

# POUŽITÍ BETONU PŘI OPRAVĚ MAISELOVY SYNAGOGY

## ■ USAGE OF CONCRETE FOR REPAIRS OF THE MAISEL SYNAGOGUE

Jiří Novotný, Milada Mazurová

V letech 2013 až 2015 prošla Maiselova synagoga v Praze rekonstrukcí, při níž bylo odvlhčeno zdivo a podlaha. Restaurátorsky byla obnovena fasáda a některé uměleckořemeslné prvky. Pro repliku fiál na fasádě byl použit samozhutnitelný beton, pro nosnou vrstvu podlah cementový litý potěr s omezeným smrštěním. ■ The Maisel Synagogue in Prague underwent an extensive reconstruction from 2013 to 2015 during which dehumidification of masonry and floor was executed. Self-compacting concrete was used for the pinnacles replicas; for the base course of floors was used cement flowing screed with limited shrinkage.

Maiselova synagoga v Praze byla postavena v letech 1590 až 1592 jako soukromá modlitebna v pozdně renesančním slohu finančníkem Mordechaiem Maislem, který se zasloužil o výstavbu i dalších renesančních staveb v židovském ghettu. Po požáru v roce 1689 byla přestavěna v barokním slohu, další přestavba následovala v letech 1862 až 1864 a dnešní novogotickou podobu získala při asanaci Josefova v letech 1895 až 1905. Od roku 1955 byla budova využívána pro potřeby židovského muzea.

V letech 2013 až 2015 prošla Maiselova synagoga generální opravou a rekonstrukcí. Cílem prací bylo nejen upravit prostory tak, aby odpovídaly současným požadavkům na kulturní zařízení tohoto typu, ale i řešit neuspokojivý architektonický a stavebně technický stav budovy.

### NEOGOTICKÉ FIÁLY

Památková obnova dekorativních architektonických prvků na štítech jižní fasády se týkala zejména dvanácti neogotických fiál, které byly již v havarijním stavu a bylo nutné je nahradit. Pro pochope-



ní jejich stavu je důležité si uvědomit, že původní fiály vznikly dle originálního sádrového modelu okolo roku 1900 a byly dále rozmnožovány s užitím dnes již polozapomenutých materiálů a technologií odlévání.

Proces jejich výroby byl tehdy založen na několika základních navzájem propojených technologických postupech a materiálech, které byly v té době k dispozici. V první řadě se jed-

nalo o románské cementy, jejichž směsi s kamenivem se zpevňovaly dostatečně rychle a nepoškozovaly dělenou pružnou formu. V druhé řadě se jednalo o dovednosti, které umožňovaly v druhé polovině 19. století zhotovit pružnou formu z glycerinu, želatiny a sádry. Taková forma umožňovala nejen její snadné sejmутí z odlitku, ale i opakované užívání při multiplikacích prvků. Výsledné produkty tohoto postupu byly oblíbeny pro



Obr. 1 Maiselova synagoga v Praze ■  
Fig. 1 Maisel Synagogue in Prague

Obr. 2 a) Formy pro fiály, b) vkládání  
jader pro vytvoření dutin

■ Fig. 2 a) Forms for pinnacles, b) inserting



cores for creating hollows

Obr. 3 Ukládání betonové směsi do bednění

■ Fig. 3 Pouring concrete into the formwork

Obr. 4 Snímání vnější vrstvy formy  
ze silikonového kaučuku a sádry



■ Fig. 4 Removing the outer layer of the  
form made from silicon rubber and plaster

Obr. 5 Sestavené fiály připravené pro  
transport ■ Fig. 5 Assembled pinnacles  
ready for transport

svou odolnost, houževnatost a příznivý vzhled. Vzniklá díla poskytovala i dostatečné záruky jak z materiálových, tak estetických hledisek.

Popsaný postup odlévání architektonických skulptivních článků byl na přelomu 19. a 20. století při výzdobě a dotváření staveb běžný. Odpovídal tehdejšími praktikám v stavebnictví i dobovému, slohovému cítění. Významnou měrou se podílel na tváři architektury našich měst a svým způsobem předcházet užití betonu jako materiálu konstrukcí.

