

---

**Protokol č. 18/11/2595**

**ZPRÁVA O VÝVOJI A TESTOVÁNÍ MALT PRO OMÍTÁNÍ NA OBNOVU FASÁDY  
BUDOVY KRÚ, ŽEROTÍNOVO NÁM. 1, BRNO**

---

---

Objednavatel: Krajský úřad Jihomoravského kraje  
Žerotínovo náměstí 3  
601 82 Brno

Vypracovali: prof. Ing. Rudolf Hela, CSc.  
prof. RNDr. Pavla Rovnaníková, CSc.

V Brně dne 9. 11. 2018

---

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA.  
vedoucí ústavu THD

## **1. Úvod**

Protokol o vývoji a zkouškách omítek byl vypracován na základě objednávky KrÚ Jihomoravského kraje ze dne 9. 3. 2018 s názvem Testování omítkových směsí pro obnovu fasády budovy KrÚ, Žerotínovo nám. 1, Brno.

Úkolem bylo navrhnout složení omítkových malt, které by po ztvrdnutí napodobovaly stávající omítky na objektu.

## **2. Podklady pro zpracování posudku a použité zdroje**

Protokol č. 16/08/2356 - zpráva o stanovení složení omítek na fasádě budovy krajského úřadu Jihomoravského kraje na Žerotínově náměstí v Brně

Výzkumná zpráva č. HS125 57 199 / 12512 / 15 - Výzkum za účelem posouzení stavu a životnosti uliční fasády administrativní budovy KrÚ JMK, Žerotínovo nám.1/2, Brno

Výzkumná zpráva č. HS125 57 316 / 12512 / 15 - Výzkum za účelem posouzení příčin konce životnosti a funkčnosti venkovní fasády objektu KÚ JMK, Žerotínovo nám. 1 Brno - dodatek

Zápis z jednání s investorem 01 – 01. 02. 2018 - Obnova historické fasády a schodiště budovy na adrese Žerotínovo náměstí 1, Brno

11. 9. 2018 na jednání zástupců NPÚ, KÚ, Magistrátu – odboru památkové péče, Ateliér99 a FAST VUT v Brně se vybraly vzorky omítek, které jsou vhodné jako náhrada stávajících.

Jan Knor Omítky v období meziválečné architektury, Brno: NPÚ, 2015, 23 stran.

Svoboda, P. Souhrn výsledků ankety k tvrdým omítkám s kamenickou úpravou v ČR. Brno: NPÚ, 2018, 9 stran.

## **3. Definování cíle**

Úkolem bylo navrhnout složení omítkových malt, které by po ztvrdnutí napodobovaly stávající omítky na objektu, a to okrovou probarvenou ve hmotě a šedou s obsahem výrazných bílých a černých zrn. Omítky z pemrlovaného betonu, nacházející se v 1. NP objektu nebyly obsahem zakázky.

## **4. Popis stávajících omítek**

Na fasádě objektu se od 2. NP nacházejí dva druhy omítek, okrová probarvená s obsahem výrazných bílých vápencových zrn a šedá s obsahem větších zrn černých a bílých. Vzhled obou druhů omítek je na obr. 1 a 2. Vzorky byly rozpůleny a jedna část byla očištěna tlakovou vodou od prachových depozitů.

Dodatečně byly provedeny další analýzy. Termická analýza byla provedena u vzorku 1 a 2, a současně byly analýze podrobeny i jádrové omítky pod těmito lícovými vrstvami. Výsledky uvádí tabulka 1. Okrová omítka byla snímkována elektronovým mikroskopem s EDX sondou. Snímky z elektronového mikroskopu jsou na obr. 3 až 6, výsledky EDX analýz z několika míst snímkové omítky jsou uvedeny v tabulce 2.



