



SANACE • HYDROIZOLACE

Ruprechtická 732/8, 460 01 Liberec

Realsan a.s., Ruprechtická 732/8, 460 01, Liberec, tel/fax 48 524 65 03, email: realsan@baurex.cz

IČO: 25419706, DIČ: CZ25419706

Projekt sanace vlhkého zdiva

EKOCENTRUM TRKMANKA – STAVEBNÍ ÚPRAVY OBJEKTU BÝVALÉHO ZÁMEČKU VE VELKÝCH PAVLOVICÍCH

1. Základní údaje

Název stavby:	EKOCENTRUM TRKMANKA - STAVEBNÍ ÚPRAVY OBJEKTU BÝVALÉHO ZÁMEČKU VE VELKÝCH PAVLOVICÍCH		
Místo stavby:	Nádražní 1, Velké Pavlovice, k.ú. Velké Pavlovice		
Parcelní čísla:	889/1, 670		
Stavebník:	Město Velké Pavlovice Náměstí 9. května č.40, 691 06 Velké Pavlovice IČO: 283 703, zastoupené starostou Ing. Pavlem Procházkou		
Generální projektant :	klein-tesař architekti Kroftova 35, 616 00 Brno		
Zpracovatel části sanace vlhkého zdiva:	Realsan a.s. Ruprechtická 732/8, 460 01, Liberec IČO: 25419706 DIČ: CZ25419706 Tel. 485 246 501-3 Fax: 485 246 500 e-mail: realsan@baurex.cz zastoupený: Předseda dozorčí rady: Ing. Petr Čeliš Člen dozorčí rady, obchodní ředitel: Ing. Zdeněk Štefek Projektant: Ing. Pavel Zejda, Ph.D.		
Zodpov. projektant:	Ing. Karel Šuhajda, Ph.D. Hradisko 867, 664 01 Bílovice nad Svitavou autorizovaný inženýr v oboru pozemní stavby osvědčení o autorizaci: 29013 číslo v seznamu ČKAIT: 1004503		
Předmět:	Projekt sanace vlhkého zdiva		
Obsah:	2. Podklady 3. Sanační opatření 4. Stavebně-technické řešení 5. Stanovení podmínek pro provozování a údržbu sanovaných prostor 6. Řízení jakosti a účinnosti provedených sanačních prací 7. Závěr		

2. Podklady

- Výkresová dokumentace navrhovaného stavu a účelu využití
- Protokol o vlhkostním průzkumu z 09/2010 zpracovaný firmou RealSan
- Výsledky laboratorních zkoušek vlhkosti a salinity odebraných vzorků akredit. laboratoří
- Objednávka určující rozsah : Projekt sanace vlhkého zdiva
- Normy :
 - ČSN P 73 0600 Hydroizolace staveb - Základní ustanovení
 - ČSN P 73 0606 Hydroizolace staveb - Povlakové hydroizolace - základní ustanovení
 - ČSN P 73 0610 Hydroizolace staveb - Sanace vlhkého zdiva - základní ustanovení
 - Směrnice WTA 4-6-98, Dodatečná izolace stavebních konstrukcí ve styku se zemínou
 - Směrnice WTA E-9-04, sanační omítky

3. Sanační opatření

3.1 Všeobecné principy sanace vlhkého zdiva

Sanace vlhkého zdiva zahrnuje systém hydroizolačních, vysušovacích a stavebních opatření. Jejichž cílem je dosažení výrazného snížení obsahu vlhkosti v podzemním i nadzemním zdivu i v souvisejících konstrukcích. Tyto konstrukce byly dlouhodobě namáhány vlhkostní zátěží například účinky zemní vlhkosti, kdy objekty postavené před mnoha lety nemají provedenou izolaci zdiva nebo je v důsledku jejího stárání již nefunkční, dále srážkovou vodou prosakující do zeminy kolem objektů, vodou stékající po terénu a odstříkující od jeho povrchu i vodou kondenzující z vlhkého vzduchu a které má v důsledku toho zvýšenou nebo vysokou vlhkost, popř. je poškozeno korozí. Je tedy nezbytné provést sanaci vlhkého zdiva a vytvoření tedy podmínek pro dosažení požadovaných vlastností stavebních konstrukcí i požadované vlhkosti vzduchu v interiérech budov se sanovanými podlahami a zdmi.

K sanacím je nutné přistupovat takovým způsobem, aby kombinovaným použitím různých hydroizolačních a vysušovacích technologií a stavebních úprav podle podmínek objektu a jeho okolí byl na něm vytvořen komplexní sanační systém. Tento systém by měl přednostně odstraňovat příčiny a nikoliv jen důsledky vlhnutí stavby. Pro jeho vytvoření by měly být v případě prostředků pro napouštění materiálových struktur a prostředků impregnačních používány ty druhy, které jsou inertní z hlediska koroze stavebních materiálů.

Sanace vlhkého zdiva se zpravidla provádí v kombinaci přímých a nepřímých hydroizolačních metod (principů) a doplňkových technických opatření v podobě komplexního sanačního systému.

Metody přímé - tyto metody brání šíření vlhkosti konstrukcí, vnikání vlhkosti do konstrukcí nebo vnitřního prostředí, popř. brání úniku vlhkosti z konstrukce.

- Vkládané hydroizolace do strojně nebo ručně proříznuté spáry nebo probouraných a provrtaných otvorů ve zdivu, zatlučené profilované nekorodující plechy,
- Infuzní a tlakové napouštění zdiva chemickými prostředky, asfaltovou emulzí nebo taveninou parafinu a prostředky polyuretanové, epoxidové a akrylové báze
- Instalace aktivní elektroosmózy
- Vzduchoizolační systémy, např. větrané štoly, dutiny, mezery a kanálky podél stěn pod i nad terénem ve stěnách a nad podlahou.

Metody nepřímé - tyto metody snižují hydrofyzikální namáhání konstrukce. Používají se především v kombinaci s metodami přímými, a to za podmínek zjištěných průzkumnými pracemi. Jsou ale možné i jejich aplikace samostatné. Jsou to např.

- Odvodnění horninového prostředí v okolí stavby drenáží podél obvodových stěn staveb pod terénem. Drenáž musí být ve spádu a voda prosakující musí být od zdiva odváděna do kanalizace nebo jako trativod do dostatečné vzdálenosti od objektu.
- Úpravy povrchu a sklonu terénu v okolí objektu a odvod srážkové vody od paty zdí terénem
- Vytváření hydroizolačních clon a přepážek v horninovém prostředí v okolí objektů (štetové stěny, injektáže)
- Přirozené i nucené větrání místností a prostor budov snižující vlhkost vnitřního vzduchu
- Jímání vlhkosti z vnitřního vzduchu pomocí kondenzačních a absorpčních sušících přístrojů
- Sušení vnitřních povrchů konstrukcí proudem teplého suchého vzduchu
- Zvýšení vnitřní povrchové teploty konstrukcí i změna průběhu teploty v konstrukci její následnou tepelnou izolací

Doplňkové metody sanace vlhkého zdiva

- metody přímé

- Vrstvy a povlaky z hydroizolačních materiálů, vytvářené na površích nebo ve struktuře podzemních a nadzemních konstrukcí u terénu. Jedná se o prostředky pro ochranu podzemních a nadzemních konstrukcí staveb proti účinkům vztlínající vlhkosti, prosakující vody vůči podzemní vodě působící hydrostatickým tlakem.
- Vnější úpravy nátěry z vodoodpudivých druhů barev a impregnačních i povrchových úprav a těsnění spár v částech budov přimykajících se k terénu. Provádí se pro dosažení výrazného snížení smáčivosti fasád a proti pronikání srážkové vody (větrem hnaného deště) do omítek a dalších podkladů, hlavně režného zdiva (přírodní kámen, cihla) a ze stěnových dílců.

- metody nepřímé

- systém sanační omítkový – se v podmínkách vlhkostně silně namáhaných konstrukcí staveb používají v kombinaci s příčnými hydroizolacemi, chemickými clonami ve zdivu, s elektroosmotickými instalacemi, se vzduchoizolačními systémy a s některými nepřímými způsoby sanace vlhkého zdiva.
- sanace následků biokoroze zdiva a dřevěných konstrukcí i prvků a prováděných nátěrů jako prevence proti tomuto druhu napadení

3.2 Návrh sanačních opatření

Při návrhu technologií na sanaci vlhkého zdiva vycházíme ze skutečnosti, že pro sanaci vlhkosti bude nutno volit takové technologické postupy, které by zajistily spolehlivost provedení a jejich účinnost.

S přihlédnutím k charakteru objektu, jeho různým výškovým úrovním a navazujícím sklepním prostorům, je nutné citlivě přistupovat k jednotlivým sanačním zásahům i vzhledem k plánovanému kontaktnímu zateplení celé budovy.

