

## D.1 TECHNICKÁ ZPRÁVA

### SANACE VLHKÉHO ZDIVA V OBJEKTECH „DOMINIKÁNSKÝ KLÁŠTER“ A „KLÁŠTERNÍ KOSTEL ZVĚSTOVÁNÍ PANNY MARIE“ V ŠUMPERKU



#### ZADAVATEL

Město Šumperk  
nám. Míru 364/1  
787 01 Šumperk  
IČ: 00303461 | DIČ: CZ00303461

#### ZHOTOVITEL PROJEKTU SANACE

IZOLACE A SANACE ZDIVA – PRINS, s.r.o.  
Čechova 969/19, 750 02 Přerov  
IČ: 285 91 747 | DIČ: CZ28591747

#### DATUM

ZÁŘÍ 2022

#### STUPEŇ DOKUMENTACE

DPS

#### ZAKÁZKOVÉ ČÍSLO

23686

## **1. Základní údaje**

Zhotovitel části

sanace:

**IZOLACE A SANACE ZDIVA – PRINS, s.r.o.**

Čechova 969/19, 750 02 Přerov

IČ: 28591747

DIČ: CZ 28591747

Tel. 581 202 154

Fax: 581 703 379

www.sanace-zdiva.cz e-mail: prins@sanace-zdiva.cz

Předmět:

**SANACE VLHKÉHO ZDIVA V OBJEKTECH „DOMINIKÁNSKÝ KLÁŠTER“ A „KLÁŠTERNÍ KOSTEL ZVĚSTOVÁNÍ PANNY MARIE“ V ŠUMPERKU**

Obsah:

2. Návrh sanace
  3. SO 01 – Dominikánský klášter
  4. Popis jednotlivých zvolených technologií
  5. Stavebně-technické řešení
  6. Snížení vlhkosti zdiva a likvidace plísni
  7. Etapovitost prací
  8. SO 02 – Klášterní kostel Zvěstování Panny Marie
  9. Popis jednotlivých zvolených technologií
  10. Stavebně-technické řešení
  11. Měření a kontrola účinnosti systému pro systém elektroosmózy a dodatečných izolací
  12. Ostatní
  13. Kontrola jakosti a účinnosti provedených sanačních prací
  14. Výpis použitých norem, zákonů a vyhlášek
  15. Závěr
- Přílohy

## **2. Návrh sanace**

Při návrhu technologií na sanaci vlhkého zdiva vycházíme ze skutečnosti, že pro sanaci vlhkosti bylo nutno volit takové technologické postupy, které by zajistily spolehlivost provedení, jejich účinnost a zároveň by respektovaly různorodý charakter konstrukcí objektů. Na objekty nelze z těchto důvodů použít pouze jednu z variant sanačního řešení, ale sanaci je nutno provádět v kombinaci několika technologií.

S provedením vnějších vzduchoizolačních kanálků vzhledem k vysoké finanční náročnosti a dosaženému snížení vlhkosti není uvažováno. Vlastní provádění u Dominikánského kláštera je ale i ovlivněno členitostí půdorysu s vystupujícími pilíři a problémovým provedením systému přívodu a odvodu vzduchu, kdy by došlo k podstatným zásahům do fasády objektu.

Vzhledem k charakteru památkově chráněných objektů nebyly posuzovány dodatečné mechanické izolace a to jak, z hlediska přípustnosti se jedná o obtížně přijatelné technologie, tak i z hlediska stavebně technického provedení objektu, kdy by prostory s klenbami svým způsobem provedení mohly narušit tzv. celkovou stabilitu konstrukcí a mohlo by dojít k nekontrolovatelnému statickému narušení.

Předmětem návrhu sanačních opatření je řešení odstranění příčin vlhkosti z důvodu kapilární vzlinavosti v konstrukcích a odstranění lokálních příčin od působení atmosférických vlivů způsobujících zavlhání konstrukcí vč. odstranění důsledků vlhkosti.

**SANACE PROFESIONÁLNĚ**

**Obnova pískovcového soklu a zesilujících pilířů z kamenného režného zdiva není předmětem návrhu sanačních opatření.**

*Provedení obnovy stávajícího okapového chodníku po obvodu u Dominikánského kláštera (dvorní vnitřní část areálu kláštera a jižní strana v návaznosti na hřiště s asfaltovým povrchem) je nutno považovat za dlouhodobě provizorní a doporučujeme jej v budoucnu řešit dle námětů NPÚ v součinnosti s restaurováním pískovcových soklů v samostatném správním řízení.*

*Před zahájením zemních prací po obvodu v potřebném časovém předstihu bude rozsah prací konzultován s příslušnými orgány památkové péče a s organizací, oprávněnou k provádění archeologických výzkumů. Cílem tohoto opatření je koordinace uvedených úprav se zajištěním a provedením záchranného archeologického výzkumu, popř. výzkumu formou archeologického dohledu. Koordinaci těchto prací zajišťuje vlastník (investor) stavby.*

*Před jakýmkoliv odstraňováním povrchových úprav ve vyšších úrovních nad novodobými úpravami než stanoví návrh sanace bude posouzena tato nutnost za účasti zástupců NPÚ a teprve po odsouhlasení bude možno provést odstranění. V předstihu bude provedena sonda do omítek v sanované zóně pro ověření druhu, charakteru a souvrství omítek. V případě provádění prací, pokud dojde k neočekávaným nálezům maleb nebo starších omítkových vrstev, budou tyto práce zastaveny. V místech s případnými nálezy historických vrstev bude nutno provést restaurátorský průzkum a zpracován nový návrh k posouzení pro pokračování prací. Toto ale není předpokládáno, neboť v předchozím období byly provedeny novodobé úpravy jak vnitřních, tak vnějších omítek s vyšším obsahem cementu.*

*Před realizací nátěru soklové části fasády budou zástupcům památkové péče předloženy vzorky barevného nátěru. Barevné řešení, pokud bude realizováno, bude shodné se stávající úpravou.*

## **2.1 Všeobecné principy sanace vlhkého zdiva**

Pod pojmem sanace vlhkého zdiva se rozumí dosažení výrazného a trvalého snížení obsahu vlhkosti v podzemním a nadzemním zdivu staveb, které bylo dlouhodobě namáháno účinky zemní vlhkosti a po povrchu terénu stékající a od něho odstříkující srážkové vody. 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. Podle použitého hydroizolačního a vysušovacího principu se sanační způsoby, týkající se namáhání zdiva zemní vlhkostí rozdělují na přímé a nepřímé.

Metody přímé – Mezi technologie s absolutními účinky se zařazují způsoby mechanické jako vkládané hydroizolace do strojně nebo ručně proříznuté spáry nebo do probouraných otvorů ve zdivu a zarážení ocelových plechů do ložné spáry cihelných konstrukcí.

Z dalších metod přímých se jedná o infúzní a tlakové injektáže a o metody elektroosmotické na principu aktivní elektroosmózy, vzduchoizolační systémy aj.

Metody nepřímé – Tyto metody snižují hydrofyzikální namáhání konstrukcí. Spočívají hlavně v provádění drenáží podél obvodových stěn pod terénem, v úpravě vnitřního prostředí budov (přirozené a nucené větrání místností a prostor, zejména podzemních). V úpravě terénu vně staveb a ve vytváření vodonepropustných clon v okolí objektu, sanační omítkové systémy aj.



Upozorňujeme, že základním předpokladem úspěšné sanace vlhkosti je odstranění všech lokálních zdrojů vlhkosti, které jsou jiného charakteru, než přírodního (např. vadné dešťové svody, chybné spádování zpevněných ploch k objektu, vnější povrchové paroneprodyšné úpravy stěn, zatékání do objektu, poškozené instalační rozvody atd.). Objekty vzhledem ke stavebně-technickému provedení a charakteru objektu má řadu omezení v podobě rozdílných výškových úrovní konstrukcí, masivních konstrukcí zdiva, omezeného větrání, aj. Při návrhu je plně respektováno, že jde o památkově chráněné objekty a z tohoto důvodu jsou minimalizovány zásahy do historického zdiva. Současně je bráno v potaz, že jde u Dominikánského kláštera o využívané prostory pro školní budovu se specifickými hygienickými požadavky a u Klášterního kostela o prostory ke společenským účelům.

Návrh sanace je zpracován v souladu s ČSN P 730610 „Hydroizolace staveb – Sanace vlhkého zdiva – Základní ustanovení“ a souvisejících předpisů.

Po zvážení všech omezení, které byly dány konstrukcí a umístěním daných objektů, na základě předchozích průzkumů a po zvážení předností a nedostatků jednotlivých technologických postupů bude sanace vlhkého zdiva řešena v souladu s čl. 4.3 ČSN P 730610 pomocí přímých hydroizolačních metod následovně:

### **3. SO 01 – Dominikánský klášter**

#### Odstranění příčin vlhkosti

- Obvodové a částečně vnitřní zdivo objektu bude řešeno technologií aktivní (mírné-drátové) elektroosmózy. **Technologie elektroosmózy musí splňovat požadavky ČSN P 730610 a ÖNORM B 3355-2. Technologie musí být jednoznačně definována kladným a záporným pólem se současným napojením na zdroj elektrického proudu. Vyloučeny jsou technologie na principu magnetokinetických a elektrokinetických a technologií, pokud nebude zajištěna instalace se zabudováním (+) pólů do zdiva a funkčním uzemněním (–) pólu v navrženém počtu dle výkresové dokumentace. Budou použity materiály s dlouhodobou životností a nízkým provozovaným napětím (do cca 6 V).**
- V dostatečném časovém předstihu před stavebními pracemi bude na objektu nainstalována technologie elektroosmózy s omezeným počtem vodičů z důvodu částečného snížení vlhkosti, ale i snížení stupně zasolení pro následné provádění prací na povrchových úpravách. Instalace technologie a vyhodnocení vývoje změn vlhkosti v konstrukcích je do doby realizace sanačních opatření pro odstranění příčin vlhkosti. Instalace vyžaduje minimální stavební připravenost. Tato technologie bude demontována po uvedení aktivní (mírné-drátové) elektroosmózy do provozu.
- Vnitřní zdivo a zdivo atrie bude s provedením dodatečné dvouřadé horizontální izolace injektáží.
- Rubové izolace po obvodu.
- Z důvodu značné půdorysné členitosti zdiva v rajském dvoře (vystupující pilíře, návaznost na dešťové svody s lapači splavenin, hromosvody, vstupy do objektů aj.) bude rubová izolace řešena šterkovým zásypem s funkčním drenážním systémem napojeným do stávajících šachet, okapovým chodníkem z velkoplošných betonových dlaždic uložených do drenážního betonu a plošným geodrémem. Předpokládá se možnost využití stávající dlažby a šterkového zásypu. Nevhodný způsob provedením nopové fólie bez ukončovacích lišt, kde dochází k dotaci vlhkosti stékáním vody po fasádě bude plně odstraněn. Drenážní systém bude plně obnoven ve stávající trase, a to jak výškově, tak i směrově. Současně budou obnoveny části ležaté dešťové kanalizace od dešťových svodů se zaústěním do stávajících kanalizačních šachet.
- Podél východní průčelní fasády bude provedena rubová izolace pomocí těsnícího jílu s položením geodrénu a zpětnou obnovou pojezdových ploch ze žulové kostky. Současně bude provedeno odizolování pískovcového soklu ve spodní úrovni pomocí dilatační fólie od konstrukčních vrstev pojezdových ploch.

- Z jižní strany se suterénními prostory a vystupujícími zesilovacími pilíři je z důvodu masivnosti stěn řešeno odvlhčení zdiva pomocí aktivní (mírné-drátové) elektroosmózy. Po celé délce jižní fasády vč. pilířů bude proveden odkop do hloubky cca 80-90 cm s výplní těsnícím jílem a položením plošného geodrénu s přesahem min. 50 cm za hranu výkopu, aby byl zcela eliminován vliv depresního kuželu na nepodsklepenou část. Kotvící lišta geodrénu bude uložena pod úroveň okapového chodníku z velkoplošných betonových dlaždic. U jihovýchodního rohu s asfaltovou plochou bude provedena obdobná úprava na odizolování, ale povrchová úprava bude provedena zpětně v asfaltové úpravě. Samotná asfaltová plocha není předmětem návrhu sanačních opatření.
- Ze západní strany (ul. Kladská) bude rozebrána dlažba z velké kostky až po předělovací kamennou zídku bez zásahu a demontáže kamenného obrubníku mezi chodníkem a místní komunikací. Po provedeném výkopu pod úroveň cca -20 cm pod podlahu bude provedena rubová izolace pomocí těsnícího jílu. O způsobu provedení bude rozhodnuto dle zjištěných skutečností, kdy nelze vyloučit nefunkční novodobější úpravy s odvětráváním. Zpětné uložení kamenné dlažby do drenážního mezerovitého betonu s výplní spár materiálem se sníženou propustností. Povrchová úprava spár dlažby bude pro sjednocení povrchu se zásypem štěrkodrtí frakce 4-8 mm. Před demontáží dlažby bude provedena fotodokumentace stávajícího způsobu provedení dlažby. Obnova rubové izolace vzduchovým kanálkem po prověření způsobu provedení na západní straně (ul. Kladská) bude takto prováděna po částech, pokud nebude dohodnuto jinak. Na obnovu kanálku bude zpracována dodavatelská dokumentace s odsouhlasením NPÚ.  
Stávající betonový odvodňovací žlab ze západní strany od předělovací kamenné zídky po jihozápadní nároží bude nahrazen žlabem systémem pero-drážka, aby byl omezen průsak do podlaží. Současně bude odstraněn kořenový systém náletové zeleně. Odvod na stávající pozemní komunikaci se vpustí bude zachován. Okapový chodník z velkoplošných betonových dlaždic bude uložen do hubeného betonu, aby bylo zabráněno sesouvání dlažby, vyplavování podkladního štěrkopísku a zanášení vlastního žlabu a kanalizačního systému.
- Veškeré pískovcové prvky budou při provádění sanačních prací chráněny před znečištěním a poškozením fóliemi. Do pískovcových prvků nebude zasahováno.
- Poškozená vnitřní vedení od kanalizačních odpadů budou po monitorování opraveny jejich výměnou, popř. vložkováním (svislá stupačka v 1.NP se zatékáním do suterénu).

