

**Univerzita Pardubice**

**Fakulta restaurování**

Ateliér restaurování a konzervace nástěnné malby, sochařských děl a povrchů

architektury

Jiráskova 3, 570 01 Litomyšl

Restaurování plastiky Alegorie průmyslu z fasády FCHT, Univerzity Pardubice,  
materiálové řešení doplňků na bázi románského cementu pro restaurování  
a rekonstrukci díla

BcA. Ema Medková

Vedoucí práce: Doc. Jiří Novotný, ak. soch.

Odborný garant: Ing. Renata Tišlová, PhD.

Diplomová práce

2013

Rozsah grafických prací:

Rozsah pracovní zprávy:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

1. Baleka J., Výtvarné umění výkladový slovník - malířství sochařství grafika, Praha 1997. 2. Harlas František X., Sochařství a stavitelství (České umění II), Praha 1911. 3. Matějček A. Wirth Z., Česká architektura XIX. století (1800-1920), Praha 1922. 4. Wirth Z. Millerová A. (edd.), Architektura v českém národním dědictví, Praha 1961. 5. Zatloukal P., Příběhy z dlouhého století. Architektura let 1750 - 1918 na Moravě a ve Slezsku, Olomouc 2002. 6. Horáček M., Poznámky k barevným průčelím v architektuře 19. století na Moravě, zvláště k polychromii a sgrafitu, in: Acta UPO: Facultas philosophica: Studia Moravica II, Olomouc 2004, s. 281,304. 7. Zatloukal P., Přehled architektury historismu XIX. století na Moravě, in: Umění XXXIV, 1986, č. 4, s. 355, 367. 8. Zatloukal P., Historismus. Architektura 2. poloviny 19. století na Moravě, OG Olomouc 1986. 9. Webové stránky projektu ROCARE - [www.rocare.eu](http://www.rocare.eu) 10. Tišlová, R., Hydration of natural cements - PhD thesis Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Sciences, Kraków, 168 p, 2008, ISBN 978-80-7399-647-5. 11. Klisińska, A., Tislova, R., Adamski, G., Kozlowski, R.: Pore structure of historic and repair Roman cement mortars to establish their compatibility, Journal of Cultural Heritage 11, 2010, pp. 404-410. 12. Románský cement, historie, vlastnosti a možnosti použití. Sborník k semináři STOP Románský cement v památkové péči, 4, 2011. 13. Restauero, Forum für Restauratoren, Konservatoren und Denkmalpfleger, München: Callwey, 7, 2012, pp. 22-29. 14. Mortars, renders and plasters: practical building conservation. Farnham: Ashgate, 2011. ISBN ISBN 978-0-7546-4559-7. s. 41-44, 90-98, 509-518.

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Jiří Novotný, akad. sochař**


Ateliér restaurování kamene

Datum zadání diplomové práce:

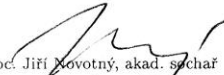
**30. října 2011**

Termín odevzdání diplomové práce:

**16. srpna 2013**

  
Ing. Karol Bayer  
děkan

L.S.

  
doc. Jiří Novotný, akad. sochař  
vedoucí ateliéru

V Litomyšli dne 10. května 2013

Univerzita Pardubice  
Fakulta restaurování  
Akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Emma Medková**  
Osobní číslo: **R11015**  
Studijní program: **N8206 Výtvarná umění**  
Studijní obor: **Restaurování a konzervace děl nástěnné malby, sochařských děl a povrchů architektury**  
Název tématu: **Restaurování plastiky Alegorie průmyslu z fasády FCHT, Univerzity Pardubice; řešení materiálových doplňků na bázi románského cementu pro restaurování a rekonstrukci díla.**  
Zadávající katedra: **Ateliér restaurování kamene**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Diplomová práce bude rozdělena do dvou částí, praktické dokládající získané restaurátorské dovednosti a částí písemné. Písemná část musí obsahovat komplexní dokumentaci provedeného restaurování a v dalším samostatném oddíle bude řešena technologická část zaměřená na zkoumání vlastností materiálů vhodných pro restaurování díla z románského cementu. - Restaurátorské práce budou prováděny v souladu s památkovým zákonem ČR a na základě koncepce restaurování, která bude stanovena na základě výsledků restaurátorského průzkumu. - Celá práce bude v souladu se stanovami Univerzity Pardubice a s jejími zásadami pro vypracování diplomových prací. - Rozsah prací: restaurátorský průzkum, transfer plastiky, vyhodnocení průzkumu a zpracování stanovené koncepce, komplexní restaurování plastiky dle stanovené koncepce, osazení plastiky zpět na fasádu. - Textová část dokumentace restaurování bude řešit specifickou problematiku poškození plastiky Alegorie průmyslu. - Technologická část bude obsahovat rešerši k dané problematice, dále se bude blíže zabývat měřením základních vlastností originálního materiálu restaurovaného díla a materiálů dostupných na trhu vhodných pro restaurování děl z románského cementu z hlediska požadavku na kompatibilitu s restaurovaným dílem a jeho technologií. Materiály použité pro zkoušky se shodují s původními místy produkce.

**Prohlašuji:**

Tuto práci jsem vypracovala samostatně. Veškeré literární prameny a informace, které jsem v práci využila, jsou uvedeny v seznamu použité literatury.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména se skutečností, že Univerzita Pardubice má právo na uzavření licenční smlouvy o užití této práce jako školního díla podle § 60 odst. 1 autorského zákona, a s tím, že pokud dojde k užití této práce mnou nebo bude poskytnuta licence o užití jinému subjektu, je Univerzita Pardubice oprávněna ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložila, a to podle okolností až do jejich skutečné výše.

Souhlasím s prezenčním zpřístupněním své práce v Univerzitní knihovně Univerzity Pardubice (Dislokované pracoviště – Fakulta restaurování, Litomyšl).

V Litomyšli dne 21. 8. 2013

Ema Medková

## **Poděkování**

*Děkuji vedoucímu praktické části této diplomové práce a vedoucímu ateliéru kamene Doc. Jiřímu Novotnému ak. soch. za ochotu při řešení nejen této práce. Velice děkuji konzultantce Ing. Renatě Tišlové PhD., která vedla teoretickou část a poskytla mi mnoho cenných rad v oblasti technologie restaurování. Dále bych ráda poděkovala všem, kteří se podíleli na této diplomové práci teoreticky nebo mi byli nápomocni při restaurování plastiky Alegorie průmyslu. Jsou to: Ing. Karol Bayer, Mgr. Jiří Kaše, BcA. Petr Rajman a BcA. Pavel Roleček. V neposlední řadě bych ráda poděkovala mé rodině, za oporu a trpělivost po dobu studia.*

## **Titul**

Restaurování plastiky Alegorie průmyslu z fasády FCHT, Univerzity Pardubice, materiálové řešení doplňků na bázi románského cementu pro restaurování a rekonstrukci díla

## **Anotace**

Diplomová práce jako celek se dle zadání zabývá praktickými a teoretickými aspekty restaurování sochařských děl vzniklých v klasicizujícím stylu ke konci 19. století, konkrétně materiálem, ze kterého jsou tyto plastiky odlity – vysoce hydraulickým pojivem tzv. románským cementem. Praktická část diplomové práce dokládá získané restaurátorské dovednosti, obsahuje kompletní dokumentaci průběhu restaurování plastiky Alegorie průmyslu z fasády Fakulty chemicko-technologické Univerzity Pardubice. Teoretická část se věnuje studiu vybraných vlastností dostupných minerálních materiálů nejen na bázi románských cementů a porovnání jejich fyzikálně mechanických vlastností s historickým materiálem odebraným z plastiky Alegorie průmyslu.

## **Klíčová slova**

sochařský odlitek, restaurování, neorenesance, románský cement, plastická retuše

## **Title**

Conservation of a statue The Allegory of Industry from the facade of FCHT, University of Pardubice; Roman Cement based fillings used for conservation of an artwork.

## **Annotation**

The thesis deals with theoretical and practical aspects of renovation of Neo-Renaissance statues created at the end of 19th century by using highly hydraulic material - Roman Cement. The practical section proves the achieved conservation skills and contains a complete documentation of the conservation of a statue The Allegory of Industry, placed on the exterior of a facade of the Faculty of Chemical Technology, University of Pardubice. The theoretical part includes testing of available mineral materials based not only on Roman Cement and compares their physical-mechanical properties with a sample gained from the statue The Allegory of Industry.

## **Keywords**

sculptural casting, conservation, Neo-Renaissance, Roman Cement, plastic retouch

## OBSAH

<b>1</b>	<b>ÚVOD</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST – DOKUMENTACE RESTAUROVÁNÍ</b>	<b>11</b>
2.1	Základní informace	12
2.2	Restaurátorský průzkum	13
2.2.1	Cíle průzkumu	13
2.2.2	Analýza díla	13
2.2.2.1	Popis díla - Ikonografie	13
2.2.2.2	Plastika Alegorie průmyslu a architektury	14
2.2.2.3	Historie budovy bývalé státní průmyslové školy a plastik alegorií	14
2.2.3	Nálezová zpráva přírodovědného průzkumu	15
2.2.3.1	Stav památky před restaurováním – vizuální průzkum	15
2.2.3.2	Analýza použité maltoviny, mikroskopické studium maltoviny	16
2.2.3.3	Stratigrafie povrchových vrstev	19
2.2.3.4	Posouzení stavu plastiky Alegorie průmyslu metodou ultrazvukové transmise	20
2.2.3.5	Stanovení nasákavosti	23
2.2.3.6	Zkoušky směsí pro tmely	23
2.2.3.7	Zkoušky čištění	24
2.2.3.8	Vzorky odebrané z plastik pro průzkum fyzikálně-mechanických vlastností	26
2.2.3.9	Zkouška barevnosti ochranného nátěru	26
2.3	Vyhodnocení průzkumu	27
2.4	Koncepce restaurování plastiky Alegorie průmyslu	28
2.5	Koncept postupu restaurátorských prací	28
2.6	Postup restaurátorského - konzervátorského zásahu	29
2.7	Doporučený režim památky	31
2.8	Seznam použitých materiálů a technologií	32
2.9	Obrazová a grafická příloha k praktické části	33
<b>3</b>	<b>TEORETICKÁ ČÁST – MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ DOPLŇKŮ</b>	<b>65</b>
3.1	Rešeršní část	66
3.1.1	Románský cement	66
3.1.1.1	Románský cement v historickém kontextu	67

3.1.1.2	Historie užití hydraulického vápna na území Čech a Moravy	68
3.1.1.3	Románský cement na území Čech a Moravy	69
3.1.2	Románský cement a jeho vlastnosti	70
3.1.2.1	Příprava a použití románského cementu v minulosti	73
3.1.3	Běžná praxe při rekonstrukcích fasád z románského cementu	74
3.1.4	Restaurování románského cementu v současnosti	75
3.1.4.1	Postupy při restaurování fasád z románských cementů	76
3.1.4.2	Možnosti využití románského cementu v restaurátorské praxi	79
3.1.4.3	Současný stav produkce materiálů na bázi románského	80
3.2	Experimentální část	81
3.2.1	Použité materiály a jejich základní vlastnosti	81
3.2.2	Složení a postup zpracování malt	91
3.2.2.1	Vzorky historických malt	96
3.2.3	Měřené parametry historických materiálů a testovaných malt	97
3.2.3.1	Stanovení objemové hmotnosti malty	97
3.2.3.2	Porozimetrie	97
3.2.3.3	Stanovení paropropustnosti pro vodní páry	98
3.2.3.4	Stanovení pevnosti v tlaku a ohybu	100
3.2.3.5	Měření vzorků ultrazvukovou transmisí	101
3.2.3.6	Stanovení koeficientu kapilární absorpce vody	102
3.2.4	Výsledky a diskuze	104
3.2.4.1	Naměřené hodnoty objemové hmotnosti	104
3.2.4.2	Naměřené hodnoty koeficientu kapilární absorpce vody	106
3.2.4.3	Naměřené hodnoty paropropustnosti	108
3.2.4.4	Porozimetrie – porozita a distribuce velikosti pórů	110
3.2.4.5	Pevnosti malt	113
3.2.4.6	Naměřené hodnoty Ultrazvukové transmise	115
3.3	Obrazová příloha k teoretické části	118
<b>4</b>	<b>ZÁVĚR</b>	<b>127</b>
<b>5</b>	<b>SEZNAMY</b>	<b>129</b>
<b>6</b>	<b>POZNÁMKY</b>	<b>137</b>
<b>7</b>	<b>TEXTOVÁ PŘÍLOHA</b>	<b>140</b>

# 1 ÚVOD

Tato diplomová práce se zabývá problematikou románského cementu po stránce restaurátorské i podrobněji po stránce technologické. V praktické části je předložena podrobná dokumentace restaurování plastiky Alegorie průmyslu z fasády Fakulty chemicko-technologické v Pardubicích, která je odlita do vysoce hydraulického materiálu, identifikovaného jako románský cement. Teoretická část této diplomové práce se nejprve v krátké rešerši zabývá historií, vlastnostmi románského cementu a problematikou restaurování děl z tohoto materiálu. Dále navazuje experimentální částí, která se na základě analýz vlastností historické malty odebrané z plastiky Alegorie průmyslu snaží vytipovat vhodný materiál pro obnovu restaurovaného díla. Z výběru materiálů vhodných pro doplnění plastiky testuje několik na trhu dostupných pojiv a zohledňuje základní kritéria při jejich výběru, především jejich fyzikálně-mechanické charakteristiky, hydraulické vlastnosti, paropropustnost, pevnost a jiné, které jsou zásadní při konečném výběru materiálu k restaurování.

Ocenila jsem příležitost obohacení svých dosavadních zkušeností o restaurování a zkoumání tohoto velice specifického materiálu, který se hojně používal pro výzdobu fasád v průběhu druhé poloviny 19. století v Evropě i USA. Také proto je v posledních letech v památkové péči zvýšený zájem o znovuoobjevení jeho historie, vlastností, výroby, zpracování i hledání vhodných postupů restaurování. Důkazem zájmu o románský cement jsou četné národní i mezinárodní projekty, workshopy a rekonstrukce objektů s jeho použitím. Obecně začíná být respektován fakt, že devatenácté století je posledním řemeslným obdobím, a proto bychom měli zachovat jeho řemeslné postupy, technologie, odkazy i pro další generace.

## **2 PRAKTICKÁ ČÁST – DOKUMENTACE RESTAUROVÁNÍ**

---

Dokumentace komplexního restaurátorského zásahu na plastice Alegorie průmyslu  
z fasády Fakulty chemicko-technologické,  
Univerzity Pardubice

## 2.1 Základní informace

### Lokalizace památky

Kraj: Pardubický

Město: Pardubice

Bližší určení místa: Štefánikova, náměstí Čs. Legií 565

Název objektu: bývalá vyšší státní průmyslová škola; současná FCHT,  
Univerzita Pardubice

### Údaje o památce

Bližší určení: Předmětem restaurování je alegorická socha průmyslu jako součást  
fasády budovy

Sloh/Datace: 1889

Materiál: odlitek z malty na bázi kufsteinského vápna (románského cementu)

Rozměry: v 221 cm, š 95 cm, h 53 cm

Rejstříkové číslo: budova vyšší státní průmyslové školy - 47809/6-4874

### Údaje o akci

Termín zahájení a ukončení restaurování:

Transfer: 20. 9. 2011

Začátek prací-průzkum: 5. 12. 2011

Osazování: 8. 8. 2012

## **2.2 Restaurátorský průzkum**

### **2.2.1 Cíle průzkumu**

Prvním cílem průzkumu bylo zjistit celkový stav uměleckého díla, stupeň poškození, rozsah a lokalizace poškození, příčiny a mechanismy poškození. Dalším cílem bylo obeznámení se s minulostí, dřívějšími podobami památky a případné určení autorství v rámci historického průzkumu. V neposlední řadě byla důležitá analýza materiálu, ze které je dílo zhotoveno, výtvarná technika díla a identifikace případných předešlých oprav a zásahů. Následně bylo třeba zvážit a vyhodnotit možnosti restaurátorského zásahu, vybrat vhodné metody a materiály s ohledem k navrácení díla na původní místo, tedy fasádu budovy Fakulty chemicko-technologické

### **2.2.2 Analýza díla**

Historický průzkum památky, pomůže zamezit chybným interpretacím památky, může být podkladem pro rekonstrukci chybějících částí díla a jeho prezentace (např. kde bylo umístěno původně). Tento průzkum je důležitý i z hlediska celkového pochopení zkoumaného díla a především rukopisu jeho autora.

#### **2.2.2.1 Popis díla - Ikonografie**

Odlitek představuje Alegorii průmyslu, která významově souvisí s průmyslovou školou. Plastika stojí v nice prvního patra levého křídla budovy (směrem na východ). Figura alegorie je mírně rozkročena v kontrapostu, představuje postavu muže s vlnitým plnovousem a kadeřavými vlasy, které má sepnuté kolem čela stuhou. Muž je oděn do pláště připomínající antikizující oděv, který je přepásán v pase, pravé rameno zůstává nezahalené. V pozvednuté levé ruce drží dobový atribut – odstředivý otáčkoměr, v pravé drží atribut – „francouzský“ klíč, za pravou nohou figury je situován kovářský svěrák na sukovitém kmeni. Celá figura je pojata v neorenesančním stylu (1889) a má připomínat postavu antického filozofa. Dílo je velice kvalitně zpracováno, svědčí o autorově modeléřské zdatnosti. Plastika se skládá z pěti dílů (horní polovina těla, dolní polovina těla, horní končetiny a kovářský svěrák.) V každém z dílů je armování s vyčnívajícím okem, které má kotvící funkci. Toto oko bylo vloženo do dutiny protějšního dílu a zalito maltou. Horní

polovina těla plastiky je uvnitř dutá, zbylé části jsou plně odlité. Materiál samotných odlitek sestává z plniv hrubé zrnitosti a pojiva, použit byl velice tvrdý, kvalitní materiál zřejmě románský cement. Celá plastika je natřena výrazným oranžovo-okrovým nátěrem, který zaslepuje jemnou modelaci povrchu plastiky.

#### **2.2.2.2 Plastika Alegorie průmyslu a architektury**

Obě plastiky jsou zhotovené podle návrhu sochaře a medailéra Antonína Poppa (1850–1915). Tento poměrně produktivní sochař vyučoval modelování na České polytechnice v Praze. Mezi jeho díla patří například ornamentální dekorace vnitřku Národního muzea, 32 portrétů českých králů ve dvoraně tamtéž (1889), socha Palackého a Komenského pro Pantheon (1896), poprsí Resslera a Škroupy tamtéž, poprsí Klicpery a Tyla ve foyeru Národního divadla, Genius se lvem na kopuli paláce Živnostenské banky, alegorické sousoší Svornost a Ušlechtilost s českým lvem na štítu v jeho středu v průčelí Měšťanské besedy v Plzni a plastická výzdoba Velkého sálu téže budovy a mnoho dalších prací.<sup>1</sup> Sochy „Práce“ a „Věda“ v nikách budovy ČVUT na Karlově náměstí v Praze jsou provedeny do pískovce a jejich kopiemi, s odlišnými pozicemi paží a atributy jsou právě plastiky z Pardubické státní průmyslové školy. Je možné, že odlitek Alegorie průmyslu je zaformovaný model právě pro sochu „Práce“. Socha „Práce“ je zobrazena (Obr. 5).

#### **2.2.2.3 Historie budovy bývalé státní průmyslové školy a plastik alegorií**

Původní stavba bývalé státní průmyslové školy (dnes Fakulta chemicko-technologická), na kterou je dílo umístěno, se nachází na Zeleném předměstí (západně od Zelené brány) v Pardubicích. Budova je postavena v neorenesančním stylu podle návrhu architekta Jindřicha Fialky. Stavba byla dokončena v roce 1899. Hlavními zdobnými prvky budovy jsou nízké ornamentální reliéfy zobrazující květy a labutě, které lemují obě křídla budovy, dále dva velké nízké reliéfy s atributy, vstupní portál s erbem Pardubic a dvě velké plastiky ve výklencích. V levém křídle budovy je nika a v ní stojí plastika Alegorie průmyslu, protějšek jí tvoří plastika alegorie architektury stojící v nice pravého křídla budovy. Postavy v tunikách mají připomínat postavy antických myslitelů. *„Statue ztělesňují myšlenku, že ideály moderní doby jsou pokračování renesančních respektive antických idejí. Éthos hrdě se hlásící k vznešenosti antické vzdělanosti a ideálů spojených s pevnou vírou v technický pokrok a lidské štěstí musíme obdivovat dodnes. Připomínají nám také to, že pojem*

*„techné“ původně označoval jak řemeslo, tak i vynikající řemeslný nebo umělecký výrobek.“<sup>2</sup>*

Tato skutečnost nebyla zřejmě pochopena při předchozí opravě provedené v roce 1990. Barevně pojatá oprava fasády nerespektovala umělecko – řemeslnou kvalitu této budovy „vizuálně jí degradovala“. Původní vzhled budovy na historické pohlednici (Obr. 7).

### **Vyhodnocení:**

Historický průzkum plastiky Alegorie průmyslu dokládá, jakým způsobem bylo vnímáno strojírenství dobovým myšlením jako symbol pokroku. Sochař byl v té době umělcem a přenechával realizaci svého díla uměleckému řemeslníkovi, pro šíření jeho díla byl románský cement ideálním materiálem a to z důvodu rychlého vytvoření mnoha odlitků a rozmnožení sochařova díla na trhu - Alegorie průmyslu a architektury jsou typickým příkladem.

### **2.2.3 Nálezová zpráva přírodovědného průzkumu**

Přírodovědný průzkum je zaměřen na podrobnou analýzu materiálu, ze které je dílo zhotoveno. Zkoumá mechanismy a příčiny způsobující degradaci materiálu a snaží se identifikovat pozdější úpravy a opravy originální hmoty díla. Hledá vhodné metody a materiály pro obnovu restaurovaného díla.

#### **2.2.3.1 Stav památky před restaurováním – vizuální průzkum**

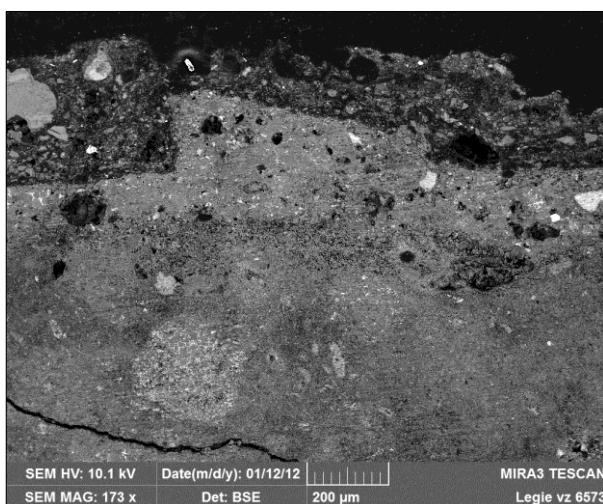
Plastika byla nejprve rozebrána na jednotlivé díly a demontována z fasády. Vizuální průzkum byl proveden po převezení plastiky do ateliéru. Dílo bylo fotograficky zdokumentováno a poté byla vypracována průzkumová zpráva, zahrnující zakreslení všech znečištění, poškození a celkového stavu památky. (Výchozí informace z vizuálního průzkumu jsou graficky zakresleny v kap. 2.9)

Celý povrch plastiky je opatřen oranžovo-okrovým akrylátovým nátěrem, vyjma zadní části spodního dílu, který byl špatně dostupný, proto nebyl natřen, tento povrch je jen pokryt prachovými depozity a černou tenkou vrstvou nečistot. Disperzní nátěr pochází z roku 1990, kdy byla fasáda rekonstruována, tento nátěr zaslepuje jemnou modelaci povrchu plastiky a tím zaniká původní plastické vyznění díla. Degradované partie a drobnější praskliny pod tímto nátěrem nejsou patrné. Povrch částí hlavy, ramenou a zad sochy byl vystaven působení depozitu ptačích exkrementů, které lokálně narušily integritu nátěrů včetně povrchu samotné plastiky. Nátěr v oblasti rukou držící atributy, chodidel a plintu je

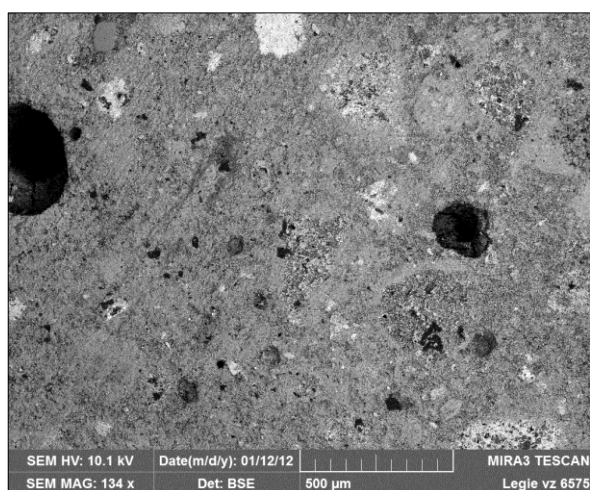
lokálně smyt, povrch plastiky je degradován atmosférickými vlivy. Déšť vymyl postupně pojivo materiálu a na povrchu zůstala zdrsňená místa se zrnky plniva, tento druh poškození je typický pro odlitky z tohoto materiálu. Příčinou poškození originální hmoty v oblasti rukou je nabývání objemu korozní vrstvy armování, důsledkem tohoto jevu byla narušena mechanická soudržnost materiálu a z toho důvodu odpadly části atributů. Konkrétně část rukověti „francouzského“ klíče a vahadla otáčkoměru. Obnažené části plintu a nártů napovídají stavu povrchu plastiky pod nátěrem, konkrétně síti prasklin. V oblasti paží byl materiál mechanicky poškozen, obě paže byly odděleny těsně nad loketním kloubem, v místě lomu vzniklo větší množství fragmentů. Výraznější praskliny jsou viditelné v místech kotvícího armování pravé i levé ruky, dále pak dvě silné praskliny vedou od pasu ve přední a zadní části horní poloviny těla. Ruka, která drží odstředivý regulátor otáček má neforemně zalomený ukazováček, zřejmě sekundární oprava, to se prokáže po očištění této části plastiky. Očištěním nátěru bude možnost lépe posoudit stav obou paží a dlaní držících atributy, které vykazují fragmentární rozpad originální hmoty díla. Vzhledem k použití materiálu na bázi románského cementu lze předpokládat pod nátěrem výskyt sítě prasklinek na povrchu plastiky, která je typická pro tento materiál (z důvodu rychlého smrštění malty při tuhnutí).

### 2.2.3.2 Analýza použité maltoviny, mikroskopické studium maltoviny

Vzorky pro analýzu V2-V3, byly odebrány z plastiky Alegorie průmyslu (místo odběru jsou zakreslena v kapitole 2.9). Pro analýzu maltoviny byla použita metoda mikroanalýza SEM-EDX (rastrovací elektronový mikroskop s RTG energodisperzním analyzátozem, FEI Quanta 200 F).

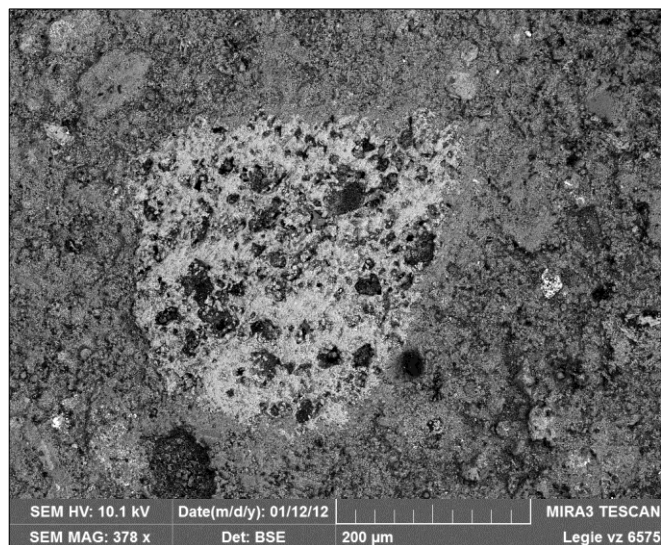


**Obr. 1** - Fotografie REM BSE, rastrovací elektronový mikroskop, fotografie nábrusu v režimu odražených elektronů, povrch maltoviny na bázi románského cementu použité na odlití sochy s povrchovými úpravami. Povrch maltoviny i spodní vrstvy povrchových úprav jsou částečně sulfatizované.



**Obr. 2** - Fotografie REM BSE, rastrovací elektronový mikroskop, fotografie nábrusu v režimu odražených elektronů, maltovina na bázi románského cementu použitá na odlití sochy

s povrchovými úpravami. V základní hmotě jsou viditelné různé typy fragmentů slínkových částic (charakteristické pro románský cement).



**Obr. 3** - Fotografie REM BSE, rastrovací elektronový mikroskop, fotografie nábrusu v režimu odražených elektronů, maltovina na bázi románského cementu použitá na odlití sochy s povrchovými úpravami. Detail fragmentu slínkové částice s vnějším reakčním lemem v základní hmotě maltoviny.

#### **Vyhodnocení:**

Metoda mikroanalýzy SEM-EDX, jasně identifikovala pojivo plastiky Alegorie průmyslu, jedná se o vysoko hydraulické pojivo ze skupiny tzv. naturálních cementů-románský cement. Tento materiál se hojně používalo v Evropě na výzdobu fasád v druhé polovině 19. století.<sup>3</sup>

### 2.2.3.3 Stratigrafie povrchových vrstev

Pro analýzu maltoviny byla použita metoda optické mikroskopie v dopadajícím světle (optický mikroskop NIKON Eclipse 600, digitální fotozařízení NIKON COOLPIX 990). (Místo odběru vzorku VZ1 pro stratigrafii barevných vrstev je zakresleno v kapitole 2.9). Posloupnost barevných vrstev na povrchu plastiky (Obr. 4).



**Obr. 4.** - Mikrofoto v bílém odraženém světle fotografováno při zvětšení 100x

- 2** Oranžovo-okrový nátěr je sekundární úprava pocházející s poslední obnovy fasády, disperzní nátěr obsahující červený okr, případně i příměs umělých železitých pigmentů, titanovou bělobu.
  - Tenká vrstva nečistot
- 1** Vrstva portlandského cementu
  - Tenká vrstva nečistot
- 0** Nahnědlá maltovina – tmavší okrová až nahnědlá maltovina; pojivem je podle analýzy základní hmoty i fragmentů slínkových částic vysoko-hydraulické pojivo románský cement, povrch je silně sulfatizovaný.

#### Vyhodnocení:

Skladba jednotlivých vrstev maltoviny (odebrané z Alegorie průmyslu) potvrzuje, původní prezentaci sochy bez jakéhokoliv nátěru, tedy pouze rezný odlitek s charakteristickou barvou použitého materiálu-románského cementu. Další vrstvy nátěrů jsou sekundární. Disperzní oranžovo-okrový nátěr pochází z rekonstrukce fasády v roce 1990.<sup>4</sup>

#### 2.2.3.4 Posouzení stavu plastiky Alegorie průmyslu metodou ultrazvukové transmise

Plastika Alegorie průmyslu byla měřena metodou ultrazvukové transmise za účelem zjištění poškození materiálu, jako jsou skryté praskliny či nekompaktnost materiálu.

Princip metody spočívá v měření rychlosti přechodu longitudální vlny (p-vlny) zkoumaným materiálem. Rychlost uz-signálu je pro daný materiál charakteristickou veličinou. V masivnějších horninách s vyšší mírou stmelení je rychlost ultrazvuku vyšší než v horninách poréznějších, obvykle méně stmelěných. Tato souvislost platí i mezi stejným typem zvětralé a nezvětralé horniny. V poškozených, korodovaných kamenných objektech, jejich částech nebo vrstvách, je proto rychlost ultrazvuku nižší než v nepoškozených, „zdravých“ objektech resp. jeho částech. V místech s výraznými poškozeními, nehomogenními zónami nebo trhlinami je uz-signál zpomalený, deformovaný nebo neprochází vůbec.

Měřením se zjišťuje čas  $t$  přechodu uz-signálu zkoumaným objektem o tloušťce  $d$ .

zdroj signálu ➤ objekt ➤ příjem signálu

Z naměřeného času  $t$  a vzdálenosti (tloušťky)  $d$  lze rychlost  $v$  vypočítat dle vztahu:

$$v = d/t \text{ [m/s] příp. [km/s]}$$

$v$  - rychlost uz

$d$  - měřená vzdálenost

$t$  - čas přechodu signálu

Vlastní měření bylo provedeno přístrojem USME-C (fa. Krompholz, BRD) s měřicí frekvencí 250 kHz. Jako spojovací materiál pro přiložení sond byl použit trvale plastický tmel na bázi silikonového kaučuku (bez přísady změkčovadel).

V Tabulce č. 1 je uvedeno číslo měření **č. m.**, naměřený čas  $t$ , naměřený čas po odečtení korekce pro danou frekvenci  $t_{kor}$ , směr měření, vzdálenost  $d$  pro dané měření a rychlost šíření p-vlny ultrazvukového signálu  $v$ .

**Tab. 1.** Tabulka naměřených hodnot ultrazvukovou transmisí

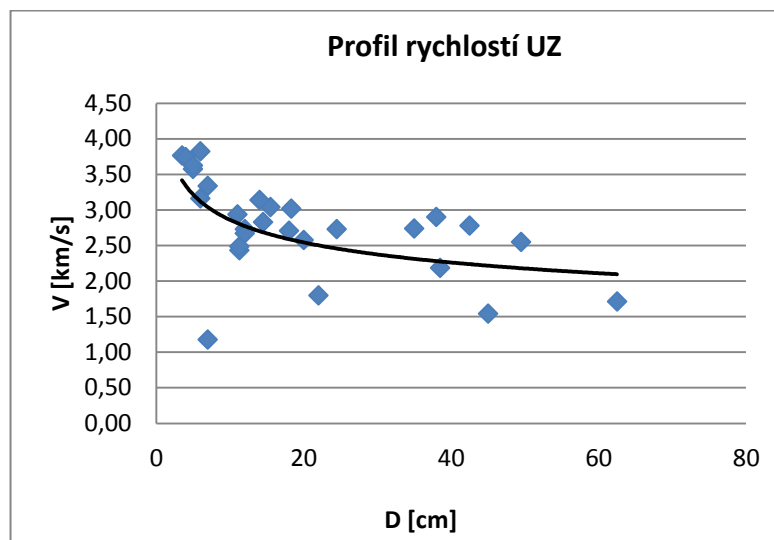
č. m.	Místo	Směr	t[ $\mu$ s]	d[cm]	v[km/s]	Poznámka
1	hlava	LP	124	22	1,79	ds
2	hlava čelo - zátylek	PZ	91,3	24,5	2,73	ds
3	tváře	LP	52,4	15,5	3,04	
4	nos	LP	10,7	3,5	3,76	
5	brada-temeno	V	17,1	6	3,82	
6	lokna nad obličejem	V	129,3	35	2,74	ds
7	rameno - levé	PZ	79,1	20	2,57	
8	rameno - pravé	PZ	68	18	2,70	
9	ramena	LP	366,7	62,5	1,71	ds
10	ruka - pravá	PZ	62,1	18,3	3,01	
11	ruka - levá	PZ	52,7	14,5	2,83	
12	draperie	V	15,4	5	3,57	
13	draperie u levé ruky	LP	12,1	4	3,74	
14	boky	LP	293,5	45	1,54	vss
15	v úrovni boků	PZ	132,6	38	2,90	
16	nad koleny	LP	195,7	49,5	2,55	ss
17	nad koleny	PZ	154,5	42,5	2,78	ss
18	levé lýtko	LP	45,4	12	2,73	
19	pravé lýtko	LP	46,4	12	2,67	
20	pravé chodidlo - nárt	LP	47,9	11,3	2,43	
21	levé chodidlo - nárt	LP	46,9	11,3	2,48	
22	sokl	LP	-	-	-	ns
23	sokl	PZ	177,6	38,5	2,19	vss
24	levý palec	V	15,2	5	3,62	
25	pravý palec	V	20,4	6	3,16	
26	předloktí pravé ruky	PZ	46	14	3,14	
27	předloktí pravé ruky	LP	38,9	11	2,93	
28	zápěstí	PZ	60,9	7	1,18	
29	zápěstí	LP	22,4	7	3,33	ds

Legenda směru měření; **LP:** levopravý; **PZ:** předozadní, **V:** vertikální

Poznámka (charakteristika tvaru nebo amplitudy uz-signálu): **vss:** výrazně utlumená amplituda; **ss:** utlumená amplituda; **ds:** deformovaný signál; **ns:** neměřitelný signál

**Tab. 2.** Průměrné rychlosti UZ

Směr měření	Průměrná rychlost V (km/s)
LP	2,67
PZ	2,60
Celkově	2,77



**Graf 1.** Profil rychlostí UZ (rychlost UZ v závislosti na tloušťce měřeného místa).

#### Vyhodnocení:

- Celková průměrná rychlost (2,77 km/s) odpovídá materiálu použitému pro zhotovení sochy – maltovina na bázi románského cementu
- Rozdíly průměrných rychlostí v LP (levoprávním) a PZ (předozaďním) směru měření nejsou výrazné, a proto nelze očekávat v těchto směrech ani výraznější anizotropii vlastností maltoviny použité na zhotovení sochy
- Lokálně byly nalezeny místa se zpomaleným nebo utlumeným signálem (hlava, zápěstí, boky, kolena, sokl) kde lze očekávat poškození uvnitř sochy (např. praskliny)
- Z profilu rychlostí UZ je poměrně zřetelný trend zvyšování rychlosti p-vlny UZ směrem k povrchu, zejména u vzdáleností měření pod 10 cm. Znamená to, že povrchové vrstvy jsou kompaktnější než hlubší části sochy. Může to být způsobeno vyšší mírou hydratace povrchových vrstev případně přítomností poškození (např. vlasových prasklin) v hlubších částech sochy.<sup>5</sup>

### 2.2.3.5 Stanovení nasákavosti

Účelem tohoto měření bylo zjištění schopnosti kamene přijímat kapaliny. Měření byla provedena na různých místech plastiky. Na základě tohoto měření bude možné vybrat způsob a vhodné prostředky pro čištění povrchu plastiky. Nasákavost byla měřena vodou pomocí Karstenovy trubice na rozdílných místech. Místa měření jsou zakreslena v grafické dokumentaci a jsou označena písmeny N1-N4. V Tabulce č. 3 jsou uvedené naměřené hodnoty nasákavosti na jednotlivých površích plastiky.

**Tab. 3.** Stanovení nasákavosti povrchů plastiky

Měření nasákavosti Karstenovou trubicí [ml]						
t [min]	1	2	3	4	5	10
N1 - uzavřený povrch přes oba nátěry	0	0,05	0,05	0,1	0,1	
N2 - cementový nátěr	0	0,1	0,15	0,2	0,2	0,3
N3 - originální povrch po očištění nátěrů	0,2	0,3	0,35	0,4	0,45	0,65
N4 - degradovaný otevřený povrch	1,2	2	2,6	3,1	3,7	

#### Vyhodnocení:

Z výsledků měření je patrné, že oba nátěry výrazně omezují nasákavost povrchů, naproti tomu degradované povrchy vlivem povětrnosti jsou až příliš nasákavé. Bude nezbytné řídit se těmito zjištěními při řešení míry čištění povrchů i při následných povrchových úpravách.

### 2.2.3.6 Zkoušky směsí pro tmely

Materiál pro plastické retuše by měl mít vlastnosti blízké materiálu původnímu, tak aby mezi nimi nedocházelo ke škodlivým interakcím. Plastická retuš by měla mít tedy vhodné pevnostní charakteristiky, paropropustnost, dobrou adhezi k tmelenému materiálu a samozřejmě co nejbližší barevnost originální hmotě. Základním požadavkem bude také schopnost přijmout tvar zamýšlených retuší a rekonstrukcí. Nejvhodnější alternativou je vytvoření plastických retuší z materiálu na bázi románského cementu, který se bude svými vlastnostmi co nejvíce blížit originální hmotě. Další možností je použití hydraulického vápna

s vhodným plnivem. Nutné je zaručit přibližně stejnou distribuci kameniva a poměru pojiva/plniva, jaké byly zjištěny u původního materiálu.

