<b>55%</b>	<b>60%</b>	<b>65%</b>	<b>70%</b>	<b>75%</b>
<b>22°C</b>	11,10	12,54	13,58	15,12	16,27	17,36
<b>21°C</b>	10,19	11,62	12,94	14,17	15,32	16,40
<b>20°C</b>	9,26	10,69	12,00	13,22	14,36	15,43
<b>19°C</b>	8,35	9,76	11,06	12,27	13,40	14,47
<b>18°C</b>	7,43	8,83	10,12	11,32	12,45	13,50
<b>17°C</b>	6,51	7,90	9,18	10,38	11,49	12,54
<b>16°C</b>	5,59	6,97	8,24	9,43	10,53	11,57

Z uvedené tabulky je patrné, že při růstu vnitřní vlhkosti vzduchu dochází i ke zvýšení teploty rosného bodu. Proto je nutné **bezpodmínečně zajistit řádné odvětrání vnitřního prostoru tělocvičny.**

Dojde – li ke vzrůstu vlhkosti vnitřního vzduchu, např. na 65% z původních 50%, teplota rosného bodu se zvýší při teplotě v tělocvičně 17°C o cca 3,9°C (viz tabulka).

## **7. Normové požadavky kladené na obvodový plášť objektu**

Tepelný odpor obvodových stěn tl. 600 mm objektu z cihel plných (včetně omítek) činí cca **0,70 m<sup>2</sup>K/W**. V místech obvodových věnců, pokud nejsou zřejmě izolovány, činí tepelný odpor pouze cca **0,38 m<sup>2</sup>K/W**.

Hodnota tepelného odporu nezateplených obvodových stěn **0,70 m<sup>2</sup>K/W** přibližně odpovídá velikosti součinitele prostupu tepla obvodovou stěnou **U = 1,15 W/m<sup>2</sup>K**.

Původní ČSN 730540 z 1. 10. 1965 požadovala minimální velikost tepelného odporu svislé stěnové obvodové konstrukce 0,60 m<sup>2</sup>hod°C/Kcal (tj. přibližně 0,52 m<sup>2</sup>K/W).

ČSN 730540, která byla v účinnosti od 1. 1. 1979 požadovala velikost tepelného odporu **0,95 m<sup>2</sup>K/W** svislé obvodové stěny.

Následná ČSN 730540-2, která byla v účinnosti od 1. 5. 1994 do 30. 11. 2002 požadovala minimální velikost tepelného odporu vnější obvodové stěny **2,0 m<sup>2</sup> K/W** (u novostaveb), doporučená hodnota činila **2,9 m<sup>2</sup> K/W**. Pouze u rekonstrukcí se připouštěla hodnota tepelného odporu min. **1,25 m<sup>2</sup> K/W**.

Novelizovaná ČSN 730540-2, která byla v účinnosti od 1. 12. 2002 požadovala pro vnější obvodovou stěnu max. velikost součinitele prostupu tepla **U<sub>N</sub> = 0,38 W/m<sup>2</sup>K**, což přibližně odpovídá tepelnému odporu o min. velikosti cca **R = 2,5 m<sup>2</sup> K/W**.

Tato citovaná norma v tabulce 3 uváděla pro vnější obvodovou stěnovou konstrukci doporučenou hodnotu součinitele prostupu tepla  $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ , což přibližně odpovídá velikosti tepelného odporu  $R = 3,83 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ .

Tyto hodnoty nebyly změněny ve verzi ČSN 730540-2 z dubna 2007. Poslední verze ČSN 730540 – 2 z října 2011 požaduje pro vnější obvodovou stěnu max. velikost součinitele prostupu tepla  $U_N = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ , což přibližně odpovídá tepelnému odporu o min. velikosti  $R = 3,20 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ , doporučená hodnota součinitele prostupu tepla činí  $U = 0,25 \text{ W/m}^2\text{K}$ , což přibližně odpovídá velikosti tepelného odporu  $R = 3,83 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ .

Z výše uvedeného je zřejmé, že současná normová kritéria ani kritéria pro obvodové stěny platná od 1. 1. 1979 nejsou z hlediska tepelně izolačního splněna. Velikost tepelného odporu nezateplených ploch obvodových stěn činí pouze (mimo obvodových věnců) cca 21,9 % ze současnou normou požadovaných hodnot a pouze cca 11,9 % z doporučených hodnot (při přepočtu z velikosti tepelného odporu).

Na základě výše uvedených skutečností se jednoznačně doporučuje řešit opravu nezateplených ploch fasády objektu provedením kontaktního zateplovacího obkladu s tloušťkou přídatné tepelné izolace min. 140 mm.

