

REKONSTRUKCE A DOBUDOVÁNÍ JANÁČKOVA DIVADLA STAVEBNÍ ÚPRAVY FASÁDY A TECHNOLOGIÍ JANÁČKOVA DIVADLA

DPS

SO 01 Rekonstrukce fasády

TECHNICKÁ ZPRÁVA

duben 2015

SO 01 Rekonstrukce fasády

TECHNICKÁ ZPRÁVA – STAVEBNÍ ČÁST

I. ÚVOD

Tato část dokumentace popisuje stavební část objektu SO 01 Rekonstrukce fasády k akci „Stavební úpravy fasády a technologií Janáčkova divadla“.

Budova Janáčkova divadla na Rooseveltově ulici v Brně byla vystavěna v letech 1961 -1965 podle vítězného návrhu (1958) architekta Jana Víška. Budova je situována v Městské památkové rezervaci je zapsána v rejstříku nemovitých kulturních památek pod číslem 48176/7 -7491. Objekt svým charakterem spadá mezi stavby se speciálním ochranným režimem a s ohledem k těmto skutečnostem je nutno obnově fasády také přistupovat a to tak, aby celkový architektonický vzhled objektu zůstal po obnově nezměněn, a to včetně použitého materiálu a stávajícího spárořezu.

Dokumentace navazuje na předchozí etapy rekonstrukce divadla. Z předešlých etap rekonstrukcí je zřejmé, že po demontáži zavěšených travertinových obkladů lze předpokládat u železobetonových konstrukcí sloupů, průvlaků, ztužidel, parapetů apod. různé statické poruchy. Jedná se o:

- projevy koroze na výztuži betonových obvodových zdí, parapetů a betonových atik při nedostatečném krytí betonářské výztuže – převážně se jedná o povrchovou korozi 1. stupně s lokálními přechody do počátku 2. stupně
- nedostatečná pasivační schopnost betonových vrstev pro ochranu zabudované výztuže (malé krycí tloušťky betonu, nízká hutnost betonu a snížené pH) – platí obecně ve vztahu k nosným konstrukcím na obvodu objektu vystaveným vlivům vlhkosti (zatéká i pod obklad nejen netěsnými spárami, ale i v ploše kamenné desky vlivem poréznosti použitého materiálu – travertinu)

Proto je součástí činností zhotovitele zajistit po demontáži zavěšeného kamenného pláště z travertinu doplňkový stavebně technický průzkum včetně fotodokumentace a lokalizaci poruch a následný eventuální návrh sanačních opatření. Ve východním průčelí jsou pod zavěšenou fasádou provedeny skryté svody hromosvodu. Hromosvodná soustava byla rekonstruována spolu se střechou JD v roce 2003 a je řešena aktivním jímačem HELITA typu IMH 60. Pro tento hromosvod jsou použity skryté svislé stávající svody FeZn 50 mm. Po demontáži obkladu východní fasády bude jako součást doplňkového STP provedena revize svislých skrytých svodů včetně kotvení a eventuálně je navržena jeho oprava nebo výměna.

II. POUŽITÉ PODKLADY PRO ZPRACOVÁNÍ DOKUMENTACE

- Konzultace s pracovníky vedení a provozu JD.
- Stavební dokumentace
- Dokumentace předchozích etap
- Doměření objektu
- Stavebně technický průzkum fasády
- Znalecký posudek poskytnutý NDB
- Protokol o zkouškách kamene

III. KAPACITY, ZASTAVĚNÉ PLOCHY

Počet zaměstnanců:	nezměněn
Zastavěná plocha:	nezměněna
Užitná plocha:	nezměněna

Stavebními úpravami nedojde ke změně kapacit a ploch.

IV. DISPOZIČNÍ ŘEŠENÍ

Nedojde ke změně dispozičního ani provozního řešení.

V. STAVEBNĚ TECHNICKÝ PRŮZKUM - SONDY

Ve dnech 3.4. – 5.4. 2015 byla uskutečněna prohlídka kamenného vnějšího pláště budovy Janáčkova divadla v Brně za účelem posouzení stávajícího stavu kamenného obkladu. Prohlídka byla provedena vizuální kontrolou z přilehlých komunikací a teras po celém obvodu budovy a na dvou vytipovaných rizikových místech byly provedeny sondy sejmutím obkladových desek pro zjištění způsobu kotvení a jeho současného stavu.

Fasáda budovy je provedena jako předvěšený nezateplený obklad deskami tl.30mm z broušeného bulharského Mušlového vápence o rozměrech cca 0,8 -1,2 m² a mechanicky kotvený pozinkovaným drátem do železobetonové monolitické konstrukce s výplňovým zdivem. Spárořez kamenného obkladu je zvýrazněn drážkou širokou 20mm a hlubokou 6mm provedenou po obvodu desek prořezáním kotoučovou pilou způsobem řez vedle řezu. Nároží obkladu jsou řešeny mohutnou „truhlářskou spárou“, orámování oken je z desek s přesahem cca 30mm před hlavní plochu fasády. Rovněž pilastry mezi prosklenými plochami mají boční obkladové desky vystupující cca 60mm před čelní obklad. Obklad pilířů hlavního průčelí budovy z Moravského náměstí byl vyměněn v roce 2006-2007 při opravě staticky narušené betonové konstrukce sloupů.

V 1.NP z ulice Roosveltova a z parku Koliště je obklad mezi výkladci ze Šluknovského syenitu. Rovněž konzoly „nesoucí“ rizalit jsou obloženy tímto materiálem. Obklad je rovněž po revizi.

Sparořez fasády a rozsah použitých kamenů dokumentují fotografie a pohledy v měřítku 1:200 z ulice Rooseveltovy, z ulice Jezuitské, z Moravského náměstí a z parku Koliště (příloha č.1). Orientace ke světovým stranám je zřejmá ze situace v měřítku 1:500 (příloha č.2). V pohledech jsou vyznačeny i polohy sond č.1 a 2.

Umístění sond

Pro 1. sondu bylo vytipováno místo na jižní fasádě na vodorovném pasu mezi 1.NP a 2.NP vlevo nad vstupem do restaurace Bohéma. Sonda byla provedena pro kontrolu stavu kamene a jeho kotvení.

Obklad se sestává z podhledové desky, svislé čelní desky a parapetu prosklené stěny na které stojí meziokenní pilastry. Podhledová deska nebyla demontována. (viz foto č.1 přílohy č.3).

2.sonda byla provedena na severní fasádě na vodorovném pasu mezi 1.NP a 2.NP mezi 3.a 4. výkladcem od Jezuitské ulice. Obklad se sestává ze svislé obkladové desky a parapetu. Podhled je z hliníkového plechu a je součástí výkladce. (viz foto č.1 příloha č.4).