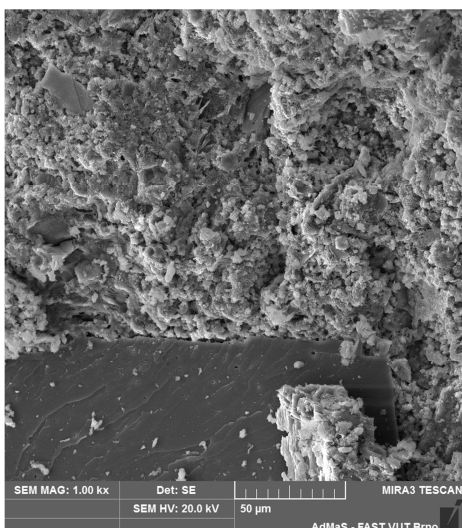
Obr. 1 Vzhled okrové omítky



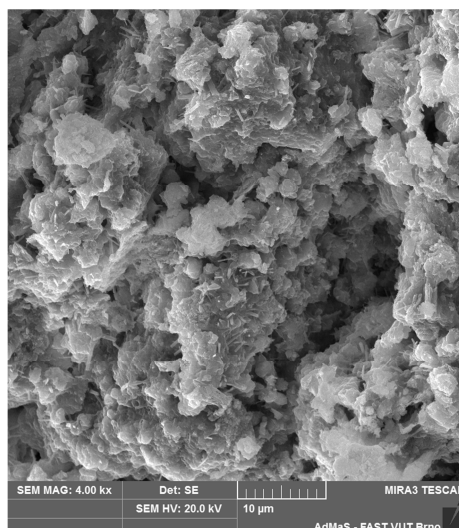
Obr. 2 Vzhled šedé omítky

Tab. 1 Výsledky termické analýzy

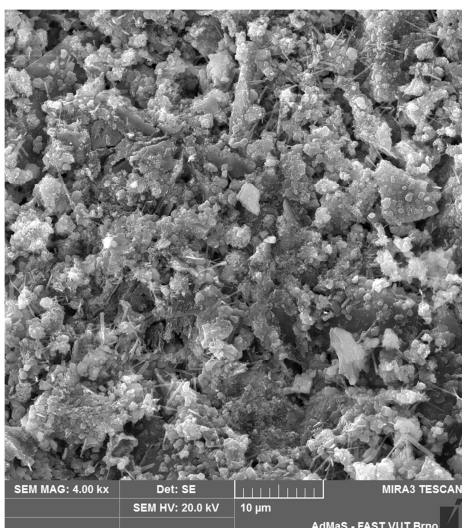
Označení	Ztr. ž. [%]	H <sub>2</sub> O [%]	CaCO <sub>3</sub> [%]	Zbytek [%]	Ca(OH) <sub>2</sub> [%]
1-jádro pod okrovou	28,25	3,01	54,40	71,32	-
2-lícová okrová	29,54	3,85	55,74	70,08	-
3-jádro pod šedou	11,44	4,79	13,73	87,81	0,91
4-lícová šedá	29,10	4,62	55,12	70,57	-



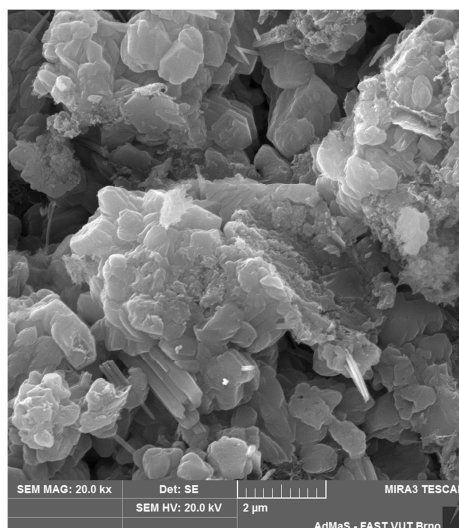
Obr. 3 Vzhled okrové omítky



Obr. 4 Vzhled šedé omítky



Obr. 5 Vzhled okrové omítky



Obr. 6 Vzhled šedé omítky

Tab. 2 EDX analýza vzorku okrové omítky

Element	[norm. at.%]	[norm. at.%]	[norm. at.%]	[norm. at.%]	[norm. at.%]
Carbon	12,82	13,50	13,11	18,07	16,03
Oxygen	59,46	62,52	59,08	63,01	63,98
Magnesium	0,00	0,00	0,47	0,32	0,47
Aluminium	1,15	0,52	0,97	0,53	0,95
Silicon	2,57	1,36	2,31	1,61	2,78
Sulfur	0,44	0,23	0,52	0,30	0,54
Potassium	0,00	0,00	0,00	0,00	0,09