Zkoušky byly provedeny z těchto materiálů:

Fugen-und Ergänzungsmörtel RZ-(jemnozrnná malta, hrubozrnná malta)/Remmers Belit Gussmörtel a Belit Feinschlämme (jemnozrnná malta, hrubozrnná malta, Röfix), Rakousko, Natural cement Prompt, Vicat, Francie

pojivo z lomu Gartenau, MBM – Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction

NHL5, hydraulické vápno, Röfix, Rakousko

W&P, Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH, Rakousko

VFB-Verein zur Förderung der Baudenkmalpflege, pojivo vyrobené ze suroviny těžené v lomu Gartenau v Rakousku.

#### **Vyhodnocení:**

Po zkouškách přípravy tmelů, předběžnému a senzorickému posouzení jejich zpracovatelnosti, pevnosti a barevnosti samotného materiálu vyhovovalo komerční malty Fugen-und Ergänzungsmörtel RZ (Remmers), Belit Gussmörtel a Belit Feinschlämme (Röfix) a pojiva z lomu Gartenau, MBM – Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction, u kterého byly provedeny zkoušky s vápenným a křemenným pískem v různých poměrech pro jemnozrnnou i hrubozrnnější maltu.

Detailně požadovanými vlastnostmi se více zabývám v teoreticko-technologické části této diplomové práce.

#### **2.2.3.7 Zkoušky čištění**

Lokálními sondami byl zjišťován přibližný stav barevných vrstev, nátěrů pokrývajících povrch plastiky Alegorie průmyslu. Zjištěny byly celkem dvě vrstvy nátěrů (oranžovo-okrový nátěr a šedý nátěr z portlandského cementu) a tenká vrstva nečistot po celém povrchu plastiky. Jednotlivá skladba vrstev viz. kap. 2.2.3.3 Stratigrafie povrchových vrstev. Před zahájením samotného čištění byly provedeny malé zkoušky, aby se vyzkoušeli jednotlivé postupy a materiály pro odkryv plastiky. Z aplikovaných zkoušek byly vybírány nejšetrnější a nejúčinnější metody odstranění jednotlivých vrstev nátěrů, nečistot a korozních produktů.

Pro odstranění barevného oranžovo-okrového nátěru byla provedena:

- zkouška mechanického čištění pomocí měkkých kovových kartáčků
- zkouška odstranění vodní párou a kovovými kartáči
- zkouška abrazivní metody mikropískování (abrazivo-korund)
- zkouška zábalu s rozpouštědlem (toluen)

Pro rozpuštění lokálního cementového nátěru:

- zábal 10% uhličitanu amonného po dobu 5 hodin
- zábal kyseliny citrónové aplikovaný v buničině
- abrazivní metoda mikropískování (jako abrazivo byl použit korund)

Pro odstranění lokálních černých depozitů zkoušky:

- zkouška odstranění vodní párou a kovovými kartáči
- abrazivní metoda mikropískování (jako abrazivo byl použit korund)
- zkouška laserem (Laser THUNDER ART 355), 523nm, při nastavení power 220

Pro odstranění všech vrstev:

- zkouška čištění systémem JOS®
- metoda čištění laserovým paprskem

Očištění rzi z kovových armatur:

- abrazivní metoda mikropískování (jako abrazivo byl použit korund)
- čištění pomocí ocelových kartáčů a kartáčků

### **Vyhodnocení:**

Jako účinná metoda pro odstranění oranžovo-okrových nátěrů se ukázalo čištění pomocí naměkčení párou a oplach teplou vodou v kombinaci s mosaznými a ocelovými kartáči. Pro odstranění cementového nátěru se jeví z časového hlediska nejefektivnější i nejšetrnější abrazivní metoda mikropískování (abrazivo - korund brown, při tlaku max. 4 bar). Použití kovových kartáčků a abrazivní metody povrch plastiky nepoškozuje, protože originální povrch je velice kompaktní a tvrdý. Dále bylo odzkoušeno odstranění nátěrů

systemem JOS®, ovšem tato metoda nebyla dostatečně účinná. Metoda čištění černých depozitů laserovým paprskem, se také projevila jako citlivá, ale časově náročná metoda.

#### **2.2.3.8 Vzoroký odebrané z plastik pro průzkum fyzikálně-mechanických vlastností**

Součástí této diplomové práce je průzkum vybraných fyzikálně-mechanických vlastností odebraného historického materiálu z Alegorie průmyslu a Alegorie architektury, jejich srovnání s materiály na bázi románského cementu dostupnými na trhu a koncepčně vybraného materiálu od firmy Remmers, kterým bude socha tmelena.

Vzorek jemné lepící malty označené **LM**, byl odebrán ze styčné plochy horního dílu Alegorie průmyslu. Odlévací malta **OM** byla odebrána z poničeného plintu Alegorie architektury, který byl z části nahrazen. Výsledky měření vlastností těchto historických malt a malt na bázi románského cementu jsou uvedeny v teoretické části diplomové práce.

#### **2.2.3.9 Zkouška barevnosti ochranného nátěru**

Po zatmelení prasklin a provedení plastických retuší je třeba povrch plastiky opatřit ochranným nátěrem, aby byla plastika chráněna proti nepříznivým atmosférickým vlivům. Po konzultaci s technologem byl vybrán systém silikonových barev.

Siliconharzfarbe LA, pigmentovaná silikonová emulzní barva (Remmers), Imprägniergrund, nízkomolekulární alkylalkoxysiloxan, Funcosil WS (vodný hydrofobizátor na silan – siloxanové bázi).

Barevnost ochranného nátěru byla do určité míry závislá na celkovém konceptu barevnosti fasády. Výsledná barva byla míchána z různých odstínů již prefabrikovaných barev, cílem bylo vybrat co nejpřirozenější odstín barvy. Dále bylo možné nátěr do jisté míry ředit, míra ředění se řídila estetickým vnímáním plastiky. Důležité bylo, aby povrch plastiky nepůsobil „zaslepeně“. Zkoušky barevnosti byly aplikovány na římsu z románského cementu (Obr. 20). Všechny barevné odstíny byly ředěné Funcosil WS, podle technického listu.

- **ZK 1** odstín barvy 12/2, Funcosil WS
- **ZK 2** odstín barvy 12/2, 12/4 (2:1), Funcosil WS
- **ZK 3** odstín barvy 12/4, Funcosil WS
- **ZK 4** odstín barvy 12/4, přídavek černé barvy 23-0, Funcosil WS
- **ZK 5** odstín barvy 12/4, přídavek černé barvy 23-0, Funcosil WS

- **ZK 6** odstín barvy 12/2, 12/4, (1:1), přídavek černé barvy 23-0, Funcosil WS
- **ZK 7** odstín barvy 12/2, 12/4,(3:2), přídavek černé barvy 23-0, Funcosil WS

### **Vyhodnocení:**

Ze zkoušených barev nejvíce vyhovuje zkouška barevnosti ZK 6. Blíží se koncepci nátěrů fasády a působí „živým“ dojmem.

## **2.3 Vyhodnocení průzkumu**

Historický průzkum našel autora odlitků plastik Alegorie průmyslu a architektury je jím Antonín Popp (1850-1915). Prakticky identické sochy „Práce“ a „Věda“ stojí v nikách budovy ČVUT na Karlově náměstí, jsou vysekány do pískovce, mají pouze odlišné pozice rukou s atributy.

Jednalo se tedy o rozšíření sochařovy práce pomocí dílenského odlitku. Mikroskopický průzkum identifikoval materiál, ze kterého je plastika Alegorie průmyslu odlita, jedná se o vysoce hydraulické pojivo-románský cement. Z tohoto materiálu byla plastika odlita i slepeny jednotlivé díly plastiky k sobě. Stratigrafie barevných vrstev ukázala pouze dva nátěry. Na originálním povrchu celé plastiky je tenká vrstva nečistot, poté byla plastika natřena šedým nátěrem portlandského cementu, poslední pohledový oranžovo-okrový nátěr je proveden disperzní barvou, která pochází z rekonstrukce fasády z roku 1990. Měření ultrazvukovou transmisí ukázalo na skryté praskliny v hmotě materiálu, dále byla zjištěna kompaktnost materiálu v povrchových vrstvách materiálu plastiky, zde se může jednat o více hydratovanou maltu u povrchu. Při měření nasákavosti povrchu plastiky je patrné, že oba nátěry výrazně omezují nasákavost povrchu, naproti tomu degradované, vypršelé povrchy jsou až příliš nasákavé. Nátěry nemají poškozující vliv na materiál plastiky, spíše jí škodí po stránce estetické, zejména v místech, kde tvoří velké vrstvy a zaniká jemná modelace povrchu plastiky, proto by bylo vhodné tyto nátěry odstranit a aplikovat jeden tenký ochranný nátěr. Jako účinná metoda pro odstranění oranžovo-okrových nátěrů se ukázalo čištění nátěru pomocí naměkčení párou a oplachem teplou vodou v kombinaci s mechanickým čištěním mosaznými a ocelovými kartáči. Pro odstranění cementového nátěru se jeví jako nejcitlivější a neúčinnější abrazivní metoda mikropískování (abrazivo - korund brown, při tlaku max. 4 bar). Degradované povrchy je třeba ošetřit materiálem na stejné bázi, aby dále nedocházelo k degradaci a vymývání povrchu poškozených míst.

Barevnost samotného materiálu vyhovovala u již hotových komerčních směsí malt Fugen- und Ergänzungsmörtel RZ (Remmers), Belit Gussmörtel a Belit Feinschlämme (Röfix) a pojiva z lomu Gartenau, MBM – Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction. Po provedení plastických retuší bude nutné povrch plastiky opatřit ochranným nátěrem systém silikonových barev, které mají být prodyšné a zároveň vodoodpudivé. Ze zkoušené škály barev nejvíce vyhovovala zkouška barevnosti ZK 6, kterou by měl být povrch plastiky na závěr ošetřen. Před celoplošnou aplikací této barvy, bude vhodné provést zkoušku barevnosti na nepohledové straně plastiky a poté určit množství nanášené barvy, případně počet nátěrů.

## **2.4 Koncepce restaurování plastiky Alegorie průmyslu**

Prioritou restaurování je zamezení degradace díla, jeho stabilizace a vytvoření předpokladů pro dlouhodobé uchování pro další generace. Cílem restaurátorsko-konzervátorského zásahu bylo především navrácení narušené statické stability celku plastiky i stability jeho částí, doplnění jejich chybějících částí a fragmentů, dále potlačení korozních vlivů a korekci povrchu díla, tak aby mu byl navrácen jeho původní plastický výraz a výtvarné kvality. Vzhledem ke stavu plastiky a rozsahu poškození a nutných prací bylo nutné převést plastiku do ateliéru.

Po restaurátorském zásahu bude navržena na místo jejího původního umístění, kde bude plnit stávající funkci estetickou a výtvarnou. Od tohoto faktu se bude odvíjet celý restaurátorsko-konzervátorský zásah.

## **2.5 Koncept postupu restaurátorských prací**

Z důvodu transportu bude nutné plastiku rozebrat na jednotlivé části (horní polovina těla, dolní polovina, obě paže a svěrák po levém boku sochy). Tyto díly byly původně slepeny přímo na místě původní adjustace sochy. Chybějící fragmenty budou doplněny s ohledem na strukturu díla a chemicko-technologické složení materiálu tak, aby zásah nenarušil celistvost vzhledu a styl ztvárnění plastiky. Materiál pro plastické retuše bude vybrán s ohledem na celkový koncept obnovy fasády. Po dokončení všech restaurátorských zásahů bude dílo podrobena preventivní konzervaci spočívající především

v ochranném nátěru fasádní barvou s ohledem na reversibilitu použitého materiálu a koncepci obnovy celé fasády.

V současné době můžeme ze získaných informací restaurátorským průzkumem o stavu Alegorie průmyslu doporučit v bodech následující technologický postup:

1. Demontáž a transport plastiky do restaurátorského ateliéru, fotodokumentace, podrobný zákres a popis poškození díla.
2. Odběr vzorků pro chemicko-technologický průzkum díla a historický průzkum.
3. Mechanické čištění povrchu plastiky, nízkotlaká pára, abrazivní čištění tryskáním korundem. Sejmutí nevyhovujících tmelů z předchozích zásahů.
4. Konzervace armování, povrchové ošetření proti další degradaci, případné nahrazení armatur, které nejsou schopny plnit svoji funkci.
5. Injektáž sítě drobných prasklin.
6. Připojení demontovaných částí, lepení odpadlých fragmentů, doplnění chybějící hmoty-plastické retuše, retuše barevnosti.
7. Preventivně-konzervační nátěr povrchu plastiky. Použitý materiál bude volen s ohledem na vzhled fasády tak, aby výsledek působil celistvě.
8. Transport a osazení díla na původní místo.
9. Závěrečná fotodokumentace.
10. Vypracování restaurátorské zprávy.

## **2.6 Postup restaurátorského - konzervátorského zásahu**

Nejprve bylo dílo důkladně vizuálně prohlédnuto, byly stanoveny prioritní zásahy pro bezpečnou demontáž a transport díla do ateliéru.

Po transportu plastiky do restaurátorského ateliéru byla provedena před započítím prací komplexní fotodokumentace, grafický zákres typu poškození a popis celkového stavu plastiky.

Jako další přípravná fáze restaurování byl proveden historický průzkum a chemicko-technologický průzkum vlastností materiálů, dále složení malty, ze které byla plastika odlita, průzkum souslednosti barevných vrstev, zkoušky čištění a zkoušky tmelů. Pro některé tyto zkoušky bylo nutné odebrat vzorky (místa odběru jsou zakreslena v grafické příloze kap. 2.9). Po dokončení průzkumu a vyhodnocení analýz bylo přistoupeno k samotným

restaurátorským pracím. Práce byly započaty čištěním povrchu plastiky, odstraněním nevyhovujících povrchových úprav, ptačích exkrementů a prachových depozitů. Samotné čištění bylo prováděno nejprve vysátím prachu nasucho, dále proběhlo čištění nízkotlakou vodní parou, kdy byl odstraněn nepůvodní akrylátový nátěr, který překrýval rozsáhlý nátěr portlandského cementu. Přítomnost tohoto minerálního nátěru byla zřejmá již z mikroskopického průzkumu a stratigrafických sond na vybraných místech plastiky, avšak nebylo možné jednoznačně zjistit jeho rozsah. Proto byl z preventivních důvodů smyt akrylátový nátěr a až následně došlo k odkryvu vrstvy portlandského nátěru abrazivní metodou mikropískováním. Na některých místech byla vrstva nátěru velice silná, proto bylo vhodné použít k dočištění mikrodlátka a skalpel. Důkladným odkrytím sekundárních nátěrů se ukázal celkový stav plastiky i na místech, kde zpočátku nebyl zřejmý. Povrch díla byl pokryt sítí prasklin typických pro tento materiál i prasklin, které jsou způsobeny korozí armatur. Dále byly zjištěny sekundární minerální tmely. Zejména pak v oblasti dlaní a prstů, nártů a plintu. Tyto tmely nevyhovovaly technologicky nevhodným materiálem ani esteticky (nevhodný sekundární doplněk z pozdějších oprav) a tak byly mechanicky a abrazivně odstraněny. Jejich sejmutím bylo obnaženo armování, které bylo očištěno od korozivních produktů mikropískováním a dále preventivně konzervováno antikoročním nátěrem Ferroguard. Stejným způsobem byly ošetřeny i další obnažené armatury. Odkrytím nátěru se ukázal také rozsah degradovaných míst vystavených atmosférickým vlivům, nejvíce byly poškozené části plastiky vyčnívající z niky fasády (ruce s atributy, sokl, nártý nohou, hlava a hrud' plastiky). Tento stav díla potvrdil, jeho původní prezentaci bez ochranného nátěru, tedy pouze v barvě materiálů.

Vyplnění a lepení sítě prasklin bylo provedeno injektáží nízkoviskózní epoxidovou pryskyřicí LH 289, menší praskliny byly pouze lokálně ošetřeny 20% roztokem Paraloidu B72. Před zatékáním a ušpiněním od pryskyřic, bylo okolí prasklin ošetřeno elastickou pryží Arte Mundit, která byla po zatvrdnutí pryskyřic lehce odstraněna. Drobné fragmenty a chybějící části v oblasti loketních kloubů, dlaní a tributů byly dolepeny epoxidovou pryskyřicí Akepox 2030. V místě dvou prasklin (v přední a zadní části horní poloviny těla plastiky) byly vloženy do vnitřní stěny dvě menší kramle o průměru 3 mm.

Degradované povrchy byly zatmeleny stěrkou na bázi románského cementu. Hlubší ztráty materiálů byly také tmeleny materiálem na bázi románského cementu s ohledem na dodržení hrubostí zrnitosti jádra a povrchových vrstev originálního materiálu plastiky. Všechny tyto zásahy byly prováděny jako tvarové retuše. U levé ruky plastiky držící atribut otáčkoměru bylo nutné vložit sklolaminátovou 2 mm tlustou armaturu pro podpoření tmelu ukazováčku. Po dokončení těchto prací, mohla být plastika sestavena. Sestavení plastiky

proběhlo v ateliéru „na sucho“. V oblastech sestavení bylo nutno vytvořit pomocné vložené čepy z nerezové oceli, které napomáhaly držení konstrukce i správnému sesazení během adjustace jednotlivých částí plastiky v těžko přístupném místě niky. Lepená plocha levé paže byla připravena pro montáž přidáním vrstvy malty cca 3 cm tlusté, hrubozrnné malty. Tato vrstva materiálu na bázi románského cementu sloužila ke zjednodušení adjustace jednotlivých dílů plastiky. Po sestavení plastiky „na sucho“ byly provedeny scelující retuše barevnosti pro sjednocení celkového vzhledu díla. Toto barevné scelení se týkalo pouze nově doplněných plastických retuší.

Po očištění povrchu plastiky od vrstev nátěru, se ukázala síť prasklin typická pro tento materiál. Ošetřený povrch (od provedení injektáže až po plastické retuše) je nutné dále opatřit preventivním ochranným nátěrem, který bude předcházet další degradaci materiálu. Pro tento účel byl vybrán systém silikonových barev. Z několika odstínů byla míchána výsledná barva a konzistence nátěru. Poté byla socha tímto lazurním nátěrem natřena a to pomocí jemných štětců. Barevnost tohoto nátěru byla volena tak, aby se co nejvíce přiblížila originálu. Po dokončení prací v ateliéru byly obě plastiky převezeny a adjustovány zpět na fasádu Fakulty chemicko-technologické v Pardubicích. Připevnění k fasádě bylo provedeno fasádní hmoždinkou a šroubem s okem, mezi oko a železnou armaturu vycházející ze spodní části odlitku byl uvázán nerezový drát. Při osazení byly jednotlivé díly odlitku slepeny maltou na bázi románského cementu VICAT PROMPT CEMENTEM, lepené spoje byly vytmeleny a zarovnány do tvaru povrchu plastiky a na závěr přetřeny stejným nátěrem.

V průběhu restaurátorských prací byla vedena fotodokumentace, která je součástí kapitoly 2. 9.

## **2.7 Doporučený režim památky**

Doporučujeme jednou ročně, vždy v jarních měsících, provádět pravidelnou kontrolu povrchových úprav plastiky, zejména v oblastech vystavených atmosférickým vlivům, to je především v oblastech paží a rukou plastiky Alegorie průmyslu, které vyčnívají z niky a tím jsou více vystavené degradujícím vlivům počasí. V případě poškození památky doporučujeme provést podrobnější kontrolu z vysokozdvížné plošiny za účasti příslušného odborníka.

## 2.8 Seznam použitých materiálů a technologií

**Chemicko-technologický průzkum:** Karstenovy trubice, buničina, uhličitán amonný.

**Čištění:** demineralizovaná voda, nízkotlaká vodní pára, tlaková voda.

**Abrazivní čištění:** mikropískování (abrazivo - korund brown, při tlaku max. 4 bar) kartáče různých tvrdostí - štětinové, mosazné a ocelové, mikrodlátko, malá bruska malá dlátka, skalpely.

**Lepení, injektáž:** nízkoviskózní epoxidová pryskyřice LH 289 + tvrdidlo H 289 (HAVEL Composites), epoxidová pryskyřice Akepox 2030 (AKEMI).

**Ochrana proti zatékání pryskyřice:** Arte Mundit (Remmers).

**Armování:** nerezová tyčovina o průměru 8 mm, 3 mm, sklolaminátová tyčovina 2 mm.

**Tmelení plastické retuše:** Fugen- und Ergänzungsmörtel RZ, jemná / hrubá, suchá malta pro spárování a restaurování namíchaných suchých malt s minerálními pojivy na bázi historického románského cementu, jakož i přírodních, minerálních přísad podle DIN EN 13139 (Remmers).

**Ochranný nátěr povrchu plastiky:** Systém silikonových barev - Siliconharzfarbe LA, pigmentovaná silikonová emulzní barva (Remmers), Imprägniergrund, nízkomolekulární alkylalkoxysiloxan, Funcosil WS, vodný hydrofobizátor na silan – siloxanové bázi.

**Konzervace armatur:** konzervační nátěr prostředkem Ferroguard.

**Armatura ukotvení plastiky do niky:** 1ks 10 mm fasádní hmoždinky, šroub s okem, nerezový drát o průměru 2 mm.

## **2.9    Obrazová a grafická příloha k praktické části**

---

Obrazová a grafická příloha k dokumentaci restaurování plastiky Alegorie průmyslu z fasády

FCHT, UP v Pardubicích



**Obr. 5** - Pohled na plastiku Alegorie průmyslu, stojící v nice budovy Fakulty chemicko-technologické v Pardubicích, stav před restaurováním.



**Obr. 6.** - Pohled na sochu „Práce“ na budově ČVUT na Karlově náměstí v Praze, socha je v podstatě identická s „Alegorií průmyslu“, drží pouze jiné atributy. Pro tyto plastiky byla zřejmě použita stejná předloha.



**Obr. 7** - Pohled na státní průmyslovou školu v Pardubicích, pohlednice z roku 1918.



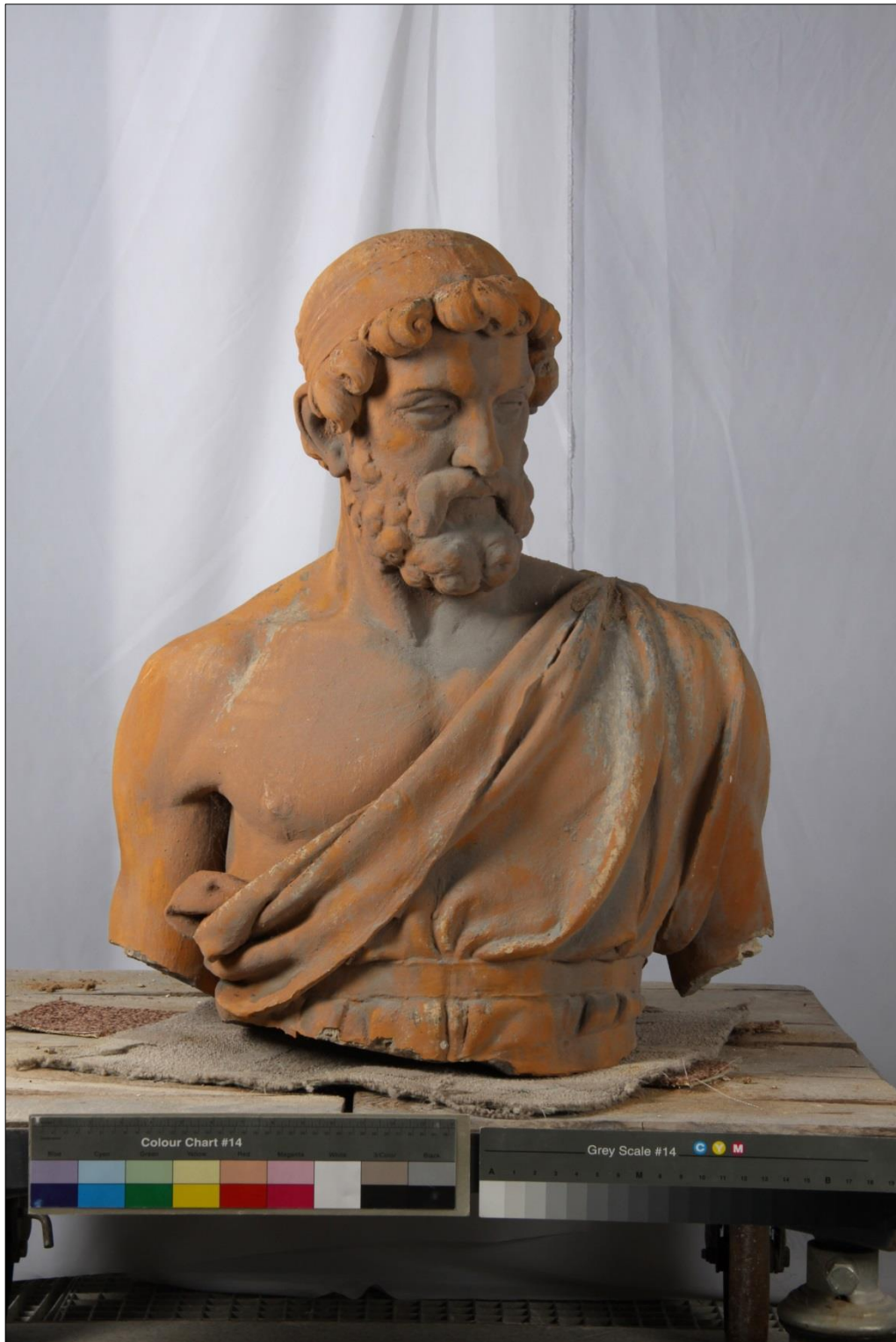
**Obr. 8** - Pohled na nároží budovy bývalé státní průmyslové školy, dnes Fakulty chemicko-technologické na náměstí Legií v Pardubicích.



**Obr. 9** - Čelní pohled na dolní polovinu plastiky Alegorie průmyslu, stav před restaurováním.



**Obr. 10** - Zadní pohled na dolní polovinu plastiky, stav před restaurováním.



**Obr. 11** - Čelní pohled na horní polovinu těla plastiky, stav před restaurováním.



**Obr. 12** - Zadní pohled na horní polovinu těla plastiky, stav před restaurováním.



**Obr. 13** - Pohled na pravou paži plastiky Allegorie průmyslu, stav před restaurováním.



**Obr. 14** - Pohled na levou paži plastiky, stav před restaurováním.



**Obr. 15** - Detail levé ruky plastiky se ztrátou originální hmoty odlitku a opršelymi depozity – stav před restaurováním.



**Obr. 16** - Pohled na chodidlo plastiky - opršlý povrch a ztráty originální hmoty, stav před restaurováním.



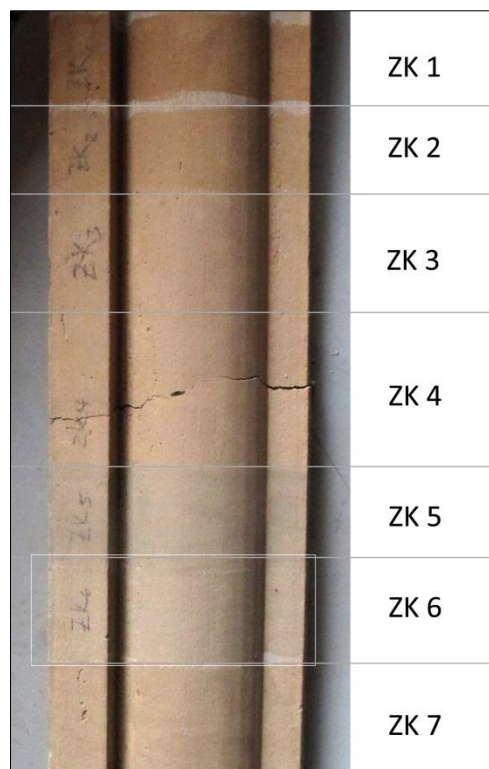
**Obr. 17** - Detail levého ramene, agresivní ptačí trus naleptal povrch plastiky.



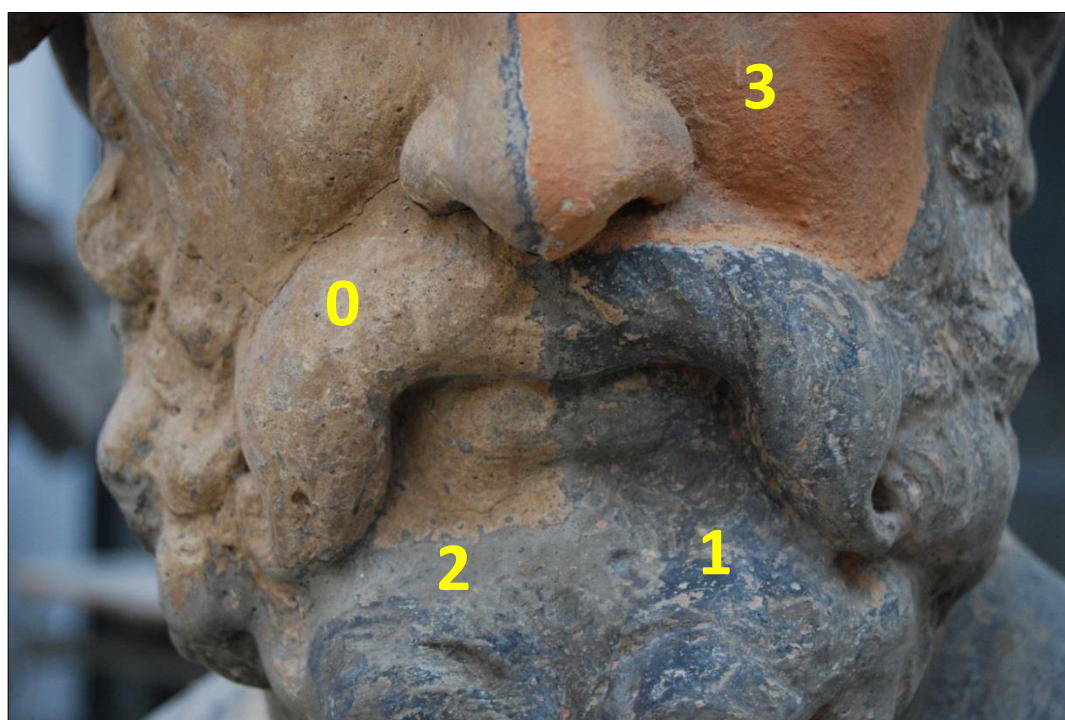
**Obr. 18** - Detail pravé paže plastiky v místě spoje, kde došlo k mechanickému poškození originální hmoty plastiky, stav před restaurováním.



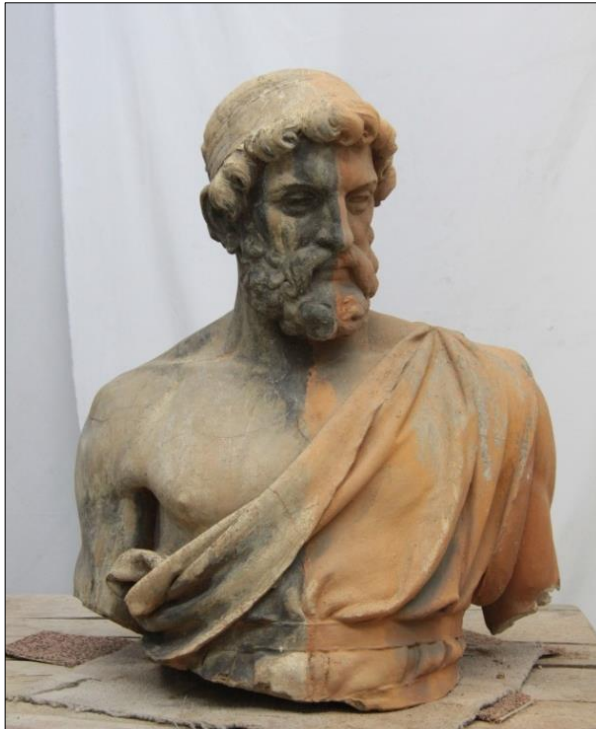
**Obr. 19** - Zkoušky čištění povrchu plastiky.



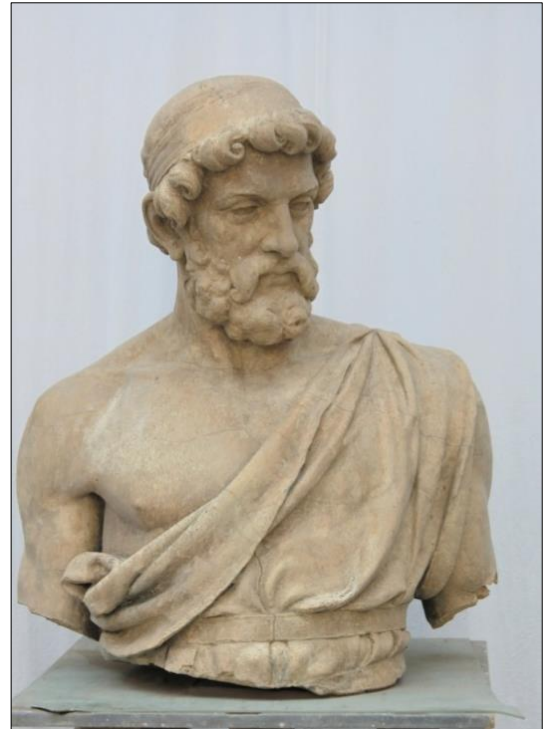
**Obr. 20** - Zkoušky barevnosti ochranného nátěru.



**Obr. 21** - Skladba barevných vrstev: **0** - originální povrch plastiky, **1** - tenká vrstva nečistot, **2** - nátěr portlandským cementem, **3** - akrylátový nátěr.



**Obr. 22** - Během čištění povrchu plastiky pomocí vodní páry a kovových kartáčků.



**Obr. 23** - Stav po očištění povrchu plastiky.



**Obr. 24** - Detail levé dlaně plastiky s otáčkoměrem, po očištění oranžovo-okrového disperzního nátěru byly odkryty tvarově a materiálově nevhodné tmely.



**Obr. 25** - Čištění horního dílu od plastiky oranžovo-okrového nátěru pomocí horké vodní páry a skalpelu odkryly povrch natřený vrstvou portlandského cementu.



**Obr. 26** - Čištění dolního dílu plastiky od cementového nátěru pomocí abrazivní metody mikropískování. Postupně byl odkryt originální povrch se sítí mikroprasklin.



**Obr. 27** - Detail hrudi - po očištění plastiky se odkryl povrch s mnoha prasklinami, typickými pro románský cement.



**Obr. 28** - Detail pravé dlaně s francouzským klíčem, čištění odkrylo mnoho prasklin a degradaci povrchu odlitku (vymyté pojivo srážkovými dešti).



**Obr. 29** - Detail levé dlaně plastiky s otáčkoměrem. Injektáž husté sítě prasklin pomocí nízkoviskózního epoxidového lepidla.



**Obr. 30** - Ošetření armatury, abrazivní metodou mikropískování a následná konzervace ochranným nátěrem, stav během restaurování.



**Obr. 31** - Levá dlaň s atributem otáčkoměru po odstranění materiálově a tvarově nevhodných tmelů.



**Obr. 32** - Levá dlaň s atributem otáčkoměru po doplnění chybějících tvarů materiálem na bázi románského cementu.



**Obr. 33** - Vztyčná plocha pro levou paži plastiky, stav před restaurováním.



**Obr. 34** - Upravená plocha pro suché sesazení levé paže plastiky k tělu.



**Obr. 35** - Horní polovina těla plastiky se zbytky lepicí malty, stav před restaurováním.



**Obr. 36** - Po očištění, lepení a vytmelení vztyčných ploch horní poloviny těla a paží plastiky.



**Obr. 37** - Plastika Alegorie průmyslu sestavená „na sucho“ (bez malty) v ateliéru, s hotovými plastickými retušemi a zatmelenými prasklinami.



**Obr. 38** - Čelní pohled na plastiku Alegorie průmyslu, stav po restaurování.



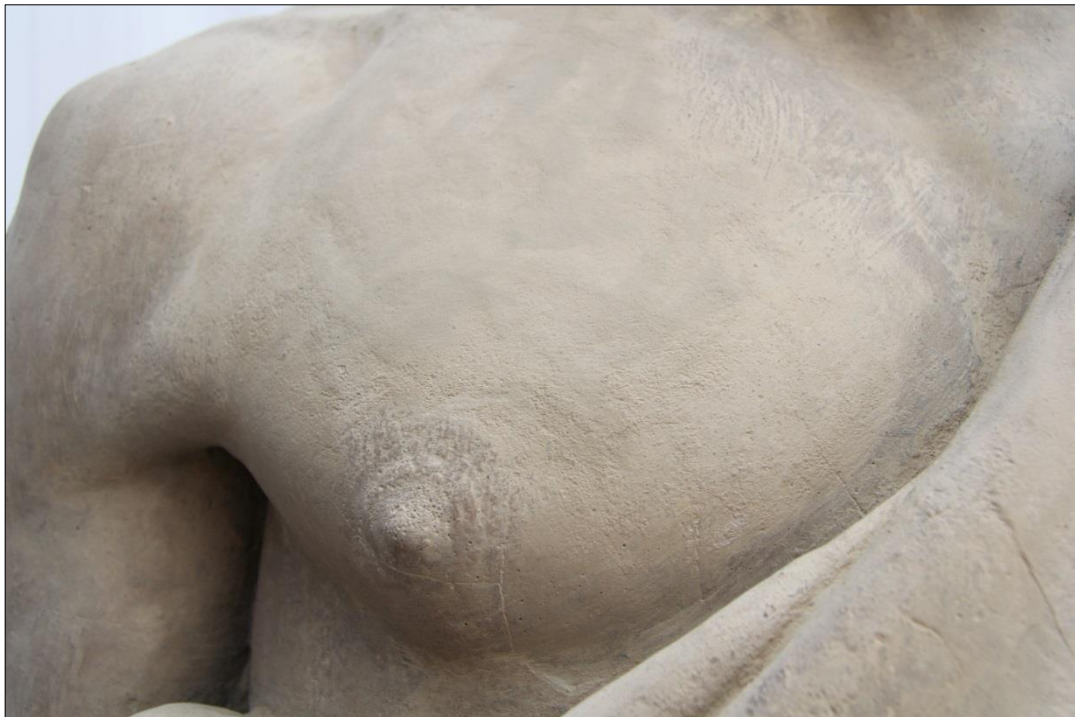
**Obr. 39** - Pohled zezadu na plastiku, stav po restaurování.



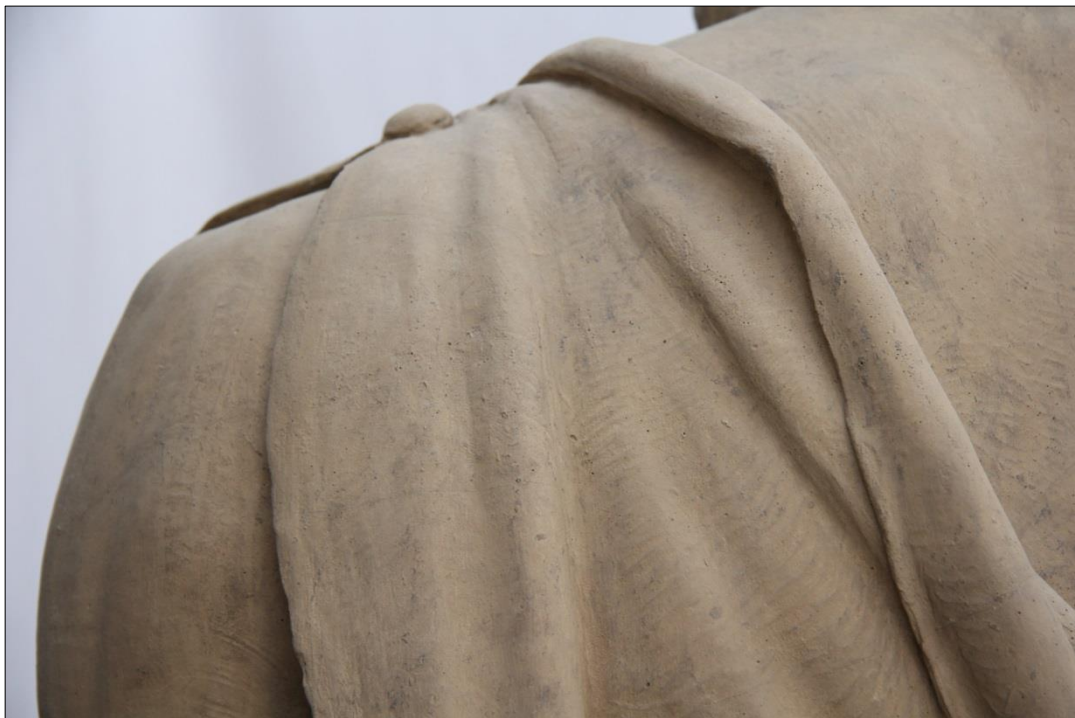
**Obr. 40** - Detail levé ruky plastiky s atributem odstředivým regulátorem otáček, stav po restaurování.



