

# MUZEUM VČ GAYEROVA KASÁRNA DEPOZITÁŘE 1PP NÁVRH SANACE VLHKÉHO ZDIVA

## TECHNICKÁ ZPRÁVA

### ÚVOD

Samotný objekt není nemovitou kulturní památkou, ale je součástí památkové zóny. Sanační práce se budou dotýkat převážně suterénních prostor s využitím jako archiv a technické místnosti. V 1.NP jde o prostory s využitím jako depozitáře. Součástí sanace bude celkové řešení rubových izolací po obvodu objektu, a to jak z uliční, tak i dvorní strany. Při návrhu sanace bude nutno dořešit nedokonalé provedení povrchových úprav vnějších líců zdiva pod zpevněnými a nezpevněnými plochami po vnějším obvodu. V rámci sanace bude řešeno vzduchotechnické opatření pro snížení vlhkosti vzduchu se zajištěním minimálního odvětrávání suterénních prostor pro stabilizaci vnitřních mikroklimatických poměrů.

### Popis stávajícího stavu objektu

#### **Exteriér**

Při vnějších úpravách na nezpevněných plochách nebyly dostatečně provedeny rubové izolace obvodových stěn, pouze lokálně byla použita nopová fólie v místech výkopů pro uložení vedení instalací.

Dlouhodobě docházelo k zatékání přes konstrukční vrstvy chodníků do spodní stavby objektu. Toto se týká i inženýrských sítí, kdy při jejich rekonstrukci se provádí šterkopískový obsyp a prosakující vody vč. solných výluhů se dostávají do spodní stavby, neboť výkopové rýhy jsou v podstatě drenáží s akumulací průsakových vod bez možnosti odvodu, i když se jedná o území s propustným podložím.

Toto je dáno propustností žulové dlažby přes konstrukční vrstvy a zřejmě i působením solí při prováděné zimní údržbě. Obdobný problém s vlhkostí je po zbývajících částech objektu, tj. obvodová stěna od parkoviště ve dvorním prostranství a obvodová stěna v návaznosti na chodník z ulice Opletalova. Nemalý vliv na vlhkost od působení atmosférických srážek má omezená funkčnost vnějších svislých izolací - jílové těsnění, pokud bylo provedeno a provedení nopových fólií bez horní ukončující lišty provedené v místech výkopů, které nedostatečně odolávají průsakům přes provedené úpravy ze žulové dlažby vč. konstrukčních vrstev. Podrobněji viz část průzkumů.

#### **Interiér**

V prostoru depozitáře v 1. PP (horní mezonet na kótě -0,59 m) jsou vnitřní vlhkostní poměry vyrovnané, neboť je možno provádět příčné větrání přes stávající okna. Topení je zajištěno konvektory umístěné pod okny. Úroveň podlahy je v zásadě v úrovni venkovních ploch po obvodu.

Prostory 1.PP s předpokládaným využíváním archivu (spodní mezonet na kótě -2,854 m) nejsou v současné době provozovány. Vlhkostní zátěž a solné výkvěty v tomto prostoru se projevují zejména podél štítové stěny při vjezdu do areálu upolozapuštěného suterénu na kótě -1,74 m - suterénní prostory jsou vlhkostí namáhány především obvodové stěny, a to jak z ulice Opletalova, tak Šimkova. Důvodem je omezená funkčnost svislých izolací, ale i nedostatečná odolnost proti vztlínající zemi vlhkosti. Z ulice Šimkova je podél celé délky proveden pouze okapový chodník z betonových dlaždic s navazující travní úpravou. Z důvodu protipožárního řešení došlo v místech stoupacích potrubí k jejich zakrytí SDK předstěnami bez dostatečného ošetření zdiva - dosekání omítek s očištěním a odspárováním zdiva a jeho celkové sanace. Provedené omítky na částech suterénních stěn jsou v rozdílném stupni degradace. Omítky jsou bez jakékoliv úpravy dotaženy k podlaze a není umožněn odvod vodních par z podloží a vlhkost se takto přenáší bezprostředně do konstrukcí zdiva a povrchových úprav. Solné výkvěty prostupují přes paroneprodyšné úpravy nad podlahou v soklové části ( epoxidový nátěr soklu ) a transportují se do vyšších úrovní. Vnitřní relativní vlhkost je trvale snižována pomocí kondenzačních vysoušečů s pravidelnou obsluhou pro vylévání nashromážděné vody. Prostory nemají žádný funkční systém větrání a