#### Odstranění důsledků vlhkosti

- Pro obnovu vnějších povrchů u soklové a nadsoklové části budou použity omítkové systémy na bázi trassvápenných systémů se zvýšenou odolností proti působení vlhkosti a solí. Malby budou silikátové s velmi nízkým difúzním odporem. Silikátové barvy jsou i z důvodu stávajícího mikroklimatu, kdy dochází na povrchu omítek ke vzniku sinic a řas. Do stávajícího pískovcového soklu nebude zasahováno a po dobu prací na povrchových úpravách bude chráněn před poškozením a znečištěním (PE fólie, geotextílie).
- Pro obnovu vnitřních povrchů stěn budou použity trassvápenné systémy s možností zamezit vzniku kondenzace a výskytu plísní. S použitím omítek na cementové bázi není uvažováno. Malby budou trassvápenné s velmi nízkým difúzním odporem.
- Vysoušení extrémně zvlhčených částí konstrukcí zdiva mikrovlnou technologií, popř. sálavými panely a snížení vysoké relativní vlhkosti vnitřního prostředí odvlhčovači (vyznačeno v dokumentaci).
- Pro neutralizaci zdiva s vysokým stupněm zasolení budou provedeny obětované omítky. Jedná se především o soklové části obvodového zdiva atria a lokálních míst v suterénu objektu (vyznačeno v dokumentaci).

- U režného zdiva v suterénních prostorách bude hrubé očištění nesoudržných částí omítek. Očištění bude mechanicky za použití rýžových kartáčů. Pro zvětšení odparné plochy a otevření pórovitosti zdiva pro odvod vodních par bude současně provedeno celoplošné propařování zdiva.
- V suterénních prostorách před zahájením prací bude provedena preventivní likvidace plísní a mikroorganismů pomocí ionizování z důvodu hygieny a bezpečnosti práce.

#### Ostatní – odstranění lokálních závad od působení atmosférických srážek

Ve vztahu na snížení vlhkosti obvodových stěn bude zejména následující:

- Zemní pláň dna výkopů budou mít dostatečný příčný sklon, aby byl zajištěn odvod případných prosakujících vod od objektu. Výkopy budou chráněny proti dešťovým srážkám zakrytím.
- Ukončovací lišty rubových izolací, resp. plošného geodrénu budou osazeny pod úroveň zádlažby, aby byl zachován vizuální vjem. Ukončovací lišta současně slouží pro oddílování konstrukční vrstvy zádlažby od konstrukcí objektu.
- V předstihu bude provedeno monitorování stávajícího odvodu srážkových vod z dešťových svodů pro ověření bezeškodného odvodu s napojením na areálovou a obecní kanalizaci. Současně bude provedeno monitorování odvodu z drenážního systému v prostoru atria.

#### **4. Popis jednotlivých zvolených technologií**

##### ➤ **Aktivní (mírná-drátová) elektroosmóza**

Technologie je navržena pro odvlhčení a odsolení obvodového a části vnitřního zdiva objektu. Pro instalaci pásových vodičů ( + pól) je uvažováno s jejich umístěním především do vnější nadsoklové části a částečně vnitřních degradovaných ploch. Pro instalaci tyčových elektrod ( - pól) je uvažováno s jejich umístěním především do výkopu pro rubovou izolaci a částečně v 1.PP.

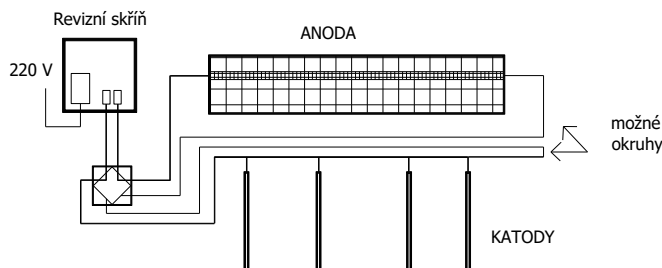
*Pro instalaci technologie drátové (mírné) elektroosmózy provádějící firma předloží osvědčení pracovníků pro montáž v souladu s vyhl. ČÚBP a ČBÚ č. 50/1978 Sb. „O odborné způsobilosti v elektrotechnice“ v platném znění.*

#### Popis technologie

Jedná se o ovlivnění pohybu tekuté fáze (mineralizované vody) pórovitou pevnou fází (materiálem) pod vlivem účinku stejnosměrného elektrického proudu. Systém předpokládá umístění elektrod ve zdech a v zemi, napájených elektrickým proudem s malým napětím. Původní běžně dostupné, avšak snadno korodovatelné materiály elektrod jsou v současnosti nahrazovány vysoce odolnými materiály. Elektrody se umísťují v předepsaných vzdálenostech do zdi a vzájemně se spolu vodivě propojují. Vzniklé elektrické pole brání kapilárnímu vztláčení vody. Vodiče jsou napojeny na řídicí systém, který reguluje množství elektrického proudu dle úrovně vlhkosti.

Elektroosmotický systém pro vybudování elektrického pole používá napětí max. 5 voltů (stejnosměrné napětí 2,8 V). Tímto nízkým napětím jsou dostatečně eliminovány nebezpečné reakce rozkladného účinku na malty a ocelové zabudované prvky ve zdivu.

Elektroosmotická technologie slouží pro odstranění příčin zemní vlhkosti a svým způsobem nahrazuje i svislou izolaci, a to především u stěn s větší šířkou. Elektroosmóza nepůsobí proti tlakové vodě ani proti lokálním poruchám (poškozené dešťové svody, průsaky do podlaží vlivem zatékání z přilehlých ploch aj). Při realizaci je nutno dbát na odizolování kovových (vodivých) prvků v rozsahu působnosti elektroosmózy.

Schéma elektroosmotického okruhuŘídící přístroj

Jedná se o digitální přístroj zobrazující měřené údaje (zejména o průtoku proudu v mA). Současně je zde zabudováno počítadlo provozních hodin, které kontroluje skutečné provozované hodiny (z důvodu výpadků v síti, popř. jiné poruchy či nezodpovědné odpojení od sítě). Pro řídicí jednotku je nutno zajistit dodávku el. energie – síťový rozvod 220 V/50 Hz ze samostatné jednofázové zásuvky (samostatné jištění z elektrorozvaděče) a výstupní revizní zprávu. Řídící jednotka bude osazena v prostorech na nepřístupném místě pro veřejnost. Na objektu budou osazeny 3 řídicí jednotky, jejich umístění je vyznačeno v dokumentaci. Napojení řídicí jednotky je na stávající zásuvkový obvod elektroinstalace.

Síťová elektroda (anoda + pól)

Kladná elektroda má tvar sítě výšky 250 mm s přiloženým zdrojovým kabelem (kontaktním vodičem) uchyceným prostřednictvím mechanických příchytů, přímo na připravený povrch zdiva. Síťové elektrody jsou vyrobeny z pletiva ze skleněných vláken potaženého elektricky vodivým lakem s grafitovou náplní.

Pro účinnost je vyžadována hustá soustava mřížek v rastru cca 25 a 100 ks na běžný metr vč. podélného zesílení pro zajištění účinnosti a bezproblémové přilnavosti ke zdivu. Síťová elektroda s kontaktním vodičem (+ pól) bude osazena v zóně degradovaných (obnovovaných) omítek. Její umístění bude upřesněno na základě % hmot. vlhkosti zdiva. Z jižní strany u zesilujících pilířů bude kladný pól osazen pod úroveň terénu v provedeném výkopu pro rubovou izolaci těsnícím jílem.

Kontaktní vodič

Jedná se o třívlákno z titanu – stříbro v poměru 3:4 obaleného umělou hmotou se speciální tvrzenou barvou na povrchu, aby byla zajištěna neporušenost vodiče při manipulaci a instalaci. Kontaktní vodič se skládá ze tří žil, kdy každá žila obsahuje 4 vlákna stříbra a 3 vlákna titanu. Případné použití samotného titanu bude posouzeno před realizací po přeměření elektrického potenciálu zdiva a odsouhlaseno generálním projektantem. Tato skladba je rozhodující pro zajištění standardního potenciálu a plné funkčnosti elektroosmotického systému. Plášť vodiče musí mít velmi nízký měrný odpor.

Kontaktní vodič je uložen v cca 1/3 výšky síťové elektrody. Je odolný vůči korozi a mechanickému poškození. Z vnější strany je opatřen drážkami zajišťující přidrženost po zaomítnutí ke kladné elektrodě. Všechny použité materiály splňují podmínky chemické, elektrochemické a biologické odolnosti.

Plášť vodiče je potažen elektricky vodivým lakem s grafitovou náplní a na síťovou elektrodu (v místě podélného zesílení) je přichycen umělohmotnými přípojkami. Ze západní strany na části zdiva z důvodu stavebnětechnického provedení (okna nad úroveň pískovcového obkladu) budou osazeny tyčové elektrody v délce cca 10 cm v osových vzdálenostech 60-80 cm (vzdálenost je odvislá od změření elektrického potenciálu).

**SANACE PROFESIONÁLNĚ**

**Zemní elektroda (katoda – pól)**

Funkcí záporné elektrody je vytvoření protipólu elektrody kladné, čímž dochází ke vzniku elektrického pole mezi oběma póly. Elektrody jsou dotovány stejnosměrným proudem z napáječe a budou instalovány šikmo pod nosnými zdmi. Katody jsou tyčové vyrobené z elektricky vodivého, grafitem plněného plastu. Jsou navzájem propojeny kabelem opatřeným dvojitém izolačním pláštěm. Průměry tyčí jsou cca 20 mm a jejich délka je cca 500 mm. Záporné elektrody budou rozmístěny po osových vzdálenostech do 4000 mm (viz. dokumentace) a navzájem propojeny. Osová vzdálenost stanovená projektantem v dokumentaci je závazná. Použití ocelových, popř. nerezových tyčí je vyloučeno. Zemní elektrody budou osazeny v úrovni podlah suterénu a ve sníženém přízemí (západní část fasády).

**Požadavky na zabudované komponenty mírné (drátové) elektroosmózy**

Dlouhodobou funkčnost mírné (drátové) elektroosmózy podmiňuje kvalita použitých prvků zařízení a materiálů. Sledovaným faktorem je elektrochemická odolnost elektrod, zejména odolnost anody, na které může docházet k oxidaci a následnému „anodickému rozpuštění“. Proces anodické rozpustnosti se řídí Faradayovým zákonem. Elektrochemická odolnost zední (kladné) elektrody určuje životnost a dobu, po kterou bude zařízení fungovat. Funkce zařízení je závislá na elektrických odporových poměrech v okruhu zdroj – zední elektroda – zdivo – zemní elektroda – zdroj. K největším změnám dochází tedy na anodě, která se elektrochemicky rozpouští a její elektrický přechodový odpor roste v čase.

**Zabudované komponenty kladné elektrody musí mít elektrochemický ekvivalent  $E_e$  nižší než  $1 \cdot 10^{-6}$  kg/A\*rok. Pro aktivní komponenty mírné (drátové) elektroosmózy je vyloučeno použití materiálu na bázi mědi, oceli, aj.**

**Elektrochemické ekvivalenty vybraných materiálů**

<b>Materiál</b>	<b>Přibližné hodnoty elektrochemického ekvivalentu <math>E_e</math> [kg/A*rok]</b>
<b>Měď (Cu)</b>	20
<b>Ocel (Fe)</b>	10
<b>Uhlík (C)</b>	1
<b>Ferosilicium (FeSi)</b>	0,2
<b>Platinovaný titan (Ti-Pt)</b>	$1 \cdot 10^{-6}$
<b>Titan s povlakem oxidů a vzácných kovů</b>	$4 \cdot 10^{-7}$

**Postup prací**

- Před zahájením je nutno, aby byly provedeny veškeré instalace, popř. založeny chráničky v prostoru realizované technologie
- Vyrovnání nerovností na povrchu stěn (po odstranění omítek)
- Přichycení síťové elektrody a propojovacího vodiče
- Aplikace kontaktní omítky
- Instalace zemních elektrod
- Napojení propojovacího vodiče
- Dodávka montáž řídicí jednotky s napojením na síťový rozvod

**Ostatní**

- Provozní náklady jsou zanedbatelné – cca 12 kW/rok (s postupným vysoušením v následujících letech jsou náklady nižší)

**SANACE PROFESIONÁLNĚ**



### Přednosti technologie

- Vysoušení zdiva probíhá bez stavebních prací, proto nemůže dojít k narušení statiky odvlhč. objektu, jeho stavební podstaty, a tudíž nemohou vzniknout na budovách žádné škody.
- Pro proces odvlhčování nejsou překážkou jakékoli tloušťky zdí. Lze proto odstranit vlhkost i z jinak velmi problematických konstrukcí.
- Vysoušení a odsolování zdiva probíhá v celém profilu stavebních konstrukcí.
- Vysoušení a odsolování zdiva probíhá v celém profilu stavebních konstrukcí.
- Při vysušování zdiva aktivní elektroosmózou jde o metodu, kdy dochází ke snížení stupně zasolení zdiva, tj. při nuceném pohybu iontů v elektrickém poli a migraci vody dochází k transportu stavebních vodorozpustných solí, které se usazují na povrchu. Úplné odstranění solí není prakticky nikdy možné, ale jde o minimalizaci negativních účinků a snížení jejich obsahu. Dále lze reálně počítat se skutečností, kdy difúzí vodních par ve zdivu dojde k přirozené migraci koncentrovaných iontů ve zdivu do míst s nižší koncentrací (tzv. působení osmotického tlaku).
- Vhodný časový předstih instalace technologie před následnými sanačními pracemi může podstatně pozitivně ovlivnit podmínky jejich provádění a ve svém důsledku tyto práce zjednodušit a zlevnit.
- Odvlhčení objektu se příznivě projeví na zlepšení vnitroklimatu.