Sondy byly prováděny z mobilního hliníkového lešení.

1.sonda

Sonda byla vybrána pro výrazně nadzvedlý parapet nad svislý obklad svědčící o jeho poškození. Parapetní deska je zasunuta cca 50mm pod vodorovný hliníkový profil okna a je kryta dvěma vrstvami zprohýbaného plechu přišroubovaného ke konstrukci okna. Parapet je osazen do maltového lože na žlbt nosnou konstrukci. Vzduchová mezera mezi rubem svislé desky a nosnou konstrukcí je ucpána papírem z pytlů od cementu a zasypána betonovou směsí pro přilepení parapetu. Levá část parapetu pod svislým profilem okenní plochy je rozpraskaná, části parapetu chybí a jsou doplněny maltou do líce kamene. Povrch kamene je již zkorodovaný do hloubky 2mm. Parapet není k podkladní konstrukci mechanicky kotven, od maltového lože je vlivem zatékající vody a mrazu odtržen a po demontáži krycích plechů byl zcela volný.

Svislá deska obkladu nevykazuje vážnější poškození, deska je bez zjevných trhlin. Povrch kamene je však již vlivem prostředí zkorodovaný s nánosy prachu v kavernách. Po vyjmutí desky bylo zjištěno, že deska je osazena svým lícem cca 65-70mm před nosnou ŽLBT konstrukci na čtyřech kotvách a maltových terčích z cementové malty. Kotvy jsou umístěných ve svislých spárách zhruba v 1/5 výškového rozměru desky. Kotvy jsou vyrobeny z ohnutého pozinkovaného drátu Ø 6mm do tvaru písmene L a vetknuty do cementové malty ve vývrtu v ŽLBT konstrukci. Do jednoho vývrtu ve zdi jsou vkládány dvě kotvy, každá pro jednu vzájemně sousedící desku. V levé svislé spáře dole jedna kotva nesoucí sousední desku zcela chybí. Do kamenných desek jsou vyvrtány otvory pro trny kotev s velkým náběhem pro tělo kotvy do rubu kamenné desky a kotva je v otvoru volně. Na povrchu kotev je patrná již začínající koroze. Stav byl fotograficky zdokumentován, byl proveden rozměrový náčrt a deska i parapet byly osazeny zpět.

Podhledová deska nebyla demontována, při vizuální kontrole i sousedních desek byly zjištěny četné drobné i větší trhliny v kameni, které mohou časem hrozit pádem. V podhledových deskách jsou vidět vyvrtané díry zřejmě sloužící pro zavěšení reklam což stabilitu podhledu jen zhoršilo a vedlo ke vzniku trhlin v obkladu.

Výplň spár je již značně degradovaná, seschlá a na mnoha místech vypadaná.

2.sonda

Sonda byla vybrána pro opět výrazně nadzvedlý parapet vpravo a opravu vsazením kamenné vložky v jeho levé části. Svislá obkladová deska měla uražený pravý horní roh a byly na ní patrné „jazyky“ tvořené nečistotami z prachu vyplavených podtékající vodou pod kamenem. Parapet je opět volně bez kotvení přisunutý ke konstrukci okna s mezerou cca 30mm a osazený do betonového lože. Vzniklá mezera mezi parapetem a oknem je vymazána betonovou směsí. Vzduchová mezera mezi

rubem svislé desky a nosnou konstrukcí je ucpána papírem a zasypána betonovou směsí pro přilepení parapetu. Proti zatékání je přes parapet položený krycí plech přišroubovaný k rámu okna. Po demontáži plechu a uvolnění styčných spár bylo možné desku snadno vyjmout, kámen s betonovým ložem nebyl vůbec spojen.

Svislá deska obkladu nevykazuje vážnější poškození, deska je bez zjevných trhlin. Povrch kamene je však již zkorodovaný s nánosy nečistot v kavernách. Po vyjmutí desky bylo zjištěno, že deska je osazena svým lícem cca 65mm před nosnou ŽLBT konstrukcí na čtyřech kotvách a maltových terčích z cementové malty. Pravý horní trn však byl osazen do sádrového terče, což je v exteriéru zakázáno. Kotvy jsou umístěny ve svislých spárách zhruba v 1/5 výškového rozměru desky. Kotvy jsou vyrobeny z ohnutého pozinkovaného drátu Ø 6mm ve tvaru písmene L a vetknuty do sádry vyplňující vývrt v ŽLBT konstrukci. Do jednoho vývrtu jsou vkládány dvě kotvy, každá pro jednu vzájemně sousedící desku. Na povrchu kotev je již patrná pokročilá koroze a sádra není spojená s podkladní konstrukcí. Přesto, že v posledních dnech nepršelo, bylo pod sejmutými deskami viditelné promočení nosné konstrukce. Viz foto č. Stav byl fotograficky zdokumentován a byl proveden rozměrový náčrt. Sejmuté desky byly předány do zkušební laboratoře č. 1046 Zkušebny kamene a kameniva v Hořicích v Podkrkonoší pro zjištění základních mechanicko-fyzikálních vlastností stávajícího kamene. Protokol o zkouškách kamene je součástí přílohy . Svislá obkladová deska i parapet byly vyrobeny nové a osazeny na nerezové trny zpět do původní polohy.

Zhodnocení stavu fasády:

Kamenná fasáda byla provedena v letech 1960-65. Jejímu stáří odpovídá i stav kamene a to jak povrchu, tak jeho pevnosti a bezpečnosti kotevního systému. Vlivem povětrnosti a hlavně mrazu došlo k degradaci kamene a to jak pohledové, tak i z hlediska nasákavosti a pevnosti. Pohledové jevy jsou velmi dobře patrné na plochách a hlavně hranách parapetů a špalet, kde u spodních částí kamenných prvků chybí buď hrany nebo celé části kamene, které odmrzly a byly odplaveny. V plochách desek jsou mikroskopické trhliny, které značí hloubkové narušení kamene a významně sníženou pevnost kamene.

Pro posouzení stavu kamene provedla Zkušebna kamene a kameniva základní zkoušky a to stanovení objemové hmotnosti, otevřené pórovitosti, nasákavosti a hlavně pevnosti za ohybu. Základní technické požadavky na tyto parametry stanoví norma ČSN 72 1800 v platném znění v příloze 3. Kámen patří do skupiny II/d karbonátové pórovité sedimentární horniny. Jako min hodnoty jsou uváděny objemová hmotnost 2600 kg/m³, nasákavost 4%, pevnost v tahu za ohybu 5 MPa.

