František Hróz – izolace a sanace vlhkého zdiva

Přerov III - Lověšice, Družstevní 41, 750 02 Přerov
IČO: 73949965, DIČ: CZ 5511121990, č. účtu: 86-7325730257/0100
Tel.: +420 724 375 809, e-mail: hroz.f@seznam.cz

VLHKOSTNÍ PRŮZKUM A NÁVRH SANACE VLHKOSTI

Starého pivovaru v Kroměříži, Prusinovského 114

Zadavatel : **Ing.arch.Tomáš Kodet,**
Moskevská 64, 101 00 Praha 10

Zhotovitel: **František Hróz – Izolace a sanace vlhkého zdiva**
Družstevní 41, 750 02 Přerov III - Lověšice, člen WTA

Datum: **leden 2013**

1. Základní údaje

Zpracovatel části sanace : František Hróz , tel. : 724 375 809
Ing.Ladislav Foukal, tel.: 728 279 273, 581 218 325 Fax : 581 218 325
e-mail : hroz.f@seznam.cz

Předmět : **Vlhkostní průzkum a návrh sanace vlhkého zdiva objektu Starého pivovaru v Kroměříži, Prusinovského 114**

Obsah :

2. Podklady
3. Skutečnosti zjištěné průzkumem
4. Průzkum skladby konstrukcí a vnitřních prostor objektu
5. Analýza výsledků vlhkostního průzkumu
6. Návrh sanačního řešení
7. Popis jednotlivých navržených sanačních technologií
8. Stavebně – technické řešení
9. Závěr
10. Přílohy

2. Podklady

- Objednávka určující rozsah : vlhkostní průzkum a návrh sanace vlhkého zdiva, Ing.arch Kodet, e-mail ze dne 21.1.2013
- Využití po rekonstrukci : galerie, výstavnictví, potřeby města Kroměříže
- Objekt památkově chráněn : ano
- Požadovaná relativní vlhkost : cca 55 – 60%
- Zaměření objektu, PD postoupená zadavatelem

3. Skutečnosti zjištěné průzkumem

- Jedná se o objekt bývalého pivovaru v památkové zóně města Kroměříže, situovaný na ulici Prusinovského mezi budovami Městského úřadu a Finančního úřadu a prostorově mezi Riegrovým náměstím a ulicí Kovářskou.
- Budova s členitým půdorysem, st. parcela 2/112, má tři nadzemní podlaží. Je pouze částečně podsklepena, malý sklep se nachází v jv rohu objektu, další menší suterénní prostory byly zasypány při stavebních pracích v padesátých letech. Stávající suterén není využíván a ani se nepředpokládá jeho intenzivnější využití.
- Objekt byl donedávna využíván jako zázemí divadelního klubu, pro potřeby klubu seniorů a část byla pronajímána provozovně fotoateliéru.
- Zdivo objektu je v rozhodujícím objemu z plných pálených cihel, při vrtech pro zjištění vlhkosti v hloubce konstrukcí však byly zjištěny vložky kamene. Rozsah smíšeného zdiva nelze zjistit bez úplného odstranění omítek.
- 1.nadzemní podlaží má stropy zaklenuté valenými klenbami a jejich modifikacemi, při mladších stavebních úpravách bylo na části prostor použito ploché zaklenutí do ocelových nosičů.
- Hlavní sál, místnost 107 je dodatečně oddělena od prostor bývalého fotoateliéru sádrokartonovou příčkou.
- Prostory 1.nadzemního podlaží jsou částečně zapuštěny pod terénem. Hloubka zapuštění se pohybuje od cca 4 do 20 cm v průčelí domu v ulici Prusinovského po cca 70 cm na obvodových konstrukcích ze strany vnitřního dvora mezi radnicí.
- Vertikální , ani horizontální izolace nebyly zjištěny
- Podlahy jsou v převážném rozsahu kryty novodobými keramickými dlažbami s minimální paroprodyšností, kapilárně vzlínající zemní vlhkost se proto koncentruje ve stěnách a pilířích