**Obr. 41** - Detail levé ruky plastiky s atributem odstředivým regulátorem otáček, stav po restaurování.



**Obr. 42** - Detail hrudi plastiky, stav po restaurování.



**Obr. 43** - Detail levého ramene plastiky průmyslu, stav po restaurování



**Obr. 44** - Detail pravé ruky plastiky s „francouzským“ klíčem, stav po restaurování.



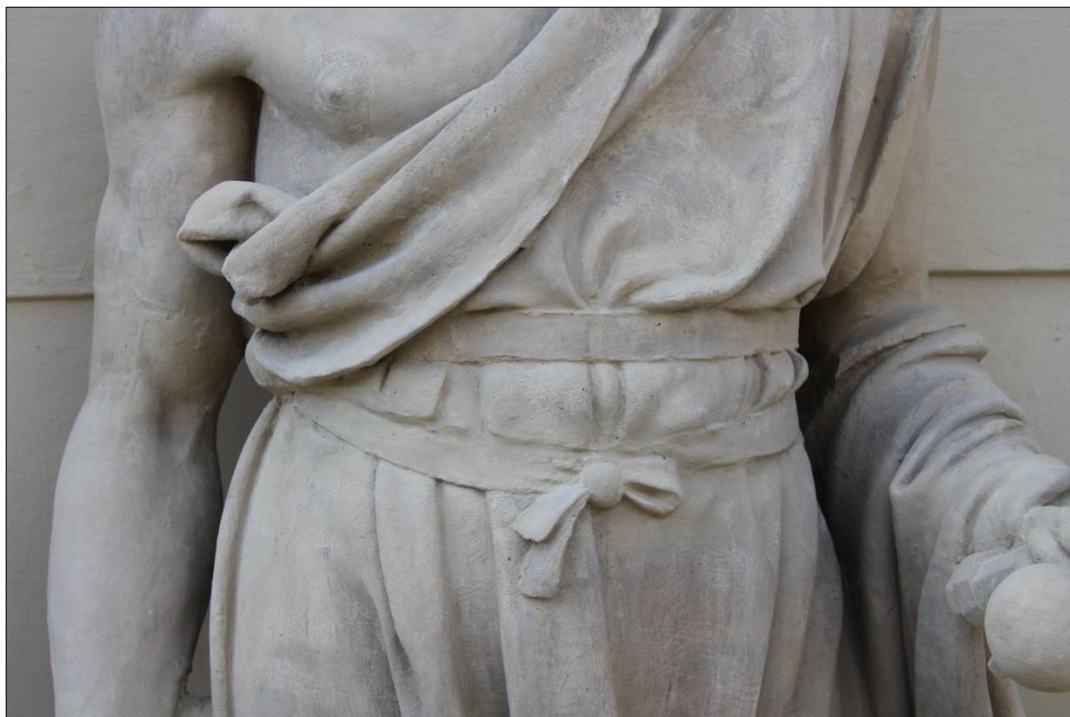
**Obr. 45** - Detail levé nohy plastiky, stav po restaurování.



**Obr. 46** - Transport plastiky Allegorie průmyslu a Allegorie architektury.



**Obr. 47** - Osazení plastiky Allegorie průmyslu zpět na fasádu  
Fakulty chemicko-technologické v Pardubicích.



**Obr. 48** - Pohled na sesazenou, zatmelenou a natřenou střední část plastiky, po osazení na fasádu fakulty chemicko-technologické v Pardubicích.

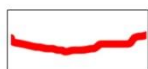


**Obr. 49** - Pohled na budovu Fakulty chemicko-technologické na náměstí Legií v Pardubicích po rekonstrukci.



**Obr. 50** - Celkový pohled na plastiku Alegorie průmyslu po osazení zpět na fasádu  
Fakulty chemicko-technologické v Pardubicích.

## LEGENDA TYPU POŠKOZENÍ A NÁTĚRŮ



viditelné praskliny



mechanické poškození

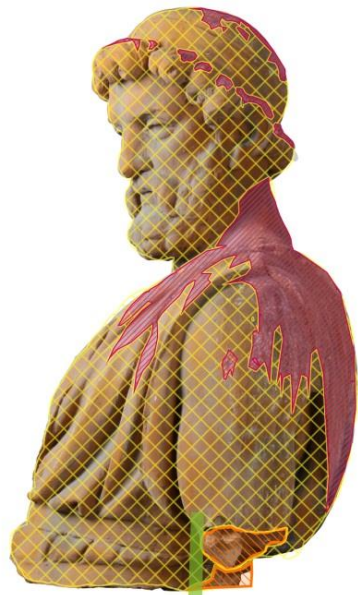


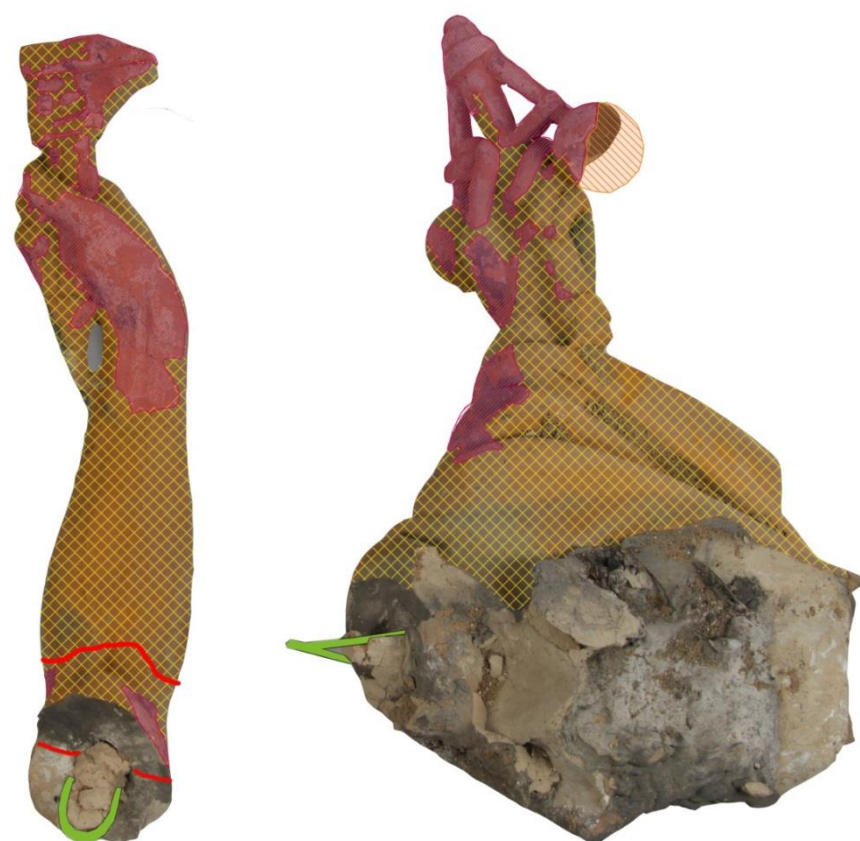
degradované povrchy



povrchová úprava







### LEGENDA TYPU POŠKOZENÍ A NÁTĚRU



viditelné praskliny



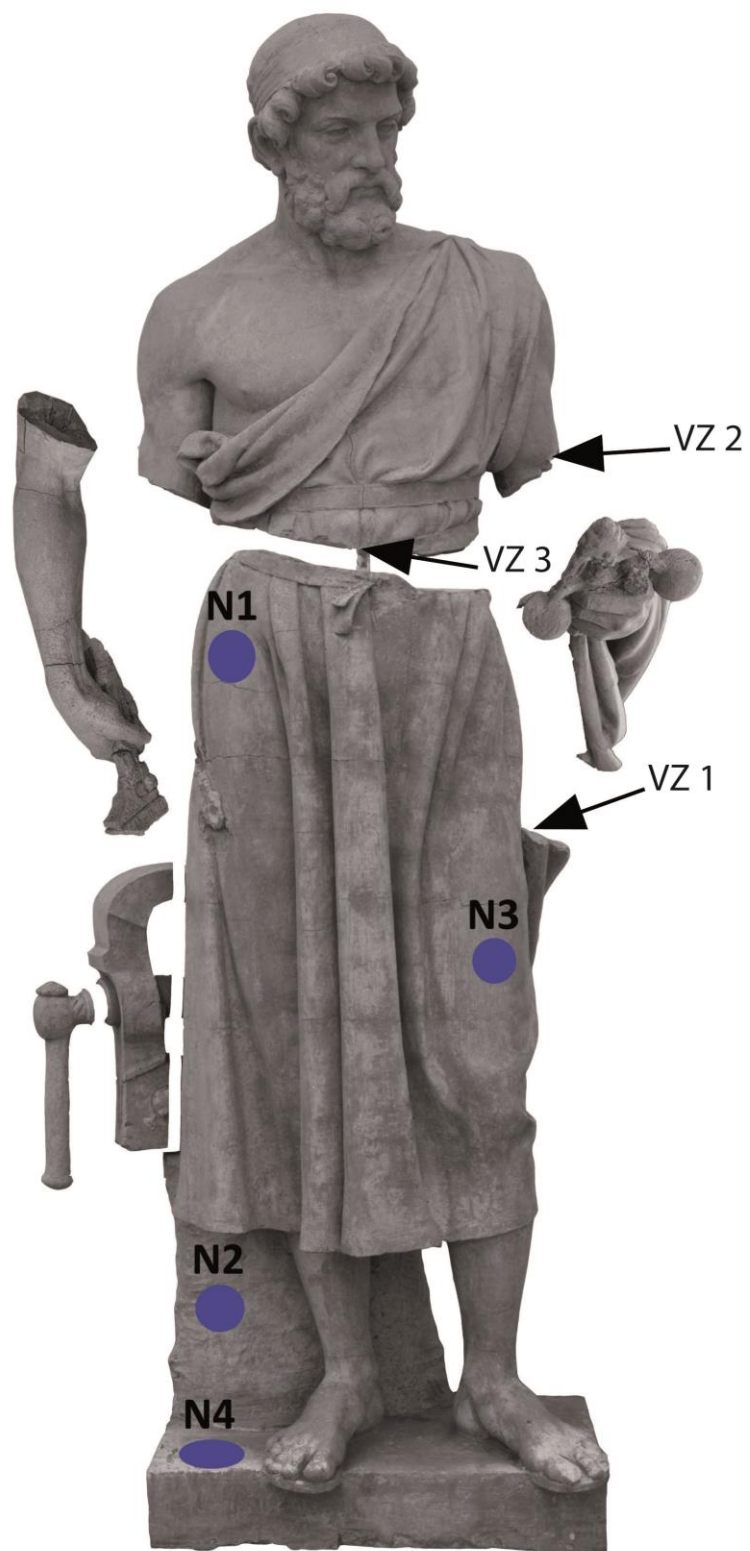
mechanické poškození



degradované povrchy



povrchová úprava



- Místa měření nasákavosti povrchu plastiky pomocí Karstenovy trubice (N1-N4)
- Místa odběru vzorků na pro průzkum mikrostruktury materiálu a stratigrafii povrchových vrstev plastiky (VZ1-VZ3)
- Celkové schéma jednotlivých dílů sochy

Grafický zákres míst a směru měření pomocí ultrazvukové transmise



### **3 TEORETICKÁ ČÁST – MATERIÁLOVÉ ŘEŠENÍ DOPLŇKŮ**

---

Materiálové řešení doplňků na bázi románského cementu pro restaurování  
a rekonstrukci díla

## 3.1 Rešeršní část

### 3.1.1 Románský cement

Románský cement je typ hydraulického pojiva, který se používal ve velké míře pro výzdobu fasád z 2. poloviny 19. století a na počátku 20. století. Jednalo se o vysoce hydraulické pojivo, které se připravovalo pálením vápenců bohatých na jílové minerály. Tyto vápence byly těženy v různých lokalitách po celé Evropě i v Čechách (Obr. 53). Obecně měly tzv. románské cementy či přirozené cementy tyto společné vlastnosti – pálily se z tzv. znečištěných vápenců, bez umělých příměsí, při teplotách pálení charakteristických pro vzdušné vápno. Po semletí se vyznačovaly velice rychlou dobou tuhnutí, trvanlivostí a výbornou odolností vůči povětrnostním vlivům. Díky dostupnosti a levnému zpracování (zejména možnosti poměrně efektivní výroby dekorativních prvků fasád) došlo k jejich rychlému šíření po celé Evropě a často tak nahradily méně odolnou sádku nebo poměrně drahou terakotu<sup>6</sup>. Rozšíření románského cementu souviselo také s významným průmyslovým vývojem druhé pol. 19. století, který vypuknul v evropských metropolích. Díky svým vynikajícím vlastnostem se stal doslova ideální stavební surovinou pro stavbu a především výzdobu fasád městských center v tomto období. Jeho výhodou bylo především rychlé zpracování, ekonomická přístupnost a přirozený vzhled blížící se kameni. Určitou roli hrálo i soudobé umělecké cítění, které se obracelo k minulosti, dnes nazývané období historismu. Fasády byly zdobeny ve stylu historizujících slohů (novorománské, novogotické, novorenesanční, novobarokní).

Barevnost románských cementů se odvíjela od obsahu a barevnosti jílových částí vápence a jiných příměsí, ze kterého bylo toto hydraulické pojivo páleno. Škála barevnosti se pohybovala od světle šedé, okrové až po světle hnědou či červenou. Fasády byly často neomítnuté, právě pro jejich přirozený přírodní vzhled a odolnost vlastního materiálu.

### 3.1.1.1 Románský cement v historickém kontextu

Znalost hydraulických pojiv byla známa už od dob starověku. Národy středomoří (Féničané, Řekové a Římané) nabyté empirické zkušenosti použily při stavbách akvaduktů, mostů, silnic, kleneb, hrází apod. Římané používali pro své stavby maltovinu připravenou z dobře vyhašeného vápna a sopečného popela z okolí městečka Puzzuolo poblíž Neapole (odtud termín pucolány – reaktivní sloučeniny), dochovalo se nám mnoho historických staveb, kde bylo toto pojivo použito (např. sloupy Trajanova mostu v Turn-Severinu). Pokud neměli Římané pucolán, použili jiné hydraulicky aktivní látky. Je známo, že míchali vápno s cihlovou drtí, tufem nebo trasem. S koncem římské éry započal úpadek vyspělých stavebních technik i technologií, hydraulická pojiva byla na delší dobu zapomenuta.<sup>7</sup>

Jako počátky historie znovuoobnovení výroby hydraulických pojiv můžeme však odznačit až 18. století. Spolu se zájmem společnosti o antické památky to také byl objevitelský duch doby, který zkoumal exaktně přírodu, a právě na základě nových poznatků o složení jednotlivých látek se podařilo zjistit, že schopnost tvrdnout pod vodou nemá pojivo složené pouze z čistého vápence, ale pojivo pálené z vápenců obsahujícího jíly. Jako jednoho z prvních výzkumníků hydraulicity maltovin můžeme odznačit Francouze Bernarda Forest Bélihora, který zjistil roku 1729, že pouze některé z vápen jsou schopné vytvrdnout pod vodou. To popsal ve svém spisu „Architecture Hydraulique“.<sup>8</sup>

Johna Smeaton při stavbě Eddystonského majáku roku 1756 rozpoznal hydraulické vlastnosti jílových složek, které obsahovaly „nečisté vápence“. O čtyřicet let později byla vydána jeho kniha právě v době, kdy byl zvýšený zájem o výzkum hydraulicity pojiv a byly uskutečňovány mnohé pokusy s použitím různých příměsí (křemičitých látek a jílu).

James Parker roku 1796 nalezne pobřeží Kentu (ostrov Sheppey Anglii) silně jílovitý vápenec třetihorního útvaru s velice dobrými hydraulickými vlastnostmi, výrobu pojiva z tohoto vápence patentuje a pro svou podobnost s římským cementem se rozšíří pod názvem románský nebo Parkerův cement. Název románský = římský cement byl však zavádějící, jelikož jeho složení bylo zcela jiné než složení pojiv používaných za dob římského impéria, název měl jen evokovat kvalitu tohoto pojiva. Obliba těchto tzv. „římských cementů“ se rozšířila nejen po celé Evropě ale i v USA. Snaha o jejich napodobení byla více či méně úspěšná, obecně se tyto pojiva pářily pod bod slinutí, tedy při teplotách v rozmezí 800-1200°C z vápenců obsahujících dostatečné množství jílových minerálů, potřebných pro výslednou hydraulicitu pojiva tedy i maltoviny. S vývojem vědeckých metod v oblasti přírodních věd bylo postupně objasňováno složení jednotlivých hornin používaných pro výrobu cementů. Jedním z průkopníků výzkumu v této oblasti byl Luis Joseph Vicat (1786-

1861), který souborem chemických rozborů na francouzských vápencích, sepsal skladbu jílových minerálů, které tyto vápence obsahovaly a prokázal jejich důležitost na hydraulicitu výsledného pojiva. Důležitým faktem je, že Vicat svými pokusy potvrdil fakt, že pokud vápenec neobsahuje hydraulické složky, lze je tedy uměle přidat a vytvořit tak stejně dobrou maltu tuhnoucí pod vodou. Výhodou uměle přidávaných hydraulických složek byla stejnorodost pojiva, celkově kontrolovatelnost poměru vápna k přidávaným složkám. Vicat nazval rychle tuhnoucí pojivo „ciment naturel“ (přírodní cement). Úspěch těchto hydraulických pojiv byl završen novým pojivem od Josepha Aspdina, který si nechal v roce 1824 v Británii patentovat výrobu portlandského cementu (podle portland-stone), který byl v podstatě umělým hydraulickým cementem. Tento cement postupně nahradil výrobu románských cementů, jejichž produkce byla v podstatě ukončena se začátkem první světové války.<sup>9</sup> Zajímavým faktem je skutečnost, že produkce románského cementu na území Rakousko Uherska byla v roce 1887 pětikrát vyšší než produkce cementu portlandského či hydraulického vápna.<sup>10</sup> Na trhu se objevovaly románské cementy pod různými názvy, britský „Atkinson cement“ či francouzský „ciment grenobloi“, „Ciment Prompt.“<sup>11</sup> Románský cement měl úspěch nejen na území Evropy, mnoho staveb můžeme najít i ve Spojených státech například Brooklynský most, Americké museum „American Museum of Natural History“ v New Yorku budova pojišťovny „Life Insurance Building“ ve Washingtonu a mnoho tamějších vojenských pevností z doby občanské války nebo výstavba vodních kanálů například Delaware a Hudson Canal. Přírodní cementy se používají v USA dodnes.<sup>12</sup>

### **3.1.1.2 Historie užití hydraulického vápna na území Čech a Moravy**

V českých zemích se začala nejprve používat vápna u církevních, královských a knížecích staveb. První zmínka o použití vápna z roku 999 se týkala vápenky, kterou vlastnil Břevnovský klášter. Díky vládě Karla IV., který nechal vybudovat mnoho významných staveb, nastal rozvoj vápenictví, z té doby jsou známé využívané vápencové lomy v Bráníku, Podolí, Radlicích a Zlíchově. Ve světě se proslavilo v 18. století staroměstské hydraulické vápno z Bráníka, které bylo známo pod názvem „pasta di Praga“, z tohoto materiálu byly budovány stavby v italských Benátkách, Anglii, Německu atd.<sup>13</sup>

Významnou osobností českého vápenictví byl František Herget (1741-1800) vrchní stavební ředitel pro Čechy, který na konci 18. století vyráběl velmi kvalitní hydraulické vápno ze zlíchovského vápence. S rozvojem průmyslové výroby v 19. století byla potřeba stavět nové haly, sklady, správní budovy, ale i obytné domy. V Českých zemích se začal

vyrábět cement, který částečně nahradil vápno. Vápno se ale stále používalo jako základ pro zdící malty a omítky, jako nátěrový prostředek, své využití našlo i v jiných oblastech například v chemickém průmyslu, metalurgii, v ochraně životního prostředí a v zemědělství. Vápno se vyrábělo v Čechách v oblasti Čížkovic, Pošumaví, Prachovic a Podkrkonoší. Na Moravském území to byly vápenky v Brně, Hodolanech, Jeseníkách, Mikulově, Moravském Krasu, Tlumačově a Štramberku. Dones je v provozu deset vápenek, hydraulické vápno se u nás již nevyrábí.<sup>14</sup>

### 3.1.1.3 Románský cement na území Čech a Moravy

Výroba románského cementu na našem území měla v porovnání s evropskou produkcí pouze lokální význam. Většinou u nás byla výroba zaměřena na produkci jiných výrobků např. hydraulického vápna a později na výrobu portlandského cementu. Továrny vznikaly přirozeně v místě naleziště vhodných surovin pro výpal. První známá továrna na výrobu románského cementu byla zřízena roku 1860 v Bohosudově u Teplic, v Podolí u Prahy byl vyráběn v roce 1869-1872. Hrabě Max von Seilern vlastnil v Tlumačově na Moravě továrnu na románský cement a portlandský cement, která v letech 1872-1873 vyráběla silně hydraulické vápno, rozšířené pod lidovým názvem „*kurovina*“. Název „*kurovické vápno*“ byl odvozen od ložiska vápence, které se nacházelo u obce Kurovice ve vrchu Křemenná. Vypálený materiál z Kurovic měl vynikající vlastnosti, proto byl konkurenceschopný cementům na rakouském trhu „*Některá naše silně hydraulická vápna např. zlíčovské, staropražské nebo teplické, jsou románským vápnem. Románské vápno přichází do obchodu většinou mleté, nehašené. Účinnost románského vápna se zvýší přísadou, v Německu trasu v Itálii puzzolánu, v Řecku santorinu apod. U nás velmi dobré a poměrně levné cementy portlandské nedovolují, aby se rozvinul průmysl takovýchto umělých maltovin a mimo to jsou u nás vyráběny také cementy struskové*“.<sup>15</sup> Proto byl románský cement ve velké míře do našich zemí dovážen ze zahraničí, především z rakouského Perlmosu a Kufsteinu v Tyrolech, kde byla založena továrna Františkem Klinkem v roce 1842. Toto silně hydraulické pojivo mělo po výpalu žlutou až žlutavě hnědou barvu, složení bylo udáváno 55-60%CaO, 24-27% SiO<sub>2</sub>,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 0,3 až 1% MgO.<sup>16</sup> V Rakousko-Uhersku bylo tak zvaný „*Cementkalk*“ velice oblíbeným materiálem používaným zejména pro štukatérské účely.<sup>17</sup> Dnes tento velice kvalitní materiál můžeme identifikovat na mnoha fasádách pražských i brněnských budov, například na budově národního divadla. České označení „*kufstein*“, kufteinské vápno bylo synonymem kvality

nejen pro surovinu z které bylo páleno, důležitý zde byl postup výroby. Výpal vápence byl prováděn pozvolně až do rozpadnutí suroviny a proces chladnutí byl regulován tak, aby hydraulické složky dokonale reagovaly se složkami vápennými. Historicky se románský cement skladoval v papírových pytlicích nebo dřevěných barelech o váze 250 kg, které chránily toto pojivo proti reakci s vlhkostí a CO<sub>2</sub>.<sup>18</sup>

### 3.1.2 Románský cement a jeho vlastnosti

Románské cementy jsou přírodní, vysoce hydraulická pojiva, která se připravují z vápenců obsahující jílové minerály v množství 15-40% ty jsou zdrojem oxidů hliníku, křemíku a železa. Tato surovina je vypálena pod hranici slinování stejně jako bílé vzdušné vápno (800-1200 °C), přesnější podmínky výpalu jsou závislé na složení pálené suroviny a podmínkách kalcinace. Pro výpal byly v minulosti používané obvykle rotační nebo šachtové pece (Obr. 54) později velkoobjemové pece, které umožňovaly kontinuální výrobu cementů. Dnes se používají elektrické pece. Jako palivo bylo používané uhlí, dřevo či rašelina, jejich zbytky můžeme dodnes při průzkumu v těchto maltách nalézt.<sup>19</sup> Délka výpalu se pohybovala v rozmezí 36 hodin, záleželo na velikosti pálené suroviny a peci.<sup>20</sup> Vliv na vlastnosti tohoto pojiva má i teplota v průběhu pálení, často docházelo k nehomogennímu vypálení suroviny, a to z důvodů nedokonalosti používaných pecí a způsobu výpalu, pojivo mohlo obsahovat nedopálené i přepálené slínkové částice případně zbytky pálené suroviny.<sup>21</sup>

Pro stanovení kvality vápenců, použitelných pro výrobu cementu zavedl Eckel v roce 1905 tzv. *cementační index* Cl. Suroviny vhodné pro výrobu románského cementu mají Cl v intervalech 1,00-2,00. Následující vzorec prezentuje výpočet Cl:

$$Cl = (2.8 \times SiO_2 + 1.1 \times Al_2O_3 + 0.7 \times Fe_2O_3) / (CaO + 1.4 \times MgO)^{22}$$

Hlavními reakcemi během výpalu suroviny-slínovce jsou:

1. Disociace kalcitu na oxid vápenatý a oxid uhličitý.
2. Ztráta veškeré vody a následný rozklad jílových minerálů na amorfní alumosilikáty.
3. Reakce oxidu vápenatého s oxidem křemíku a termicky pozměněnými jílovými minerály za vzniku hlavní minerální fáze – dikalciumsilikátu, ve dvou základních

krystalických modifikacích  $\alpha'$  a  $\beta$  belit, při vyšších teplotách vznikají reakcí oxidů vápenatého, křemičitého, hlinitého a železitého.

4. Menšinové zastoupení krystalické aluminátové fáze jako je brownmillerit, gehlenit a wollastonit.<sup>23</sup>

Po výpalu je surovina na jemno semleta. Výsledný prášek po smíchání s vodou velice rychle tuhne v řádu několika minut, pomalejší cementy započnou tuhnout po 15 minutách, s minimálním smrštění malty během tuhnutí. Při počátečním tuhnutí a tvrdnutí vznikají hydratované fáze C-A-H (hydratované kalciumalumináty), během těchto prvních raných fází dochází k rychlému vzrůstu pevnosti až několika MPa. Pevnost malty postupně roste, v rámci několika let může dosáhnout až pevností kolem 50 MPa, tedy pevností materiálů na bázi portlandského cementu. Za tyto vysoké pevnosti mohou druhé fáze zrání malty především pozvolná hydratace  $\alpha'$ -belitu, dále pokračující reakce dehydroxylovaných jílových minerálů a volného vápna, výsledkem je vznik tzv. gelu C-S-H (hydratované kalciumsilikáty).<sup>24</sup> Příklad chemického a mineralogického složení typické suroviny pro výrobu románského cementu odebrané v historickém lomu Gartenau v Rakousku je uveden níže v Tabulce č. 4.

Podle složení lze románský cement zařadit mezi hydraulická vápna a portlandský cement. Neobsahuje žádný nebo velmi malý podíl nezreagovaného oxidu vápenatého (CaO) tzv. volné vápno, proto nevyžaduje po výpalu hašení, ale pouze semletí. Naopak jeho součástí je vysoký obsah amorfních fází, které mají zásadní vliv na jeho vlastnosti.<sup>25</sup> Za výborné vlastnosti románských cementů může také jejich porézní struktura tvořená destičkovými produkty hydratace. *“Navzájem propojené destičky vytvářejí strukturu tzv. domečku z karet (někdy nazývanou voštinovou strukturou). Nalezený porézní typ struktury dobře koreluje nejen s vysokými hodnotami nasákavosti, pórovitosti přístupné vodě a propustnosti pro vodní páry, ale může být i vysvětlením vysoké pevnosti těchto maltovin. Hlavní produkty hydratace jsou podle analýz převážně CSH-fáze, průměrná velikost destiček se pohybuje v rozmezí 1 až 5  $\mu\text{m}$ .”<sup>26</sup>*

Obecně můžeme jmenovat vlastnosti románských cementů takto: křehký materiál spoměrně vysokou pevností, vysokým modulem pružnosti, velkou porozitou a sní související vysokou nasákavostí, vysokou paropropustností pro vodní páry, neobsahující vodorozpustné soli. Vynikajícími vlastnostmi jsou odolnost vůči korozi, zejména ve městském prostředí, zatíženém extrémními atmosférickými vlivy (polutanty) a odolnost vůči mrazovým cyklům.<sup>27</sup> Jeho příjemné zbarvení se pohybuje od okrové až do hnědo-červené a to díky obsahu oxidu železa. Typickým znakem po vytvrdnutí malty je vznik sítě

mikroprasklinek na povrchu odlitku či taženého prvku, jejich příčinou je tzv. suché smrštění, Tyto mikropraskliny nepředstavují poruchu materiálu.<sup>28</sup>

**Tab. 4.** Chemické a fázové složení suroviny z historické vrstvy RC v lomu Gartenau v Rakousku<sup>29</sup>

<b>Chemický rozbor suroviny</b>			
SiO <sub>2</sub>	23,38	LOI	28,93
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6,23	HM	1,16
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,85	SM	3,75
TiO <sub>2</sub>	0,32	LOI	Ztráta žháním
CaO	34,45	HM	Hydraulický modul
MgO	2,03	SM	Modul oxidu křemičitého
K <sub>2</sub> O	1,37		
Na <sub>2</sub> O	0,62		
SO <sub>3</sub>	0,21		
LOI = H <sub>2</sub> O+CO <sub>2</sub> (1,050 °C); HM = CaO/(SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ); SM = SiO <sub>2</sub> /Al <sub>2</sub> O			
<b>Mineralogické (fázové) složení suroviny</b>			
křemen	11		
živec	10		
kalcit	58		
dolomit	2		
ankerit	3		
jílové minerály	5% illit/slída, 4% smektit, 7% chlorit		

### 3.1.2.1 Příprava a použití románského cementu v minulosti

Malty z románského cementu měly v minulosti využití od spárovacích zdících materiálů po dekorační účely. Vzhledem k rychlosti tuhnutí románského cementu bylo jeho zpracování velice rychlé a efektivní. Materiál se zpracovával přímo na fasádě (tažené prvky či prvky modelované z ruky (Obr. 56) nebo byly odlévány jednotlivé prvky v dílnách, kde běžně existovaly katalogy s grafickými obrázky nabízených produktů (Obr. 58, 59). Po odlití byly (reliéfy, plastiky, konzoly apod.) lepeny na maltu či upevněny kovovými hřebíky a háky přímo na fasádu (Obr. 60). Výhoda románského cementu se znásobila nejen při rychlosti zpracování, ale také při dosažení imitace pískovce, lehce proveditelné různými texturami povrchovými úpravami a falešnými spoji.

Na fasádách z 19. století s použitím toho materiálu můžeme sledovat, jak byly aplikované jednotlivé druhy podle odolnosti materiálu a zřejmě i podle rychlosti tuhnutí. Tažené prvky (různé profily, plochy atd.) logicky zastupovala jemná malta s jemnou distribucí zrn okolo 1 mm s obsahem plniva 40-50%, aplikovaná buď na zdivo, nebo podložená hrubou základovou maltou. Pro odlitky (hlavice, dekorativní reliéfy, plastiky atd.) byla používána naopak velice kvalitní malta s hrubým kamenivem oblých tvarů v rozsahu (0,1-1 cm) s obsahem plniva do 25%. Většinou byly používány lokální zdroje kameniva a písků, předem vysušeného. Pro odlévání byly většinou používány formy zhotovené z kovu izolované olejovým nátěrem. Větší odlitky se zpravidla vyráběly duté (odlehčené), setkáme se ale i s plnými odlitky. Příkladem je Alegorie průmyslu restaurovaná v rámci této diplomové práce. Fasády bývaly často neomítnuté nebo byly pojednány stěrkou z románského cementu, v Anglii byly rané fasády z románského cementu opatřeny vápennými později olejovými nátěry, které měly napodobovat ušlechtilější materiály.<sup>30</sup> V některých případech se použití malt barevně lišilo, jelikož byly brány z různých zdrojů záměrně pro typ použití (odlitek, tažený profil). Při takových realizacích byla fasáda finálně pojednána vápennou omítkou, která celou fasádu barevně sjednotila příkladem je (Obr. 57). Běžnou praxí byly fasády opatřené kolorovaným vápenným nátěrem. Naturální cementy byly také barveny vápenným prachem nebo pískem vytvářející jednobarevné malty napodobující drahé přírodní kameny. Napodobování vedlo ke vzniku mnoha receptů, které popisovaly použití různých příměsí a barev. Experimenty s příměsí vedly ke vzniku různých druhů malt. Příkladem může být „Parker's Metallic Stucco“ Parkerův románský cement s přídavkem železného prachu, tento typ malty byl jeden čas v Anglii velice oblíben.<sup>31</sup> Do cementů byly také přidávány kousky barevných kamenů, dlaždic, oblázků, pro vytvoření zajímavé struktury malty. Imitace kamenného kvádrování je často provedená

v románském cementu tak dokonale, že je k nerozeznání od pravého kamene. Jiným zajímavým pojetím dekorace fasády bylo vrývání různých ornamentů do rovných ploch čerstvé malty.

### **3.1.3 Běžná praxe při rekonstrukcích fasád z románského cementu**

Jen málo materiálů je při obnově v památkové péči tak zanedbáváno jako fasády z románského cementu. I když jsou fasády z tohoto období ve velké míře zachované, ale i u tohoto materiálů dochází k přirozenému stárnutí (jako je sulfatizace, vymývání pojiva apod.). Poškození tohoto materiálu je velice specifické a tak vyžaduje při opravě či restaurování náležitou péči.

Největším faktorem degradace fasád z románského cementu je zanedbávání jejich údržby. Velký podíl na degradaci má obecně voda ve formě vzlínající vlhkosti i srážkové vody. Poškození fasády v místě svodů vody je častým jevem. Vzlinající vlhkost zase naruší homogenitu malty a může mít za příčinu zvětšování prasklin v materiálu a odloučení vrstvy malty od podkladu. Příklad typického poškození vlivem zatékání vody je možné vidět na obrázku 61. Další podstatnou příčinou degradace je koroze armatur v materiálu, zvětšením objemu armatur vznikne v materiálu pnutí a dojde ke vzniku prasklin (příkladem může být plastika poškozené Alegorie průmyslu viz. Obr. 29) nebo odlupováním materiálu (Obr. 63) V minulosti někdy vyztužovaly odlitky nadměrným množstvím armatur ve snaze zajistit pevnost odlitku, docházelo k tomu zřejmě v situacích, kdy řemeslníci neznali dostatečně vlastnosti zpracovávaného materiálu, (nebyli si jisti jeho pevností). Časem však tyto rozpínající armatury odlitky poškodily. Armatury lze v materiálu identifikovat detektorem kovů, pokud se jedná o malou plastiku, je nasnadě rentgen, snímek rentgenu (Obr. 62). Dalším poškozujícím faktorem bývají nevhodné rekonstrukce, při kterých jsou fasády opravovány nevhodnými stavebními materiály, které jsou s románským cementem nekompatibilní. Necitlivý postup při čištění fasády bývá také jednou z příčin poškození. Ke ztrátám originálních prvků dochází při nahrazování prvků, které by mohly být na fasádě dále ponechány a konzervačně ošetřeny případně nahrazeny materiálově kompatibilní kopií. Tyto prvky jsou ale nahrazovány kopiemi vyrobenými z nevhodných materiálu (Obr. 65). Častým případem novodobých rekonstrukcí bývají husté nátěry, někdy i stříkané, které zaslepují plastickou výzdobu fasády a tím degradují její původní estetickou funkci příkladem je restaurovaná fasáda Fakulty chemicko-technologické detail reliéfu na (Obr. 64). Pokud je fasáda vhodně očištěna od vrstev nátěrů, odkryje se typická síť prasklin na povrchu odlitků

a tažených profilů. Tyto praskliny nejsou však pro materiál nebezpečné a proto není důvod výměnu celých odlitků. Pokud se objeví větší praskliny, jejich patřičné ošetření je řešitelné a nemusí docházet k plošnému odstraňování těchto štuků.

Nedílnou součástí obnovy historických fasád je stavebně historický průzkum, proto by i při velkém množství budov z přelomu 19. století neměly být opomíjeny výsledky těchto průzkumů. Jak bylo už zmíněno, fasády z románského cementu jsou nevhodně opravovány a není brán zřetel na jejich původní vyznění. Při jejich rekonstrukci jsou často použity nevhodné a nekompatibilní materiály zejména na bázi portlandského cementu, které mohou být pro tyto fasády poškozující. Ve většině případů jsou rekonstruované budovy také opatřovány novými nátěry s nepůvodní barevností. Škála v současnosti používaných barev je v podstatě neomezená a tak se do podvědomí obyvatelstva českých zemí vryla zcela jiná představa o barevnosti fasád z 19. století a konce 19. století (Obr. 8).

#### **3.1.4 Restaurování románského cementu v současnosti**

Obnova fasád z románského cementu, které jsou často zapsanými kulturními památkami, bude nejspíše aktuálním tématem i v následujících letech, vzhledem k množství těchto objektů a vzrůstajícímu zájmu společnosti i památkové péče o jejich kvalitní rekonstrukce.

Znovuobnovení používání románského cementu a jeho technologií se zabývaly evropské mezinárodní projekty ROCEM (Roman Cement to Restore Built Heritage Effectively) probíhající v letech 2003–2006 a navazující ROCARE (Roman Cements for Architectural Restoration to New High Standards) započatý v roce 2009 ukončený v roce 2012. Cílem projektů bylo zvýšit povědomí o tomto materiálu v památkové péči a uvést ho do restaurátorské praxe i stavební do obnovy a průmyslu. Vlastnosti románských cementů byly prakticky neznámé, i když fasády z tohoto materiálu tvoří významnou součást evropského architektonického dědictví. V rámci projektů byly jednotlivé vlastnosti zkoumány a testovány od výpalu suroviny až po finální zpracování produktu na fasádách přes široký průzkum samotných historických maltovin. Projekt ROCARE si dal za cíl uvést novodobě vypálené materiály na bázi románských cementů na trh. Samotným faktem je, že jenom dobře prozkoumaný a odborně charakterizovaný stavební materiál může mít šanci uspět v restaurátorském oboru, obecně v památkové péči.<sup>32</sup>

Jednou z forem propagace tohoto materiálu je přímo jeho použití na konkrétních budovách. Příkladem mohou být realizované rekonstrukce: Obchodní školy, Městského

úřadu, nájemního domu Suski, chudobince v polském Krakově nebo Villa Rainer u Vídně, Palais Epstein a Akademie výtvarných umění ve Vídni. Použití románského cementu je běžnou praxí ve Spojených státech amerických, kde je jeho použití rozšířeno nejen v restaurátorské praxi ale i ve stavebnictví. Je prodáván pod názvem „Rosendale natural cement“ a vztahuje se na něj norma ASTM C 10.<sup>33</sup>

#### **3.1.4.1 Postupy při restaurování fasád z románských cementů**

Postup při obnově, restaurování fasád vždy započne obnovou části fasády tzv. referenční plochou. Vybírá se ta část fasády, která reprezentuje nejvíce druhů poškození, a pokud je to možné, na méně viditelná část fasády. Na této části jsou vyzkoušeny (materiály a postupy), zvolí se koncepce obnovy fasády (míra čištění apod.), následně jsou aplikovány vybrané metody obnovy fasády. Tímto způsobem se zhodnotí nejvhodnější způsob rekonstrukce, ekonomická náročnost a předejde se možným poškozením fasády, jako je například nevhodné čištění. Rekonstrukci předchází stavebně-historický a restaurátorský průzkum fasády.