pohyb vzduchu je značně omezen vnitřními pojízdnými regály, které jsou osazené téměř až k obvodovým stěnám. Podrobněji viz část průzkumů.

### **Vnitřní mikroklima**

Doposud provedené práce v předchozím období nezajistily snížení vlhkosti zdiva, povrchové úpravy sanačními omítkovými systémy dále umožňovali odpar vlhkosti z vlhkého zdiva do prostoru depozitářů, čímž dochází ke zvyšování vnitřní relativní vlhkosti. Absence větrání prostor umožňuje stabilizaci vlhkosti vnitřního vzduchu na vysoké hodnoty vlhkosti, kdy po dosažení kondenzační hodnoty vnitřního vzduchu - rosného bodu, dochází k povrchové kondenzaci vodní páry obsažené ve vnitřním vzduchu na obvodových stěnách nezatepleného suterénu. Tím dojde k vyváženému stavu vlhkosti ve vnitřním prostoru, který je závislý na množství odparu ze zdiva, vnitřní teplotě a na vnější teplotě a vnější vlhkosti vzduchu.

Tento vyvážený stav není stacionárním jevem, ale mění se v čase na základě neovlivnitelných teplotně-vlhkostních podmínek vnějšího klimatu. Vzhledem k výše uvedenému, nelze problematiku řešit pouze stavebními úpravami, ale je nutné v prostorách zajistit řízené vnitřní mikroklima, vhodné pro jednotlivé depozitáře. Navržené stavební úpravy zajistí snížení vlhkosti ve zdivu a tedy i snížení odparu vodní páry z vnitřního líce zdiva, ale neodstraní vlhkost ze zdiva zcela. Zbytková vlhkost se bude ze zdiva do interiéru odpařovat minimálně po dobu 3-5 let. Minimálně z tohoto důvodu je nutné odvlhčování vnitřního vzduchu zajistit.

Hydroizolační vnitřní omítky nelze použít na celou výšku stěny, protože omezí odpar ze zdiva do interiéru, ale způsobí zvýšení vlhkosti ve zdivu samém. Proto je nutné je používat vždy v kombinaci s horizontální hydroizolační bariérou ve zdivu s osazením minimálně 600-800 mm pod terénem, aby nedocházelo k promrzání zóny zdiva se zvýšenou vlhkostí.

### **Současný stav větrání prostor**

V současné době jsou prostory prakticky bez větrání, současně navržené větrání depozitářů okny je nerealizovatelné jednak z důvodu bezpečnosti sbírek a jednak z důvodu měnící se vlhkosti a teploty vnějšího vzduchu, kdy by mohlo dojít při větrání pouze vnějším vzduchem ke zhoršení vlhkostních poměrů v interiéru. V žádném případě nelze připustit kondenzaci na jednotlivých artefaktech uskladněných v depozitářích.

### **NÁVRH SANACE**

Předmětem sanačních opatření je návrh sanačního systému pro odstranění příčin vlhkosti z důvodu kapilární vztlakovosti v obvodových a vnitřních konstrukcích a odstranění od působení atmosférických vlivů způsobujících zavlhání konstrukcí v úrovni 1.PP a 1.NP vč. odstranění důsledků vlhkosti ve vnitřních prostorách. V objektu se jinak neuvažuje se změnou dispozičních úprav a s celkovou rekonstrukcí.