Z výsledků zkoušek je zřejmé, že vzorek z parapetu č.1017/15 tyto parametry významně nedosahuje a vzorek ze svislého obkladu č. 1018/15 splňuje pouze některé. Bohužel rozhodující parametr tj. pevnost v tahu za ohybu se pohybuje u jednotlivých částí jedné desky od 1,7 do 10,6 MPa, takže průměr 7,3 MPa nelze pro hodnocení použít.

Obrovský rozptyl jednotlivých měření ukazuje na nerovnoměrný rozpad kamene a snížení pevnosti pod min doporučené hodnoty. Z minulosti je navíc známo, že tento travertin jako nový výrazně tyto hodnoty překračoval.

Z uvedených zkoušek lze konstatovat, že i když byly na zkoušky vybrány silně namáhané části fasády, je pokles všech vlastností kamene natolik velký a naprosto nepředvídatelný, že kámen fasády je na konci své životnosti. Nebyly provedeny zkoušky kamene z okenních špalet na jižní a severní straně fasády a velkých souvislých ploch na východě a západě.

Zkoušky z těchto ploch nebyly provedeny pro velký zásah do fasády. Navíc fasáda byla díky znalostem v době realizace vyspárováním zmonolitněna, což z pohledu dnešních zkušeností a norem je nepřijatelné. Znamená to, že kamenné desky jsou vlivem stárí, tepelných dilatací a sesednutí fasády namáhány jinak, než jsou ukotveny a lze předpokládat zatím neviditelné poškození pnutí, které se projeví při sejmutí desky při výměně kotev.

Výsledkem tohoto posouzení je skutečnost, že kamenný obklad fasády se blíží ke konci své životnosti. Velké odchylky mechanických vlastností původně homogenního kamene ukazují, že nelze bezpečně stanovit rozsah celkové degradace fasády. Jednoznačně je nutné vyměnit všechny parapety, které navíc způsobují zatékání srážkové vody do nosné žlbt. konstrukce a pod okna. Dále je nutné vyměnit navazující svislé obklady pod parapety a spodní desky špalet lezenů mezi okny. Lze předpokládat stejné poškození kamene na nárožích budovy a spodní pásy vyvěšených ploch na východě a západě fasády. Při překotvení fasády je nutné provést stejné zkoušky desek z lezenů mezi okny a souvislých ploch. Na základě výsledků potom stanovit procento výměny u těchto ploch.

Sonda č.1 Roosveltova ul. – vstup do restaurace Bohéma

příloha č.3/1



Poloha sondy č.1



Detail zvednuté levé části parapetu a krycího zdeformovaného plechu.
Mezera mezi plechem není utěsněná a hnaná dešťová voda může Pod parapet zatékat



Rozpraskaná levá část parapetu

Sonda č.1 Roosveltova ul. – vstup do restaurace Bohéma

příloha č.3/2



Stav souvrství po sejmutí parapetní desky. Parapet není podlitý v celé ploše, betonová malta není vůbec s kamenem spojená, chybí kotvení parapetu



Stav souvrství konstrukce po sejmutí svislé obkladové desky. Mezera mezi žlbt konstrukcí a rubem kamene je ucpaná papírem a zvrchu zalitá betonem, ve svislých spárách kamene je dobře patrné kotvení z pozinkovaných ocelových drátů Ø6mm s maltovými terči.



Detail dolní kotvy obkladu, pro sousední Desku kotva zcela chybí.



Detail horní kotvy obkladu – kotva je ve vývrtu uvolněná a na jejím povrchu je patrná začínající koroze

Sonda č.1 Roosveltova ul. – vstup do restaurace Bohéma

příloha č.3/3



Potrhaná podhledová deska vpravo od vzorku.
U okenního rámu jsou vidět díry pro hmoždinky.
Zavěšovat jakékoliv předměty do kamene je
nepřípustné.



Detail podhledové desky pod
sondou.

Sonda č.2 Park Koliště

příloha č.4/1



Poloha sondy č.2



detail parapetu před demontáží , krycí plech je zvlněný a nebrání podtékání vody do konstrukce. Na parapetu je vidět hojný výskyt řas přispívající svým růstem ke korozi kamene.



Detail souvrství podkladní konstrukce po demontáži parapetu. Parapet není s cementovým ložem spojen, zadní část je odlomená pravděpodobně dilatačním pohybem ocelové prosklené konstrukce. Chybí kotvení parapetu.

Sonda č.2 Park Koliště

příloha č.4/2



Stav konstrukce po sejmutí svislé obkladové desky. Je dobře patrné použití sádry pro montáž kotvy do vývrtu v žlbt konstrukci.



Detail spodní kotvy svislé obkladové desky. Povrch kotvy je již značně narušen korozí.

Detail horní kotvy v pravé spáře obkladové Desky. Pro vetknutí kotvy je použita sádra. Parapet má malý přesah přes svislou obkladovou Desku, okapní drážka je na úrovni svislého Obkladu takže voda z celé plochy prosklené Fasády stéká po obkladu.



VI. STAVEBNĚ TECHNICKÉ ŘEŠENÍ

1. Všeobecně

Tento technologický postup stanovuje podmínky, pravidla a předpoklady pro demontáž a montáž obkladu přírodním kamenem fasády.

Tvorbě tohoto technologického postupu předcházela prohlídka budovy a provedení dvou sond do fasády pro zjištění jejího stavu.

Popis stávající technologie, prvku, konstrukce apod.

Kamenný obklad tvoří desky z bulharského Mušlového vápence tl. 30mm s povrchem broušeným a s drážkou po obvodu desek 20x6 mm. Kámen je již dožilý, zkřehlý a na mnoha místech jsou viditelné praskliny. Parapetní desky jsou zcela zkorodované, odtržené a volné bez mechanického kotvení s nedostatečným přesahem přes svislý obklad. Předsazení obkladu před H.S. činí 65mm. Obklad je spárovaný.

Na kotvení kamene jsou použity kotvy z pozinkovaného drátu Ø6mm vetknuté do železového betonu na beton nebo sádku.

Názvosloví (vysvětlení pojmů)

Provětrávaný obklad - obklad vyvěšený, který je od podkladní konstrukce oddělený vzduchovou provětrávanou dutinou (dutina umožňuje volné proudění vzduchu).

Spára – viditelný prostor mezi sousedícími deskami nebo prvky (může být volný nebo vyspárovaný).

Obkladová deska - jednotlivý prvek obkladu deskového tvaru vystavený přímým účinkům povětrnostních vlivů (změna teploty, vlhkosti apod.).

Kotva pro mokrou montáž – kamenická kotva určená pro osazení do otvoru v nosné konstrukci a upevněná maltou

Kotva nosná – nosný spojovací kovový prostředek, jímž jsou prvky z kamene osazeny (upevněny) na podkladní konstrukci stavby.