### ➤ **Aktivní elektroosmóza (s omezeným počtem vodičů)**

*Technologie je navržena v dlouhodobém časovém předstihu. Instalace vyžaduje minimální stavební připravenost k narušení historického zdiva. Řídící jednotky budou napojeny na stávající zásuvkový obvod. Na objektu budou osazeny 2 řídící jednotky, jejich umístění je vyznačeno v dokumentaci.*

*Technologie elektroosmózy s omezeným počtem vodičů bude dočasně instalována pro konstrukce s navrženým odvlhčením aktivní (mírnou-drátovou) elektroosmózou. Tímto bude současně ověřena i funkčnost a správnost realizace elektroosmotické technologie aktivní (mírné-drátové) elektroosmózy a může dojít i ke snížení výměr sanovaných ploch. Po uvedení do provozu aktivní (mírné-drátové) elektroosmózy bude technologie aktivní elektroosmóza s omezeným počtem vodičů demontována.*

### Popis technologie

Technologie vysoušení zdiva na elektrofyzikálním principu vychází z obecně známých fyzikálních jevů, podle kterých elektromagnetické pole ovlivňuje chování vodních roztoků v tom smyslu, že ionty putují podle elektromagnetických siločar k zápornému a kladnému pólu.

Pozitivní ovlivnění objektu probíhá v celém dosahu elektromagnetického vysokofrekvenčního pole, jehož poloměr dosahuje u nejvýkonnějších modelů hodnoty 30 m. Podmínkou fungování systému je stavební propojenost konstrukcí, žádná, popř. alespoň omezená funkčnost hydroizolací a spolehlivé propojení řídící jednotky s katodou, tj. se Zemí. Postupné vysoušení je zvláště důležité u historických objektů, kde se vlhkostní poměry utvářely dlouhodobě.

### Hlavní části systému

- řídící jednotka je izolovaná a napájena síťovým napětím 230 V, 50 Hz.
- čidlo – snímá teplotu a vlhkost vzduch v bezprostředním okolí řídící jednotky.
- aktivní prvky – feritová anténa a kontaktní antény. Aktivní prvky jsou spojeny s řídící jednotkou koaxiálními kabely 50 Ω se standardními koncovkami.
- zemní tyč z nerezové oceli Ø 16 mm propojená jednožilným vodičem s podloží. Zemní tyč je jednostranně zašpičatěná, je dodávána standardně v délce 1,0 m. Při nepříznivých hodnotách zemního odporu (větší odpor než 990 Ω) se zemní tyč prodlužuje nástavky.

**SANACE PROFESIONÁLNĚ**

Umístění hlavních částí systému v objektu

a) řídící jednotka – V suterénu objektu budou umístěny 2 řídící jednotky (viz výkresová dokumentace). Výška fixace řídící jednotky na zeď a její poloha se řídí výhradně místními provozními podmínkami. Napájení řídící jednotky – vzhledem ke dvojitému jištění je přívod el. proudu řešen pouze dvoužilným vodičem délky 1,5 m, který je součástí dodávky technologie. Pro napájení musí být zajištěna samostatná jednofázová zásuvka s provozním napětím 230 V, 50 Hz s ochranou proti přepětí. Pro malý příkon řídící jednotky není příkon zásuvky předepsán, naprosto vyhovuje jištění 6 A. Je však nutno provozními opatřeními zajistit trvalou dodávku elektrického proudu.

Při přerušení dodávky el. proudu se funkce řídící jednotky automaticky obnoví. Krátkodobé výpadky dodávky elektrické energie (do 48 hod) ovlivní průběh procesu vysoušení pouze zanedbatelně.

b) vlhkostní čidlo – Čidlo bude umístěno v blízkosti řídící jednotky ve vzdálenosti cca 20 cm do speciálního držáku. Nevylučuje se umístění čidla do délky propojovacího mnohožilného kabelu od řídící jednotky. Zásah do spojovacího kabelu (prodloužení, zkrácení) není dovolen.

c) feritová anténa – bude umístěna v konstrukci zdi pod řídící jednotkou ve výšce cca 30 – 50 cm nad podlahou. Aktivní elektrické části (cívka s feritovým jádrem) jsou zapouzdřeny v plastovém obalu a vodivě propojeny se standardní koncovkou BNC, ke které se připojuje koaxiální kabel s impedancí 50  $\Omega$ , spojující feritovou anténu s příslušným vývodem na řídící jednotce. Feritová anténa se vkládá do vyvrtaného otvoru  $\varnothing$  30 mm ve zdi a fixuje se v něm rychletuhnoucím materiálem. V žádném případě nesmí být použita sádra. Ukládá se do hloubky vývrtu (cca 15 cm) tak, aby čelo plastového pouzdra s koncovkou BNC nevyčnívalo ze zdi.

kontaktní antény se dodávají ve tvaru šestihranné tyčinky délky 8 - 11 cm a jsou vyrobeny ze slitiny Al a Fe. Umožňují lepší vytvarování elektromagnetického pole a přenesení vysokofrekvenčního kmitočtu do problematických míst na okrajích silového pole. S řídící jednotkou jsou propojeny koaxiálním kabelem o impedanci 50  $\Omega$  standardní koncovkou BNC na straně řídící jednotky. Kontaktní antény budou vedeny po stěnách.

d) zemní tyč se osazuje do podloží objektu pod původní nulovou linii zavlhnutí, tj. naražením do předvrtaného otvoru o min. průměru 16 mm přímo v odvlhčovaném objektu. Při osazení platí, že průchod přes konstrukční vrstvy podlahy, ve které je zemní tyč osazena, je izolován vložením plastové chráničky, vlastní kontakt se zeminou podloží se tak odehrává až pod podlahou.

Zemní tyč je po naražení do podloží a po proměření zemního odporu standardními měřicími postupy a přístroji vodivě propojena s řídící jednotkou jednožilným izolovaným vodičem typu NYJM 1 x 6 mm<sup>2</sup>.

V případě, že zemní odpor překročí hodnotu 990  $\Omega$ , je nutno prodloužit zemní tyč výrobcem technologie běžně dodávanými prodlužovacími kusy v délkách 400 a 600 mm. Spojení zemní tyče s prodloužením je zajištěno vnitřním závitem na konci zemní tyče a osazením se závitem na prodlužovacím kusu.

Uvedení systému do provozu

Po předepsaném propojení všech hlavních částí se systém uvede do provozu připojením do samostatné zásuvky běžného jednofázového rozvodu elektrické energie 230 V, 50 Hz. Úspěšné zapojení je signalizováno na řídící jednotce rozsvícením zelené kontrolní diody a běžným provozním hlášením na displeji. Při přerušení dodávky elektrického proudu a jejím následném obnovení není potřeba provádět s řídící jednotkou jakékoliv manipulace. Činnost systému se obnoví automaticky.

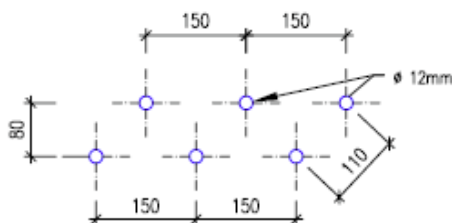
**➤ Dvouřadá injektáž akrylátovými gely vnitřní zdivo a obvodové zdivo atria**Popis technologie

Akrylátové gely jsou vícesložkové reakční pryskyřice na akrylátové bázi. Mají velmi nízkou viskozitu, která se přibližuje viskozitě vody. Po zreagování mísících přípravků se vytvoří elastický flexibilní hydrogel, který je schopen pojmout ohraničené množství vody pro dlouhodobé udržení mechanických vlastností.

Pracovní postup

- Provedení vrtů Ø 12 mm v osové vzdálenosti cca 100 – 150 mm ve 2 výškových úrovních a jejich vyčištění stlačeným vzduchem.
- Osazení pakrů Ø 14 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.
- Injektážní hmoty se aplikují v jednom pracovním kroku v plném objemu i v případě výskytu kaverny.
- Po injektáži se provede demontáž pakrů a případné zapravení vrtů (vlastní vrty nejsou již vyplňovány).

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

**SCHÉMA ROZMÍSTĚNÍ VRTŮ:****5. Stavebně-technické řešení****5.1 Provedení rubové izolace****➤ Provedení odkopu pro rubovou izolaci**

Po obvodu objektu bude proveden výkop pro provedení rubové izolace zdiva. Výkop bude proveden do cca 90 cm. Výkopy nesmí být pod úroveň základové spáry. Dno výkopu bude v příčném spádu min. 3 % od objektu. V horní úrovni výkopu bude proveden plošný geodrén pro zajištění účinného odvodu povrchových srážkových vod a omezení zasakování do konstrukcí obvodového zdiva. Před započítím výkopů bude provedena sonda. Obnažené základové zdivo se mechanicky očistí. Výkop bude zajištěn proti zatékání srážkových vod, aby nedocházelo k podmáčení dna výkopu srážkovou vodou. Zpětný zásyp nesmí být proveden zvodnělou zeminou či stavební sutí. Způsob a reálnost provedení výkopu je odvislé od charakteru podloží.

**SANACE PROFESIONÁLNĚ**

**Geotextilní drenážní vrstva (geodrénn)**

Zásah předpokládá plošný odkop (snížení úrovně terénu o cca 10 – 15 cm) podél obvodového zdiva na šířku cca 1,0 – 1,5 m s provedením zemní plně dle požadovaných spádů (min. 3% od objektu) s položením třírozměrného geotextilního drénu, který je určen k jímání a odvádění průsakových vod od atmosférických vlivů. Použití a pokládka geodrénnů je odvislá od charakteru způsobu provedení rubových izolací po obvodu. Přepoložení plošného geodrénnu je min. 0,5 m za vnější hranu výkopu, aby byl omezen tzv. vliv depresního kuželu od případného zasakování do podloží. Geodrénn se sestává z drenážní vrstvy a dvou vrstev netkané filtrační geotextilie, která tvoří filtrační obal drenážní vrstvy. Drenážní vrstva vyrobená z polypropylénových nebo polyetylénových monofilů se vyznačuje vysokou hydraulickou vodivostí, která zabezpečuje účinné a rychlé odvádění průsakových vod z přilehlého prostředí. Obalová filtrační geotextilie chrání drenážní vrstvu před zanášením částicemi přilehlé zeminy a zabezpečuje tak dlouholetou funkčnost celého systému. Obě vrstvy – drenážní i filtrační – jsou navzájem propojeny bodovými svary. Kombinace drenážních a filtračních vrstev je variabilní a je vyráběna ze 2 vrstev netkané filtrační geotextilie z polypropylénu o plošné hmotnosti 300 g/m<sup>2</sup>, mezi které je vložena drenážní vrstva složená ze 3 vrstev síťoviny z polypropylénových monofilů o celkové plošné hmotnosti 800 g/m<sup>2</sup>. Celková tl. drenážního prvku je cca 10 mm, celková hmotnost 1400 g/m<sup>2</sup>.

Při srovnání s drenáží z přírodního kameniva poskytuje tento systém řadu výhod, ke kterým patří např.:

- Vysoká drenážní účinnost
- Nepatrná konstrukční výška
- Nízká plošná hmotnost
- Flexibilita

➤ **Provedení štěrkového obsypu po obvodu objektu (rajský dvůr – atrium)**

Vlastní princip a provedení je vhodné použít u památkově chráněných objektů a u objektů s členitou a různorodou skladbou základového zdiva. Podstatou funkčnosti systému je zvětšení svislé odparné plochy základů spodní stavby, resp. nadzákladového zdiva a umožnění vydýchávání zemní vlhkosti v bezprostředním okolí objektu a tím snížení vlhkovostní zátěže sanovaných konstrukcí. Při navrženém způsobu odvlhčení je počítáno s tím, že vlhkost vztlínající z podzákladů do zdiva nadále zůstává. Všeobecně se dá předpokládat snížení hmotnostní vlhkosti ve zdivu o cca 2-3 % hm. Tento předpoklad snížení se může zdát nízký, ale je nutno si uvědomit, že postupem času by bez těchto provedených úprav došlo zcela jistě k dílčímu nárůstu vlhkosti zdiva dle jednotlivých klimatických období.

- Veškeré zemní práce budou prováděny ručním výkopem z důvodu obtížného přístupu, charakteru vyzdívání základového zdiva z lomového kamene aj.
- Očištění plochy kamenného zdiva od nalepené zeminy, jemné odspárování ložných spar, vyspravení a doklínování zdiva.
- Po celém obvodu výkopu, tj. na ploše kamenných základů a stěnách a dna výkopu bude položena geotextilie, která zabráni inertním materiálům z okolní zeminy a následně prováděným úpravám v rámci okapového chodníku promíchání a zanesení mezer v zárypovém kamenivu.
- Pro obsyp bude použito štěrku o frakci 32/63 mm, který bude vyplněn na celý profil výkopu. Zásyp je nutno provádět po vrstvách a kontrolovat neporušenost uložení geotextilie. Na dokončený zásyp bude opět přeložena geotextilie.
- Celá plocha výkopu pod budoucí okapový chodník bude vyplněna na výšku cca – 15 cm (od úrovně stávajícího terénu) štěrkovým zárypem frakce 8/16 mm), který slouží jako vyrovnávací podkladní vrstva pod plošnou drenáž.
- Odvedení případných průsakových vod zajišťuje třírozměrný geotextilní drén. Jeho způsob provedení zajišťuje oproti jiným technologiím účinné a rychlé odvádění průsakových vod a stálost drenážní a



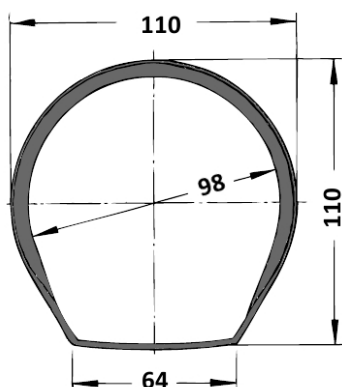
filtrační vrstvy. Okraj položeného drenážního systému bude cca 50 cm (dle možných podmínek) za provedeným výkopem.

