Zpravodaj WTA CZ

číslo 3-4 říjen 2021

- WTA V ČESKÉ REPUBLICE
- 100 LET KLOKNEROVA ÚSTAVU
- STANOVENÍ PEVNOSTNÍCH PARAMETRŮ ZDIVA POMOCÍ INDEXU KVALITY ZDIVA MQI
- VLASTNOSTI CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ S OBSAHEM DŘEVĚNÝCH TŘÍSEK PŘI JEJICH SATURACI VODOU
- HMOTA PRO STABILIZACI PODKLADNÍCH VRSTEV NA BÁZI VEDLEJŠÍCH PRODUKTŮ Z VÝROBY CEMENTOTŘÍSKOVÝCH DESEK
- RŮŽOVÁ
- SELECTED ANCIENT ENGINEERS' STRUCTURES IN THE LOCALITY OF THE CZECH REPUBLIC CHRONOLOGICALLY BY THE ARCHITECTONIC STYLE
- CERTIFIKOVANÉ SANAČNÍ OMÍTKOVÉ SYSTÉMY
- CERTIFIKOVANÉ INJEKTÁŽNÍ HMOTY PROTI KAPILÁRNÍ VLHKOSTI

pro sanace staveb
a péči o památky

Obsah / Content

ÚVODNÍ SLOVO / INTRODUCTORY WORD
- *Rostislav Drochytka* 2

WTA V ČESKÉ REPUBLICE / Odborné referáty 4

100 LET KLOKNEROVA ÚSTAVU 5

STANOVENÍ PEVNOSTNÍCH PARAMETRŮ ZDIVA POMOCÍ INDEXU KVALITY ZDIVA MQI
DETERMINATION OF STRENTGH PARAMETERS OF MASONRY USINGTHE MQI MASONRY QUALITY INDEX
- *Pavel Kuklík* 8

VLASTNOSTI CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ S OBSAHEM DŘEVĚNÝCH TŘÍSEK PŘI JEJICH SATURACI VODOU
PROPERTIES OF CEMENT COMPOSITES WITH CONTENT OF WOOD CHIPS DURING THEIR WATER SATURATION
- *Tomáš Melichar, Jiří Bydžovský, Lenka Meszárosová* 13

HMOTA PRO STABILIZACI PODKLADNÍCH VRSTEV NA BÁZI VEDLEJŠÍCH PRODUKTŮ
Z VÝROBY CEMENTOTŘÍSKOVÝCH DESEK
MATERIAL FOR THE STABILISATION IN BASE LAYERS BASED ON BY-PRODUCTS FROM CEMENT-BONDED
PARTICLEBOARDS PRODUCTION
- *Tomáš Melichar, Jiří Bydžovský, Miroslav Vacula, Šárka Keprdová* 18

RŮŽOVÁ
PINK
- *Karel Doubner* 26

SELECTED ANCIENT ENGINEERS' STRUCTURES IN THE LOCALITY
OF THE CZECH REPUBLIC CHRONOLOGICALLY BY THE ARCHITECTONIC STYLE
- *Pavel Kuklík* 32

CERTIFIKOVANÉ SANAČNÍ OMÍTKOVÉ SYSTÉMY WTA-INTER 36

CERTIFIKOVANÉ INJEKTÁŽNÍ HMOTY PROTI KAPILÁRNÍ VLHKOSTI 39

Zpravodaj WTA CZ
Vydavatel: Vědeckotechnická společnost pro sanace staveb a péči o památky z.s. (WTA CZ),
Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1, IČO: 75088762, tel.: 221 082 397, e-mail: wta@wta.cz, http://www.wta.cz
Vychází: 2 až 4x ročně Číslo vychází: 30. 10. 2021
Redakční rada / Editorial Board: prof. Ing. Pavel Kuklík, CSc. (šéfredaktor), prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.
Ing. arch. Karel Doubner, prof. Ing. Tibor Ďurica, CSc., prof. Dr.-Ing. Harald Garrecht, prof. dr. ir. Dionys Van Gemert,
prof. Dr.-Ing. Rolf P. Gieler, doc. Ing. Tomáš Klečka, CSc., prof. Dr.-Ing. Hans-Peter Leimer, prof. dr. ir. Luc Schueremans,
prof. dr hab. inż. Jacek Śliwiński, Ing. Václav Sokol, CSc., doc. Ing. Jan Vaněrek, Ph.D.
Litografie a tisk: Expressprint
Registrace povolena na Ministerstvu kultury ČR pod číslem MK ČR E 13411, ISSN 1213-7308
Za obsah a původnost článků odpovídají jejich autoři. Odborné články byly lektorovány. Názory v příspěvcích se nemusejí shodovat s názory redakce.
The authors are responsible for the content and originality of the contributions. The contributions were reviewed. The opinions of editors can be inconsistent with those of the authors.

ÚVODNÍ SLOVO

Vážení a milí kolegové,

tak jako v úvodu každého čísla bych i nyní chtěl představit některé důležité informace a činnosti WTA CZ, které se za poslední dobu odehrály. V tuto chvíli asi nejpodstatnější akcí je valná hromada WTA International, která proběhne 14.10.2021 online formou s tím, že poprvé podle počtu osob v jednotlivých národních skupinách. Máme na této valné hromadě možnost nominovat celkem 15 delegátů. Na základě tohoto rozhodnutí vedení WTA International byli osloveni jednotliví členové, kdo má zájem, případně bylo možné na základě substituční plné moci delegovat zástupce. Pro informaci bych rád sdělil, že bychom do předsednictva WTA International chtěli nominovat členku Rady WTA CZ paní doc. Ing. Nikol Žižkovou, Ph.D. a věříme, že bude mít podporu a bude do tohoto vedení WTA International jako místopředsedkyně zvolena.

Dalším poměrně důležitým bodem je ve dnech 11.-12.11.2021 v Praze zajištění letošní konference Sanace a rekonstrukce staveb 2021 spolu s mezinárodní konferencí CRRB - Conference on Rehabilitation and Reconstruction of Building, která bude spojena také s valnou hromadou WTA CZ, včetně volby nového předsednictva. Věříme, že situace bude do té doby natolik hygienicky příznivá, že se konference i valná hromada bude moci konat prezenční formou, jednání bude možné sledovat on-line přes webové stránky.

Dále bych chtěl velice poděkovat sekretariátu WTA CZ paní Ing. Heleně Šubrtové a kolegům Ing. Pavlu Reitermanovi, Ph.D. a Ing. Pavlu Šťastnému, CSc. za převedení našich webových stránek pod stránky WTA International s tím, že toto vyplynulo jako nutnost při opakovaném hackerském útoku na našeho providera v ČR. Věříme, že tento přesun webových stránek, které jsou v české podobě a předpokládáme také jejich anglickou verzi, budou mít příznivý dopad na sledovanost, jak v české republice, tak i v zahraničí.

V závěru mi dovolte popřát všem hodně zdraví a věřím, že i po volbách nebude situace v ČR natolik složitá, aby byly vyhlašovány lockdowny a jiné restrikce.

S pozdravem

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.
předseda WTA CZ

INTRODUCTORY WORD

Dear colleagues,

as in the introduction to each issue, I would like to present some important WTA CZ information and activities that have taken place recently. At the moment, the most important event is probably the WTA International General Assembly, which takes place online on October 14th, 2021, with the first time according to the number of people in each national group. We have the opportunity to nominate a total of 15 delegates at this General Meeting. Based on the decision of the WTA International management, individual members who were interested were contacted, or it was possible to delegate representatives on the basis of a substitution power of attorney. For information, I would like to say that we would like to nominate a WTA CZ Council member, Ms. doc. Ing. Nikol Žižková, Ph.D. and we believe she will have the support and will be elected to WTA International leadership as Vice President.