### **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. Pro jeho vytvoření by měly být v případě prostředků pro napouštění materiálových struktur a prostředků impregnačních používány ty druhy, které jsou inertní z hlediska koroze stav. materiálů. Podle použitého hydroizolačního a vysušovacího principu se sanační způsoby, týkající se namáhání zdiva zemní vlhkostí rozděluje 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 infuzní 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 atd.).

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 daného objektu, na základě předchozích průzkumů a po zvážení předností a nedostatků jednotlivých technologických postupů bude sanace vlhkého zdiva objektu řešena v souladu s čl. 4.3 ČSN P 730610 v kombinaci přímých a nepřímých hydroizolačních metod následovně:

#### **Sanační systém je navržen ve třech alternativách provedení:**

Každá z alternativ obsahuje kombinaci několika technologií.

##### **Alt A – podříznutí vnějšího i vnitřního zdiva**

- výkopové práce
- podříznutí vnějšího i vnitřního zdiva z venkovní strany s vložením hydroizolační membrány
- vnější rubové izolace ( jílové těsnění, nopová fólie, alternativně asfaltová izolace zateplení vnějšího líce zdiva
- osekání vnitřních omítek a příprava obnaženého vnitřního líce zdiva
- vnitřní hydroizolační omítky
- vnitřní sanační omítky
- vnitřní tepelněizolační omítky

Nad úrovní podlahy v 1.PP z vnější obvodové strany bude provedeno mechanické proříznutí zdiva s vložením hydroizolační membrány do proříznuté spáry ve zdivu pro plné zamezení vztlínání vlhkosti do 1.PP.

Vnitřní zdivo v úrovni podlah bude provedeno mechanické proříznutí zdiva s vložením hydroizolační membrány do proříznuté spáry ve zdivu pro plné zamezení vztlínání vlhkosti do 1.PP.

Obvodové a navazující vnitřní stěny v různých výškových úrovních budou pro zamezení přenosu vlhkosti svisle odděleny jednořadou tlakovou injektáží.

##### **Alt B – chemická hydroizolační clona vnějšího i vnitřního zdiva**

- výkopové práce
- chemická hydroizolační clona vnějšího i vnitřního zdiva z venkovní strany
- vnější rubové izolace ( jílové těsnění, nopová fólie, alternativně asfaltová izolace zateplení vnějšího líce zdiva
- osekání vnitřních omítek a příprava obnaženého vnitřního líce zdiva
- vnitřní hydroizolační omítky
- vnitřní sanační omítky
- vnitřní tepelněizolační omítky

Nad úrovní podlahy v 1.PP z vnější obvodové strany bude provedena dvouřadá tlaková injektáž pro plné zamezení vztlínání vlhkosti do 1.NP a konstrukcí podlahy.

Vnitřní zdivo v úrovni podlahy bude proti působení vztlínající zemní vlhkosti řešeno technologií dvouřadá tlakové injektáže.

Obvodové a navazující vnitřní stěny v různých výškových úrovních budou pro zamezení přenosu vlhkosti svisle odděleny jednořadou tlakovou injektáží.

### **Alt C – elektroosmóza vnějšího i vnitřního zdiva**

- výkopové práce

- elektroosmóza vnějšího i vnitřního zdiva

- vnější rubové izolace ( jílové těsnění, nopová fólie, alternativně asfaltová izolace zateplení vnějšího líce zdiva

- osekání vnitřních omítek a příprava obnaženého vnitřního líce zdiva

- vnitřní hydroizolační omítky

- vnitřní sanační omítky

- vnitřní tepelněizolační omítky

Technologie 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. Budou použity materiály s dlouhodobou životností a nízkým provozovaným napětím (do cca 6 V).

### **Rubové izolace**

Rubové izolace po vnějším uličním obvodu s nádvořím budou řešeny pomocí jílového těsnění provedeného z jílových cihel, případně z bentonitových rohoží, chráněných nopovou fólií. V případě zateplování vnějšího líce zdiva bude hydroizolace provedena z asfaltových hmot ( asf pásy, nebo asf stěrka )

Pro zpětný zásyp alt A+B bude použita zemina výkopku, neboť jde o propustné podloží. Pro odvod od působení atmosférických srážek bude připojen plošný geodréň. Pro zpětný zásyp alt C bude v části hlubokého výkopu použita jílová zemina do výšky mělkého výkopu, pro mělké výkopy bude použit výkopek.