Kotva přídržná – spojovací kovový prostředek, který pouze zajišťuje polohu prvku z kamene vzhledem k podkladní konstrukci stavby.

Trn – tyčový prvek upevněný v těle kotvy, který je zapuštěn do boční nebo spodní strany prvku z kamene a má funkci přídržovací, případně nosnou.

2. Demontáž stávajícího obkladu fasády

Všechny stavební práce na zavěšené fasádě budou provedeny v souladu s ČSN 73 32 51 Navrhování konstrukcí z kamene z května 2012.

Přípravné práce před demontáží obkladu

-před demontáží obkladu bude nejprve zpracována výkresová dokumentace obsahující polohu a rozměry ploch fasády, návaznosti kamene na ostatní konstrukce budovy a rozměry jednotlivých desek. Každá deska se ve výkresu očísluje. Těmito čísly budou desky při demontáži popisovány .

-před demontáží obkladu se zafixují na základě geodetického zaměření rozhodující hrany fasády pro zpětnou montáž obkladu.

Demontáž obkladu

-vlastní demontáž bude probíhat z lešení. Vzhledem k dožilému stavu kamene a kotvení je nutné provádět demontáž s nejvyšší opatrností. Desky budou demontovány po řadách odshora dolů. Desky budou uvolňovány opatrným proříznutím spár tenkým kotoučem, aby nebyla poškozena hrana kamene. Aby nebyla narušena stabilita sousedních desek, trn kotvy bude odříznut vždy jen u právě demontované desky. Deska se vyjme ven a označí se shodným číslem uvedeným v dokumentaci. Desky budou z lešení dopravovány do předem určeného místa. Po pečlivé kontrole desky bude rozhodnuto o jejím nahrazení novou deskou nebo o vrácení zpět. Předem se pro zpětnou montáž vylučují desky s otevřenými prasklinami a korozi narušeným povrchem do hloubky. Vyřazené desky a jejich poloha ve fasádě se označí do dokumentace. Jedna vytipovaná deska bude předána do Zkušebny kamene a kameniva pro zjištění mechanicko fyzikálních vlastností kamene. Poté bude rozhodnuto o možném zpětném použití kamene . Použitelné desky budou očištěny, drobná poškození (vyskřípané hrany) se opraví polyuretanovým nebo polyesterovým tmelem s výplní a uloží do stojanů a na palety poblíž místa zpětné montáže.

-Všechny parapetní desky vzhledem k pokročilé korozi a rozlámání budou muset být vyrobeny nové se špachtlovaným povrchem. Rovněž původní podhledové desky jsou pro zpětnou montáž nepoužitelné.

- po demontáži obkladu z celé plochy budou původní kotvy odříznuty nebo vyjmuty z nosné konstrukce a díry po kotvách vyplněny cementovou maltou.

Po demontáži obkladu bude proveden doplňkový stavebně technický průzkum, na základě kterého bude vyhodnocen stav nosné stavební konstrukce, budou upřesněny sanační postupy pro eventuální sanaci železobetonových konstrukcí a výplňových zděných konstrukcí. Postup bude probíhat v těchto krocích:

- a) po montáži lešení a demontáži kamenných obkladů - doplňující diagnostika narušených konstrukcí včetně fotodokumentace
- b) zjednodušená projektová dokumentace sanace
- c) odstranění narušeného betonu s následnou kontrolou dostatečné připravenosti podkladu (např. vysokotlaký vodní paprsek, pískování, kartáčování, odsekání apod.), očištění

(otryskání) výztuže, pasivace armatury a reprofilace betonu (lze použít např. sanační systémy a technolog. postupy firem Mapei, Sika, SKW-MBT, Betosan atd.)

- d) bude upřesněn detail úpravy parapetního lože pod nový travertinový parapet včetně eventuálního zateplení
- e) bude upřesněn a vyhodnocen stávající detail oplechování travertinového parapetu Al plechem mezi vodní drážkou profilu okna a kamenným parapetem (eliminace vlivů zatékání) pod zavěšenou fasádou z kamene
- f) bude provedena kontrola skrytých svodů hromosvodu na východní fasádě

Až po těchto činnostech může být zahájena montáž zavěšeného kamenného obkladu.

3. Montáž obkladu

Nově provedený obklad je navržen jako provětrávaný a nezateplený, tedy bez vyplnění spár obkladu.

Kamenické kotvy

- před zahájením montáže bude zpracovaná výrobní, dílenská dokumentace nového schématu kotvení včetně statického návrhu kotev z korozivzdorné oceli sloužící k přenosu zatížení kamenných prvků obkladu na nosnou konstrukci. Dimenzování bude provedeno v souladu s ČSN 73 3251. Velikost obkladových desek a obkládaných ploch předurčuje použití kotev v ložných spárách. Kotvení ve svislých spárách bude pouze u meziokenních obkladů a u obkladů běžících nad prosklenými plochami pod římsou budovy.

- Podmínky pro provádění vyvěšeného obkladu na ocelových kotvách stanovuje norma

ČSN 73 3251, článek 10. Těla kotev a jejich trny musí být vyrobeny výhradně z nerezové oceli s označením 1.4301 dle ČSN 10088-1 (staré označení 17 240).

Každá obkladová deska musí být při montáži uchycena čtyřmi nerezovými kotvami. Zatížení od vlastní tíhy desky se přisuzuje vždy jen dvěma spodním nosným kotvám. Ostatní kotvy jsou buď jen přídržné, anebo se pokládají zároveň za nosné pro horní řadu desek. Desky se kotví buď v ložných nebo styčných spárách. Kotva ve vodorovné spáře nese ½ desky, ve svislé spáře nese desku celou. Deska je na jedné straně ukotvena pevně a na druhé kluzně v plastovém pouzdru.

Postup montáže

Je pravděpodobné, že díky probíhající korozi kotev bude kámen v místě jejich vetknutí již potrhán vlasovými trhlinami a tak z bezpečnostních důvodů je nutné do desek vyvrtat nové díry pro trny a to ne blíže jak 40mm od původní díry.