Another relatively important point is to ensure this year's conference Rehabilitation and Reconstruction of Buildings 2021 together with the international conference CRRB - Conference on Rehabilitation and Reconstruction of Building, which will also be connected with the WTA CZ General Assembly, including the election of a new board on November 11-12, 2021 in Prague. We believe that the situation will be so hygienically favourable up to then that the conference and the general meeting will be able to be held in person, the meeting can be monitored online via the website.

I would also like to thank the WTA CZ secretariat, Mrs. Ing. Helena Šubrtová and colleagues Ing. Pavel Reiterman, Ph.D. and Ing. Pavel Šťastný, CSc. for transferring our website to the WTA International website, with the proviso that this arose as a necessity in the event of a repeated hacker attack on our provider in the Czech Republic. We believe that the website's relocation, which is in Czech form and we also assume their English version, will have a positive impact on viewership in the Czech Republic and abroad.

In conclusion, I would like to wish good health to everyone and I believe that even after the elections, the situation in the Czech Republic will not be too complicated to implement lockdowns and other restrictions.

Kind regards

prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c.
Chairman of WTA CZ

WTA V ČESKÉ REPUBLICE

Činnost je obdobná jako ve WTA, pokrývá 8 odborných referátů a v roce 2021 bude **Rada WTA CZ** pracovat ve složení:

Předseda:
prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc., MBA, dr.h.c., VUT v Brně, Fakulta stavební, Veveří 95, 602 00 Brno,
tel.: 541 147 500, 608 503 938, e-mail: drochytka.r@fce.vutbr.cz

Členové:
doc. Ing. Eva Burgetová, CSc. - předseda dozorčí rady, ČVUT Praha, FSv, Thákurova 7, 166 29 Praha 6, tel.: 224 354 681
Ing. Petr Čeliš, RealSan Group SE, Ruprechtická 732/8, 460 01 Liberec, tel.: 485 246 501-3
Ing. Pavel Dohnálek, Ph.D., Betosan, s.r.o., Na dolinách 28, 147 00 Praha 4, tel.: 602 149 443
Ing. arch. Karel Doubner, Chodská 17, 120 00 Praha 2, tel.: 603 433 611
doc. Ing. Tomáš Klečka, CSc., ČVUT Praha, Kloknerův ústav, Šolínova 7, 166 08 Praha 6, tel.: 224 353 520
doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D., ČVUT Praha, Kloknerův ústav, Šolínova 7, 166 08 Praha 6, tel.: 224 353 537
prof. Ing. Miloslav Novotný, CSc., VUT v Brně, Fakulta stavební, Veveří 95, 602 00 Brno, tel.: 541 147 409
Ing. Tomáš Plicka, MC Bauchemie, Skandinávská 990, 267 53 Žebrák, tel.: 311 545 153
Ing. Pavel Šťastný, CSc., Remmers CZ, s.r.o., Kolovratská 1445, 250 01 Říčany u Prahy, tel.: 323 604 877

Dalšími členy Rady WTA CZ jsou níže uvedení vedoucí referátů

Odborné referáty

Referát	Odborné zaměření	Vedoucí referátu	Pracoviště	Telefon / e-mail
Referát 1	Ochrana dřeva	doc. Ing. Jan Vaněrek, Ph.D.	VUT v Brně, Fak. stavební Veveří 95 602 00 Brno	541 147 514 605 449 831 vanerek.j@fce.vutbr.cz
Referát 2	Povrchové úpravy	Ing. Radka Pernicová, Ph.D.	Kloknerův ústav ČVUT Šolínova 7 166 08 Praha 6	224 353 513 777 683 727 radka.pernicova@cvut.cz
Referát 3	Přírodní kámen	RNDr. Kateřina Krutilová, Ph.D.	Zkušebna kamene a kameniva Husova 675 508 01 Hořice	493 620 177 604 747 968 ao@zkk.cz
Referát 4	Zdivo	Ing. Jaroslav Pánik	Sanace a vysoušení staveb s.r.o. Otická 32 746 01 Opava	553 615 268 603 158 612 info@sanace-staveb.cz
Referát 5	Sanace betonových konstrukcí	Ing. Pavel Reiterman, Ph.D.	Experimentální centrum FS ČVUT Thákurova 7 166 29 Praha 6	224 354 376 pavel.reiterman@fsv.cvut.cz
Referát 6	Fyzikálně - chemické zásady	doc. Ing. Jiří Bydžovský, CSc.	VUT v Brně, Fak. stavební Veveří 95 602 00 Brno	541 147 505 603 416 247 bydzovsky.j@fce.vutbr.cz
Referát 7	Statika a dynamika	prof. Ing. Pavel Kuklík, CSc.	ČVUT FSv Thákurova 7 160 00 Praha 6	224 354 486 kuklikpa@fsv.cvut.cz
Referát 8	Hrázděné zdivo	Ing. Bohuslav Vykouk	Projekční kancelář V. ateliér Na Stráži 193 273 02 Tuchlovice	312 520 718 608 367 995 v.atelier@seznam.cz

Sekretariát společnosti:
Ing. Helena Šubrtová, Novotného lávka 5, 116 68 Praha 1, tel.: 221 082 397, e-mail: wta@wta.cz

100 LET KLOKNEROVA ÚSTAVU

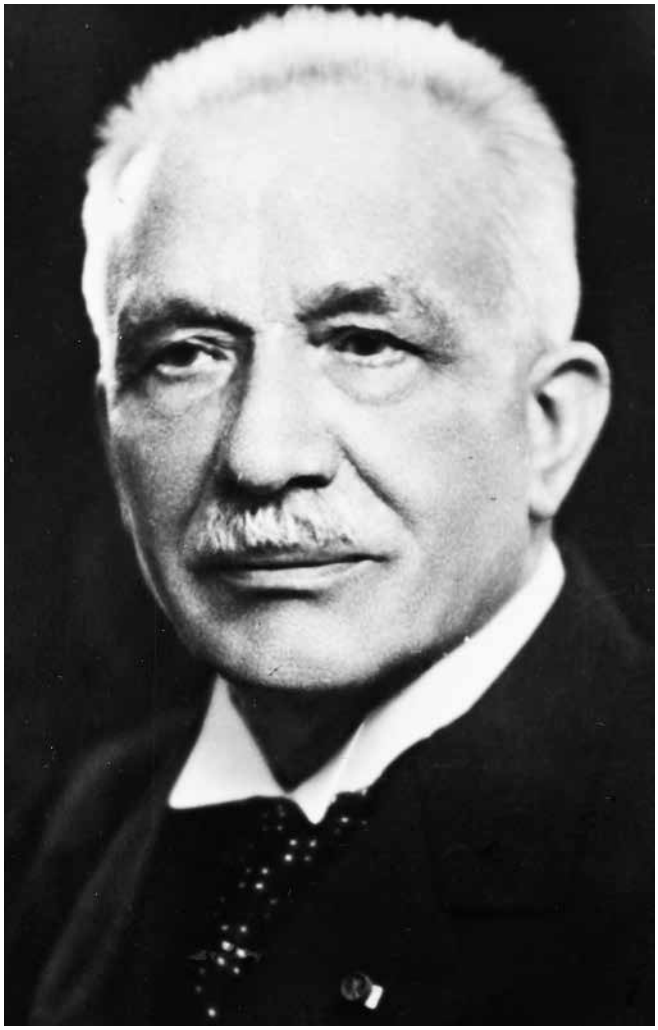
Kloknerův ústav patří bezesporu k jedněm z nejstarších vědecko-výzkumných pracovišť svého druhu v České republice a ve střední Evropě. V roce 2021 slaví své mimořádné jubileum, tedy 100leté výročí od svého založení.

