

CARLA – dokumentace pro zadání veřejné zakázky na generální dodávku stavby

Objekt: SO 01 BUDOVA A – Gorkého 14A - REKONSTRUKCE
SO 01 BUDOVA B1 – Gorkého 14B - REKONSTRUKCE

Profese: F.1.01/6. SANACE VLHKÉHO ZDIVA

Identifikační údaje

Název zakázky: CARLA – CENTRUM PODPORY HUMANITNÍCH VĚD
MU – Rekonstrukce areálu Filozofické fakulty, ul. Arne Nováka, Brno

Místo stavby: Areál Filozofické fakulty, ul. Arne Nováka, 602 00 Brno

Stavebník: Masarykova univerzita, Žerotínovo náměstí 9, 601 77 Brno

Závěrečná zpráva o provedených sanačních pracích

Předmětem zprávy je posouzení průběhu provádění sanačních prací a s tím souvisejících činností. Jedná se o dodatečné utěsnění a sanace zdiva v 1. podzemních podlažích budov A a B1 v rámci celkové rekonstrukce a přístavby stávajících objektů.

Úspěšnost sanace vlhkého zdiva spočívá jak v přípravě a návrhu sanačního systému, tak hlavně v důsledném provedení samotných sanačních prací. V neposlední řadě funkčnost sanačních opatření ovlivní uživatel v rámci údržby a užívání objektu.

Přípravné práce, návrh řešení

V původní dokumentaci pro výběr dodavatele a dále v dokumentaci pro provádění stavby - sanace vlhkého zdiva (dále jen DPS sanace vlhkého zdiva) byl navržen sanační systém, jehož cílem bylo eliminovat vlhkost ve zděných konstrukcích 1.PP a zamezit dalšímu pronikání vlhkosti jak do obvodového a středního zdiva, tak do podlahové konstrukce.

Vzhledem k vysoké počáteční vlhkosti zdiva (obvod.zdivo 8-15%, střed.zdivo 5-9 %), s ohledem na stáří objektu a z důvodů absence jakéhokoliv hydroizolačního materiálu byla zvolena technologie postupného vysoušení zdiva pomocí sanačního systému, jehož funkčnost spočívá v návaznosti jednotlivých sanačních opatření. V DPS sanaci vlhkého zdiva byly použity takové metody odvlhčení, které jsou v souladu s příslušnými směrnici WTA (vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péče o památky) a s českými technickou normou ČSN P 73 0610 Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva.

V návrhu sanačního opatření bylo použito systémového řešení od firmy Remmers.

Pro dodatečnou vodorovnou hydroizolaci zdiva byla navržena metoda injektáže zdiva proti vztlínající kapilární vlhkosti (dle WTA 4-4-04//D), jejímž cílem je snížení vlhkosti materiálů nad vodorovnou hydroizolační clonou podle daných podmínek zdiva a obklopujícího prostředí. K tomu byl určen injektážní hydrofobizující prostředek na bázi silikonové emulze Kiesol C s 80ti % podílem aktivní složky, který je určen pro vysoký stupeň vlhkostního zatížení zdiva a pro zdivo s vysokým procentem nasycení vodou (až do 95 %). Vrtý o průměru 16-18 mm se provádějí vodorovně v ložné spáře v osových roztečích 10 – 12 cm ve výškových úrovních: u obvodového zdiva – těsně nad terénem, u vnitřního zdiva těsně nad podlahou, případně v úrovni odkryté skladby podlahy. U zdiva dělicího místnosti s rozdílnými výškami podlah – vždy těsně nad úrovní, respektive v úrovni odkryté výše položené podlahy. Mimoúrovňové propojení vrtů se provádí tzv. svislou injektáží, (vrtý 10 – 12 cm nad sebou). Svislá injektáž se rovněž provádí u středního zdiva, které navazuje na zdivo obvodové. Injektáž se provádí jednostupňově. Vyplňování vodorovných vrtů dle technologie Remmers není v běžných podmínkách nutné. Zdivo v oblasti vrtů se utěsní sulfátostálou hydroizolační stěrkou do výšky cca 30 cm od podlahy.

Svislá dodatečná hydroizolace obvodového zdiva ve styku se zemínou byla navržena systémem vnitřního utěsnění, neboť dle získaných informací od projektanta stavební části nebylo uvažováno s venkovními odkopy kolem základového zdiva. Z tohoto důvodu byl zvolen těsnící systém z vnitřní strany, který je hydroizolační, ale zároveň difúzně otevřený.

Tento systém spočívá ve vyrovnávající podkladní omítce jímající soli – Grundputz v potřebné tloušťce, paroprodyšné sulfátostálé hydroizolační stěrce Sulfatexschlämme v tl. 2 mm (dle WTA 4-6-98/D Dodatečná hydroizolace ve styku se zemínou) a sanačním omítkovým souvrství Remmers v tl. min.1,5 cm (dle WTA 2-9-04/D).