- Vlhkostní poměry obvodových konstrukcí jsou z toho důvodu značně ovlivněné srážkami, roční úhrn srážek se v Kroměříži pohybuje kolem 600 mm/m^2. Je sice nižší, než celostátní průměr, ale i tak je nutno počítat s přísunem značného množství vody do zasakovací plochy kolem objektu
- V suterénu budovy byly konstatovány defekty kanalizačního systému a jeho dožití
- Stávající omítkové systémy v úrovni 1.NP i v suterénu vykazují typické příznaky zavlhnutí – vlhkostní mapy, sprašování maleb a postupnou degradaci. V místnosti 102 jsou zavlhnuté stěny pohledově zakryty neodvětraným dřevěným obložením. Vlhkostí jsou nejvíce zasaženy obvodové stěny a vnitřní pilíře kleneb a stěny a stěny s omezeným odvedením vlhkosti odparem např. v důsledku instalace keramického obkladu. Vnitřní příčky jsou vlhkostí zasaženy v menším rozsahu.
- Stávající omítkové systémy mají značnou tloušťku, často se pohybuje jejich tloušťka mezi 6 – 8 cm. Omítky jsou převážně vápnocementové s omezenou paroprodyšností s použitím kopaného písku s nevyrovnanou skladbou jednotlivých frakcí.
- Vnější omítky jsou dotaženy do úrovně terénu bez přerušení difusním prvkem. Ze strany vnitřního nádvoří byl v omítkách zjištěn pokus o odvedení vlhkosti z konstrukcí odvětráním vložením průduchů.
- Ze strany nádvoří mezi budovou a radnicí a v ulici Prusinovského přiléhají k budově zpevněné plochy - zádlažba, v ostatních úsecích navazují na budovu konstrukce dalších domů. Pokud se mezi domy a řešeným objektem vyskytují dvorky, pak jsou obtížně přístupné a mají zpevněné plochy s různou úpravou povrchu.
- V odpařovací zóně byl na omítkách podle vnějších příznaků – krystalizačních výkvětů - konstatován nesystematický výskyt solí. Lze předpokládat, že příčinou jejich výskytu byl předchozí způsob využití objektu, předpokládající manipulaci a zpracování zemědělských produktů a v neposlední řadě i dlouhodobý vliv lidského osídlení s problematickým odkanalizováním.
- Zasolení bylo konstatováno rovněž kolem tras elektrorozvodů, v prostoru rozvaděče a krabic elektroinstalace, které byly v minulosti fixovány sádrou.
- Místnosti jsou prosvětleny okny s jednoduchým zasklením v jejichž blízkosti dochází při poklesech teplot pod hodnoty příslušných rosných bodů ke kondenzaci vzdušné vlhkosti
- Budova je temperována ústředním teplovodním topením
- Objekt postrádá možnost účinného větrání (nefunkční otvírání jednoduchých oken), absence klimatizace. K odvětrání slouží výhradně otvor v obvodové zdi suterénu zaústěný do dvora, který není zajištěn proti průniku hlodavců.

4. Průzkum skladby konstrukcí a vnitřních prostor objektu

Průzkum skladby konstrukcí a vnitřních prostor objektu byly zjištěny v rámci vlhkostního průzkumu.

4.1. Měření vlhkosti

4.1.1 Metodika měření a hodnocení vlhkosti zdiva

Pro měření vlhkosti byly použity tři způsoby měření a to :

- Laboratorní zpracování hloubkově odebraných vzorků stavebního materiálu (hloubka odběru 7 - 10 cm v ustálených vlhkostních poměrech) v akreditované laboratoři Zdravotního ústavu v Ostravě – viz přiložené Protokoly č.2741-2744/2013, gravimetricky
- Odporovým měření s použitím digitálního vlhkoměru GANN Hydromette II na vytvořených měřičských profilech 0,1 a 0,6m nad podlahami interiéru. Měření probíhalo v hloubkách 7 – 9 cm v ustálených vlhkostních poměrech na osazených kovových, částečně izolovaných trnech.
- Kapacitním měřením s využitím digitálního vlhkoměru GANN Hydromette II s použitím aktivní elektrody B-50. Kapacitním měřením byla kontrolována vlhkost povrchových vrstev a současně jím byla zahušťována měřičská síť výše uvedených způsobů měření.

Výsledky měření odporového a kapacitního měření byly vyhodnoceny s použitím tabulek a software výrobce přístroje.

Klasifikace vlhkosti zdiva dle ČSN 73 0610

Vlhkost velmi nízká	w < 3%
Vlhkost nízká	3% – w – 5%
Vlhkost zvýšená	5% - w – 7,5%
Vlhkost vysoká	7,5% - w – 10%
Vlhkost velmi vysoká(zamokření)	w > 10%

Kde vlhkost zdiva *w* v % hmotnosti je vypočtená dle vzorce w = mv/ms . 100 (%), kde
w … míra vlhkosti (%)
mv… hmotnost vlhkého materiálu (kg)
ms… hmotnost suchého materiálu (kg

4.1.2 Výsledky gravimetrických rozborů odebraných vzorků V1 – V4

Č.vzorku	Místo odběru	% hmotnostní vlhkosti
V1	Obvod. stěna místnost 113	16,7
V2	Obvodová stěna míst. 107	5,0
V3	Středový pilíř místnosti 107	6,2
V4	Obv.stěna býv. fotoateliéru	15,3

Místa provedených měření a místo odběru vzorků zdiva pro laboratorní analýzu jsou vyznačena schematicky v půdorysu 1.NP, který tvoří přílohu tohoto dokumentu.
Samostatnou přílohu pak tvoří Protokoly o provedeném rozboru odebraného vzorku zdiva, který zpracovala laboratoř Zdravotního ústavu v Ostravě.