HISTORIE A 2. SVĚTOVÁ VÁLKA

Historie Kloknerova ústavu se začala psát již v roce 1912, kdy profesorský sbor České vysoké školy technické podal oficiální návrh na zřízení svého stavebně inženýrského ústavu. Prvotní návrh na zřízení nebyl podpořen z důvodu nedostatku financí. Díky iniciativě Františka Kloknera se v roce 1918 plán na zřízení ústavu stal opět předmětem diskuzí a setkal se již s úspěchem - počátkem roku 1921 byl oficiálně zřízen Výzkumný ústav stavebně inženýrský. Prvním přednostou nebyl samozřejmě nikdo jiný než František Klokner. V prvních dvou desetiletích své existence měl ústav zázemí v dřevěném pavilonu na Karlově náměstí 14, který byl do Prahy přepraven z bývalého uprchlického tábora v Chocni. V prostorách pavilonu se podařilo velmi brzy vybudovat zkušebnu a šest pracoven a laboratoří, které byly sdílené s dalšími vysokoškolskými ústavy.

Od počátku existence ústavu vyvíjel František Klokner popularizační aktivity. Pod jeho záštitou se konaly propagační přednášky, publikovaly se odborné články v novinách a ke spolupráci se začali oslovovat průmyslové společnosti z tehdejšího Československa. Díky podpoře strojírenských a stavebních firem se instituce začala stávat méně závislou na státních finančních prostředcích. Vzhledem ke sdíleným a stísněným prostorám dřevěného pavilonu přestaly být prostory dostačující. Ústav, díky své oblibě u průmyslových partnerů, stále více vzkvétal a zvyšoval své nároky na vybavení i na zaměstnance. Proto v roce 1926 vedení výzkumného ústavu předložilo návrh na zřízení nové a samostatné budovy, do které by se mohl ústav přestěhovat. K přesunu ústavu došlo v roce 1935. Nejsložitější na celé logistické operaci bylo především zajistit přesun velmi těžkých strojů. Ten se nakonec uskutečňoval v pozdních večerních hodinách za pomoci tří párů speditérských koní.

Přibližně pět let od přesunu do dejvického areálu přebírá vedení ústavu žák Františka Kloknera, Bedřich Hacar, který předtím působil jako zástupce přednosty. Jeho nástup do funkce mu neulehčoval fakt, že od roku 1939 byl ústav, stejně jako další součásti ČVUT, uzavřen a prostory ústavu byly obsazeny jednotkami SS. Představitelé protektorátní strany si však brzy začali uvědomovat potenciál některých součástí vysokých škol, a proto byla v květnu 1940 činnost ústavu opět obnovena. Bohužel ani v tuto chvíli neměl ústav vyhráno. Prostory byly stále obývány německými vojáky, kteří odmítali místo opustit. Na místě zkušebny měly vzniknout garáže, a proto se uvažovalo o tom, že těžké zkušební stroje, které byly do ústavu složitě přemisťovány, vojáci rozřežou a vyhodí. K tomu naštěstí nedošlo. Poté co vojáci nakonec opustili veškeré prostory, Bedřich Hacar vyčíslil škody na zařízení ústavu. Částka činila přibližně půl milionu československých korun.



František Klokner

2. POLOVINA 20. STOLETÍ

V poválečném období se ústav začal opět stavět plně na své nohy a uskutečňovat svou výzkumnou a zkušební činnost. Přednostou byl stále Bedřich Hacar. Existence ústavu ale i přesto nebyla zcela jistá. Snahou státu totiž bylo vytvořit stabilní organizované školství, vědy a výzkumu, které by co nejvíce odpovídalo sovětskému vzoru. Ústav byl nakonec na pár let včleněn do nově vznikající Československé akademie věd, přesněji do instituce s názvem Ústav teoretické a aplikované mechaniky. Zejména ve stavebním výzkumu se však ukazovalo, že striktní institucionální oddělování teoretické a praktické části není žádoucí.

Rok 1963 můžeme označit za nejvíce zlomový v historii ústavu. Od tohoto roku se začínají psát dvojí dějiny původního Výzkumného a zkušebního ústavu hmot a konstrukcí stavebních. Pracoviště bylo rozděleno na část teoretickou a oborově orientovanou. Pro Kloknerův ústav tato situace znamenala po deseti letech návrat pod pomyslná křídla ČVUT, kde byl včleněn pod Fakultu stavební, s čímž korespondoval

Zařízení na zkoušky pevnosti v tlaku

Detail provedení konstrukce

i výběr dalších ředitelů. I přes veškeré organizační patálie, které ústav zasáhly, si získal mnoho pozornosti. Např. v roce 1958 získal tým pod vedením Miloše Petříka ocenění Grand Prix na světové výstavě Expo 58 za měřicí systém strunové tenzometrie pro velkoobjemová vodní díla.

Další z řady významných historických událostí byla zatěžovací zkouška Nuselského mostu. Pozoruhodný na celé akci byl především její průběh. Jako první se ústav účastnil statické zatěžovací zkoušky, která proběhla na hrubé stavbě na počátku roku 1970. Na most byly přivezeny tanky, které posloužily jako zatěžovací prvky. Tanky na most postupně najížděly v různých intervalech a v konečném součtu projelo po mostě cca 600 tanků. Druhá ústavem prováděná zkouška použila jako zatížení nákladní automobily naložené štěrkopískem a vagony metra naložené pytli s cementem.

Od roku 1986 je ústav soudně-znaleckým pracovištěm v oboru stavebnictví pro diagnostiku, analýzu poruch a zkoušky betonových, ocelových, dřevěných a zděných objektů a jejich částí, stavební mechaniku (deformace betonových a ocelových konstrukcí), vliv dynamických účinků na tyto konstrukce, ocelové a betonové konstrukce a využití plastických hmot ve stavebních konstrukcích.

PO ROCE 1989

Během sametové revoluce reagovalo ČVUT velmi rychle a pružně. Díky tomuto kroku byla v lednu 1990 zvolena Akademická rada ČVUT. Strukturální změny nastaly i v rámci ústavu. První polistopadový ředitel Pavel Novák si byl dobře vědom skutečnosti, že není vhodné spoléhat se pouze na státní finanční zdroje a je nutné se dobrat soběstačnosti hospodářskou činností. Veškeré změny probíhaly v pozadí debat o účelnosti a autonomii ústavu. Zvažovalo se např. i jeho úplné zrušení, k čemuž naštěstí nedošlo. S vidinou rozšířit spektrum hospodářské činnosti začal ústav od roku 1992 připravovat podklady pro získání akreditace, čemuž v začátcích bránila absence některých měřidel. I přes veškeré nesnáze však bylo v dubnu 1994 osvědčení o akreditaci vydáno.

V srpnu roku 2002 došlo v ČR k rozsáhlým povodním, které zasáhly značnou část Čech. Kvůli zátopové vodě, která vnikala do suterénních prostor a nižších podlaží budov, bylo mnoho staveb více či méně poškozeno. ČVUT na tuto situaci zareagovalo velmi rychle a nabídlo svou pomoc Magistrátu hlavního města Prahy. Tým sestavil základní instrukce pro minimalizaci škod na konstrukcích zasažených vodou. Kloknerův ústav provedl během dvou měsíců přibližně 550 prohlídek staveb.

21. STOLETÍ

Začátky nového tisíciletí nebyly pro Kloknerův ústav snadné. Na jedné straně pracoviště vystupovalo jako společensky prospěšná instituce, na druhou stranu se potýkalo s finančními potížemi spojenými zejména s poklesem množství přidělených účelových prostředků. Ředitel ústavu Tomáš Klečka musel proto provést rozsáhlou reorganizaci. Ústav navzdory špatné situaci dokázal pružně reagovat a zvýšil objem expertní činnosti a zkušebnictví, což ústavu pomohlo překlenout složité období. V roce 2010 byl do funkce ředitele jmenován Jiří Kolísko, který na své pozici setrvává i v současnosti. Na starost má celkem čtyři výzkumná oddělení a oddělení hospodářsko-správní. V posledním desetiletí byly v ústavu řešeny více než čtyři desítky výzkumných projektů, přičemž nejvýznamnějšími projekty jsou např. Centrum excelence a Centra kompetence. V neposlední řadě se ústav podílel na diagnostických a zatěžovacích zkouškách velkých pražských mostů (např. Libeňského mostu, Negrelliho viaduktu, Hlávkova mostu a dalších).