Podle výkresové dokumentace se provede rozměření fasády směrově a výškově. Vynesou se osy kotev podle schématu uvedeného ve výkresu na nosnou konstrukci. Pro kotvy se vyvrtají díry Ø 24mm, vyčistí od prachu, řádně provlhčí a vyplní cementovou nebo rychlovaznou maltou. Minimální hloubka vývrtu pro osazení nosné kotvy je 130mm. Podle kotevního schématu se do desek vyvrtají díry Ø8mm a hloubky 40mm pro trn kotvy tak, že největší vzdálenost kotvy od rohu desky by neměla překročit hodnotu 1/5 délky hrany desky, ale nesmí být menší jak 6cm (dvojnásobek tloušťky

desky). Pro montáž první řady obkladu se připraví z dřevěných trámů pomocná konstrukce o cca 15mm nižší než je první spára. Deska se přesně usadí do správné polohy pomocí dřevěných klínů, provází a zafixuje zednickou skobou a dřevěným klínem. Díra v desce se vyplní rychlovazným cementem nebo se do díry vloží plastové pouzdro podle schématu kotvení (plastové pouzdro je značeno ve výkresu dvěma čárkami, díra vyplněná cementem jednou čárkou). Do otvoru se nasadí nejprve nosná kotva a usadí se přesně proti díře v desce. Do kamene se přes kotvu zarazí kladivem nosný čep. Mezi tělem kotvy a hranou kamene musí zůstat vůle min. 2mm pro tepelnou dilataci. Následuje montáž přídržné kotvy stejným způsobem. Montáž dalších řad probíhá stejným způsobem při neustálé kontrole polohy desek. Kotvy mohou být zatěžovány až 24 hod. po jejich montáži.

4. Závěrečné omytí fasády a impregnace

Po dokončení montáže jednotlivých celků fasády se celá plocha omyje tlakovou vodou poté napustí hydrofobním a zpevňujícím přípravkem. Dolní partie fasády do výšky 2m nad chodník se ošetří antigrafiti nástřikem.

5. Závěr

1. Zavěšená kamenná fasáda

Kamenná fasáda byla provedena v letech 1960-65. Jejímu stáří odpovídá i stav kamene a to jak povrchu, tak jeho pevnosti a bezpečnosti kotevního systému. Vlivem povětrnosti a hlavně mrazu došlo k degradaci kamene a to jak pohledové, tak i z hlediska nasákavosti a pevnosti. Pohledové jevy jsou velmi dobře patrné na plochách a hlavně hranách parapetů a špalet, kde u spodních částí kamenných prvků chybí buď hrany nebo celé části kamene, které odmrzly a byly odplaveny. V plochách desek jsou mikroskopické trhliny, které značí hloubkové narušení kamene a významně sníženou pevnost kamene.

Pro posouzení stavu kamene provedla Zkušebna kamene a kameniva základní zkoušky a to stanovení objemové hmotnosti, otevřené pórovitosti, nasákavosti a hlavně pevnosti za ohybu. Základní technické požadavky na tyto parametry stanoví norma ČSN 72 1800 v platném znění v příloze 3. Kámen patří do skupiny II/d karbonátové pórovité sedimentární horniny. Jako min hodnoty jsou uváděny objemová hmotnost 2600 kg/m³, nasákavost 4%, pevnost v tahu za ohybu 5 MPa.

Z výsledků zkoušek je zřejmé, že vzorek z parapetu č. 1017/15 tyto parametry významně nedosahuje a vzorek ze svislého obkladu č. 1018/15 splňuje pouze některé. Bohužel rozhodující parametr tj. pevnost v tahu za ohybu se pohybuje u jednotlivých částí jedné desky od 1,7 do 10,6 MPa, takže průměr 7,3 MPa nelze pro hodnocení použít.

Obrovský rozptyl jednotlivých měření ukazuje na nerovnoměrný rozpad kamene a snížení pevnosti pod min doporučené hodnoty. Z minulosti je navíc známo, že tento travertin jako nový výrazně tyto hodnoty překračoval.

Z uvedených zkoušek lze konstatovat, že i když byly na zkoušky vybrány silně namáhané části fasády, je pokles všech vlastností kamene natolik velký a naprosto nepředvídatelný, že kámen fasády je na konci své životnosti. Nebyly provedeny zkoušky kamene z okenních špalet na jižní a severní straně fasády a velkých souvislých ploch na východě a západě.

Zkoušky z těchto ploch nebyly provedeny pro velký zásah do fasády. Navíc fasáda byla díky znalostem v době realizace vyspárováním zmonolitněna, což z pohledu dnešních zkušeností a norem je nepřijatelné. Znamená to, že kamenné desky jsou vlivem stárí, tepelných dilatací a sesednutí fasády namáhány jinak, než jsou ukotveny a lze předpokládat zatím neviditelné poškození pnutí, které se projeví až při sejmutí desky při výměně kotev.

Výsledkem tohoto posouzení je skutečnost, že kamenný obklad fasády se blíží ke konci své životnosti. Velké odchylky mechanických vlastností původně homogenního kamene ukazují, že nelze bezpečně stanovit rozsah celkové degradace fasády. Jednoznačně je nutné vyměnit všechny parapety, které navíc způsobují zatékání srážkové vody do nosné žltb. konstrukce a pod okna. Dále je nutné vyměnit navazující svislé obklady pod parapety a spodní desky špalet lezenů mezi okny. Lze předpokládat stejné poškození kamene na nárožích budovy a spodní pásy vyvěšených ploch na východě a západě fasády. Při překotvení fasády je nutné provést další zkoušky a stejné zkoušky desek z lezenů mezi okny a souvislých ploch. Proto v rámci rekonstrukčních prací po provedení lešení budou provedeny další doplňující zkoušky na vytypovaných 16 ks obkladových desek k ověření mechanicko – fyzikálních vlastností stávajícího obkladu /pevnost za ohybu při soustředném zatížení/. Na základě těchto výsledků lze potom upřesňovat procento výměny u těchto ploch.

3. Doplňkové a doplňující práce po demontáži obkladu

Z průběhu rekonstrukčních prací z období 2000 – 2015 jsou známy různorodé výsledky stavu obvodových nosných i nenosných železobetonových konstrukcí a vyzdívek, které nelze bez odstranění zavěšeného obkladu popsat, vyhodnotit a stanovit eventuální postup sanačních prací. Jedná se především o:

- projevy koroze na výztuži betonových prvků obvodových zdí, při nedostatečném krytí betonářské výztuže (převážně se jedná o povrchovou korozi 1.stupně s lokálními přechody do počátku 2.stupně)
- nedostatečná pasivační schopnost betonových vrstev pro ochranu zabudované výztuže (malé krycí tloušťky betonu, nízká hutnost betonu a snížené pH) – platí obecně ve vztahu k nosným konstrukcím na obvodu objektu vystaveným vlivům vlhkosti (zatéká i pod obklad nejen netěsnými spárami, ale i v ploše kamenné desky vlivem poréznosti použitého materiálu – travertinu)

Proto je navrženo, provést v rámci realizačních prací až po zahájení demontáží zavěšeného kamenného obkladu postupný doplňkový stavebně technický průzkum stavu obvodových konstrukcí, provést jeho vyhodnocení a stanovení eventuálních sanačních opatření.