4.1.3 Výsledky odporového měření v hloubce 7 – 9 cm

Profil	Místo odběru a skladba zdiva	% hmotnostní vlhkosti	
		Výška měření 0,1m	Výška měření 0,6m
1	Obv. stěna místnost 113,smíšené	18,0	5,25
2	Obvodová stěna míst. 109,cihla	9,5	8,7
3	Obv.stěna 107u dvora, smíšené	4,3	14,0
4	Obv.stěna 107,pilíř mezi okny,cihla	4,2	6,0
5	Obv.stěna míst.107 u dvora,kámen	3,0	5,2
6	Pilíř mezi 102 a 107,cihla	6,8	4,0
7	Obv.stěna sklepa 002,cihla	12,1	12,2
8	Střed.nosný pilíř,míst. 107, cihla	8,2	7,4
9	Obv.stěna fotoateliér,smíšené	5,3	4,7
10	Obv.stěna ul.Prusinovského,cihla	5,5	3,3
11	Obv.stěna toč.schodiště 105,cihla	16,0	7,1

Výsledky měření, které jsou uváděny v digitálních číselných jednotkách byly zatříděny do tabulky dodávané výrobcem software a vyjadřující stupeň zavlhnutí proměřovaných materiálů.
Přesná místa odběru vzorků jsou vyznačena v příloze – půdorys 1.NP

4.1.4 Výsledky zhušťujícího kapacitního měření vlhkosti povrchových vrstev zdiva

Měřící profil	Umístění profilu	Výška měření 0,2m	Výška měření 0,6m	Výška měření 1,0m
P1	Místnost 113	101,6	141,2	143,8
P2	Místnost 114	116,1	101,2	114,9
P3	Obv.stěna míst. 110	41,4	42,4	41,8
P4	Obv.stěna míst.109	71,4	78,2	80,4
P5	Stěna mezi 107 a 114	41,0	40,8	42,2
P6	Roh místnosti 107 u dvora	99,4	72,9	146,0
P7	Středový pilíř míst.107	152,2	155,6	60,0
P8	Obv.stěna 107 u schodiště	77,6	97,4	150,2
P9	Obv.stěna míst.107	78,0	97,8	78,0
P10	Obv.stěna míst.107 u okna	106,3	98,1	153,2
P11	Obvod.stěna fotoateliér	118,4	118,6	65,9
P12	Stěna do ul.Prusinovského	117,4	109,6	65,0
P13	Stěna do ul.Prusinovského	149,0	145,2	113,1
P14	Stěna mezi místn. 107 a 106	118,2	96,8	71,6
P15	Stěna mezi místn. 107 a 102	156,0	146,2	144,8

Tabulka převodu digitálních jednotek
na hodnocení vlhkosti konstrukcí pro zdivo s objemovou hmotností nad 1800kg/m^3

charakteristika zdiva	velmi suché	suché	mírně vlhké	vlhké	velmi vlhké	podmáčené
rozmezí digitálních jednotek	30 – 50	50 – 70	70 – 90	90 – 120	120 – 140	> 140

Přesná místa odběru vzorků jsou vyznačena v příloze – půdorys 1.NP

4.2 Měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu

Vlhkost vzduchu ve vnitřním prostředí budov dle ČSN P73 0610

Vlhkostní klima vnitřního prostředí	Relativní vlhkost vzduchu %
suché	<50
Normální	50 - 60
Vlhké	60 - 75
mokré	> 75

Při provádění průzkumu bylo konstatováno, že objekt je temperován ústředním topením. Relativní vlhkost vzduchu je do značné míry ovlivněna uzavřením prostor a nesystematickým větráním.
Výsledky měření by měly malou vypovídací hodnotu a proto bylo od měření upuštěno.

4.3 Odběr vzorků a vyhodnocení salinity zdiva
Při provádění průzkumných prací byla lokálně zjištěna krystalizace solí v odpařovací výšce konstrukcí. Pro objektivizaci vizuálních zjištění byly odebrány 4 vzorky použitého stavebního materiálu, převážně omítek a pálených cihel, v hloubce cca 7 - 10cm. Vzorky byly zpracovány v akreditované laboratoři Zdravotního ústavu v Ostravě. Místa odběrů jsou vyznačena ve výkresové dokumentaci v přílohách.