Od prvopočátků existence ústavu se jedná o pracoviště, kde je propojován výzkum a vývoj s praxí. Tomuto poslání se snaží ústav, v čele se svým ředitelem Jiřím Kolískem, dostát i v dnešní době. Ačkoliv je obor stavebnictví do značné míry konzervativní, do praxe se začleňují nové technologie, které využívají dříve nerealizovatelnou automatizaci a elektronizaci. Aby byli zaměstnanci schopni plnit nová zadání, je nutné držet s inovacemi krok. Mimo investování prostředků do moderního vybavení se Kloknerův ústav snaží motivovat mladé nadané pracovníky, kteří budou novou generací expertů ve stavebnictví. Již několik let se Kloknerův ústav zabývá výzkumem materiálu UHPC (Ultra-High Performance Concrete), což je velmi odolný a trvanlivý materiál. V posledních letech rezonuje téměř ve všech odvětvích environmentální hledisko, a proto se Kloknerův ústav snaží z tohoto pohledu hledat vhodná řešení pro úsporu zdrojů, v čemž může spočívat budoucnost výstavby nových budov.

Sídlo Kloknerova ústavu v Praze 6 - Dejvicích

STANOVENÍ PEVNOSTNÍCH PARAMETRŮ ZDIVA POMOCÍ INDEXU KVALITY ZDIVA MQI

DETERMINATION OF STRENTGH PARAMETERS OF MASONRY USINGTHE MQI MASONRY QUALITY INDEX

Pavek Kuklík

Abstrakt:

Příspěvek se zabývá stanovením pevnostních charakteristik kompozitu zdiva. Prezentována je zejména strategie MQI, kterou publikovali pracovníci Univerzity v Perugii. Výpočet je založen na určité hodnotové analýze několika parametrů, na základě kterých je vypočten index zdiva MQI. Index je pak kalibrován tak, aby z jeho hodnoty byly zjištěny pevnostní charakteristiky zdiva podle nových italských norem.

Abstract:

The paper deals with the determination of strength characteristics of masonry composite. The MQI strategy, published by the staff of the University of Perugia, is presented. The calculation is based on a certain value analysis of several parameters, based on which the MQI masonry index is calculated. The index is then calibrated so that the strength characteristics of the masonry according to the new Italian standards can be determined from its value.

Key words: *Masonry; Composite material; Quasi-brittle materials; Stone cutting and carving; Strengths*

1. ÚVOD

Při posuzování historických konstrukcí je důležité, abychom se určitým způsobem orientovali v parametrech únosnosti, či pevnosti zdiva. Tato úloha není jednoduchá, neboť během času došlo k mnohým změnám, které výrazně ovlivnily jeho jednotlivé komponenty a možná modifikovaly i konstrukci samotnou. Navíc je úloha ztížena tím, že nemůžeme používat zkoušky, při kterých by došlo k výraznější destrukci zdiva. Určitou výhodou italských univerzit je skutečnost, že díky častým zemětřesením mají dostatek vzorků kamene z historických staveb, které mohou využít k rozsáhlému laboratornímu vyšetřování. Zajímavý přístup zvolili na Univerzitě v Perugii. Jak bude ukázáno v následujícím, všimli si, že pevnost zdiva historických staveb je determinována určitými parametry, které vůbec nezahrnují, kromě malty, pevnost jednotlivých složek kompozitu zdiva. Jinými slovy pevnost kamene byla většinou dostatečná a šíření poruchy záviselo na skladbě a na pevnosti pojiva. Co se minulosti týče mnoho historických staveb u nás bylo postaveno italskými staviteli a architekty. Pokud si zvolíme éru baroka zcela mimořádnou úlohu sehrál Jan Blažej Santini Aichel. Neměli bychom opomenout ani Francesca Carratiho či Martina Allia a mnoha dalších. Znalosti italských architektů a jejich um byly široce využívány v našich končinách. Toto můžeme shrnout asi tak, že podmínky výstavby v Čechách byly konzistentní s podmínkami výstavby v Itálii. V rámci mezinárodní spolupráce čtyř evropských univerzit byly modelovány skladby zdí a numericky modelována tlaková zkouška makro vzorku kompozitu zdi. Numerické odhady pevností jsou kompatibilní s výsledky, které prezentuje kolektiv autorů z Univerzity v Perugii. Určitou prestiž autorů a zejména univerzity dokládá i skutečnost, že tato byla založena 40 roků před Universitou Karlovou v roce 1308.

2. INDEX KVALITY ZDIVA MQI / MASONRY QUALITY INDEX)

V roce 2014 navrhli autoři Borri, A., Corradi, M., De Maria, A. a Sisti, R. vizuální metodu pro odhad některých kritických mechanických parametrů zdiva, bližší informace nalezneme v [1], [2], [3]. Autoři vycházeli ze skutečnosti, že mechanické chování zdiva závisí na mnoha faktorech, jako je pevnost v tlaku nebo ve smyku (zdiva či malty), závisí též na tvaru, objemu i vzájemnému poměru jednotlivých složek.

Zkrátka na řemeslné zručnosti dřívějších zednických mistrů a rovněž dodržování určitých technologií místně i časově příslušných. Vizuální metoda je založena na stanovení indexu kvality zdiva MQI (Masonry Quality Index).

Ten se vypočte postupem hodnotové analýzy z řady faktorů podle vzorce:

$$MQI = r \times SM \times (SD + SS + WC + HJ + VJ + MM) \quad , \qquad (1)$$

kde r - faktor charakterizující typ zdiva (v případě kamenného zdiva se uvažuje r - 1);

SM - parametr, který je ovlivněn mechanickými vlastnostmi a současným stavem jednotlivých stavebních kamenů (State of Masonry);

SD - parametr, který je ovlivněn velikostí jednotek a vazbou (State of Dimension);

SS - parametr, který je ovlivněn geometrickými charakteristikami zděných jednotek a využitím připevnění (State of Shape);

WC - parametr, který charakterizuje, zda stěna působí celistvě, nebo je složena z více vrstev; mnohdy byly vyzděny dva líce a vnitřek byl vyplněn úlomky a stavební sutí (Wall Composition);

HJ - parametr, který je ovlivněn kontinuitou vodorovné maltové spáry a přítomností cihelných či kamenných vrstev rozmístěných v určitých intervalech (méně než 60 cm) (Horizontal Joints);

VJ - parametr, který je ovlivněn překrýváním zdících pvků, v případě plných cihel v určité vazbě (Vertical Joints);

MM - parametr, který je ovlivněn vlastnostmi pojiva, kvalitou lepení, absencí pojiva a interakcí jednotek (Masonry Mortar).

Tyto parametry lze určit vizuální prohlídkou zdiva na místě. Ke klasifikaci přistupujeme z pohledu splněno a vše dobře funguje, částečně splněno a nesplněno. Existují tabulky určitých doporučení, pomocí kterých přiřadíme hodnotu jednotlivých parametrů.

Dále italští autoři a následné standardy zavádějí podle MQI indexu tři kategorie, které charakterizují současný stav zdiva. Kategorie C (nevyhovující stav zdiva) pro MQI od 0 do 2,5. Kategorie B (zdivo střední kvality), kterému přísluší MQI z intervalu od 2,5 do 5. Poslední kategorie A (zdivo dobré kvality) pro index kvality zdiva MQI od 5 do 10.