- Nutnou součástí štěrkového zásypu po obvodu je provedení obnovy plně funkčního a kvalitního drenážního systému.

➤ **Drenážní systém (rajský dvůr – atrium)**

Ve spodní úrovni výkopu bude instalován (obnoven) drenážní systém pro odvod průsakových vod. Drenážní systém bude proveden směrově a výškově ve stávající trase. Na dně výkopu bude proveden podkladní beton v příčném spádu 2 % k drenážnímu potrubí, které bude v podkladním betonu zapuštěno. Drenážní potrubí bude z trub PVC nebo PE s pevným dnem a perforací ve 2/3 výšky po obvodě. Profil drenáže bude 110 mm. Drenážní potrubí do výšky cca 10 cm nad drenáž bude obsypáno lomovým, popř. říčním kamenivem frakce 8/16 mm. Ve vyšší úrovni štěrkového zásypu bude frakce 16/32 až 32/63. Celý drenážní systém bude obalen separační geotextilií o hmotnosti 200-300 g/m<sup>2</sup> proti zanášení inertními částicemi. Součástí drenážního systému budou systémové kontrolní plastové šachtice Ø 400 mm, které budou umístěny v lomech drenážního potrubí.

Napojení na stávající kanalizaci bude kanalizačním potrubím Ø150-200 mm přes kanalizační šachtu. Napojení na kanalizační šachtu bude min. 15 cm nad úroveň kanalizace. Při realizaci bude zvažena možnost provedení zpětné klapky z důvodu do budoucna možného zahlcení kanalizace při přívalových deštích. Drenážní potrubí bude provedeno pod úroveň dodatečných izolací zdiva. Pro zachycení povrchových vod bude nad štěrkovým zásypem drenáže proveden plošný geodrén, který zabráni infiltraci jílovitých částic a zpětně umožní odpar z podloží.



➤ **Provedení rubové izolace – těsnící jílová vrstva (průčelí fasád, jižní strana a část západní strany od ulice Kladská)**

Obnova rubové izolace bude provedena po vnějším obvodu obvodového zdiva v podobě aplikace přírodních těsnících jílových materiálů. Z vnější strany se předpokládá odkop do hloubky cca 0,9 m. Rubová těsnící izolace bude chráněna proti poškození od okolních vlivů separační geotextilií.

Těsnící jíly jsou spolehlivým přírodním prostředkem. Jíly neobsahují žádné nežádoucí příměsi. Jílovitá bariéra je vytvořena na fyzikálním principu a kopíruje nerovnosti zdiva bez omezení své funkce. Jílovitá těsnící izolace bude o mocnosti cca 50 cm. Ukončovací vrstva těsnícího jílu bude ochráněna před vysoušením v době provádění separační geotextilií, která bude nadále sloužit jako ochranná vrstva proti poškození.

Informativní parametry pro těsnící jíl z výroby:

Vlastnosti	Jíl písčitý
Třída/symbol	F4/CS
Mez tekutosti (%)	35,5
Mez plasticity (%)	20,2
Index plasticity (%)	15,3
Číslo konzistence	1,516 = pevná
Koeficient filtrace m/s po hutnění	$3,75 \times 10^{-9}$
Obsah organických látek (%)	7,55

Není vyloučeno použití jílu z místních zdrojů a zemníku, pokud bude vyhovovat potřebným parametrům na těsnost a způsob zpracování. Použitá geotextilie bude s gramáží min. 300 g/m<sup>2</sup> a při přeložení bude vzájemný přesah min. 30 cm.

## 5.2 Úprava povrchů vnitřních a vnějších

### 5.2.1 Svislé konstrukce

- Před zahájením prací na omítkových systémech a jejich povrchových úpravách je nutno, aby byly provedeny veškeré práce na všech druzích instalací.
- Pro provádění omítek je nutno zabezpečit a kontrolovat dodržování technologických postupů, při jejich aplikaci pomocí strojního zařízení a ručního provádění musí být zachována a zajištěna požadovaná technická charakteristika dodržením 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 omítkových systémů.

### 5.2.2 Obnova povrchů

- Poškozené omítky budou opraveny v rozsahu zavlhnutí dle návrhu sanačních opatření (úrovně budou stanoveny s časovým odstupem na základě měření po vyhodnocení účinnosti odvlhčení). Destrukce omítek, která byla způsobena krystalizací solí v povrchových vrstvách, resp. v zimním období zmrznutím, vedla ke stávajícímu mechanickému poškození. Negativní vliv má i zasakující voda z vrchních úrovní. Horní úroveň odstranění degradovaných omítkových systémů nebude zařezaná do ostré hrany z důvodu optimálního napojení na ponechané omítkové systémy. V případě provádění prací, pokud dojde k neočekávaným nálezům maleb nebo starších omítkových vrstev, budou tyto práce zastaveny. V místech s případnými nálezy historických vrstev bude nutno provést restaurátorský průzkum a zpracován nový návrh k posouzení pro pokračování prací.
- Pro obnovu vnějších a vnitřních omítek z důvodu vlhkosti, zasolení a s ohledem na klimatické podmínky budou použity omítky na bázi trassvápenných.
- Zdivo bude očištěno na zdravé jádro, bude přiznána nerovnost a charakter původního zdiva. Očištění režného zdiva bude pomocí rýžových kartáčů a propařováním konstrukcí.
- Zcela zdegradované zdivo a chybějící části bude vyměněno, resp. doplněno plnými pálenými cihlami.
- Po odstranění degradovaných omítkových systémů bude provedeno přeměření vlhkosti zdiva pro případnou lokální úpravu rozsahu obnovy omítkových systémů.
- Veškeré novodobé a nevhodné paroneprodyšné úpravy budou odstraněny.
- Při obnově fasády budou v sanované zóně obnoveny profilace dle dochovaných a dostupných dokumentací.

- Pro přilehlé zpevněné pochůzí plochy v bezprostředním okolí objektu je nutné, aby majetkový správce byl schopen garantovat, že z hlediska způsobu provedení nebude docházet k zatěžování vlhkosti od účinků atmosférických srážek do obvodových konstrukcí objektu.
- Před zahájením prací na omítkových systémech a jejich povrchových úpravách je nutno, aby byly provedeny veškeré práce na všech druzích instalací.
- Barevné řešení bude ve shodném odstínu fasády, pro vlastní malby jsou vyžadovány silikátové nátěry o velmi nízkém difuzním odporu ( $S_D < 0,1$  m). Před realizací nátěru fasády budou zástupcům památkové péče předloženy vzorky barevného nátěru. Povrchová úprava omítek bude provedena štukem s obdobnou granulometrií jako stávající štuk. Z tohoto důvodu bude proveden vzorek jak barevnosti, tak i pro stanovení granulometrie štuky za účasti zástupců NPÚ.

#### ➤ Omítky vnější a vnitřní

Omítkové systémy pro obnovu povrchů budou trasvápenného charakteru. Omítky budou plně v souladu se směrnici WTA 2-9-04 a ČSN EN 998-1. Před aplikací bude doložen platný certifikát s platností k datu provádění.

Omítkový systém musí splňovat požadavky pro opravy, renovaci a sanaci vlhkého zdiva i zatížení vodorozpuštěných stavebně škodlivých solí a musí deklarovat vhodnost použití ve vnitřních i vnějších prostorách na rozdílném charakteru zdiva (cihla, smíšené zdivo aj.).

Základní požadované vlastnosti omítkového systému:

- Trasvápenná sanační omítka s určením pro obnovu poškozených povrchů zdiva.
- Pojivo s vysokou odolností proti síranům a nízkým obsahem alkálií.
- Snadná zpracovatelnost pro ruční i strojní nanášení ve větších tloušťkách.
- Odolnost proti solím (zejména síranům) s vysokým podílem aktivního objemu pórů ( $> 40\%$ ).
- Omezení vzniku kondenzací na povrchu (u vnitřních prostor).
- Pro zajištění případné obnovy či dožití musí omítka splňovat snadné odstranění, aby nedocházelo k poškození stávajícího zdiva. Omítka bude v třídě pevnosti M5 dle ČSN EN 998-2, tj. s pevností tlaku (po 28 dnech)  $\geq 6$  N/mm<sup>2</sup> (6 MPa). Stávající zdivo je s pevností v tlaku dle charakteru složení 15 – 20 N/mm<sup>2</sup> (MPa). Tyto parametry jsou určující pro vhodnost použití z hlediska pevnostních charakteristik.
- Omítky budou o nízké objemové hmotnosti, kdy je uvažována spotřeba cca 12 kg/m<sup>2</sup> na každý centimetr tloušťky omítky.
- Při vlastní aplikaci je nutno dodržet technologický postup výrobce.

#### Údaje o výrobku (podkladní omítka)

Pórovitost:	$> 45\%$ obj.
Přidržitost (doporučeno:	$\geq 0,08$ N/mm <sup>2</sup>
Pevnost v tlaku:	CS II
Kapilární absorpce vody:	$W_{24} > 1,0$ kg/m <sup>2</sup>
Hloubka vniknutí vody:	$> 5$ mm
Součinitel odporu proti difúzi vodních par $\mu$ :	$< 18$
ČSN EN 998-1 „Chování při požáru“	Eurotřída A1
Hydraulické trasové vápno	ČSN EN 459

➤ **Odsolení zdiva obětovanými omítkami**

- Pro snížení stupně zasolení bude u soklové části atria jižní fasády s vystupujícími pilíři a lokálně na východní a západní fasádě použito způsobů, které nemohou negativně ovlivnit stav zdiva pro následné povrchové úpravy. Obdobně odsolení bude v suterénních prostorech.
- Po odstranění degradovaných omítek, očištění zdiva kartáči a vyškrabání spár ve zdivu, bude aplikována hubená vápenná omítka. Složení malty v poměru vápno a písek cca 1:4, vodní součinitel bude určen na základě vlhkosti písku pro směs pro ruční omítání, tl. malty 20 mm. Po úplném vyschnutí malty (cca po 4-5 týdnech) bude malta osekána, vyškrabána ze spár cihelného zdiva, ty budou vyškrabány a suť bude vyvezena na skládku. Pro odsolení zdiva se předpokládá 1 cyklus. Pro záměsovou vodu je nutno použít destilovanou tzv. hladovou vodu o pH < 7,5.
- Jeden cyklus je stanoven s ohledem na skutečnost, že stávající omítky budou ponechány po dobu cca 2-3 měsíců od uvedení elektroosmózy do provozu a takto budou považovány za tzv. omítky obětované. Dalším stupněm pro snížení salinity zdiva bude propařování konstrukcí.
- Odsolení zdiva obětovanými omítkami je v rozsahu vysoušení zdiva (vyznačeno v dokumentaci).

### **5.3 Prostupy v konstrukcích**

Stávající netěsné prostupy od přípojek budou dotěsněny při provádění stavebních prací, pokud budou dotčeny. Přechod přes stěnu bude tlakově utěsněn s použitím materiálů na bentonitové bázi.

### **5.4 Bourací práce**

Budou odstraněny stávající zavlhlé omítky do určených výšek a provedeny nové omítky. Po otlučení omítek bude zdivo očištěno a odspárováno do hloubky cca 25 mm. Bezodkladně je nutno odvézt rumisko (nebezpečí sekundární kontaminace zdiva solemi). Rozsah odstranění omítek bude stanoven po vyhodnocení účinnosti technologií pro odvlhčení zdiva a přeměření vlhkosti zdiva.

## **6. Snížení vlhkosti zdiva a likvidace plísní**

V lokálně extrémně zamokřených místech, tj. >10 % hm. vlhkosti a předpokládaného zasolení konstrukcí, bude provedeno snížení vlhkosti zdiva. Pro předsušení zdiva bude použita technologie mikrovlnného vysoušení či sálavých panelů. Snížení vlhkosti bude provedeno na úroveň cca 7 % hm. vlhkosti zdiva. Jedná se především o zdivo, které bylo dlouhodobě zatěžováno vlhkostí. Základním předpokladem použití je provedení odvlhčení zdiva v dostatečném předstihu pomocí přímých technologií pro sanaci zdiva (elektroosmóza) a odstranění lokálních závad od podmačení zdiva. Vysoušení zdiva bude v rozsahu ploch obětovaných omítek. Současně bude provedena celková desinfekce suterénních prostor.

➤ **Dezinfekce suterénních prostor (1.PP)**

Vzhledem ke kontaminaci povrchů prostor zasažených plísněmi a mikroorganismů bude provedeno preventivní opatření pro kompletní dezinfekci pomocí aktivního ozonu (aktivní kyslík). Ozon zcela účinně likviduje mikroskopické částice všech zdraví škodlivých organismů vč. bakterií. Při jeho aplikaci je současně odstraňován nepříjemný zápach se zatuchlinou. Generátor ozónu produkuje z kyslíku ozon (O<sub>3</sub>), a takto vzniklý plyn je vháněn do prostoru, kde molekuly ozonu aktivně pronikají do buněk mikroorganismů a likviduje jejich strukturu a následně se přemění na neškodný kyslík (O<sub>2</sub>). Prostory v době aplikace musí být uzavřeny a poté řádně vyvětrány. Vzhledem k vysoké koncentraci ozonu je nutno dodržovat bezpečnostní opatření, pracovníci musí být vybaveni ochrannými prostředky a řádně proškoleni.