Tabulka analyzovaných množství solí v odebraných vzorcích

Laboratorně zjištěné hodnoty odebraného vzorků V 1 – V4					
Ukazatel	jednotky	V1	V2	V3	V4
Dusičnany NO_3^{-1}	mg/g	0,2	7,2	2,25	0,6
Chloridy Cl^{-1}	mg/g	0,5	0,3	0,12	0,5
Sírany SO_4^{-1}	mg/g	2,7	5,4	2,4	1,5
vlhkost	%	16,7	5,0	6,2	15,3

Tabulka limitních hodnot zasolení dle ČSN

stupeň zasolení zdiva	obsah solí v mg/g vzorku a v % hmotnosti					
	chloridy		dusičnany		sírany	
	(mg/g)	% hmotn.	(mg/g)	% hmotn.	(mg/g)	% hmotn.
nízký	< 0,75	< 0,075	< 1,0	< 0,1	< 5,0	< 0,5
zvýšený	0,75 – 2,0	0,075-0,20	1,0 – 2,5	0,10-0,25	5 - 20	0,5 – 2,0
vysoký	2,0 – 5,0	0,20– 0,50	2,5 – 5,0	0,25-0,50	20 - 50	2,0 – 5,0
velmi vysoký	> 5,0	> 0,50	> 5,0	> 0,50	> 50	> 5,0

5.Závěry vyplývající z vlhkostního průzkumu

Obecně se dá konstatovat, že stav objektu odpovídá době jeho výstavby, resp. době následných stavebních úprav a kvalitě běžné stavební údržby.

Vlhkost konstrukcí potvrdila orientační hodnoty zjištěné digitálním vlhkoměrem s požadovanou mírou přesnosti, tzn. bylo potvrzeno, že zdivo objektu vykazuje značně proměnlivé hodnoty zavlhnutí, pravděpodobně s vazbou na provedené stavební úpravy po r.1950. Výskyt silně vlhkých úseků konstrukcí signalizuje velmi problematickou funkčnost stávající ochrany objektu proti zemní vlhkosti a omezenou účinnost posledních stavebních úprav. Je proto nutno počítat se skutečností, že při rekonstrukci objektu je nutno zajistit stabilizaci vlhkostních poměrů některou z hlavních sanačních technologií a v návaznosti na tyto práce provést výměnu zavlhlých a degradovaných omítkových systémů. Bez těchto zásadních zásahů se bude stav objektu zhoršovat a lze očekávat velmi rychlé znehodnocení rekonstrukčních stavebních úprav .
Vlhkostní projevy, jakožto i výsledky měření svědčí o skutečnosti, že příčinou současného nepřijatelného vlhkostního stavu konstrukcí není jen vzlínající zemní vlhkost, ale spolupodílí se na ní i průniky vlhkosti srážkových vod z navazujícího terénu. Je proto bezpodmínečně nutno prostory 1.NP, které jsou z větší části částečně zapuštěné pod úroveň terénu odclonit od průniku srážkové vlhkosti svislou izolací.

Pokud se týká dalšího potenciálního nebezpečí, tj. znehodnocení následných stavebních úprav působením solí, bylo zjištěno, že zasolení konstrukcí je pouze lokální.

Ve vzorcích V1 a V4 byly zjištěny minimální koncentrace solí, není třeba v úsecích daných konstrukcích přijímat příslušná protisolná opatření.

Naopak na stěně místnosti 107, (vzorek V2) která sousedí s dvorkem Finančního úřadu je vzhledem k velmi vysokému obsahu dusičnanů a vysokému obsahu síranů provést stabilizaci solí. Obdobný zásah je nutno provést na středovém nosném pilíři místnosti 107 – vzorek V3.

6.Návrh sanace

Návrh sanace vlhkosti je zpracován jako nutný předpoklad ochrany historicky cenného objektu před dalším poškozením. Při jeho zpracování vycházíme ze zásady, že pro sanaci vlhkosti je nutno volit technologické postupy, které zajistí účinnost sanačního zásahu s dlouhodobou životností, spolehlivost provedení při respektování památkového charakteru budovy.

Z návrhu jsme apriori vyloučili takové technologické postupy, u nichž je poměr ceny a účinnosti značně nevýhodný (např. vybudování vzduchoizolačního kanálku na rubové straně místnosti 107 ze strany nádvoří), poř. technologie, které sice zaručují 100% ochranu proti vzlínající vlhkosti, ale jsou obvykle nepřijatelné pro orgány památkové péče (mechanické vodorovné izolace).

6.1 Všeobecné principy sanace vlhkého zdiva

Pod pojmem sanace vlhkého zdiva je míněno dosažení podstatného a trvalého snížení vlhkosti v podzemním i nadzemním zdivu s dlouhodobou životností, které je dlouhodobě zatíženo jak vzlínající zemní vlhkostí, tak povrchovou a srážkovou vodou v nejrůznější formě.

K sanacím je nutno přistupovat jako ke komplexnímu úkolu zajišťovanému použitím celého spektra a kombinací hydroizolačních technologií a postupů, stavebních úprav i organizačních opatření přizpůsobených na konkrétní podmínky řešeného objektu. Systém musí přednostně odstraňovat příčiny zavlhnutí a teprve v návaznosti pak řešit důsledky zavlhnutí. Použité izolační materiály musí být navíc chemicky neutrální vůči izolovaným konstrukcím. U památkových objektů je navíc důležité, aby zásahem nebyl dotčen památkový charakter budov.