Pro zajímavost a určitou číselnou orientaci uvádíme v Tabulce 2 hodnoty pevnosti zdiva v tlaku pro některé typy kamenného zdiva podle komentáře k italské normě (the Italian building code commentary; IMIT 2009) [4].

Tab. 1: Hodnoty dosazované do vzorce (1) podle Borri et al 2018

	Stav špatný	**Částečně dobrý**	**Stav dobrý**
SM	0,3	0,7	1
SD	0	0,5	1
SS	0	1,5	3
WC	0	1	1
HJ	0	1	2
VJ	0	0,5	1
MM	0	0,5	2
r			1

Tab. 2: Pevnost zdiva v tlaku [MPa]

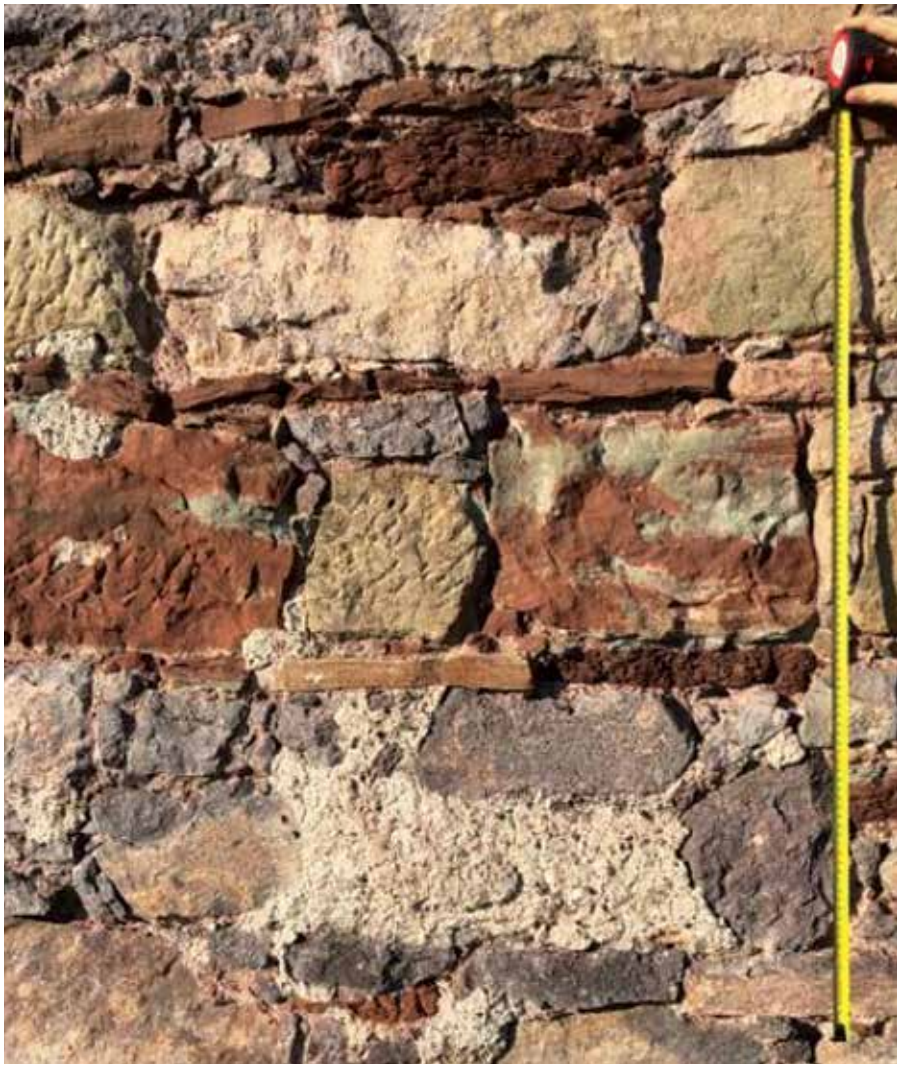
Typ zdiva	**Min**	**Max**
Nepravidelné kamenné zdivo	1.0	1.8
Lomové kamenivo s dvěma vyzděnými líci a stavební sutí uprostřed	2.0	3.0
Opracovaný kámen	2.6	3.8

Všimneme si, že strategie MQI, nezvažuje pevnost jednotlivých částí zdiva. Je zde pouze určitý integrální parametr, který zohledňuje případnou celkovou degradaci zdiva v čase. Víceméně je přijat předpoklad, že případná porucha bude procházet v maltě či nedokonalých spojích.

3. ODHAD SKLADBY ZDIVA

Zajímavou možnost, jak odhadovat pevnostní parametry zdiva, nám poskytují pokročilé numerické kódy založené na metodě konečných prvků a nelineárním kvazikřehkém konstitutivním modelování. S odvoláním na ČSN EN 1990 a ČSN EN 1997 lze využít, že tyto normy připouštějí určitý kvalifikovaný odhad pro popis konstitutivního chování jednotlivých kamenných prvků zdiva. Toto vyžaduje určitý konsensus mezi geology, inženýrskými geology, geotechniky i stavebními mechaniky. Je to proces, kdy musíme porozumět ignimbritům noworudských vrstev. Musíme též zhodnotit zastoupení a chování pískovců, arkóz a drob, které prošly vulkanodetritickým vývojem, zvládnout olivětínské vrstvy, které jsou charakteristické červenohnědými a pastelově zbarvenými aleuropelity, prachovci a pískovci. Touto citaci ryze geologických termínů jsem chtěl upozornit na skutečnost, že bez pomoci inženýrských geologů a geotechniků by stavební mechanik nezadal žádný vstupní parametr do připraveného numerického modelu. Naštěstí jsou k dispozici rozsáhlé záznamy v geofondu a po patřičných diskusích s výše jmenovanými odborníky můžeme získat kvalifikované odhady. Čím lépe se nám podaří odhadnout materiálové parametry jednotlivých částí, tím důvěryhodnější bude výsledek. Nezanedbatelným problémem je geometrie jednotlivých konstituentů a popis jejich objemu. Chybí-li na zdivu omítka, máme vcelku dobrou možnost na povrchu tyto údaje zjistit, ale skladbu uvnitř zdiva odhadujeme, a zpravidla ani není šance toto nějak exaktněji ověřit. V každém případě však zde jsou už informace, pomocí kterých můžeme vytvořit numerický model a provádět výpočty. V našem případě jsme se soustředili na modelování pevnosti zdiva v prostém tlaku na vzorcích větších rozměrů. Výpočty byly prováděny na zdivu kostela sv. Anny ve Vižňově. Kostel a skladbu zdiva přibližují obrázky 1. a 2.

Obr. 1: Detaily obvodového zdiva kostela sv. Anny ve Vižňově



Obr. 2: Obvodové zdivo kostela sv. Anny ve Vižňově

Díky opadané omítce si máme celkem slušnou představu skladby v oblasti, která je o něco větší než 1 x 1 m. Z obrázku je patrno, kde byly do zdiva zakomponovány ignimbrity, kde pískovce, máme zde několik odstínů, a rozeznáme i vápenec.