Z možných sanačních řešení jsme navrhli vzhledem absenci hydroizolací a z důvodu přítomnosti kleneb dodatečné horizontální a svislé „oddělující“ chemické clony základového a nadzákladového zdiva v 1.PP a 1.NP. V tomto případě zásadně nedoporučujeme použití dodatečné izolace podřezáním zdiva z důvodu statického a to i po konzultaci se projektantem

statiky. Současně provedení nové hydroizolace podlah včetně detailu propojení dodatečné izolace stěn na izolaci podlah. Stěny jež jsou ve styku s terénem budou obnaženy a izolovány svislou bitumenovou hydroizolací a tepelnou izolací a ochranou nopovou fólií včetně ukončovací lišty. Bude provedena také izolace základových a nadzákladových konstrukcí, jež jsou nad úrovní terénu pod nově vytvořenou dodatečnou izolací v 1.NP. Dále bude částečně provedeno funkční odvodnění okolí objektu, a to v úrovni pod podlahami 1.PP osazením drenážního systému ve výkopu napojeným do kanalizace. Důležitým prvkem bude také zajištění funkčního odvětrávání jednotlivých prostor aktivním VZT zařízením, jež bude spínáno na základě relativní vlhkosti vzduchu v prostorech interiéru. Některé prostory budou odvětrány přirozeným způsobem

Návrh sanačních opatření je zpracován v souladu s ČSN P 730610 „Hydroizolace staveb– Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení“ a souvisejících předpisů. Sanace vlhkého zdiva objektu bude řešena v souladu s čl.4.3 v kombinaci přímých a nepřímých hydroizolačních metod následovně :

Vzhledem k výše uvedenému bude sanace vlhkého zdiva řešena následně :

- Revize či provedení nových ZTI (rozvody kanalizace, vody, dešťové okapy a svody včetně lapačů nečistot, atd.)
- Dodatečné horizontální a vertikální (svislé oddělující) chemické infuzní clony - utěšňující clony zabraňující ve svém důsledku kapilárnímu pohybu molekul vody (tlaková injekce akrylátovými gely).
- Provedení odkopů stěn ve styku s terénem z prostoru západní a severní fasády s realizací dodatečné vertikální (rubové) bitumenové hydroizolace s tepelnou izolací, nopovou fólií a drenážním systémem napojeným na kanalizaci.
- Hydroizolace podlah včetně detailu napojení na dodatečnou izolaci svislých konstrukcí
- Dostatečné funkční odvodněním dešťových vod kolem objektu.
- Řízený systém nuceného odvětrání aktivní vzduchotechnikou jednotlivých prostor (s přívodem a odvodem vzduchu) – viz projekt VZT.
- Kontrola napojení dešťových svodů včetně lapačů nečistot do kanalizace, kontrola zastřešení, klempířských prvků a oplechování.
- Použití prodyšných materiálů a povrchových úprav

Odstranění příčin vlhkosti

– Jako hlavní sanační technologie pro zamezení pronikání vztlínající vlhkosti bude provedena :

- dodatečná horizontální izolace stávajících svislých konstrukcí 1.PP (základové a nadzákladové zdivo) - obvodové a střední nosné stěny v úrovni podlahy 1.PP. V místě snižování podlah bude dodatečná izolace provedena v základovém zdivu.
- dodatečná horizontální izolace stávajících svislých konstrukcí 1.NP - obvodové a střední nosné stěny (nepodsklepená severozápadní část objektu) v úrovni podlahy 1.NP cca 0,7- 1m nad úrovní terénu. Tato dodatečná izolace bude provedena na obvodových konstrukcích šikmo z úrovně podlahy, co nejnižší směrem terénu.

Dále proti vlhkosti pronikající do zdiva z boků :

- dodatečná plošná a svislá „oddělující“ izolace svislých konstrukcí – jižní stěna ve styku s terénem do ulice v kombinaci se svislou „oddělující“ dodatečnou hydroizolací (propojení výškových úrovní 1.PP a 1.NP),

a to systémem tlakové injekce na bázi akrylátových gelů (Např. Akrylátgel R) – utěšňující clony zabraňující ve svém důsledku kapilárnímu pohybu molekul vody. Tuto

technologie použít vzhledem k charakteru zdiva a jeho složení. Jedná se třísložkový systém utěšňující spáry, kapiláry a trhliny v materiálu, kdy dojde k vyplnění a utěsnění konstrukcí pružným gelem. Tato technologie je vhodná právě pro smíšené zdivo kamenné a cihelné, kdy je omezena nasákavost materiálu pro běžné injektážní roztoky na bázi krémů nebo vodního skla.

- Hydroizolace podlahových konstrukcí - provedení nové hydroizolace na podkladní betonovou mazaninu včetně detailu napojení na dodatečnou izolaci stěn systémem bezešvé bitumenové stěrky v tl. 4mm (např. Bornit Profidicht 1K FIX).
- Z vnějších stran (západní, severní a jižní fasáda) obnažit obvodové zdivo objektu a provést odkop terénu do hloubky cca 40 cm pod úroveň nové podlahy (cca na úroveň základové spáry).
- Dodatečné vertikální (rubové) izolace systémem bezešvých bitumenových stěrek (např. Bornit Profidicht 1K FIX) s přetažením přes chemickou injektáž zdiva cca 20cm nad úroveň terénu. Dále bude provedena tepelná izolace extrudovaným polystyrenem včetně nopované fólie s geotextilií nopy směrem od stěny, uložení perforovaná drenáž ve spádu s napojením do kanalizace. Spád drenážního potrubí bude určen betonovým podkladem podél základové konstrukce. K zásypu použít štěrkodrt' frakce 8-16 a 16-32 mm, jež bude obalena geotextilií proti zanášení perforované PVC drenáže. Ochrannou nopovou fólii zakončit v úrovni upraveného terénu ukončovacím profilem.

Poznámka: Drenážní potrubí nesmí být uloženo pod úrovní základové spáry.

- Z vnitřní stany dvora provést podél obvodového zdiva systém mělkých odkopů s nopovou fólií do tvaru písmene „J“ určující odvod srážkové vody od základových konstrukcí, tedy provést oddělení přilehlého pórovitého prostředí (zeminy) od základové konstrukce nopovou fólií. Hloubka kladení se řídí hloubkou možného výkopu a úrovně základové spáry (předpoklad je cca 60cm). Okapový chodník podél objektu ve dvoře vyspádovat směrem od objektu.
- Základové a nadzákladové konstrukce jež nejsou nad terénem izolovány (dodatečná izolace stěn je řešena šikmo z úrovně podlahy 1.NP) budou izolovány systémem silikátových stěrek od terénu do úrovně chemické injektáže ve skladbě s podrovnáním zdiva, silikátová stěrka s VPC maltou a kontaktním zateplovacím systémem.
- Provedení funkčního odvodnění okolí objektu. Povrchové pochozí plochy, okapové chodníčky vyspádovat směrem od objektu.
- V rámci rekonstrukce zajistit těsnosti a funkčnost rozvodů ZT instalací, případně provést nové. Taktéž provést nově klempířské prvky, oplechování, střešní okapy a svody včetně lapačů nečistot, ty zaústit do kanalizace.
- Zajištění krytí komínových těles nad úrovní střechy stříškou proti zatékání z atmosférických srážek.
- Provedení jednotlivých technologií je graficky znázorněno na výkresech sanačních prací.

Odstranění důsledků vlhkosti

- Stávající poškozené omítky objektu budou odstraněny do výšky 1,5 násobku tl. zdiva nad viditelnou, případně měřitelnou hranici vlhkosti, zdivo a spáry se očistí, vzniklá suť bude odvezena na skládku.
- Lokální vysoušení konstrukcí, případně snížení relativní vlhkosti prostředí např. pomocí kondenzačních a absorpčních vysoušečů bude provedeno dle nutnosti z výsledků měření před realizací (velmi vysoké vlhkosti zdiva a vysoká relativní vlhkost vzduchu).

- Sanační omítkové vícevrstvé systémy dle směrnice WTA s tepelně izolačními vlastnostmi (např. Baurex dle WTA) na obvodových stěnách a sanační omítkové jednovrstvé systémy (např. Baurex N + SMS) na vnitřních stěnách v systémových řešeních s difúzně propustnou sulfátostálou stěrkou (např. Rozdělovač Vody), případně antisanitračním přednástříkem (např. Hydrofobizér) včetně související úpravy podkladů s vrchní vrstvou minerálním štukem.
Pozn. : difúzně propustná sulfátostálá stěrka (např. Rozdělovač Vody) je membrána, která propouští molekulu vodní páry ale i molekulu vody pro zajištění procesu sanace.
- Ve všech místnostech, zásadně navrhujeme vzhledem k vlhkosti stavebních konstrukcí a jejich materiálovému složení (nestejnorodý zdící materiál), vložení výztužné síťoviny (perlinky) do hlavní vrstvy sanační omítky k zamezení vzniku trhlin na stěnách.
- Je možné zvážit i variantu režného zdiva např. na konstrukcích ve styku s terénem
- Následná hydrofobizace fasády soklových partií zabráňující vnikání vlhkosti do konstrukce.
- Jako konečnou úpravu veškerých sanovaných prostor použít vysoce paropropustnou barvu s nízkým difúzním odporem $S_D < 0,1 \text{ m}$.
- Provedení okenních otvorů s možností mikroventilace.