Návrh sanačních opatřeníje upraven ČSN P73 0610 „Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva- Základní ustanovení“ a souvisejícími předpisa a doporučeními zejména WTA.

Podle použitého hydroizolačního principu se sanační metody dělí na přímé a nepřímé.

Metody přímé – mezi ně se řadí především technologie, u nichž se dodatečné izolace vkládají do strojně, výjimečně do ručně prořízнuté spáry nebo do probouraných otvorů, patří zde i narážení nerezových plechů do ložné spáry bez předchozího podřezání, dále vytvoření infuzní clony chemickou injektáží (tlakově i beztlakově), aktivní elektroosmotické technologie a vzduchoizolační systémy.

Metody nepřímé – napomáhají snížení namáhání konstrukcí vlhkostí. Jejich princip spočívá např. v odclonění objektů svislou izolací, vytvoření drenážního systému, zajištění přirozeného nebo nuceného větrání sanovaných prostor, v úpravě terénu kolem staveb, aplikace sanačních omítek apod.

Po zvážení všech omezení, které byly dány jednak konstrukcemi a umístěním daného objektu a v neposlední řadě i jeho památkovým charakterem a po zvážení předností a nedostatků jednotlivých sanačních technologií a postupů bude sanace vlhkosti výše uvedeného objektu řešena v souladu s čl. 4.3. ČSN P73 0610 v kombinaci přímých a nepřímých hydroizolačních metod následovně :

Odstranění příčin vlhkosti a odvlhčení objektu

- Provedení dodatečné horizontální izolace zdiva krémovými silan-siloxanovými mikroemulzemi
- Provedení svislé rubové izolace izolačním souvrstvím
- Na nepřístupných rubových částech obvodových konstrukcí bude provedena plošná svislá izolace do úrovně terénu
- Doporučujeme zvážit možnost aplikace odvětrávaných podlah, např.systémem IGLU, celoplošně v plném rozsahu sanovaných konstrukcí, snad s výjimkou ploch nad suterénem

Odstranění důsledků zavlhnutí v úrovni 1.NP

- Po odstranění degradovaných omítek, obložení stěn a keramických obkladů provést lokálně stabilizaci solí protisolným nátěrem Předpokládaný rozsah zásahu cca 10 - 15% rozsahu výměny omítek
- Překotit veškeré elektrorozvody a instalace s použitím rychlotuhnoucích cementů, nesmí být použita sádra
- Aplikovat jednovrstvé sanační omítky s případnými doplňky (rozdělovač vody pod úrovní terénu, hydrofobizér nad úrovní terénu) s povrchovou úpravou minerálním štukem. Ve vlhkostí méně zasažených konstrukcích je možno použít vápenných omítkových systémů.
- Omítky fasády oddělit od terénu difusním prvkem- nutou- vyplněnou plastickým tmelem, popř. polyuretanem
- Na malířské úpravy použít výhradně vysoce paroprodyšné nátěrové hmoty s garantovaným difusním odporem $s_D < 0,1$m a to i v budoucích malířských zásazích.

Odstranění důsledků zavlhnutí v úrovni suterénu

- Provést revizi a následnou rekonstrukci kanalizačního systému
- Odstranit stávající degradované omítky v plném rozsahu a nahradit je jednovrstvými sanačními omítkami s rozdělovačem vody
- Upravit větrací otvor – ochrana proti hlodavcům, doporučujeme osazení aktivního systému odvětrání Jevan
- Zajistit ochranu výtahové šachtičky pro sudy a jejich kovových konstrukcí proti průniku srážkové vody, zvážit potřebu ponechání kovových konstrukcí, popř. řešit jejich antikorozní úpravu

7. Popis zvolených sanačních technologií a postupů

- **Infúzní clona mikroemulzním krémem**

Injektážní materiál je tixotropní mikroemulzní krém na bázi silan-siloxanu a vody, jehož aktivní složka proniká hluboko do zdiva, kde hydrofobizuje vodivé kapiláry a vytváří dlouhodobě fungující infúzní clonu proti vzlínající vlhkosti. Injektáž se provádí do zdiva cihlového, smíšeného a také zdiva z přírodního kamene. V navrženém použití pro svislou izolaci injektáž bude provedena ve více řadách v závislosti na výšce navazujícího okolního terénu.
Vzdálenost vyvrtaných otvorů: 10 až 12 cm. Otvory jsou vrtány vodorovně do spáry nebo mírně šikmo dle stavební situace. Hloubka vrtů se rovná tloušťce zdi mínus 5 cm. Průměr vyvrtaných otvorů se pohybuje zpravidla mezi 13 až 20 mm (může být i větší).
Injektážní krém se aplikuje do vrtů pomocí tlakového zařízení s prodlužovací rovnou tyčí. V závislosti na průměru otvorů se provádějí opakovaná plnění. Následující plnění se provádí až po úplném vstřebání krému ve vrtu.