Sanační opatření navrhujeme provést v těchto etapách:

- po montáži lešení a demontáži kamenných obkladů - doplňující diagnostika narušených konstrukcí

- zjednodušená projektová dokumentace sanace
- odstranění narušeného betonu s následnou kontrolou dostatečné připravenosti podkladu (vysokotlaký vodní paprsek, pískování, kartáčování, odsekání apod.), očištění (otryskání) výztuže, pasivace armatury a reprofilace betonu (lze použít např. sanační systémy a technolog. postupy firem Mapei, Sika, SKW-MBT, Betosan atd.)
- doplnění a navržení úpravy detailu zateplení a úprava parapetního lože pod nový travertinový parapet
- úpravou parapetu oplechování al plechem (eliminace vlivů zatékání) pod zavěšenou fasádou z kamene
- Dokončení fasády provedení nové povrchové fasádní úpravy nátěrem antigrafitu

V tomto duchu je koncipován i VV SO 01 Rekonstrukce fasády.

Příloha č. 1 – Protokol o zkouškách kamene

ZKUŠEBNA KAMENE A KAMENIVA, s.r.o. STONE AND AGGREGATES TEST CENTRE, LTD.

Zkušební laboratoř č. 1046 akreditovaná ČIA podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005
Testing laboratory No. 1046 accredited by Czech Accreditation Institute in accordance with EN ISO/IEC 17025:2005

Husova 675, 508 01 Hořice, Czech Republic telefon 493 623 478 e-mail: azl@zkk.cz



Číslo zakázky
a protokolu : 480/15
Počet výtisků : 2
Výtisk číslo : 1

PROTOKOL O ZKOUŠKÁCH KAMENE

Název kamene (tradiční název) : **NEUVEDEN**

Petrografické zařazení : **Travertin**

Typická barva : **Béžová**

Místo původu : **Fasáda Národního divadla Brno**

Vykonavatel : Zkušebna kamene a kameniva, s.r.o.
Husova 675
508 01 Hořice

Řešitelské pracoviště : Zkušební laboratoř č. 1046 akreditovaná ČIA
podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005,
zkušební laboratoř pro AVCP systém 3 podle CPR
ZL Hořice

Datum provedení zkoušek : **10.4.2015 - 15.4.2015**

Datum vystavení protokolu : **17.4.2015**

Za správnost protokolu odpovídá : **Jaroslava Soukupová**
zástupce vedoucího zkušební laboratoře

Protokol obsahuje 4 strany (včetně titulní).

Protokol byl vystaven ve dvou vyhotoveních. Výtisk číslo 1 obdržel klient, výtisk číslo 2 si ponechal vykonavatel.



1. PŘEDMĚT ZKOUŠEK

Vzorek byl převzat a zaevidován takto :

Zakázka číslo:	480/15	
Vzorek číslo:	1017/15	1 ks 1000/740/30 mm
	1018/15	1 ks 500/360/30 mm
		1 ks 500/460/30 mm

Datum převzetí: 8.4.2015
Vzorek převzal za ZL: J. Soukupová

Druh: Desky
Povrchová úprava: Broušená
Plochy anisotropie: Zjištěny

2. ROZSAH A SPECIFIKACE ZKOUŠEK

Na základě objednávky Z-IO 130/15 byly provedeny zkoušky vybraných vlastností přírodního kamene.

U všech zkoušek byla splněna podmínka o počtu souběžných stanovení a dodrženy požadavky na zkušební prostředí.

Použité přístroje a zařízení jsou metrologicky navázané ve shodě s metrologickým řádem ZL.

Uvedené rozšířené nejistoty měření jsou založeny na standardní nejistotě měření násobené koeficientem rozšíření $k = 2$, což pro normální rozdělení poskytuje hladinu spolehlivosti 95 %.

3. POUŽITÉ POSTUPY A ZKUŠEBNÍ METODY

Stanovení měrné a objemové hmotnosti a celkové a otevřené pórovitosti

podle ČSN EN 1936.

Hodnota rozšířené nejistoty měření zkušební metody je pro stanovení měrné hmotnosti 40 kg/m^3 , pro stanovení objemové hmotnosti 149 kg/m^3 a pro stanovení otevřené pórovitosti 0,14 % obj.

Stanovení nasákavosti vodou za atmosférického tlaku

podle ČSN EN 13755.

Hodnota rozšířené nejistoty měření zkušební metody je 0,01 % hm.

Stanovení pevnosti za ohybu při soustředném zatížení

podle ČSN EN 12372.

Hodnota rozšířené nejistoty měření zkušební metody je 0,2 MPa.



4. VÝSLEDKY ZKOUŠEK

VZOREK č.: 1017/15

Tabulka č. 1: Objemová hmotnost a otevřená pórovitost

Rozměry zkušebních těles: 50/50/30 mm

Vlastnost	Zkušební metoda	Jedn.	Zkušební tělesa / Hodnoty						Průměr
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	
Objemová hmotnost	ČSN EN 1936	kg/m ³	2 610	2 618	2 601	2 542	2 552	2 448	2 562
Otevřená pórovitost	ČSN EN 1936	% obj.	2,74						

Tabulka č. 2: Nasákavost vodou

Rozměry zkušebních těles: 50/50/30 mm

Vlastnost	Zkušební metoda	Jedn.	Zkušební tělesa / Hodnoty						Průměr
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	
Nasákavost za atmosférického tlaku	ČSN EN 13755	% hm.	0,98	0,93	0,99	1,21	0,99	1,28	1,07
Horní očekávaná hodnota E_H			1,39						
Maximální hodnota			1,28						

Tabulka č. 3: Pevnost za ohybu při soustředném zatížení (povrch broušený)

Rozměry zkušebních těles: 180/50/30 mm

Vlastnost	Zkušební metoda	Jedn.	Zkušební tělesa / Hodnoty										Průměr
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Pevnost za ohybu	ČSN EN 12372	MPa	10,6	10,0	12,3	1,7	4,1	4,3	6,0	5,0	8,9	9,7	7,3
Směrodatná odchylka $\pm s$			3,47										
Spodní očekávaná hodnota E_L			1,8										
Minimální hodnota			1,7										



Zkušebna kamene a kameniva, s.r.o.
Husova 675, 508 01 Hořice

Zkušební laboratoř č. 1046 akreditovaná ČIA
podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005

Protokol o zkouškách č.: 480/15
Strana 4 / 4

VZOREK č.: 1018/15

Tabulka č. 4: Objemová hmotnost a otevřená pórovitost

Rozměry zkušebních těles: 50/50/30 mm

Vlastnost	Zkušební metoda	Jedn.	Zkušební tělesa / Hodnoty						Průměr
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	
Objemová hmotnost	ČSN EN 1936	kg/m ³	2 339	2 281	2 295	2 511	2 469	2 481	2 396
Otevřená pórovitost	ČSN EN 1936	% obj.	4,48						