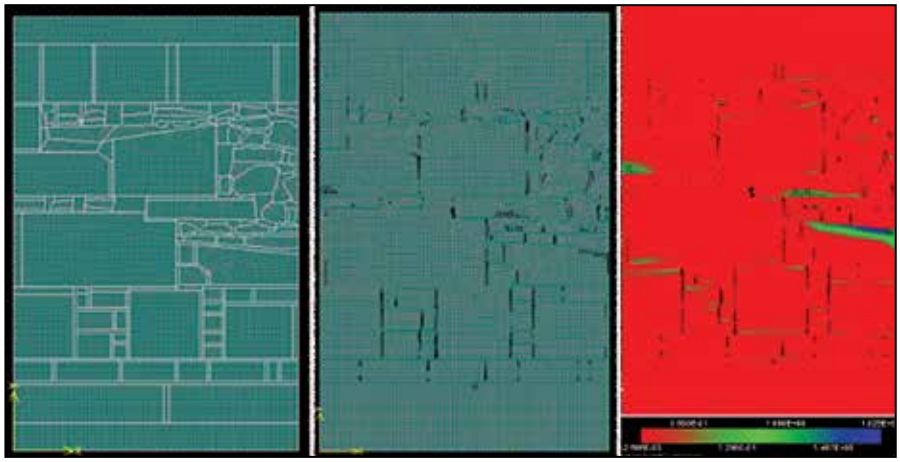
4. VÝPOČET PEVNOSTI ZDIVA V TLAKU PROFESIONÁLNÍM SOFTWAREM ATENA 2D FY ČERVENKA CONSULTING [7]

Abychom mohli určit pevnost v tlaku v obvodové stěně kostela sv. Anny, vytvořili jsme, z pohledu homogenizace, určitý „mikromodel" kamenného zdiva, který byl vytvořen na základě vizualizace skladby obvodové stěny. Strategii přístupu prezentují diplomové práce mezinárodního programu SAHC [5], [6]. V dalším kroku byly stanoveny výpočtové materiálové parametry jednotlivých komponent zdiva, viz. tabulka 3.

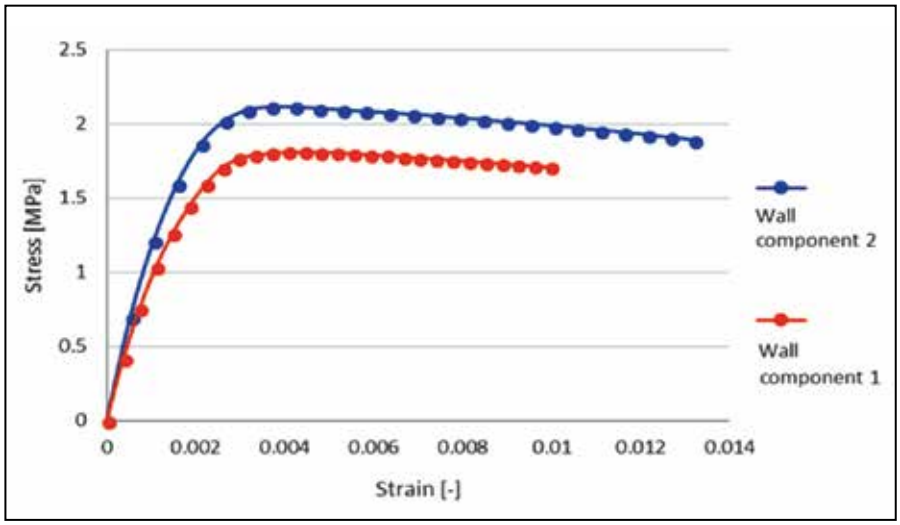
Následně byla provedena numerická simulace zatěžovací zkoušky zděného makro vzorku v prostém tlaku. Simulace se sestávala ze 40 kroků. Počet iterací v daném kroku byl omezen na 50. V rámci inkrementální strategie byl používán předepsaný přírůstek vertikálního posunutí. Výhoda zkoušky, která je řízena posunutím, spočívá v tom, že

Tab. 3: Výpočtové parametry kompozitu zdiva

Materiál	Youngův modul pružnosti [GPa]	Poissonův součinitel	Pevnost v tahu [MPa]	Pevnost v tlaku [MPa]	Lomová energie v tahu [N/m]	Maximální přetvoření v tlaku	Objemová tíha [kN/m³]
Vápenná malta	0,126	0,17	0,1	1,5	10	0,0119	20
Červený pískovec	20	0,2	1,5	30	43,5	0,0015	21
Ignimbrit	13	0,2	2	20	58	0,0015	21
Zelený pískovec	8	0,2	1,2	12	34,8	0,0015	21
Stavební suť	0,7	0,2	0,1	2	10	0,00286	20



Obr. 3: Sv. Anna výpočtové schéma zkoušky v prostém tlaku; podélná 2D strategie



Obr. 4: Virtuální pracovní diagramy kompozitu zdiva získané numerickým modelováním

Tab. 4: Numericky zjištěné parametry zděného kompozitu; podélná 2D strategie

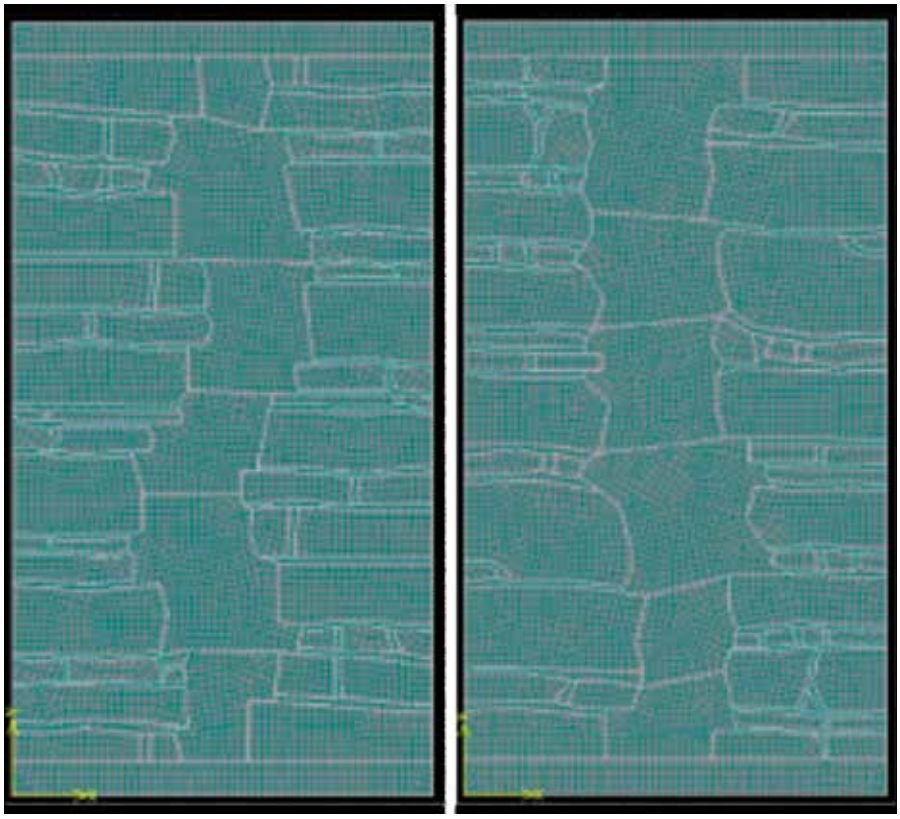
Konfigurace zdi	Vrcholové napětí v tlaku [MPa]	Odhadovaná pevnost v tahu [MPa]	Youngův modul pružnosti [GPa]
1	1,81	0,18	0,94
2	2,11	0,21	1,01

můžeme sledovat vyjmuté vzorky stěn i potom, kdy dochází k výraznému porušení. Veškeré podrobnosti výpočtu nalezneme v [5]. Během simulace bylo mezní tlakové napětí působící na makro vzorek vyjmuté části obvodové zdi vypočteno cca 1,9 [MPa], což se rovná mezní pevnosti v tlaku. Hodnota pevnosti v tlaku je v dobré shodě s hodnotami uváděnými v italských kódech, jak potvrzují údaje v tabulce 2. Domníváme se, že toto svědčí o schopnost softwaru ATENA 2D (více v [7]) virtuálně odhadnout tlakovou pevnost kompozitu vyjmuté části zdi v prostém tlaku.