Calcium	22,80	21,64	22,82	15,55	14,44
Iron	0,77	0,23	0,72	0,61	0,72
	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00

Na základě dřívějších a doplňujících analýz lze konstatovat, že:

**Jádrová omítka** je na bázi vápenocementové, neobsahuje přídavek vápence, poměr kameniva k pojivu je 3,3 : 1. V pojivu lze pak přibližně stanovit poměr vápna a cementu, který činí 0,3 : 0,7. Přes toto složení je omítka málo soudržná a má poruchy v přídržnosti k líci zdícího materiálu.

**Okrová omítka**, vzorek 1, je vápenocementová se specificky voleným kamenivem. Obsahuje základní kamenivo křemenné do velikosti zrn 1 mm a přídavek až 25 % jemné vápencové drtě o velikosti zrn 1 až 2 mm. Okrové zbarvení je dáno přítomností železitého pigmentu. Cementové pojivo v omítce je zkarbonátované, dokazuje to výsledek termické analýzy a EDAX analýzy, produkty karbonatace jsou vidět i na snímcích z elektronového mikroskopu. Objemový poměr veškerého kameniva k pojivu je 3 : 2 až 2 : 1.

**Omítka šedá**, vzorek 2, je na vápenocementové bázi, podíl cementu byl o něco vyšší, než v okrové omítce. Obsahuje jako základní kamenivo praný říční písek o velikosti zrn 1 mm, vápencovou drť a sklo (strusku) o velikosti okolo 2 mm. Cementové pojivo v omítce je zkarbonátované, vyplývá to z výsledků termické analýzy. Přibližný objemový poměr veškerého kameniva k pojivu je 3 : 2 až 2 : 1.

## 5. Návrh směsí pro omítkové malty

### 5. 1 Suroviny pro přípravu omítkových směsí

Nejprve bylo nutno vybrat suroviny pro přípravu směsí. Jako pojivo byl použit portlandský cement CEM I 52,5 R (Cementárna Mokrá), bílý portlandský cement 52,5 R – SR5 (Cementárna Aalborg, Dánsko) a vápenný hydrát CL 90-S (Vápenka CARMEUSE CZECH REPUBLIC, s.r.o., Mokrá).

Jako jemné kamenivo byl použit při hledání nejvhodnějšího druhu těžný písek 0/4 mm z Štěrkopískovny Tovačov a z Pískovny Žabčice, křemenný písek 0/1 mm z firmy Provodínské písky, a. s. V recepturách byly měněny velikosti zrn kameniva, dle potřeby.

Jako plnivo byla použita vápencová moučka s velikostí zrna 0/0,125 mm (Zblovice).

Bílá drť byla použita vápencová, bílý vápenec s velikostí zrn 0/4 mm, dále byly odseparovány dle potřeby menší velikosti.

Jako černá drť byl zvolen čedič, který je v současné době jediný dostupný. Byl vyzkoušen také tavený čedič, který byl pomlet na drtičovém mlýně na velikost zrna 0/2 mm a serpentinit. Pro jednotlivé receptury bylo kamenivo specificky upravováno.

K dosažení požadované barevnosti byly použity železité pigmenty, okrový (Bayferrox 920) a černý (Bayferrox 360).

Pro zlepšení vlastností byly použity přísady Tylose MH 60001 P6 (MC) a ether škrobu Norstar E7 (ST).