Doplňková opatření

- V prostorech interiéru 1.PP zajistit cirkulaci vzduchu a požadovanou relativní vlhkost (cca 55% při 20 °C) – důslednost nastavení odpovídajícího výkonu VZT (nucené větrání) a kontrolovat relativní vlhkost pomocí vlhkostních čidel. Toto řešit systémem aktivního VZT zařízení. Nesmí v žádném případě po dokončené sanaci vlhkého zdiva (ale i v průběhu užívání objektu) dojít k situaci, že budou vznikat tepelné mosty a tím pádem vznik rosných bodů. (důsledky jsou kondenzace na povrchu konstrukcí, ztráta funkčnosti sanační omítky, výskyt plísní atd.). Je nutné taktéž zajistit odvětrání sociálních zařízení a dalších prostor, kde je toto vyžadováno.
- V případě provádění nových ZTI instalací, k uchycení ve spodních partiích svislých konstrukcí v žádném případě nepoužívat sádku vzhledem k její vysoké hygroskopitě, ale rychlovačný cement případně lepidlo na cementové bázi.
- Monitorování stávajících dešťových svodů vč. jejich napojení na soustavu kanalizace

Související opatření

- Monitorování nově vytvořených dešťových svodů a lapačů nečistot vč. jejich napojení na soustavu dešťové kanalizace.
- Povolení záboru vč. výkopu v chodnících, vytyčení inženýrských sítí vč. kontrol jednotlivých správců a provozovatelů při výkopech a obsypech pro protokolární předání.

4. Stavebně-technické řešení

4.1. Odstranění příčin vlhkosti

4.1.1 Dodatečná horizontální a svislá „oddělující“ izolace svislých konstrukcí – technologie dodatečné izolace zdiva systémem tlakové injektáže akrylátovými gely proti vzlínající a boční vlhkosti

Jako hlavní technologie pro zamezení pronikání vzlínající vlhkosti a vlhkosti pronikající do zdiva z boků bude provedena dodatečná horizontální izolace stávajících svislých konstrukcí (obvodové a střední nosné stěny 1.PP, včetně stěn kolem schodišť) v kombinaci se svislou „oddělující“ dodatečnou hydroizolací (propojení výškových úrovní 1.PP a 1.NP), a to systémem tlakové injektáže akrylátovými gely (např. Akrylátgel R). **Reakční doba (konečné vytvrzení) gelu s možností nastavení od 10 do 40 minu dle technického listu výrobce.**

Technologie bude provedena na těchto místech :**Dodatečná horizontální izolace :**

- Obvodové a střední nosné stěny 1.PP (základové a nadzákladové zdivo) objektu z interiéru a exteriéru cca v úrovni nové podlahy.
- Obvodové a střední nosné stěny 1.NP (nepodsklepená severozápadní část objektu) z interiéru z úrovně podlahy šikmo, co nejnižší k terénu (sklon injektáže tedy 30-45°).
- Stěny kolem schodiště v 1.NP a stěny u hlavního vstupu do objektu

Poznámka :

Lze zvážit a doporučujeme v rámci komplexnosti provedení dodatečných izolací na svislých konstrukcích objektu v prostorech severního křídla, jež budou využívány jako skladovací prostory a strojovny včetně následné hydroizolace podlah a detailu napojení dodatečné izolace stěn na izolaci podlah.

Dodatečná svislá „oddělující“ izolace :

- V místě přechodu nepodsklepené a podsklepené části z 1.NP do 1.PP (propojení rozdílných výškových úrovní)

Tuto technologii použít vzhledem k tomu, že dodatečná izolace bude provedena jak do nadzákladového tak základového zdiva – pravděpodobně smíšené zdivo (kámen, cihla, nepravidelné spáry). Jedná se tříslůžkový systém utěšňující spáry, kapiláry a trhliny v materiálu, kdy dojde k vyplnění a utěsnění konstrukcí pružným gelem. Tato technologie je vhodná právě pro smíšené zdivo kamenné a cihelné, kdy je omezena nasákavost materiálu pro běžné injektážní roztoky na bázi krémů nebo vodního skla.

Chemické injektáže akrylátovými gely se používají pro sanaci vlhkého zdiva, k dodatečnému vytvoření horizontální izolace a odstranění příčiny vnikání vlhkosti do objektu – akrylátový gel má díky velmi nízké viskozitě schopnost proniknout i do kapilárního systému injektovaných látek s velmi jemnou porézní strukturou, kde dochází k utěšňování velmi malých pórů a trhlín. Aplikují se tlakovou injektáží do předem vodorovně vyvrtaných otvorů v odstupech 12 cm do ošetřované zdi (až do 5 cm před protější stranu zdi). Před samotnou aplikací je nutné odstranit prach vzniklý při vrtání. Nároží a silné zdi (s tloušťkou zdi vyšší než 1 metr) by se měly pokud možno vrtat z obou stran. Vrtá-li se z obou stran, vrty musí být uspořádány vystřídane (šachovnicově), a hloubka vrtů přesahuje střed zdi o 5 cm. Mají-li být vrty uspořádány ve dvou řadách nad sebou, což je výhodné za složitých podmínek (vysoké zatížení účinky výkvětových solí, značná vlhkost, různorodost materiálu), musí se také vystřídane vyvrtat. Tuto technologii použít vzhledem k charakteru zdiva a jeho složení - smíšené zdivo (kámen, cihla, nepravidelné spáry).

Charakteristika gelů

- gely jsou tvořeny makromolekulami složených z dlouhých řetězců molekul, což způsobuje viskozně-elastické vlastnosti
- výsledným produktem pro proběhlé polymeraci je trvale pružný gel

Výhody akrylátových gelů

- podstatnou výhodou je nízká počáteční viskozita směsi, která je velmi blízká viskozitě vody, takže gely mají velmi dobré penetrační schopnosti a jsou schopny dostat se i do kapilárního systému injektované látky
- je možné regulovat dobu tuhnutí úpravou dávkování iniciátoru a tím usnadnit zpracovatelnost směsi podle potřeby stavby

Jedná se tříložkový systém utěšňující spáry, kapiláry a trhliny v materiálu, kdy dojde k vyplnění látkou reagující s vlhkostí a vznikne pružný gel. Tato technologie je vhodná právě pro smíšené zdivo kamenné a cihelné, kdy je omezena nasákavost materiálu pro běžné injektážní roztoky na bázi krémů nebo vodního skla.

Použití: Akrylátové gely se připravují smícháním složky A se složkou B v poměru 1:1. Před vlastní injektáží se homogenně promíchají složky A I a A II, čímž vznikne složka A. Složka B vznikne tak, že sůl ze složky B se rozpustí v takovém množství vody, které odpovídá objemu jedné ze složek A. Zpracování následuje pomocí injektážního přístroje na dvě složky s externí vodní pumpou, kde je mechanicky zajištěno míšení obou složek v požadovaném poměru 1:1.

Pracovní postup

- Provedení soustavy vrtů Ø 12 mm v osové vzdálenosti 120 mm a jejich vyčištění stlačeným vzduchem (u horizontální izolace délka vrtů na hloubku 5cm před okrajem zdiva, plošná izolace vrty do hloubky 25 cm).
- Osazení pakrů Ø 12 mm se provede mechanicky tj. naražením do předvrtaného otvoru, pakr obsahuje kuličkový uzávěr.
- Vlastní tlaková injektáž tlakovacím zařízením.
- Případný výskyt kaveren se zjistí již při vrtání otvorů popř. při vlastní injektáži. Pokud bude toto zjištěno, provede se předinjektáž cementovým mlékem případně polyuretany.
- Injektážní hmoty se aplikují v jednom pracovním kroku v plném objemu.
- Po injektáži se provede demontáž pakrů a případné zapravení vrtů (vlastní vrty nejsou již vyplňovány).

4.1.2 Podlahová konstrukce s hydroizolací v 1.NP a přístavbách 1.PP a 1.NP – systém bezešvé bitumenové stěrky proti vztlínající vlhkosti

V prostorech 1.PP a 1.NP bude provedena na podkladní betonovou desku plošná hydroizolace systémem bezešvé, polystyrenem plněné a plastem vylepšené živičné bitumenové stěrky tl.4mm stěrkováním (např. Bornit Profidicht 1K FIX). Plošná hydroizolace podlah bude taktéž provedena pod nově vystavěnými stěnami a příčkami

Tato hlavní hydroizolační vrstva bude napojena **tzv. „detailem napojení na dodatečnou izolaci svislých konstrukcí chemickou injektáží“** přes tzv. izolační fabion na podrovnané zdivo technologií silného izolačního vrstvení bitumenovou stěrkou se standardním přesahem 100mm přes injektážní vrty (viz. níže)

Stěrková izolace je rychleschnoucí jednosložková hydroizolační asfaltová stěrka vytvářející po vyschnutí tlustou vrstvu jež schne do bezešvých flexibilních spojů, spolehlivě překrývá trhliny a je vodotěsná.

Tloušťka vrstvení je dána požadavky na odolnost izolace proti vlhkosti, beztlakové a tlakové vodě a řídí se DIN 18195. V souladu s touto normou se tloušťka izolační vrstvy pohybuje od 3,5 do 6 mm ve vyschlém stavu. Silná izolační vrstvení tuhnou v závislosti na podmínkách po 1 - 3 dnech, po 5 - 6 hod. po nanesení jsou vrstvení odolná proti dešti. Při kladení je nutno zabezpečit ochranu těchto vrstev před mechanickým poškozením (položením tepelné izolace jako součást skladby podlah – součást stavebních prací).