Předpokládaná účinnost tlakové injektáže bude 80-85%, tzn. bude zachována částečná difuze vodních par přes injektážní clonu.
Tímto řešením nedojde k přesušení zdiva nad provedenou izolací. Injektáž bude prováděna ve stabilizované vlhkostní zóně, která byla dlouhodobě namáhána působením kapilární vzlínavosti ve vazbě na nové konstrukce podlah. Z tohoto důvodu nedojde pod úrovní podlah vzhledem k navazujícím sanačním opatřením po obvodu objektu k výrazné změně vlhkosti pod injektážní clonou.

Pracovní postup
- Provedení vrtů mm v osové vzdálenosti cca 120 mm a jejich vyčištění stlačeným vzduchem.
- Vlastní tlaková injektáž tlakovacím zařízením.
- Případný výskyt kaveren se zjistí již při vrtání otvorů popř. při vlastní injektáži.
- Injektážní hmoty se aplikují v jednom pracovním kroku v plném objemu i v případě výskytu kaverny.
- Po injektáži se provede a zapravení vrtů.

Dodatečné horizontální clony mohou být použity jak u zdiva s nižší vlhkostí, tak i při hodnotách vysokého zamokření cihelného i kamenného zdiva bez předchozího předsušování. Stávající stupeň zasolení zdiva není pro účinnost provedené injektážní clony rozhodující. Sanace zdiva je na rozdíl od chemických injektáží či injektáží zdiva na bázi polyuretanu a jim obdobným technologiím velmi spolehlivá, neboť rozdílné zavlhčení konstrukcí v sanované konstrukci je eliminováno systémem silan-siloxanových injektáží.

Systém aktivního odvětrání prostor (suterén)
Princip systému spočívá v použití energeticky velmi úsporné výměny vzduchu pomocí systému čidlem elektronicky řízených pomaluběžných ventilátorů, které pracují s bezpečným napětím 12V. Po doplnění s propojovacími prvky systém pracuje v režimu laminárního proudění vzduchu. Výměna vzduchu je automatická, bez účasti lidského faktoru. Po svém seřízení soustava vytváří v daném prostoru podmínky, při nichž je vzdušná vlhkost účinně a neškodně odváděna, takže nedochází ke kondenzaci vzdušné vlhkosti, ale stavební konstrukce i zařizovací předměty vysoušeny a obecně dojde ke stabilizaci vlhkostních poměrů.

8. Stavebně-technické řešení

8.1 Zemní práce

Obnova rubové izolace
bude uskutečněna po provedení odkopu po vnějším obvodu celého přístupného obvodu budovy izolačním souvrstvím (podkladní geotextilie, PVC izolace tl. 1,0mm, nopová fólie, ochranná geotextilie + ukončovací plastová lišta). Min. hloubka svislé izolace – 0,2m pod úroveň podlah 1NP. Nopované fólie, mající vysokou pevnost v tlaku (více než 250 kN/m2, vytváří ochranu vlastní PVC izolace proti mechanickému poškození. K zásypu bude použit materiál původního výkopku . Hutnění zásypu musí být prováděno po vrstvách až na povrch výkopu. Spoje jednotlivých pásů jsou řešeny použitím těsnících pásek aplikovaných na přesahu plochých okrajů. Okraj izolačního souvrství bývá zpravidla přetažen nad úroveň terénu a je ukončeno plastovou lištou. Po sednutí zásypu je možno souvrství ukončit v rovině okapového chodníku, aby izolace nenarušovala vizuální vjem provedených stavebních úprav.

8.2 Svislé konstrukce

Obnova povrchů zdiva
- Pro obnovu vnitřních a vnějších omítek budou použity alternativně běžné druhy sanačních omítek, resp. vápenné omítkové systémy. Použití vápenných omítek bude mít příznivý vliv na eliminaci kyselosti zdiva. Pórovitost vápenných omítek a jejich alkalické pH omezí i vznik plísní v problematických místech.
- Do vrchních povrchových úprav budou použity fungicidní přípravky pro posílení prevence vzniku plísní.

- Zavlhlé a degradované omítky budou vyměněny do výšky 1,5 násobku tloušťky zdiva nad horní hranicí vlhkostních map. Poškozené omítky nad touto úrovní budou opraveny v rozsahu daném vizuálním poškozením s přesahem min. 30 cm.
- Práce na obnově fasády budou prováděny v příznivých klimatických podmínkách, aby došlo k dostatečnému vyschnutí a vyzrání omítek a předešlo se tak následným škodám (podle výsledků průzkumu je nutno počítat se značně rozdílnými tloušťkami omítek.