Tabulka č. 5: Nasákavost vodou

Rozměry zkušebních těles: 50/50/30 mm

Vlastnost	Zkušební metoda	Jedn.	Zkušební tělesa / Hodnoty						Průměr
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	
Nasákavost za atmosférického tlaku	ČSN EN 13755	% hm.	2,24	2,94	3,20	1,05	1,29	1,19	1,98
Horní očekávaná hodnota E_H			5,11						
Maximální hodnota			3,20						

Tabulka č. 6: Pevnost za ohybu při soustředném zatížení (povrch broušený)

Rozměry zkušebních těles: 180/50/30 mm

Vlastnost	Zkušební metoda	Jedn.	Zkušební tělesa / Hodnoty										Průměr
			1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	
Pevnost za ohybu	ČSN EN 12372	MPa	5,0	2,8	4,9	3,7	3,5	2,8	3,4	6,4	4,3	3,1	4,0
Směrodatná odchylka $\pm s$			1,15										
Spodní očekávaná hodnota E_L			2,2										
Minimální hodnota			2,8										

5. ZÁVĚR

Výsledky zkoušek se týkají pouze zkoušených vzorků.

Bez písemného souhlasu ZL nesmí být tento protokol reprodukován jinak než celý.

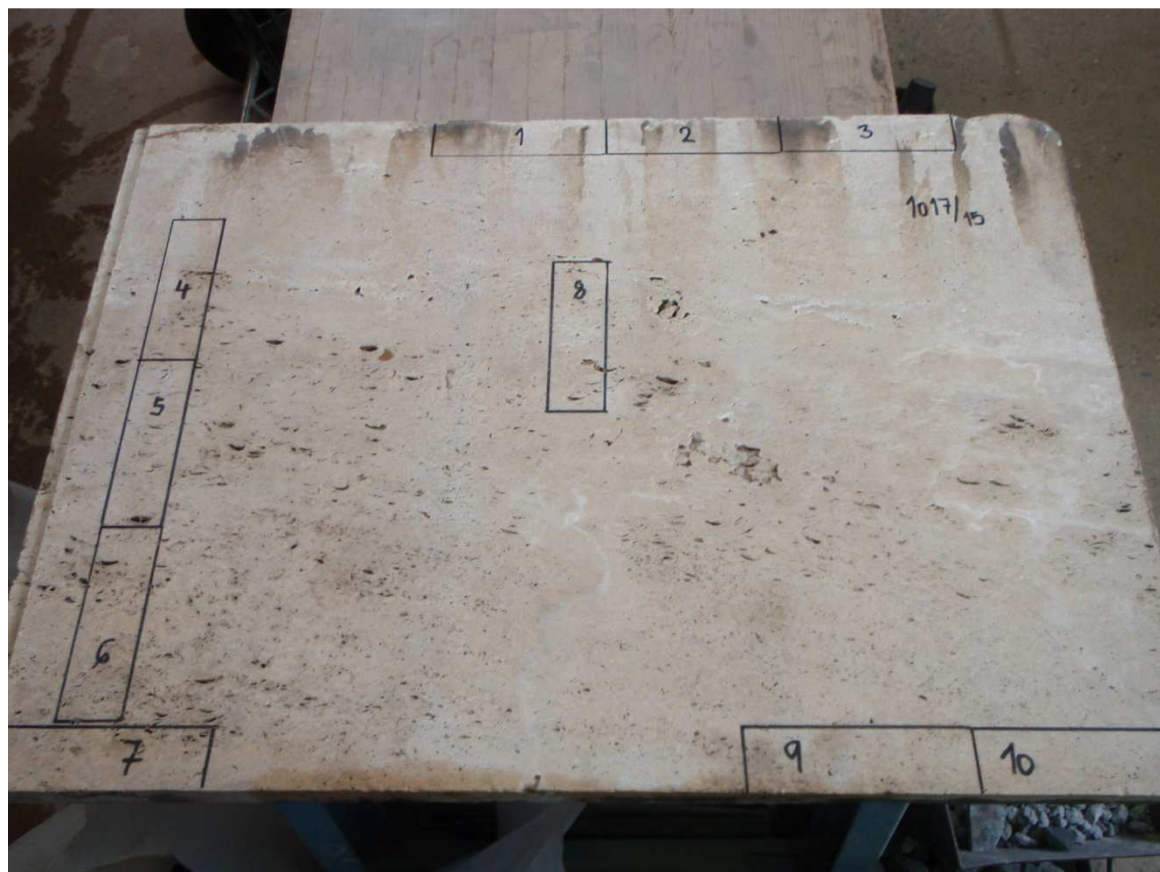
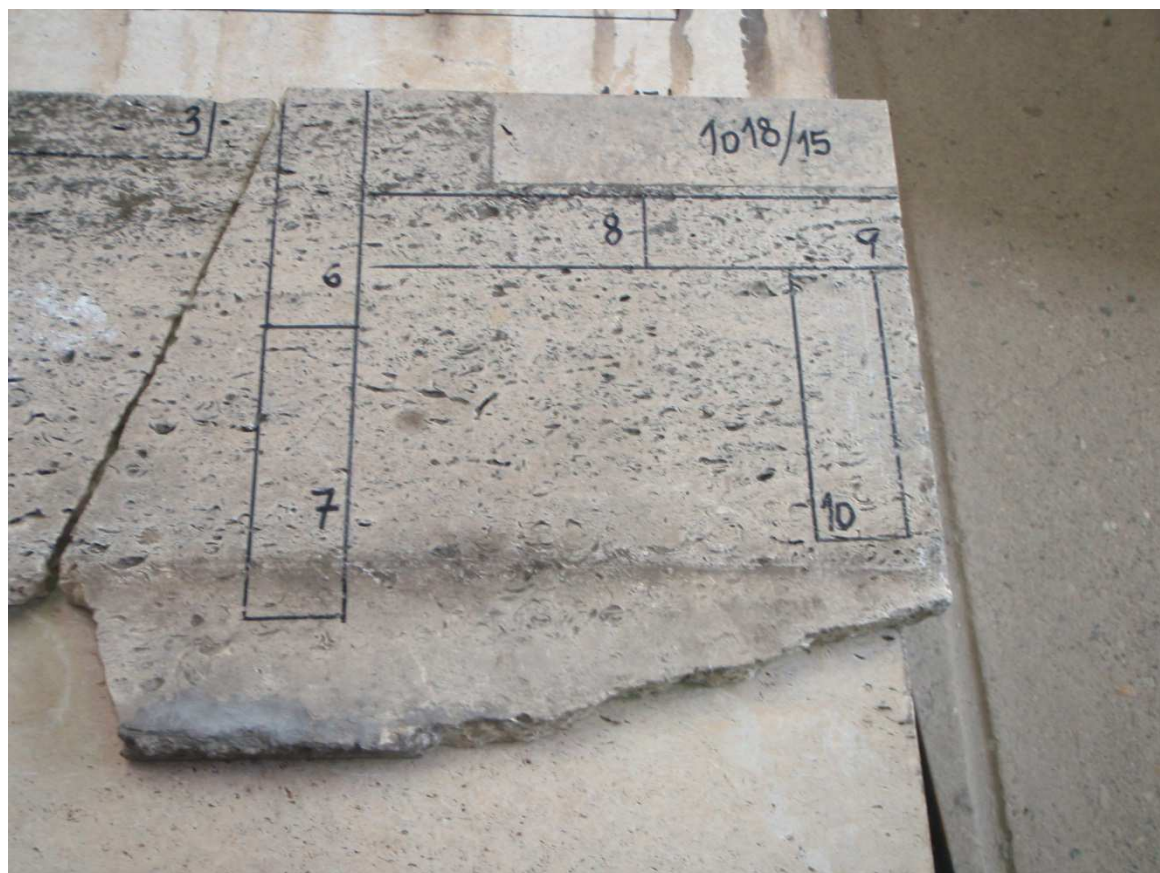
Stížnost nebo námitku k protokolu lze vznést písemně k vedoucímu ZL do 15 dnů od doručení.