Skladba

- stávající zemina – terén
- hutněný štěrkopískový podsyp frakce 8/16
- betonový potěr tl. 6 cm vyztužený KARI sítí 150/150/6
- hydroizolační systém bitumenové stěrky (např. Bornit Profidicht 1K FIX v tl. 4 mm
- skladba podlahy s tepelnou izolací, případně podlahovým vytápěním dle požadavků odvislých od charakteru místnosti

Podklady před aplikací

- Na podkladu nesmí být nálitky, nebo ostré nerovnosti a zemina.
- Nezaplněné, nebo špatně zaplněné otvory, jako jsou prohlubně ve spárách nebo výlomky větší než 5mm, je nutno vhodnou maltou vyspravit.
- Je třeba dbát na to, aby podklad byl pevný, čistý, bez prachu a volných částic. Podklad musí být savý. Může být vlhký, ale ne moký.
- Je vhodné provést penetraci. Na hrubě pórovitých, silně nasákových plochách (např. pórobeton) se penetrační nátěr provést musí. Po zaschnutí penetračního nátěru je podklad připraven k nanesení asfaltové stěrky

Detail napojení hlavní (pojistné) hydroizolační vrstvy na dodatečnou izolaci stěn

Hlavní hydroizolační vrstva bude propojena detailem napojení na dodatečnou horizontální izolaci svislých konstrukcí přes tzv. izolační fabion na podrovnané zdivo technologií silného izolačního vrstvení bitumenovou stěrkou se standardním přesahem 100mm přes dodatečnou izolaci (chemickou injektáž - viz. detaily v řezu).

4.1.3. Provedení odkopů stěn ve styku s terénem pod úroveň podlahy a vytvoření dodatečné vertikální izolace svislých konstrukcí proti vlhkosti pronikající do zdiva z boků systémem bezešvých bitumenových stěrek s tepelnou izolací, nopovou fólií, geotextilií a drenážním systémem

Zemní práce pro izolaci základového a nadzákladového zdiva

V rozsahu pro provedení svislé izolace suterénního zdiva z rubové strany objektu je zahrnuto :

- Zemní práce pro provedení výkopu včetně jeho přepažování (výkop min. šířky 100cm), zpětný hutněný zásyp ze tříděného materiálu, uložení deponovaného materiálu na meziskládku (Po provedení odkopu terénu je nutné prověřit existenci svislé izolace, či izolační přízdívky a provést její odstranění.)
- Očištění zdiva s vyspárováním a jeho vyspravením
- Provedení vyrovnávací vrstvy z cementové malty
- Provedení svislé hydroizolace bezešvou bitumenovou stěrkou
- Zateplení extrudovaným polystyrénem tl. spojovaným systémem pero-drážka.
- Položení a přichycení nopované fólie nopy směrem od stěny vč. ukončovací lišty
- Ochrana stávajících inženýrských sítí při realizaci prací v ochranných pásmech. Vytyčení a jejich následné předání není součástí dodávky
- Montáž nových lapačů dešťových vod, vč. opatření pro odvod srážkových vod
- Poplatky za uložení přebytečné zeminy na skládku nebo na recyklaci materiálu
- Ohraničení staveniště zřízení přechodných lávek do objektu, noční výstražné osvětlení
- Způsob provedení rubové izolace po obvodu objektu bude určen po výkopu nadzákladového zdiva. Vzhledem k charakteru stavby, nelze jednoznačně stanovit způsob a řešení (nebyly provedeny kopané sondy ze strany exteriéru).

Drenážní systém

Samotné provedení drenážního potrubí Ø 150 mm bude osazeno kontrolními šachticemi. Podélný spád drenáží bude min. 1,0 %, obsyp kamenem frakce 16/32, popř. 32/64, uložení geodrenáží a kontrolních šachtic na betonový podklad (60 x 10cm) cca 40 cm od základového zdiva, se zaústěním do kontrolních šachtic, odtud bude napojení na kanalizační systém. Drenážní těleso bude chráněno proti zanášení zeminou geotextilií. Spád drenážního potrubí bude určen betonovým podkladem podél základové konstrukce. Drenážní potrubí nesmí být uloženo pod úrovní základové spáry.

Technologický postup

Dodatečná vertikální izolace svislých konstrukcí bude provedena z exteriéru na základovém a nadzákladovém zdivu obvodových stěn (částečně západní a severní obvodová stěna - viz výkres), jež jsou v současné době ve styku s terénem. Bude proveden výkop na úroveň cca 0,4m pod úroveň budoucích podlah 1.PP. Zdivo bude očištěno, vyspraveno a provedeno jeho vyrovnaní pod hydroizolační vrstvu - systém bezešvé, polystyrenem plněné a plastem vylepšené živičné bitumenové stěrky v tl. 4mm (např. Bornit Profidicht 1K FIX). Hydroizolační vrstva bude provedena s přesahem cca 15 cm přes chemickou injektáž do výkopu a do výšky cca 20 cm nad úroveň přilehlého terénu. Na hydroizolaci bude provedeno zateplení extrudovaným polystyrénem spojovaným systémem pero-drážka (lepeno bodově na tenkou vrstvu cca 1mm bitumenové izolace po vytvrdnutí hlavní hydroizolační vrstvy). Tloušťka tepelné izolace viz. projekt stavební části. Na tepelnou izolaci bude položena a přichycena nopovaná fólie s geotextilií do tvaru „J“ nopy směrem od stěny, vložena perforovaná drenáž ve spádu s napojením do kanalizace. Spád drenážního potrubí (1%) bude určen betonovým podkladem (60 x 10cm) podél základové konstrukce. Betonový podkladek bude od základové konstrukce spádován k drenáži min 10% (v místě drenáže cca 40 cm od základového zdiva tedy bude výška podkladku 4cm). K zásypu použit štěrkodrt' frakce 8-16, 16-32 mm, jež bude obalena geotextilií proti zanášení perforované PVC drenáže. Drenážní potrubí nesmí být uloženo pod úrovní základové spáry!

Skladba : (viz. detail č.1 – sanace vlhkého zdiva)

- podrovnávka z cementové malty
- hydroizolace bezešvou bitumenovou stěrkou v tl. 4 mm (např. Bornit Profidicht 1K FIX)
- extrudovaný polystyren lepený bodově do tenké vrstvy bitumenové stěrky cca 1mm
- nopovaná fólie nopy směrem od stěny
- geotextilie 300g
- drenážní potrubí DN 150 na betonovém podkladku (60 x 10cm) podél základové konstrukce se zásypem štěrkodrtí 8-16 a 16-32 mm obalené geotextilií

Vertikální hydroizolace bude řešena hydroizolačním systémem bezešvé, polystyrenem plněné a plastem vylepšené živičné bitumenové stěrky (např. Bornit Profidicht 1K FIX) v tl. 4 mm stěrkováním. Stěrková izolace je rychleschnoucí jednosložková hydroizolační asfaltová stěrka vytvářející po vyschnutí tlustou vrstvu jež schne do bezešvých flexibilních spojů, spolehlivě překrývá trhliny a je vodotěsná.

Tloušťka vrstvení je dána požadavky na odolnost izolace proti vlhkosti, beztlakové a tlakové vodě a řídí se DIN 18195. V souladu s touto normou se tloušťka izolační vrstvy pohybuje od 3,5 do 6 mm ve vyschlém stavu. Silná izolační vrstvení tuhnou v závislosti na podmínkách po 1 - 3 dnech, po 5 - 6 hod. po nanesení jsou vrstvení odolná proti dešti. Při kladení je nutno zabezpečit ochranu těchto vrstev před mechanickým poškozením.

Podklady před aplikací

- Na podkladu nesmí být nálitky, nebo ostré nerovnosti a zemina.
- Nezaplněné, nebo špatně zaplněné otvory, jako jsou prohlubně ve spárách zdiva, otvory v maltě, nebo výlomky větší než 5mm, je nutno vhodnou maltou vyspravit. Na plně a dobře vyspárované zdivo není třeba nanášet omítku. Poruchy v podkladu menší než 5mm, případně póry v podkladu se mohou předem vyplnit zastěrkováním asfaltovou stěrkou. Speciálně na betonových plochách může docházet ke tvorbě puchýřů. Proto je třeba nanesenou stěrku na těchto plochách proškrábnout.

- Je třeba dbát na to, aby podklad byl pevný, čistý, bez prachu a volných částic. Podklad musí být savý. Může být vlhký, ale ne mokrý. Podklad musí být v každém případě bez námrazy a ledu a pokud je třeba, musí být předem důkladně prohrát.
- Je vhodné provést penetraci. Na hrubě pórovitých, silně nasákavých plochách (např. pórobeton) se penetrační nátěr provést musí. Po zaschnutí penetračního nátěru je podklad připraven k nanesení asfaltové stěrky

Čerstvě nataženou stěrku je nutno chránit před deštěm a silným slunečním zářením.