Odsolení zdiva
- Pro snížení stupně zasolení bude lokálně v zasolených úsecích konstrukcí použit protisolný nátěr, který nemůže negativně ovlivnit stav zdiva pro následné povrchové úpravy. Vzhledem k převažujícímu obsahu dusičnatých solí doporučujeme aplikaci přípravku fy Remmers Aida Salzperre v souladu s pokyny výrobce uvedenými v technickém listu. Předpokládaný rozsah zásahu : cca 10 – 15 % výměny omítek v odpařovací zóně.
- Pro obnovu povrchů vápennými omítkami doporučujeme použití následující receptury s metakaolinem v objemových dílech.
Podhoz (postřik) :
1 díl cementu
2 díly vápenné kaše
3 – 4 díly ostrého písku
Podhoz bude proveden síťově (cca 50 % povrchu)
Jádrová omítka :
1 díl cementu
4 díly vápenné kaše
1 díl metakaolinu
20 dílů písku (z toho podíl 1:2 kopaného a říčního písku)
Štuk
běžná směs, nepatrně nadstavená cementem (cca 5 % na vápennou kaši)

Specifikace použitých materiálů:
Cement portlandský čistý (popř. bílý cement)
Písek ostrý (potěrový) frakce 0/4 + cca 10 % hrubší drti 6/8(hrubší frakci použít výhradně na fasádě)
Písek kopaný (se sníženým obsahem hlinitých částic)
Metakaolin – pytlovaná směs (balení á 25 kg)
Charakteristika metakaolinu:
Metakaolin je produkt typu pucolanu v práškové formě, vyráběný výpalem kaolinu, kaolinitických jílů a jiných surovin v teplotním rozmezí cca 600-900°C. Metakaolin zlepšuje ve vápenných omítkách jejich mechanické vlastnosti a zvyšuje jejich odolnost proti zmrazovacím cyklům. Aplikací metakaolinu dochází ke zlepšení tepelných a vlhkostních vlastností omítek.

- Veškeré vyspravení a nahrazení zdegradovaného zdiva musí být provedeno z cihel nových ,třeba i z jejich úlomků, vybourané zasolené a vlhkostí zasažené cihly nesmí být použity.
- Pro fixaci elektrorozvodů nesmí být v odpařovací zóně zdiva použita sádra, budou použity nenasákavé materiály s omezenou hygroskopicitou na bázi rychletuhnoucích cementů.

8.3 Bourací práce
- Budou odstraněny stávající zavlhlé omítky soklu fasády a provedeny nové sanační, resp.vápenné omítky. Po otlučení omítek bude zdivo očištěno a odspárováno do hloubky cca 25 mm. Na všech plochách, kde budou provedeny omítky, bude provedeno také preventivní protiplísňové opatření proti výskytu plísní a růstu mikroorganismů. Bezodkladně je nutno odvézt rumisko (nebezpečí sekundární kontaminace zdiva solemi).

8.4 Úpravy povrchů

- Malířské úpravy budou provedeny pouze s použitím hmot s deklarovaným difúzním odporem SD< 0,1 m.
- Barevné řešení vnitřních ploch bude součástí samostatně zpracované dokumentace s vydaným závazným stanoviskem památkové péče.

8.5 Ostatní

- Potřebná dodavatelská dokumentace bude zpracována dodavatelem sanačních prací (odbornou firmou v oblasti sanačních prací).

8.6 Stanovení podmínek pro provozování a údržbu sanovaných prostor

Aby se systému sanačních opatření s jeho vlastnostmi umožnila optimální funkčnost, je nutno dbát následujících opatření:

- Na všechny následné nátěry barev nebo povrstvení musí být kladen požadavek, aby jejich difúzní odpor byl nižší než SD < 0,1m.
- Vnitřní vybavení nestavět přímo těsně na stěny, protože se tím omezuje nebo přímo znemožňuje odpar zbytkové vlhkosti z konstrukcí a může dojít ke vzniku vlhkostních map.
- Před, během a i dodatečně po provedení omítkářských prací se nesmí používat sádra na opravované zdivo. Informovat elektrikáře nebo instalatéry, aby použili cementových rychlovazných materiálů. Pokud se sanační systémy později poškodí nebo odstraní, je nutno počítat s tvorbou vlhkostních map, kondenzací, příp. vykvétáním solí.
- Po omítání musí být provedeno ve vnitřních prostorech intenzívní větrání (dle klimatických podmínek). Pokud by přirozené větrání nebylo možné, nutno instalovat nucené větrání po dobu vyschnutí a odvodu technologické vlhkosti ze sanovaných stavebních konstrukcí a prováděných stavebních úprav.