#### **POVRCHOVÉ ZNEČIŠTĚNÍ**

Typickým znečištěním fasád z neomítnutého románského cementu je tenká černá vrstva, která pokrývá stejnoměrně povrch fasády. Znečištění se skládá většinou z prachu, mastnot a nečistot ovzduší – atmosférických polutantů. V některých případech můžeme nalézt i černé tlusté sádrovcové krusty ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ). Na fasádě z románského cementu se také mohou vyskytovat bělavé povrchy, které vznikají při působením vodorozpustných solí, karbonatoci vápna, sulfatizaci nebo při aplikaci čerstvých malt. U čerstvých malt je příčinou bělavých volné vápno, které migruje na povrch malty a zde karbonatuje. Fasády jsou často natřené mnoha vrstvami nátěrů nebo nastříkané minerální vrstvou, které nemusí originál nutně poškozovat, ale ubírají fasádě na estetické hodnotě, tím že zaslepují plastické reliéfy. Často používané polymerní nátěry mají odlišné vlastnosti než historické materiály, po jejich aplikaci dochází časem k odlupování někdy i s původní barevností fasády vlivem vlhkosti a těchto odlišných vlastností.<sup>34</sup>

## ODKRYV A ČIŠTĚNÍ FASÁD

Pro čištění fasád používáme tzv. mokré a suché metody čištění. Románské cementy relativně rychle vysychají, proto je vhodné použít pro čištění vodu. Vrstvy prachu je možné omýt studenou vodou, mastné nečistoty, saze jsou lehce odstranitelné teplou vodou případně tlakovou vodou. Povrchy románského cementu pokrývá často černá tenká vrstva znečištění, pro tyto samotnou vodou těžce čistitelné povrchy lze použít abrazivní systém JOS<sup>®</sup>, který pracuje na základě rotace vody a abraziva (s možností volby různých druhů abraziva a tlaku vody), tímto systémem lze také odstranit sádrovcové krusty, minerální nátěry a vrstvy či bělavé povlaky. Bílé zákaly mohou vzniknout při výrobě nových štuků, tyto fleky jsou odstraňovány pomocí krátkého omytí vodou s přídavkem kyseliny citrónové a následného omytí čistou vodou. Pro čištění elastických polymerních nátěrů se nepoužívá systém JOS<sup>®</sup> mohlo by dojít k porušení povrchu štuků. Na polymerní vrstvy nátěrů je nutné použít horkou tlakovou vodu (nízký tlak), nátěr lze naměkčit organickými rozpouštědly a poté omýt. Pokud příčinou čištění vznikají výkvěty solí (například rozpuštění sádrovcových krust), aplikují se na tyto fleky odsolující zábaly. Mechanické dočištění plastických prvků s použitím různých nástrojů je většinou nutností.

Čištění fasády většinou odkryje síť prasklinek, která je pro tento materiál typická. Důležité je zvážení rozhodnutí o úpravě povrchu fasády, nátěru či použití impregnace proti atmosférickým vlivům, tak aby neubírala na estetické hodnotě fasády a zároveň splnila ochrannou funkci.<sup>35</sup>

## KONSOLIDACE A RESTAUROVÁNÍ

Při tuhnutí a tvrdnutí románského cementu vznikají na povrchu materiálu jemné vlasové prasklinky, důsledkem smrštění malty. Tyto prasklinky, jak už bylo zmíněno, nejsou pro materiál nebezpečím, pokud zde není povrch výrazně exponován srážkové vodě a mrazovým cyklům, poté by mohlo dojít k zvětšení prasklin, fragmentaci a následným ztrátám. Pokud chceme zabránit dalšímu zatékání vody do prasklin, můžeme tyto praskliny zatmelit, zatřít jemným štukem, šlikrem či mlékem z materiálu na bázi románského cementu. Před aplikací šlikru pomocí špachtlí a štětců je nutné povrch řádně navlhčit. Širší praskliny je možné injektovat. Na závěr je nutné přebytečný materiál setřít houbou. Zdrsněné povrchy vlivem eroze lze ošetřit stěrkou z materiálu na bázi románského cementu a domodelovat do potřebného tvaru. Doplnující materiál by měl být co nejkompatibilnější s originální hmotou, aby nedocházelo k jeho odlupování. Pokud chceme dosáhnout

požadované barevnosti s originálem, můžeme použít pigmenty. U povrchů vykazujících pískovatění je nutné provést konsolidaci, uvolněné části omítky se odstraní kartáčem, zbylý povrch je hloubkově zpevněn. Pro konsolidaci je vhodný přípravek na bázi ethylsilikátů. Pokud se poškození projevuje odlupováním jednotlivých vrstev malty, je nutné odstranit tyto nekompaktní vrstvy, zpevnit substrát a nahradit je novou maltou, která má vysokou kapilaritu a prostor pro ukládání solí. Zasolené malty je vhodné zcela nahradit.<sup>36</sup>

## **DOPLŇOVÁNÍ A REKONSTRUKCE**

Plastické retuše a doplňky by měly být prováděny v systémech příbuzných typem pojiva, který vyhovuje estetickým a zejména fyzikálně-mechanickým požadavkům. Kromě co nejpodobnějších fyzikálně-mechanických vlastností je důležitý i způsob zpracování (textura, napodobivost), který by měl být co nejlíže originální hmotě. Tmely je třeba aplikovat na navlhčený povrch a nesmí rychle vyschnout, menší tmely je možné modifikovat pomocí akrylátové disperze, je možné použít pomocných armatur.

Fragmentace je typickým poškozením štuků z románských cementů, je způsobena zatékáním vody, mrazovými cykly a korodujícími armaturami. V první řadě je třeba zajistit kompaktnost materiálu a omezit ztráty originální hmoty, fragmenty jsou slepeny – injektovány polymerní pryskyřicí tak, aby se zabránilo dalšímu zatékání vody, ale zároveň byl materiál paropropustný. Armatury, které nelze nahradit jsou opískovány a ošetřeny antikoročním nátěrem. Poté se praskliny vyčistí a zatmelí maltou, před zatmelením je prasklina prolita slabě koncentrovanou akrylátovou disperzí.<sup>37</sup>

## **TAŽENÉ PRVKY A ODLITKY**

Malty se míchají v objemovém poměru pojiva/plniva od 1:0,5-1:3. Použitý písek by měl být naprosto suchý. Součinitel vody v poměru vody se pohybuje v rozmezí v/c 0,46-0,86 (voda vztažená na pojivo). Tažené prvky se nanášejí buď na hrubé zdivo, nebo na maltu z hrubšího jádra. V případě aplikace nových štukatérských prvků na staré podklady, třeba provést podle potřeby konsolidaci a injektáže. Malta se aplikuje na předvlhčený povrch. Pro použití hrubé omítky musí být povrch zdrsněn, finální vrstva se aplikuje na mírně zatvrdlé navlhčené jádro a obsahuje pouze pojivo. Pro prodloužení zpracování tažených prvků a ploch se doporučuje tzv. DARC Deaktivace románského cementu, která prodlouží zpracování malty o 1-2 hodiny. Podrobnější informace o DARC procesu jsou popsány

v kapitole 3.2.2 Složení a postup zpracování malt.

Pro zpomalení malt pro odlitky je vhodnější použít zpomalovače tuhnutí například kyselinu citrónovou, citronan draselný a citronan sodný v záměsové vodě, zpracování bývá prodlouženo z několika minut na 30 minut.<sup>38</sup> Počátek tuhnutí malty je vždy spojen s nárůstem tepla, podobně, jak tomu je u sádry s teplotami do 40°C, pokud tato reakce probíhá, měla by malta ztuhnout. Pokud je ztvrdlá malta studená, odlitek je možné odformovat cca po 30 minutách. Pro formování reliéfů, plastik se používají v současnosti výhradně silikonové formy (Obr. 69). Nízké reliéfy nebo velké odlitky je většinou nutné vyztužit nekorodujícími armaturami. Odlitek se po odlití skladuje ve vlhkém prostředí. Po úplném vytvrdnutí je odlitek překryt vlhkou tkaninou nebo je skladován pod vodou minimálně sedm dní.<sup>39</sup>

#### **3.1.4.2 Možnosti využití románského cementu v restaurátorské praxi**

V současné době se povědomí o tomto materiálu zvýšilo, díky větší informovanosti a výsledkům projektů zabývajících se tímto historickým materiálem. Ale jedním ze stávajících problémů často zůstávají předsudky, které se objeví již při vyslovení slova „cement“. Cement je v památkové péči spojen s vysokou pevností, špatnou paropropustností a nasákavostí, která je častou příčinou výkvětů vodorozpustných solí. Zapomíná se na fakt, že technologie výroby dnešních cementů se diametrálně liší od výroby cementů v 19. století. Návrat k používání románského cementu by přineslo nový kompatibilní materiál do restaurátorské praxe.

Materiály na bázi románského cementu by měly především využít při obnově památek z románského cementu, ale i ve stavebnictví. Fasády pokryté štukovou výzdobou z toho materiálu, jsou stále z velké míry neopravené a čekají na rekonstrukci. Podle statistiky provedené v rámci projektu ROCARE z roku 2011, je stále 25% historických domů z let před 1920 neopraveno.<sup>40</sup> Při obnově těchto fasád se předpokládá restaurování, případné rekonstrukce a doplňování štuků materiálem na stejné bázi. Po očištění fasády bývá provedeno zajištění štuků s použitím různých malt. Zde by románský cement mohl přinést škálu variací od nejhrubších malt po jemnozrnné výrobky určené pro injektáže prasklin a dutin. Většina rekonstrukcí fasád obnáší výrobu nových tažených profilů, různých ploch, imitací kamene, odlitků, plastických dekorací tažených z ruky a především doplnění množství plastických retuší až po finální stěrku (nátěr). Použitím materiálu s podobnými

vlastnostmi by se mohlo předejít případným poškozením, které často nastávají brzy po obnovách budov v důsledku použití nevhodných materiálů a postupů.

### 3.1.4.3 Současný stav produkce materiálů na bázi románského

V současné době je na trhu několik firem nabízející škálu komerčních produktů na bázi románského cementu. Z těchto materiálů byly některé vybrány pro experimentální část této diplomové práce.

- Remmers Baustofftechnik GmbH, Löningen, Německo, ([www.remmers.de](http://www.remmers.de))
- Institute of Ceramics and Building Materials, Warsaw, Glass and Building Materials Division in Krakov, Polsko, ([www.icimb.pl](http://www.icimb.pl))
- Röfix AG, Röthis, Austria, ([www.roefix.com](http://www.roefix.com))
- Roman Cement Plaster (RCP), Alteglofsheim, Rakousko, ([www.rocemplaster.eu](http://www.rocemplaster.eu))

V rámci projektu ROCARE bylo vypáleno několik poživ na bázi románského cementu a testováno. Některá z těchto poživ jsou v současnosti dostupná na trhu na vyžádání nebo budou v budoucnosti páleny.

- W&P Wietersdorfer & Peggauer Kalk GmbH Wietersdorf, Rakousko (<http://www.wup.at>)
- VFB – Verein zur Förderung der Baudenkmalpflege, Mauerbach b. Wien, Rakousko, Dr. Karl Stingl na [karl.stingl @ aon.at](mailto:karl.stingl@aon.at)

Cementy dlouhodobě prodávané

- Vicat Ciment Prompt, VICAT GROUP, Francie, (<http://www.vicat.fr>)
- Cemento Natural Tigre, Barcelona, Španělsko, (<http://www.cementonaturaltigre.com>)
- Natural Cement Marfil, Barcelona, Španělsko, (<http://www.cementoscollet.com>)<sup>41</sup>
- Rosendale cement, Spojené státy americké (<http://www.rosendalecement.net>)

Na trhu můžeme nalézt malty na bázi románského cementu používané jako mikroporézní sušící omítky (KEMASAN 590 od firmy KEMA), tyto omítky využívají velké

porozity románských cementů a jejich výborné paropropustnosti. Zde je budoucnost širokého využití těchto malt ne jen pro obnovu dekorativních prvků fasád, ale celkového rozšíření sortimentu hydraulických pojiv v restaurátorské praxi.

## **3.2 Experimentální část**

Cílem experimentální části bylo měření základních vlastností originálního materiálu restaurovaného díla a materiálů dostupných na trhu vhodných pro restaurování děl z románského cementu, z hlediska požadavku na kompatibilitu s restaurovaným dílem a jeho technologií. Použité materiály zahrnovaly komerčně dodávané produkty na bázi románského cementu: Fix-Zement (Prompt-Vicat), dále hotové směsi Belit Gussmörtel, Belit Feinschlämme (Röfix), Fungen und und Ergänzungsmörtel RZ (Remmers) a produkty vyráběné partnery v rámci projektu ROCARE-románské cementy; MBM (*Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction Materials - Branch of Mineral Building Materials*), W&P (*Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH*) a VFB (*Verein zur Förderung der Baudenkmalpflege*). Pro porovnání jednotlivých vlastností byla zařazena další dvě pojiva: hydraulické vápno NHL5 (Röfix) a portlandský cement CEM I 42,5N (Holcim)

### **3.2.1 Použité materiály a jejich základní vlastnosti**

#### **Vicat Prompt Cement**

Tento produkt je prodáván pod různými názvy např. v Německu je znám jako Prompt FIX-Cement (tabulkách výsledků této diplomové práce je tento výrobek označen jako FIX-CEMENT) Toto vysoce hydraulické pojivo, produkuje nadnárodní společnost VICAT GROUP, do Česka je distribuované firmou RABAT. Pojivo má šedou až okrovou barvu (Obr. 55). Data o složení, průběhu tuhnutí a pevnosti produktu jsou uvedena v Tabulce č. 5, 6, 7, 8, 9.<sup>42</sup>

**Tab. 5.** Fyzikální charakteristika VICAT PROMPT CEMENTU

Vlastnosti	Norma	Průměrné hodnoty	Požadavek
Specifická hmotnost		2,97 g / cm <sup>3</sup>	
Zdánlivá hustota		0,7-1,0 g / cm <sup>3</sup>	
Povrchová plocha	EN 196-6	7000 cm <sup>2</sup> / g	> 5000
Počáteční tuhnutí (čisté pojivo)	EN 196-3	1,5mn	<4
Roztažnosti při 80 ° C	EN 196-3	5mm	<5
Smrštění (malta 1:1 dle hmotnosti) za 28 dní	NF P 15-433	7000 um / m	<1200
Hydratační teplo za 1 hodinu	NF P 15-436	120 J / g	70 ≤ H ≤ 150

**Tab. 6.** Pevnost v tlaku VICAT PROMPT CEMENTU

Čas	Testovací metoda	Průměrné hodnoty	Požadavek
15 min	EN 196-1	5	> 4
28 dnů	EN 196-1	31	> 19
90 dnů	EN 196-1	40	
1 MPa = 1 N/mm <sup>2</sup> = 10,2 kgf/cm <sup>2</sup> = 10 bar			

**Tab. 7.** Chemická charakteristika VICAT PROMPT CEMENTU

Vlastnost	Testovací metoda	Průměrné hodnoty (%)	Požadavek (%)
Křemen (vyjádřený jako SiO <sub>2</sub> )	EN 196-2	18.4	≥ 17
SO <sub>3</sub> obsažený	EN 196-2	3.2	≤ 4
Ztráta žiháním	EN 196-2	9.4	≤ 14
Nerozpustný obsah	EN 196-2	3.2	≤ 6
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> poměr	EN 196-2	2.3	≥ 2

**Tab. 8.** Typické chemické VICAT PROMP CEMENTU<sup>43</sup>

<b>Chemické složení Prompt cementu</b>	
Ztráta žíháním 975°C	9,28%
SiO <sub>2</sub>	18,09%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	7,24%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,2%
CaO	53,07%
MgO	3,84%
SO <sub>3</sub>	3,24
K <sub>2</sub> O	1,16%
Na <sub>2</sub> O	0,28%
C <sub>3</sub> S	5-15%
C <sub>2</sub> S	40-60%
C <sub>3</sub> A	6±2%
C <sub>4</sub> AF	9±2%
C <sub>12</sub> A <sub>7</sub>	3±1%
C <sub>4</sub> A <sub>3</sub> S	3±1%

**Tab. 9 –** Typické mineralogické (fázové) složení VICAT PROMP CEMENTU

<b>Mineralogické (fázové) složení Prompt cementu</b>	
Periklas	4±1%
Volné vápno	2±2%
Kalcit	10-15%
Sulfát	3±1%
Jiné, včetně amorfní fáze	10-15%

## Belit Gussmörtel, Belit Feinschlämme ( RÖFIX)

Belit Gussmörtel je malta na bázi NHL5 rakouské firmy Röfix, kromě pojiva obsahuje přírodní písek 0-4 mm a zpomalovač tuhnutí. „BELIT“ je mineralogické označení pro dikalciumsilikát, primárně pojící střední fázi všech hydraulických vápen. Pojivo produktů RÖFIX BELIT vyrobené v pecích při 1100°C odpovídá historicky známým románským cementům. Technické parametry jsou uvedeny v Tabulce č. 9. Dle dodavatele se malty připravují smícháním jednoho pytel malty RÖFIX BELIT cca 1 minutu se intenzivně a rovnoměrně rozmíchají s 7,5 litry vody (popř. 1kg směsi s 0,25 litru vody). Namíchaná malta se musí během 15 minut zpracovat. Tento čas zpracovatelnosti se váže k teplotě cca 20°C a vlhkosti vzduchu 60%.

**Tab. 9.** Technické parametry Belit Gussmörtel

Technické parametry Belit Gussmörtel	
Spotřeba v litrech	cca 18,45 litrů NM/ pytel o 615 ml/kg
Pevnost v tlaku	3d:> 7,0 N / mm <sup>2</sup> , 28d:> 10,0 N / mm <sup>2</sup>
Pevnost v ohybu	3d:> 1,0 N / mm <sup>2</sup> , 28d:> 2,5 N / mm <sup>2</sup>
Modul (dyn.)	cca 8850 N / mm <sup>2</sup>
Faktor difúzního odporu $\mu$	cca 15
Hustota čerstvé malty	cca 1860 kg / m <sup>3</sup>
pH	cca 12,6
Kapilární absorpce vody	> 2,0 kg / m <sup>2</sup> po 24 hodinách
Barva	nažloutlá

Belit Feinschlämme je jemnozrnná malta, která je dobře využitelná v památkové péči pro doplňování historického románského cementu i pro nové realizace, odlitky, dotvoření fasádních profilů. Během zpracování a sušení nesmějí okolní a podkladové teploty klesnout pod 5°C. Během zpracování a tvrdnutí je nutné maltu chránit nejméně 7 dní proti mrazu. Zároveň by teplota zpracování měla být pod 20°C, v opačném případě přebytek vody může vést k významnému zpomalení tuhnutí nebo ke změnám v pevnosti. „Feinschlämme“ může být nanesena na čerstvou nebo mírně vlhkou litou maltu RÖFIX

BELIT. Při zpracování je nutné se vyvarovat rychlého vyschnutí malty, např. sluncem nebo větrem. Technická data produktu jsou uvedena v Tabulce č. 10.<sup>44</sup>

**Tab. 10.** Technická data Belit Feinschlamm

Technická data Belit Feinschlamm	
Barva	nažloutlá
Váha sušiny	cca 1,700 kg/m <sup>3</sup>
Hustota/váha čerstvé malty v kg/m <sup>3</sup>	cca 1,860 kg/m <sup>3</sup>
Objemová hmotnost	cca 980 kg/m <sup>3</sup>
Difuze vodních par $\mu$ dle (EN 1015-19)	cca 15
pH	cca 12,6
Specifická tepelná kapacita	cca 1kJ/kg K
Pevnost v tlaku (3 dny)	> 7N/mm <sup>2</sup>
Pevnost v tlaku (28 dní)	cca 15 N/mm <sup>2</sup>
Pevnost v ohybu (28 dní)	> 3,5 N/mm <sup>2</sup>
Pevnost v ohybu (3 dny)	> 1N/mm <sup>2</sup>
E-Modul	cca 8,100 N /mm <sup>2</sup>
Kapilární absorpce vody	> 2 kg/m <sup>2</sup> 24h

### **Románské cementy distribuované partnerům v projektu ROCARE**

V rámci projektu ROCARE byly vypáleny tři odlišné typy románského cementu. Z jednotlivých pojiv byly připraveny malty, poté byly na těchto maltách zkoumány jejich fyzikálně-mechanické vlastnosti.

#### **W&P - Wietersdorfer & Peggauer Zementwerke GmbH**

Hydraulické pojivo použité pro zkoušky bylo vypáleno ve velké rotační peci rakouské firmy Wietersdorfer & Peggauer (W&P) při teplotách 800 - 900°C s lokálními teplotami do 1000°C. W&P cement je charakteristický typickým chemickým složením románských cementů. Obsahuje velké množství křemičitanů, hlinitanů a alkálií jako jsou K<sub>2</sub>O nebo Na<sub>2</sub>O a nízký obsah CaO. Barva pojiva světle červená (Obr. 55). V Tabulce č. 11 je uvedeno složení W&P románského cementu.

**Tab. 11.** Složení W&P románského cementu, vyrobeného v listopadu 2010<sup>45</sup>

Chemické složení v přepočtu na oxidy	hm. %	Mineralogické (fázové) složení	hm. %
SiO <sub>2</sub>	33,46	C <sub>2</sub> S beta	18,57
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10	C <sub>2</sub> S alpha	6,42
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4,4	C <sub>2</sub> S alpha`	6,18
CaO	38,21	Vápenec	0,12
MgO	1,9	Kalcit	9,54
SO <sub>3</sub>	0,3	Křemen	22,15
Na <sub>2</sub> O	0,3	Galenit	26,34
K <sub>2</sub> O	2	Portlandit	6,92
Pb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,12	C <sub>2</sub> F	3,75
TiO <sub>2</sub>	0,58		
LOI	8,19		

#### VFB - Verein zur Förderung der Baudenkmalpflege

Pojivo pro výrobu vzorků bylo dodané partnerem VFB, Verein zur Förderung der Baudenkmalpflege, Mauerbach b. Vídeň, Rakousko. Tento Institut provádí pálení menších dávek pojiva, jehož surovina pochází ze zdroje Gartenau v Salzburku (Rakousko), kde se nachází historický zdroj této suroviny. Surovina (vápenný slín) byla vypálena v maloobjemové šachtové peci. Teplota pálení se pohybovala v rozmezí teplot 840°C-1130°C. Pojivo má sytě okrovou barvu (Obr. 55). Fázové složení v závislosti na poloze suroviny v peci je uvedeno v Tabulce č. 12.

**Tab. 12.** Rozpětí fázového složení pálené suroviny (měřeno ve všech vrstvách pálené suroviny v peci) <sup>46</sup>

Fáze	Množství v procentech %
belity $\alpha' + \beta - C_2S$	34 - 72
Poměr $\alpha' / \beta C_2S$	0,6 - 1,6
Karbonatovaný $C_2S$	5,7 - 10,3
Spurrit $Ca_5Si_2O_8(CO_3)$ + Tilleyite $Ca_5Si_2O_7(CO_3)_2$	Vyšší obsah karbonátových fází souvisí $\alpha' C_2S$
Zbytek hrubého materiálu (suroviny) (kalcit, křemen a slída)	1,9 - 43,6

**MBM - Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction Materials - Branch of Mineral Building Materials**

Pojivo použité pro výrobu vzorků bylo vytvořeno v MBM – *Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction Materials - Branch of Mineral Building Materials* v polském Krakově. Pálená surovina pocházející z historického ložiska Gartenau. Produkt byl vypálen v malé rotační peci (1,6 16 m), rozsah teploty výpalu od 780 do 960°C. Barva tohoto pojiva je okrová (Obr. 55). Chemické, fázové a mineralogické složení cementů je uvedeno v Tabulce č. 13, 14.

**Tab. 13.** Složení oxidů v pojivu Gartenau RC vyrobené pro projekt ROCARE v MBM<sup>47</sup>

Chemické složení v přepočtu na oxidy	wt%	Moduly	
LOI	12,54	HI (hydraulický index)	1,48
SiO <sub>2</sub>	25,26	SR (poměr křemene )	3,05
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5,77	AR (poměr hliníku)	2,31
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,50		
CaO	49,48		
MgO	1,71		
SO <sub>3</sub>	0,54		
K <sub>2</sub> O	1,18		
Na <sub>2</sub> O	0,49		
Pb <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,08		
TiO <sub>2</sub>	0,26		
Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,10		
SrO	0,08		
ZnO	0,01		

**Tab. 14.** Průměrné fázové složení optimálního složení  
románského cementu vyrobeného pro projekt ROCARE<sup>48</sup>

Mineralogické (fázové) složení	hm. %
Křemičitan vápenatý	30
Kalcit	20
C4AF	>5
CaO	4
Křemen	5
Galenit	>5
Amorfní fáze	25
Ostatní	<5

### Fugen-und Ergänzungsmörtel RZ (Remmers)

Spárovací a doplňovací malta Remmers Fugen und und Ergänzungsmörtel RZ je suchá směs pojiva a kameniva, která je po smíchání s vodou připravená k použití a relativně rychle tuhne. Zatvrdlá spárovací a doplňovací hmota je odolná proti povětrnostním vlivům. Materiál vykazuje pomalý vzrůst pevnosti. Maltu není vhodné zpracovávat při teplotách pod +5°C nebo nad 30°C. Barva pojiva je okrovo-šedá (Obr. 55). Základní vlastnosti jsou uvedeny v Tabulce č. 15.

**Tab. 15.** Informace o výrobku Fugen-und Ergänzungsmörtel RZ<sup>49</sup>

Informace o výrobku Fugen-und Ergänzungsmörtel od firmy Remmers	
Kontrola jakosti	Jemná, hrubá složení a kvalita (WEP)
Sypná hustota	cca 1,0 kg/dm <sup>3</sup>
Barevný odstín	šedobéžový
Surová hustota čerstvé malty	cca 1,9 kg/dm <sup>3</sup>
Obsah vzduchových pórů	≤ 10% obj.
Zrnitost	≤ 0,5 mm, ≤ 2 mm
Pevnost	Podle objektu

### NHL5 (RÖFIX)

Pro výrobu vzorků bylo použito přírodní hydraulické vápno od rakouské firmy RÖFIX AG Baustoffwerk. Poměry pro míchání běžné malty jsou dány podle normy ÖNORM 3344, DIN1053 a DIN 18550. Materiál má světle růžovou barvu (Obr. 55). Objemová hmotnost pojiva je cca 520 kg/m<sup>3</sup>. Pojivo je zařazeno podle typu jako NHL5 (přírodní hydraulické vápno) podle 19 EN 459-1 (DIN 1060).<sup>50</sup>

## CEM I 42,5 R (Holcim)

Pro vytvoření zkušebních vzorků byl použit portlandský cement CEM I 42,5 N (Holcim).<sup>51</sup>

CEM I 42,5 R distribuovaný firmou Holcim (Česko) a.s., je vyráběn a zkoušen dle norem ČSN EN 197-1 a EN 196. Pojivo má světle šedou až šedou barvu. Obsah slínku výrobce uvádí 95-100%, ostatní složky 0-5%. Technické parametry jsou uvedeny v Tabulce č. 16.

**Tab. 16.** Technické parametry CEM I 42,5 R<sup>52</sup>

Požadavky ČSN EN 197-1	
Obsah SO <sub>3</sub>	max. 4,0 %
Obsah Cl <sup>-</sup>	max. 0,1 %
Objemová stálost	max. 10 mm
Počátek tuhnutí	min. 60 minut
Pevnost v tlaku	2 dny min. 20 MPa
Pevnost v tlaku	28 dní min. 42,5 MPa

## Použitá kameniva a pomocné látky

### Kameniva

Jako plnivo byly použity dva druhy písku v programu I. vápenný písek, se zastoupenými frakcemi v Tabulce č. 17. V programu II. byl použit standartizovaný přírodní křemenný písek CEN Sand 196-1 ISO 679.

**Tab. 17.** Zrnitost vápenného písku

2 – 4 mm	8%
1 – 2 mm	25%
0,6 – 1 mm	24%
0,3 – 0,6 mm	21%
0,1 – 0,3 mm	9,5%
<0,1 mm	12,5%

### **Kyselina citrónová monohydrát**

Pro zpomalení procesu tuhnutí bylo použito kyseliny citrónové monohydrátu  $C_6H_8O_7 \cdot H_2O$ . Kyselina citrónová má vzhled bílého prášku. Použitou kyselinu vyrábí firma (Penta Ing. Petr Švec).

### **Dusičnan draselný**

Pro měření paropropustnosti vodních par byl použit dusičnan draselný  $KNO_3$ . Dusičnan draselný má vzhled bílého prášku. Roztok této soli zajišťuje rovnovážnou vlhkost 93,2 % při teplotě 20°C. Použitý produkt vyrábí firma (Penta Ing. Petr Švec).

### **Chlorid lithný bezvodý**

Pro měření paropropustnosti vodních par byl použit chlorid lithný bezvodý  $LiCl$ . Má vzhled bílého prášku. Roztok této soli zajišťuje rovnovážnou vlhkost 12,4 % při teplotě 20°C. Použitou látku vyrábí firma (Penta Ing. Petr Švec).

## **3.2.2 Složení a postup zpracování malt**

Malty byly zpracovány ve dvou programech (I., II.), které se lišily typem plniva.

### **SLOŽENÍ MALT V PROGRAMU I.**

V programu I. byly míchány malty z pěti pojiv v různých poměrech s vápenným pískem a vodou. Pro výrobu malt byly použity materiály na bázi románského cementu vyrobené partnery v rámci projektu ROCARE: MBM, W&P a VFB, dále pojivo Fix-Zement. Do výběru byly zařazeny dvě hotové směsi od výrobců Röfix a Remmers. Pro srovnání výsledků bylo zařazeno hydraulické vápno NHL5 a portlandský cement CEM I 42,5N. Poměry míchání testovaných malt v programu I. jsou uvedeny v Tabulce č. 18.

**Tab. 18.** Poměry míchání testovaných malt v programu I.

Vzorek	Poměr směsi c/k (objemově)	Poměr směsi c/k (hmotnostně)	v/c vodní součinitel
<b>Fungen und und Ergänzungsmörtel RZ (Remmers)</b>			
FEM	-	-	0,2
FEM-G	-	-	0,2
<b>NHL5 (Röfix)</b>			
NM I	1:0,5	1:1,461	0,705
NM II	1:1	1:2,918	0,849
NM III	1:1,5	1:4,377	0,831
NM IV	1:2,5	1:7,309	1,166
<b>Fix-Zement (Prompt-Vicat)</b>			
FM I	1:0.5	1:0,933	0,46
FM II	1:1	1:1,864	0,55
FM III	1:1,5	1:2,796	0,545
FM IV	1:2,5	1:4,665	0,75
<b>MBM- Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction Materials – Branch of Mineral Building Materials</b>			
GM I	1:0,5	1:1,015	0,5
GM II	1:1	1:2,030	0,57
GM III (DARC)	1:3,039	1:1,5	0,62
GM IV (DARC)	1:5,073	1:2,5	0,86
<b>CEM I 42,5N (Holcim)</b>			
CM I	1:0,5	1:0,755	0,4
CM II	1:1	1:1,509	0,444
CM III	1:1,5	1:2,264	0,417
CM IV	1:2,5	1:3,777	0,585
<b>Röfix</b>			
BGM - Belit Güssmörtel	Röfix BGM	-	0,325
BFM - Belit Feinschlamme	Röfix BFS	-	0,25
<b>W&amp;P-Wietersdorfer &amp; Peggauer Zementwerke GmbH</b>			
WP I	1:0,5	1:0,945	0,465
WP II	1:1	1:1,888	0,535
WP III (DARC)	1:1,5	1:2,833	0,558
WP IV (DARC)	1:2,5	1:4,729	0,76
<b>VFB-Verein zur Förderung der Baudenkmalpflege</b>			
VM	1:1	-	0,615

## SLOŽENÍ MALT V PROGRAMU II.

V programu II. byly použity pojiva Fix-Zement, MBM, W&P, NHL5 a CEM I 42,5N s standardizovaným přírodním křemenným pískem CEN Sand 196-1 ISO 679. Poměry míchání jsou uvedeny v Tabulce č. 19.

**Tab. 19.** Poměry míchání testovaných malt v programu II.

Vzorek	poměr směsi c/k (objemově)	poměr směsi c/k (hmotnostně)	v/c vodní součinitel
<b>NHL5 (Röfix)</b>			
2NM		1:3	0,5
<b>Fix-Zement (Prompt-Vicat)</b>			
2FM		1:3	0,6
<b>MBM- Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction Materials - Branch of Mineral Building Materials - Gartenau</b>			
2 GM		1:3	0,6
<b>CEM I 42,5N (Holcim)</b>			
2CM		1:3	0,5
<b>W&amp;P-Wietersdorfer &amp; Peggauer Zementwerke GmbH</b>			
2WP		1:3	0,6

## POSTUP MÍCHÁNÍ MALT:

Nejprve bylo pojivo s plnivem smícháno na sucho, poté byla přidána samotná voda případně voda s rozpuštěnou kyselinou citrónovou a směs byla znovu promíchána, po seškrábnutí malty z okraje misky mixéru byla směs ještě jednou promíchána. Vzorky byly míchány pomocí automatického mixéru, podrobnosti rychlostí míchání jsou uvedeny v Tabulce č. 20 Postupy míchání malt. Doba tuhnutí byla prodloužena použitím retardéru kyseliny citrónové s vodním součinitelem v rozmezí 0,1- 0,6 hm % (vztaženo na pojivo). Dalším způsobem zpomalení tuhnutí malty byla použita metoda deaktivace románského cementu.

### **DARC proces (Deaktivace románského cement):**

Deaktivací proces zahrnuje deaktivaci fází, které odpovídají za počátek tuhnutí románského cementu. Vlhkost potřebná k deaktivaci může být obsažena ve vzdušné vlhkosti nebo vlhkém písku. DARC proces není vhodný pro výrobu odlitků, kde je potřeba rychlé odformování, ale je ideální pro výrobu tažených profilů, ploch apod., kde se počítá s delší dobou zpracovatelnosti.

Tato metoda skýtá možnost prodloužit zpracovatelnost. Když malta začíná tuhnout, opět se rozmíchá, otevřená doba zpracovatelnosti se může prodloužit až na 3 hodiny.

Postup deaktivace románského cementu:

1. Nejprve mícháme 2 minuty určené množství vody (tzv. deaktivací vody) se suchým pískem.  
Pro deaktivaci se obecně doporučuje cca 7% vody (vztaheno na pojivo).
2. Přidáme cement a mícháme další 2 minuty, skladujeme ve vzduchotěsné nádobě nebo překryjeme plastovou fólií, aby se voda neodpařovala. Během této doby voda reaguje s cementem a produkuje AFm fáze = C-A-H (hydratované kalciumalumináty).<sup>53</sup>

Směs je uložena do doby finálního smíchání se zbytkem množství vody, doba uložení je různě dlouhá, doporučené použití se pohybuje od 30 minut skladování před finálním smícháním se zbytkem vody. Skladování rozhoduje o zpracovatelnosti malty. Malta by se měla míchat s vodou po dobu 10 minut, delší čas míchání už ovlivňuje vlastnosti zpracovatelnosti malty. Při kratší době míchání nemusí dojít k potřebnému prodloužení zpracovatelnosti malty, navíc mohou vzniknout hrudky nedokonalým promícháním malty.

**Tab. 20.** Postupy míchání malt

Jednotlivé postupy	Čas zpracování jednotlivých postupů v minutách		
	románské cementy	CEM I 42,5N	NHL 5
Míchání suché směsi (62 otáček za min.)	2	2	2
Přídavek vody, míchání (62 otáček za min.)	0,5	0,5	1
Míchání (125 otáček za min.)	-	0,5	-
Seškrábnutí malty špachtlí	0,5	0,5	0,5
Míchání (125 otáček za min.)	1	1	9

**PŘÍPRAVA VZORKŮ:**

Pro testování byly připraveny dva typy vzorků. Vzorky pro měření paropropustnosti měly válcovitý tvar. Vzorky pro stanovení koeficientu kapilární absorpce vody měly tvar hranolu. Pro paropropustnost bylo celkem odlito 2 x 5 vzorků od každého typu malty. Průměr vzorků byl 10 cm, výška 1-2 cm. Pro stanovení koeficientu kapilární absorpce vody byly odlity vzorky 2 x 3 hranoly od každého typu malty. Výška hranolu byla 16 cm, šířka 4 cm, tloušťka 4 cm. Zhotovené vzorky (Obr. 70).

Malta pro výrobu vzorků měření paropropustnosti vodních par byla vždy nalita do kruhových plastových forem, položených na vodou nasyceném vysoce porézním podkladu (pórobetonu, překrytém mokrou tkaninou).

Malty pro nasákavost byly odlévány do vyztužených silikonových forem. Malta ve formách byla setřásána, aby byl povrch malty rovnoměrný. Poté byly vzorky skladovány.

**PODMÍNKY ULOŽENÍ VZORKŮ:**

Podmínky uložení vzorků vychází z normy ČSN EN 1015-19. Po odlití byly malty ponechány jeden den při  $(95 \pm 5)$  % vlhkosti, druhý den byly malty odformovány a ponořeny do vody na dobu 4/26 týdnů. Tento postup platil pro všechny malty, kromě malt z hydraulického vápna NHL 5, kde byly vzorky odformovány po třech dnech z důvodů pomalejšího tvrdnutí malty. Stejně podmínky uložení byly použity pro malty z románského cementu, i když tento materiál není zatím v normě vůbec zohledněn. Po 28 dnech a 26 týdnech byly vzorky vysušeny do konstantní hmotnosti v sušárně při  $60 \pm 5$  °C a bylo zahájeno jejich testování.<sup>54</sup>

## ZPRACOVÁNÍ HOTOVÝCH SMĚSÍ:

### Zpracování malty Fungen und und Ergänzungsmörtel RZ (Remmers):

Při zpracování malty Fungen und und Ergänzungsmörtel RZ (Remmers), byl použit stejný postup jako u míchání materiálů na bázi románského cementu v programu I., přídavek vody byl doporučován výrobcem cca 12-15% k celkové hmotnosti směsi pro přípravu spárovací malty. Tento poměr byl však nedostačující pro výrobu konzistence odlévací malty, proto bylo množství vody navýšeno na 20% hmotnosti. Po odlití byly vzorky ponechány ve formě do druhého dne při vlhkosti ( $95 \pm 5$ ) %, poté byly vzorky uloženy pod vodou 26 týdnů, vyhodnocovány byly malty po 4 týdnech.

### Zpracování malt Belit Gussmörtel a Belit Feinschlämme (Röfix)

Hotové směsi Belit Gussmörtel a Belit Feinschlämme (Röfix) byly míchány 1 minutu při rychlosti 125 otáček za minutu. Po odlití byly vzorky ponechány ve formě do druhého dne při vlhkosti ( $95 \pm 5$ ) %, poté byly vzorky uloženy pod vodu po dobu 4 týdnů a 26 týdnů.

#### 3.2.2.1 Vzorky historických malt

Pro testování byly odebrány dva druhy malt z restaurovaných plastik Alegorie průmyslu a Alegorie architektury (Obr. 67), které jsou staré přes 115 let. Historický materiál, ze které bylo dílo odlito, je pro testovací metody označen **OM** (odlévací malta obsahující kamenivo). Dále byl použit samotný románský cement bez kameniva, touto maltou byly jednotlivé díly plastiky slepeny (malta byla velice řídká). Pro testovací metody byla označena tato malta **LM** (Lepicí malta). Z těchto malt byly vytvořeny vzorky pro jednotlivé testovací metody. Velikost vzorků byla omezená možností odběru originální hmoty z plastik. Vzorky použité pro paropropustnost vodních par a koeficient kapilární absorpce vody byly zhotoveny ve tvaru hranolů s rozměry okolo LM: 25 mm x 36 mm x 34 mm, OM: 17 mm x 36 mm x 34 mm.