4.1.4. Provedení funkčního odvodnění okolí objektu - vertikální rubová ochrana nadzákladového a základového zdiva pro odvod povrchových srážkových vod

Všeobecný princip spočívá ve vložení ochranné nopované fólie (případně v kombinaci s geotextilií a drenáží) do výkopu podél základů případně nadzákladového zdiva, která zajišťuje oddělení zdiva od kontaktu se zemínou (zvyšuje možnou výparnou plochu tohoto zdiva) a vytváří plošnou drenáž pro odvod srážkových vod. Mezi základovým zdivem a nopy je vzduchová mezera. Hloubka kladení se řídí hloubkou možného výkopu a úrovní základové spáry (v tomto případě cca 60 cm). V místě opěrné stěny ve východní části bude výkop proveden cca 50 x 50 cm. Na zdivo bude položena a přichycena nopovaná fólie do tvaru „J“ nopy směrem ke stěně. Spoje jednotlivých pásů jsou řešeny použitím těsnících pásek aplikovaných na přesahu plochých okrajů. Geotextilie slouží jako ochrana nopované fólie proti proražení. Okraj fólie bývá zpravidla přetažen nad úroveň terénu a zakončen ukončovací plastovou lištou (podklad pod ukončovací lištu je nutné vyrovnat). Okapový chodník podél objektu ve dvoře vyspádovat směrem od objektu.

K zásypu se používá takový materiál, který je možno bez problémů zhutnit - přednostně hrubozrnný materiál. Hutnění zásypu musí být prováděno po vrstvách až na povrch výkopu. Tento systém bude proveden na základovém a nadzákladovém zdivu obvodových stěn ve dvoře (jižní a východní obvodová stěna).

Pozn. : Nopová fólie bude osazena nopy směrem ke stěně, což zajišťuje konstrukci oddělení od kontaktu se zemínou, vytváří vzduchovou mezeru (zvyšuje možnou výparnou plochu tohoto zdiva) a vytváří plošnou drenáž pro odvod srážkových vod.

V rozsahu skladby s nopovanou folií pro provedení dodatečné rubové izolace je zahrnuto :

- Zemní práce pro provedení výkopu, zpětný hutněný zásyp, uložení deponovaného materiálu na meziskládku.
- Očištění zdiva s vyspárováním a jeho vyspravením.
- Položení a přichycení nopované fólie vč. ukončovací lišty (podklad je nutné vyrovnat)

Skladba :

- stávající zdivo, základy
- nopovaná fólie nopy směrem ke stěně vč. ukončovací lišty

4.1.5 Dodatečná vertikální izolace základových a nadzákladových svislých konstrukcí 1.NP proti vlhkosti pronikající do zdiva z boků pod úrovní dodatečně provedené izolace (chemické injektáže) na úroveň terénu systémem silikátových stěrek

Základové a nadzákladové konstrukce jež nejsou nad terénem izolovány (dodatečná izolace stěn je řešena šikmo z úrovně podlahy 1.NP) budou izolovány systémem silikátových stěrek od terénu do úrovně chemické injektáže ve skladbě s podrovnáním zdiva, silikátová stěrka s VC maltou a kontaktním zateplovacím systémem jež bude ukončen pod úrovní terénu (viz. projekt stavební části).

Stávající zdivo bude vyrovnáno cementovou maltou, větší nerovnosti lze plentovat úlomky dutých cihel (nepoužívat původní mokré a zasolené cihly). Na podrovnané zdivo bude plnoplošně provedena silikátová stěrka (např. Bornit Dichtungschlamme) se spotřebou 4kg/m^2 (2-3 nátěry). Na takto provedenou izolaci následně provést jako spojovací můstek fixační špric a hrubou cementovou či vápenocementovou maltu. Na tuto skladbu bude následně proveden kontaktní zateplovací systém s ukončením pod úroveň terénu (viz. projekt stavební části)

Silikátová hydroizolace se používá k hydroizolacím vodorovných i svislých ploch ze zdiva, z betonu, nebo s povrchem z cementové omítky. Pro vlhké místnosti, koupelny, sprchy, sklepy novostaveb, nádrže, bazény, sila, čističky, nádrže na pitnou vodu, šachty atd.

Silikátová hydroizolace je hydraulicky reagující prášková hmota s krystalizujícími účinky, schopná zaplňovat a utěšňovat kapiláry. Používá se k hydroizolacím proti zemní vlhkosti, netlakové vodě a tlakové vodě do 5m vodního sloupce.

Hydroizolační hmota se nanáší na omítku, nebo beton minimálně ve dvou vrstvách štětkou, nebo pevným kartáčem. Druhá vrstva se nanáší nejdříve za 3 hodiny, nejdéle za 24 hodin na vrstvu první.

Při práci je nutno dodržovat ustanovení normy DIN 1045, to znamená neprovádět nátěr za vysokých teplot, mrazu a při silném větru. Na nanesenou vrstvu by uvedené podmínky neměly působit ještě dalších 24 hodin. Vrstva je odolnější, když se přidá do záměsové vody min. 15% výrobku BORNIT Haftemulsion - disperze.

Spotřeba proti zemní vlhkosti : min. 2 kg / m^2 (2 nátěry)

Podklady před aplikací

- Na podkladu nesmí být nálitky, nebo ostré nerovnosti, bez prachu, vosku a mastnoty.
- Podklad musí být bez trhlin a trhliny následně nesmí vzniknout (nesmí být namáhány dilatačními pohyby, vibrací a musí být rozměrově stabilní a nosné).
- Je třeba dbát na to, aby podklad byl pevný, čistý, bez prachu a volných částic.

4.1.6 Úprava okolí

Je odvislá od projektu zpevněných ploch (není součástí projektu sanace). U zpevněných ploch podél obvodových konstrukcí ze západní a severní strany) bude po provedení výkopu a uložení vertikální rubové ochrany zdiva s bitumenovou izolací, tepelnou izolací, nopovanou folií s geotextilií a drenážním systémem pro odvod povrchových srážkových vod provedena povrchová zpevněná plocha (dle projektu) s vyspádováním směrem od objektu. Taktéž na obvodových stěnách ze strany dvora (jižní a východní obvodová stěna), kde bude proveden pouze systém mělkých odkopů bude povrchová zpevněná plocha (dle projektu) vyspádována směrem od objektu. Veškeré spády zpevněných a nezpevněných ploch budou v dostatečném příčném spádu od budovy. Způsob úpravy provedení zpevněných a nezpevněných ploch i když nebude mít podstatný vliv na provedení sanace, přesto doporučujeme v paraprodyšné úpravě. Ve zpevněných plochách budou osazeny čistící kusy (lapače nečistot) dešťových svodů.

4.1.7. Svislé konstrukce

- Před zahájením prací na provádění sanačních omítek je nutno, aby byly provedeny veškeré práce na všech druzích instalací (zdravoinstalace, elektroinstalace, zabezpečovací zařízení, požární signalizace, přípravky pro ukotvení technologií, výstražné osvětlení aj.).
- Pro provádění omítek je nutno zabezpečit a kontrolovat dodržování technologických postupů při jejich aplikaci a musí být zachována a zajištěna požadovaná technická charakteristika dodržováním požadovaných parametrů. Nedodržení technologické kázně může vést při běžné aplikaci používané stavebními firmami až o 60% zhoršení

technických parametrů, což vede k podstatnému snížení životnosti sanačních omítkových systémů.

- Vzhledem ke způsobu využívání objektu, jejichž konstrukce vykazují vlhkostní problematiku budou provedeny ve vnitřních prostorách sanační povrchové systémy. Povrchové úpravy budou provedeny v systémovém řešení s difúzně propustnou sulfátostálou stěrkou případně antisanitračním přednástříkem. Na povrchové úpravy omítek bude použit minerální štuk pro sjednocení sanačních a běžných vápeno-cementových omítek. Při vlastní aplikaci je nutno sledovat průběh projevů zavlhnutí zdiva a výšku sanačních úprav upravovat tak, aby odpovídala potřebnému požadavku nad horní hranici vlhkostních map.
- Ve všech místnostech, zásadně navrhujeme vzhledem k vlhkosti stavebních konstrukcí a jejich materiálovému složení (nestejnorodý zdící materiál), vložení výztužné sítě (perlinky) do hlavní vrstvy sanační omítky k zamezení vzniku trhlin na stěnách.
- Veškeré vyspravení a nahrazení degradovaných zdících materiálů musí být provedeno z cihel nových (buť i jednotlivých úlomků), vybourané zasolené a vlhkostí zasažené cihly nelze nesmí být použity.
- Pro fixaci elektrorozvodů nesmí být ve vlhké zóně zdiva použita sádra, budou použity kotvící cementy, stavební lepidla aj.
- Na malířské úpravy povrchu je možno použít výhradně nátěry, u kterých výrobce zaručuje vysokou paroprodyšnost (difúzní odpor musí být menší než 0,1m). Nové konstrukce stěn a příček mohou být provedeny i běžnou vápenocementovou omítkou, nutné je ale provést jejich odizolování od stávajících konstrukcí (viz. níže)
- Nové zděné příčky budou od stávajících obvodových a středních stěn odizolovány (např. PE fólií, asfaltovým pásem), je nutné zajistit příčku kotvícími profily

4.2. Odstranění příčin vlhkosti – metody nepřímé

4.2.1 Řízený systém nuceného odvětrání aktivní vzduchotechnikou prostor dílen – západní část objektu, místnosti č. S.05 až S.09 (viz. VZDUCHOTECHNIKA)

Odvětrávání suterénních prostor bude tímto způsobem :

- Místnosti v 1.PP budou opatřeny spínačem na vlhkostní čidlo a odtahem pomocí nuceného větrání aktivním vzduchotechnickým zařízením vedeným pod stropem či v násypu kleneb.
- Odtah vzduchu bude řízen (spínán) čidly na relativní vlhkost vzduchu (RH) a osazeny dle výkresové dokumentace (specializace VZT). Nastavení vlhkostních čidel pro sepnutí odtahu vzduchu na hodnotu relativní vlhkosti vzduchu – 55-60%.