Hydroizolace podlah byla navržena v DPS sanačních prací s dimenzí na vztlínající kapilární vlhkost živičným stěrkovým systémem, jenž spočívá v hloubkové hydrofobizující penetraci podkladu - Kiesol a silnovrstvné živičné izolaci s pryžovými plnivý – Profi Baudicht v tl. 3 mm (dle WTA 4-6-98/D Dodatečná hydroizolace ve styku se zemínou). V místech přechodu podlaha / stěna byl navržen těsnící klín z vodotěsné malty Dichtspachtel o poloměru 5 cm, přes který přechází vodorovná hydroizolace na svislou.

Dodatečné utěsnění anglických dvorků (ze strany dvora) bylo řešeno z vnitřní strany pomocí systému Kiesol, tj. hloubkovou penetrací Kiesol, vyrovnání podkladu špachtlovací vodotěsnou hmotou Dichtspachtel a hydroizolační sulfátostálou stěrkou Sulfatexschlämme.

Sanační omítkový systém byl navržen jak na obvodovém zdivu, tak na zdivu středním ze sanačního omítkového souvrství Remmers, který spočívá v řádném očištění zdiva včetně spár do hl. 1,5 cm, sanačním podhozu (šprycu), který se nanáší na hydroizolační stěrku celoplošně a na obnažené zdivo síťovitě. Dále z jádrové sanační omítky (dle WTA 2-9-4/D) v tl. min. 2 cm, v našem případě v tl. cca 3 cm a sanačního štku v tl. 2 mm. Výšky sanačních omítek jsou vyznačeny ve výkresu sanací, na vnitřním zdivu do v.160 cm, u obvodového zdiva do výšky stropů, respektive do výšky 100cm nad úroveň paty klenbového stropu.

Omítky klenbových stropů byly navrženy z vc omítky s provzdušňovací přísadou PMK v potřebné tloušťce.

Fasáda – ošetření soklového zdiva do výšky cca 30 cm nad terénem a 10 cm pod terénem bylo navrženo pomocí hydroizolačního sulfátostálého a paropropustného stěrkového systému jako u obvodové zdiva z vnitřní strany. Na venkovní omítky byl použit stejný sanační omítkový systém jako u vnitřního zdiva, předpokládaná tl. sanační omítky byla 4- 5 cm.

Veškeré sanační omítky (venkovní i vnitřní) musí být opatřeny nátěrem, který nesmí negativně ovlivnit propustnost systému pro vodní páru. Proto bylo nutné použít nátěry s difúzním ekvivalentem $S_d < 0,2$ (pro každou jednotlivou vrstvu). Navíc musely fasádní nátěry vyrovnat nasákavost navazujících omítek s nízkou nasákavostí povrchu omítek sanačních. Tyto podmínky splňovaly nátěry na silikátové či silikonové bázi.

Výše navržené systémové řešení bylo zpracováno v projektové dokumentaci pro provádění stavby – Sanace vlhkého zdiva a předáno před zahájením sanačních prací GD stavby firmě Zlínstav a.s. Zín. Součástí projektové dokumentace – části A.1.5. Sanace vlhkého zdiva jsou:

A.1.5.1. Textová část

A.1.5.– technická zpráva

A.1.5.2. Výkresová část

A.1.5.2.01 – půdorys 1.PP

A.1.5.2.02 - detaily

A.1.5.3 Specifikace

A.1.5.3.01 – technické podmínky (popis standardu)

Ještě před zahájením sanačních prací došlo v rámci stavebních úprav ke změnám nebo úpravám v technologii systémového řešení oproti DPS sanací vlhkého zdiva.

Úpravy v objektu A:

V rámci stavebních úprav při rekonstrukci objektu SO 01 Budovy A došlo ke změně dispozičního řešení nově vzniklých místností kolem schodišťového prostoru oproti původní projektové dokumentaci. Ta řešila sanační opatření pouze ze strany stávajícího schodiště. Odkrytím prostor po stranách tohoto schodiště vznikly dvě nové místnosti, které si vyžadovaly další stavební a sanační úpravy na sebe navazující – viz technická zpráva, zpracovaná v říjnu 2012 projektantem sanací ozn. číslem změnového listu ZL 014 a.

Po celém půdorysném obvodu budovy (kromě strany navazující na přístavbu), kde nebyly původně plánovány odkopy kolem základového zdiva, nastala změna v tom, že se budou výkopy provádět, převážná část vnitřní svislé minerální hydroizolace na obvodovém zdivu bude nahrazena hydroizolací venkovní – živičnou Profi Baudicht včetně hloubkové penetrace v tl. 3 mm, s dimenzí na zemní vlhkost, s třívrstevným ochranným drenážním systémem DS Systemschutz.

S tím souvisí také změna výškových úrovní injektážích vrtů, které se v návaznosti na venkovní izolaci musí provádět těsně nad podlahou 1.PP, respektive v úrovni odkryté podlahy a výškově navazují na injektáže středního zdiva.