## 5. 2 Navržené a zkušné směsi a jejich vzhled

Tab. 3 Složení směsí 2VC a 3VC

	2VC [kg]	3VC [kg]
Vápencová moučka	85	85
CEM I 52,5 R - šedý	136	136
Vápenný hydrát	136	136
MC	1,5	1,5
ST	0,31	0,31
Písek I+II+III - normový	637	664
Drť – bílá, 2-4 mm	515	268
Drť černá, 2-4 mm	-	268
Bayferrox 920	3	-
Voda	385	350
OH ČM*)	1896	1907
Rozliv [mm]	139×140	138×139
OH 7 d	1729	1713
R <sub>f</sub> 7d [MPa]	1,60	1,63
R <sub>c</sub> 7d [MPa]	2,86	2,87

\*) OH ČM – objemová hmotnost čerstvé malty



**2 VC**

**3 VC**

Obr. 7 Vzhled vzorků 2 CV a 3 CV

Tab. 4 Složení směsí 3C a 4C

	3C [kg]	4C [kg]
Vápencová moučka	230	232
CEM I 52,5 R - šedý	175	177
MC	1,5	1,5
ST	0,31	0,31
Písek I+II+III - normový	688	693
Drť – bílá, 2-4 mm	556	280
Drť černá, 2-4 mm	-	280
Bayferrox 920	2	-
Voda	312	314
OH ČM	1965	1978
Rozliv [mm]	139x139	139x140
OH 7 d	1779	1770
R <sub>f</sub> 7d [MPa]	2,20	2,03
R <sub>c</sub> 7d [MPa]	3,81	3,84



**3C**

**4C**

Obr. 8 Vzhled vzorků 3C a 4C

Tab. 5 Složení směsí 5CS a 6CS

	5CS [kg]	6CS [kg]
Vápenková moučka	143	213
CEM I 52,5 R - bílý	181	163
Struska VP	95	85
MC	1,5	1,5
ST	0,31	0,31
Písek I+II - normový	716	702
Drť – bílá, 2-4 mm	573	280
Drť černá, 2-4 mm	-	280
Bayferrox 920	1,74	-
Bayferrox 360	1,65	3,5
Voda	275	274
OH ČM	1988	2003
Rozliv [mm]	141×141	139×140
OH 7 d	1864	1862
R <sub>f</sub> 7d [MPa]	2,68	2,15
R <sub>c</sub> 7d [MPa]	5,73	4,89



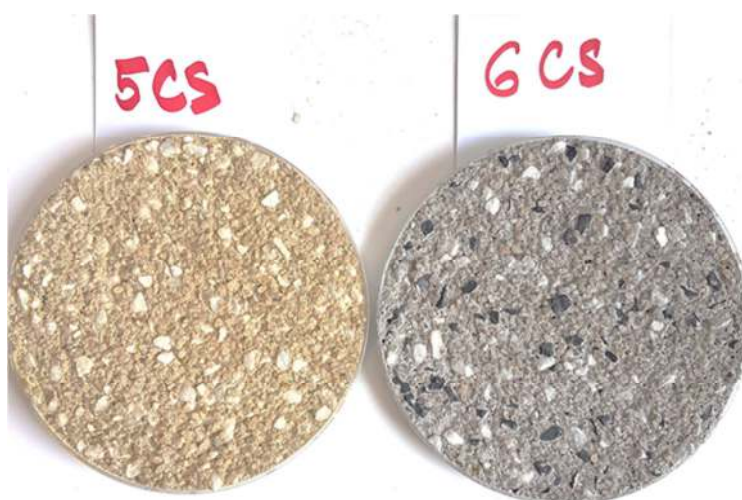
OH 28 d	1856	1836
$R_f$ 28 d [MPa]	1,95	2,53
$R_c$ 28 d [MPa]	8,58	7,78

S tímto složením byly provedeny 2 varianty. V první byly drtě nahrazeny drobnými kamínky, používanými v dekorativních omítkách na soklech objektů, obr. 9. Tento druh kameniva je nevhodný svým tvarem a velikostí.



Obr. 9 Vzhled vzorků 5CS a 6CS s jemným kamenivem

Na obr. 10 jsou vzorky s kamennou drtí. Vzhled se více přibližuje stávajícímu materiálu na fasádě.