- Pro aplikaci budou použity generátory ozónu o rozdílných výkonových parametrech výkonu cca 100 m<sup>3</sup> – 800 m<sup>3</sup>, kdy pro větší prostory jak 800 m<sup>3</sup> je možno generátory ozónu kombinovat.
- Vlastní prostory budou ošetřovány podle jednotlivých sekcí, a tyto budou od ostatních odděleny zábranami.
- Napojení agregátu bude ze stávajícího zásuvkového rozvodu pomocí propojovacích kabelů. Spotřeba agregátů je velmi nízká a pohybuje se v hodnotách cca 55 W – 270 W.
- Prostory po provedení dezinfekcí budou vyvětrány pomocí přirozeného příčného větrání.
- Vzhledem k celkové kontaminaci bude prostorová dezinfekce provedena ve dvou cyklech.

➤ Technologie mikrovlnného vysoušení zdiva – použití u masivnějších konstrukcí a bez instalací ve zdivu

Technologie odvlhčení mikrovlnným vysoušením zdiva – využívá vysokofrekvenční energii, která vzniká v elektronce zvané magnetron, kde se mění elektrická energie na mikrovlnnou. Mikrovlny přitahují a absorbují molekuly vody, kde způsobují vibraci molekul. Přitom vzniká tření, třením teplo a dochází k poměrně rychlému zahřátí vody (pouze ve zdivu). Doba vysoušení je odvislá od stupně zavlhnutí konstrukce, materiálu a síle zdiva.

Vhodnost použití bude posouzena při vlastní realizaci. V případě mikrovlnného vysoušení je nutno omezit provoz a práce v oblasti vysoušení, ale i přijmout bezpečnostní opatření z hlediska zamezení vlivu negativního působení vlivem a záření. Snížení vlhkosti je předpokládáno na hodnotu cca 7% hmotnostní vlhkosti. Mikrovlnnou technologií budou likvidovány i škodlivé mikroorganismy a jejich zárodky ve zdivu.

➤ Technologie sálavých panelů – použití u subtilnějších konstrukcí a u instalací ve zdivu

Samotné vysoušení probíhá tak, že vlhkost ve zdivu postupuje k teplejšímu povrchu a vystupující vodní páry jsou v prostoru mezi sálavým panelem a konstrukcí odváděny do prostoru. Rychlost vysoušení je velmi pozvolná a závisí na vytvořeném teplotním spádu ve zdivu, tj. teplotou 40 - 50 °C na vnitřním povrchu stěny a nižší teplotou na rubovém povrchu. Teplota v konstrukci prohříváním dosáhne cca 80°C. Sálavý panel pracuje s teplotním spádem ve zdivu a rozdílem relativních vlhkostí vzduchu. Sálavý panel vysouší plochu, kterou ohřívá. Při větším počtu sálavých panelů je nutno zapojení na rozvod 400 V. Technologie bude použita na konstrukcích, kde mikrovlnné vysoušení by bylo problematické.

Kondenzační vysoušeče – vnitřní suterénní prostory v plném rozsahu

Pro snížení dodané technologické vlhkosti v konstrukcích suterénu budou následně použity technologie na principu kondenzačních či adsorpčních. O vhodnosti použití bude rozhodnuto dle klimatických podmínek a teploty vnitřního prostředí. Při teplotách nižších než +15°C budou použity adsorpční vysoušeče, při teplotách vyšších jak 15°C budou použity kondenzační vysoušeče. Pro omezení vlivu lidského činitele a zajištění provozních podmínek bude stanoven bezobslužný provoz vysoušecích technologií. Před zahájením vysoušení bude prostor zcela uzavřen, aby nedocházelo ke vlivu venkovního prostředí z hlediska dotace relativní vlhkosti.

Základním předpokladem pro zahájení vysoušení je odstranění veškerých příčin vlhkosti, a to jak charakteru lokálního, ale i z hlediska plošných poruch či provedení souvisejících stavebních úprav v prostoru sanovaných konstrukcí.

## **7. Etapovitost prací**

### I. etapa

- Instalace technologie elektroosmózy s omezeným počtem vodičů (dočasná instalace)
- Odvlhčení objektu technologií aktivní (mírné – drátové) elektroosmózy
- Dodatečná horizontální izolace injektáží

- Rubové izolace vč. souvisejících stavebně montážních prací (výkopy, rubové izolace, obnova vzduchového kanálku, rozebrání a zpětné úpravy povrchů, drenážní systém).

## II. etapa

- Odvětrávání suterénu
- Osekání omítek v 1NP a 1PP a vnějších omítek vč. odsolení zdiva omítkami obětovanými
- Vysoušení zdiva, odsolení omítek propařováním
- Demontáž a zpětná montáž otopných těles vč. překotvení elektroinstalací
- Obnova omítek v 1NP

## III. etapa

- Obnova omítek vnitřních v 1PP
- Obnova omítek vnějších

## **8. SO 02 – Klášterní kostel Zvěstování Panny Marie**

### Odstranění příčin vlhkosti a odvlhčení objektu

- Odvlhčení vnějšího obvodového zdiva objektu technologií aktivní (mírné-drátové) elektroosmózy pro konstrukce věže a přilehlých prostor, zdivo presbytáře a boční lodě. Technologie elektroosmózy musí splňovat požadavky ČSN P 730610. Použití systémů na principu magnetokinetických či elektrokinetických není uvažováno.
- Drenážní systém od vstupního průčelí, bočních chrámových lodí a části presbytáře vč. rubové izolace šterkovým obsypem. Hloubky výkopů budou pokud možno přizpůsobeny výškovým úrovním v návaznosti na úroveň podlah kostela, pokud to dovolí stavebně-technické provedení spodní stavby a navazující úrovně okolních zpevněných ploch.
- Rubová izolace jílovitým těsněním po obvodu presbytáře (východní strana) bude doplněna plošným geodrénem pro odvod průsakových dešťových vod.
- Součástí drenážního systému a rubových izolací je demontáž a zpětná montáž kamenné dlažby po obvodu kostela se zpětným uložením do drenážního (hubeného) betonu.
- Veškeré pískovcové prvky budou při provádění sanačních prací chráněny před znečištěním a poškozením fóliemi. Do pískovcových prvků nebude zasahováno.

### Doplňující sanační technologie

- Aplikace sanačních omítkových systémů se zvýšenou odolností proti solím a obětované omítky s protisolným opatřením ve vnitřních a vnějších prostorech. Budou použity omítky na bázi vápna.
- Odstranění lokálních vlivů způsobujících zvlhčování konstrukcí, které jsou jiného charakteru než přírodního.
  - Zemní úpravy v prostoru sochy sv. Jana Nepomuckého a zpevněné plochy u presbytáře vedlejší lodi.
  - Obnova odvětrávání vzduchového kanálku (bude řešeno samostatně mimo rámec navržených sanačních opatření). V rámci sanačních opatření bude provedeno jeho pročištění, tj. odstranění pavučin a současně monitorování a kontrola proudění vzduchu. Pro obnovu kanálku bude zpracována dodavatelská dokumentace s odsouhlasením NPÚ.
  - Kontrola funkčnosti dešťových svodů (monitorování pro ověření bezezškodnosti odvodu).

**Ostatní** (není součástí sanačního návrhu, bude řešeno v samostatném správním řízení)

**SANACE** PROFESIONÁLNĚ

- Obnova pískovcového obložení průčelí soklové části při vstupu do kostela.
- Obnova pískovcových portálů při vstupech do objektu.
- Renovace sochy sv. Jana Nepomuckého.
- Odvětrávání prostor sociálního zázemí (bude řešeno v rámci zachovné údržby při využití stávajícího průduchu).

## **9. Popis jednotlivých zvolených technologií**

### ➤ **Aktivní (mírná-drátová) elektroosmóza**

Technologie je navržena pro odvlhčení obvodového a části vnitřního zdiva objektu. Pro instalaci pásových vodičů ( + pól) je uvažováno s jejich umístěním především do vnějších a částečně vnitřních degradovaných ploch. Pro instalaci tyčových elektrod ( - pól) je uvažováno s jejich umístěním především do výkopu pro rubovou izolaci a částečně v 1.NP (vstupní chodba pod věží).

*Pro instalaci technologie drátové (mírné) elektroosmózy provádějící firma předloží oprávnění pracovníků pro montáž v souladu s § 14 vyhl. ČÚBP a ČBÚ č. 50/1978 Sb. „O odborné způsobilosti v elektrotechnice“ v platném znění.*

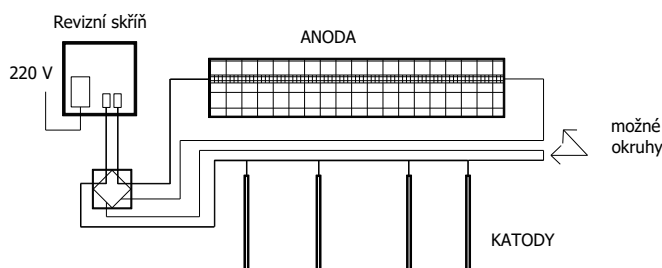
### Popis technologie

Jedná se o ovlivnění pohybu tekuté fáze (mineralizované vody) pórovitou pevnou fází (materiálem) pod vlivem účinku stejnosměrného elektrického proudu. Systém předpokládá umístění elektrod ve zdech a v zemi, napájených elektrickým proudem s malým napětím. Původní běžně dostupné, avšak snadno korodovatelné materiály elektrod jsou v současnosti nahrazovány vysoce odolnými materiály. Elektrody se umísťují v předepsaných vzdálenostech do zdi a vzájemně se spolu vodivě propojují. Vzniklé elektrické pole brání kapilárnímu vztlínání vody. Vodiče jsou napojeny na řídicí systém, který reguluje množství elektrického proudu dle úrovně vlhkosti.

Elektroosmotický systém pro vybudování elektrického pole používá napětí max. 5 voltů (stejnosměrné napětí 2,8 V). Tímto nízkým napětím jsou dostatečně eliminovány nebezpečné reakce rozkladného účinku na malty a ocelové zabudované prvky ve zdivu.

Elektroosmotická technologie slouží pro odstranění příčin zemní vlhkosti a svým způsobem nahrazuje i svislou izolaci, a to především u stěn s větší šířkou. Elektroosmóza nepůsobí proti tlakové vodě ani proti lokálním poruchám (poškozené dešťové svody, průsaky do podloží vlivem zatékání z přilehlých ploch aj). Při realizaci je nutno dbát na odizolování kovových (vodivých) prvků v rozsahu působnosti elektroosmózy.

### Schéma elektroosmotického okruhu

**SANACE PROFESIONÁLNĚ**

### Řídící přístroj

Jedná se o digitální přístroj zobrazující měřené údaje (zejména o průtoku proudu v mA). Současně je zde zabudováno počítadlo provozních hodin, které kontroluje skutečné provozované hodiny (z důvodu výpadků v síti, popř. jiné poruchy či nezodpovědné odpojení od sítě). Pro řídicí jednotku je nutno zajistit dodávku el. energie – síťový rozvod 220 V/50 Hz ze samostatné jednofázové zásuvky (samostatné jištění z elektrorozvaděče) a výstupní revizní zprávu. Řídící jednotka bude osazena v prostorech na nepřístupném místě pro veřejnost. Budou osazeny 2 řídicí jednotky a jejich umístění je vyznačeno v dokumentaci. Napojení řídicí jednotky je součástí rozvodů elektroinstalace.

### Síťová elektroda (anoda + pól)

Kladná elektroda má tvar sítěky výšky 250 mm s přiloženým zdrojovým kabelem (kontaktním vodičem) uchyceným prostřednictvím mechanických přichytek, přímo na připravený povrch zdiva. Síťové elektrody jsou vyrobeny z pletiva ze skleněných vláken potaženého elektricky vodivým lakem s grafitovou náplní.

Pro účinnost je vyžadována hustá soustava mřížek v rastru cca 25 a 100 ks na běžný metr vč. podélného zesílení pro zajištění účinnosti a bezproblémové přilnavosti ke zdivu. Síťová elektroda s kontaktním vodičem (+ pól) bude osazena v zóně degradovaných (obnovovaných) omítek. Její umístění bude upřesněno na základě % hmotnostní vlhkosti zdiva. Síťová elektroda bude osazena po vnějším obvodu a částečně z vnitřních prostor při vstupu do kostela.

### Kontaktní vodič

Jedná se o třívlákno z titanu – stříbro v poměru 3:4 obaleného umělou hmotou se speciální tvrzenou barvou na povrchu, aby byla zajištěna neporušenost vodiče při manipulaci a instalaci. Kontaktní vodič se skládá ze tří žil, kdy každá žíla obsahuje 4 vlákna stříbra a 3 vlákna titanu. Tato skladba je rozhodující pro zajištění standardního potenciálu a plné funkčnosti elektroosmotického systému. Plášť vodiče musí mít velmi nízký měrný odpor.

Kontaktní vodič je uložen v cca 1/3 výšky síťové elektrody. Je odolný vůči korozi a mechanickému poškození. Z vnější strany je opatřen drážkami zajišťující přidrženost po zaomítnutí ke kladné elektrodě. Všechny použité materiály splňují podmínky chemické, elektrochemické a biologické odolnosti.

Plášť vodiče je potažen elektricky vodivým lakem s grafitovou náplní a na síťovou elektrodu (v místě podélného zesílení) je přichycen umělohmotnými přípojkami.

### Zemní elektroda (katoda – pól)

Funkcí záporné elektrody je vytvoření protipólu elektrody kladné, čímž dochází ke vzniku elektrického pole mezi oběma póly. Elektrody jsou dotovány stejnosměrným proudem z napáječe a budou instalovány šikmo pod nosnými zdmi. Katody jsou tyčové vyrobené z elektricky vodivého, grafitem plněného plastu. Jsou navzájem propojeny kabelem opatřeným dvojítm izolačním pláštěm. Průměry tyčí jsou cca 20 mm a jejich délka je cca 500 mm. Záporné elektrody budou rozmístěny po osových vzdálenostech do 5000 mm (viz. dokumentace) a navzájem propojeny. Osová vzdálenost stanovená projektantem je závazná. Použití ocelových, popř. nerezových tyčí je vyloučeno.