Úpravy v objektu B:

V rámci stavebních úprav byly zrušeny anglické dvorky ve dvorním traktu budovy B1 a s tím i související hydroizolační opatření. S ohledem na odkopy kolem základového zdiva v této části objektu byl nově navržen těsnící systém z venkovní strany, místo systému utěsnění zdiva ze

strany vnitřní. S tím také souvisí změna výškových úrovní injektážích vrtů. Navržená technologie je shodná se sanačními úpravami v objektu A.

Jako změna v sanační projektu byla odsouhlasena pouze sanace nově vzniklých prostor u schodiště, jinak byly veškeré sanační úpravy předkládány k odsouhlasení jako revize.

Z výše uvedených důvodů bylo nutné přepracování projektové dokumentace (DPS) sanace vlhkého zdiva v daném rozsahu (textové i výkresové části) tak, aby obsahovala veškeré parametry pro zhotovitele sanačních prací.

Zhotovitelem sanačních prací byla firma ESOX s.r.o. BRNO, zastoupená ing. Tomíčkem Ph.D., vedoucím střediska Sanace vlhkého zdiva, která zahájila svoji činnost převzetím staveniště v listopadu r. 2012. V té době bylo zdivo zasaženo vysokou až velmi vysokou vlhkostí (obvod.zdivo 8-15%, střed.zdivo 5-9 %), převážná část omítek na obvodovém i vnitřním zdivu vlivem vysoké vlhkosti a zasolení ztratila svoji pevnost, separovala se od podkladu, praskala a opadávala.

Sled sanačních prací

Stávající omítky byly odstraněny v celém rozsahu včetně omítek na klenbových stropěch, zdivo řádně očištěno a spáry zbaveny stávající zdící malty do hloubky 1,5 cm.

Sanační práce byly zahájeny navrtáváním otvorů v ložné spáře ve výškových úrovních a v rozsahu dle projektové dokumentace sanací vlhkého zdiva.

Navržený injektážní prostředek na bázi silikonové emulze ve formě krému Kiesol C se aplikoval převážně u středního zdiva, kde mohla probíhat reakce ve zdivu až do vstřebání krému bez časového omezení.

U obvodového zdiva, kde se vrty prováděly ze dvou stran, bylo nutné aplikovat injektážní prostředek také z venkovní strany. Vzhledem k již chladnému počasí nebylo možné čekat na vstřebání krému neurčitou dobu, proto byla silikonová krémovitá emulze nahrazena silikonovou emulzí v tekuté podobě Kiesol IK. V technologii provádění je pouze ten rozdíl, že vrty se naplní nízkotlakou injektáží a mohou se ihned zaplnit výplňovým materiálem (dle požadavku statika), což bylo z časového hlediska velmi důležité.

Podle statického výpočtu, zpracovaného ing. Kosíkem, nebylo možné ponechat otvory bez výplně maltové směsi, podle výsledků pevnosti malty ve spárách zdiva, nešlo použít žádné maltové suspenze na bázi cementu, nýbrž pouze vápenný produkt s nižší pevností. Dodavatelem materiálu byla předložena a schválena vápenná malta Kalkmörtel, která také byla statikem doporučena a schválena na doplnění spár v cihelných klenbách. Následně na to byla určena tato vápenná malta i na celkové plošné zaomítání klenbových stropů.

Tyto úpravy v technologii injektážích a sanačních prací byly předloženy a schváleny jako **revize**.

Venkovní svislá hydroizolace byla provedena dle DPS živičnou stěrkou Profi Baudicht na vyrovnaný podklad v rozsahu daném projektem sanací a dle stanovené technologie firmy Remmers. Utěsnění prostupů procházejících obvodovým zdivem bylo dodatečně řešeno dle stavební situace a detail utěsnění byl zpracován jako příloha k výkresové části DPS – detaily.

Obvodové zdivo, které nebylo přístupné z venkovní strany, bylo izolováno ze strany vnitřní systémem – vyrovnaní podkladu omítkou jímající soli, sulfátostálá silikátová stěrka a sanační omítky dle projektu sanace vlhkého zdiva.

V průběhu provádění izolačních prací došlo k dodatečným úpravám technologie provádění:

1. Výškového osazení izolace zdiva a propojení s izolací podlahy u štítové zdi k objektu Gorkého 16, budova B1-místnost č.P01.006.
2. Odkrytím podschodišťového prostoru a odstraněním suti byla provedena změna ve výškovém osazení vrtů a vnitřních stěrkových izolací o objekt B1, místnost P01.002.
3. V budově A v nově vzniklých prostorách vedle schodiště byla provedena změna výškových úrovní izolací zdiva s ohledem na stav zdiva a propojení izolací s podlahou.

Všechny dodatečné úpravy byly klasifikovány jako revize a byly k tomu zpracovány detaily, přiložené jako přílohy k výkresové části DPS – detaily.