Prezentovali jsem dvě strategie výpočtu ve 2D. Podélný model, kde předpokládáme rovinnou napjatost, a příčný model (příčný řez obvodovou stěnou kostela), kde očekáváme platnost rovinné deformace. V obou případech byla virtuální zkouška řízena deformací, abychom dobře vystihli po vrcholové, když překročíme maximální pevnost v tlaku, chování kompozitu. Při běžném projektování však nebývá na takovýto přístup mnoho času, navíc běžná projektová kancelář nemusí využívat pokročilé numerické modelování robustními kódy, které jsou založeny především na metodě konečných prvků a nestandardních konstitutivních vztazích.

5. ZÁVĚR

Na závěr uvádíme příklad srovnání vizuálního odhadu s numerických výpočtem, Připomínáme, že odhady jsou založeny hlavně na publikacích Borri A. et al. [1], [2] a Crespi Pietro a kol. [3]. Fotografie stěny, pro které byl odhadován MQI, byla již představena



Obr. 5: Sv. Anna výpočtové schéma zkoušky v prostém tlaku; příčná 2D strategie

Tab. 5: Numericky zjištěné parametry zděného kompozitu; příčná 2D strategie

Konfigurace zdi	Vrcholové napětí v tlaku [MPa]	Odhadovaná pevnost v tahu [MPa]	Youngův modul pružnosti [GPa]
1	1,90	0,19	1,08
2	2,08	0,20	1,03

Tab. 6: Odhad indexu MQI s výsledky dle autorů A. Borri et al

Kvalita kamene	0,7
Velikost částí kamene	0,5
Tvar kamenných prvků	1,5
Propojení líců zdi	1
Kvalita horizontální vazby	1
Kvalita vertikální vazby	0,5
Kvalita malty	0,3
Index kvality zdiva	3,36
Návrhová pevnost v tlaku [MPa]	2,14
Střední hodnota pevnosti [MPa]	2,86
Maximální hodnota pevnosti [MPa]	3,56

na obrázku 2. Samotný výpočet obsahuje tabulka 6. Jednoduchý program v excelu nalezne případný zájemce na adrese: ***https://ce.expect-it.cz/MQI/***.

Při numerickém výpočtu byly odhadované parametry pevností poníženy určitými dílčími součiniteli. Z tohoto důvodu se na vypočtenou maximální pevnost v tlaku 1,9 [MPa] můžeme dívat jako na hodnotu návrhovou a shoda s hodnotou 2,14 [MPa] je velmi dobrá. Domníváme se, že postup kolektivu z Univerzity v Perugii můžeme plně doporučit.

6. LITERATURA

[1] A. Borri et al., A method for the analysis and classification of historic masonry, Bulletin of Earthquake Engineering 2015.

[2] A. Borri et al., Calibration of a visual method for the analysis of the mechanical properties of historic masonry, XIV International Conference on Building Pathology and Constructions Repair- CINPAR 2018.

[3] P. Crespi et al., The Basilica of Collemaggio in L'Aquila: Seismic Assessment Analysis, RehabStructures 2015.

[4] MIT (2009) Circ. 02.02.2009, n. 617: Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008. Italian Ministry of Infrastructures and Transportation, Rome, Italy (in Italian).

[5] J. Scacco, Nonlinear numerical evaluation of the bearing capacity and the structure stability of the St Jacob Church from the Broumov Group of churches, SAHC Thesis, Czech Technical University in Prague, 2018.

[6] P. Gajjar, Nonlinear numerical evaluation of the wall bearing capacity and the structure stability of the St. Ann Church from the Broumov Group of Churches, SAHC Thesis, Czech Technical University in Prague, 2018.

[7] Cervenka Consulting, ATENA Program Documentation Part 1 Theory, Czech Republic, 2018.

prof. Ing. Pavel Kuklík, CSc.
ČVUT v Praze, Fakulta stavební,
katedra mechaniky
kuklikpa@fsv.cvut.cz

Poděkování

Za podporu z grantu OP PIK Proof of Concept CZ.01.1.02/0.0/0.0/20_360 /0023860

Článek byl recenzován

Recenzovala: Ing. Lucie Mynarzová, Ph.D.

Osobně se mi přístup odhadu pevnosti zdiva líbí. Vztah uvedený v článku na mě působí důvěryhodně, a věřím, že publikování článku by mohlo založit/podnítit diskusi o takovém způsobu hodnocení zděných konstrukcí - a třeba se účinnost metody časem prokáže i v našich podmínkách.

Práci doporučuji publikovat v předloženém znění.

VLASTNOSTI CEMENTOVÝCH KOMPOZITŮ S OBSAHEM DŘEVĚNÝCH TŘÍSEK PŘI JEJICH SATURACI VODOU

PROPERTIES OF CEMENT COMPOSITES WITH CONTENT OF WOOD CHIPS DURING THEIR WATER SATURATION

Tomáš Melichar, Jiří Bydžovský, Lenka Meszárosová

Abstrakt:

Článek prezentuje výzkum zabývající se vlivem vlhkosti působící na cementové kompozity s obsahem dřevní hmoty, jejichž složení bylo modifikováno. Pozornost byla zaměřena na studium vlivu saturace kompozitů vodou s ohledem na změny jejich vlastností. Byla ověřena hustota, pevnostní charakteristiky a modul pružnosti včetně analyzování mineralogického složení. Rovněž byl analyzován výluh cukrů po 7 a 21 dnech uložení hmot ve vodní lázni.

Abstract:

The article presents research into effect of humidity on cement composites with content of wood, which composition was modified. Attention was paid to studying effect of saturation of the composites by water regarding to change of properties. Density, stregth characteristics and modulus of elasticity including mineralogical composition were determined and analysed. Further, leachability of sugars was analysed after 7 and 21 days of matrials immersion in water.

Key words: *Cement-bonded particleboard; spruce chip; composition, alternative raw material; physical parameters; mineralogy; leach.*

1. ÚVOD

Cementové kompozity s organickým plnivem jsou poměrně rozšířeným materiálem pro stavebnictví. V reálné konstrukci jsou stavební hmoty a prvky v kontaktu s vlhkostí. Cementové kompozity s obsahem dřevní hmoty vystavené vlhkosti podléhají změnám fyzikálních, případně i chemických vlastností, viz např. [1]. Zajímavé je především ovlivnění pevnostních charakteristik a pružnosti, případně i uvolňování některých složek z dřevní hmoty. V průběhu výrobního procesu kompozitů kombinujících cementovou matrici a dřevní hmotu sice dochází k ošetření dřevní hmoty, nicméně tato úprava není nikdy zcela 100%. S ohledem na přítomnost značného podílu dřeva ve formě třísek, je třeba brát v potaz i možnost rozkladu a uvolnění některých látek a sloučenin z této dřevní hmoty do cementové matrice. Obzvláště zajímavé a významné je pak analyzování cementových kompozitů s organickou výplní z tohoto hlediska při modifikaci jejich složení alternativními surovinami.

2. VSTUPNÍ SUROVINY, NAVRŽENÉ HMOTY A METODIKA EXPERIMENTŮ

Referenční receptura analyzovaných hmot se sestává z 63 % dřeva ve formě třísek, 25 % portlandského cementu (CEM I 42,5 R), 10 % vody a 2 % hydratačních přísad, což představuje objemové složení. Dále byly navrženy dvě modifikované receptury. Modifikace proběhla alternativními surovinami. Tyto suroviny vznikají jako vedlejší produkty při výrobě a opracování cementotřískových desek. Z hlediska složení se tedy jedná o vysoce kompatibilní složky. Úprava složení receptur byla realizována také s ohledem na výsledky výzkumu autorů viz [3,4]. Pro výzkum byly tedy navrženy receptury:

- C0 - referenční receptura (složení viz Obr. 1);
- CP - hmoty modifikované prachem z řezání a broušení cementotřískových desek (ozn. suroviny "P"), kde bylo 6 % cementu a 1 % smrkových třísek nahrazeno prachem P;
- CR - hmoty modifikované sypkou směsí vznikající při výrobě cementotřískových desek (zbytky čerstvé směsi; ozn. suroviny "R"), kde bylo 4 % cementu a 4 % smrkových třísek nahrazeno sypkou směsí R.