## **8. Návrh příslušných opatření k odstranění výskytů plísní**

Při zjištění a popsaném stavu posuzované tělocvičny nelze úspěšně realizovat opravu pouze opakovaným provedením protiplísňových nátěrů.



K odstranění výskytů plísní v posuzovaném objektu doporučuji volit následující postup a rozsah oprav:

- 1) Nejprve je nutno v místech výskytu plísní a povrchové kondenzace tyto plísně odstranit oškrábáním malby za vlhka, vždy ve větší ploše, než se plíseň vyskytovala.
- 2) Doporučuje se provést výměnu okenních výplní na obou podélných stěnách objektu. Nová plastová okna musí umožňovat příčné provětrání vnitřního prostoru tělocvičny. Budou vytvořena z kombinace otevíravých a neotevíravých křídel oken. Otevírání horních křídel oken doporučuji zajistit na elektrické ovládání, nikoliv pomocí táhel. Doporučuje se osadit nové okenní výplně minimálně s pěti komorovými rámy a zasklením izolačními dvojskly s tzv. „tepelným obvodovým rámečkem“ se součinitelem prostupu tepla  $U = \max 1,2 \text{ W/m}^2\text{K}$ , lépe s šestikomorovými rámy se zasklením izolačními trojskly se součinitelem prostupu tepla o velikosti  $U = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$ .
- 3) Za vhodné považuji na podélné straně objektu odstranit po konzultaci se statikem plně parapetní desky šířky cca 0,5 m překrývající radiátory ÚT, aby mohl volně na zasklené plochy proudit teplý vzduch v celé šířce stávajících nik. Parapetní desky by bylo možno případně nahradit v celé ploše vnitřního parapetu větrací mříží.
- 4) Vzhledem k nedostatečné tepelně izolační schopnosti obvodových stěn objektu tělocvičny se doporučuje provést jeho zateplení kontaktním zateplovacím obkladem s tloušťkou tepelného izolantu min. 140 mm, čímž by bylo možno zvýšit tepelný odpor obvodových stěn o cca  $3,50 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  (při uvažované velikosti součinitele tepelné vodivosti  $\lambda = 0,04 \text{ W/mK}$ ), tj. na celkovou velikost tepelného odporu  $R = 4,20 \text{ m}^2\text{K/W}$ , což

odpovídá přibližně velikosti součinitele prostupu tepla  **$U = 0,23 \text{ W/m}^2\text{K}$** . Tato hodnota plně vyhovuje požadavkům ČSN 730540 – 2 (i doporučené hodnotě). Při tloušťce přídavného tepelného izolantu **160 mm** by velikost součinitele prostupu tepla byla  **$U = 0,205 \text{ W/mK}$** . Zároveň se doporučuje provést současně zateplení obvodové římsy na obou podélných stranách objektu.

- 5) Povrch stěn po odstranění plísní opatřit opakovaně nátěry účinným protiplísňovým přípravkem (min. 3 nátěry). Nátěry je nutno provést v koncentracích doporučených výrobcem při dodržení příslušných hygienických předpisů.
- 6) V prostoru tělocvičny je nutno zajistit **řádné větrání vnitřních prostor okny**. Častým větráním je nutno **trvale snižovat vlhkost vnitřního vzduchu**.
- 7) Vnitřní prostor tělocvičny musí být dostatečně trvale vytápěny.
- 8) Provést novou vápennou malbu s přísadou protiplísňového přípravku v místech odstraňovaných projevů vlhnutí obvodových stěn a výskytů plísní (např. Fungisan).

## **9. Závěr**

Provedeným šetřením byl zjištěn silný výskyt plísní v reklamovaném objektu tělocvičny, který je způsoben tepelnými mosty v obvodové konstrukci a její nedostatečnou tepelně izolační schopností.

**Zjištěný stav** je nutno hodnotit jako **nevyhovující**, vyžadující provedení kontaktního zateplovacího obkladu v celé ploše obvodového pláště objektu, včetně provedení výměny oken. Doporučuji aplikaci tepelného izolantu v tl.

140 mm, popř. větší dle závěrů energetického zhodnocení objektu. Návrh nutných návazných opatření byl uveden v odst. ad 8) posudku.

Rozhodně nedoporučuji odstraňování výskytu plísní pouze prováděním protiplísňových nátěrů bez předchozích popsanych oprav. Tímto způsobem nelze zajistit trvalé odstranění plísní, vede pouze k dočasnému odstranění projevu vady (výskytu plísní), ale neřeší trvalé odstranění jejich příčiny, kterou jsou tepelné mosty v obvodové konstrukci.

V Praze dne 20. 2. 2023

**Ing. Jaroslav R o d**

U Říčanky 1115/29  
104 00 P r a h a 10  
Expertizní kancelář