Před nanášením sanačních omítek bylo provedeno kontrolní měření vlhkosti zdiva kontaktním vlhkoměrem v prostorách trafostanice, kde byly naměřeny stále velmi vysoké vlhkostní hodnoty (nad 15 %), proto byl proveden odběr vzorků zdiva destruktivní metodou a následné laboratorní vyhodnocení, při čemž se hodnoty vlhkostního zatížení pohybovaly mezi 7-13ti % – viz protokol č. 1321, zpracovaný prof. RNDr.Rovnaníkovou a příloha k zápisu ve stavebním deníku ze dne 14.3.2013.

Z důvodů výsledných hodnot vlhkosti zdiva, nebylo nanášení sanačních omítek v místnosti trafostanice vhodné, proto se muselo provádět intenzivní odvlhčování pomocí kondenzačních odvlhčovačů, podpořené intenzivním vytápěním určených prostor ze zajištěnou vnitřní teplotou cca 20°C.

Další kontrolní měření vlhkosti proběhlo po cca 14ti dnech, kdy byly odebrány vzorky zdiva ve stejných lokalitách trafostanice. Laboratorní výsledky potvrdily účinnost podpurných odvlhčovacích opatření, neboť vlhkostní hodnoty se pohybovaly mezi 5 -9,7 % - viz protokol č. 1328, zpracovaný prof. RNDr.Rovnaníkovou dne 5.4.2013.

Zjištěné průměrné hodnoty byly již přípustné pro zahájení nanášení sanačních omítek v prostorách trafostanice.

Další kontrolní měření bylo provedeno digitálním vlhkoměrem na veškerém zdivu, kde se měly nanášet sanační omítky. Jednalo se pouze o orientační měření, které mělo zjistit současný stav zdiva z hlediska vlhkosti v různých lokalitách – viz příloha k zápisu ve stavebním deníku ze dne 18.4.2013. Naměřené hodnoty se pohybovaly stále v dimenzích zvýšené až velmi vysoké vlhkosti (5 – 12%). Proto bylo nutné ke snížení vlhkosti nainstalovat kondenzační odvlhčovače i do ostatních místností.

Podschodišťové zdivo a zdivo v nově vybudovaných prostorách, které bylo dlouhodobě dotováno vodou a vlhkostí z přilehlého terénu, i přes intenzivní odvlhčování po měsíci vykazovalo velmi vysokou vlhkost (až 18 %) – viz výsledky měření odebraných vzorků, zpracované Zdravotním ústavem v Ostravě pod č. 26064 – 26069 / 2013 a příloha k zápisu ve stavebním deníku ze dne 22.5.2013. Na obnaženém zdivu se objevil masivní nárůst plísní a houbového mycelia. Odběr vzorků plísní pro identifikaci provedla mikrobiologická laboratoř, která ve výsledcích potvrdila, že růst plísní a mikroskopických hub je především podporován nadměrnou vlhkostí zdiva a vysokou relativní vlhkostí vzduchu – viz výsledky a identifikace mikroskopických hub, zpracované laboratoří SYNLAB Brno RNDr. Danou Hanulákovou. Pro likvidaci plísní bylo nutné následné odstranění nadměrné vlhkosti a povrchové odstranění plísní pomocí fungicidního prostředku BFA Konzentrat.

Z výše uvedených důvodů a blížících se termínů nanášení sanačních omítek bylo nutné přistoupit k urychlení vysoušení zdiva pomocí mikrovlnné technologie, která podstatně zkrátila jeho dobu a současně podpořila likvidaci plísní. Zároveň se využilo této technologie i u zdiva s přetrvávající velmi vysokou vlhkostí v lokálních místech půdorysné plochy objektů A a B1.

Vnitřní sanační omítkový systém Remmers, složený z podhazu (šprycu), z jádrové sanační omítky a sanačního štuky, byl aplikován na obvodových a středních stěnách v rozsahu a do výšek určených projektem. Omítky klenbových stropů včetně vyplnění spár v cihelném zdivu byly provedeny vápennou maltou Kalkmörtel, která byla dodatečně navržena a odsouhlasena statikem – viz uvedeno výše.

Venkovní sanační omítky byly provedeny v soklové části do výšky a rozsahu daného projektem. Materiál byl použit stejný jako u vnitřního sanačního souvrství, pouze z důvodů větších tloušťek bylo nutné provádět omítky ve dvou vrstvách.

V době provádění a hlavně v době vysychání vnitřních omítek muselo být zajištěno dostatečné větrání vnitřních prostor. Jelikož se omítky prováděly v různých časových obdobích, vlhkost vzduchu v prostorech 1.PP se měnila dle rozdílů venkovní a vnitřní teploty. Pro rovnoměrné vysychání sanačních omítek bylo nutné udržovat relativní vlhkost vzduchu max. do 65%. Suterén vykazoval obzvláště v letních měsících během a bezprostředně po zpracování omítek velmi vysokou vlhkost vzduchu, při níž omítky sice tvrdly, ale nevysychaly. Proto bylo nutná instalace kondenzačních odvlhčovačů pro snížení vzdušné vlhkosti a tím podpořit vysychání omítek včetně sanovaného zdiva.