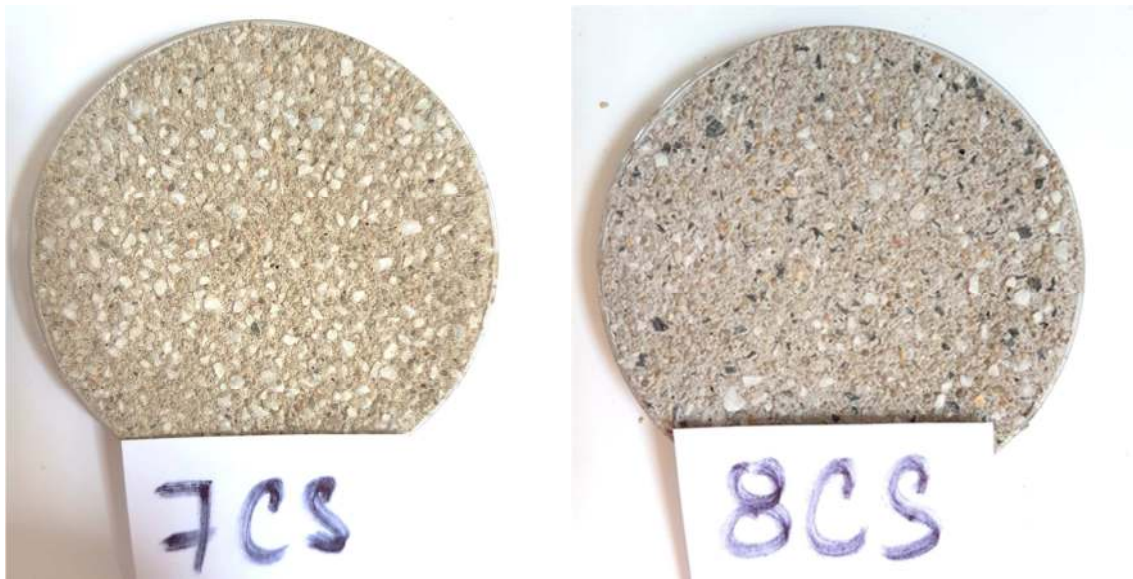


Obr. 10 Vzhled vzorků 5CS a 6CS s kamennou drtí

Vzorky 7 až 16 byly provedeny pouze k posouzení struktury a vzhledu. V recepturách byla měněna velikost zrn drti a druhy drti.

Tab. 6 Složení směsí 7CS a 8CS

	7CS [kg]	8CS [kg]
Vápencová moučka	166	169
CEM I 52,5 R - bílý	175	177
Struska VP	70	70
MC	1,5	1,5
ST	0,31	0,31
Písek 0-2 mm – Tovačov	720	732
Drť – bílá, 2-4 mm	576	293
Drť černá, 2-4 mm - čedič	-	293
Bayferrox 920	3,5	-
Bayferrox 360	1,65	3,55
Voda	276	285
OH ČM	1990	2024
Rozliv [mm]	140x139	140x140



Obr. 11 Vzhled vzorků 7CS a 8CS

Vzorek č. 7CS má vysoký obsah bílé drti v rozmezí velikosti částic 2-4 mm. Vzhled tohoto vzorku se výrazně odlišuje od originálu omítky. Proto byl ve vzorku č. 7CS – 50 % snížen obsah bílé vápencové drti na polovinu. Vzhled ukazuje obr. 12.



Obr. 12 Vzhled vzorku 7CS s polovičním množstvím bílé kamenné drti

Tab. 7 Složení směsí 9CS a 10CS

	9CS [kg]	10CS [kg]
Vápencová moučka	103	90
CEM I 52,5 R - bílý	124	109
Struska VP	82	72
MC	1,5	1,5

ST	0,31	0,31
Písek 0-2 mm – Tovačov	850	746
Drť – bílá, 1,5-4 mm	412	217
Drť černá, 1,5-4 mm	-	362
Bayferrox 920	3,5	-
Bayferrox 360	1,0	3,55
Voda	350	308
OH ČM	1927	1909
Rozliv [mm]	140×139	140×140