### Požadavky na zabudované komponenty mírné (drátové) elektroosmózy

Dlouhodobou funkčnost mírné (drátové) elektroosmózy podmiňuje kvalita použitých prvků zařízení a materiálů. Sledovaným faktorem je elektrochemická odolnost elektrod, zejména odolnost anody, na které může docházet k oxidaci a následnému „anodickému rozpuštění“. Proces anodické rozpustnosti se řídí Faradayovým zákonem. Elektrochemická odolnost zední (kladné) elektrody určuje životnost a dobu, po kterou bude zařízení fungovat. Funkce zařízení je závislá na elektrických odporových poměrech v okruhu



zdroj – zední elektroda – zdivo – zemní elektroda – zdroj. K největším změnám dochází tedy na anodě, která se elektrochemicky rozpouští a její elektrický přechodový odpor roste v čase.

Zabudované komponenty kladné elektrody musí mít elektrochemický ekvivalent  $E_e$  nižší než  $1 \cdot 10^{-6}$  kg/A\*rok. Pro aktivní komponenty mírné (drátové) elektroosmózy je vyloučeno použití materiálu na bázi mědi, oceli, aj.

#### Elektrochemické ekvivalenty vybraných materiálů

Materiál	Přibližné hodnoty elektrochemického ekvivalentu $E_e$ [kg/A*rok]
Měď (Cu)	20
Ocel (Fe)	10
Uhlík (C)	1
Ferosilicium (FeSi)	0,2
Platinovaný titan (Ti-Pt)	$1 \cdot 10^{-6}$
Titan s povlakem oxidů a vzácných kovů	$4 \cdot 10^{-7}$

#### Postup prací

- Před zahájením je nutno, aby byly provedeny veškeré instalace, popř. založeny chráničky v prostoru realizované technologie
- Vyrovnání nerovností na povrchu stěn (po odstranění omítek)
- Přichycení síťové elektrody a propojovacího vodiče
- Aplikace kontaktní omítky s povrchovou úpravou pro omezení vlivu atmosférických srážek
- Instalace zemních elektrod
- Napojení propojovacího vodiče kladného a záporného pólu do řídicí jednotky
- Dodávka montáž řídicí jednotky s napojením na síťový rozvod

#### Ostatní

- Provozní náklady jsou zanedbatelné – cca 12 kW/rok (s postupným vysoušením v následujících letech jsou náklady nižší)

#### Přednosti technologie

- Vysoušení zdiva probíhá bez stavebních prací, proto nemůže dojít k narušení statiky odvlhč. objektu, jeho stavební podstaty, a tudíž nemohou vzniknout na budovách žádné škody.
- Pro proces odvlhčování nejsou překážkou jakékoli tloušťky zdí. Lze proto odstranit vlhkost i z jinak velmi problematických konstrukcí.
- Vysoušení a odsolování zdiva probíhá v celém profilu stavebních konstrukcí.
- Při vysušování zdiva aktivní elektroosmózou jde o metodu, kdy dochází ke snížení stupně zasolení zdiva, tj. při nuceném pohybu iontů v elektrickém poli a migraci vody dochází k transportu stavebních vodorozpustných solí, které se usazují na povrchu. Úplné odstranění solí není prakticky nikdy možné, ale jde o minimalizaci negativních účinků a snížení jejich obsahu. Dále lze reálně počítat se skutečností, kdy difúzí vodních par ve zdivu dojde k přirozené migraci koncentrovaných iontů ve zdivu do míst s nižší koncentrací (tzv. působení osmotického tlaku).
- Vhodný časový předstih instalace technologie před následnými sanačními pracemi může podstatně pozitivně ovlivnit podmínky jejich provádění a ve svém důsledku tyto práce zjednodušit a zlevnit.

**SANACE PROFESIONÁLNĚ**

## **10. Stavebně-technické řešení**

### **10.1 Zemní práce – součást stavebního řešení**

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

- Výkop a zpětný zásyp, odvoz přebytečného výkopku na skládky.
- Očištění zdiva s vyspárováním a jeho vyspravením.
- Provedení štěrkového obsypu a jílovitého těsnění.
- Obnova drenážního systému s napojením na stávající odvody z dešťových svodů.
- Jílovitá zátka (těsnění) po obvodu presbytáře.

### **10.2 Rubová izolace obvodových stěn**

Vzhledem k tomu, že byly provedeny kopané sondy pro ověření průběhu nadzákladového zdiva a z tohoto důvodu se dá předpokládat nerovinatost v jednotlivých částech objektu a vystupující části zdiva mimo profil konstrukce, bude rubová izolace po obvodu věže, chrámové lodi řešena štěrkovým zásypem s drenážním systémem a po obvodu presbytáře jílovitou zátkou.

#### **➤ Provedení štěrkového zásypu po obvodu objektu**

Vlastní princip a provedení je ve své podstatě velmi jednoduché a je vhodné jej použít za předpokladu, že jsou pro daný objekt vytvořeny podmínky. Z tohoto důvodu je způsob provádění používán zejména u památkově chráněných objektů, popř. u objektů s členitou a různorodou skladbou základového zdiva. Podstatou funkčnosti systému je zvětšení svislé odparné plochy základů spodní stavby resp. nadzákladového zdiva a umožnění vydýchávání zemní vlhkosti a tím snížení vlhkostní zátěže sanovaných konstrukcí. Při navrženém způsobu odvlhčení je počítáno s tím, že voda vztlínající z podzákladí do zdiva nadále zůstává (v případě kdy by nebylo zdivo odvlhčováno). Všeobecně se dá předpokládat snížení hmotnosti vlhkosti ve zdivu o cca 2 % hm. Předpoklad o snížení cca 2 hm se může zdát velmi nízkým, ale je nutno si uvědomit, že postupem času bez těchto provedených úprav by došlo zcela jistě k dílčímu nárůstu vlhkosti zdiva dle jednotlivých klimatických období.

- Veškeré zemní práce budou prováděny ručním výkopem z důvodu obtížného přístupu, charakteru vyzdívání základového zdiva z lomového kamene aj.
- Očištění plochy kamenného zdiva od nalepené zeminy, jemné odspárování ložných spar, vyspravení a doklínování zdiva.
- Po celém obvodu výkopu, tj. na ploše kamenných základů a stěnách a dna výkopu bude položena geotextilie, která zabrání inertním materiálům z okolní zeminy a promíchání a zanesení mezer v zásypovém kamenivu.
- Pro obsyp bude použito štěrku o frakci 32/63 mm, který bude vyplněn na celý profil výkopu. Zásyp je nutno provádět po vrstvách a kontrolovat neporušenost uložení geotextilie. Na dokončený zásyp bude opět přeložena geotextilie a dokončena úprava kamennou dlažbou.
- Ve spodní úrovni výkopu bude provedena úprava dna s betonovým vyspádaným dnem a osazením drenážní trubice pro zajištění funkčního odvodu průsakových vod (viz drenážní systém).

#### **➤ Drenážní systém**

Samotné provedení drenážního potrubí (geodrenáže s plným dnem) bude osazeno kontrolními šachticemi. Podélný spád drenáží bude kopírovat sklon terénu, jinak min. 0,5 %, obsyp kamenem frakce 16/32, popř. 32/63, uložení geodrenáží na betonové podklady s výškou zaústění cca 5,0 cm nad úroveň odtoku (dna) kanalizační šachty, odtud bude napojení na kanalizační systém. Drenážní těleso bude chráněno proti zanášení zeminou geotextilií. Drenáž bude provedena od věže kostela po nároží východní strany presbytáře.

**➤ Geotextilní drenážní vrstva (geodrén)**

Zásah předpokládá plošný odkop (snížení úrovně terénu o cca 10 – 15 cm) podél obvodového zdiva na šířku cca 1,0 – 1,5 m s provedením zemní pláně dle požadovaných spádů (min. 3% od objektu) s položením třírozměrného geotextilního drénu, který je určen k jímání a odvádění průsakových vod od atmosférických vlivů. Přepoložení plošného geodrénu je min. 0,5 m za vnější hranu výkopu, aby byl omezen tzv. vliv depresního kuželu od případného zasakování do podloží. Geodrén se sestává z drenážní vrstvy a dvou vrstev netkané filtrační geotextilie, která tvoří filtrační obal drenážní vrstvy. Drenážní vrstva vyrobená z polypropylénových nebo polyetylenových monofilů se vyznačuje vysokou hydraulickou vodivostí, která zabezpečuje účinné a rychlé odvádění průsakových vod z přilehlého prostředí. Obalová filtrační geotextilie chrání drenážní vrstvu před zanášením částicemi přilehlé zeminy a zabezpečuje tak dlouholetou funkčnost celého systému. Obě vrstvy – drenážní i filtrační – jsou navzájem propojeny bodovými svary. Kombinace drenážních a filtračních vrstev je variabilní a je vyráběna ze 2 vrstev netkané filtrační geotextilie z polypropylénu o plošné hmotnosti 300 g/m<sup>2</sup>, mezi které je vložena drenážní vrstva složená ze 3 vrstev síťoviny z polypropylénových monofilů o celkové plošné hmotnosti 800 g/m<sup>2</sup>. Celková tl. drenážního prvku je cca 10 mm, celková hmotnost 1400 g/m<sup>2</sup>.

Při srovnání s drenáží z přírodního kameniva poskytuje tento systém řadu výhod, ke kterým patří např.:

- Vysoká drenážní účinnost
- Nepatrná konstrukční výška
- Nízká plošná hmotnost
- Flexibilita

Po terénních zatravnovacích úpravách východní strany bude podél fasády presbytáře a části u věže zpětně proveden okapový chodník z kamenné dlažby uložené do drenážního betonu. Spáry dlažby budou s výplní spár se sníženou propustností. Povrchová úprava spár bude štěrkodrtí frakce 4/8 mm.

**➤ Provedení rubové izolace – těsnící jílová vrstva (obvod presbytáře)**

Obnova rubové izolace bude provedena po vnějším obvodu obvodového zdiva v podobě aplikace přírodních těsnících jílových materiálů. Z vnější strany se předpokládá odkop do hloubky cca 0,9 m. Rubová těsnící izolace bude chráněna proti poškození od okolních vlivů separační geotextilií.

Těsnící jíly jsou spolehlivým přírodním prostředkem. Jíly neobsahují žádné nežádoucí příměsi. Jílovitá bariéra je vytvořena na fyzikálním principu a kopíruje nerovnosti zdiva bez omezení své funkce. Jílovitá těsnící izolace bude o mocnosti cca 50 cm. Ukončovací vrstva těsnícího jílu bude ochráněna před vysoušením v době provádění separační geotextilií, která bude nadále sloužit jako ochranná vrstva proti poškození.

Informativní parametry pro těsnící jíl z výroby:

Vlastnosti	Jíl písčitý
Třída/symbol	F4/CS
Mez tekutosti (%)	35,5
Mez plasticity (%)	20,2
Index plasticity (%)	15,3
Číslo konzistence	1,516 = pevná
Koeficient filtrace m/s po hutnění	3,75 x 10 <sup>-9</sup>
Obsah organických látek (%)	7,55

Není vyloučeno použití jílu z místních zdrojů a zemníku, pokud bude vyhovovat potřebným parametrům na těsnost a způsob zpracování. Použitá geotextilie bude s gramáží min. 300 g/m<sup>2</sup> a při přeložení bude

vzájemný přesah min. 30 cm.

### 10.3 Úprava okolí

- Veškeré spády navazujících zpevněných ploch budou v dostatečném příčném spádu od objektu.
- Pro přilehlé zpevněné pochůzí plochy v bezprostředním okolí objektu je nutné, aby majetkový správce byl schopen garantovat, že z hlediska způsobu provedení nebude docházet k zatěžování vlhkostí od účinků atmosférických srážek do obvodových konstrukcí objektu. V prostoru sochy sv. Jana Nepomuckého bude provedena úprava zemní pláně s plošným geodrémem pro zajištění odvodu prosáklých vod. Navazující okolí bude opět s kamennou dlažbou, aby byl omezen rozsah zachovné údržby se stávající zelení. Pod presbytářem vedlejší lodi bude provedeno předláždění, aby byl zajištěn dostatečný příčný sklon. Veškeré plochy dlažeb, které budou demontovány, budou v předstihu zdokumentovány s označením jednotlivých prvků. Dlažby u rubových izolací budou uloženy do drenážního betonu s výplní spár materiály se sníženou propustností. Povrchová úprava spár bude pro sjednocení povrchů se zásypem štěrkodrtí.

### 10.4 Svislé konstrukce

- Před zahájením prací na sanačních systémech a jejich povrchových úpravách je nutno, aby byly provedeny veškeré práce na všech druzích instalací.
- Pro provádění omítek je nutno zabezpečit a kontrolovat dodržování technologických postupů, při jejich aplikaci pomocí strojního zařízení musí být zachována a zajištěna požadovaná technická charakteristika dodržením 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.

### 10.5 Nepřímé sanační technologie (odstraňují důsledky zavlhnutí)

#### 10.5.1 Sanace povrchu stávajících stěn

- Veškeré zdivo, kde budou prováděny obnovy povrchů (po odsouhlasení s orgány NPÚ) bude očištěno a budou odstraněny nesoudržné části zdiva.
- Zdivo bude očištěno na zdravé jádro, bude přiznána nerovnost a charakter původního zdiva.
- Zcela zdegradované zdivo a chybějící části bude vyměněno, resp. doplněno.