Po vyschnutí sanačních omítek byla provedena jejich kontrola, při níž byly zjištěny v lokálních plochách smršťovací trhliny, které vznikly pravděpodobně až v době po dokončení. Tyto trhliny v omítkách nebyly považovány za závadné, neboť nebyla ovlivněna technická funkce omítky či stavby. Pouze z estetického hlediska byly tyto trhliny sanovány difúzním silikonovým tmelem Siliconharz Spachtel – viz vyjádření projektanta sanací k trhlínám v sanačních omítkách ze dne 12.3.2014.

Hydroizolace podlah byla provedena v souladu s DPS sanací - živičnou stěrkovou hydroizolací Profi Baudicht ve dvou vrstvách s hloubkovou penetrací podkladu Kiesol ve výsledné tloušťce 3 mm. Napojení vodorovné izolace na obvodové i vnitřní zdivo bylo provedeno přes těsnící klín (fabion) do výšky skladby podlahy. Propojením vodorovných izolací podlah s infúzní clonou a svislými izolacemi na vnitřní a venkovní straně základového zdiva vznikla tzv. hydroizolační vana.

V průběhu provádění sanačních prací byly jakékoliv změny v dispozičním řešení a s tím související sanační úpravy nebo úpravy v jednotlivých postupech provádění konzultovány s GD stavby, TDI a s realizační firmou. Zápisy z kontrol a návrhy na případná dodatečná opatření byly prováděny formou zápisů do stavebního deníku GD nebo formou příloh k zápisům ve stavebním deníku.

Vyhodnocení současného stavu z hlediska vlhkosti

Po ukončení sanačních prací byla provedena kontrola provedených sanačních prací v jednotlivých místnostech za účelem posouzení stávajícího stavu z hlediska vlhkosti a za účelem prověření vybudovaných systémů, zajišťujících jejich odvětrání.

Konečná kontrola proběhla pouze formou vizuálního zhodnocení vnitřních sanačních omítek na obvodovém a vnitřním zdivu, venkovních sanačních omítek v soklové části objektu a částečně venkovní hydroizolace, v nezasypaných místech kolem základového zdiva.

Na vnitřních sanačních omítkách nebyly shledány žádné vlhkostní poruchy, pouze jsou viditelné rozdíly v odstínech omítky a opravné malty v místech opravovaných trhlin. Tyto je nutné sjednotit difúzním nátěrem, určeným na celkovou výmalbu vnitřních prostor.

Stejně tak u venkovních sanačních omítek je nutné provést sjednocující nátěr fasády silikátovou barvou, určenou pro venkovní prostředí.

V současné době ještě nejsou provedeny terénní úpravy a část výkopů kolem základového zdiva není zahrnuta. V úrovni hranice předpokládaného upraveného terénu, kde jsou osazeny krycí lišty nad ochrannou drenážní fólií, je tato fólie v lokálních místech odseparována od lišt a částečně i od hydroizolační stěrky. Je nutné fólii v těchto místech co nejdříve opravit, aby nedošlo k mechanickému poškození izolace nebo k poškození izolace vlivem UV záření.

Jelikož i po provedených sanačních opatřeních byla v suterénních prostorách zaznamenávána stále vysoká vlhkost vzduchu, ovlivněná především kapilární kondenzací uvnitř dlouhodobě zavlhlých stavebních konstrukcí, technologickou vodou při zpracování omítek, dalších mokrych stavebních procesů a rozdílnými teplotami mezi venkovním a vnitřním prostředím, byly od listopadu 2013 do poloviny května 2014 nainstalovány do nejvíce exponovaných místností 4 ks závěsných měřících přístrojů zn. Dataloger GAR 195, které intenzivně měří a po 1 hodině zaznamenávají hodnoty vnitřního klimatu. Protokoly o měření teploty a vlhkosti včetně vyhodnocení, zpracované ing. Kubíčkem, řed. jakosti firmy Zlínstav a.s., byly poskytnuty projektantovi sanací jako částečný podklad pro vypracování této zprávy.

Měření vlhkosti vzduchu probíhalo po etapách vždy ve 4 uzavřených místnostech po dobu cca 1 měsíce, pouze poslední měření bylo nastaveno na 2 měsíce. Vždy po ukončení příslušné etapy měření byl vystaven protokol o výsledcích z měření relativní vlhkosti a teploty vzduchu. Hodnocená doba měření je cca 6 měsíců, bylo celkem vystaveno 5 protokolů.

Průměrné výsledky naměřených hodnot:

1.etapa	od 16.11.2013 do 12.12.2013	teplota 7,8°C	RH 84,73 %
2.etapa	od 18.12.2013 do 14.1.2014	teplota 6,2°C	RH 87,41 %
3.etapa	od 22.1.2014 do 18.2.2014	teplota 8,4°C	RH 79,90 %
4.etapa	od 25.2.2014 do 20.3.2014	teplota 11,6°C	RH 70,28 %
5.etapa	od 31.3.2014 do 15.5.2014	teplota 11,8°C	RH 69,83 %

Uvedené teplotní a vlhkostní hodnoty byly zprůměrovány vždy ze 4 lokalit v daném časovém úseku dle jednotlivých grafických záznamů s přihlédnutím na průběžné denní výsledky měření.