4.2.2 Přirozený systém odvětrání technických místností v severní části objektu, místnosti č. S.10 až S.14 (viz. VZDUCHOTECHNIKA)

Odvětrávání těchto prostor bude řešeno přirozeně s nasáváním a odtahem do exteriéru přes mřížky v obvodových konstrukcích rozměrů 300 x 300 mm.

4.2.3 Přirozený systém odvětrání prostor galerie v severní části objektu, místnosti č. S.16 – galerie, výstavní sál (viz. VZDUCHOTECHNIKA)

Odvětrávání těchto prostor bude řešeno s nasáváním a odtahem do exteriéru (nasávání na severní straně, odtah na straně východní), a to pomocí ventilátorů, který bude kontrolovat relativní vlhkost vzduchu a teplotu v prostředí a bude spínán vlhkostním čidlem. Nasávací a výdechový otvor bude opatřen elektricky ovládanou žaluzií s klapkou.

4.3 Doplnkové metody - nepřímé sanační technologie (odstraňují důsledky zavlhnutí)

4.3.1 Sanace povrchu stávajících stěn - provedení vícevrstevných tepelně-izolačních sanačních omítek na obvodové stěny (např. Baurex dle WTA)

- Na obvodových stěnách z interiéru, kde je vyžadována povrchová úprava omítkou, budou použity vícevrstvé sanační omítkové systémy dle směrnice WTA s tepelně izolačními vlastnostmi (např. Baurex dle WTA) s podkladovou úpravou difúzně propustnou sulfátostálou stěrku (např. Rozdělovač Vody), případně antisanitračním přednástříkem (např. Hydrofobizér) včetně související úpravy podkladů s vrchní vrstvou minerálním štukem.
Pozn. : difúzně propustná sulfátostálá stěrka (např. Rozdělovač Vody) je membrána, která propouští molekulu vodní páry ale i molekulu vody pro zajištění procesu sanace.
- Veškeré zdivo bude očištěno od degradovaných a zavlhlých omítek do výšky 1,5 násobku tloušťky zdiva nad viditelnou popřípadě měřitelnou hranici vlhkosti
- Zdivo bude očištěno na zdravé jádro.
- Zcela degradované zdivo a chybějící části bude vyměněno resp. doplněno
- Ve všech místnostech, zásadně navrhujeme vzhledem k vlhkosti stavebních konstrukcí a jejich materiálovému složení (nestejnorodý zdící materiál), vložení výztužné sítě (perlinky) do hlavní vrstvy sanační omítky k zamezení vzniku trhlin na stěnách.

Sanační vícevrstvé tepelně-izolační omítky (technologie provádění)

- Po otlučení staré omítky do stanovené výšky nad viditelnou mez působení vlhkosti, vyškrabání a vyčištění spár do hloubky cca 10 - 20 mm se nanese vyrovnávací omítka, kterou se vyrovnají hrubé nerovnosti.
- Na západní obvodové stěně ve styku s terénem plnoplošně se zatažením 1,2m do kleneb, obvodové stěně chodby ve styku s terénem plnoplošně a ostatních obvodových stěnách do výšky 1,0m (0,8m) včetně schodiště, se provede difúzně propustná sulfátostálá stěrka (např. Rozdělovač Vody), která eliminuje bodový tlak vody (při zachování sanačních vlastností odvodu molekul vody) a zasolení zdiva chloridy a sírany. Výškou je brána úroveň nad dodatečnou horizontální chemickou injektáží případně úroveň čisté podlahy
- Po zaschnutí první vrstvy se provádí druhý nátěr a následně se nanáší základní omítka. Předtím je ale nutné vytvořit ihned po provedení druhého nátěru tzv. spojovací můstek plnoplošným kotvicím prostříkem, aby nedošlo k separaci vrstev. Poté je možno aplikovat základní omítku.
- Do ještě vlhké vrstvy difúzně propustné sulfátostálé stěrky (např. Rozdělovač Vody) se nanese základní sanační omítka v tloušťce minimálně 1 cm – ve 2 pracovních krocích, po 5 mm, která se omítkovým hřebenem rozčeše vodorovně. Rozčesání omítky zdvojnásobí výparnou plochu omítky a umožní dobré zaklesnutí vrchní sanační omítky. Tato vrstva musí během jednoho týdne vyschnout bez skvrn, zavlhnutých míst a solných výkvětů. Pokud je tato vrstva v pořádku, je vlastně zajištěno, že sanace byla funkční.
- Po technologické přestávce 10 dní se nanese vrchní sanační omítka v tloušťce minimálně 1,5 cm. Tato vrstva má za úkol prodloužit životnost sanačních omítek. Do vrchní vrstvy bude vložena výztužná síťovina (perlinka) k zamezení vzniku trhlin na stěnách.
- Do 5 dnů po nanesení vrchní sanační omítky, tzn. ještě v době, kdy hydrofobizace vrchní sanační omítky není ještě zcela funkční, se nanese vrstva z minerálního šuku. Pokud nelze provést šukovou vrstvu v tak krátkém časovém úseku, je třeba povrch natřít vápenným mlékem, čímž se zamezí postupu hydrofobizace.

- Jsou požadovány specifické požadavky z hlediska tepelně izolačních vlastností použitých systémů sanačních omítkových směsí vzhledem k použitému materiálu – konstrukce smíšené (kámen, cihla,...)
- Pro následnou kontrolu jakosti a účinnosti provedených sanačních prací je doložení způsobilostních a normovaných dokladů použitých materiálů dodavatele (výrobce, prodejce) a prokázání odbornosti zhotovitelů sanačních prací.
- Na malířské úpravy povrchu je možno použít výhradně nátěry, u kterých výrobce zaručuje vysokou paroprodyšnost (difúzní odpor musí být menší než 0,2 m, doporučeno 0,1m). Nové konstrukce stěn a příček mohou být provedeny i běžnou vápenocementovou omítkou, nutné je ale zachovat přesah sanačních omítek min. 50 cm u konstrukcí, které budou zavázány do stávajícího zdiva.
- Na stěnách ve styku s terénem a na ostatních obvodových a středních nosných stěnách do nad úroveň chemické injektáže se provede difúzně propustná sulfátostálá stěrka, která bude eliminovat možné zvýšení a koncentraci vlhkosti, nad tuto stěrku i na vnitřních stěnách bude použit antisanitrační přednástřík (viz. výkres sanace vlhkého zdiva)
- Na povrchové úpravy omítek bude použit minerální (vápenný) štuk. Při vlastní aplikaci je nutno sledovat průběh projevů zavlhnutí zdiva a výšku sanačních omítek upravovat tak, aby odpovídala potřebnému požadavku nad horní hranici vlhkostních map.
- Exponované rohy chodby budou chráněny rohovými lištami do v. cca 2 m.
- Svislé stupačky ZTI a jiných rozvodů (např. elektro) budou překryty výztužnou sítovinou.
- Veškeré vyspravení a nahrazení zdegradovaného zdiva musí být provedeno z cihel nových (byť i úlomků), vybourané zasolené a vlhkostí zasažené cihly nesmí být použity.
- Pro fixaci elektrorozvodů nesmí být ve vlhké zóně zdiva použita sádra, budou použity kotvící cementy, stavební lepidla aj.

4.3.2 Sanace povrchu stávajících stěn - provedení jednovrstvých sanačních omítek na střední nosné stěny (např. Baurex N + SMS)

Na středních nosných stěnách z interiéru, kde je vyžadována povrchová úprava omítkou, budou použity jednovrstvé sanační omítkové systémy (např. Baurex N + SMS) s podkladovou s podkladovou úpravou difúzně propustnou sulfátostálou stěrkou (např. Rozdělovač Vody), případně antisanitračním přednástříkem (např. Hydrofobizér) včetně související úpravy podkladů s vrchní vrstvou minerálním štukem.

- Veškeré zdivo bude očištěno od degradovaných a zavlhlých omítek do výšky 1,5 násobku tloušťky zdiva nad viditelnou popřípadě měřitelnou hranici vlhkosti
- Zdivo bude očištěno na zdravé jádro.
- Zcela degradované zdivo a chybějící části bude vyměněno resp. doplněno
- Ve všech místnostech, zásadně navrhujeme vzhledem k vlhkosti stavebních konstrukcí a jejich materiálovému složení (nestejnorodý zdící materiál), vložení výztužné sítoviny (perlinky) do hlavní vrstvy sanační omítky k zamezení vzniku trhlin na stěnách.