V historických budovách se vyskytuje typická kondenzační vlhkost, vlhké skvrny, které se za obdobných podmínek (zpravidla v létě) opakovaně objevují na stejných místech.
Příčinou této lokální kondenzace může být:

- lokálně zvýšený obsah hygroskopických solí
- odlišný stavební materiál s větší tepelnou kapacitou (ponechané zbytky cementový omítek, sádrové vysprávky,kámen, kov)aj.)
- povrchová úprava málo prodyšným nebo hygroskopickým materiálem

8.7 Kontrola jakosti a účinnosti provedených sanačních prací

- Kontrola jakosti a účinnosti provedených sanačních prací bude provedena v době do skončení záruční doby na provedené sanace.
- Kontrola jakosti sanačních prací se zjišťuje odběrem vzorků zdiva a omítek a jejich hodnocením na hmotnostní obsahy vlhkosti a na druhy a množství solí tvořících výkvěty, vzorky na obsah vlhkosti se odebírají z hloubky alespoň 100 mm pod jeho povrchem, analýza vzorků se provádí v laboratoři.
- Příslušná měření budou provedena tak, že se vzorky ze zdiva odebírají a měření provádějí ve svislém profilu v určitých výškách.
- Účinnost sanačního systému se hodnotí objektivním posouzením míry vysušení zdiva. Jeho účinnost je dána jednak absencí vizuálních poruch na plochách stěn, jednak výrazným zlepšením mikroklimatu prostor, samozřejmě pokud tyto nejsou ovlivňovány jinými negativními vlivy. Objektivním posouzením je však hlavně vyhodnocení hmotnostní vlhkosti zdiva, ve srovnání s výchozím stavem. Měření obsahu vlhkosti bude provedeno na smluvním základě.
- Stupeň účinnosti sanace na základě měření obsahu vlhkosti ve zdivu stanovuje ČSN P 73 0610.
- Pro posouzení vlastností sanačních omítek se kromě vlhkostní analýzy provedou i laboratorní rozbory na obsahy síranů, chloridů a dusičnanů (pokud nebude stanoveno jinak).

- Vysušování vlhkého zdiva na každém objektu je i při vytvoření těch nejúčinnějších sanačních systémů a opatření procesem dlouhodobým. K vyschnutí konstrukcí na ustálený obsah vlhkosti zabudovaných konstrukcí dojde v závislosti na jejich tloušťce, na druhu zdiva, na výši původní vlhkosti a míře zasolení a v závislosti na využívání sanovaných místností a prostor i na způsobu a intenzitě jejich vytápění a větrání zpravidla ne dříve než za dobu několika let.
- Účinnost a dlouhodobou trvanlivost sanačních systémů je možno zaručit jen za následujících podmínek :
  - podzemní a nadzemní konstrukce nejsou namáhány vodou z jiných zdrojů než přírodních
  - střešní krytina objektu i žlaby musí být v dobrém technickém stavu
  - nesmí docházet k únikům srážkové vody z dešťových odpadů na povrch terénu i do podzákladí a voda stékající po povrchu terénu musí být odváděna od pat zdí
  - Nesmí docházet k únikům dešťové a biologicky znečištěné vody z kanalizace, z přípojek a odpadů uvnitř objektu a k úniku vody z instalací vodovodu
  - sanované místnosti musí být dostatečně větrány přirozeným nebo nuceným způsobem.

9. Závěr

Při dodržení návrhových parametrů a technologické kázni zhotovitele sanačních prací lze dodržet požadovanou záruční lhůtu a zabezpečit dlouhodobou účinnost provedených prací. Životnost objektu může být tímto výrazně prodloužena.

Návrh sanačních opatření bude závazný pro celkovou sanaci prostor, následně může být upřesněn po provedení doplňkových průzkumů, ale i samozřejmě dle skutečností zjištěných při vlastní realizaci.
Návrh sanačních opatření současně slouží jako výchozí podklad k odsouhlasení způsobu řešení orgány památkové péče pro vydání závazného stanoviska dle z.č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů.

Návrh sanace vlhkého zdiva pro objekt bývalého pivovaru v ulici Prusinovského 114 v Kroměříži jsem zpracoval jako řádný člen WTA-CZ – Vědeckotechnické společnosti pro sanaci staveb a péči o památkové objekty.

František Hróz

V Přerově, leden 2013

Přílohy:
- Výkres č.1 – Průzkum – půdorys 1.NP – vlhkostní průzkum, místa odběru vzorů a odporové měření
- Výkres č.2 – Průzkum – půdorys suterénu – vlhkostní průzkum, místa odporového měření
- Výkres č.3 – Průzkum – půdorys 1.NP – vlhkostní průzkum, místa kapacitního měření vlhkosti
- Výkres č.4 – Návrh - půdorys 1.NP – návrh sanace
- Tabulky a grafy měření vlhkosti
- Fotodokumentace stávajícího stavu
- Protokoly ZÚ v Ostravě č.2741 – 2744/2013