### **Omítky**

Pro obnovu vnitřních a vnějších povrchů stěn budou použity sanační omítkové systémy s odolností proti solím a s možností zamezit vzniku kondenzace a výskytu plísní ( sanační-tepelně-izolační omítky. V alt A+B budou pod úrovní vodorovné hydroizolační bariéry použité omítky cementové hydroizolační. Malby budou s velmi nízkým difúzním odporem.

U vnějších omítek bude v soklové části pod dlažbou při spodní úrovni provedena nuta s hydroizolačním nátěrem, aby byl přerušen kapilární zdvih od účinků atmosférických srážek. U rubových izolací (nopové folie, jílové těsnění, asfaltové izolace ) budou osazeny ukončovací lišty, aby nedocházelo k zatékání za svislé izolace.

Pro snížení stupně zasolení ve fabionu styku podlahy a omítek ve spodním mezonetu bude použito jalových obětovaných omítek.

Ve fabionu styku podlahy a omítek ve spodním mezonetu bude proveden nový hydroizolační detail s napojením vodorovné hydroizolace na cementovou omítku.

### **Ostatní práce a opatření**

- Vysoušení extrémně zvlhčených částí konstrukcí zdiva pomocí topných tyčí, mikrovlnou technologií, popř. sálavými panely a snížení vysoké relativní vlhkosti vnitřního prostředí odvlhčovači. Jedná se především o obvodové zdi u výměňkové stanice.

- U sanovaného zdiva bude provedeno 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.

- Ve spodní úrovni sanovaných stěn u dodatečných izolací, ale i elektroosmózy bude nad hydroizolační omítkou provedena úprava pomocí difuzních lišt
- Celková dezinfekce a likvidace plísní suterénních prostor.
- Ukončovací lišty rubových izolací ve dvorním prostoru budou osazeny pod úrovní zádlažby, aby nebyl narušen vizuální vjem. Ukončovací lišta současně slouží pro oddílování konstrukční vrstvy zádlažby od konstrukcí objektu.
- V předstihu bude provedeno monitorování stávajících odvodů srážkových vod z dešťových svodů pro ověření bezezškodného odvodu s napojením na stávající kanalizaci.
- Veškeré vnější pochůzí plochy po obvodu z uliční ale i z dvorní strany budou chráněny fóliemi před poškozením a znečištěním. Obdobné úpravy zakrytí budou i v suterénních prostorech.
- Veškeré prostory v suterénu pro sanaci budou v dostatečném časovém předstihu vyklizeny od vnitřního vybavení (nejedná se o pojízdné regály).
- Stávající netěsné prostupy od přípojek budou dotěsněny při provádění stavebních prací, pokud budou dotčeny. Přejít přes stěnu bude tlakově utěsněn s použitím materiálů na bentonitové bázi.
- 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.
- Veškeré povrchy podlah a venkovních zpevněných ploch budou chráněny fóliemi před poškozením a znečištěním.

### **Protisolný nátěr ( fluátování )**

Přípravek se používá v místech se zvýšeným obsahem solí (síranů, chloridů, a dusičnanů). Je to bezrospouštědlový impregnační prostředek. Vniká do povrchové vrstvy ošetřovaného zdiva a vytváří zónu, v které dochází k přerušení transportu solí a tím minimalizuje krystalizační tlak, který způsobuje degradaci omítek.

### **Snížení vlhkosti zdiva**

U extrémně zavlhlého zdiva s procentuální hmotnostní vlhkostí vyšší než 10 %, bude provedeno snížení vlhkosti vysoušením zdiva na hodnotu cca 7 % (snížení vlhkosti bude postupné, vždy o 1/3 z celkové % hm. Vlhkosti zdiva) a to na konstrukcích, kde docházelo k dlouhodobému zatékání a přímé dotaci vlhkosti do konstrukcí.