### Románský cement

Dnes opět významnou, specifickou historickou i technologickou problematikou románského cementu, jeho užitím a vlastnostmi, příčinami vzniku poruch děl z něj vytvořených a problematikou jejich restaurování se v posledních letech zabývali v rámci evropských projektů Rocem, Rocare [1] spolu s dalšími odborníky z celé Evropy i akademičtí pracovníci z Fakulty restaurování Univerzity Pardubice. V odborných publikacích, na řadě internetových stránek a mj. na konferenci a ve sborníku společnosti STOP [2], byly uveřejněny četné poznatky, z kterých chceme pro náš případ zmínit alespoň výběr ze základních faktů a zkušeností. (Komplexnější přehled poskytne literatura, která je uvedena na konci článku.)

Při výrobě románského cementu byl v minulosti a je dodnes ([3], [4]) jako základní surovina používán vápenec, který však může obsahovat 15 až 40 % jílovitých minerálů, jež jsou následně zdro-

jem oxidu křemičitého, hlinitého a železitého. Teploty výpalu základní suroviny se pohybují v stejném teplotním intervalu, v kterém se páří bílé vzdušné vápno (tj. 800 až 1200 °C). Kvalita románského cementu závisí na přesných podmínkách výpalu v závislosti na složení vstupní suroviny, způsobu pálení, podmínkách kalcinace a na výrazně jemnějším mletí finálního produktu.

Obecně lze románský cement na základě vyhodnocení řady odborných prací charakterizovat jako poměrně křehký materiál schopný vytvářet směsi s vysokou pevností a tvrdostí, s vysokou nasákavostí, porozitou a propustností pro vodní páry. Velmi zjednodušeně je možné říci, že maltoviny na bázi románského cementu se svou pevností přibližují maltovinám pojeným portlandským cementem (pevnosti historických malt z románského cementu až kolem 50 N/mm<sup>2</sup>) a z hlediska porozity, nasá-

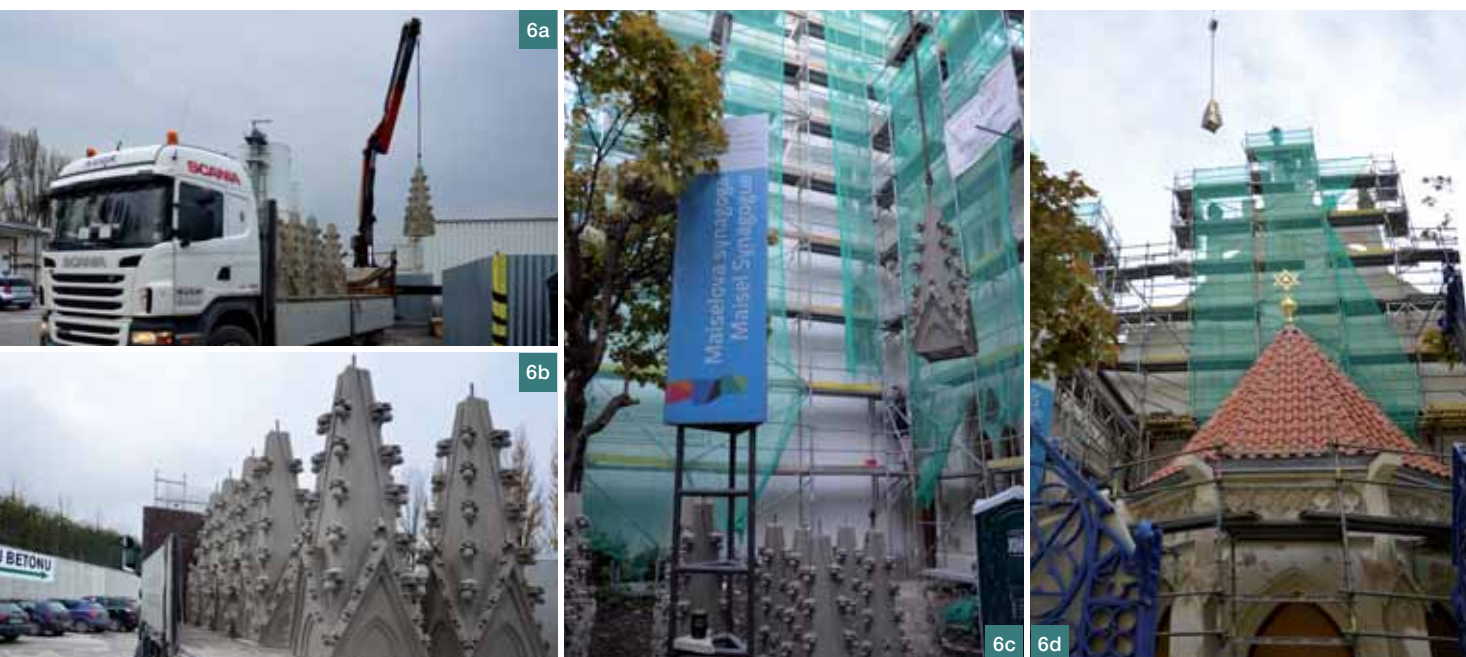
kavosti nebo propustnosti pro vodní páry spíše k vápenným maltám (nasákavost mezi 19 až 25 % hm., porozita 30 až 37 % obj.). [5], [6]