Z výše uvedených průměrných hodnot měření vyplývá, že relativní vlhkost vzduchu narůstá s klesající teplotou vzduchu a naopak klesá s narůstající teplotou vzduchu.

Proto je nutné regulovat odvlhčování, vytápění a větrání tak, aby se docílilo normálního vlhkostního klimatu a hodnoty vlhkosti vzduchu by nepřekročily 65 % RH.

Klasifikace vlhkosti vzduchu ve vnitřním prostředí budov dle ČSN P 73 0610

Vlhkostní klima ve vnitřním prostředí	Relativní vlhkost vzduchu v %
suché	menší než 50
normální	50 - 60
vlhké	60 - 75
mokré	větší než 75

Vyhodnocení vlhkosti, posouzení sanačních prací

Závěrečné kontrolní měření vlhkosti ve zdivu

Měření vlhkosti ve zdivu provedla firma ESOX s.r.o. Brno dne 13.6.2014 – zpracovatel sanačních systémů, metodou nedestruktivního mikrovlnného měření technologií MOIST 100B/200B s použitím nástavce hlavice MOIST-P pro hloubkové měření (do 250 mm). Měření proběhlo za účasti ing. Hostašové (TDI), p. Hruboně (Zlínstav) a ing. Tomíčka (ESOX). Zpracované výsledky byly předloženy projektantovi sanací dne 14.6.2014.

Měření vlhkosti bylo provedeno v 1.PP objektu A ve a B1 ve 29 profilech a v objektu B ve 27 profilech, vždy ve výškách 30, 90, 150 a 200 cm nad podlahou – viz protokol o měření vlhkosti, zpracovaný ing. Tomíčkem - ESOX. Místa měření jsou označena v příloženém výkresu sanací.

Klasifikace vlhkosti dle ČSN P 73 0610

vlhkost zdiva v % hmotnosti	Stupeň vlhkosti
menší než 3	vlhkost velmi nízká
3,0 až 5,00	vlhkost nízká
5,0 až 7,5	vlhkost zvýšená
7,5 až 10,0	vlhkost vysoká
více než 10,0	vlhkost velmi vysoká

Výsledky měření v objektu A:

Naměřené hodnoty v jednotlivých profilech u středního zdiva jsou z převážné většiny klasifikovány jako vlhkost nízká až zvýšená, max.hodnota u zvýšené vlhkosti byla naměřena 6,7 %, a to v místnosti A P01.009 na obvodovém zdivu pod úrovní terénu. V porovnání s měřením vlhkosti na téže obvodovém zdivu v průběhu sanačních prací (dne 18.4.2013 byla prům.vlhkost cca 10%), byl zaznamenán pokles vlhkosti o 3,3 %.

Vysoké vlhkosti byly naměřeny pouze u zdiva u nově vzniklých místností vedle schodiště (ve výškových profilech do 1,0 metru bylo měření přes skladbu s difúzní stěrkou, která částečně zkresluje výsledek měření a je nutné ji brát jako orientační):

- v místnosti vpravo od schodiště na obvodovém zdivu v úrovni 30 cm nad podlahou = 7,7 a 8,1 % vlhkosti. Jedná se o zdivo, které bylo před rekonstrukcí objektu trvale pod terénem a po odkrytí zeminy vykazovalo velmi vysoký stupeň zavlhčení (10,6 %). Snížení vlhkosti je rovněž viditelné, pokles o 2,5 -2,9 %

- v místnosti vlevo od schodiště na obvodovém zdivu v úrovni 30 cm nad podlahou = 8,4 % vlhkosti. Jedná se rovněž o zdivo, které bylo před rekonstrukcí objektu trvale pod terénem a po odkrytí zeminy vykazovalo velmi vysoký stupeň zavlhčení (15 %). Snížení vlhkosti je znatelné, pokles o 6,6 %

Výsledky měření v objektu B1:

U objektu B1 byly naměřené průměrné hodnoty vyšší než u objektu A. Max.hodnota u zvýšené vlhkosti byla naměřena 6,9 %, a to v místnosti B1.P01.006 na vnitřním zdivu ve výšce 200 cm nad podlahou.

Vlhkost je ovlivněna dřívější dotací vlhkosti z přilehlého terénu nebo dešťových svodů.