Obr. 13 Vzhled vzorků 9CS a 10CS

Tab. 8 Složení směsí 11CS a 12CS

	11CS [kg]	12CS [kg]
Vápencová moučka	102	96
CEM I 52,5 R - bílý	123	115
Struska VP	82	77
MC	1,5	1,5
ST	0,31	0,31
Písek 0-2 mm – Tovačov	842	757
Drť – bílá, 1,5-4 mm	408	230

Drť černá, 1,5-4 mm - čedič	-	383
Bayferrox 920	4,5	-
Bayferrox 360	2,5	4,5
Voda	347	326
OH ČM	1912	1990
Rozliv [mm]	141x139	139x143

U vzorků 11CS a 12CS byl použit bílý cement, u vzorků 13CS a 14CS byl nahrazen cementem šedým. Výsledný vzhled, díky použití pigmentů je totožný, obr. 14 a15.



Obr. 14 Vzhled vzorků 11CS a 12CS

Tab. 9 Složení směsí 13CS a 14CS

	13CS [kg]	14CS [kg]
Vápencová moučka	100	95
CEM I 52,5 R - šedý	120	114
Struska VP	80	76
MC	1,5	1,5
ST	0,31	0,31
Písek 0-2 mm – Tovačov	825	785
Drť – bílá, 2-4 mm	400	228

Drť černá, 2-4 mm - čedič	-	380
Bayferrox 920	3,5	-
Voda	340	323
OH ČM	1871	2003
Rozliv [mm]	142×140	139×141

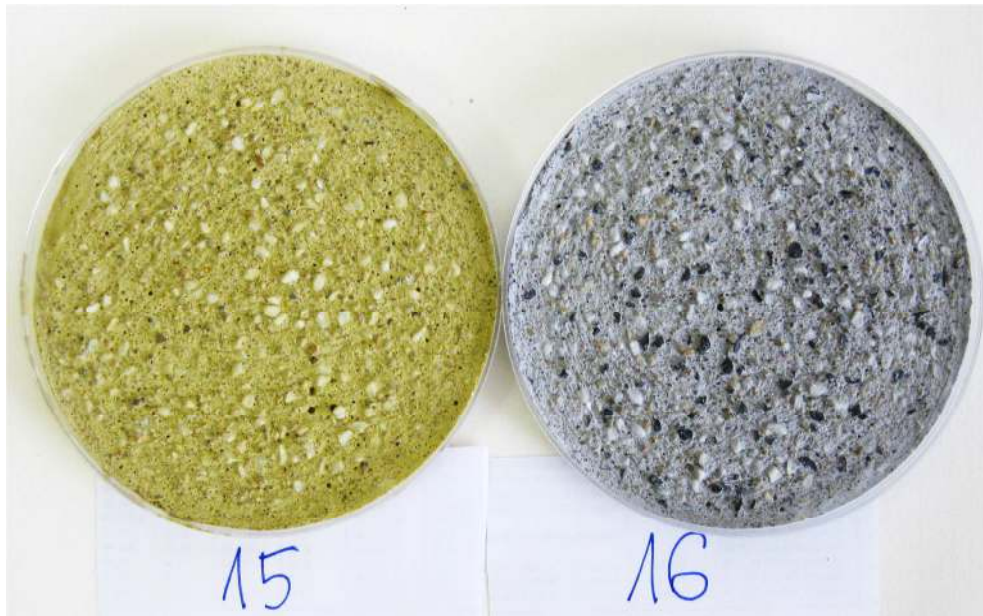


Obr. 15 Vzhled vzorků 13CS a 14CS

Tab. 10 Složení směsí 15CV a 16CV

	15CV [kg]	16CV [kg]
Vápencová moučka	100	100
CEM I 52,5 R - bílý	120	120
Vápenný hydrát	80	80
MC	1,5	1,5
ST	0,31	0,31
Písek 0-2 mm – Tovačov	765	530
Drť – bílá, 2-4 mm	535	370
Drť černá, pod 2,8 mm - čedič	-	443
Bayferrox 920	3,5	-