### **Dezinfekce suterénních prostor**

Vzhledem ke kontaminaci povrchů suterénních prostor zasažených plísněmi a mikroorganismů bude provedeno preventivní opatření pro kompletní dezinfekci pomocí aktivního ozonu (aktivní kyslík). Ozon zcela účinně likviduje mikroskopické částice všech zdravých 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>).

### **Ostatní podmínky a požadavky**

- V předstihu bude provedeno monitorování kanalizace a budou provedeny kopané sondy pro ověření stavu podzemního zdiva a provedení způsobu izolace spodní stavby. Nezbytnou součástí je zajištění a ověření průběhu inženýrských sítí jednotlivých správců a provozovatelů pro reálnost předpokládaných zemních prací.
- Na všechny nátěry barev nebo povrstvení musí být kladen požadavek, aby jejich difúzní odpor byl nižší než difúzní odpor vrstev omítek (difúzní odpor SD ≤ 0,1m).
- Před, během a po provedení omítkářských prací se nesmí používat sádra na opravované zdivo. Informovat elektrikáře nebo instalatéry, aby použili cementových rychlovazných materiálů.

- Kontrola jakosti a účinnosti provedených sanačních prací bude provedena v době do skončení záruční doby na provedené sanace.
- Kontrola jakosti sanačních prací se zjišťuje odběrem vzorků zdiva a omítek a jejich hodnocením na hmotnostní obsahy vlhkosti a na druhy a množství solí tvořících výkvěty, vzorky na obsah vlhkosti se odebírají z hloubky alespoň 100 mm pod jeho povrchem, analýza vzorků se provádí v laboratoři.
- Příslušná měření budou provedena tak, že se vzorky ze zdiva odebírají a měření provádějí ve svislém profilu v určitých výškách.
- Účinnost sanačního systému se hodnotí objektivním posouzením míry vysušení zdiva. Jeho účinnost je dána jednak absencí vizuálních poruch na plochách stěn, jednak výrazným zlepšením mikroklimatu prostor, pokud tyto nejsou ovlivňovány jinými negativními vlivy.
- Objektivním posouzením je však hlavně vyhodnocení hmotnostní vlhkosti zdiva, ve srovnání s výchozím stavem. Měření obsahu vlhkosti bude provedeno na smluvním základě.
- Stupeň účinnosti sanace na základě měření obsahu vlhkosti ve zdivu stanovuje ČSN P 73 0610.
- Pro posouzení vlastností 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 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 zpravidla ne dříve než za dobu několika let.
- Účinnost a dlouhodobou trvanlivost sanačních systémů je možno zaručit jen za těch podmínek, nejsou-li podzemní a nadzemní konstrukce namáhány vodou z jiných zdrojů než přírodních, střešní krytina objektu i žlaby musí být v dobrém technickém stavu, nesmí docházet k únikům srážkové vody z dešťových odpadů na povrch terénu i do podzákladí a voda stékající po povrchu terénu musí být odváděna od pat zdí, dále nesmí docházet k únikům dešťové a biologicky znečištěné vody z kanalizace, z přípojek a odpadů uvnitř objektu a k úniku vody z instalací vodovodu.

## ZÁVĚR

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 objednatelům 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, nepředpokládá se posouzení z hlediska požární ochrany a hygieny. Potřebná dodavatelská dokumentace bude zpracována dodavatelem sanačních prací (odbornou firmou v oblasti sanačních prací). Při dodržení návrhových parametrů a technologické kázně zhotovitele sanačních prací lze dodržet požadovanou záruční lhůtu a zabezpečit dlouhodobou účinnost provedených prací.

**Návrh sanace vlhkého zdiva je zpracován ke skutečnostem známých v době návrhu sanačních opatření, následně může být upřesněn po provedení doplňkových průzkumů při následných stupních projektové dokumentace.**