### 3.2.3 Měřené parametry historických materiálů a testovaných malt

Vzorky odebrané při restaurování z plastiky Alegorie průmyslu byly porovnávány se vzorky připravovaných malt, které byly testovány v rámci projektu ROCARE. Jednotlivé typy měření zahrnovaly měření vybraných fyzikálních a mechanických vlastností, které byly porovnány s historickými materiály odebraných z plastiky v kontextu kompatibility.

#### 3.2.3.1 Stanovení objemové hmotnosti malty

Objemová hmotnost byla stanovena na úlomcích malt nepravidelného tvaru z hmotnosti suchých vzorků  $m_s$  a objemu vzorků  $V$ , který byl zjištěn z objemu kapaliny, vytlačené při ponoření mokrého vzorku do odměrného válce s vodou. Před naměřením hodnot byly vzorky vysušeny v sušárně při teplotě  $(70 \pm 5)$  °C do ustálené hmotnosti. Měření probíhalo podle normy EN 1015-10. Tato metodika byla přejata i pro nestandartní vzorky historických malt. Objemová hmotnost  $\rho_b$  pak byla vypočítána ze vztahu:<sup>55</sup>

$$\rho_b = \frac{m_s}{V}$$

$\rho_b$  objemová hmotnost vzorku [kg. m<sup>-3</sup>]

$m_s$  hmotnost suchého vzorku [kg]

$V$  objem vzorku [m<sup>3</sup>]

#### 3.2.3.2 Porozimetrie

Historická malta odebraná z restaurované plastiky Alegorie průmyslu i malty ze současné produkce byly podrobeny rtuťové porozimetrii, která spočívala ve změření velikosti a objemu pórů malty a byly porovnávány rozdíly velikosti pórů.

Princip porozimetrie využívá vlastností rtuti a jejího povrchového napětí. Při měření narůstá tlak a objem všech pórů vzorku je postupně zaplňován vtlačovanou rtutí. Výsledný objem pórů vzorku je pak určován objemem vtlačené rtuti. Průměr pórů je nepřímo úměrný tlaku a přímo úměrný kontaktnímu úhlu mezi kapkou rtuti a měřeným povrchem. U vzorků byla tedy zjištěna distribuce velikosti pórů, objem pórů a měrný povrch.<sup>56</sup>

Měření bylo provedeno za podmínek  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , RH 45% na typu přístroje Micromeritics Pore Sizer 9310. Před provedením měření byly vzorky sušeny na  $40^\circ\text{C}$ , 2 dny. Měření rtuťové porozimetrie byly realizovány na VUT Brno, FCHT ve spolupráci s Ing. Patrikem Bayerem, PhD.

### 3.2.3.3 Stanovení paropropustnosti pro vodní páry

Na vzorcích malty bylo provedeno měření paropropustnosti pro vodní páry podle normy ČSN 1015-19.

Kruhová zkušební tělesa byla vložena do misek a utěsněna, tak aby v nich byl udržen konstantní tlak vodních par, tvořený nasycenými roztoky solí. Nejprve byly vzorky měřeny s nasyceným roztokem dusičnanu draselného ( $\text{KNO}_3$ ), který zajišťuje relativní vlhkost 93,2% při teplotě  $20^\circ\text{C}$ , poté byly vysušeny. Po vysušení byl zjišťován dolní rozsah hygroskopicity pomocí nasyceného roztoku LiCl, který zajišťuje relativní vlhkost 12,4% při teplotě  $20^\circ\text{C}$ .

Zkušební misky byly umístěny do klimakomory, kde byla udržována kontrolovatelná vlhkost, teplota a konstantní tlak vodní páry v komoře, který byl odlišný od tlaku v miskách. Cílem měření byla rychlost přenosu vlhkosti, ta se stanovila podle změny hmotnosti zkušebních misek za ustálených podmínek v klimakomoře (Obr. 73).

Tato metodika byla přejata i pro nestandartní vzorky historických malt, které byly omezeny množstvím čtyř vzorků od každé malty s přibližnými rozměry (LM-25 mm x 36 mm x 34 mm, OM-17 mm x 36 mm x 34 mm). Tyto vzorky byly vloženy do formiček (Obr. 72) s vnitřními rozměry formičky 23,5 mm x 25,5 mm a vzduchovou vrstvou 10 mm.

Výpočet a vyjádření grafů průniku vodní páry byl zjištěn z hodnoty změřené na pěti vzorcích. Výsledky byly vypočítány ze vztahu:

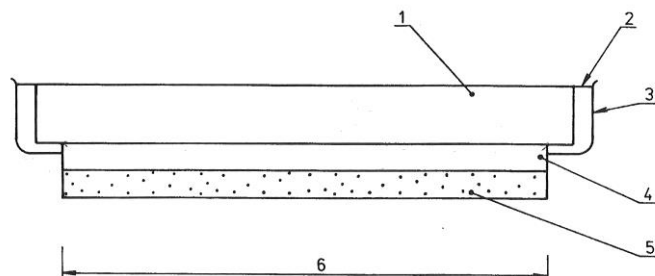
$$\Lambda = \frac{1}{A\Delta_p / \left(\frac{\Delta G}{\Delta t}\right) - R_A} \text{ kg/m}^2 \cdot \text{s} \cdot \text{Pa}$$

- $A$  plocha otevřeného ústí zkušební misky v  $m^{2+1}$
- $\Delta_p$  rozdíl tlaku vodní páry mezi okolním vzduchem a roztokem soli se odečítá z příslušných tabulek v Pa
- $\frac{\Delta G}{\Delta t}$  tok vodní páry
- $\Lambda$  průnik vodní páry
- $R_A$  odpor vodní páry vzduchové vrstvy mezi zkušebním tělesem a roztokem soli v  $Pa \cdot m^2 \cdot s/kg$  ( $0,048 \times 10^9 Pa \cdot m^2 \cdot s/kg$  pro vzduchovou vrstvu 10 mm).

Poté byla vypočítána paropropustnost vodní páry z průměrné hodnoty průniku vodní páry vynásobením tloušťkou měřených vzorků.<sup>57</sup>

#### VZHLED FOREM STANDARTNÍ MĚŘENÍ:

- 1 zkušební těleso  
 2 tmelící prostředek  
 3 kruhová zkušební miska  
 4 vzduchová vrstva ( $\approx 10$  mm)  
 5 nasycený roztok soli  
 6 plocha ( $\approx 0,02$   $m^2$ )



**Obr. 51** - Zkušební miska se zkušebním tělesem<sup>58</sup>

### 3.2.3.4 Stanovení pevnosti v tlaku a ohybu

Stanovení pevnosti za ohybu při soustředěném zatížení bylo vyhodnoceno podle normy ČSN 12372 (721145). Výsledky byly vypočítány ze vztahu:<sup>59</sup>

$$R_{tf} = \frac{3.F.l}{2.b.h^2}$$

- $R_{tf}$  pevnost v ohybu, v megapascálech  
 $F, F_{max}$  zatížení při porušení, v newtonech  
 $l$  vzdálenost mezi podpěrnými válečky, v milimetrech  
 $b$  šířka průřezu zkušební tělesa v blízkosti lomové plochy, v milimetrech  
 $h$  (tloušťka) výška průřezu zkušební tělesa v blízkosti lomové plochy

Stanovení pevnosti v prostém tlaku bylo vyhodnoceno podle normy ČSN 1926 (721142). Výsledky byly vypočítány ze vztahu:

$$R = \frac{F}{A}$$

- $R$  pevnost v tlaku zkušební tělesa v prostém tlaku, v megapascálech  
 $F$  zatížení při porušení, v newtonech  
 $A$  plocha příčného průřezu zkušební tělesa před zkouškou, ve čtverečních milimetrech

### Statistické vyhodnocení měření

Výsledná pevnost  $R$  byla vypočtena jako vážený průměr všech vzorků

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_i x_i \quad s = \pm \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad v = \frac{s}{x}$$

$\bar{x}$	aritmetický průměr z měřených hodnot
$x$	měřené hodnoty
$n$	počet měření
$s$	směrodatná odchylka
$v$	variační součinitel

### 3.2.3.5 Měření vzorků ultrazvukovou transmisí

Malty byly měřeny ultrazvukovou transmisí v laboratorních podmínkách na vysušených vzorcích za podmínek 24 hodin na 60°C. Pro měření byl použit přístroj Ultraschall-Messsystem UKS 12 (GEOTRON-ELEKTRONIK R. Krompholz, D), Fluke 192B ScopeMeter 60MHz 500MS/s. Vzorky byly měřeny při nastavení - 20 KHz; Amplituda 5mV a čas 2us (mikrosekundy). Korekce měření je 1,8092 us.

Princip metody spočívá v měření rychlosti přechodu longitudální vlny (p-vlny) zkoumaným materiálem. Rychlost uz-signálu je pro daný materiál charakteristickou veličinou.

Měřením se zjišťuje čas  $t$  přechodu uz-signálu zkoumaným objektem o tloušťce  $d$

zdroj signálu ➤ objekt ➤ příjem signálu

Z naměřeného času  $t$  a vzdálenosti ( tloušťky )  $d$  lze rychlost  $v$  vypočítat dle vztahu:

$$v = \frac{d}{t} \quad (\text{m/s}) \text{ příp. (km/s)}$$

$v$	rychlost uz
$d$	měřená vzdálenost
$t$	čas přechodu signálu <sup>60</sup>

### 3.2.3.6 Stanovení koeficientu kapilární absorpce vody

Vzorky byly měřeny podle normy ČSN EN 1015-18. Měření proběhlo v laboratorních podmínkách. Vzorky byly před započítím měření vysušeny do ustálené hmotnosti při teplotě  $\pm 60^\circ\text{C}$ . Zkoušky byly provedeny na trámcích malty 160 mm x 40 mm x 40 mm, které byly přepůleny a ze čtyř stran utěsněny lepící páskou. Tělíska byla postupně vkládána do misky s vodou hloubky 5 mm až 10 mm na plastovou síťku lomovou plochou dolů, v určitém časovém rozhraní byly vzorky váženy a zaznamenávána jejich zvyšující se hmotnost. Hladina vody byla po celou dobu měření udržována. Poté, co se objevily na horním povrchu vzorku vlhké skvrny, zkouška byla ukončena (Obr. 71).

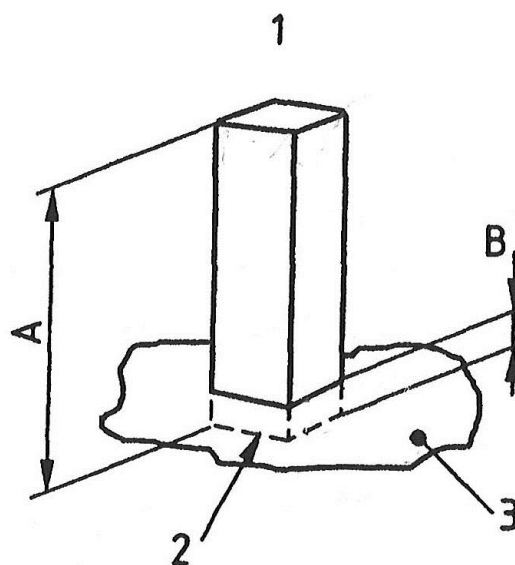
Tato metodika byla přejata i pro nestandardní vzorky historických malt, které byly omezeny množstvím čtyř vzorků od každé malty s přibližnými rozměry (LM-25 mm x 36 mm x 34 mm, OM-17 mm x 36 mm x 34 mm). Při vyhodnocení byl vypočítán koeficient kapilární absorpce z lineární části časové závislosti změny hmotnosti vzorku  $C$  ( $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}$ ) v důsledku absorpce vody ponořenou plochou. Koeficient nasákavosti se počítá jako směrnice lineární části závislosti a je vyjádřena v  $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{min}^{0,5}$  (změna oproti normě, která doporučuje výpočet koeficientu kapilární absorpce ze segmentu závislosti změny hmotnosti mezi 10 a 90 min).  $C$  se počítá dle vztahu: <sup>61</sup>

$$C = \frac{M_x - M_0}{A} \times 100$$

$C$	koeficient kapilární absorpce vody pro jednotlivé zkušební těleso [ $\text{kg}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{min}^{0,5}$ ]
$M_x - M_0$	přírůstek hmotnosti nasáknutého vzorku za daný časový interval
$M$	množství absorbované tekutiny [kg]
$A$	plocha [ $\text{m}^2$ ]

**Legenda**

- 1 Zkušební těleso - trámeček
- 2 Lomová plocha trámečku
- 3 Hladina vody
- A Asi 80 mm
- B Ponoření 5 až 10 mm\*  
(\*10 mm, je-li povrch velmi členitý)



Obr. 52 - Náčrt zkušebního tělesa.<sup>62</sup>

### 3.2.4 Výsledky a diskuze

Vlastnosti malt se mohou velice lišit v závislosti od poměru pojiva a plniva, obsahu záměsové vody a přidávaných aditiv. V experimentální části byly použity tři typy pojiva - románské cementy, přirozeně hydraulické vápno a portlandský cement; jako plnivo byly použity dva typy kameniva - karbonátové plnivo a křemičitý písek s odlišným chemickým složením i distribucí velikosti zrn.

Na základě porovnání vybraných fyzikálně-mechanických a optických charakteristik malt určených pro opravu se vzorky historických malt lze diskutovat shody a míru kompatibility použitých směsí a tak doporučit jejich konkrétní použití v praxi. Naměřené výsledky vybraných parametrů jsou uvedeny v následujících kapitolách. Míra kompatibility směsí s různými pojivy byla hodnocena na základě měření fyzikálně-mechanických vlastností (pevnosti malt, ultrazvuková transmise, která je mírou kompaktnosti malt), nasákavosti, paropropustnosti a porozity.

#### 3.2.4.1 Naměřené hodnoty objemové hmotnosti

Objemová hmotnost materiálu souvisí s hutností a kompaktností daného materiálu, tj. u hydraulických pojiv je mírou jejich stupně vyžrání, tj. hydratace.

Hodnoty objemové hmotnosti u vzorku odebraného ze sochy Alegorie průmyslu (OM) dosahují hodnot, které byly naměřeny u malt z románských cementů. Nižších hodnot však dosahuje lepící malta (LM), která neobsahuje plnivo. Jedno z možných vysvětlení, patrné i při měření distribuce velikosti pórů, souvisí s nedokonalou hydratací, která nemusela, vzhledem k použití proběhnout v úplném stupni (jako lepící materiál neměla přístup k vlhkosti, která je pro RC nezbytná). Diskuse k porozitě je uvedena v kapitole 3.2.4.4 Porozimetrie. Stejný efekt byl pozorován u malt FEM, FEM-G. Nízké výrazně odlišné hodnoty vykazují směsi obsahující portlandský cement CEM I 42,5N (objemová hmotnost kolem  $2 \text{ g/cm}^3$ ), zajímavé jsou hodnoty naměřené pro NHL5, které jsou srovnatelné s maltami z RC. Hodnoty objemové hmotnosti jsou uvedeny v Tabulce č. 21. Hodnoty nebyly měřeny u programu II.

Tab. 21. Přehled naměřených hodnot objemové hmotnosti malt<sup>63</sup>

<b>Objemová hmotnost</b>		
		<b>Objemová hmotnost [kg/m<sup>3</sup>]</b>
<b>Historické malty (okolo 115 let)</b>	LM	<b>1,43</b>
	OM	<b>1,93</b>
	<b>4 týdny hydratace</b>	
<b>Fungen und und Ergänzungsmörtel RZ (Remmers)</b>	FEM	<b>1,57</b>
	FEM-G	<b>1,86</b>
<b>Fix-Zement (Prompt-Vicat)</b>	FM I	<b>1,79</b>
	FM II	<b>1,83</b>
	FM III	<b>1,91</b>
	FM IV	<b>1,95</b>
<b>Röfix - Belit Güssmörtel</b>	BGM	<b>1,71</b>
Belit Feinschlamme	BFM	<b>1,56</b>
<b>NHL5 (Röfix)</b>	NM I	<b>1,59</b>
	NM II	<b>1,80</b>
	NM III	<b>1,93</b>
	NM IV	<b>1,96</b>
<b>CEM I 42,5N (Holcim)</b>	CM I	<b>1,93</b>
	CM II	<b>1,98</b>
	CM III	<b>2,08</b>
	CM IV	<b>2,05</b>
<b>MBM- Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction Materials – Branch of Mineral Building Materials</b>	GM I	<b>1,73</b>
	GM II	<b>1,86</b>
	GM III	<b>1,92</b>
	GM IV	<b>1,96</b>
<b>W&amp;P-Wietersdorfer &amp; Peggauer Zementwerke GmbH</b>	WP I	<b>1,63</b>
	WP II	<b>1,75</b>
	WP III	<b>1,88</b>
	WP IV	<b>1,94</b>
<b>VFB Gartenau</b>	VM	<b>1,73</b>

### 3.2.4.2 Naměřené hodnoty koeficientu kapilární absorpce vody

Koeficient kapilární absorpce je důležitým parametrem při posuzování kapilární aktivity malt, které jsou v kontaktu s kapalnou vodou. Čím vyšší hodnota, tím více je malta tzv. kapilární aktivní, tj. více nasákavá. Vyšší nasákavost malt je žádoucí, zejména u historických materiálů, které jsou vysoce kapilárně aktivní. Při jejich opravách a volbě vhodného opravného materiálu nebo směsi, je vysoká nasákavost opravných malt základním požadavkem. Při hodnocení kompatibility malt s originálem je nasákavost jedním z nejdůležitějších parametrů. Zjednodušeně řečeno, v ideálním případě by měla být opravná malta podobnou nebo vyšší nasákavost, nesmí bránit výměně kapalné vody, případně ji jinak zadržovat a vytvářet bariéru pro její průchod.

Jako u ostatních parametrů je patrný výrazný rozdíl mezi hodnotami naměřenými pro malty s různými typy pojiv. Nejvyšší kapilární nasákavost, výrazně vyšší oproti hydraulickým materiálům, vykazovaly malty s NHL5 pojivem a komerční malty Remmers, naopak nejnižší malty na bázi CEM I 42,5N pojiva. Románské cementy překvapivě vykazují v kontaktu s vodou chování spíše podobné s CEM I 42,5N maltami, jejich hodnoty jsou překvapivě méně nasákavé, obzvláště po dlouhé době zrání malt (26 týdních). Hodnoty koeficientu kapilární adsorpce pro historické malty dosáhly překvapivé hodnoty – vyšší hodnoty naměřené u lepící malty (LM) souvisí s otevřenou porézní strukturou, která byla ostatními technikami ve vzorcích prokázána; dosažené hodnoty odpovídají hodnotám naměřeným u některých malt z RC (např. FIX II, III) nebo u vybraných NHL směsí (NHL 5 III, IV). Naopak malta pro odlitek (OM) je velmi dobře hydratovaná a dosáhla velmi nízkých hodnot nasákavosti, které se blíží CEM I 42,5N maltám. Z románských cementů má nejnižší naměřené hodnoty po čtyřech týdnech i dvaceti šesti týdnech malty z W&P cementu. Rozdíly v koeficientu nasákavosti vody po čtyřech a dvaceti šesti týdnech hydratace u malt CEM I 42,5N jsou zanedbatelné. Koeficient absorpce vody románských cementů a NHL5 se snižuje s prodlouženou dobou hydratace, u NHL5 je změna evidentní, naopak u románských cementů není změna koeficientu absorpce vody výrazná. V případě malt z románských cementů a CEM I 42,5N není evidentní vliv obsahu pojiva na koeficient absorpce vody. Pokles koeficientu absorpce vody je pouze u malty NHL5, která má nižší obsah pojiva.

Z těchto výsledků lze vyvodit několik praktických závěrů: cementové materiály nejsou pro opravy historických malt příliš vhodné a opravu je nutné provádět ve vápenných systémech, případně na bázi hydraulických pojiv. I když mají Románské cementy oproti maltám na bázi portlandského vysokou porozitu, je jejich nasákavost velmi podobná ostatním cementovým materiálům, obzvláště pokud jsou malty dobře hydratované a vyzrálé

v čase. Nasákavost Románských cementů je zřejmě nezávislá na obsahu pojiva. Naměřené hodnoty koeficientu kapilární absorpce vody jsou uvedeny v Tabulce č. 22.

**Tab. 22.** Naměřené hodnoty koeficientu kapilární absorpce vody<sup>64</sup>

<b>Naměřené hodnoty koeficientu kapilární absorpce vody</b>		
<b>Historické malty (okolo 115 let)</b>	<b>w (kg.m<sup>-2</sup>.hod<sup>-1/2</sup>)</b>	
LM	10,8 - 12	
OM	1,4 - 1,6	
<b>Fungen und und Ergänzungsmörtel RZ (Remmers)</b>		
4 týdny hydratace FEM	12 - 13,6	
4 týdny hydratace FEM - G	13,1 - 13,3	
Program I.		
<b>NHL5 (Röfix)</b>		
4 týdnů hydratace	13 - 25	
26 týdnů hydratace	7,5 - 11,6 (Jenom malty s vápenným pískem)	
<b>Románské cementy</b>		
4 týdny hydratace	2,7 - 9,7	
26 týdnů hydratace	2,4 - 7,5	
<b>CEM I 42,5N (Holcim)</b>		
	1,6 - 2,3	
	1,5 - 2,3	
<b>Röfix</b>		
BGM	8,4	3,2
BFM	9,3	3,2
Program II.		
	4 týdny hydratace	26 týdnů hydratace
2CM	2,2	1,5
2GM	3,8	6,2
2NM	5,2	3,3

### 3.2.4.3 Naměřené hodnoty paropropustnosti

Paropropustnost je další parametr, který je důležitý při vyhodnocení kompatibility opravných malt. Stejně jako nasákavost závisí tento parametr na porézním systému, na rozdíl od ní však není určován pouze kapilárními póry, ale celkovou porozitou.

Výsledky dosažené v rámci práce jsou prezentovány pouze částečně v Tabulce č. 22. Velký objem dat, který byl naměřen nad rámec diplomové práce, prezentuje pouze paropropustnosti vybraných směsí s pojivy: CEM I 42,5 N, NHL5, z Románských cementů byly vybrány Gartenau, malty BGM, BFM, FEM, FEM-G. Z částečných výsledků lze však jednoznačně vyčíst následující závěry, které potvrzují rozdílný charakter obou studovaných historických malt OM, LM. Velmi dobře hydratovaná malta OM viz.(kapitoly porozita, pevnost) se vyznačovala relativně nízkou paropropustností, jejíž hodnoty se velmi blížily vyzrálým RC (především Gartenau) a také maltám CEM I 42,5 N. Tento výsledek byl již potvrzen ostatními měřeními (zejména nasákavost, ultrazvuková transmise). Lepící malta naopak vykazovala porézní, ne zcela hydratovanou matrix, jejíž hodnoty propustnosti naopak lépe korelují s paropropustností malt na bázi NHL5, obzvlášť s těmi, které mají nižší podíl plniva (NHL5 I), sama malta prakticky žádné plnivo neobsahuje. Malta FEM se ukázala jako velice paropropustná naopak hodnoty malty FEM-G jsou velice nízké, zde se jedná zřejmě o chybu v měření.

Z celkového porovnání malt jsou zřejmé vyšší hodnoty propustnosti pro vodní páru pro malty NHL5, ale také BGM a BFM. Malty, kde bylo jako pojivo použito románský cement z Gartenau se hodnoty paropropustnosti mírně snížily, ale nízkým hodnotám CEM I 42,5N malt se přiblížila pouze směs GMIII, jejíž hodnoty jsou srovnatelné s hodnotami naměřenými pro CEM I 42,5N směsi. Po delší době zrání se výraznější pokles u paropropustnosti ukázal pouze u malt s hydraulickým vápnem, což je překvapivé vzhledem k vývoji hodnot pevností a nasákavosti, které se s časem u románských cementů ještě vyvíjejí. Jakýkoliv vliv retardace (pomocí kyseliny citrónové nebo DARC procesem) na paropropustnost malt nebyl prokázán, stejně jako vliv typu a množství plniva v maltě.

Naměřené hodnoty paropropustnosti pro vodní páry jsou uvedeny v Tabulce č. 23, 24.

**Tab. 23.** Přehled naměřených hodnot paropropustnosti vodních par<sup>65</sup>

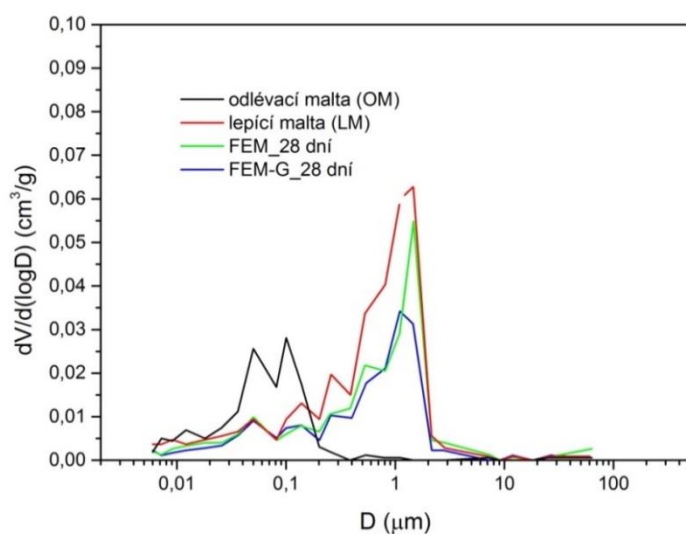
<b>Paropropustnost vodní páry</b>					
Typ malty	Objemový poměr (c/k)	Hmotnostní poměr (c/k)	vodní součinitel (v/c)	<b>propustnost vodní páry x 10<sup>-9</sup> (kg.m<sup>-2</sup>.Pa<sup>-1</sup>.s<sup>-1</sup>)</b>	
<b>Historické malty (okolo 115 let)</b>					
LM				<b>15,6</b>	
OM				<b>3,2</b>	
<b>Program I.</b>					
				<b>4 týdny hydratace</b>	<b>26 týdnů hydratace</b>
<b>Fungen und und Ergänzungsmörtel RZ (Remmers)</b>					
FEM			0,2	<b>16,8</b>	
FEM-G			0,2	<b>1,4</b>	
<b>MBM- Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction Materials – Branch of Mineral Building Materials</b>					
GM I	1:0,5	1:1,015	0,5	<b>8,4</b>	<b>9,7</b>
GM II	1:01	1:2,030	0,57	<b>8,4</b>	<b>10,4</b>
GM III (DARC)	1:1,5	1:3,039	0,62	<b>5,7</b>	<b>4,8</b>
GM IV (DARC)	1:2,5	1:5,073	0,86	<b>9,6</b>	<b>6,3</b>
<b>CEM I 42,5N (Holcim)</b>					
CM I	1:0,5	1:0,755	0,4	<b>2,8</b>	<b>2,6</b>
CM II	1:01	1:1,509	0,444	<b>2</b>	<b>2</b>
CM III	1:1,5	1:2,264	0,417	<b>6,6</b>	<b>2,8</b>
CM IV	1:2,5	1:3,777	0,585	<b>6,6</b>	<b>4,8</b>
<b>NHL5 (Röfix)</b>					
NM I	1:0,5	1:1,461	0,705	<b>17,6</b>	<b>17,4</b>
NM II	1:01	1:2,918	0,849	<b>13,3</b>	<b>13,8</b>
NM III	1:1,5	1:4,377	0,831	<b>10,8</b>	<b>10,8</b>
NM IV	1:2,5	1:7,309	1,166	<b>13,4</b>	<b>11,9</b>
<b>Röfix</b>					
BGM	-	-	0,325	<b>12,6</b>	<b>4,4</b>
BFM	-	-	0,25	<b>6,8</b>	<b>4,3</b>

**Tab. 24.** Přehled naměřených hodnot paropropustnosti vodních par v programu II.

Paropropustnost vodní páry					
Typ malty	Objemový poměr (c/k)	Hmotnostní poměr (c/k)	vodní součinitel (v/c)	propustnost vodní páry $\times 10^{-9}$ (kg.m <sup>-2</sup> .Pa <sup>-1</sup> .s <sup>-1</sup> )	
Program II					
<b>CEM I 42,5N (Holcim)</b>					
2CM		1:3	0,5	4,4	2,4
<b>MBM</b>					
2GM		1:3	0,6	5	4,7
<b>NHL5 (Röfix)</b>					
2NM		1:3	0,5	15,5	12,7

#### 3.2.4.4 Porozimetrie – porozita a distribuce velikosti pórů

Graf 1 ilustruje rozsah a distribuci velikosti pórů v testovaných maltách. Barevné křivky zastupují jednotlivé historické malty a FEM malty. Naměřené hodnoty na historických maltách se shodují s naměřenými daty na historických objektech. Distribuce velikosti pórů historických malt z plastiky Alegorie průmyslu zcela odpovídají charakteristické porézní struktuře historických malt. Malta odlévací (OM) vykazuje dobře zhydratovanou matrix s charakteristickou porozitou v oblasti 0,05-0,1  $\mu\text{m}$ , která bývá většinou v maltách s dostupnou vlhkostí (malta vlivem vlhkosti hydratuje a porézní struktura se zmenšuje). LM (lepící malta) je typickou ukázkou nedozrálé malty s porozitou kolem 1  $\mu\text{m}$ . Přítomnost pórů o této velikosti může také souviset s vysokým obsahem vody, který tato malta musela mít (malta pro injektáž nebo lepení musela mít řídkou konzistenci). Podobné efekty vody, stupně hydratace jsou popsány např. v Tišlová (2008).



**Graf 2.** Distribuce velikosti pórů historických malt a malty použité pro opravu (FEM, FEM- G).

Oproti portlandskému cementu CEM I 42,5N mají románské cementy poměrně velkou porozitu s hodnotami kolem 20-30% po 28 dnech, po 26 týdnech, kdy malta zraje se hodnoty snižují, avšak neklesají pod 20%. Hodnoty porozity jsou srovnatelné s výsledky naměřenými s hodnotami zjištěnými u malt s NHL5 pojivem, které jsou srovnatelné s porozitou u malt Belit Feinschlämme, GÜsmortel (Röfix) a románského cementu W&P. V tabulce také můžeme sledovat další trend - vyšší hodnoty porosity u malt s vyšším objemovým množstvím pojiva. Vliv retardace na porozitu malt nebyl prokázán. Historické vzorky měly porozitu velmi podobnou hodnotám zjištěných u ostatních malt z RC. Jedinou výjimku tvoří lepicí malta (LM), s porozitou kolem 45%, u které se projevil vliv podmínek a její neúplná hydratace.

Vysoká porozita románských cementů je u tohoto materiálu velkou předností a předurčuje tento typ materiálu k využití v restaurátorské praxi pro vysoce prodyšné a nasákové omítky, které jsou schopné odpařit vodu ze zdiva do okolí a absorbovat vodorozpustné soli bez výkvětů na povrchu omítky. Nevýhodou však na druhou stranu může být vysoká sorpční schopnost, která může mít za následek vymrzání vody, dlouho trvající odpařování. Měření nebylo provedeno na maltách z programu II. V Tabulce č. 25 jsou uvedeny hodnoty celkové porozity měřené metodou rtuťové porozimetrie.

Tab. 25. Přehled naměřených hodnot Porozity malt<sup>66</sup>

Porozita malt					
Pojivo	Vyjádřeno objemem	v/c	Retardace	Porozita [%]	
<b>Historické malty (okolo 115 let)</b>					
LM				45,0	
OM				13,2	
<b>Fungen und und Ergänzungsmörtel RZ (Remmers)</b>				<b>4 týdny hydratace</b>	<b>26 týdnů hydratace</b>
FEM				22,2	-
FEM-G				15,7	-
<b>MBM- Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction Materials – Branch of Mineral Building Materials</b>					
GM I	1:0,5	0,50	1% c. a.	26	19
GM II	1:1,0	0,57	1% c. a.	22	18
GM III (DARC)	1:1,5	0,62	DARC (7%)	19	18
GM IV (DARC)	1:2,5	0,86	DARC (7%)	18	18
<b>W&amp;P-Wietersdorfer &amp; Peggauer Zementwerke GmbH</b>					
WP I	1:0,5	0,47	0,4% c. a.	32	27
WP II	1:1,0	0,54	0,4% c. a.	26	24
WP III (DARC)	1:1,5	0,56	DARC (3.3%)	21	21
WP IV (DARC)	1:2,5	0,76	DARC (3.3%)	21	21
<b>Fix-Zement (Prompt-Vicat)</b>					
FM I	1:0,5	0,46	0,5% c. a.	23	19
FM II	1:1,0	0,55	0,5% c. a.	22	20
FM III	1:1,5	0,55	1,5% c. a.	22	20
FM IV	1:2,5	0,75	1,5% c. a.	20	18
<b>CEM I 42,5N (Holcim)</b>					
CM I	1:0,5	0,4	-	14	13
CM II	1:1,0	0,44	-	12	12
CM III	1:1,5	0,48	-	11	10
CM IV	1:2,5	0,59	-	12	9
<b>NHL5 (Röfix)</b>					
NM I	1:0,5	0,7	-	36	34
NM II	1:1,0	0,85	-	32	28
NM III	1:1,5	0,83	-	23	22
NM IV	1:2,5	1,67	-	21	19
<b>Röfix</b>					
BGM	-	0,35	-	35	33
BFM	-	0,25	-	29	28

### 3.2.4.5 Pevnosti malt

Pevnost malt byla posuzována na základě měření pevnosti v tlaku a ohybu. Naměřené výsledky pro historické a nově připravené malty jsou uvedeny v Tabulce č. 26. Převážná část výsledků byla naměřena v rámci projektu ROCARE. Pouze hodnoty u historických malt a FEM (Remmers malt), byly naměřeny dodatečně v rámci diplomové práce.

Podle naměřených hodnot na historické maltě, kterou byly jednotlivé díly plastiky slepeny (LM), dosahuje tato malta pevnosti v tlaku srovnatelnou s vyzrálými maltami na bázi románského cementu. Ze samotné plastiky nebylo možné odebrat dostatečně velký vzorek pro zkoušky pevností, ale lze podle kompaktnosti materiálu usuzovat, že by tento materiál dosahoval také vysokých hodnot pevností. Hodnoty pevností v tlaku u všech hydraulických pojiv se po 26 týdnech uložení pod vodou rapidně zvyšují, je možné sledovat nárůst pevnosti o dvojnásobek a více. Nejvyšších hodnot pevností jak po 4 týdnech zrání, tak po 26 týdnech dosahoval portlandský cement CEM I 42,5N (cca 40 N/mm<sup>2</sup> a cca 60 N/mm<sup>2</sup> po 4 týdnech, resp. 6 měsících). Nejnižší hodnoty, dle očekávání, byly naměřeny pro malty z hydraulického vápna (2-3 N/mm<sup>2</sup> a 4,5-7 N/mm<sup>2</sup> po 4 resp. 26 týdnech); Románské cementy se svými hodnotami pevností nachází v intervalu krajních hodnot obou diskutovaných materiálů, lze je charakterizovat hodnotami pevností v tlaku cca 10-15 N/mm<sup>2</sup> po 4 týdnech a 15-30 N/mm<sup>2</sup> po 26 týdnech. U malt není patrný výrazný vliv plniva na hodnoty pevností, výrazněji se však projevuje u směsí IV s vysokým obsahem kameniva (c/k 1:2,5), kde u většiny maltových směsí dochází k poklesu pevností mimo tyto intervaly. Extrémně nízké hodnoty pevnosti v tlaku byly dosaženy pro malty FEM a FEM-G (1,3 N/mm<sup>2</sup> po 4 týdnech zrání). Důvodem může být vyšší obsah záměsové vody, avšak také přítomnost jiných aditiv, které zvětšují porozitu malty např. (disperze, provzdušňovací přísady nebo přísady zlepšující zpracovatelnost).

Pevnost v ohybu je u všech malt výrazně nižší v porovnání s pevnostmi naměřenými v tlaku. Nižší hodnoty souvisí s neúplnou vytvrzovací reakcí, avšak u RC také odrážejí křehkost tohoto typu pojiva. Obecně lze však popsat podobné trendy jako u měření pevnosti v tlaku, tj. nárůst hodnot s časem (i když u všech typů pojiv méně výrazná), rozdíl mezi pojivy a jen nepatrný vliv vyššího obsahu plniva na snížení pevnosti. U malt s portlandským cementem byly naměřeny hodnoty 7, resp. 9-10 N/mm<sup>2</sup> po 4 a 26 týdnech; 2-4, resp. 4-5 N/mm<sup>2</sup> pro Románské cementy a 0,9 a 1,8 N/mm<sup>2</sup> po stejných časových intervalech. S vyšším poměrem plniva hodnoty pevností ve většině případů měření klesají.

Výjimkou se zdají být malty Gartenau III a W&P III u kterých měl zřejmě vliv použitý DARC proces v kombinaci se zvoleným poměrem pojiva/plniva. Románské cementy nedosahují takových hodnot pevností, jako portlandské cementy, ale pro jejich použití v restaurátorské praxi to není potřeba, stále se jedná o velice kompaktní materiál.

**Tab. 26.** Přehled naměřených hodnot pevností malt v tlaku a v ohybu <sup>67</sup>

Pevnost v tlaku			Pevnost v ohybu	
	ØCS [N/mm <sup>2</sup> ]		ØCS [N/mm <sup>2</sup> ]	
<b>Historická malta (okolo 115 let)</b>				
LM	20,04			
OM	-			
		26 týdnů	4 týdny	26 týdnů
<b>Fungen und und Ergänzungsmörtel RZ (Remmers)</b>				
FEM	1,32	-	0,55	-
FEM-G	1,36	-	0,71	-
<b>Fix-Zement (Prompt-Vicat)</b>				
FM I	18,79	29,63	4,27	4,29
FM II	16,03	22,27	3,80	4,09
FM III	11,93	20,44	3,20	4,63
FM IV	5,65	11,71	2,20	3,42
<b>Röfix</b>				
BGM	13,31	20,56	3,22	3,68
BFM	11,45	18,82	1,97	2,03
<b>NHL5 (Röfix)</b>				
NM I	2,68	7,52	0,93	1,78
NM II	2,40	6,76	0,94	1,85
NM III	2,97	6,12	0,99	1,94
NM IV	2,12	4,73	0,81	1,68
<b>CEM I 42,5N (Holcim)</b>				
CM I	42,79	59,26	7,79	9,57
CM II	38,34	55,15	6,35	9,21
CM III	37,72	61,31	8,57	8,19
CM IV	36,78	36,71	6,58	7,75
<b>MBM- Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction Materials – Branch of Mineral Building Materials</b>				
GM I	11,22	31,72	2,50	3,42

GM II	10,45	28,21		2,17	3,83
GM III	15,29	20,47		3,17	3,98
GM IV	9,99	13,23		2,28	3,15
<b>W&amp;P-Wietersdorfer &amp; Peggauer Zementwerke GmbH</b>					
WP I	11,26	25,25		2,12	4,44
WP II	8,45	20,43		2,01	4,92
WP III	10,14	15,13		2,60	3,51
WP IV	6,32	10,54		2,02	3,01
<b>VFB-Verein zur Förderung der Baudenkmalpflege</b>					
VM	6,81	20,81		2,44	3,89

### 3.2.4.6 Naměřené hodnoty Ultrazvukové transmise

Rychlost ultrazvukové transmise je mírou kompaktnosti materiálu, tj. malty lépe hydratované, s nižší porozitou vykazují větší kompaktnost, která se projeví rychlejším přechodem signálu. Přehled naměřených hodnot je uveden v Tabulce č. 27, 28, 29.