Sanační jednovrstvé omítky (technologie provádění)

- Po otlučení staré omítky do stanovené výšky nad viditelnou mez vlhkosti, se provede vyškrabání a vyčištění spár do hloubky 10-20 mm dle soudržnosti a degradaci maltové spáry.
- Při provádění sanačních omítek se ve spodní části aplikuje difúzně propustná sulfátostálá stěrka (např. Rozdělovač Vody), která eliminuje bodový tlak vody (při zachování sanačních vlastností odvodu molekul vody) a zasolení zdiva chloridy a sírany. Po

zaschnutí první vrstvy se provádí druhý nátěr a na tento ještě mokrý nátěr se ihned nanáší vlastní sanační omítka, nejlépe v prvním kroku pomocí plnoplošného kotvícího prostředku.

- Ve vyšší úrovni se nanáší pod prohoz (špric) antisanitrační přednástřík (např. Hydrofobizér) zředěný v poměru 1: 9 s vodou, který na krátkou dobu zadrží vlhkost ve zdi, takže může dojít k dobrému spojení mezi zdivem, prohozem a vlastní sanační omítkou. Antisanitrační přednástřík současně zamezí průniku solí do ještě vlhké sanační omítky. Po zatuhnutí prohozu, nejlépe druhý den, nahodíme i ve více vrstvách jádro odpovídající tloušťce omítky a vrstvu stáhneme nahrubo latí.
- Do ještě vlhké vrstvy difúzně propustné sulfátostálé stěrky a antisanitračního přednástříku (bude aplikován nad difúzně propustnou sulfátostálou stěrku) se po zavadnutí „spojovacího můstku“ (špricu) nanese jádrová sanační omítka.
- Po zavadnutí jádra nanášíme štukovou vrstvu. Je nutno použít sanační štuk, případně minerální, aby nebyla potlačena prodyšnost sanační omítky.

Difúzně propustná sulfátostálá stěrka (např. Rozdělovač Vody)

Je součástí skladeb sanačních omítkových systému určených na stěny pod úrovní terénu (včetně těch, u kterých nelze provést dodatečné odizolování). Jedná se o **síranovzdornou membránu, která propouští molekulu vodní páry ale i molekulu vody pro zajištění procesu sanace**. Zásadně však působí jako membrána proti bodovému působení vody pod tlakem (až 5 bar). Umožňuje sama o sobě proces vyzrání sanační omítky, jehož je součástí a navíc stěny, které nelze dodatečně izolovat (např. pod úrovní terénu v řadových zástavbách) umožňuje sanovat bez rizika kumulace nežádoucí vlhkosti pod nátěry difúzně propustné stěrky.

- *součást sanačního omítkového systému – nátěrová hmota složená z hydraulických pojiv a písků s odolností proti síranům*
- *slouží jako nátěr pro všechny druhy zdiva a jako přemostění mezi podlahou a stěnou*
- *umožňuje zadržet bodový tlak vody (až 5 bar) a rozložit ho na klasickou vzlinající vlhkost*
- *umožní vyzrání sanační omítky při zamezení vzniku solí a tím i vlhkosti ze sanovaného podkladu*
- *určen pro zdivo trvale a extrémně poškozené vlhkostí a solemi*
- *aplikuje se na vyrovnaný podklad*

Antisanitrační přednástřík (např. Hydrofobizér)

Přednástřík pod omítku (následně se aplikuje celoplošný špric jako spojovací můstek). Vytváří pod aplikovanou omítkou dočasně hydrofobní vrstvu, která po vyzrání omítky postupně ztrácí účinek a nastává plnohodnotný proces sanace stěn. Při ochraně zrání nově provedené sanační omítky zabraňuje průniku všech stavebně škodlivých solí, které se mohou dostat do omítky (včetně dusičnanů) do zrající omítky a tím umožní její bezproblémové vyzrání a následně dlouhodobý proces sanace zdiva.

- *součást sanačního omítkového systému. Tekutá nátěrová hmota bez přítomnosti rozpouštědel, způsobující přítomností oleátů a volného vápna silnou hydrofobizaci proniknutí solí a tím i vlhkost do základní sanační vrstvy alespoň do té doby, než základní vrstva proschne.*
- *slouží jako nátěr pro všechny druhy zdiva*
- *určen pro zdivo trvale a extrémně poškozené vlhkostí a solemi*
- *zamezuje díky silné hydrofobizaci proniknutí solí a tím i vlhkosti do základní sanační vrstvy*

Technické parametry sanačních omítek :

Sanační omítky vícevrstvé (např. baurex dle WTA) dle normy ČSN P 730610 budou mít tyto parametry. :

- Aplikovat sanační omítku, která má **tepelně izolační vlastnosti** a to primárně na obvodové stěny (vzniká riziko tepelného mostu a rosného bodu – konstrukce pod omítkami budou studené).
- Suchá sanační maltová směs obsahující **síranovzdorný cement**.
- Obsah pórů ve vyzrálé směsi (viz. tabulka níže) pro možnost ukládání solí obsažených ve zdivu – **dvojnásobná kapacita díky podílu pórů obsažených i v plnivu (KPL plnivo)** má zároveň dobré tepelně izolační vlastnosti.
- Možnost sjednocení sanačních omítek s běžnými minerálním štukem.
- Systémově řešit působení stavebně škodlivých solí tak, aby neměly možnost vniku do zrající sanační omítky.
- Stěny, které jsou pod úrovní terénu, tak pod sanační omítky neprovádět izolační vrstvu, ale umožnit sanační omítkce plnit svoji funkci při současném zabránění působení bodového tlaku vody.

Poznámka : Ve všech místnostech, kde budou aplikovány sanační omítky, zásadně navrhujeme vzhledem k vlhkosti stavebních konstrukcí a jejich materiálovému složení (nestejnorodý zdící materiál), **vložení výztužné síťoviny (perlinky) do hlavní vrstvy sanační omítky k zamezení vzniku trhlin na stěnách**

V souladu s ČSN P 73 0610 jsou požadovány pro garanci sanačních omítkových směsí dle tab. D1 doporučené vlastnosti zatvrdlých sanačních malt:

Vlastnost	Měrná jednotka	Doporučená hodnota
Objemová hmotnost	kg/m ³	≤ 1 400
Pórovitost	%	≥ 40
Faktor difuzního otvoru	-	≤ 12
Kapilární vztlínání vody	mm	≤ 5
Kapilární nasákavost vody	kg/m ³	≤ 0,3
Pevnost v tlaku	MPa	1,5 až 5,0
Pevnost v tahu za ohybu	MPa	neuvádí se
Poměr pevností v tlaku ku pevnosti v tahu za ohybu	MPa	< 3
Odolnost proti solím	-	Odolnost proti proniku roztoků solí do zkuš. vzorku za 10 dnů

Navržené skladby

1. Skladba tepelně-izolačního vícevrstvého sanačního systému s antisanitračním přednástríkem (např. Baurex dle WTA s Hydrofobizérem) na obvodové stěny a klenby řešící zbytkovou vlhkost (tl. min. 3,0 cm)

- Antisanitrační přednástrík
- Sanační vyrovnávací omítka dle směrnice WTA 5 mm
- Sanační základní omítka dle směrnice WTA 10 mm
- Sanační vrchní omítka dle směrnice WTA 15 mm
- Minerální (vápenný) štuk 2 mm

2. Skladba vícevrstvého tepelně-izolačního sanačního systému s difúzně propustnou sulfátostálou stěrkou (např. Baurex dle WTA s Rozdělovačem Vody) na obvodové stěny ve styku s terénem (západní obvodová stěna) plnoplošně se zatažením 1,2m do kleneb a na soklové partie ostatních obvodových stěn v oblasti nad chemickou injektáží do výšky 1,0m (0,8m) nad úrovní podlahy (tl. min. 3,0 cm)

- Sanační vyrovnávací omítka dle směrnice WTA 5 mm
- Difúzně propustná sulfátostálá stěrka - 2x nátěr (2 kg / m²)
- Sanační základní omítka dle směrnice WTA 10 mm
- Sanační vrchní omítka dle směrnice WTA 15 mm
- Minerální (vápenný) štuk 2 mm

3. Skladba jednovrstvého sanačního systému s antisanitračním přednástříkem (např. Baurex N + SMS s Hydrofobizérem) na střední nosné stěny 1.PP a obvodové a střední nosné stěny 1.NP řešící zbytkovou vlhkost a nad úroveň obkladů (v tl. 3 cm)

- Antisanitrační přednástřík
- Sanační jádrová omítka 30 mm
- Minerální (vápenný) štuk 2 mm

4. Skladba jednovrstvého sanačního systému s difúzně propustnou sulfátostálou stěrkou (např. Baurex N + SMS s Rozdělovačem Vody) na soklové partie středních nosných stěn 1.PP v oblasti nad chemickou injektáží do výšky 0,5m (tl. min. 3,0 cm)