Z výzkumů a zkoušek aplikací je zřejmé, že vlastnosti jednotlivých směrů se mohou významně lišit. Nejsou determinovány pouze vlastnostmi a složením vlastního pojiva, výrobcem a značkou cementu, ale i dalšími faktory jako např. poměrem pojiva a kameniva, typem kameniva, množstvím záměsové vody ad. Velmi významnými se jeví také způsob řemeslného zpracování, zkušenosti a dovednosti zhotovitelů, ale i schopnosti kontroly a schopnost modifikovat obvyklé řemeslné postupy dle vstupních materiálů a specifických zadání. [7], [8]

### Příčiny havarijního stavu fiál

Konstrukce odlitku fiál byla ze dvou vrstev, vrchní s jemným plnivem o tloušť-





ce 8 až 12 mm, která dokonale kopíruje a vytváří formu, a druhé vnitřní vrstvy s velmi hrubým kamenivem o tloušťce 50 až 130 mm, která měla zřejmě tvořit spolu s vloženými armaturami stabilnější vnitřní konstrukci dutého těla fiály.

Příčiny havarijního stavu fiál ze štítu Maislovy synagogy lze hledat mezi vnějšími vlivy, zejména povětrnostními. Zásadní vliv na poruchy fiál mají rozdílné fyzikální vlastnosti obou vrstev, zvláště tepelné namáhání na různě osluněných místech dvouvrstevně komponovaných prvků. Dalším možným důvodem vzniku trhlin mohou být také objemové změny, ke kterým dochází při hydrataci. Drobné plastické detaily byly ohroženy i v souvislosti s dalšími poruchami povrchových úprav, např. krakelováním povrchu a následnou sulfatizací. [6] Zásadní význam pro stabilitu celku fiál má však skutečnost, že při dlouhodobém pronikání vody do materiálu díla docházelo také ke změně jeho pH, a tím i ke korozi vnitřních ocelových armatur.

Synergické působení rozpinání korodujících armatur, otvírání trhlin, pronikání vody do jádra, působení mrazu pak byly s největší pravděpodobností fatálními příčinami jejich havarijního stavu.

### Výroba faksimilií

Po zvážení extrémní expozice děl povětrnostním vlivům, požadavku na dlouhodobou stabilitu díla a dalších zvolených kritérií jsme se rozhodli opakovat postup odlévání fiály po dílech, ovšem s použitím soudobých kvalitních materiálů. Dělená forma pro zhotovení série dvanácti odlitků byla sejmuta z restaurovaného

originálu. Tentokrát byla vytvořena ze silikonového kaučuku a sádry. Tvar celku byl stejně jako u historického odlitku skládán z dílů, avšak odlitek byl budován pouze z jedné homogenní vrstvy. Od vkládání masivních ocelových armatur bylo upuštěno.