Z naměřených hodnot Hodnoty ultrazvukové transmise ukazují kompaktnost materiálu historické malty OM (malty, která byla použita pro odlitek plastiky) blíží se nejnižším hodnotám portlandského cementu CEM I 42,5 N; který dosahuje nejvyšších hodnot. Tento materiál je tedy velice hutný. Malta, která byla použita pro lepení jednotlivých dílů plastiky (LM), vykazuje hodnoty shodné s běžně naměřenými hodnotami u materiálu na bázi románského cementu. Nejnižší hodnoty byly naměřeny u malt FEM, FEM-G, nízké hodnoty vykazuje i hydraulické vápno NHL 5. Kompaktnost malt z románských cementů se zvyšuje s dobou hydratace, naměřené hodnoty po 26 týdnech jsou vyšší než po 4 týdnech uložení pod vodou.

**Tab. 27.** Přehled naměřených hodnot Ultrazvukové transmise malt

<b>Ultrazvuková transmise</b>			
	<b>v (km/s)</b>		<b>v (km/s)</b>
<b>Historické malty (okolo 115 let)</b>			
LM	2,6		
OM	4,1		
	<b>4 týdny hydratace</b>		<b>26 týdnů hydratace</b>
<b>Fungen und und Ergänzungsmörtel RZ (Remmers)</b>			
FEM	1,5		-
FEM-G	1,5		-

**Tab. 28.** Přehled naměřených hodnot Ultrazvukové transmise malt v programu I.

Program I.			
	v (km/s)		v (km/s)
<b>CEM I 42,5 N (Holcim)</b>			
CM I	4		3,9
CM II	4,5		4,5
CM III	4,7		4,5
CM IV	4,4		4,5
<b>NHL5 (Röfix)</b>			
NM I	1,9		2,1
NM II	2,2		1,9
NM III	2,3		2,2
NM IV	2,1		2,2
<b>Fix-Zement (Prompt-Vicat)</b>			
FM I	2,7		-
FM II	3,3		3,6
FM III	2,4		3,1
FM IV	2,8		2,9
<b>MBM- Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction Materials - Branch of Mineral Building Materials</b>			
GM I	2,7		3
GM II	3,4		3,5
GM III	3		3,1
GM IV	2,7		3,2
<b>W&amp;P-Wietersdorfer &amp; Peggauer Zementwerke GmbH</b>			
WP I	2,9		3,5
WP II	3		3,8
WP III	2		3,6
WP IV	2,1		3,6
<b>Röfix</b>			
BGM	2,6		3,4
BFM	3,1		3,1
<b>VFB-Verein zur Förderung der Baudenkmalpflege</b>			
VMI	3,1		3,3

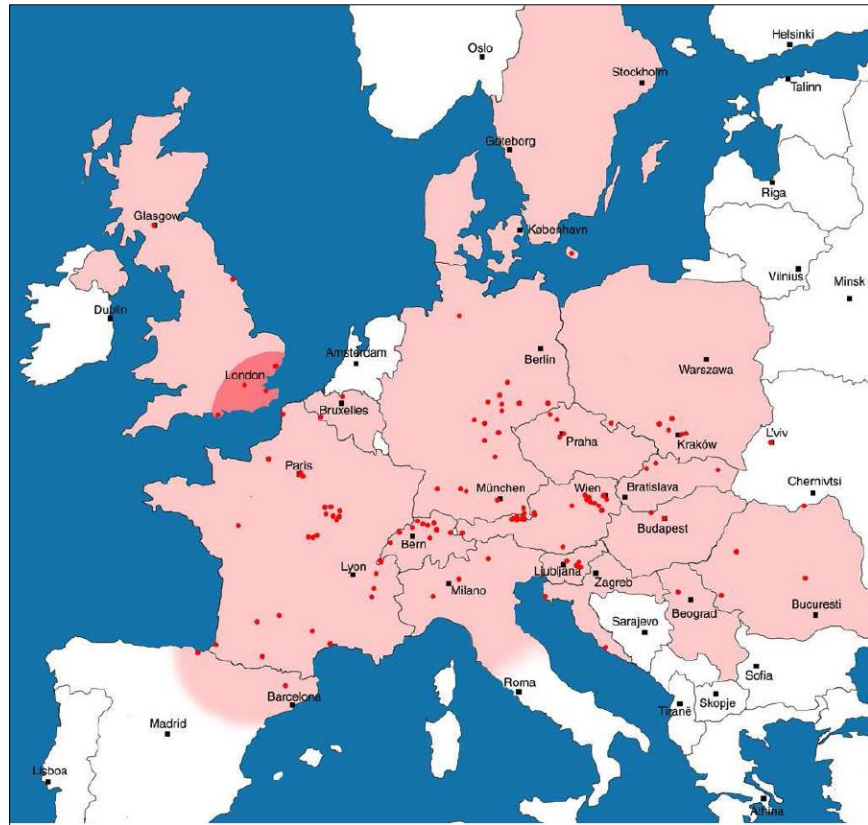
**Tab. 29.** Přehled naměřených hodnot Ultrazvukové transmise malt v Programu II.

Program II.			
	v (km/s)		v (km/s)
<b>CEM I 42,5N (Holcim)</b>			
2CM	4,1		4,2
<b>NHL5</b>			
2NM	2,7		2,7
<b>Fix-Zement (Prompt-Vicat)</b>			
2FM	2,9		3,6
<b>MBM- Institute of Glass, Ceramics, Refractory and Construction Materials – Branch of Mineral Building Materials</b>			
2GM	3,4		3,2
<b>W&amp;P-Wietersdorfer &amp; Peggauer Zementwerke GmbH</b>			
2WP	2,9		3,4

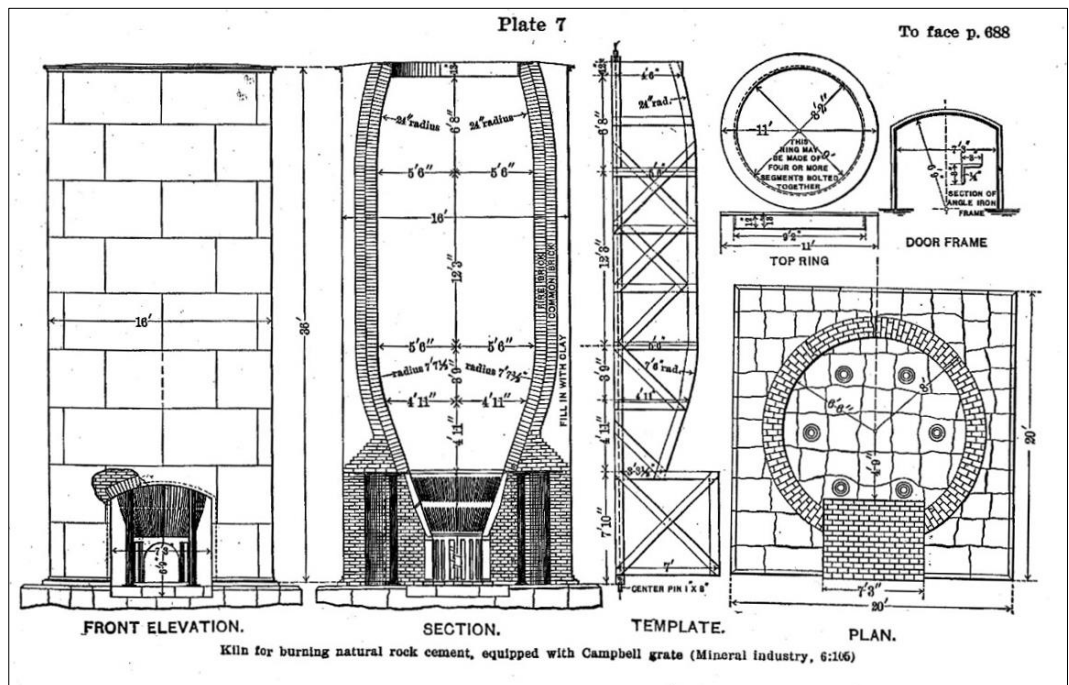
### **3.3    Obrazová příloha k teoretické části**

---

Obrazová příloha materiálové řešení doplňků na bázi románského cementu pro  
restaurování a rekonstrukci díla



Obr. 53 - Mapa produkce románského cementu v 19. století.



Obr. 54 - Plánek historické šachtové pece, ve které se pálili vápence s obsahem jílu.



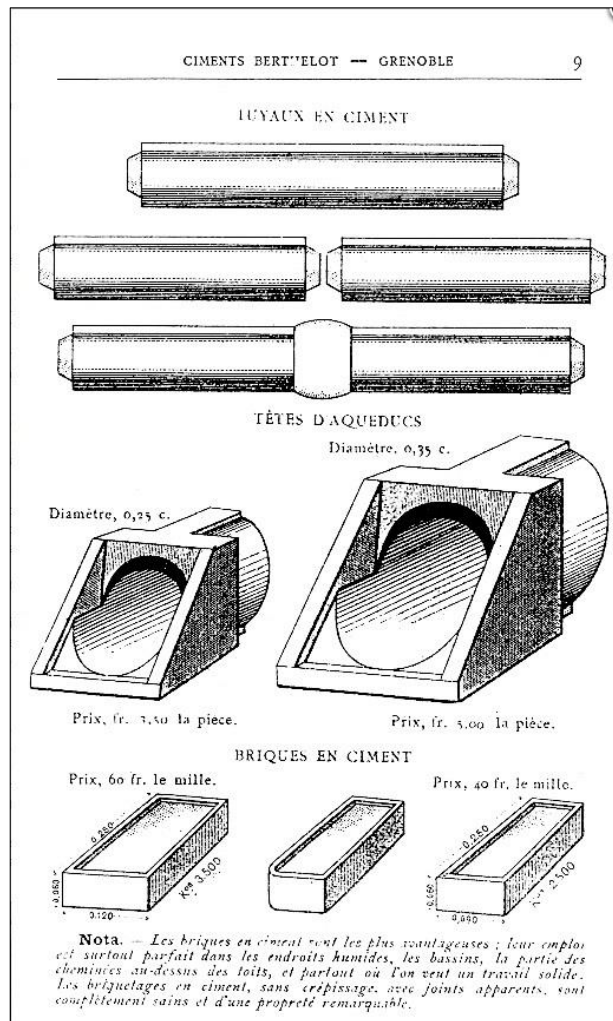
**Obr. 55** - Přehled barevnosti použitých pojiv v rámci této diplomové práce.



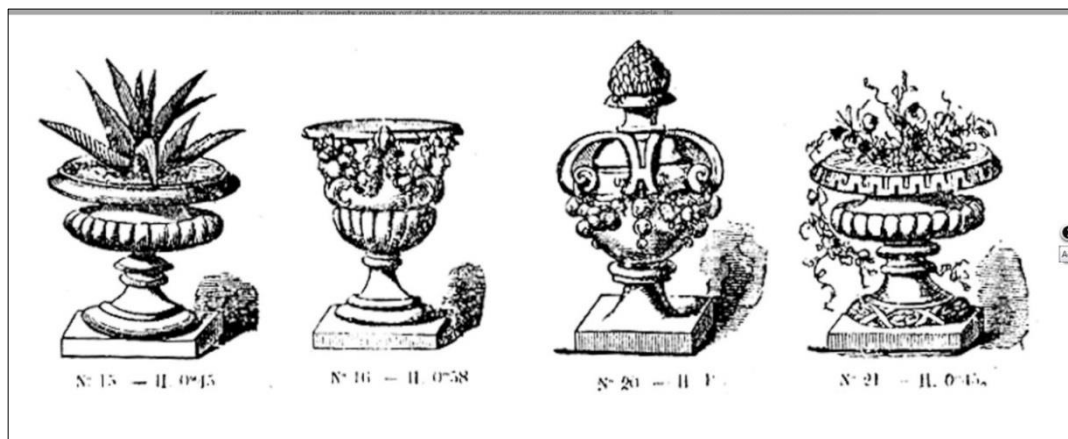
**Obr. 56** - Kartuše modelovaná z ruky, jsou zde použity dva druhy románského cementu. Pro ženskou hlavu-okrová malta s hrubým plnivem. Pro štukovou maltu světle červená malta s jemným plnivem.



**Obr. 57** - Sjednocení dvou druhů románského cementu vápenným nátěrem. Odlitek - okrová malta, tažený profil- světle červená malta.



**Obr. 58** - Katalog vodovodních trubek a cihel, kde byl použit románský cement.



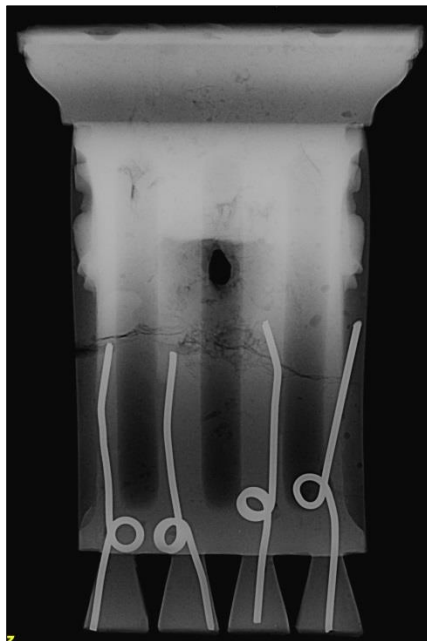
**Obr. 59** - Obrázky z historického katalogu, nabízející různé druhy ozdobných váz z románského cementu.



**Obr. 60** - Odlitek hlavy lva je připevněný k fasádě železným hřebem.



**Obr. 61** - Špatný svod vody způsobil ztrátu výzdoby fasády.



**Obr. 62** - Rentgen konzoly, ukázal přesné umístění armatur v odlitku.



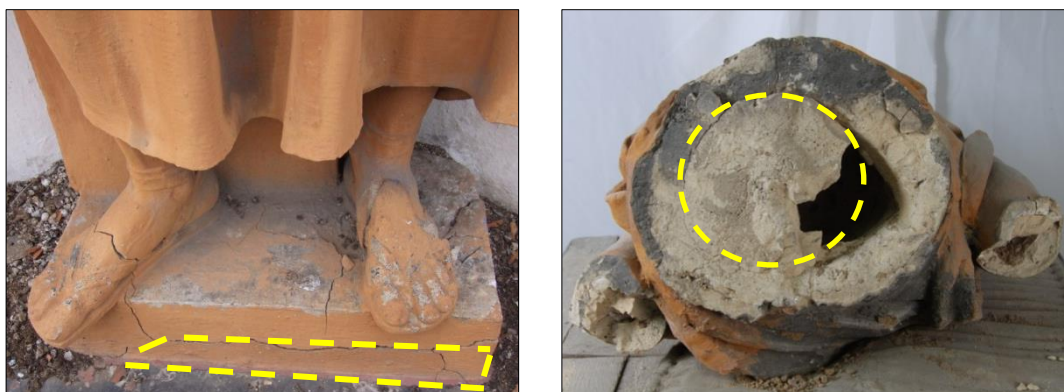
**Obr. 63** - Korodující armatury, zvětšily svůj objem a tím došlo k ztrátě originálního povrchu odlitku.



**Obr. 64** - Vrstvy nátěrů zcela zaslepují plasticitu a jemné detaily reliéfu, navíc působí „plochým dojmem“ jako malba.



**Obr. 65** - Sekundární doplnění reliéfu z románského cementu odlitky částí ze sádry.



**Obr. 66** - Na obrázcích jsou vyznačená místa odběru vzorků pro testovací metody. Vpravo - detail chodidel Alegorie architektury – odebraná malta (OM), vlevo malta spojující spodní díl plastiky s trupem plastiky (LM).



**Obr. 67** - Malty byly pravidelně nařezány, vzorky pak byly použity pro měření paropropustnosti vodních par.



**Obr. 68** - Silikonové formy – odlitky s čerstvými odlitky s použitím malty Belite Gussmörtel (Röfix)



**Obr. 69** - Odlité vzorky pro paropropustnost a nasákavost.



**Obr. 70** - Průběh měření koeficientu kapilární absorpce vody.



**Obr. 71** - Na obrázku vlevo forma pro měření paropropustnosti vodních par historických vzorků, na obrázku vpravo uskladnění vzorků při paropropustnosti vodních par v klima-komoře s konstantní RH.

## 4 ZÁVĚR

Tato diplomová práce se zabývala výběrem optimálního materiálu pro restaurování a rekonstrukce děl vytvořených z románských cementů. Realizovaný projekt restaurování plastiky Alegorie průmyslu z fasády Fakulty chemicko-technologické v Pardubicích, poskytl příležitost prozkoumání problematiky tohoto specifického materiálu po stránce restaurátorské, technologické i historické. Dva druhy materiálů z románského cementu, ze kterých byla plastika zhotovena (malta samotného odlitku a malta kterými byly jednotlivé díly odlitku slepeny), byly podrobeny důkladnému průzkumu a fyzikálně-mechanickým zkouškám, které měly přispět k pochopení vlastností tohoto historického materiálu a napomoci výběru malty s podobnými vlastnostmi pro provedení plastických retuší a rekonstrukcí. Volba vhodného materiálu vycházela z porovnání provedených zkoušek na maltách, jejichž pojivo bylo vyrobeno v rámci projektu ROCARE, dále z vybraných komerčně dostupných produktů na bázi románského cementu.

Z naměřených hodnot jednotlivých testovacích metod lze shrnout vlastnosti historických malt; malta použitá pro odlití částí plastiky Alegorie průmyslu (OM) je svými vlastnostmi velice blízká materiálům na bázi románských cementů produkovaným v současnosti. Můžeme jí charakterizovat jako velice kompaktní, dobře hydratovanou maltu s vysokou pevností, s nízkými hodnotami nasákavosti, které se blíží CEM I 42,5N maltám a s nízkou paropropustností, související s vysokým stupněm hydratace. Dobrá hydratace malty může souviset s dlouhodobějším zavlhčením plastiky po odlití. Naopak malta, která byla použita pro lepení jednotlivých dílů plastiky - LM, má velice otevřenou porézní strukturu s porozitou kolem 45% a jeví se jako ne zcela zhydratovaná malta (nevyzrálá), s tím souvisí zřejmě množství vody použité při její výrobě i množství vlhkosti při její postupné hydrataci. Její funkce lepící - kotvící malty byla však dostačující, pevností v tlaku i svou hutností se blíží nižším hodnotám naměřených u materiálů na bázi románských cementů. Tato malta je poměrně nasáková a má paropropustnost srovnatelnou spíše s maltami na bázi NHL5.

Při výběru Materiálů vhodných pro opravu plastiky Alegorie průmyslu (maltě OM) bylo zohledněno několik základních zásad kompatibility – malty by měly mít v ideálním případě vyšší nasákavost, než opravovaný materiál a měly by být dostatečně paropropustné, podle naměřených výsledků cementové malty (CEM I 42,5N) nejsou pro opravy této historické malty vhodné, jelikož nesplňují tyto požadavky. Opravy je nutné provádět spíše maltami z románských cementů, nebo pojivy na bázi hydraulického vápna

s podmínkou, aby doplňovaný materiál nebyl příliš měkký a nedocházelo k jeho vymývání srážkovými dešti z povrchu odlitků nebo tažených profilů. Většinu podmínek splňuje hydraulické vápno NHL5, které je dobře paropropustné i nasákavé, ale na druhou stranu poměrně měkké. Komerční směs Belit (Röfix) je svými vlastnostmi podobná maltám z románského cementu, které jsou velice kompaktní, mají vysokou porozitu a nasákavost to je velkou výhodou těchto materiálů a předurčuje tento typ materiálu k využití v restaurátorské praxi pro vysoce prodyšné a nasákavé omítky, které jsou schopné odpařit vodu ze zdiva do okolí a absorbovat vodorozpustné soli bez výkvětů na povrchu omítky. Nevýhodou však na druhou stranu může být vysoká sorpční schopnost, která může mít za následek vymrzání vody, dlouho trvající odpařování. Další možností doplnění originální hmoty jsou malty Remmers, bohužel po 4 týdnech skladování pod vodu jsou nedohydratované, měkké, vysoce nasákavé. Tyto vlastnosti mohou mít za následek přidání většího množství záměsové vody nebo přidavek aditiv, které zvětšují porozitu malty např. (disperze, provzdušňovací přísady nebo přísady zlepšující zpracovatelnost).

Pro doplnění plastiky Alegorie průmyslu by bylo vhodné vybrat esteticky blízký materiál (aby odpovídal strukturou i barevností originální hmotě). V ideálním případě nejvhodnější malty z románských cementů, které by byly vybrány na základě barevnosti a bližších vlastností, případně by mohly být dále modifikovány. Historické malty z románských cementů, jak i ukázala tato diplomová práce, mohou mít různé vlastnosti v závislosti na způsobu jejich přípravy, poměru plniva a pojiva i době po které je materiál vystaven potřebné vlhkosti, aby došlo k dostatečné hydrataci. Románské cementy jsou sice charakteristickým materiálem s obecně podobnými vlastnostmi, ale zároveň se mohou lišit a proto bychom měly přistupovat pokaždé k jejich restaurování šetrně a s individuálním přístupem.

## 5 SEZNAMY

### SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BÁRTA, Rudolf. Chemie a Technologie cementů. Praha 8: Československá akademie věd, 1961.

HOŠEK, Jiří a Ludvík LOSOS. Historické omítky: průzkumy, sanace, typologie. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, ISBN 978-80-247-1395-3.

KOTLÍK, P., K. DOUBRAVOVÁ, V. HEIDINGSFELD, P. ROVNANIKOVÁ, I. VANĚČEK a J. BLÁHA. Vápno. Vydala Společnost pro technologie a ochranu památek vlastním nákladem. Praha, 2001. ISBN 80-902668-8-6.

LÁNÍK, Jaroslav a Miloš CIKRT. Dvě tisíciletí vápenictví a cementárenství v českých zemích. Praha: Svaz výrobců cementu a vápna Čech, Moravy a Slezska, 2001.

Mortars, Renders and Plasters: Practical Building Conservation. Farnham: Ashgate, 2011. ISBN ISBN 978-0-7546-4559-7.

OPRAVIL, Tomáš. Příprava vlastností Románského cementu. Brno, 2008. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemie a Ústav chemie a materiálů. Vedoucí práce doc. Ing. Jaromír Hlavica, DrSc.

TEYSSLER a KOTYŠKA. Technický slovník naučný: Díl XI. Praha XII.: Borský a Šulc, 1935.

TIŠLOVÁ, Renata. Hydration of Natural Cements. Cracow, 2009. PhD thesis. Faculty of Restoration, University of Pardubice, Czech Republic. Vedoucí práce Roman Kozłowski PhD, DSc.

TOMAN, Prokop. Nový Slovník Československých výtvarných umělců. čtvrté, nezměněné vydání. Ostrava: výtvarné centrum Chagall, 1993. ISBN 80-900648-4-1.

Univerzitní IT centrum pro vzdělávání a výzkum. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2013. ISBN 978-80-7395-591-5.

### Dokumenty

ČSN EN 1015-10. Zkušební metody malt pro zdivo - Část 10: Stanovení objemové hmotnosti suché zatvrdlé malty. Český normalizační institut, červen 2000.

ČSN EN 1015-18. Zkušební metody malt pro zdivo - Část 18: Stanovení koeficientu kapilární absorpce vody v zatvrdlé maltě. Český normalizační institut, červen 2003.

ČSN EN 1015-19. Zkušební metody malt pro zdivo - Část 18: Stanovení propustnosti vodních par zatvrdlými maltami pro vnitřní a vnější omítky. Český normalizační institut, květen 2005.

Deliverable D-12 Constituting Part of Milestone 4: Data Set of Mortar Properties. Projekt evropské unie ROCARE. August 2012.

SCHWARZ, W., E. WOLF, G. ADAMSKI a K. STINGL. ROCARE: Deliverable 10, Set of Data Describing Composition of Optimum Roman Cements. 15 August 2012.

Prompt Technical Dokument, Vicat Group, 2003.

Technische Dokumentation Prompt Naturzement Der Romazement Aus Grenoble, Technikcenter Louis Vicat Labor für material und mikrostrukturen, Vicat Group.

Technický list Fugen-und Ergänzungsmörtel RZ firmy Remmers.

Technický list Hydraulické vápno NHL5 firmy RÖFIX, 2002.

Technický list Portlandský cement CEMI 42,5 R, Holcim.

### **Internetové zdroje**

Manual on Best Practice in the Application of Roman Cements: Roman Cement, Past and Present Conservation Theory and Practice [online]. ROCARE, 2012[cit. 2013-07-03]. Dostupné z: [http://www.rocare.eu/page/imgt/file/rocare-manual\\_low-res%20\(2b\).pdf](http://www.rocare.eu/page/imgt/file/rocare-manual_low-res%20(2b).pdf)

Románský cement: Projekt evropské unie: ROCEM [online]. 2002[cit. 2013-07-03]. Sešit 5 série EU -Projektu ROCEM. Dostupné z: [http://www.rocare.eu/page/pdf/extern/Publ\\_06.pdf](http://www.rocare.eu/page/pdf/extern/Publ_06.pdf)

Románský cement: historie, vlastnosti a možnosti použití [online]. Praha: Společnost pro technologie ochrany památek, 2011 [cit. 2013-07-03]. Dostupné z: <http://www.rocare.eu/page/pdf/extern/Sbornik>

## **Obrazové zdroje**

**Obr. 7** - <http://www.fotohistorie.cz/FullFoto.aspx?photoID=5759> [cit. 2013-20-08].

**Obr. 54** - [http://www.rocare.eu/page/imgt/file/rocare-manual\\_low-res%20\(2b\).pdf](http://www.rocare.eu/page/imgt/file/rocare-manual_low-res%20(2b).pdf) [cit. 2013-05-06].

**Obr. 55** - [http://www.rocare.eu/page/imgt/file/Schwarz\\_Production%20of%20roman%20cements%20history%20and%20the%20situation%20today.pdf](http://www.rocare.eu/page/imgt/file/Schwarz_Production%20of%20roman%20cements%20history%20and%20the%20situation%20today.pdf) [cit. 2013-07-07].

**Obr. 60** - <http://www.cimentetarchitecture.com/fr/Ciment-naturel-prompt/L-historique/Ciment-naturel-ou-Ciment-romain> [cit. 2013-07-07].

**Obr. 59** - <http://www.cimentetarchitecture.com/fr/Ciment-naturel-prompt/L-historique/Ciment-naturel-ou-Ciment-romain> [cit. 2013-07-07].

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

A	plocha příčného průřezu zkušební tělesa před zkouškou, ve čtverečních milimetrech
A	plocha otevřeného ústí zkušební misky v m <sup>2+</sup> )
b	šířka průřezu zkušební tělesa v blízkosti lomové plochy, v milimetrech
DARC	Deaktivace románského cementu - z angl. De-Activated Roman Cement
d	měřená vzdálenost
C	koeficient kapilární absorpce vody pro jednotlivé zkušební těleso [kg . m <sup>2</sup> . min <sup>0,5</sup> ] c/k cement/kamenivo
F, Fmax	zatížení při porušení, v newtonech
h	(tloušťka) výška průřezu zkušební tělesa v blízkosti lomové plochy
JOS®	system nízkotlakého šetrného tryskání (abrazivní metoda)
l	vzdálenost mezi podpěrnými válečky, v milimetrech
m	množství absorbované tekutiny [kg]
m <sub>s</sub>	hmotnost suchého vzorku [kg]
n	počet měření
R	pevnost v tlaku zkušební tělesa v prostém tlaku, v megapascalch
R <sub>A</sub>	odpor vodní páry vzduchové vrstvy mezi zkušebním tělesem a roztokem soli v Pa . m <sup>2</sup> . s/kg (0,048 x 10 <sup>9</sup> Pa . m <sup>2</sup> . s/kg pro vzduchovou vrstvu 10 mm)
R <sub>tf</sub>	pevnost v ohybu, v megapascalch
ROCARE	Roman Cement For Architectural Restoration to New Higt Standarts EU-PROJECT No. 226898   ROCARE FP7-ENV-2008-1
s	směrodatná odchylka
t	čas [hod]
t	čas přechodu signálu
v	variační součinitel
V	objem vzorku [m <sup>3</sup> ]
v	rychlost uz
v/c	voda/cement
x	měřené hodnoty
$\bar{x}$	aritmetický průměr z měřených hodnot
$\frac{\Delta G}{\Delta t}$	tok vodní páry
$\Lambda$	průnik vodní páry

$\Delta_p$	rozdíl tlaku vodní páry mezi okolním vzduchem a roztokem soli se odečítá z příslušných tabulek v Pa
$\rho_b$	objemová hmotnost vzorku [kg. m <sup>-3</sup> ]

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1. Tabulka naměřených hodnot ultrazvukovou transmisí	21
Tab. 2. Průměrné rychlosti UZ	22
Tab. 3. Stanovení nasákavosti povrchů plastiky	23
Tab. 4. Chemické a fázové složení suroviny z historické vrstvy RC v lomu Gartenau	72
Tab. 5. Fyzikální charakteristika VICAT PROMPT CEMENTU	82
Tab. 6. Pevnost v tlaku VICAT PROMPT CEMENTU	82
Tab. 7. Chemická charakteristika VICAT PROMPT CEMENTU	82
Tab. 8. Typické chemické VICAT PROMPT CEMENTU	83
Tab. 9. Technické parametry Belit Gussmörtel	84
Tab. 10. Technická data Belit Feinschlamm	85
Tab. 11. Složení W&P románského cementu, vyrobeného v listopadu 2010	86
Tab. 12. Rozpětí fázového složení pálené suroviny	87
Tab. 13. Složení oxidů v pojivu Gartenau RC vyrobené pro projekt ROCARE v MBM	88
Tab. 14. Průměrné fázové složení optimálního složení	88
Tab. 15. Informace o výrobku Fugen-und Ergänzungsmörtel RZ	89
Tab. 16. Technické parametry CEM I 42,5 R	90
Tab. 17. Zrnitost vápenného písku	90
Tab. 18. Poměry míchání testovaných malt v programu I.	92
Tab. 19. Poměry míchání testovaných malt v programu II.	93
Tab. 20. Postupy míchání malt	95
Tab. 21. Přehled naměřených hodnot objemové hmotnosti malt	105
Tab. 22. Naměřené hodnoty koeficientu kapilární absorpce vody	107
Tab. 23. Přehled naměřených hodnot paropropustnosti vodních par	109
Tab. 24. Přehled naměřených hodnot paropropustnosti vodních par v programu II.	110
Tab. 25. Přehled naměřených hodnot Porozity malt	112
Tab. 26. Přehled naměřených hodnot pevností malt v tlaku a v ohybu	114
Tab. 27. Přehled naměřených hodnot Ultrazvukové transmise malt	115
Tab. 28. Přehled naměřených hodnot Ultrazvukové transmise malt v programu I.	116
Tab. 29. Přehled naměřených hodnot Ultrazvukové transmise malt v Programu II.	117
	133

## SEZNAM OBRAZOVÉ PŘÍLOHY

Obr. 1 - Fotografie REM BSE, rastrovací elektronový mikroskop, fotografie nábrusu	17
Obr. 2 - Fotografie REM BSE, rastrovací elektronový mikroskop, fotografie nábrusu	17
Obr. 3 - Fotografie REM BSE, rastrovací elektronový mikroskop, fotografie nábrusu	18
Obr. 4 - Mikrofoto v bílém odraženém světle fotografováno při zvětšení 100x	19
Obr. 5 - Pohled na plastiku Alegorie průmyslu, stojící v nice budovy Fakulty	34
Obr. 6 - Pohled na sochu „Práce“ na budově ČVUT na Karlově náměstí v Praze, socha	35
Obr. 7 - Pohled na státní průmyslovou školu v Pardubicích, pohlednice z roku 1918	36
Obr. 8 - Pohled na nároží budovy bývalé státní průmyslové školy	36
Obr. 9 - Čelní pohled na dolní polovinu plastiky Alegorie průmyslu	37
Obr. 10 - Zadní pohled na dolní polovinu plastiky, stav před restaurováním	38
Obr. 11 - Čelní pohled na horní polovinu těla plastiky, stav před restaurováním	39
Obr. 12 - Zadní pohled na horní polovinu těla plastiky, stav před restaurováním.	40
Obr. 13 - Pohled na pravou paži plastiky Alegorie průmyslu, stav před restaurováním.	41
Obr. 14 - Pohled na levou paži plastiky, stav před restaurováním	41
Obr. 15 - Detail levé ruky plastiky se ztrátou originální hmoty odlitku	42
Obr. 16 - Pohled na chodidlo plastiky - opršlý povrch a ztráty originální hmoty	42
Obr. 17 - Detail levého ramene, agresivní ptačí trus naleptal povrch plastiky	43
Obr. 18 - Detail pravé paže plastiky v místě spoje	43
Obr. 19 - Zkoušky čištění povrchu plastiky pomocí vodní páry a kovových kartáčků	44
Obr. 20 - Zkoušky barevnosti ochranného nátěru	44
Obr. 21 - Skladba barevných vrstev	44
Obr. 22 - Během čištění povrchu plastiky	45
Obr. 23 - Stav po očištění povrchu plastiky	45
Obr. 24 - Detail levé dlaně plastiky s otáčkoměrem	45
Obr. 25 - Čištění horního dílu od plastiky oranžovo-okrového nátěru	46
Obr. 26 - Čištění dolního dílu plastiky od cementového nátěru	46
Obr. 27 - Detail hrudi - po očištění plastiky se odkryl povrch s mnoha prasklinami	47
Obr. 28 - Detail pravé dlaně s francouzským klíčem, čištění odkrylo mnoho prasklin	47
Obr. 29 - Detail levé dlaně plastiky s otáčkoměrem, injekce husté sítě prasklin	48
Obr. 30 - Ošetření armatury, abrazivní metodou mikropískování a následná konzervace	48
Obr. 31 - Levá dlaň s atributem otáčkoměru po odstranění materiálově a tvarově	49
Obr. 32 - Levá dlaň s atributem otáčkoměru po doplnění chybějících tvarů	49
Obr. 33 - Vztyčná plocha pro levou paži	50

Obr. 34 - Upravená plocha pro suché sesazení	50
Obr. 35 - Horní polovina těla plastiky se zbytky lepicí malty	50
Obr. 36 - Po očištění, lepení a vytmelení	50
Obr. 37 - Plastika Alegorie průmyslu sestavená „na sucho“ (bez malty) v ateliéru	51
Obr. 38 - Čelní pohled na plastiku Alegorie průmyslu, stav po restaurování	52
Obr. 39 - Pohled zezadu na plastiku, stav po restaurování	53
Obr. 40 - Detail levé ruky plastiky s atributem odstředivým regulátorem otáček	54
Obr. 41 - Detail levé ruky plastiky s atributem odstředivým regulátorem otáček	54
Obr. 42 - Detail hrudi plastiky, stav po restaurování	55
Obr. 43 - Detail levého ramene plastiky průmyslu, stav po restaurování	55
Obr. 44 - Detail pravé ruky plastiky s „francouzským“ klíčem, stav po restaurování	56
Obr. 45 - Detail levé nohy plastiky, stav po restaurování.	56
Obr. 46 - Transport plastiky Alegorie průmyslu a Alegorie architektury	57
Obr. 47 - Osazení plastiky Alegorie průmyslu zpět na fasádu	57
Obr. 48 - Pohled na sesazenou, zatmelenou a natřenou střední část plastiky	58
Obr. 49 - Pohled na budovu Fakulty chemicko-technologické na náměstí Legií	58
Obr. 50 - Celkový pohled na plastiku Alegorie průmyslu po osazení zpět na fasádu	59
Obr. 51 - Zkušební miska se zkušebním tělesem	99
Obr. 52 - Náčrt zkušebního tělesa	103
Obr. 53 - Mapka produkce románského cementu v 19. století	119
Obr. 54 - Plánek historické šachtové pece, ve které se pálili vápence s obsahem jílu	119
Obr. 55 - Přehled barevnosti použitých pojiv v rámci této diplomové práce	120
Obr. 56 - Kartuše modelovaná z ruky, jsou zde použity dva druhy románského cementu	120
Obr. 57 - Sjednocení dvou druhů románského cementu vápenným nátěrem	120
Obr. 58 - Katalog vodovodních trubek a cihel, kde byl použit románský cement	121
Obr. 59 - Obrázky z historického katalogu, nabízející různé druhy ozdobných váz	121
Obr. 60 - Odlitek hlavy lva je připevněný k fasádě železným hřebem	122
Obr. 61 - Špatný svod vody způsobil ztrátu výzdoby fasády	122
Obr. 62 - Rentgen konzoly	122
Obr. 63 - Korodující armatury	122
Obr. 64 - Vrstvy nátěrů zcela zaslepují plasticitu a jemné detaily reliéfu	123
Obr. 65 - Sekundární doplnění reliéfu z románského cementu odlitky částí ze sádry	123
Obr. 66 - Na obrázcích jsou vyznačená místa odběru vzorků pro testovací metody	124
Obr. 67 - Malty byly pravidelně nařezány, vzorky pak byly použity pro měření	124
Obr. 68 - Silikonové formy – odlitky s čerstvými odlitky s použitím malty	125

Obr. 69 - Odlité vzorky pro paropropustnost a nasákavost	125
Obr. 70 - Průběh měření koeficientu kapilární absorpce vody	126
Obr. 71 - Na obrázku vlevo forma pro měření paropropustnosti	126

#### **SEZNAM GRAFICKÉ PŘÍLOHY**

▪ Zákres typu poškození a nátěrů	60
▪ Místa odběrů vzorků a měření nasákavosti povrchů plastiky	64
▪ Místa a směry měření ultrazvukové transmise	53

## 6 POZNÁMKY

<sup>1</sup>TOMAN, Prokop. Nový Slovník Československých výtvarných umělců. čtvrté, nezměněné vydání. Ostrava: výtvarné centrum Chagall, 1993. ISBN 80-900648-4-1. 299, 300.

<sup>2</sup> Univerzitní IT centrum pro vzdělávání a výzkum (2013).

<sup>3</sup> Průzkumová zpráva objektu fasády Univerzity Pardubice na náměstí Čs. Legií č. p. 565, Pardubice – Zelené Předměstí, vzorky vyhodnotil Ing. Karol Bayer, Litomyšl, 2011.

<sup>4</sup> Ibidem.

<sup>5</sup> Měření ultrazvukovou transmisí provedl a vyhodnotil Ing. Karol Bayer, Litomyšl, 2011.

<sup>6</sup> Románský cement: Projekt evropské unie: ROCEM [online]. 2002 [cit. 2013-07-03]. Sešit 5 série EU-Projektu ROCEM. Dostupné z: [http://www.rocace.eu/page/pdf/extern/Publ\\_06.pdf](http://www.rocace.eu/page/pdf/extern/Publ_06.pdf), s. 2, 4, 18.

Románský cement: historie, vlastnosti a možnosti použití [online]. Praha: Společnost pro technologie ochrana památek, 2011 [cit. 2013-07-03]. Dostupné z: <http://www.rocace.eu/page/pdf/extern/Sbornik>, s. 10.

<sup>7</sup> LÁNÍK, Jaroslav a Miloš CIKRT. Dvě tisíciletí vápenictví a cementárenství v českých zemích. Praha: Svaz výrobců cementu a vápna Čech, Moravy a Slezka, 2001, s. 20,21.

<sup>8</sup> Ibidem, s. 21.

Manual on Best Practice in the Application of Roman Cements: Roman Cement, Past and Present Conservation

Theory and Practice [online]. ROCARE, 2012 [cit. 2013-07-03]. Dostupné z:

[http://www.rocace.eu/page/imgt/file/rocace-manual\\_low-res%20\(2b\).pdf](http://www.rocace.eu/page/imgt/file/rocace-manual_low-res%20(2b).pdf), s. 4.

<sup>9</sup> OPRAVIL, Tomáš. Příprava vlastností Románského cementu. Brno, 2008. Dizertační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemie a Ústav chemie a materiálů. Vedoucí práce doc. Ing. Jaromír Hlavica, DrSc., s. 11.

BÁRTA, Rudolf. Chemie a Technologie cementů. Praha 8: Československá akademie věd, 1961, s. 25-28.

LÁNÍK, Jaroslav a Miloš CIKRT (2001), s. 21, 22.