#### 10.5.2 Výměna vnitřních a vnějších degradovaných omítkových systému a jejich náhrada vhodným typem omítek

*Všeobecně jsou preferovány omítkové systémy na bázi vápna (trassové omítky). O způsobu provedení bude rozhodnuto při vlastní realizaci na základě zjištěných skutečností, výsledků laboratorních zkoušek aj., neboť v dostatečném časovém předstihu bude provedeno odvlhčení objektu elektroosmotickým systémem a reálně se dá předpokládat změna vývoje vlhkosti zdiva, ale i stávajících omítkových systémů.*

- Poškozené omítky budou opraveny v rozsahu zavlhnutí dle návrhu sanačních opatření (výškové úrovně budou upřesněny měřením % hmotnostní vlhkosti po vyhodnocení účinnosti odvlhčení).
- Nebudou odstraňovány žádné původní omítkové systémy, které mají dostatečnou soudržnost a přilnavost k podkladu.
- Pro obnovu povrchových úprav budou brány veškeré skutečnosti, které jsou všeobecně v naprosto nevyhovujícím stavu.

- Pro obnovu omítek v objektu budou pokud možno použity vápenné omítkové systémy. Pórovitost vápenných omítek a její charakter omezí i vznik plísní v problematických místech. Systém bude ukončen vápenným štukem. Jedná se především o konstrukce zdiva bez výskytu solí a tam, kde v minulosti sanační omítkové systémy nebyly prováděny.
- U zdiva s výskytem solí (vnitřní stěny boční lodi, venkovní omítky soklové části aj.) budou provedeny sanačním omítkovým systémem, neboť z minulosti jsou již provedeny novodobé úpravy povrchů.
- Bude zachována stávající rovinatost, resp. nerovinatost stěn.
- Trasové omítky budou po dobu zrání vlhčeny pro zamezení vzniku mikrotrhlin.
- Všeobecně z důvodu charakteru prostor budou použity malby s vysokou paroprodyšností z hlediska sanovaných stěn, ale i s požadavky na oteřuvzdornost. Difuzní odpor je vyžadován  $S_D < 0,1$  m. Na stávajících či opravovaných omítkových úpravách nebudou považovány z pohledu vlastního objektu za reklamaci prací, pokud tyto nátěrové systémy budou realizovány dle technologického postupu. Vlastní technologický postup bude předložen pro odsouhlasení před zahájením prací.
- V místech, kde je zdivo extrémně zamokřeno ( $> 10$  % hm. vlhkosti), a nelze předpokládat jeho odvlhčení standardním způsobem, bude provedeno vysoušení zdiva. Pro vysoušení zdiva bude použita technologie mikrovlnného vysoušení či sálavých panelů. Snížení vlhkosti bude provedeno na úroveň  $< 7$  % hm. vlhkosti zdiva. Jedná se především o konstrukce navazující na nepřístupné bloky se zeminou a s výškovým rozdílem mezi vnější plochou a úrovní podlah kostela (prostory navazující na věž) a na zdivu, kde docházelo k dlouhodobému podmáčení (boční chrámová loď) a zvýšený účinek atmosférických srážek způsobující kapilární vztlínatost ve zdivu (zákrstie, presbytáře).

#### ➤ Sanační omítkové systémy

Tyto úpravy budou provedeny v místech s již provedeným sanačním omítkovým systémem tj. omítek po obvodu fasády a působením solí a vlhnutí došlo k jejich degradaci. Základním předpokladem realizace obnovy povrchů je odstranění příčin vlhkosti, které způsobovaly přímou dotaci vlhkosti do konstrukcí. Jedná se zejména o provedení rubové izolace po obvodu s plně funkčním drenážním systémem, odvlhčení zdiva aktivní (mírnou-drátovou) elektroosmózou. Vnitřní a vnější omítkové systémy budou realizovány s časovým odstupem min. 5 – 6 měsíců od zahájení odvlhčení zdiva. Pro obnovu vnitřních omítek na zasolených konstrukcích (především omítky věže a obvodové stěny boční lodi) je nutno dbát zvýšené pozornosti.

Omítkové systémy pro obnovu povrchů budou trasvápenného charakteru. Omítky budou plně v souladu se směrnici WTA 2-9-04 a ČSN EN 998-1. Před aplikací bude doložen platný certifikát s platností k datu provádění.

Omítkový systém musí splňovat požadavky pro opravy, renovaci a sanaci vlhkého zdiva i zatížení vodorozpustných stavebně škodlivých solí a musí deklarovat vhodnost použití ve vnitřních i vnějších prostorách na rozdílném charakteru zdiva (cihla, smíšené zdivo aj.).

Základní požadované vlastnosti omítkového systému:

- Trasvápenná sanační omítky s určením pro obnovu poškozených povrchů zdiva.
- Pojivo s vysokou odolností proti síranům a nízkým obsahem alkálií.
- Snadná zpracovatelnost pro ruční i strojní nanášení ve větších tloušťkách.
- Odolnost proti solím (zejména síranům) s vysokým podílem aktivního objemu pórů ( $> 40$ %).
- Omezení vzniku kondenzací na povrchu (u vnitřních prostor).
- Pro zajištění případné obnovy či dožití musí omítky splňovat snadné odstranění, aby nedocházelo k poškození stávajícího zdiva. Omítky budou v třídě pevnosti M5 dle ČSN EN 998-2, tj. s pevností tlaku



(po 28 dnech)  $\geq 6 \text{ N/mm}^2$  (6 MPa). Stávající zdivo je s pevností v tlaku dle charakteru složení 15 – 20  $\text{N/mm}^2$  (MPa). Tyto parametry jsou určující pro vhodnost použití z hlediska pevnostních charakteristik.

- Omítky budou o nízké objemové hmotnosti, kdy je uvažována spotřeba cca 12  $\text{kg/m}^2$  na každý centimetr tloušťky omítky.
- Při vlastní aplikaci je nutno dodržet technologický postup výrobce.

#### Údaje o výrobku (podkladní omítka)

Pórovitost:	> 45% obj.
Přidržitost (doporučeno):	$\geq 0,08 \text{ N/mm}^2$
Pevnost v tlaku:	CS II
Kapilární absorpce vody:	$W_{24} > 1,0 \text{ kg/m}^2$
Hloubka vniknutí vody:	> 5 mm
Součinitel odporu proti difúzi vodních par $\mu$ :	< 18
ČSN EN 998-1 „Chování při požáru“	Eurotřída A1
Hydraulické trasové vápno	ČSN EN 459

#### Všeobecné požadavky na provádění obnovy povrchu

- Pro následnou kontrolu jakosti a účinnosti provedených sanačních prací je doložení garance a certifikace použitých materiálů dodavatele (výrobce, prodejce) a prokázání odbornosti zhotovitelů sanačních prací.
- V místě extrémního zasolení bude v předstihu provedeno odsolení zdiva způsobem obětovaných omítek. Na povrchové úpravy omítek bude použit vápenný štuk. Při vlastní aplikaci je nutno sledovat průběh projevů zavlhnutí zdiva a výšku omítek upravovat tak, aby odpovídala potřebnému požadavku nad horní hranici vlhkostních map. Rozsah a výšková úroveň bude upřesněna po vyhodnocení účinnosti a druhu provedené technologie odstranění příčiny vlhkosti.
- Veškeré vyspravení a nahrazení zdegradovaného zdiva musí být provedeno z cihel nových (byť i jednotlivých úlomků), vybourané zasolené a vlhkostí zasažené cihly nesmí být použity. Pro plentování zdiva je možno použít běžnou vápenocementovou omítku (doporučená směs SMS se síranovzdorným cementem), ale s provzdušňovacím a plastifikačním přípravkem, který umožní prodávání konstrukcí a eliminuje nestejnorožnost podkladu.
- Pro fixaci elektro rozvodů nesmí být ve vlhké zóně zdiva použita sádra, budou použity nenasákavé materiály s omezenou hygroskopicitou.

#### ➤ **Odsolení zdiva**

- Pro snížení stupně zasolení bude u historického zdiva jak vnitřního, tak i vnějšího použito způsobů, které nemohou negativně ovlivnit stav zdiva pro následné povrchové úpravy.
- Po odstranění části degradovaných omítek, očištění zdiva kartáči a vyškrabání spár ve zdivu, bude aplikována hubená vápenná omítka. Složení malty v poměru vápno a písek cca 1:4, vodní součinitel bude určen na základě vlhkosti písku pro směs pro ruční omítání, tl. malty 20 mm. Po úplném vyschnutí malty (cca po 4-5 týdnech) bude malta osekána, vyškrabána ze spár cihelného zdiva, ty budou vyškrabány a suť bude vyvezena na skládku. Je možno použít i jiné způsoby např. přikládáním zvlhčené buničiny, popř. jiné technologie pro neutralizaci zdiva. Pro záměsovou vodu je nutno použít destilovanou tzv. hladovou vodu o  $\text{pH} < 7,5$ . Pro otevření pórovitosti zdiva k odvodu vodních par bude provedeno celoplošné propařování zdiva. Odsolení zdiva obětovanými omítkami je v rozsahu vysoušení zdiva (vyznačeno v dokumentaci). Následně bude provedeno propařování zdiva pro otevření pórovitosti a částečné odsolení.

➤ **Propařování zdiva – eliminace a snížení koncentrace vodorozpusných stavebně škodlivých solí (vnější a vnitřní prostory)**

Vzhledem ke stavu zasolení bude provedena eliminace a snížení koncentrace vodorozpusných stavebně škodlivých solí metodou čištění povrchu propařováním zdiva, parním čištěním ve dvou cyklech včetně odsávání kontaminované vody a stavebním vysavačem. Toto je nutno provést co nejdříve po provedení odstranění omítek a očištění zdiva. Je nezbytné ihned odvézt odstraněné inertní materiály na skládku, aby nedošlo k sekundární kontaminaci. Propařováním zdiva dojde k otevření pórovitosti zdiva, a tím i k bezprostřednímu odvodu vodních par ze zdiva a současně bude provedeno i částečné snížení stupně zasolení zdiva. Propařování bude provedeno v celém rozsahu obnovy omítkových systémů.

Technologický postup (navazuje na přípravné práce úpravy povrchů)

1. Provést otlučení omítek, hrubé očištění zdiva.
2. Proškrábnou spáry do 1-3 cm dle soudržnosti malty (otlučenou zasolenou omítku neprodleně odvézt z objektu na skládku)
3. Dočistit zdivo kartáči.
4. První stupeň sanace zasoleného zdiva parním čištěním – propařováním zdiva.
5. Technologická pauza – min. 4 dny.
6. Dočistit zdivo kartáči, proškrábnou spáry.
7. Druhý stupeň sanace zasoleného zdiva parním čištěním – propařováním zdiva.
8. Technologická pauza – min. 4 dny.
9. Provedení úpravy povrchu dle dalších technologických postupů

*Poznámka: Jako vyvíječ páry a prostředek k tomuto čištění bude použit vysokotlaký čistič s ohřevem a vodou chlazeným motorem. Kontaminovaná voda a zbytky nesoudržného zdiva a omítek, které se vlivem tlaku páry uvolní, budou jímány vodním vysavačem. Pára se v přístroji vyrábí s čekací dobou cca 3-5 minut, než je na stroji vyvinuta dostatečná teplota a tlak vodní páry, z tohoto důvodu není možné přerušovat příliš často práci.*

*Dodavatel je povinen si zajistit vlastní zdroj pro provedení prací a zahrnout je do své dodávky. Pro použití vody k vyvíjení páry je nutno použít poměrového podílu demineralizované vody z důvodu omezení kontaminace zdiva při odsolování.*

### **10.6 Bourací práce**

Budou odstraněny stávající zavlhlé omítky do určených výšek a provedeny nové omítky. Po otlučení omítek bude zdivo očištěno a odspárováno do hloubky cca 25 mm. Rozsah nezbytného odstranění omítek bude upřesněn po vyhodnocení účinnosti osmotické technologie a přeměření vlhkosti zdiva. Bezodkladně je nutno odvézt rumisko (nebezpečí sekundární kontaminace zdiva solemi).

### **10.7 Úpravy povrchů**

- Malířské úpravy budou provedeny pouze s použitím hmot s deklarovaným difúzním odporem  $S_D < 0,1$  m.
- V exponovaných plochách může být proveden otěruvzdorný nátěr, ale s předpokladem použití nátěrů s nízkým obsahem disperzních látek ( $S_D < 0,1$  m).
- Pro sjednocení povrchů bude použita jednotná úprava vápenným štukem. Toto souvisí i se zapravením po jednotlivých vnitřních instalacích.

### **10.8 Výplně otvorů**

- Veškeré zabudované dřevěné prvky musí být ošetřeny preventivně proti vlhkosti a hnilobě.
- Pro podkladovou úpravu na dodatečných, ale i ponechaných, kovových konstrukcích budou provedeny protikorozivními nátěry.

- Veškeré stávající průduchy budou pokud možno zachovány a v případě možnosti po prověření stávajícího stavu bude obnovena jejich funkčnost.

### **10.9 Systém aktivního odvětrání prostor chodby sociálního zázemí**

Princip systému spočívá v použití energeticky velmi úsporné výměny vzduchu pomocí systému časově elektronicky řízených pomaluběžných ventilátorů, které pracují s bezpečným napětím 12 V. Po doplnění s propojovacími prvky systém pracuje v režimu laminárního proudění vzduchu. Výměna vzduchu je automatická, bez účasti lidského faktoru. Po svém seřízení soustava vytváří v daném prostoru podmínky, při nichž je vzdušná vlhkost účinně a neškodně odváděna, takže nedochází ke kondenzaci vzdušné vlhkosti, naopak jsou stavební konstrukce i zařizovací předměty vysušeny. Jednotka větrání bude osazena ve spodní úrovni cca 50 cm nad podlahou a jádrovým prostupem bude vzduch odváděn do vnějších prostor. Krycí mřížka bude v obdobném kovářském provedení jako vyústění ze vzduchových kanálků. Odvětráváním bude řešen i prostor v návaznosti na věž, kde není zajištěn pohyb vzduchu a v těchto obtížně větratelných místech dochází při překročení rosného bodu ke kondenzaci a následnému vzniku plísní a rekrystalizaci stavebně rozpustných solí. Odvětrávání bude řešeno v rámci běžné zachovné údržby.