Bayferox 360	1,0	3,5
Voda	330	340
OH ČM	1936	1988
Rozliv [mm]	140×138	140×142



Obr. 16 Vzhled vzorků 15 CV a 16 CV

Tab. 11 Složení směsí 17 VC a 18 VC

	17VC [kg]	18VC [kg]
Vápencová moučka	120	120
CEM I 52,5 R - šedý	192	192
Vápenný hydrát	144	144
MC	1,2	1,2
ST	0,3	0,3
Písek 0-2 mm - Tovačov	920	866
Drť – bílá, 1,5-2 mm	175	90
Drť černá, 1,5-2 mm – čedič tavený mletý	-	90
Bayferrox 920	4	-

Bayferrox 360	1,65	4
Voda	383	367
OH ČM	1941	1875
Rozliv [mm]	140×141	131×139
OH 28 d	1742	1749
R <sub>f</sub> 28 d [MPa]	1,81	2,27
R <sub>c</sub> 28 d [MPa]	6,78	6,97

Vzorky č. 17 VC a 18VC jsou na bázi vápenocementové. Po 22 hodinách od výroby byl povrch kartáčován ocelovým kartáčem, obr. 17 a následně omyt vodou, obr. 18. Omytím vodou se zdůraznila kamenná barevná drť. Po 28 dnech tvrdnutí byly stanoveny pevnosti v tahu za ohybu a v tlaku.



Obr. 17 Vzhled vzorků 17VC a 18VC – povrch ošetřený kartáčováním





Obr. 18 Vzhled vzorků 17VC a 18VC – povrch po kartáčování a omytí vodou

Tab. 12 Složení směsí 19C a 20C

	19C [kg]	20C [kg]
Vápencová moučka	261	261
CEM I 52,5 R - šedý	199	199
MC	1,2	1,2
ST	0,3	0,3
Písek 0-2 mm - Tovačov	975	1015
Drť – bílá, 1,5-2 mm - Zblovice	172	92
Drť černá, 2-4 mm – čedič tavený mletý	-	90
Bayferrox 920	4	-
Bayferrox 360	1	1
Voda	331	318
OH ČM	1945	1978
Rozliv [mm]	140x141	131x139
OH 28 d	1737	1736
R <sub>f</sub> 28 d [MPa]	2,92	2,50
R <sub>c</sub> 28 d [MPa]	9,27	8,58

Vzorky č. 19C a 20C jsou na bázi cementu. Po 22 hodinách od výroby byl povrch kartáčován ocelovým kartáčem, obr. 19 a následně omyt vodou, obr. 20. Omytím vodou se zdůraznila kamenná barevná drť. Po 28 dnech tvrdnutí byly stanoveny pevnosti v tahu za ohybu a v tlaku.



Obr. 19 Vzhled vzorků 19C a 20C



Obr. 20 Vzhled vzorků 19C a 20C

Vzorek č. 21VC představuje jádrovou omítku vápenocementovou. Vzhled je na obr. 21.

Tab. 13 Složení jádrové omítky

	21VC [kg]
CEM I 52,5 R - bílý	190
Vápenný hydrát	170
Písek 0-4 mm - Tovačov	1270
Voda	330
OH ČM	1960
Rozliv [mm]	131x139
OH 28 d	1960
R <sub>f</sub> 28 d [MPa]	2,50
R <sub>c</sub> 28 d [MPa]	8,02



Obr. 21 Vzhled jádrové omítky 21 VC

## **Závěr**

Vzorky omítek byly zhodnoceny na jednání dne 11. 9. 2018 za účasti zástupců NPÚ, KÚ, Magistrátu – odboru památkové péče, Ateliér99 a FAST VUT v Brně. Bylo konstatováno, že vhodné jsou vzorky s označením 17VC, 18VC, 19C a 20C. Z nich vybraná firma provede vzorky na fasádě, ty budou zhodnoceny a následně vybráno definitivní složení směsí.

Je nutno upozornit, že barevnost vzorků na fotografiích zcela přesně neodpovídá skutečnosti, což je dáno různými podmínkami focení. Barevnost bude nutno doladit ve větším objemu směsi.

V Brně dne 9.11. 2018

Prof. Ing. Rudolf Hela, CSc.