Na základě zkušeností z obdobných prací a zkoušek byl pro repliky faksimilií použit samozhutnitelný beton. Při návrhu betonu do fiál byl rozhodující důraz kladen na jeho kvalitu, životnost a na způsob ukládání do forem. Vzhledem k počtu fiál a ke krátkému času realizace bylo nutné, aby měl beton po dvou dnech dostatečnou manipulační pevnost. Z těchto kritérií vyplynula volba samozhutnitelného betonu Easycrète C30/37 s maximálním zrnem kameniva 8 mm a s maximálním průsakem vody 20 mm dle ČSN EN 12390-8. Fiály jsou vyztuženy pouze třímínky.

Pro konstrukci fiál bylo vyrobeno 14 m<sup>3</sup> betonu v konzistenci 600 až 650 mm rozliti s průměrnou pevností po 28 dnech 49,8 MPa a s maximálním průsakem 9 mm.

### PODLAHY

Modifikované betonové směsi byly použity také při rekonstrukci a vybudování nové podlahy. Rekonstruovaná podlaha centrálního prostoru budovy, která není podsklepena a historicky prošla řadou stavebních úprav, musí plnit řadu technických, provozních a funkčních požadavků. Ty jsou spojeny s novým využíváním prostoru a umístěním topných panelů v podlaze, přičemž topné prvky musely být dokonale obtečeny betonovou směsí. Při realizaci bylo navíc nut-

Obr. 6 Manipulace s fiálami: a,b) transport, c,d) osazování na místo pomocí jeřábu  
Fig. 6 Manipulation with the pinnacles: a),b) transportation, c),d) fitting to the place by a crane

né zohlednit obavu z působení vlhkosti. Dalším významným požadavkem byla perfektní rovinnost  $\pm 2$  mm/2 m související s pokládáním tenkovrstvé kamenné podlahy. Vzhledem k historickým proměnám budovy a nepravidelostem v některých místech bylo nutné zhotovit roznášecí desku v mírném spádu. Tato místa byla realizována v závěru ukládky podlahy, kdy byla do zbývajícího potěru až na stavbě dodávána stabilizační přísada. Podlahová roznášecí vrstva byla uložena jako připojená vrstva na penetrovaném betonovém podkladu.

### ZÁVĚR

Jsme přesvědčeni, že v obou případech jsme užitím modifikovaných směsí betonu přispěli přes ztrátu některých částí autentické hmoty k uchování památky a zdraru díla i naplnění jak technických, tak estetických požadavků, tak aby odpovídaly současné funkci budovy, jejímu poslání i historickému významu. Provoz muzea byl zahájen 1. července 2015.

doc. ak. soch. Jiří Novotný  
Fakulta restaurování  
Univerzity Pardubice  
e-mail: jiri.novotny@upce.cz



Ing. Milada Mazurová  
TBG Metrostav, s. r. o.  
e-mail: milada.mazurova  
@tbg-beton.cz



Zdroje:

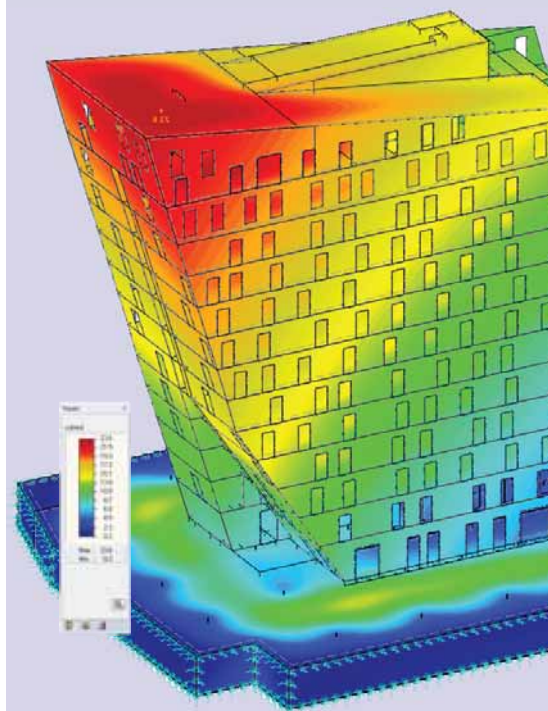
- [1] ROCARE. ROMAN CEMENTS FOR ARCHITECTURAL RESTORATION TO NEW HIGH STANDARDS [online]. IATCS, 2012. Dostupné z: <http://www.rocare.eu/page/seite/download-of-conference-presentations.html>
- [2] SPOLEČNOST PRO TECHNOLOGIE OCHRANY PAMÁTEK. *Románský cement – historie, vlastnosti a možnosti použití* [online]. Sborník přednášek z odborného semináře, Praha, Národní muzeum, 22. 9. 2011. STOP, 2011. Dostupné z: <http://docplayer.cz/3864176-Romansky-cement-historie-vlastnosti-a-moznosti-pouziti.html>
- [3] WIKIPEDIA. *Louis-Joseph Vicat*. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. 24. 9. 2016. Dostupné z: [http://de.wikipedia.org/wiki/Louis-Joseph\\_Vicat](http://de.wikipedia.org/wiki/Louis-Joseph_Vicat)
- [4] CIMENT & ARCHITECTURE. LE SITE INTERNET DU CIMENT NATUREL PROMPT [online]. Ciment & architecture, 2010. Dostupné z: <http://www.cimentetarchitecture.com>
- [5] TIŠLOVÁ, R. *Hydration of natural cements*. Brno: Tribun EU, 2009. ISBN 978-80-7399-647-5.
- [6] WEBER, J., BAYER, K., PINTÉR, F. 19<sup>th</sup> Century “Novel” Building Materials: Examples of Various Historic Mortars under the Microscope. In: *2<sup>nd</sup> Conference on Historic Mortars – HMC 2010 and RILEM TC 203-RHM final workshop, Praha, 22.–24. 9. 2010*. RILEM, 2010. ISBN 978-2-35158-112-4.
- [7] GURTNER, CH. Issues of application of Roman cement mortars in restoration practice [online]. In: *Natural cements in European cultural heritage. Les ciments naturels dans le patrimoine européen*. Paříž, 26. a 27. 4. 2012. Dostupné z: <http://www.rocare.eu/page/seite/download-of-conference-presentations.html>
- Další odkazy k problematice románských cementů:
- [8] BOUICHOU, M., CAILLEUX, E., MARIE-VICTOIRE E., SOMMAIN, D. Evaluation of compatible mortars to repair 19<sup>th</sup> century natural cement cast stone from the French Rhône-Alpes region [online]. In: *HMC 2008, Historic Mortars Conference, Lisabon, 24.–26. září 2008*. Dostupné z: [http://www.rocare.eu/page/pdf/extern/Publ\\_19.pdf](http://www.rocare.eu/page/pdf/extern/Publ_19.pdf)
- [9] MERTENS, G., LINDQVIST, J.-E., SOMMAIN, D., ELSEN, J. *Calcereous hydraulic binders from a historical perspective*. In: *HMC 2008, Historic Mortars Conference, Lisabon, 24.–26. září 2008*.
- [10] GOSELIN, C., VERGES-BELMIN, V., ROYER, A., MARTINET, G. *Natural Cement and Stone Restoration of Bourges Cathedral (France)*. In: *HMC 2008, Historic Mortars Conference, Lisabon, 24.–26. září 2008*.
- [11] BOURGÈS, A., CORD, S., VERGÈS-BELMIN, V. Famous Men Busts Decorating a Parisian Façade: Characterization and Decay Process of a Cast Artificial Stone from the XIX<sup>th</sup> Century. In: *2<sup>nd</sup> Conference on Historic Mortars – HMC 2010 and RILEM TC 203-RHM final workshop, Praha, 22.–24. 9. 2010*. RILEM, 2010. ISBN 978-2-35158-112-4.