- Sanační jádrová omítka (vyrovnávka) 5 mm
- Difúzně propustná sulfátostálá stěrka - 2x nátěr (2 kg / m²)
- Sanační jádrová omítka 25 mm
- Minerální (vápenný) štuk 2 mm

3. Skladba povrchové úpravy v místnostech sklady a strojovny 1.PP. Úprava stěny fixačním sanačním špricem z jednovrstvého sanačního systému s antisanitračním přednástříkem (např. Baurex N + SMS s Hydrofobizérem) plnoplošně (v tl. 1 cm)

- Antisanitrační přednástřík
- Sanační jádrová omítka (prostřík) 10 mm

Poznámka : špric bude s povrchovou úpravou hlazený a rozetřený štětkou (strhnuty hrubé nerovnosti)

5. Návrh skladby určené na stěny 1.PP opatřené keramickým obkladem

- Antisanitrační přednástřík
- Sanační vyrovnávací omítka jednovrstvá cca 25 mm
- Silikátová stěrka - 2x nátěr (např. BORNIT Dichtungsschlamme)
(exponované prostory – včetně bandáže)
- Lepidlo + keramický obklad

6. Skladba obvodových stěn ze strany exteriéru (nadzákladové zdivo ve styku s terénem)

- Cementová malta (vyrovnávka) 5-10 mm
- Bezešvá bitumen.stěrka (Např. BORNIT Profidicht 1K Fix) 4 mm
- Extrudovaný polystyren lepený do bit. stěrky (bodově) 1mm dle stavební části
- Ochranná nopová fólie nopy směrem od stěny (+ drenáž + geotextilie)

7. Skladba obvodových stěn ze strany exteriéru (nadzákladové zdivo ve styku s terénem)

- Cementová malta (vyrovnávka) 5-10 mm
- Silikátová stěrka – 3-4x nátěr (např. BORNIT Dichtungsschlamme)
- Cementová malta 10 mm
- kontaktní zateplovací systém dle stavební části

4.3.3 Úprava povrchů stávajících konstrukcí v prostorech sociálního zázemí

- Keramický obklad stěn bude proveden do stanovených výšek.
- Na očištěné stěny bude provedena sanační vyrovnávací omítka v tl. cca 20mm s podkladovou úpravou antisanitračním přednástříkem. Je nezbytné po aplikaci antisanitračního přednástříku provést ihned tzv. spojovací můstek plnoplošným kotvicím prostříkem, aby nedošlo k separaci vrstev. Poté je možno aplikovat vyrovnávací omítku.
- Úroveň stěn nad obklady bude provedena jednovrstvým sanačním omítkovým systémem min. výšky 80 cm. Povrchová úprava sanačním štukem, podkladová úprava antisanitračním přednástříkem.
- Na sanační omítku bude provedena v exponovaných místech (sprchy, sprchové kouty, prádelny atd.) silikátová hydroizolační stěrka, včetně vyřešení detailů bandážemi a následně pokládkou keramického obkladu.

4.3.4 Úprava povrchu stávajících obvodových a středních nosných stěn v prostorech 1.PP s využitím jako sklady a strojovny (technické místnosti)

Bude proveden plnoplošný fixační sanační špric v tl. cca 10 mm systémem jednovrstvých sanačních omítek (např. Baurex N + SMS s Hydrofobizérem) - povrchová difúzně propustná úprava. Plnoplošný špric – hustší prostřík bude s povrchovou úpravou hlazený a rozetřený štětkou (strhnuty hrubé nerovnosti).

Je tedy nutné provést tyto úkony :

- Odstranění původních zavlhklých a degradovaných omítek na zdící materiál
- Očištění zdiva s vyspárováním a jeho vyspravením
- Aplikace antisanitračního přednástříku
- Provedení plnoplošného fixačního sanačního špricu v tl. cca 10 mm
- Úprava povrchu hlazením, případně rozetřený štětkou (strhnuty hrubé nerovnosti).

4.3.5 Sanace povrchu opěrné stěny v exteriéru a vstupu do sklepení – rezné zdivo

- Veškeré zdivo bude očištěno na zdravé jádro a budou odstraněny nesoudržné části zdiva, bude přiznána nerovnost a charakter původního zdiva.
- Případná oprava spárování rezného zdiva bude provedena sanační omítkou. Vlastní odspárování bude provedeno v nezbytném rozsahu.
- Při konzervaci povrchu bude provedena aplikace hydrofobních a zpevňujících nátěrů – (např. Bornit SB3 reaktivní tekutina), při fixaci povrchu musí být zajištěna prodyšnost pro vodní páry při současném zpevnění povrchu do hloubky cca 5 mm bez výraznějších barevných změn. Zpevňování a hydrofobizace povrchu konstrukcí včetně spar musí mít dlouhodobou životnost a navíc musí být zajištěna kontinuita následné povrchové opravy povrchu v případě jeho úprav bez jakéhokoliv omezení.

4.3.6 Úpravy povrchů vnitřních

- Pro sjednocení stávajících a nových povrchů bude použita jednotná úprava minerálním štukem.
- Malířské úpravy budou provedeny pouze s použitím hmot s deklarovaným difúzním odporem $S_D < 0,1\text{m}$.
- V exponovaných prostorách může být proveden ošetravzdorný nátěr fasádní silikátovou barvou na sanačních a stávajících omítkách.

4.4 Ostatní

4.4.1 Bourací práce

- Budou odstraněny stávající zavhlé omítky do určených výšek a provedeny sanační omítky. Po otlučení omítek bude zdivo očištěno a včetně proškrábnutí spár do hloubky cca 10-20 mm. Bezodkladně je nutno odvézt rumisko (nebezpečí sekundární kontaminace zdiva solemi).
- V rámci stavební části budou vybourány stávající konstrukce podlah, v keramické dílně včetně jejich snížení pro vytvoření podlah nových.

4.4.2. Ostatní

- V prostorech interiéru 1.PP zajistit cirkulaci vzduchu a požadovanou relativní vlhkost (cca 55% při 20 °C) – důslednost nastavení odpovídajícího výkonu VZT (nucené větrání) a kontrolovat relativní vlhkost pomocí vlhkostních čidel. Toto řešit systémem aktivního VZT zařízení (prostory keramické dílny v západní části objektu). Nesmí v žádném případě po dokončené sanaci vlhkého zdiva (ale i v průběhu užívání objektu) dojít k situaci, že budou vznikat tepelné mosty a tím pádem vznik rosných bodů. (důsledky jsou kondenzace na povrchu konstrukcí, ztráta funkčnosti sanační omítky, výskyt plísní atd.). Je nutné taktéž zajistit odvětrání sociálních zařízení a dalších prostor, kde je toto vyžadováno.
- Při provádění nových ZTI instalací, k uchycení ve spodních partiích svislých konstrukcí v žádném případě nepoužívat sádku vzhledem k její vysoké hygroskopicitě, ale rychlovazný cement případně lepidlo na cementové bázi.

5. Stanovení podmínek pro provozování a údržbu sanovaných prostor

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

- Na všechny nátěry barev musí být kladen požadavek, aby jejich difúzní odpor byl nižší než difúzní odpor vrstev sanačních omítek (difúzní odpor $S_D < 0,1\text{m}$).
- Vnitřní vybavení nestavět přímo těsně na stěny, protože se tím omezuje nebo přímo znemožňuje vypařování a dochází ke vzniku vlhkostních map.
- Před, během a 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 vykvétáním solí.
- Po omítání musí být provedeno ve vnitřních prostorech intenzivní 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.
- Při provádění povrchových úprav - sanačních omítek, nesmí teplota vzduchu a podkladu (stěn a kleneb) klesnout pod 6°C.
- Dále je při využití místností nutno dbát na dobré provětrání.

6. Řízení jakosti a účinnosti provedených sanačních prací

- Doporučení - kontrolu jakosti a účinnosti provedených sanačních prací je možné řešit 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, v případě omítek se vzorky vysekávají z celé tloušťky omítky, 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 nad sebou od podlahy suterénních místností až do stropů.
- 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, 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 vlhkosti ve zdivu stanovuje ČSN P73 0610
- Pro posouzení vlastností sanačních omítek se kromě vlhkostní analýzy provedou i laboratorní rozborů 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 těch podmínek, nejsou-li podzemní a nadzemní konstrukce 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, dále 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.

7. Závěr

Při dodržení projektových parametrů a technologické kázně zhotovitele sanačních prací lze dodržet požadovanou záruční lhůtu a zabezpečit dlouhodobou účinnost provedených prací. Životnost objektu může být tímto výrazně prodloužena. Veškeré změny během výstavby budou řešeny a odsouhlaseny v rámci výkonu autorského dozoru projektanta stavby.

Přílohy:

- Půdorys 1.PP – sanace vlhkého zdiva
- Půdorys 1.NP – sanace vlhkého zdiva
- Detail č.1 – sanace vlhkého zdiva
- Detail č.2 a detail č.3 – sanace vlhkého zdiva

V Liberci, 20.10.2010

Zpracoval : Ing. Pavel Zejda, Ph.D.

Realsan Liberec

724 115 138, realsan.zejda@baurex.cz

Ing. Zdeněk Štefek

Realsan Liberec

602 285 683, realsan.stefek@baurex.cz