<sup>10</sup> KOTLÍK, P., K. DOUBRAVOVÁ, V. HEIDINGSFELD, P. ROVNANIKOVÁ, I. VANĚČEK a J. BLÁHA. Vápno. Vydala Společnost pro technologie a ochranu památek vlastním nákladem. Praha, 2001. ISBN 80-902668-8-6, s. 18.

<sup>11</sup> Ibidem, s. 10, 28.

<sup>12</sup> OPRAVIL (2008), s. 27.

<sup>13</sup> Ibidem, s. 19.

<sup>14</sup> LÁNÍK, CIKRT (2001), s. 26.

<sup>15</sup> TEYSSLER a KOTYŠKA. Technický slovník naučný: Díl XI. Praha XII.: Borský a Šulc, 1935, s. 717, 718.

<sup>16</sup> Ibidem, s. 327.

OPRAVIL (2008), s. 12.

<sup>17</sup> Románský cement: STOP, s. 11.

<sup>18</sup> Románský cement: ROCEM (2002), s. 6.

HOŠEK, Jiří a Ludvík LOSOS. Historické omítky: průzkumy, sanace, typologie. 1. vyd. Praha: Grada, 2007, ISBN 978-80-247-1395-3, s. 68, 69

<sup>19</sup> Románský cement: STOP (2012), s. 12.

Románský cement: ROCEM (2002), s. 4.

Románský cement: STOP (2012), s. 12.

Románský cement: ROCEM (2002), s. 4.

<sup>20</sup> Manual on Best Practice in the Application of Roman Cements (2012), s. 7.

<sup>21</sup> Románský cement: STOP (2012), s. 17.

<sup>22</sup> Hydration of Natural Cements. Cracow, (Tišlová 2009), s. 13.

Románský cement: ROCEM (2002), s. 14.

<sup>23</sup> Ibidem, s. 14.

<sup>24</sup> Románský cement: ROCEM (2002), s. 16.

<sup>25</sup> Ibidem, s. 4.

Románský cement: STOP (2012), s. 12, 16.

- 
- <sup>26</sup> Románský cement: (2012), s. 18.
- <sup>27</sup> Ibidem, s. 18.
- <sup>28</sup> Románský cement: ROCEM (2002), s. 12.
- <sup>29</sup> ROCARE- Roman Cements for Architectural Restoration to New High Standads: Deliverable D4 Data on appropriate raw materials and their optimum calcination temperatures. Wien, 2011, s. 15.
- <sup>30</sup> Ibidem, s. 11,12.
- <sup>31</sup> Mortars, Renders and Plasters: Practical Building Conservation. Farnham: Ashgate, 2011. ISBN ISBN 978-0-7546-4559-7, s. 93.
- <sup>32</sup> Románský cement: STOP (2012), s. 6-8.
- <sup>33</sup> OPRAVIL (2008), s. 27.
- www.rosendalecement.net
- <sup>34</sup> Manual on Best Practice in the Application of Roman Cements (2012), s. 44-59.
- <sup>35</sup> Ibidem.
- <sup>36</sup> Ibidem, s. 60-70.
- <sup>37</sup> Ibidem, s. 74-84.
- <sup>38</sup> Manual on Best Practice in the Application of Roman Cements (2012), s. 22.
- <sup>39</sup> Ibidem, s. 74-84.
- <sup>40</sup> [http://www.rocare.eu/page/imgt/file/Weber\\_Introduction%20by%20the%20rocare%20team.pdf](http://www.rocare.eu/page/imgt/file/Weber_Introduction%20by%20the%20rocare%20team.pdf)
- <sup>41</sup> Manual on Best Practice in the Application of Roman Cements(2012), s. 91, 92.
- <sup>42</sup> Prompt Technical Dokument, Vicat, 2003, s. 2, 3.
- <sup>43</sup> Technische Dokumentation Prompt Naturzement Der Romanzement Aus Grenoble,Technikcenter Louis Vicat Labor für material und mikrostrukturen, Vicat Group, s. 5.
- <sup>44</sup> Technický list Belit Feinschämme, Röfix, 2011, s. 2, 3
- <sup>45</sup> SCHWARZ, W., E. WOLF, G. ADAMSKI a K. STINGL. ROCARE: Deliverable 10. (2012), s. 4.
- <sup>46</sup> Ibidem, s. 22, 21.
- <sup>47</sup> Ibidem, s. 14.
- <sup>48</sup> Ibidem, s. 13.
- <sup>49</sup> Technický list Fugen-und Ergänzungsmörtel RZ, Remmers.
- <sup>50</sup> Technický list hydraulického vápna NHL5, RÖFIX, 2002.
- <sup>51</sup> K tomuto produktu se nepodařilo nalézt odpovídající technický list, jsou zde jmenované vlastnosti portlandského cementu CEM I 42,5 R.
- <sup>52</sup> Technický list portlandského cementu CEMI 42,5 R, Holcim
- <sup>53</sup> Manual on Best Practice in the Application of Roman (2012), s. 22.
- <sup>54</sup> ČSN EN 1015-19. Zkušební metody malt pro zdivo - Část 18: Stanovení propustnosti vodních par zatvrdlými maltami pro vnitřní a vnější omítky. Český normalizační institut, květen 2005, s. 8.  
ČSN EN 1015-18. Zkušební metody malt pro zdivo - Část 18: Stanovení koeficientu kapilární absorpce vody v zatvrdlé maltě. Český normalizační institut, červen 2003, s. 8.
- <sup>55</sup> ČSN EN 1015-10. Zkušební metody malt pro zdivo - Část 10: Stanovení objemové hmotnosti suché zatvrdlé malty. Český normalizační institut, červen 2000.
- <sup>56</sup> Rtuťová porozimetrie [online]. [cit. 2013-07-26]. Dostupné z: [http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid\\_es-001/hesla/rtutova\\_porozimetrie.html](http://vydavatelstvi.vscht.cz/knihy/uid_es-001/hesla/rtutova_porozimetrie.html)
- <sup>57</sup> ČSN EN 1015-19 (2000), s. 7, 8.
- <sup>58</sup> Ibidem, s. 9.
- <sup>59</sup> Testy byly provedeny s účastí Jaroslava Hodrmenta, Ing. Ondřeje Vály, Ústav teoretické a aplikované mechaniky AV ČR.
- <sup>60</sup> Metodika ultrazvukové transmise byla převzata z dokumentů vypracovaného Ing. Karolem Bayerem, Litomyšl, 2011.
- <sup>61</sup> ČSN EN 1015-18 (2003), s. 7, 8.
- <sup>62</sup> Ibidem, s. 9.
- <sup>63</sup> Ibidem, s. 8.
- Objemová hmotnost byla zpracována a vyhodnocena v rámci projektu ROCARE partnerem TPA - Gesellschaft für Qualitätssicherung und Innovation GmbH (Company for Quality Auditing and Innovative Solutions, Ltd), Vienna, (Austria).
- <sup>64</sup> Zpracované výsledky vyhodnotila Ing. Renata Tišlová, PhD.

---

<sup>65</sup> Zpracované výsledky vyhodnotila Ing. Renata Tišlová, PhD.

<sup>66</sup> Ibidem, s. 49, 50.

Porozimetrie byla zpracována a vyhodnocena v rámci projektu ROCARE partnerem ICSC - Institute of Catalysis and Surface Chemistry, Polish Academy of Sciences (Poland).

<sup>67</sup> Deliverable D-12 Constituting Part of Milestone 4: Data Set of Mortar Properties. ROCARE. (2012), s. 5, 6.

## 7 TEXTOVÉ PŘÍLOHY

---

- 1 Závazné stanovisko k restaurování
- 2 Technické listy:
  - Fungen und und Ergänzungsmörtel RZ, Remmers, (DE)
  - Epoxidová pryskyřice LH 289, HAVEL COMPOSITES CZ s.r.o., (CZ)
  - Siliconharzfarbe LA, Remmes, (DE)
  - Funcosil WS, Remmers, (DE)
  - Imprägniergrund, Remmers, (DE)
  - Belit Güssmörtel, Röfix, (AT)
  - Belit Feinschlamme, Röfix, (AT)

240825

DOŠLO DNE 17. 02. 2012

# MAGISTRÁT MĚSTA PARDUBIC

## ODBOR SPRÁVNÍCH AGEND



úsek památkové péče

V Pardubicích dne 16. února 2012

Spisová značka: SZ\_MMP 2701/2012

Číslo jednací: MmP 10477/2012

Vyřizuje: Trojan/466 859 724

Náměstí Republiky 12

Váš dopis značky/ze dne: 10. 1. 2012

### Účastníci řízení:

Univerzita Pardubice, Studentská 95, 532 10 Pardubice, zast.rektorem prof.Ing.Miroslavem Ludwigem, CSc.

## ROZHODNUTÍ

Magistrát města Pardubice, odbor správních agend, úsek památkové péče, jako věcně a místně příslušný orgán státní památkové péče (dále jen „příslušný orgán“), k žádosti vlastníka, Univerzity Pardubice, IČ: 216275, se sídlem Studentská 95, 532 10 Pardubice, zast.rektorem prof.Ing.Miroslavem Ludwigem, CSc., podané dne 11. 1. 2012, podle ustanovení §14 odst. 1 zákona č. 20/1987 Sb., o státní památkové péči, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „památkový zákon“), o vydání závazného stanoviska **k restaurování výzdoby a uměleckořemeslných prvků fasády a interiéru nemovité kulturní památky zapsané v ÚSKP pod r.č. 47809/6-4874, budovy Univerzity Pardubice čp. 565 na náměstí Legií v Pardubicích**, v souladu se zákonem č. 500/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů (dále jen „správní řád“), vydává toto

### závazné stanovisko.

V souladu s ustanovením §14 odst. 3 památkového zákona a podle ustanovení § 10 odst. 3 vyhlášky MK ČR č. 66/1988 Sb., kterou se provádí památkový zákon, považuje příslušný orgán z hlediska zájmů státní památkové péče restaurování uměleckých a uměleckořemeslných prvků fasády a interiéru nemovité kulturní památky, zapsané v Ústředním seznamu kulturních památek ČR pod r.č. 47809/6-4874, budovy Univerzity Pardubice čp. 565 na náměstí Legií v Pardubicích, na st.parc.č. 1115 v k.ú.Pardubice, za **přípustné** při dodržení těchto podmínek:

1. Restaurátorským způsobem budou ošetřeny následující prvky uměleckého a uměleckořemeslného charakteru výzdoby fasády a interiéru vstupní haly a schodiště : sochy Aristotela a Pathagora, vegetabilní reliéfy, hlavice pilastrů, reliéfy okřídlených hlaviček andělů, labutí a znaku města v tympanonu portálu vstupu, reliéfy stavitelství a strojírenství, sokl, patky portálu vstupu, balustrové zábradlí v hale, balustry na fasádě i atice, korunní římsa, litinové zábradlí schodiště a kovový lustr v prostoru schodiště.
2. Přípravou k restaurování bude vyhotovení podrobného doplňujícího restaurátorského průzkumu jednotlivých prvků po sejmutí novodobých nátěrů pro stanovení materiálových, pracovních a technologických postupů. Účelem doplňujícího průzkumu štukových prvků bude podrobné zjištění stavu výzdoby, novodobých tmelů, defektů, včetně dokumentace poškození. U prvků z kamene bude navíc zjištěn stupeň salinity v soklu a dolních partiích portálu.

3. Doplnující restaurátorský průzkum a následné restaurování budou provádět restaurátoři s příslušným povolením Ministerstva kultury ČR k restaurování vydaným podle §14a památkového zákona k restaurování nepolychromovaných sochařských uměleckých děl z kamene, dřeva, kovu, keramiky, terakoty, štuky, sádky, umělého kamene – kód položky třídníku specializací restaurátorských prací 2b, k restaurování nepolychromovaných nefigurálních uměleckořemeslných děl z kamene, dřeva, štuky, umělého kamene, sádky – kód třídníku 3b a k restaurování uměleckořemeslných děl ze skla, keramiky, drahých a obecných kovů – kód třídníku 3g. Při práci budou spolupracovat s technologem restaurování.
4. Při práci bude maximálně respektován dochovaný originál, jeho technická a výtvarná struktura i dochovaná patina stáří na kameni.
5. Štukové prvky fasády : Havarijní místa výzdoby budou předzpevněna, trhliny budou injektovány. Novodobé nátěry budou citlivě sejmuty bez poškození výzdoby, která bude zpevněna, očištěna, cementové tmely budou odstraněny. Výrazně uvolněná výzdoba bude transferována a osazena zpět pomocí nerezových kotev. Tmelení bude provedeno umělými tmely probarvenými ve hmotě a strukturou odpovídající originálu (kufstein, románský cement). Barevná retuš bude lokální, hydrofobizace pouze na exponovaných místech a podle výsledku doplňujícího průzkumu.
6. Štukové prvky v interiéru : vrchní druhotné a uvolněné nátěry budou citlivě sejmuty bez poškození výzdoby na první spodní soudržnou barevnou úpravu. Novodobé a uvolněné vysprávky budou sejmuty, tmelení bude provedeno vápennou jádrovou omítkou a vrchním vápenným štukem. Finální barevné pojednání povrchu bude vycházet ze zjištění restaurátorského průzkumu. Výzdobné prvky z kufsteínu (románského cementu) budou rovněž citlivě očištěny od druhotných uvolněných nátěrů bez jejich poškození. Tmelení bude provedeno originálním tmelem z kufsteinského vápna.
7. Po odstranění novodobých disperzních nátěrů a vyhodnocení stavu omítek bude rozhodnuto o barevné povrchové úpravě povrchů. Obecně se bude vycházet ze zjištění restaurátorského průzkumu a doplňujících zjištění. Vnitřní povrchové úpravy budou provedeny vápennými nátěry, povrchové úpravy fasád vápennými nátěry základních ploch v přirozené barevnosti dekorativních prvků z kufsteínu. Celkové vyznění fasád bude monochromní.
8. Kamenné prvky : novodobé nátěry budou sejmuty bez poškození kamene, betonové doplňky budou odstraněny. Kámen bude citlivě očištěn, zpevněn, trhliny budou injektovány, v případě vysoké salinity bude kámen odsolen. Tmelení bude provedeno umělými tmely probarvenými ve hmotě a strukturou odpovídající originálu. Barevná retuš bude lazurní a lokální bez celkového barevného sjednocování. Na závěr bude kámen biocidně ošetřen a hydrofobizován na exponovaných místech. Sokly sloupů u portálu včetně římsy budou v případě zjištění havarijního stavu nahrazeny sekanými kopiemi z kamene obdobné barevnosti a struktury.
9. Kovové prvky : zábradlí z šedé litiny bude očištěno, doplněno o chybějící části výplní a opatřeno ochranným nátěrem černé barvy. U šestiramenného kovaného lustru budou doplněny drobné části na ověškách a obnoven ochranný nátěr černé barvy.
10. Výsledky doplňujícího restaurátorského průzkumu a vlastní postup restaurování budou dokumentovány v restaurátorské zprávě. Restaurátorská zpráva bude obsahově zpracována podle ust. § 10 odst. 4 prováděcí vyhlášky památkového zákona. Průzkum bude ve fázi restaurování průběžně dále ověřován, doplňován o nová zjištění a vyhodnocován. K podstatným zjištěním v průběhu prací bude přizván příslušný odborný pracovník Národního památkového ústavu, územního odborného pracoviště v Pardubicích („NPÚP“). Dokumentace průzkumu bude tvořit samostatnou část v komplexní restaurátorské zprávě, která bude v jednom vyhotovení předána NPÚP.
11. Se stanovenými podmínkami bude před zahájením prací seznámen provádějící restaurátor.

## Odůvodnění:

Magistrát města Pardubic, odbor správních agend, úsek památkové péče, jako věcně a místně příslušný orgán státní památkové péče, projednal žádost předloženou dne 11. 1. 2012 vlastníkem, Univerzitou Pardubice, o vydání závazného stanoviska k záměru na restaurování výzdoby a uměleckořemeslných prvků fasády a interiéru nemovité kulturní památky, zapsané v ÚSKP pod r.č. 47809/6-4874, budovy Univerzity Pardubice čp. 565 na náměstí Legií v Pardubicích. Žádost je doložena vlastnickým dokladem – výpisem k katastru nemovitostí, jmenováním statutárního zástupce Univerzity a restaurátorskými záměry o provedených průzkumech fasády budovy, hlavního schodiště, vstupní haly v nároží budovy a průjezdu do dvora.

Příslušný orgán podle obsahu podané žádosti a jejích příloh žádost posoudil a s ohledem na skutečnost, že dotčený objekt je nemovitou kulturní památkou, vyžádal si dne 11. 1. 2012 obligatorní vyjádření odborné organizace státní památkové péče, jíž je NPÚP. NPÚP vydal ve věci písemné vyjádření zn. NPÚ-361/3094/2012 ze dne 24. 1. 2012, ve kterém mj. uvádí: Jedná se o „nárožní dvoupatrový dům se skoseným jednoosým nárožím, kde je v přízemí půlkruhovitě zaklenutý vchod s klenákem, ve cviklech putti, po stranách polosloupky nesoucí římsu, na ní trojúhelný tympanon se znakem města Pardubic. Na konci fasád a při nároží mělké rizality. Koncové rizality pětiosé, rizality na nároží tříosé, plochy mezi rizality devítiosé. V přízemí mezi obdélnými okny plastická bosáž, okna v patře v rizalitech půlkruhově zaklenutá s klenáky a vegetabilní výzdobou, ostatní okna obdélná s vrchní rovnou a trojúhelnou římsou. Mezi okny v rizalitech pilastry, okna v druhém patře obdélná s klenáky, mezi okny pilastry. Mezi přízemím a 1.patrem obíhá profilovaná kordonová římsa, korunní římsa na konzolkách a se zubořezem. Na střední ose obou rizalitů u nároží v 1.patře v nice postava Aristotela a Pythágora. Nad nimi v kartuši datace 1899, v bočních 1990. Nad nikami ve 2.patře reliéfní štukové symboly strojírenství a stavitelství. V rizalitech ve cviklech oken a nad okny 1.patru vegetabilní reliéfy, stejná výzdoba je i pod okny 2.patru. Nad korunní římsou na nárožních rizalitech, nízká probraná atika, na nároží plná kuželková balustráda. Vrchol nároží je ukončen kupolí a lucernou s hrotem. Z nároží budovy se z plochostropého vestibulu kruhového půdorysu vstupuje užší chodbou k hlavnímu trojramennému schodišti. Stěna vestibulu je členěna pilastry, lizénami, je prolomena nikami, pilastry nesou profilovanou římsu s konzolami a zubořezem. Stropy schodiště, podest, arkádového ochozu, většinou plochostropé se zrcadly, pilíře a pilastry se zrcadly a profilovanými hlavicemi, nižší pilířky schodiště s různými profilacemi. Novorenesance, z let 1897-1899, architekt Jindřich Fialka, sochy (Antonín Popp), vegetabilní reliéfy, hlavice pilastrů, znak města, reliéfy stavitelství a strojírenství kufstein, sokl budovy a patky portálu pískovec. Interiér-zrcadla stropů, profilované římsy pilířů a pilastrů štuk, nižší pilířky pískovec a kufstein. Stav – celá fasáda se všemi výzdobnými prvky je přetřena novodobými barvami, které vše uzavírají. V barvě i omítce jsou praskliny, prvky z kufsteinu mají trhliny, nevhodné cementové tmely, povrch je často vymyt, současná barva zaslepuje modelaci, objevují se různá mechanická poškození. Kamenné prvky jsou současným barevným pojednáním uzavřeny a pod ním dochází k zvětrávání pískovce, objevují se praskliny, mechanická poškození na rozích a hranách. Interiér- výzdoba je přetřena několika vrstvami nátěrů, většinou je to hlínka, nátěry se stírají nebo jsou uvolněné, pod nimi jsou novodobé nevhodné vysprávkové štuky (cement, sádra), na hranách a rozích jsou mechanická poškození.“

Písemné vyjádření dále stanoví požadavky na realizaci doplnění restaurátorských průzkumů a jejich obsah, kdo může restaurování provádět, požadavky na vypracování restaurátorské zprávy, průběžné konzultace a předání dokumentace k archivním účelům. Doporučující podmínky a požadavky jsou zapracovány do podmínek závazného stanoviska.

Opatřením ze dne 2. 2. 2012 oznámil příslušný orgán vlastníku shromáždění podkladů pro rozhodnutí a v souladu s §36 odst.3 zákona č. 500/2004 Sb., Správní řád, ve znění pozdějších předpisů, mu umožnil se k věci před vydáním rozhodnutí vyjádřit a případně navrhnout jejich doplnění. Pro seznámení s podklady stanovil lhůtu do 15. 2. 2012, ve které však vlastník svého práva nevyužil. Dotčený orgán považuje podklady za dostatečné pro posouzení meritů věci dle žádosti.

Příslušný orgán posuzoval předloženou žádost z hlediska jejího souladu s platnými právními předpisy a souladu se zájmy orgánů státní památkové péče. Povinnost vlastníka kulturní památky vyžádat si předem k údržbě, opravě, rekonstrukci a restaurování kulturní památky vydání závazného stanoviska je stanovena ust. §14 odst. 1 památkového zákona. Zájmy památkové péče jsou stanoveny právními a metodickými předpisy vydanými k zajištění ochrany kulturních památek. Záměr na celkovou rekonstrukci objektu byl posouzen závazným stanoviskem příslušného orgánu čj. MmP 41567/2009 ze dne 17. 8. 2009 a následný projekt pro stavební povolení závazným stanoviskem čj. MmP 62137/2009 ze dne 19. 11. 2009. Závazné stanovisko čj. MmP 21772/2011 ze dne 25. 3. 2011 stanovilo základní podmínky pro přípravu a restaurování uměleckých

děl a uměleckořemeslných prvků fasády, tj. pro provedení restaurátorských průzkumů a návrhů na restaurování. Přílohou žádosti o závazné stanovisko jsou : restaurátorský průzkum a záměr restaurování fasády vypracovaný Univerzitou Pardubice, fakultou restaurování v 12/2011, restaurátorský záměr na restaurování štukové výzdoby hlavního schodiště vypracovaný Akant Art. v.o.s. Praha v 10/2011 a doplnění průzkumů se záměry na restaurování výmalby interiéru, dřevěných madel schodiště, kamenických prvků, kovových prvků zábradlí a lustru vypracované Akant Art. v.o.s. Praha v 10/2011.

Předložené restaurátorské průzkumy a záměry byly provedeny v širším rozsahu. K restaurování je kromě tektonických a dekoračních prvků fasády navrhována i obnova vnitřních povrchů stěn a stropů, kamenných prvků trojramenného schodiště, kovových prvků zábradlí schodiště a lustru včetně rumpálu a dřevěných madel schodišť. Proti navrhovanému restaurátorskému zásahu, resp. způsobu obnovy či opravy restaurátorským způsobem nelze nic namítat. Návrhy v převážné míře respektují originalitu dochovaných prvků a konstrukcí, restaurátorský způsob obnovy pak garantuje obnovu tradičními technologickými postupy a uchování jisté míry patiny stáří, která je pro kvalitně obnovenou památku, pro zachování jejích historických a výtvarných hodnot, nezbytná.

Podle ust. §14 odst. 8 památkového zákona mohou obnovu kulturních památek nebo jejich částí, které jsou díly výtvarných umění nebo uměleckořemeslnými pracemi („restaurování“), provádět pouze fyzické osoby na základě povolení Ministerstva kultury. Restaurováním se rozumí souhrn specifických výtvarných, uměleckořemeslných a technických prací respektujících technickou a výtvarnou strukturu originálu. Z definice restaurování je zřejmé, že jde o odborné ošetření poškozené památky, které se neomezuje pouze na konzervaci, nýbrž vhodnou formou též nově doplňuje chybějící drobné a nepodstatné části. Restaurování tudíž podléhá umělecká díla, definovaná jako hmotná autorská výtvarná díla zpravidla odborně školených výtvarníků (malířů, sochařů, architektů, uměleckých fotografů apod.), díla užitných umění, jejichž konečný výrobek není originál vytvořený autorem, nýbrž rozmnoženina vyrobená řemeslníkem nebo průmyslově a umělecké řemeslné práce, což jsou rukodílně prováděná umělecká díla výtvarného, dekorativního a stavebního umění pracovníky z povolání, kteří tato díla vytvářejí na základě klasických metod mistrovskými technikami přímo nebo podle návrhů. Je tedy důležité specifikovat, které z požadovaných prací odpovídají příloze č. 1 k památkovému zákonu – Třídníku specializací restaurátorských prací a výše uvedeným definicím pro legislativní stanovení podmínek restaurování. Jsou to :

Kód 1. Malířská umělecká díla- obsažena nejsou.

Kód 2b. Sochařská nepolychromovaná umělecká díla – sochy Aristotela a Pythagora, reliéfy stavitelství a strojírenství, reliéfy okřídlených hlaviček andlů, labutí a znaku Pardubic v tympanonu nárožního portálu vstupu (Antonín Popp).

Kód 3b. Uměleckořemeslná díla nepolychromovaná nefigurální z kamene, dřeva, štuky, umělého kamene, sádky, uměleckořemeslné povrchové úpravy na nefigurálních dílech – reliéfní vegetabilní dekorace, hlavice pilastrů, volutové konzoly oken, římsy s perlovcem, vejcovcem a zubořezem, rozeta v hale, sokl budovy, patky portálu vstupu, balustrády, parapet okna na schodišti.

Kód 3g. Uměleckořemeslná díla ze skla, keramiky, drahých a obecných kovů – lustr na schodišti, litinové zábradlí schodiště a podest.

Ostatní posouzené práce průzkumy, tj. očištění kamenných schodišťových stupňů, štukové prvky tektoniky stěn a stropů (pilastry bez hlavic, lizénové rámy, prosté šambrány oken apod.), dvorní fasády, výmalba, dřevěná madla schodiště, pásová rustika parteru, jsou dobově běžnou stavební produkcí, které neodpovídají kritériím pro umělecká nebo uměleckořemeslná díla. Budou proto opraveny prostřednictvím odborných řemeslníků, odbornou pomocí restaurátorů, či jejich přímé zapojení do oprav však plně doporučujeme.

Při posuzování věcného hlediska žádosti vycházel příslušný orgán z prohlídky na místě, restaurátorských záměrů a výše citovaného písemného vyjádření NPÚP a dospěl k názoru, že restaurování výzdoby a uměleckořemeslných děl fasády budovy Univerzity Pardubice lze z hlediska státní památkové péče akceptovat. Stanovené podmínky odpovídají zásadám památkové péče, vycházejí ze současného stavu poznání kulturně historických hodnot, které v souladu s ust. §14 odst. 3 památkového zákona zachovávají. Odborný dohled nad prováděním komplexní péče o kulturní památky zajišťuje podle ust. §32 odst. 2 písm. g) památkového zákona odborná organizace státní památkové péče, tj. NPÚ v Pardubicích, se kterým je nutno konzultovat veškeré odborné a problémové skutečnosti vzniklé při realizaci, výsledky doplňujících průzkumů, podstatná zjištění v průběhu prací a po dokončení prací mu předat ve smyslu §14 odst. 9 památkového zákona pro účely dokumentace závěrečnou restaurátorskou zprávu v jednom vyhotovení.

Předmětem žádosti je restaurování tektoniky, umělecké výzdoby a uměleckořemeslných prvků fasády a interiéru nárožní vstupní haly a prostoru schodiště, tj. štukových vegetabilních reliéfů, soch v nikách, hlavic pilastrů, reliéfní výzdoby tympanonu vstupního portálu, reliéfů stavitelství a strojírenství, pískovcového soklu, portálu vstupu, kovových prvků výplní zábradlí a lustru s rumpálem ve schodišťovém prostoru. Štukové prvky tektoniky fasády a stěn v hale jsou provedeny z kufsteinského vápna, dekorativní prvky na fasádě jako odlitky z hydraulického pojiva na bázi románského cementu. Stávající stav jednotlivých prvků je rozdílný – od pouhé zašlosti povrchu po havarijní stav vyžadující kompletní rekonstrukci. Hlavní příčinou poškození fasády je s vysokou pravděpodobností nevhodný novodobý disperzní krycí nátěr zabraňující přirozenému odparu kapilární vlhkosti z jádra omítek. Pro dlouhodobé uchování štukových prvků je nezbytné používat nátěrové systémy v vysokou mírou paropropustnosti, což v současnosti splňuje pouze systém vápenný, event. při důsledném dodržení technologických postupů systém silikátový. Po odstranění novodobého nátěru budou veškeré prvky výzdoby restaurátorsky ošetřeny, zpevněny, praskliny injektovány a opatřeny hydrofobizačním nástřikem. Rozsah restaurátorských zásahů je uveden v podmínkách závazného stanoviska. Konečné barevné řešení fasády se předpokládá v původním monochromním provedení z roku 1899 v přirozené barevnosti dekoračních prvků z kufsteinu ve vápenném systému. Přípravou k restaurování musí být vyhotovení podrobného doplňujícího restaurátorského průzkumu všech jednotlivých prvků a vypracování podrobné dokumentace jako součást restaurátorské zprávy. Restaurátorská zpráva bude zpracována podle ust. § 10 odst. 4 prováděcí vyhlášky památkového zákona. Vlastník kulturní památky před zahájením restaurátorských prací seznámí vybrané restaurátory s danými podmínkami. Dodržení stanovených podmínek je základním předpokladem pro optimalizaci restaurátorských prací a tím k zachování historických a uměleckých hodnot památky, proto příslušný orgán rozhodl tak, jak je uvedeno ve výrokové části tohoto závazného stanoviska.

#### **Poučení:**

Toto rozhodnutí - závazné stanovisko je podle §44a památkového zákona samostatným rozhodnutím ve správním řízení, proto lze proti němu podat odvolání do 15 dnů ode dne jeho doručení k odboru školství, kultury a tělovýchovy, oddělení památkové péče, Krajského úřadu Pardubického kraje podáním učiněným u Magistrátu města Pardubic, odboru správních agend, úseku památkové péče (ust. §83 a §86 zákona č. 500/2004 Sb., správní řád, ve znění pozdějších předpisů).

**Jaroslav Trojan, v.r.**

oprávněná úřední osoba  
referent státní památkové péče

„otisk úředního razítka“

#### **Na vědomí:**

Národní památkový ústav Pardubice, územní odborné pracoviště v Pardubicích, Zámek 4, 531 16 Pardubice

270825

DOŠLO DNE: 17. 02. 2012

## Doručená datová zpráva

ID zprávy: 74912449

### Odesílatel

Název: Statutární město Pardubice, Pernštýnské náměstí 1, 53021 Pardubice, CZ

ID schránky: ukzbx4z

Typ schránky: OVM

### Příjemce

Název: Univerzita Pardubice, Studentská 95, 53210 Pardubice, CZ

Dodáno: 16.2.2012, 9:19:36

### Obecné informace

Věc: ZS k restaurování fasády čp.565 Legií-Univerzita Pardubice

Zmocnění: 0 / 0 § odstavec písmeno

Naše č. j.: MmP 10477/2012

Naše sp. zn.: SZ\_MMP 2701/2012 OSA-UPP

Vaše č. j.: Nebylo zadáno

Vaše sp. zn.: Nebylo zadáno

K rukám: Nebylo zadáno

Do vl. rukou:

Zakázáno doručení fikcí:

### Přílohy

Leg\_565\_rest\_fas.pdf

Technický list  
Číslo výrobku 0566

# Fugen- und Ergänzungsmörtel RZ

Jemná / hrubá

Suchá malta pro spárování a restaurování namíchaných suchých malt s minerálními pojivy na bázi historického románského cementu, jakož i přírodních, minerálních přísad podle DIN EN 13139.

## Oblasti použití:

Výroba maltových spár (šířka spáry cca 10 – 30 mm) a doplnění na fasádách při ručním zpracování.

## Vlastnosti výrobku:

Spárovací a doplňovací malta Remmers Fugen und Ergänzungsmörtel RZ je suchá malta namíchaná ve výrobním závodě, která je po smíchání s vodou připravená k použití a relativně rychle tuhne. Zatvrdlá spárovací a doplňovací malta Remmers Fugen und Ergänzungsmörtel RZ je odolná proti povětrnostním vlivům. Materiál vykazuje pomalý rozvoj pevnosti.

## Podklad:

V zásadě se doporučuje založit pomocí vzorkového materiálu zkušební plochu, která má poskytnout informaci o tom, zda barevný odstín, pevnost a přilnavost odpovídá požadavkům. Barevný odstín, který skutečně vznikne až po uschnutí a ztvrdnutí, je závislý na podmínkách tvrdnutí a zvolené metodě zpracování (například bude doplnění nebo spára vyhlazená „za čerstva“ světlejší než později vyhlazená nebo zdrsňená spára). Hluboká vada místa ve spáře se musejí před spárováním vyplnit vhodnou maltou. Spáry je třeba připravit tak, aby následně nanosená spárovací malta měla průměrnou hloubku min. 2 cm, resp. dvojnásobek šířky spáry. Po

## Údaje o výrobku:

	Jemná	Hrubá
Kontrola jakost:		Složení a kvalita (WEP)
Sypná hustota:		cca 1,0 kg/dm <sup>3</sup>
Barevný odstín:		šedoběžový
Surová hustota čerstvé malty:		cca 1,9 kg/dm <sup>3</sup>
Obsah vzduchový pórů:		≤ 10 % obj.
Zrnitost:	≤ 0,5 mm	≤ 2 mm
Pevnost	podle objektu	

mechanickém opracování je třeba připravené spáry a vadná místa důkladně zbavit prachu a volných částic.

## Zpracování:

Minimální hloubka nánosu čini u spár 2 cm, resp. dvojnásobek šířky spáry. Minimální síla vrstvy čini u doplnění čtyřnásobek průměru největšího zrna. Volné součásti je třeba odstranit a podklad je třeba navlhčit. Přídavek vody: cca 12 – 15 % hmotnosti. Spárovací a doplňovací malta Remmers Fugen und Ergänzungsmörtel RZ pečlivě promíchat do zavlhlé konzistence (doba min. 1 minuta). Nechat asi 1 minutu zrát a za dalšího míchání přidávat zbývající vodu, až se dosáhne konzistence vhodné pro zpracování. Doporučuje se při spárování postupovat pokud možno ve dvou vrstvách a spárovací maltu plynule zatlačovat, povrch vyhladit, ne však leštit ocelí. Namíchat vždy jen tolik

malty, kolik zpracujete za cca 20 minut.

Nepracovat při teplotách pod +5°C nebo nad +30°C. Neaplikovat na pražícím slunci. Čerstvé spáry a doplněná místa chránit minimálně 1 den před deštěm a mrazem (případně zakrýt fólií). Malty je třeba chránit před odtahem vlhkosti.

## Upozornění:

Pracovně technický pokyn: Platí běžná řemeslná pravidla a normy pro zacházení s cementovými, resp. vápennými materiály, zejména DIN 1053.

### Pozor!

Nepracujte na fasádách, které jsou zezadu provlhlé, abyste se vyvarovali barevných změn vyvolaných výkvětem. Jsou možné drobné barevné odchylky u různých šarží! Pro plošné aplikace používejte ve stejný den pouze stejnou šarži, jinak šarže smíchejte.

#### **Pracovní nářadí a čištění:**

Míchadlo na maltu, míchačka, lžíce a spárovačka.

Vyčistit v čerstvém stavu vodou.

#### **Balení, spotřeba, skladovatelnost:**

##### **Balení:**

kyblík **15 kg**

##### **Spotřeba:**

Cca 1,6 kg/l dutiny

##### **Skladovatelnost:**

V neotevřeném originálním obalu (v suchu a chráněné před vlhkostí) 6 měsíců

#### **Bezpečnost, Ekologie, Likvidace:**

Bližší informace o bezpečnosti při dopravě, skladování a manipulaci a také o likvidaci a ekologii najdete v aktuálním bezpečnostním listě.

Výše uvedené údaje jsme sestavili na základě podkladů našeho výrobního úseku podle nejnovějšího stavu vývoje a používané techniky. Za aplikaci a zpracování nepřebírá výrobce záruku, protože na tyto sféry nemá žádný vliv.

Údaje přesahující rámec technického listu či odlišné údaje vyžadují písemné potvrzení kmenového závodu.

V každém případě platí naše všeobecné obchodní podmínky. Vydáním těchto technických listů pozbývají všechny předešlé svou platnost.12/08



HAVEL COMPOSITES CZ s.r.o.  
Svéšedlice 67  
783 54 Práslavice  
tel.: +420 585 129 011  
fax: +420 585 129 040  
info@havel-composites.cz  
www.havel-composites.com  
IČ: 25907379  
DIČ: CZ25907379

# TECHNICKÝ LIST

## EPOXIDOVÁ PRYSKYŘICE LH 289

### Všeobecně:

Epoxidová pryskyřice LH 289 se vyznačuje extrémně nízkou viskozitou. Při vytvrzování aminy nebo polyaminy nabízí vysoce kvalitní aplikační vlastnosti jako vysoké mechanické vlastnosti, dobrou chemickou odolnost, výborné teplotní vlastnosti atd. Je vhodná jako vrchní lak na umělý kámen.

Jedná se o pryskyřici nízké viskozity na bázi bisphenolu A. Viskozita: 500-900 mPas/25 °C. Při normálních skladovacích teplotách nedochází ke zkrystalizování. Předností směsi pryskyřice a doporučeného tužidla je jeho čírost.

Zvláštní vlastnosti: Pryskyřice je i při teplotě 0 - 10°C čirá, nedochází k zakalení tak, jako u některých epoxidových pryskyřic. Pryskyřice s tužidlem vytvoří před laminací nízkoviskozní systém, který umožňuje dobré smáčení za současného vytlačení bublin z laminovaného povrchu.

Doba zpracovatelnosti /tzv. pot life/ od přibližně 15 min. do asi 5 hodin podle použitého tužidla.

Teplotní odolnost výrobku bez výrazných změn jejich parametrů:

> + 50-100 °C

Zpracování: Při teplotách mezi 10 °C až 50 °C, všechny běžné metody zpracování

Schválení: není

Použití: Glazura na kámen

## Systémy laminačních pryskyřic pro vytvrzování při pokojové teplotě

Pro vytvrzování při pokojové teplotě od 10 - 30 °C lze uplatnit různé kombinace laminační pryskyřice a tužidel. Tyto systémy byly upraveny takovým způsobem, že při pokojové teplotě zcela vytvrdnou.

Teplelné odolnosti 40 - 60 °C lze dosáhnout vytvrzováním při pokojové teplotě /tzv. pravidlo palce: vytvrzovací teplota + 30 °C = maximální tepelná odolnost/. Tepelná odolnost těchto systémů může být zvýšena na přibližně 90 °C postupným tepelným temperováním při teplotě 50 -70 °C

### Použití

Systém laminační pryskyřice LH 289 a tužidla H 289 dává hladký a lesklý povrch

Tužidlo	teplotní odolnost st.C	zpracovatelnost v min	poměr LH 289 k tužidlu
H 289	80	60	33

Lze také dobarvovat pigmentem.

### Vlastnosti pryskyřice

Skupenství	kapalina
Epoxidový hmotnostní ekvivalent (g/mol)	180 - 193
Barva (Gardner)	max. 3
Epoxidový index mol/1000 g	0,51 - 0,56
Bod vznícení (°C)	nad 150
Viskozita (mPa.s při 25°C)	500 - 900
Hustota (g/cm <sup>3</sup> )	1,12- 1,16

### Skladování

Pryskyřice mohou být skladovány po dobu nejméně 12 měsíců v pečlivě utěsněných kontejnerech. Při teplotách pod + 15 °C do 0°C pryskyřice nekystalizuje.

Vypracoval: ing. Vojtěch Grecman  
[grecman@havel-composites.cz](mailto:grecman@havel-composites.cz)

Datum 11.9.2009

Technický list  
Číslo výrobku 6400-6430

# Siliconharzfarbe LA

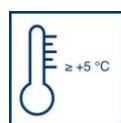
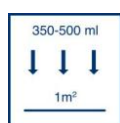
Pigmentovaná silikonová emulzní barva.  
S ochranou proti řasám a lišejníkům



Vodná báze



Pro exteriér

Teplota  
zpracováníŠtětcem /  
válečkem

Spotřeba na 1 krok

Skladujte v suchu  
/ chráňte před  
vlhkostí / uzavřete  
balení

Skladovatelnost

## Oblasti použití:

Siliconfarbe LA je na základě údajů o výrobku mimořádně vhodný pro minerální stavební materiály v kombinaci s impregnačním prostředkem Imprägniergrund pro vodu odpuzující ochranné nátěry s vysokou propustností vodní páry. Vzhledem k možnému lazurovacímu a reverzibilnímu zaměření a minerálnímu charakteru je možno použít barvu Siliconfarbe LA zejména na obtížný podklad - „přírodní kámen“ v oblasti památkové péče.