6. PŘÍLOHY PROTOKOLU O ZKOUŠKÁCH

Bez příloh

- KONEC PROTOKOLU -







Příloha č. 2 – Znalecký posudek

Z N A L E C K Ý P O S U D E K č.895-1/2014

ve věci posouzení kamenných obkladů na rohu Janáčkova divadla
u hlavního vchodu, na ulici Rooseveltova v Brně.

Posudek vyžádal: Národní divadlo Brno, příspěvková organi-
zace, Dvořákova 11, 65770 Brno
IČ: 00094820

Účel posudku: zjistit degradaci kotev a poškození desek
kamenných obkladů na rohu u hlavního vchodu
na ulici Rooseveltova

Určen objednávkou č.9/2014 ze dne 31.1.2014

Posudek obsahuje 18 stran textu vč.fotografií a předává se ve
3 stejnopisech.

Posudek vypracoval:

Ing. Jiří BALOS
znalec stavebnictví-inženýrské stavby
stavby obytné, průmyslové a zemědělské
BRNO, Chmelnice 1

V Brně - březen 2014

- 2 -

A/ S I T U A C E

Po předběžném průzkumu kamenných obkladů ve III.dekádě ledna 2014, byl níže podepsaný znalec požádán, po schválení cenové nabídky ze dne 24.01.2014, dne 31.01.2014 vedoucím odd. MTZ Bc.Miroslavem Veverkou, písemnou objednávkou o vypracování znaleckého posudku. Předmětem má být posouzení stavebně-technického stavu kamenných obkladů na rohu Janáčkova divadla, u hlavního vchodu na ulici Rooseveltova v Brně. Jako kontaktní osoba je určen p.Zdeněk Weber.

Podklady poskytnuté objednatelem:

- za účasti pana Webera provedeno ve III:dekádě ledna letošního roku místní šetření vč. zástupce firmy oslovené pro provedení demontáže a montáže obkladů
- písemná objednávka ze dne 31.01.2014.

Podklady opatřené znalcem:

- zajištění firmy pro provedení snesení a opětné bezvadné ukotvení obkladových desek
- zhotovení negativů pro barevnou technickou fotografii z demontáže a montáže desek kamenných obkladů
- výběr negativů a zajištění zvětšenin pro 3 stejnopisy posudku a archivní paré znalce.

- 3 -

B/ N Á L E Z

Při místním šetření v závěru ledna 2014 bylo zjištěno, že nárožní desky u hlavního vchodu na ulici Rooseveltova jsou **značně narušeny**. Pro zjištění příčin, proč k narušení a destabilizaci obkladových desek dochází, bylo třeba provést jejich částečné odstranění. Rozsah byl znalcem určen na výšku minimálně 4ks desek.

Podrobnosti zjištěných skutečností jsou u následných barevných technických fotografií.

- 4 -



obr.č.1 a 2/ Celkový pohled na nároží budovy Janáčkovy divadla z ulice Rooseveltova, před sejmutím desek a po jejich odstranění.

- 5 -



obr.č.3 a 4/ Detaily rozevření styčných spár desek a poškození desky u ložné spáry před jejich demontáží.

- 6 -



obr.č.5 a 6/ Porušení části desky v levém rohu vč.detailu rozevření ložné a styčné spáry obkladu.

- 7 -



obr.č.7 a 8/ Detaily narušení zakládající desky nároží předcházející opravě, rozevření styčné spáry a porušení styku doplňku nároží.

- 8 -



obr.č.9 a 10/ Zdokumentování porušení kamenných obkladů v místech původních kotev napadenýchkorozí.

- 9 -



obr.č.11/ Vysoce impulsivní degradace obkladu v místech kotev napadených korozí. Důkaz **destability** obkladu v místech uchyacení. Hrozí po defunkčnosti kotev **destrukce desek**.

- 10 -



obr.č.11a/ Stav eroze vedlejší desky po sejmutí 5.desky od
spodní předsazené fasády. Srovnej s obr.č.1.

- 11 -



obr.č.12 a 13/ Důkaz degradace původních kotev korozí a vyloučení jejich funkčnosti. V tmelícím materiálu i v deskách byly zcela volně uloženy.

- 12 -



obr.č.14 a 15/ Po jejich vyjmutí z lože a zcela **bez odporu vazby** zjištěno, že z původního profilu 5mm je úbytek železné hmoty v profilu o 3mm, což je staticky závažné a z hlediska stability nepřípustné.

- 13 -



obr.č.16 a 17/ Důkazy degradace kotevního materiálu i lože ve kterém ocelové profily jsou uloženy.

- 14 -



obr.č.18 a 19/ Nestandardní výplň v oblasti kotvícího materiálu /papír z pytlů od cementu/ a citelná koroze kotvičky.

- 15 -



obr.č.20 a 21/ Nestandardní výplň papírem a velmi intenzivní koroze ccel. profilu i ve vyšších vrstvách obkladu.

- 16 -



obr.č.22 a 23/ Dtto jako u obr.č.20 a 21, ale v dalším "patře"
obkladu.

- 17 -



obr.č.24 a 25/ Správně provedené kotvy z nerezavějícího materiálu vložené do cementového lože. Kotvy jsou opatřeny trny pro uložení další kamenné desky.