Vysoké až velmi vysoké vlhkosti byly naměřeny u zdiva:

- v místnosti B1.P.005 na obvodovém zdivu ve výšce 30 cm nad podlahou (8,5%) a ve výšce 200 cm (7,7%). (měřeno přes stěrku)
- v místnosti B1.P.008 na obvodovém zdivu ve výšce 30 cm nad podlahou (7,9%) a ve výšce 90 cm nad podlahou (11,3%) (původní dešťový svod na venkovním rohu).
- v místnosti B1.P.011 na středním zdivu ve výšce 30 cm nad podlahou (7,9%). V porovnání s měřením ze dne 18.4.2013, kdy byla naměřena ve stejné lokalitě vlhkost 11%, je pokles vlhkosti o 3,1 % (zde bylo odvodnění původního anglického dvorku).
- v místnosti B1.P.003 na obvodovém zdivu ve výšce 30 cm nad podlahou (8,9%) a ve výšce 200 cm nad podlahou (11,3%). V porovnání s měřením ze dne 18.4.2013, kdy byla naměřena ve stejné lokalitě vlhkost 8 %, je pokles vlhkosti o 3,3 %.
- v místnosti B1.P.002 na středním zdivu ve výšce 30 cm nad podlahou (7,7%). V porovnání s měřením ze dne 18.4.2013, kdy byla naměřena ve stejné lokalitě vlhkost 13 %, je pokles vlhkosti o 5,5 % (omezené přirozené větrání).

Vysoké zbytkové vlhkosti mohou být ovlivněny různými faktory, např. složením a stupněm nasákavosti stavebního materiálu, tloušťkou zdiva, vysokým stupněm zavlhčení v době před sanacemi, utěsnění zdiva z vnitřní strany sulfátostálou stěrku, pomalé odpařování vlhkosti ze zdiva vlivem vysoké relativní vlhkosti apod.

Proces vysychání stavebních konstrukcí ovlivňuje také řada faktorů, závisí na teplotě a částečném tlaku vodních par, rychlosti proudění vzduchu, jeho teplotě a vlhkosti. Optimální podmínky vznikají v prostředí se suchým proudícím vzduchem s vyšší teplotou než má vlhká konstrukce.

V letním období je zpravidla vlhkost vzduchu vyšší než v zimě a rychlost vysychání zdiva je tedy pomalejší. V počáteční fázi vysychání konstrukcí jde o volné vypařování do okolního prostředí, po určité době se vypařovací zóna posune do nitra konstrukce, volné vypařování již nemůže pokračovat a vodní pára se nejprve musí dostat difuzí k povrchu, teprve odtud se odpaří do vnějšího prostředí, v našem případě do místností.

Proces vysychání zdiva je tedy dlouhodobý, pro představu lze uvést, že 1 m³ zdiva při 100% nasycení pojme cca 200 litrů vody. Při 50 % nasycení je to 100 litrů vody.

Dobu vysoušení cihelného zdiva je možno v závislosti na jeho tloušťce přibližně vypočítat podle empirického vztahu: $T = 0,28 \times b^2$

T = doba (vyjádřená ve dnech) nutná k vyschnutí na rovnovážnou vlhkost

b = tl.zdiva v cm

Tak například 1 m dl zdivo v tl. 80 cm bude vysychat:

$T = 0,28 \times 80 \times 80 = 1792$ dní při 100% nasycení

Při 50 % nasycení = 896 dní, tj. **cca 2,5 roku. u zdiva tl. 100 cm tj. cca 4 roky**

Uvedená doba vysoušení je v závislosti na teplotě +20°C.

Sanační práce byly provedeny v souladu s projektovou dokumentací, při níž byly použity předepsané a odsouhlasené sanační materiály. Stanovené postupy byly dodrženy a průběžně dokumentovány. Po dokončení sanací nebyly shledány žádné závady, které by nasvědčovaly o nesprávném provedení. Přesto určitý čas potrvá, než se projeví účinek jednotlivých sanačních zásahů, odpaří se nadbytečná vlhkost a ustaví se nová vlhkostní rovnováha v sanovaných konstrukcích. Tyto procesy potrvají až několik let po dokončení prací a jejich rychlost je závislá na počáteční vlhkosti, složení a mocnosti zdiva, použitých sanačních postupech, způsobu užívání a zejména větrání stavby.

Dle výsledků měření vlhkosti zdiva před dokončením stavby lze vyhodnotit stav sanovaných konstrukcí z hlediska vlhkosti jako úspěšný. S porovnáním z výsledky orientačního měření vlhkosti před zahájením sanačních prací – viz protokol o měření vlhkosti ze dne 9.8.2012, kdy byly naměřeny velmi vysoké hodnoty vlhkosti jak u obvodového (až 15%), tak u vnitřního zdiva (až 9 %), lze konstatovat, že snížení vlhkosti je znatelné. Poslední naměřené vlhkosti (kromě výše uvedených) se pohybují od velmi nízkých hodnot do 6,7 %. To nasvědčuje účinnosti sanačního systému, který spočívá v návaznosti jednotlivých sanačních opatření a především v důslednosti odvedených prací.