Kromě toho lze barvu Siliconfarbe LA používat pro renovační nátěry na silikátové, silikonové a matné podklady, na disperzní nátěry v otevřeném prostředí, na omítky z umělé pryskyřice a na funkční systémy tepelné izolace. Nehodí se k překrytí plastických, termoplastických a elastických nátěrových systémů. Tyto systémy je třeba předem a úplně odstranit.

## Údaje o výrobku:

Pojivo:	nízkomolekulární silikonová emulze
Pigmenty:	světlostálé oxidové, odolné proti alkáliím
Hustota:	1,45 – 1,53 g/cm <sup>3</sup> dle odstínu
Viskozita:	pro nátěr štětcem i válečkem
Ředidlo:	voda
Hodnota pH:	8-9

## Údaje o výrobku po aplikaci nátěru:

Propustnost vodní páry podle DIN EN ISO 7783-2:	sd ≤ 0,05m;
Koeficient nasákavosti podle DIN EN ISO 1062-3	w < 0,1 kg/m <sup>2</sup> · h <sup>0,5</sup>
Stupeň lesku:	matný, minerální charakter
Struktura povrchu:	hladká
Přilnavost:	
- na neošetřených podkladech:	> 0,6 N/mm <sup>2</sup>
- na zvětralých podkladech:	> 0,4 N/mm <sup>2</sup>
Odolnost vůči povětrnostním vlivům:	velmi dobrá
Odstíny:	bílá nebo podle kolekce barev Funcosil a další odstíny na objednávku



### Vlastnosti výrobku:

Siliconfarbe LA, vzhledem ke svému mikroporéznímu charakteru a minerální podobě, se kromě svého použití v oblasti stavebnictví a průmyslu stále silněji uplatňuje při barevných ochranných nátěrech památkově chráněných objektů, má mimo jiné tyto vlastnosti:

- Vysoká propustnost vodní páry a oxidu uhličitého
- pozitivní vliv na hospodaření teplem u budov podle DIN 4108
- nezpomaluje karbonatizační reakci
- bez ztráty pevnosti při rychlém schnutí, zejména u omítek podle DIN 18 550, P I a P II
- Vysoká odolnost vůči tekoucí vodě (prudký déšť a odstříkující voda)
- bez ztmavnutí vlivem vlhkosti
- bez promáčení při extrémních povětrnostních podmínkách
- bez bobtnání

Stavební materiály, chráněné barvou Siliconfarbe LA, váží na sebe jen velmi malá množství vody a mohou se jich v suchých obdobích znovu snadno zbavovat. Tím zůstává stavební materiál v obdobích povětrnostních srážek suchý a nedochází ke škodám následkem vlhkosti.

### Nepatrný sklon k znečištění

- barva není termoplastická
- má malé pnutí
- při dešti se projevuje samočisticí efekt



### Snadné zpracování

- slabě alkalický systém
- nevytvářejí se skvrny a usazeniny
- dobrá přetíratelnost
- nereaguje se železem a manganovými minerály

### Neomezená variabilita v barevných odstínech

- široká paleta kolekce barev od pastelových až po syté tóny
- matový vzhled, nezávislý na podkladu
- minerálům podobný charakter
- možnost lazurních nátěrů přírodního kamene

### Vysoká odolnost vůči povětrnostním vlivům

- odolná vůči UV záření
- rezistentní vůči průmyslovým odpadním plynům a mikroorganizmům
- vysoká přilnavost na všechny minerální podklady
- aplikovatelná na dobře větrané nosné nátěry v otevřeném prostředí

### Neškodící životnímu prostředí

- ředitelná vodou
- neleptavá

### Podklad:

Podklad musí být suchý, čistý, nosný, bez volných částic, zbytků prachu, bednění, oleje a tuku. Nátěry a povlak, které pevně nepřiléhají, pečlivě odstranit. Zvětralé nátěry očistit vysokotlakým čištěním.

### Zpracování:

#### Základní nátěr - penetrace

- a) Nosné, neošetřené minerální podklady a zvětralé nátěry silikátovou barvou a se musí ošetřit impregnačním prostředkem Imprägniergrund. Spotřeba materiálu: 0,2 – 0,4 l/m<sup>2</sup> dle savosti podkladu.
- b) Zvětralé, pískovité, neošetřené minerální podklady se ošetří přípravkem Grundierung SV nebo Funcosil Hydro-Tiefengrund. Spotřeba materiálu: 0,3 l/m<sup>2</sup> a více, dle vlastností podkladu s příp. vícenásobnou aplikací.
- c) Zvětralé, matné disperzní a silikonové barvy, dále omítky z umělých pryskyřic a systémy tepelné izolace podle DIN 4102 „B 1“ se v případě potřeby mohou ošetřit pouze přípravkem Grundierung SV nebo Funcosil Hydro-Tiefengrund.

#### Tmelení:

Pokud je třeba vyrovnat nerovnosti, provede se tmelení přípravkem Funcosil Silicon-Spachtel na plochách připravovaného základu.

#### a) Sjednocení struktury

Je-li nutné vyrovnání struktury podkladu, doporučuje se použít přípravku Funcosil Silicon-Streichputz. Spotřeba materiálu: cca 0,3-0,5 kg/m<sup>2</sup>.

#### b) Nátěrová mezivrstva

U rovnoměrně strukturovaných podkladů je třeba provést tzv. mezinátěr přípravkem Siliconfarbe LA

#### c) Krycí nátěr

Na bílý nebo barevný mezinátěr se aplikuje krycí nátěr barvou Siliconfarbe LA

Mezi jednotlivými pracovními kroky je třeba dodržet dle povětrnostních podmínek min. 6 hodin.

Chránit před přímým slunečním světlem dle předpisů. Nezpracovávat při teplotách pod +5°C.

Hodnoty spotřeby jsou variabilní dle nasákavosti podkladu a jeho struktury. Přesná spotřeba se musí stanovit dle zkušební plochy. Dodržujte ustanovení VOB, částka C, odst. 3.1.3. Větší sousedící plochy provádějte v jednom kroku aby se zamezilo napojením.

### Lazurní technika:

Pro barevné sjednocení resp. připodobnění přírodního kamene, cihly atd. při restaurování Funcosil Restauriermörtel.

#### Poměr míchání :

1 díl Funcosil LA Silikonfarbe krycí s 2-4 díly FUNCOSIL WS (výrobek č. 0614) nebo pojiva Funcosil LA farblos (výr.č. 6410) dle stupně lazurnosti a zadání. Při celoplošném lazurování částí budov by měla být fasáda opatřena Funcosil Historic Lasur nebo Funcosil Historic Schlämm lasur.

### Pracovní nářadí a čištění:

Plochá štětka, stropní kartáč, štětec a váleček z jehněčiny.

**Čištění:** V čerstvém stavu vodou.

### Balení, spotřeba, skladovatelnost:

#### Balení:

plastová vědra 5 l a 15 l

#### Spotřeba:

Mezinátěr : cca 0,25 l/m<sup>2</sup>  
Konečný nátěr : cca 0,20 l/m<sup>2</sup>

#### Skladovatelnost:

V originálním balení za chladu avšak bez mrazu max. 12 měsíců.

### Bezpečnost, Ekologie, Likvidace:

Bližší informace o bezpečnosti při dopravě, skladování a manipulaci a také o likvidaci a ekologii najdete v aktuální bezpečnostním listě.

Výše uvedené údaje jsme sestavili na základě podkladů našeho výrobního úseku podle nejnovějšího stavu vývoje a používané techniky. Za aplikaci a zpracování nepřebírá výrobce záruku, protože na tyto sféry nemá žádný vliv.

Údaje přesahující rámec technického listu či odlišné údaje vyžadují písemné potvrzení kmenového závodu.

V každém případě platí naše všeobecné obchodní podmínky. Vydáním těchto technických listů pozbývají všechny předešlé svou platnost. PŠ02/13



Technický list  
Číslo výrobku 0614

# Funcosil WS

Vodný hydrofobizátor na silan – siloxanové bázi.

## Oblasti použití:

Funcosil WS se používá jako impregnační prostředek pro porézní podklady minerálních hmot, jako je vápenopísková cihla, přírodní kámen, přírodní kámen, pohledové zdivo z cihel, minerální omítky, pórobeton a lehčený beton. Pro dodatečné ošetření minerálních nátěrů.

## Vlastnosti výrobku:

- Jednosložková ekologická vodná impregnace
- vynikající vodoodpudivost
- výrazná penetrace i u vlhkých podkladů
- stabilita vůči alkáliím
- po zaschnutí bezbarvá
- prakticky neznatelný zápach
- bez emisí škodlivin
- vyšší bezpečnost práce

## Příprava podkladu:

Před aplikací hydrofobizátoru musí být podklad vyčištěn vhodným postupem, zbaven ušpinění, povlaků a krust, výkvětů solí, zelených řas, lišejníků a mechů. Tímto postupem se otevřou kapiláry povrchu, aby mohly přijmout hydrofobizátor. Zbytek po čištění, například tenzidy, se musí zcela odstranit, protože by snižovaly účinek Funcosilu WS.

## Přílehlé plochy:

Části fasád, které by neměly přijít do kontaktu s impregnační látkou, jako např. okna, lakované plochy nebo plochy které se mají lakovat a sklo,

## Údaje o výrobku:

### Údaje o výrobku ve stavu dodání:

Účinná látka	alkylakoxysilan
Obsah účinné látky:	cca 10 % hm.
Medium:	voda
Hustota:	1,0 g/cm <sup>3</sup>
pH:	neutrální
Vzhled:	mléčný

### Údaje po aplikaci a vytvoření účinné látky:

Obsah polysiloxsanu:	cca 10% (hm.)
Hydrofobita:	velice dobrá
Stabilita proti UV záření:	velmi dobrá
Odolnost proti povětrnostním vlivům	velmi dobrá
Dlouhodobá hydrofobita:	nad 15 let
Odolnost proti alkáliím:	dobrá
Nelepivé zaschnutí:	zaručeno
Náchylnost ke znečištění:	velice nízká

musí být tak jako rostliny zakryty stavební fólií (polyetylenová fólie). Části citlivé k rozpouštědlům (asfalt a polystyren) nejsou ohroženy.

## Zpracování:

Funcosil WS se nanáší metodou polévání s takovým nasycením, aby po povrchu stavebního materiálu stékal 30 – 50 cm dlouhý film kapaliny. Přitom se stříkací tryska vede vodorovně podél fasády, bez odstupu. Po vsáknutí impregnačního prostředku se postup několikrát opakuje. Aplikaci Funcosil WS je možno provádět jen mokré do mokrého. Aby se zabránilo vzniku neošetřených míst na ošetřované ploše, měly by být vymezené úseky

impregnovány najednou bez přerušení.

V případě menších, komplikovaných ploch, které nedovolují nanášení stříkáním, je možno pracovat rovněž se štětcem a válečkem. Příliš malému množství nanášené hmoty je možno zabránit pouze tehdy, když budete pracovat vždy s dobře napuštěnými pracovními nástroji.

Čerstvě impregnovaná plocha musí být minimálně 5 hod. chráněna proti náhlým lijákům. Silný vítr a sluneční záření mohou urychlit odpařování nosného materiálu rovněž v neprospěch hloubky proniknutí. Funcosil WS lze nanášet i na slabě zavhlhlé podklady.

### Teplota zpracování:

Hydrofobní impregnaci je možno provést v rozmezí teplot +10°C až +25°C. Příliš silnému zahřátí ošetřovaných ploch slunečním zářením je možno zabránit slunečními plachtami. Při teplotách pod 10°C může dojít ke zpomalení odpařování vody. Plný vodoodpudivý účinek se projeví po 1 až 2 týdnech.

### Upozornění

Voda v prostředí může aktivovat vodorozpustné soli v podkladu a vynést je na povrch jako výkvěty. U některých hornin může Funcosil WS způsobit lehké zvýraznění barevného tónu (ztmavnutí). Doporučujeme provést předem průzkum podkladu a zhotovit zkušební plochy.

### Ověření účinku:

Účinek se zjistí měřením nasákavosti např. Karstenovými trubičkami (č.výr. 4228), případně Prüfplatte (výr.č. 0732). Tato nedestruktivní metoda stanovení nasákavosti umožňuje okamžité vyhodnocení na staveništi. Měření se provádí po 4 týdnech od provedení hydrofobizace.

### Pracovní nářadí a čištění:

Jako pracovní nástroje se hodí všechna nízkotlaká, dopravní a stříkací zařízení, čerpadla kapalin a obzvláště Funcosil stříkací zařízení MV2. Pracovní nástroje musí být čisté a suché. Po použití a před delšími pracovními přestávkami je nutno je důkladně vyčistit ředidlem V 101.

### Balení, spotřeba, skladovatelnost:

#### Balení:

plechová nádoba o obsahu 5 l, 30 l

#### Spotřeba:

Hladké vápenopískové cihly:  
min. 0,5 l/m<sup>2</sup>  
Lomově hrubé vápenopískové cihly:  
min. 0,7 l/m<sup>2</sup>  
Jemně pórovité líčové cihelné zdivo:  
min. 0,8 l/m<sup>2</sup>

Cihla hrubě porézní min. 1,5 l/m<sup>2</sup>  
Lehčený beton: min. 1,0 l/m<sup>2</sup>  
Přírodní kámen jemně porézní:  
min. 0,8 l/m<sup>2</sup>  
Přírodní kámen hrubě porézní:  
min. 1,5 l/m<sup>2</sup>

Přesnou spotřebu impregnačního prostředku zjistíte pomocí dostatečně velké zkušební plochy (1 - 2 m<sup>2</sup>). Na této ploše je třeba také ověřit účinnost impregnace.

#### Skladovatelnost:

V uzavřených originálních nádobách minimálně 12 měsíců.

### Bezpečnost, Ekologie, Likvidace:

Bližší informace o bezpečnosti při dopravě, skladování a manipulaci a také o likvidaci a ekologii najdete v aktuálním bezpečnostním listě. Ochranné pomůcky jsou doporučeny.

Výše uvedené údaje jsme sestavili na základě podkladů našeho výrobního úseku podle nejnovějšího stavu vývoje a používané techniky. Za aplikaci a zpracování nepřebírá výrobce záruku, protože na tyto sféry nemá žádný vliv.

Údaje přesahující rámec technického listu či odlišné údaje vyžadují písemné potvrzení kmenového závodu.

V každém případě platí naše všeobecné obchodní podmínky. Vydáním těchto technických listů nozrhvvaíi všechny přeđešíšá svou platnost PS11/09

Technický list  
Číslo výrobku 0642

# Imprägniergrund

Nízkomolekulární alkylalkoxysiloxan.

## Oblasti použití:

Jako impregnační základ pro pevné minerální podklady. Nelze použít jako základový prostředek na staré vrstvy na bázi umělých pryskyřic nebo na disperzní bázi (bobtnání, tvorba puchýřů) a na vrstvené tepelně-izolační systémy. Není mísitelný s vodou.

## Vlastnosti výrobku:

Reaktivní oligomerní roztok siloxanů pro vodoodpudivou impregnaci minerálních stavebních materiálů pod silikonovou barvu Siliconharzfarbe LA, nátěr na beton Betonacryl a jiné nátěrové systémy pojené umělými pryskyřicemi.

Imprägniergrund se vyznačuje vysokou stabilitou vůči alkáliím - podklad může vykazovat hodnotu pH až 14, aniž by to negativně ovlivňovalo účinek impregnačního základu.

Díky malým molekulám má Imprägniergrund velmi dobrou penetrační schopnost. Navíc penetrace chrání barevný nátěr před pronikáním vlhkosti (a v ní rozpuštěných škodlivých látek) zezadu. Prostředek zlepšuje přílnavost nátěrového souvrství k podkladu a snižuje pronikání nečistot, zejména do vlasových trhlin.

Nedochází k provlhání, protože při delším střídání deště a odpařování je množství odpařené vlhkosti vyšší než pohlcené. Účinná látka se po nátěru ukládá na stěnách kapilár a pórů jako makromolekulární vrstva, aniž by znatelně ovlivnila odpor ošetřeného stavebního materiálu proti difúzi vodní páry.

## Údaje o výrobku:

Obsah siloxanů: Medium:	cca. 3,5 % hm. alkohol - bezvodý (nelze mísit s vodou)
Hustota:	cca. 0,8 g/cm <sup>3</sup>
Bod vzplanutí:	cca. 22 °C
Vzhled:	bezbarvá kapalina

## Údaje po vytvoření účinné látky:

Obsah polysiloxanů:	cca. 2,7 %
Absorpce vody:	velmi nízká
Stabilita při UV záření:	velmi dobrá
Odolnost vůči povětrnostním vlivům:	velmi dobrá
Dlouhodobý vodoodpudivý účinek:	velmi dobrý
Odolnost vůči alkáliím:	do pH 14
Nelepivost po zaschnutí:	ano
Špinivost:	velmi nízká
Toxicita:	po reakci fyziologicky nezávadný

## Příprava podkladu:

Podklad musí být minerální, suchý, pevný, bez nečistot, řas, mechů, lišejníků, bez trhlin (> 0,2 mm) a látek se separačním účinkem.

## Zpracování:

Štětcem, malířskou štětkou, válečkem nebo poléváním pomocí nízkotlakých stříkacích zařízení.

Teplota natíraného podkladu a jeho okolí musí mít nejméně +5°C a nejvíce +30°C.

## Pracovní nářadí a čištění:

Ploché štětce, malířské štětky, štětce, válečky, nízkotlaká stříkací zařízení,

mechanická čerpadla. Čištění nářadí ředidlem V 101.

## Balení, spotřeba, skladovatelnost:

### Balení:

Bílý plechovky 5, 30 a 200 l

### Spotřeba:

0,2 - 0,4 l/m<sup>2</sup> v závislosti na savosti podkladu.

### Skladovatelnost:

v uzavřených originálních nádobách, při skladování v chladu 2 roky.

## Bezpečnost, Ekologie, Likvidace:

Bližší informace o bezpečnosti při dopravě, skladování a manipulaci a také o likvidaci a ekologii najdete v aktuální bezpečnostní kartě.

Výše uvedené údaje jsme sestavili na základě podkladů našeho výrobního úseku podle nejnovějšího stavu vývoje a používané techniky. Za aplikaci a zpracování nepřebírá výrobce záruku, protože na tyto sféry nemá žádný vliv.

Údaje přesahující rámec technického listu či odlišné údaje vyžadují písemné potvrzení kmenového závodu.

V každém případě platí naše všeobecné obchodní podmínky. Vydáním těchto technických listů pozbývají všechny předešlé svou platnost.PS01/08



**Produkt:** Historisch nachgestellter Ersatzmörtel auf Basis NHL15 und Natursand 0-4 mm mit Abbinde-Verzögerer.  
Mineralischer Baustoff gemäss Anhang A des ökologischen Massnahmenkataloges der WBF. Frei von Portlandzement und organischen Zusätzen.  
"BELIT" ist die mineralogische Bezeichnung des Kalzium-Disilikats, der primären Bindemittelphase aller Hydraulkalke sowie der RÖFIX BELIT-Produkte. Das bei 1100°C in Schachtofen gebrannte Bindemittel der RÖFIX BELIT-Produkte entspricht dem historisch bekannten "Romancement" bzw. "Romankalk", welcher um 1900 in weiten Teilen Europas und der USA - vor der Verdrängung durch Portlandzement - für vielseitige Arbeiten an Fassaden, Statuen und Denkmälern eingesetzt wurde.

**Verwendung:** Ersatzmörtel für historische Romancement- bzw. Romankalkflächen. RÖFIX BELIT Gussmörtel ist eine Gussmasse in z.Bsp. Silikonformen oder zweiteiligen Formen. Für dünnsschichtige Oberflächen-Überarbeitungen wird RÖFIX BELIT Feinschlämme verwendet.

**Eigenschaften:**

- schnell abbindend
- hohe mineralische Haftung
- hohe Witterungsbeständigkeit
- schwindarm
- Hohe Beständigkeit gegen Sulfat- und Chlorid-Salze im abgeordneten Zustand
- hoch kapillaraktiv
- frostbeständig
- frei von Portlandzement

**Untergrund:** Gussform-Kontaktflächen sind sauber gereinigt mit geeignetem Trennmittel (z.Bsp. ca. 10%ig verdünntes Haushalt-Spülmittel) einzustreichen. Dabei ist Pfützenbildung zu vermeiden, da diese im Gussteil als Luftporen zurückbleiben. Gussteile werden mit mechanischen Ankern am Untergrund befestigt und mit RÖFIX BELIT Feinschlämme (herkömmliche Varianten: RÖFIX W50 Baukleber, RÖFIX Optiflex Dichtspachtelmasse 2K) an den tragfähigen, aufgerauten Untergrund angemörtelt.

**Verarbeitung:** Ein Sack RÖFIX BELIT Gussmörtel ist mit 7,5 Liter sauberem Wasser (bzw. 1kg RÖFIX BELIT Gussmörtel mit 0,25 Liter sauberem Wasser) ca.1 Minute intensiv und homogen zu mischen. Der Gussmörtel sollte möglichst weich-plastisch, keinesfalls flüssig sein. Das angemischte Material muss innerhalb 15 Minuten verarbeitet (gegossen) werden. Der ruhende Mörtel kann nachdicken, innerhalb 15 Minuten kann das Material aufgerührt werden, später keinesfalls. Die Zeitangaben beziehen sich immer auf die Klimabedingungen von ca.20°C und ca.60% rel. Luftfeuchte. Gussformen sollten nach Einbringung des Gussmörtels mehrmals auf ebene Unterlage aufgeschlagen werden, um so eine gleichmässige und vollständige Verteilung des Materials und Entweichung der Luft in der Form zu gewährleisten. Je nach Dimension des Gusskörpers ist eine Entnahme aus der Gussform nach zwei bis 12 Stunden möglich. Angemischte Gussmasse muss stets verbraucht werden, keinesfalls angemischtes Restmaterial mit frischer Ware anrühren. RÖFIX BELIT Gussmörtel kann frisch-in-frisch mit RÖFIX Kalkfarben (z.Bsp. RÖFIX Sesco Kalkfarbe) beschichtet werden. Während der Grundanstrich innerhalb 48 Stunden zu erfolgen hat, kann der Deckanstrich mit RÖFIX Kalkfarben nach weitestgehender Abtrocknung ausgeführt werden. Bei andersartigen Farbbeschichtungen muss der Grundanstrich nach weitestgehender Abtrocknung (gleichmässige Gelbfärbung an der Oberfläche) ausgeführt werden. Der Deckanstrich darf erst nach vollständiger Trocknung des Gussteiles ausgeführt werden, andernfalls können Verfärbungen nicht ausgeschlossen werden. Freistehende, frei bewitterte Skulpturen, Statuen etc. dürfen erst nach vollständiger Trocknung strenger Witterung und Frost ausgesetzt werden.

<b>Österreich:</b>	Röfix AG Baustoffwerk Badstraße 23 A-6832 Röthis +43/5522/41646-0 +43/5522/41646-104 order.roethis@roefix.com	Röfix AG Baustoffwerk Salzstraße 12 A-6170 Zirl +43/5238/510 +43/5238/510-18 order.zirl@roefix.com	Röfix AG Baustoffwerk Rennsteinerstraße 240 A-9500 Villach +43/4242/29472 +43/4242/29472-30 order.villach@roefix.com	Röfix AG Baustoffwerk Gewerbepark 10 A-8401 Kalsdorf/Graz +43/3135/56160 +43/3135/56160-8 order.kalsdorf@roefix.com	Röfix AG Baustoffwerk Getzersdorf 18 A-3143 Pyhra/St. Pölten +43/2745/2005-0 +43/2745/2005-28 order.pyhra@roefix.com
--------------------	--	---	---	--	---

<b>Schweiz:</b>	Röfix AG Baustoffwerk Heberrietstrasse CH-9466 Sennwald +41/81/7581122 +41/81/7581199 order.sennwald@roefix.com	Röfix AG Baustoffwerk Moosmattstrasse 30 CH-8953 Dietikon +41/1/7434040 +41/1/74340-46 order.dietikon@roefix.com	Röfix AG Baustoffwerk Lebernstrasse 2 CH-2540 Grenchen +41/32/6528352 +41/32/852823-55 order.grenchen@roefix.com	<b>Deutschland:</b>	Röfix GmbH Berger Weg 1 D-72119 Ammerbuch-Altingen +49/7032/973-0 +49/7032/973-199 order.ammerbuch@roefix.com
-----------------	--	---	---	---------------------	--

**Besondere Hinweise:** Nicht bei Temperaturen unter + 5° C verarbeiten. Verarbeitung unter 20°C oder Wasserüberschuss kann zu erheblichen Abbindeverzögerungen und damit zu Festigkeitsveränderungen führen. Während der Verarbeitung und der Erhärtungszeit des Materials, mind. aber während 7 Tagen, vor Frosteinwirkung schützen. Frischmörtel innerhalb 15 Minuten verarbeiten. Zur Einfärbung der Masse sind bauseits nur kalkechte Pigmente bis max. 4 Masse% möglich, wodurch die Endfestigkeit des Gussmörtels etwas verringert wird. Nicht mit anderen Materialien vermischen. Durch freie Eisen-II-Ionen wird die Oberfläche mit fortschreitender Trocknung stellenweise wolkig und gelblich verfärbt, auch wenn der Mörtel bauseits nachgefärbt wird. Diese Verfärbung charakterisiert Romacemente und sind daher oft erwünscht. Restmaterial immer in verschlossenen Behältern aufbewahren. Material in offenen Gebinden verändert sich binnen kurzer Zeit im Abbindeverhalten. Die angegebenen Verbrauchswerte sind Richtwerte, welche durch Verarbeitungstechnik und Untergrundbeschaffenheit beeinflusst werden. Mit diesem technischen Merkblatt werden alle früher herausgegebenen Auflagen ungültig. Den aktuellen Stand unserer techn. Merkblätter finden Sie im Internet unter [www.roefix.com](http://www.roefix.com) bzw. können in der nationalen Geschäftszentrale angefordert werden. Detaillierte Sicherheitshinweise erhalten Sie auch aus unseren separaten Sicherheitsdatenblättern. Wir empfehlen die anerkannten nationalen Verarbeitungsrichtlinien und Merkblätter der ÖAP, des SMGV bzw. der deutschen Stuckateur-Fachverbände zu beachten. Die Angaben dieses technischen Merkblattes entsprechen dem jetzigen Stand unserer Erfahrungen. Eine Verbindlichkeit kann daraus nicht abgeleitet werden. RÖFIX-Produkte unterliegen, wie alle enthaltenen Rohstoffe, einer kontinuierlichen Überwachung, wodurch eine gleichbleibende Qualität gewährleistet ist. Unser technischer Beratungsdienst steht Ihnen für Fragen bezüglich Verwendung und Verarbeitung sowie Vorführung unserer Produkte zur Verfügung.

**Lieferung, Lagerung:** In feuchtigkeitsgeschützten Papiersäcken zu 30 kg. Frostfrei, trocken, möglichst auf Holzrosten lagern. Lagerzeit mind. 6 Monate.

<b>Technische Daten:</b>	<b>Liter-Ergiebigkeit:</b>	ca. 18,45 ltr. NM/Sack	ca. 615 ml/kg
	<b>Druckfestigkeit:</b>	3d: > 7,0 N/mm <sup>2</sup>	28d: > 10,0 N/mm <sup>2</sup>
	<b>Biegezugfestigkeit:</b>	3d: > 1,0 N/mm <sup>2</sup>	28d: > 2,5 N/mm <sup>2</sup>
	<b>E-Modul (dyn.):</b>	ca. 8.850 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>Dampfdiffusionswiderstandszahl μ:</b>	ca. 15	
	<b>Frischmörtel-Rohdichte:</b>	ca. 1.860 kg/m <sup>3</sup>	
	<b>pH-Wert:</b>	ca. 12,6	
	<b>Kapillare Wasseraufnahme:</b>	> 2,0 kg/m <sup>2</sup> nach 24h	
	<b>Schütt-Dichte:</b>	ca. 1.020 kg/m <sup>3</sup>	
	<b>Trocken-Rohdichte:</b>	ca. 1.800 kg/m <sup>3</sup>	
	<b>Farbe:</b>	gelblich	

<b>Österreich:</b>	Röfix AG Baustoffwerk Badstraße 23 A-6832 Röthis +43/5522/41646-0 +43/5522/41646-104 order.roethis@roefix.com	Röfix AG Baustoffwerk Salzstraße 12 A-6170 Zirl +43/5238/510 +43/5238/510-18 order.zirl@roefix.com	Röfix AG Baustoffwerk Rennsteinerstraße 240 A-9500 Villach +43/4242/29472 +43/4242/29472-30 order.villach@roefix.com	Röfix AG Baustoffwerk Gewerbepark 10 A-8401 Kalsdorf/Graz +43/3135/56160 +43/3135/56160-8 order.kalsdorf@roefix.com	Röfix AG Baustoffwerk Getzersdorf 18 A-3143 Pyhra/St. Pölten +43/2745/2005-0 +43/2745/2005-28 order.pyhra@roefix.com
--------------------	--	---	---	--	---

<b>Schweiz:</b>	Röfix AG Baustoffwerk Heberrietstrasse CH-9466 Sennwald +41/81/7581122 +41/81/7581199 order.sennwald@roefix.com	Röfix AG Baustoffwerk Moosmattstrasse 30 CH-8953 Dietikon +41/1/7434040 +41/1/74340-46 order.dietikon@roefix.com	Röfix AG Baustoffwerk Lebernstrasse 2 CH-2540 Grenchen +41/32/6528352 +41/32/852823-55 order.grenchen@roefix.com	<b>Deutschland:</b>	Röfix GmbH Berger Weg 1 D-72119 Ammerbuch-Altingen +49/7032/973-0 +49/7032/973-199 order.ammerbuch@roefix.com
-----------------	--	---	---	---------------------	--



# RÖFIX Belit

## Feinschlämme



### Anwendungsbereiche:

Ersatzmörtel für historische Romankalke in der Denkmalpflege und im Neubau. Als Feinschlämme, Steinersatzmasse und Gussmasse in der Denkmalpflege. Zur partiellen oder flächigen, aber immer dünn-schichtigen Überarbeitung von RÖFIX BELIT Gussmörtel. Feinzugmasse für Fassadenprofile. Gussmasse für z.Bsp. Silikonformen oder zweiteilige Formen. Feinzugmasse bei der Errichtung von Fassadenprofilen. Für grosse Gussformen wird RÖFIX BELIT Gussmörtel verwendet.

"BELIT" ist die mineralogische Bezeichnung des Kalzium-Disilikats, der primären Bindemittelphase aller Hydraulikalke sowie der RÖFIX BELIT Produkte. Das bei 1100°C in Schächtofen gebrannte Bindemittel entspricht dem historisch bekannten "Romancement" bzw. "Romankalk", welcher um 1900 in weiten Teilen Europas und der USA - vor der Verdrängung durch die Erfindung des Portlandzementes - für vielseitige Arbeiten an Fassaden, Statuen und Denkmälern eingesetzt wurde.

### Materialbasis:

- Romancement
- Natürlicher hydraulischer Kalk - NHL laut EN 459-1
- Frei von Portlandzement
- Rundkörniger Kalkfeinsand
- Abbindeverzögerer
- Frei von organischen Anteilen
- Frei von Kunststoffdispersion

### Eigenschaften:

- Schnell abbindend
- Starke mechanische Verkrallung
- Schwindarm
- Hohe Beständigkeit gegen Sulfat- und Chloridsalze im abgebundenen Zustand
- Hohe Kapillaraktivität
- Frostbeständig
- Hohe Witterungsbeständigkeit

### Verarbeitung:



### Verarbeitungsbedingungen:

Während der Verarbeitungs- und Trocknungsphase darf die Umgebungs- bzw. Untergrundtemperatur nicht unter +5° C sinken.  
Während der Verarbeitung und der Erhärtung des Materials, mindestens aber während sieben Tagen, vor Frost schützen.  
Verarbeitung unter 20°C oder Wasserüberschuss kann zu erheblichen Abbindeverzögerungen und damit zu Festigkeitsveränderungen führen.

### Untergrund:

Untergrund muss tragfähig, sauber und frei von Schmutz sowie mattfeucht sein.  
RÖFIX BELIT Feinschlämme kann zur Überschlammung von frisch ausgeschalteten Formen oder nach guter Anfeuchtung auf abgegebene Elemente und Skulpturen verwendet werden. Gussform-Kontaktflächen sind sauber gereinigt mit geeignetem Trennmittel (z.B. ca. 10%ig verdünntes Haushalt-Spülmittel) einzustreichen. Dabei ist Pfützenbildung zu vermeiden, da diese im Gussteil als Luftporen zurückbleiben. Gussteile werden mit mechanischen Ankern am Untergrund befestigt und mit RÖFIX BELIT Feinschlämme, an den tragfähigen, aufgerauten Untergrund angemörtelt.

### Zubereitung:

Ein Gebinde mit sauberem Wasser lt. Wasserbedarfsmenge ca. eine Minute intensiv und homogen zu einer weich-plastischen, keinesfalls flüssigen Masse anmischen.  
Der ruhende Mörtel kann nachdicken, innerhalb der Verarbeitungszeit von 15 Minuten kann das Material nachgerührt werden (Angabe bei ca. 20°C und 60% rel. Luftfeuchte).  
Angemischtes Material muss stets verbraucht werden, keinesfalls Restmaterial mit frischer Ware anrühren. Material in offenen Gebinden verändert sich binnen kurzer Zeit im Abbindeverhalten.

### Verarbeitung:

RÖFIX BELIT Feinschlämme ist primär zur partiellen oder flächigen, aber immer dünn-schichtigen Überarbeitung von RÖFIX BELIT Gussmörtel oder ähnlichen Flächen konzipiert.  
RÖFIX BELIT Feinschlämme kann auch als Gussmasse in z.B. Silikonformen, zweiteiligen Formen oder als Feinzugmasse bei der Errichtung von Fassadenprofilen verwendet werden. Für grosse Gussteile empfehlen wir RÖFIX BELIT Gussmörtel.  
RÖFIX BELIT kann frisch-in-frisch mit Kalkfarben (z.B. RÖFIX PE 819 SESCO Kalkfarbe) beschichtet werden. Während der Grundanstrich innerhalb von 48 Stunden zu erfolgen hat, kann der Deckanstrich mit Kalkfarben nach weitestgehender Abtrocknung ausgeführt werden. Bei andersartigen Farbbeschichtungen muss der Grundanstrich nach weitestgehender Abtrocknung (gleichmässige Gelbfärbung der Oberfläche) ausgeführt werden. Der Deckanstrich darf erst nach vollständiger Trocknung des Gussteiles ausgeführt werden, andernfalls können Verfärbungen nicht ausgeschlossen werden.  
Bei einer bauseitigen gewünschten Einfärbung des Produktes sind nur kalkechte Pigmente bis max. 4 Masse% einsetzbar, wodurch die Endfestigkeit des Gussmörtels etwas verringert wird. Durch freie Eisen-II-Ionen wird die Oberfläche mit fortschreitender Trocknung stellenweise wolzig und gelblich verfärbt,



# RÖFIX Belit

## Feinschlämme



auch wenn der Mörtel bauseits nachgefärbt wird. Diese typischen Verfärbungen charakterisieren Roman-cement und sind daher meist erwünscht bzw. sind sie dem Produkt eigen.

RÖFIX BELIT Feinschlämme kann auf frischem oder mattfeuchtem RÖFIX BELIT Gussmörtel mit einem Naturhaarpinsel aufgeschlämmt werden. Zu rasche Austrocknung (durch Sonne, Wind, etc.) innerhalb der Trocknungsphase ist zu verhindern.

RÖFIX BELIT Feinschlämme kann ebenso als Feinzugmörtel für Fassadenprofile eingesetzt werden. Gussteile werden mit mechanischen Ankern am Untergrund befestigt und mit RÖFIX BELIT Feinschlämme (herkömmliche Varianten: RÖFIX W50 Baukleber, RÖFIX Optiflex Dichtspachtelmasse 2K) an den tragfähigen, aufgerauten Untergrund angemörtelt.

**Gefahrenhinweise:** Enthält Kalkhydrat. Xi reizend. Haut und Augen schützen.

**Verpackungshinweise:** In feuchtigkeitsgeschützten Papiersäcken.

**Lagerung:** Trocken, auf Holzrosten lagern.  
Mindestens 6 Monate lagerfähig.

### Technische Daten:

Art. Nr.	<b>123168</b>
Verpackungsart	
Menge pro Einheit	20 kg/EH
Farbe	gelblich
Körnung	0-0,4 mm
Literergiebigkeit	ca. 13,6 ltr./EH
Verbrauchshinweis	Verbrauchswerte sind Richtwerte und hängen stark von Untergrund und Verarbeitungstechnik ab. Bei erstmaliger Verarbeitung und bei Grossflächen Musterflächen anlegen.
Wasserbedarfsmenge	ca. 10,5 ltr./EH
Trockenrohdichte (EN 1015-10)	ca. 1.700 kg/m <sup>3</sup>
Frischmörtelrohdichte (EN 1015-6)	ca. 1.860 kg/m <sup>3</sup>
Schüttdichte (EN 1097-3)	ca. 980 kg/m <sup>3</sup>
Wasserdampfdiffusion $\mu$ (EN 1015-19)	ca. 15
pH-Wert	ca. 12,6
Spez. Wärmekapazität	ca. 1 kJ/kg K
Druckfestigkeit (3 Tage)	> 7 N/mm <sup>2</sup>
Druckfestigkeit (28 Tage) (EN 1015-11)	ca. 15 N/mm <sup>2</sup>
Biegezugfestigkeit (28 Tage) (EN 1015-10)	> 3,5 N/mm <sup>2</sup>
Biegezugfestigkeit (3 Tage) (EN 1015-10)	> 1 N/mm <sup>2</sup>
E-Modul	ca. 8.100 N/mm <sup>2</sup>
Wasseraufnahme (EN 1015-18)	> 2 kg/m <sup>2</sup> 24h
Brandverhalten (EN 13501-1)	A1
MG (EN 998-1)	GP CS IV W0



# RÖFIX Belit

## Feinschlämme

---

**Allgemeine Hinweise:**

Mit diesem Merkblatt werden alle früheren Ausgaben ungültig. Die Angaben dieses technischen Merkblattes entsprechen unseren derzeitigen Kenntnissen und praktischen Anwendungserfahrungen. Die Angaben wurden sorgfältig und gewissenhaft erstellt, allerdings ohne Gewähr für Richtigkeit und Vollständigkeit und ohne Haftung für die weiteren Entscheidungen des Benutzers. Die Angaben für sich alleine begründen kein Rechtsverhältnis oder sonstige Nebenverpflichtungen. Sie befreien den Kunden grundsätzlich nicht, das Produkt auf seine Eignung für den vorgesehenen Verwendungszweck eigenständig zu prüfen. Unsere Produkte unterliegen, wie alle enthaltenen Rohstoffe, einer kontinuierlichen Überwachung, wodurch eine gleichbleibende Qualität gewährleistet ist. Unser technischer Beratungsdienst steht Ihnen für Fragen bezüglich Verwendung und Verarbeitung sowie Vorführung unserer Produkte zur Verfügung. Den aktuellen Stand unserer techn. Merkblätter finden Sie auf unserer Internet-Homepage bzw. können in der nationalen Geschäftsstelle angefordert werden. Detaillierte Sicherheitshinweise erhalten Sie auch aus unseren separaten Sicherheitsdatenblätter. Vor der Anwendung sind diese Sicherheitsdatenblätter durchzulesen.