- [12] ELSEN, J., VAN BALEN, K., MERTENS, G. Hydraulicity in Historic Lime Mortars: a Review. In: *Historic Mortars: Characterisation, Assessment and Repair*. 2012. Dostupné z: [https://www.researchgate.net/publication/278639291\\_Hydraulicity\\_in\\_Historic\\_Lime\\_Mortars\\_A\\_Review](https://www.researchgate.net/publication/278639291_Hydraulicity_in_Historic_Lime_Mortars_A_Review)
- [13] EDISON, M. P. Rosendale Natural Cement: Reintroduction of an Authentic North American Historic Binder. In: *2<sup>nd</sup> Conference on Historic Mortars – HMC 2010 and RILEM TC 203-RHM final workshop, Praha, 22.–24. 9. 2010*. RILEM, 2010. ISBN 978-2-35158-112-4.
- [14] MOE, M., LUKACS, J., HANSEN, T. S. Oscarshall (Oslo, Norway) – Case Study of the Restoration of a Natural Cement Rendered Facade from 1849. In: *2<sup>nd</sup> Conference on Historic Mortars – HMC 2010 and RILEM TC 203-RHM final workshop, Praha, 22.–24. 9. 2010*. RILEM, 2010. ISBN 978-2-35158-112-4.
- [15] BOUICHOU, M., MARIE-VICTOIRE, E., CAILLEUX, E., SOMMAIN, D. Evaluation of compatible mortars to repair 19<sup>th</sup> century natural cement cast stone from the French Rhône-Alpes region. In: *HMC 2008, Historic Mortars Conference, Lisabon, 24.–26. září 2008*.
- [16] GOSELIN, CH., SCRIVENER, K. L., FELDMAN, S. B. Hydration of Roman Cements Used for Architectural Restoration. In: *2<sup>nd</sup> Conference on Historic Mortars – HMC 2010 and RILEM TC 203-RHM final workshop, Praha, 22.–24. 9. 2010*. RILEM, 2010. ISBN 978-2-35158-112-4.
- [17] HUGHES, D. C., WEBER, J., KOZŁOWSKI, R. Roman Cement for the Production of Conservation Mortars. In: *2<sup>nd</sup> Conference on Historic Mortars – HMC 2010 and RILEM TC 203-RHM final workshop, Praha, 22.–24. 9. 2010*. RILEM, 2010. ISBN 978-2-35158-112-4.
- [18] PETEROVÁ, A., DOUBRAVOVÁ, K., MACHOVIČ, V., JIROUŠEK, J. Mortars from Roman Cement and their Properties. In: *2<sup>nd</sup> Conference on Historic Mortars – HMC 2010 and RILEM TC 203-RHM final workshop, Praha, 22.–24. 9. 2010*. RILEM, 2010. ISBN 978-2-35158-112-4.
- [19] WILK, D., BRATASZ, L., KOZŁOWSKI, R. Reducing Shrinkage Cracks in Roman Cement Renders. In: *2<sup>nd</sup> Conference on Historic Mortars – HMC 2010 and RILEM TC 203-RHM final workshop, Praha, 22.–24. 9. 2010*. RILEM, 2010. ISBN 978-2-35158-112-4.

**RFEM 5**

MKP Program pro výpočet 3D konstrukcí

**RSTAB 8**

Program pro výpočet prutových konstrukcí



**ZKUŠEBNÍ VERZE  
ZDARMA NA  
[www.dlupal.cz](http://www.dlupal.cz)**

**Statika,  
která Vás  
bude bavit !**




**Dlubal**

**Dlubal Software s.r.o.**  
Anglická 28, 120 00 Praha 2  
+420 227 203 206  
info@dlupal.cz  
www.dlupal.cz

Firemní prezentace