Vzhledem k tomu, že v převážné části suterénu jsou zabudovaná vzduchotechnická zařízení a také zdroje vytápění, je zde předpoklad pravidelného odvětrávání místností podporované optimální teplotou. V místnostech, které nejsou z provozních důvodů vytápěny, je zase předpoklad částečného ohřevu vzduchu vyprodukovaného z používaných technologických zařízení. V jiných případech je nutné cíleně využívat přirozeného větrání. Pokud budou všechny uvedené zdroje efektivně využívány, teploty neklesnou pod + 15 °C a relativní vlhkost nepřekročí 65 %, bude probíhat proces vysoušení pomalu, ale přirozenou cestou.

Zejména způsob užívání, údržby a větrání stavby jsou plně v rukou uživatele . Pro celkový úspěch sanace (zvláště v prvních dvou letech po sanaci) je nezbytné dodržovat níže uvedená pravidla užívání a případných stavebních úprav.

Manuál pro uživatele budov po sanaci vlhkého zdiva

Větrání a vysoušení

V sanovaných konstrukcích je stále zabudovaná technologická a zbytková voda, která se musí postupně odpařit. V určitých dispozicích stavby odchází do venkovního prostředí, ale zejména do vnitřních prostor. Odtud je nutné umožnit její odvětrání, a to přirozeným nebo nuceným větráním. K odpaření vody je potřebné teplo (skupenské teplo - energie pro přeměnu vody ve vodní páru). Je proto potřeba kontrolovat vlhkost vnitřního prostředí a případně více prostory vytápět. Relativní vlhkost vzduchu by neměla překročit hranici 65 %. Optimální teplota vzduchu pro rychlejší vysoušení je +20°C, jinak by teplota vzduchu neměla klesnout pod +15 °C.

Kontrola zdrojů provozní vlhkosti

Pro udržení přiměřené vlhkosti vnitřního prostředí sanované stavby je třeba mít kontrolu nad zdroji provozní vlhkosti. V provozních prostorách se zdroji vlhkosti je nezbytné zajistit provoz dostatečně účinné vzduchotechniky, zajistit přísun upraveného vzduchu, co do teploty i vlhkosti. Pravidla pro provoz a kontrolu zdrojů by měly stanovit příslušné profese.

Údržba a pravidelné čištění okapních a drenážních systémů

Nejlepší obranou proti vlhkosti stavby je nedovolit vodě vniknout do stavebních konstrukcí. K tomu slouží okapní a drenážní systémy, navržené pro spolehlivé odvedení vody od stavby. Jednotlivé prvky okapních a drenážních tras je nutné udržovat v dobrém stavu a pravidelně je kontrolovat a čistit. Navrhují pravidelnou kontrolu průchodnosti dešťové kanalizace a drenážního potrubí min. 2x ročně.

Dále je nutné dodržet spádování přilehlého terénu od objektu ve spádu cca 3%, úklid sněhu, od sanovaného zdiva.

Výmalyby a fasádní nátěry

Odpar vody ze stavebních konstrukcí probíhá u sanované části objektu přes sanační omítky. Ty jsou dimenzované na prostup vodní páry a případnou akumulaci vodorozpustných solí z odpařené vody. Je ale nezbytné ponechat před nimi volný prostor umožňující proudění vzduchu, tepelnou výměnu a odvod vodní párou obohaceného vzduchu. **Obvykle postačí 10-15 cm mezera od zdi.** Nátěry sanačních omítek byly provedeny s hodnotou difúzního součinitele S_d menší než 0,2 (silikátové), proto při obnově nátěrů je nutné tyto parametry dodržet.

Stavební úpravy vně i uvnitř objektu

Jakékoli stavební úpravy musí být v souladu s konceptem a principy sanačního řešení. Zásahy do sanovaných konstrukcí jsou možné, ale má-li vše řádně fungovat, je třeba změny přizpůsobit požadavkům a zásadám sanace budov z hlediska vlhkosti a zasolení. Stejným způsobem je nutné postupovat i při úpravách bezprostředního okolí stavby. Například navýšení terénu může způsobit nepříjemné komplikace.

Je nepřipustný zásah do difúzní stěrkové hydroizolace pod sanačním omítkovým souvrstvím.

Změna užívání nebo vytápění

Při změně užívání sanovaných prostor nebo při změně systému vytápění je vždy nutné zajistit posouzení vlivu nového užívání na vlhkost prostředí i konstrukcí a doplnit chybějící opatření proti vlhkosti.

Přílohy: protokol měření vlhkosti ze dne 9.8.2012

protokol o měření vlhkosti – příloha zápisu ve SD ze dne 14.3.2013 (trafostanice)

protokol o měření vlhkosti – příloha zápisu ve SD ze dne 3.4.2013 (trafostanice)

kontrolní měření vlhkosti – příloha zápisu ve SD ze dne 18.4.2013

protokoly o měření vlhkosti – příloha k zápisu ve SD ze dne 22.5.2013

výsledky závěrečného měření vlhkosti ze dne 13.6.2014

ZL 014 a – technická zpráva z 22.10.2012

příloha ke ZL 31 – vyplnění vrtů po injektážích ze dne 4.1.2013

Zpracovala: Hana Geržová, projektant sanací vlhkého zdiva

Datum: 19.června 2014