### **10.10 Vysoušení zdiva**

V místech, kde je zdivo extrémně zamokřeno (tj. > 10 % hmotnostní vlhkosti), bude provedeno vysoušení zdiva. Pro vysoušení zdiva bude použita technologie mikrovlnného vysoušení či sálavých panelů. Snížení vlhkosti bude provedeno na úroveň cca 7 % hm. vlhkosti zdiva. Jedná se především o konstrukce navazující na prostor věže a zákristii. Volba technologie je odvislá od možného provozního omezení.

#### Technologie mikrovlnného vysoušení zdiva

Technologie odvlhčení mikrovlnným vysoušením zdiva – využívá vysokofrekvenční energii, která vzniká v elektronce zvané magnetron, kde se mění elektrická energie na mikrovlnnou. Mikrovlny přitahují a absorbují molekuly vody, kde způsobují vibraci molekul. Přitom vzniká tření, třením teplo a dochází k poměrně rychlému zahřátí vody (pouze ve zdivu). Doba vysoušení je odvislá od stupně zvlhnutí konstrukce, materiálu a síle zdiva.

Vhodnost použití bude posouzena při vlastní realizaci. V případě mikrovlnného vysoušení je nutno omezit provoz a práce v oblasti vysoušení, ale i přijmout bezpečnostní opatření z hlediska zamezení vlivu negativního působení vlivem a záření. Snížení vlhkosti je předpokládáno na hodnotu cca 7% hmotnostní vlhkosti.

#### Technologie sálavých panelů

Samotné vysoušení probíhá tak, že vlhkost ve zdivu postupuje k teplejšímu povrchu a vystupující vodní páry jsou v prostoru mezi sálavým panelem a konstrukcí odváděny do prostoru. Rychlost vysoušení je velmi pozvolná a závisí na vytvořeném teplotním spádu ve zdivu, tj. teplotou 40 - 50 °C na vnitřním povrchu stěny a nižší teplotou na rubovém povrchu. Teplota v konstrukci prohříváním dosáhne cca 80°C. Sálavý panel pracuje s teplotním spádem ve zdivu a rozdílem relativních vlhkostí vzduchu.

### **10.11 Etapovitost a postup prací**

Přednostně bude provedena instalace elektroosmotických systémů a technologií rubových izolací a drenážních systémů z důvodu částečného snížení vlhkosti zdiva, ale i snížení stupně zasolení pro následné provádění sanačních prací na povrchových úpravách. Následně budou řešeny navazující činnosti pro odstranění důsledků vlhkosti.

**I. etapa**

- Dodávka a montáž technologie aktivní (mírné-drátové) elektroosmózy vč. řídicí jednotky a uvedení do provozu.
- Rubová izolace po obvodu (jílovité těsnění s plošným geodrémem, šterkový zásyp s drenážním systémem) vč. demontáže a obnovy povrchových úprav kamennou dlažbou vč. zemních úprav v prostoru sochy sv. Jana Nepomuckého.
- Zprovoznění vnitřních kanálků s pročištěním.
- Kontrola průtočnosti a funkčního odvodu z dešťových svodů.
- Odvětrávání prostor hygienického zázemí.

**II. etapa**

- Osekání omítek s očištěním zdiva.
- Odsolení zdiva obětovanými omítkami, snížení zasolení zdiva propařováním konstrukcí, vysoušení zdiva.
- Obnova povrchů vnitřních a vnějších systémem trasových omítek s hydrofobizací soklové části a výmalba sanovaných ploch.

**11. Měření a kontrola účinnosti systému pro systém elektroosmózy a dodatečných izolací****Měření hmotnostní vlhkosti zdiva**

- 1) odporová metoda s využitím měřicího přístroje
- 2) gravimetrická, popř. karbidová metoda
- 3) mikrovlnná měření přístrojem

**Popis jednotlivých metod měření****ad. 1) Měřicí přístroje na principu odporu**

Ty jsou používány pro orientační měření vlhkosti na stabilní síti měřičských bodů. Je měřena elektrická vodivost v jednotkách Siemens mezi dvojicemi měřících trnů pevně osazených ve zdivu. Trny z materiálu AlFe v dodávaných délkách 90 mm jsou kromě 10 – 20 mm izolovány po celém obvodu plastem. Kontakt vodivé části trnu se zdivem se tak odehrává v hloubce. Dobrý kontakt trnu s proměřovaným stavebním materiálem je zajištěn dvoustupňovým vývrtem (hloubka 90 mm vyžadující kontakt vývrt  $\varnothing$  6,5 mm, izolovaná část trnu v hloubce 70 – 80 mm vývrt  $\varnothing$  8 mm), popř. v místech s kavernami vložením hydroskopické kontaktní pasty do konce vývrtu ve zdivu. Fixace trnů umožňuje opakované měření a lze tedy měřit trendy vývoje vlhkosti. Výsledky měření jsou za pomoci software dodavatele technologie tabulkově upraveny a přepočteny na % hmotnostní vlhkosti. Současně jsou porovnány vstupní hodnoty v době instalace a naměřené hodnoty při kontrolních měřeních.

ad. 2) gravimetrická metoda – gravimetrická metoda se provádí v akreditované laboratoři, kdy při stanovení obsahu vody se vzorek vysuší do konstantní hmotnosti při 105°C. Opakované měření u těchto způsobů není možné. Při karbidové metodě se v tlakové nádobě smíchá odebraný vzorek stavebního materiálu s reagentním činidlem – tj. karbidem vápenatým. Voda obsažená ve vzorku kompletně reaguje s činidlem. Reakcí vzniká acetylén. Přetlak tohoto plynu udává stupeň vlhkosti.

ad.3) mikrovlnné měření přístrojem – přístroj pracuje rovněž na principu porovnání rozdílných dielektrických konstant vody a ostatních materiálů ve vybuzeném střídavém elektromagnetickém poli. Touto metodou lze detekovat i malá množství vody. Přístroje je dodáván se dvěma typy měřících sond, pro měření vlhkosti do hloubky 3 cm a typ měření vlhkosti až do hloubky 30 cm. Je možno měřit vlhkost

nejrůznějších běžně používaných stavebních materiálů, přístroj současně umožňuje nastavení individuálních korekcí pro nespécifikované hmoty. Měření je velmi rychlé, nepoškozuje povrchy proměřovaných materiálů a při vyznačení míst měření lze provádět opakovaná měření. Výsledky měření jsou vyjádřeny přímo v % hmotnostní vlhkosti.

#### **Vytvoření sítě stabilních měřičských profilů**

- V každém objektu s instalovaným odvlhčovacím systémem s omezeným počtem vodičů se buduje síť stabilních měřičských profilů. Měřičský profil zpravidla sestává ze tří dvojic měřících bodů v různých výškových úrovních. Ve zvlášť obtížných místech a při mimořádně vysoké úrovni zavlhnutí je možno vytvořit i více výškových úrovní měření v jednom profilu. Spodní úroveň se volí ve výšce cca 20 – 30 cm nad podlahou, horní úroveň pod horní hranicí zavlhnutí, která je určena např. vlhkostní mapou. Osazení nad horní hranicí zavlhnutí jsou zbytečná. Střední úroveň se volí přibližně ve středu mezi horním a spodním měřičským bodem.
- Počet měřičských profilů není předpisem stanoven a je individuálně zvolen dle místních podmínek.
- Dvoustupňově prováděné vývrty jednotlivých měřičských bodů jsou prováděny pokud možno ve stejném druhu stavebního materiálu – není to však podmínkou, neboť se měří tendence vývoje zavlhnutí konstrukcí, nikoliv přesné hodnoty zavlhnutí.

#### **12. Ostatní**

- Potřebná dodavatelská dokumentace nad rámec projektu sanace vlhkého zdiva (DPS) bude zpracována dodavatelem sanačních prací (odbornou firmou v oblasti sanačních prací).
- Před zahájením provozu bude zpracován provozní řád využívání a provozování sanovaných prostor, který bude součástí komplexního provozního řádu zpracovaného investorem stavby. Zhotovitel poskytne veškerou součinnost pro jeho zpracování.
- Dodavatel stavebních prací je povinen, aby prováděl veškeré práce v souladu se zákonem o BOZP a jím souvisejících předpisů v oboru stavebnictví v platném znění k aktuálnímu datu. Jedná se zejména o vyhl. č. 309/2006 Sb. (zákon o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci) a souvisejícího nařízení vlády č. 591/2006 Sb. o bližších minimálních požadavcích na bezpečnost a ochranu zdraví při práci na staveništích. Pracovníci musí být objednatel prokazatelně proškoleni a seznámeni na základě konkrétní situace na stavbě, vzhledem k prováděnému charakteru činnosti.
- Vzhledem k tomu, že se jedná o sanační práce bez stavebních dispozičních úprav a nemění se charakter a způsob užívání, nebude vyžadováno posouzení z hlediska požární ochrany a hygieny. Jde o památkový objekt – číslo rejstříku ÚSKP: 14424/8-1271.

#### **13. Kontrola jakosti a účinnosti provedených sanačních prací**

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

**SANACE PROFESIONÁLNĚ**



- Pro posouzení vlastností omítek, které se použily pro sanaci prostor se kromě vlhkostní analýzy provedou i laboratorní rozborů na obsahy síranů, chloridů a dusičnanů (pokud nebude stanoveno jinak).
- Vysušování či odvlhčování 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 záchovné údržbě sanovaných prostor 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, pochůzí plochy objektu i žlaby musí být v dobrém technickém stavu a voda stékající po povrchu terénu musí být odváděna od pat zdí.

#### **14. Výpis použitých norem, zákonů a vyhlášek**

Navržené řešení respektuje v plném rozsahu podmínky z hlediska dodržení obecných požadavků na výstavbu. Obecnými požadavky na výstavbu se dle §2 odst. 2 písm. e) zákona č. 183/2006 Sb., stavební zákon, technické požadavky na stavby stanovené prováděcími právními předpisy.

Navržené řešení je zpracováno v souladu s výše uvedeným stavebním zákonem č. 183/2006 Sb. ve znění vyhlášky 268/2009 Sb. o technických požadavcích na stavby.

Při navrhování byly respektovány všechny dotčené ČSN v platném znění.

**Při provádění stavby, pokud není jinak uvedeno v nadřazeném dokumentu (SoD mezi zhotovitelem a objednatelem stavby), budou všechny dotčené ČSN (ve znění platném v době provádění stavby) závazné.**

##### Výběr použitých ČSN a vyhlášek:

Zákon č. 183/2006 Sb.	o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)
Zákon č. 309/2006 Sb.	o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
Zákon č. 398/2009 Sb.	o obecných technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové užívání
Zákon č. 406/2000 Sb.	o hospodaření energií
Vyhl. č. 268/2009 Sb.	o technických požadavcích na stavby
Vyhl. č. 499/2006 Sb.	o dokumentaci staveb
Vyhl. č. 503/2006 Sb.	o podrobnější úpravě územního rozhodování, územního opatření a stavebního řádu
ČSN 74 3305	Ochranná zábradlí
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 4-4-04/D	Injektáž zdiva proti kapilární vlhkosti
Směrnice WTA 2-9-04/D	Sanační omítkové systémy
Směrnice WTA 4-6-98/D	Dodatečná hydroizolace stavebních konstrukcí ve styku se zemínou

#### **15. Závěr**

Při dodržení návrhových 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 podstatného charakteru během výstavby budou řešeny a odsouhlaseny v rámci výkonu autorského dozoru projektanta stavby.

Projekt sanace vlhkého zdiva (DPS) bude závazný pro celkovou sanaci posuzovaného objektu, následně může být upřesněn po provedení doplňkových průzkumů, ale i samozřejmě dle skutečností zjištěných při vlastní realizaci, které mohou nastat po provedení výkopů a obnažení konstrukcí.

Projekt sanace vlhkého zdiva (DPS) je zpracován v souladu s vydaným závazným stanoviskem Městského úřadu Šumperk ze dne 16. 3. 2022 pod č.j. MUSP 28816/2022, sp. zn. 20030/2022 VYS-PP/MOPA.

Projekt sanace vlhkého zdiva (DPS) pro objekty Dominikánského kláštera a Klášterního kostela Zvěstování Panny Marie v Šumperku jsem zpracoval jako člen WTA-CZ – Vědeckotechnické společnosti pro sanaci staveb a péči o památkové objekty s udělenou autorizací pro oblast sanace zděných staveb proti vlhkosti vedeném pod číslem 00008.

**Přílohy:**

- D.1.1 – SO 01 – Půdorys 1.PP – Dominikánský klášter
- D.1.2 – SO 01 – Půdorys 1.NP – Dominikánský klášter
- D.1.3 – SO 01 – Řez A-A' – vzorový řez rubovou izolací s drenáží a injektáží
- D.1.4 – SO 01 – Řez B-B' – vzorový řez rubovou izolací těsnícím jílem a elektroosmózou
- D.1.5 – SO 01 – Řez C-C' – vzorový řez rubovou izolací a elektroosmózou (tyčová elektroda)
- D.1.6 – SO 01 – Fotopohledy na části fasády
- D.2.1 – SO 02 – Půdorys 1.NP – Klášterní kostel Zvěstování Panny Marie
- D.2.2 – SO 02 – Řez D-D' – vzorový řez rubovou izolací s jílovitým těsněním
- D.2.3 – SO 02 – Řez E-E' – vzorový řez rubovou izolací s drenáží
- D.2.4 – SO 02 – Řez F-F' – vzorový řez vnitřní stěnou s elektroosmózou
- D.2.5 – SO 02 – Fotopohledy na části fasády



V Přerově, září 2022

Zpracoval: Ing. Josef Kolář

**SANACE** PROFESIONÁLNĚ