Při výrobě a opracování cementotřískových desek vznikají částicové vedlejší produkty - různé druhy prachu a obecně sypkých směsí. Tyto směsi jsou zachytávány a dočasně skladovány v zásobnících přímo ve výrobním závodě. Mezi tyto vedlejší produkty bez dalšího využití patří i prach P a sypká směs z výroby desek R. Prach vzniká při řezání na formátovací pile a je zachytáván ve věži (zásobníku) jako vedlejší produkt.

Obr. 1: Průběh analýzy výluhu cukrů z vodného roztoku, kde byla po dobu 21 dnů uložena zkušební tělesa analyzovaných hmot. Každá ze zkušebních sad byla uložena v samostatné lázni.

Od formátovací pily je prach odsáván přes cyklon, kde se zachytí hrubší částice, a prach dál pokračuje do textilního filtru odprašovací věže. Tento vedlejší produkt se s ohledem na výrobní program a podmínky vyznačuje velmi nízkou variabilitou vlastností, tedy i složení. Z hlediska dalšího využití v opětovné výrobě cementotřískových desek tedy představuje velmi zajímavou alternativní surovinu. Dále byla využita přebytková směs R pro výrobu cementotřískových desek. Tento vedlejší produkt vzniká např. při změnách podmínek výroby, kdy je např. upravována receptura (zohlednění klimatických podmínek výroby aj.). Sypká směs není ukládána ve věžích, ale v zastřešeném prostoru společně s odřezky. Odřezky vznikají při úpravě cementotřískových desek na požadovaný formát. Výsledky analýz alternativních složek P a R jsou prezentovány v [2-4].

Cementové kompozity s obsahem dřevní hmoty byly vyrobeny ve formě desek o tloušťce 12 mm. Pro posouzení sledovaných parametrů byla zhotovena zkušební tělesa různých rozměrů. Byla připravena jednak tělesa o rozměrech 50 mm × 50 mm × 12 mm (hustota, rozlupčivost) a dále pak o rozměrech 290 mm × 50 mm × 12 mm (pevnost a modul pružnosti v ohybu). Tělesa byla následně saturována vodou a to po celkovou dobu 21 dnů, kdy po 7 a 21 dnech byl proveden důkaz cukrů na principu redukce manganistanem draselným.

Hydratace cementu probíhá v dlouhodobém měřítku (v řádech let), avšak dominantní děje při utváření struktury se odehrávají v průběhu několika prvních hodin a v podstatném rozsahu jsou dokončeny do 28 dní. Pokud cementové kompozity obsahují dřevní hmotu, je třeba věnovat pozornost i případnému uvolňování cukrů. Cukry jsou podstatné z hlediska utváření struktury cementové matrice. Přítomnost cukrů v cementové matrici totiž pozmění reakci trikalciumaluminátu (C_3A), který je nejrychleji reagující složkou cementu. Extrakční složky obsažené v dřevní hmotě mohou být také absorbovány na jádra hydroxidu vápenatého, proto zpomalují hydrataci trikalciumsilikátu (C_3S). [5], [6] Dle Fan a kol. [7] and Quiroga a kol. [8] inhibiční složky (hemicelulóza atd.) působí tak, že dojde k vytvoření nepropustného filmu kolem nezhydratovaných zrn cementu a proto následně dochází ke zpomalení tvorby kalciumhydrosilikátů (C-S-H) a portlanditu (CH). Během utváření struktury cementové matrice tak může docházet k výrazné retardaci chemických reakcí slinkových minerálů. Cementové kompozity v kombinaci s dřevní hmotou obsahují cukry (zejména hemicelulózu). Třísky jsou sice během výrobního procesu mineralizovány, aby nedocházelo k uvolňování cukrů během zrání. Nicméně tento proces není 100% účinný a při dlouhodobějším kontaktu třísek obsažených v cementové matrici by mohlo docházet k uvolňování cukrů. Proto byla uvažována i možnost, že při uložení ve vodní lázni dochází k extrakci cukrů z dřevěných třísek. Z tohoto důvodu byly po 7 a 21 dnech uložení zkušebních těles ve vodní lázni odebrány vzorky vody. Ve vzorcích vody byl stanoven obsah cukrů. Stanovení obsahu cukru ve výluhu bylo provedeno na principu redukce cukru manganistanem draselným ($KMnO_4$) v alkalickém prostředí. Při redukci z Mn^{VI} na Mn^{IV} dochází k barevné změně roztoku na žlutou až žlutohnědou. Při vysoké koncentraci manganistanu může vznikat hnědá sraženina MnO_2.

Před testováním fyzikálních a mechanických byly dřevo-cementové kompozity uloženy při relativ. vlhkosti (65±5) % a teplotě (20±2) °C. Testování probíhalo až po dosažení konstantní hmotnosti v tomto prostředí. Vlastnosti byly testovány, tak jak požadavky definuje technická norma ČSN EN 634-2 [10]. Norma uvádí i požadavky na doplň-

Tab. 1: Výsledky stanovení obsahu cukrů po 7 a 21 dnech uložení hmot ve vodní lázni

Receptura / / Hmota	**Obsah cukru ve výluhu (7 dnů) [%]**	**Obsah cukru ve výluhu (21 dnů) [%]**
C0	0,007	0,032
CP	0,014	0,049
CR	0,011	0,036

kové vlastnosti (rozměrové změny, odolnosti proti proražení a odolnost vůči mrazu). Hustota, ohybové charakteristiky a pevnost v tahu byly stanoveny před a po uložení ve vodní lázni. Celkem tedy byly testovány 2 sady hmot - 1 sada srovnávací a 1 sada zkušebních těles, které byly saturovány vodou a následně volně vysušeny v laboratorním prostředí (sada, na které byl analyzován výluh cukrů). Pro testy byla využita zkušební tělesa o rozměrech 50 mm × 50 mm × 12 mm a 290 mm × 50 mm × 12 mm.

3. VÝSLEDKY A JEJICH DISKUZE

Uložením cementových kompozitů s obsahem dřevní hmoty ve vodní lázni může docházet k uvolňování cukrů z dřevěných třísek. Proto byly po 7 a 21 dnech uložení hmot ve vodní lázni odebrány vzorky této vody. Byl stanoven obsah cukrů v těchto vzorcích. Při odběru vzorků bylo patrné, že došlo ve vodní lázni k výrazné změně barevného odstínu - do žluté barvy. Cukry snižují rychlost hydratace cementové matrice. Janusa a kol. [11] uvádí, že již nízké koncentrace (0,03–0,15 %) cukrů (pocházejících z hemicelulózy) mají retardační vliv na počátek tuhnutí a pevnost cementových kompozitů. Následující tabulka (viz Tab. 1) uvádí přehled stanovených hodnot množství cukru ve vodném výluhu. Každá sada zkušebních těles jedné receptury hmot byla uložena ve vodní lázni separátně.

Výsledky poukazují na výluh velmi nízkého množství cukrů v rámci uložení kompozitů ve vodní lázni po dobu 7 dnů. S ohledem na zjištění Janusa a kol. [11] lze konstatovat, že se jedná o nevýznamné množství, které prakticky neovlivní hydrataci cementu. Mírně zvýšené množství cukrů ve výluhu bylo stanoveno až po uložení hmot ve vodní lázni 21 dnů. Z hmot receptury C0 a CR se vyluhovalo množství cukrů na spodní hranici udávané Janusou a kol. [11]. Vyšší množství bylo stanoveno pouze v případě hmoty CP. Výsledky množství cukrů ve vodní lázni v případě jednotlivých receptur korespondují se surovinovým složením navržených hmot.

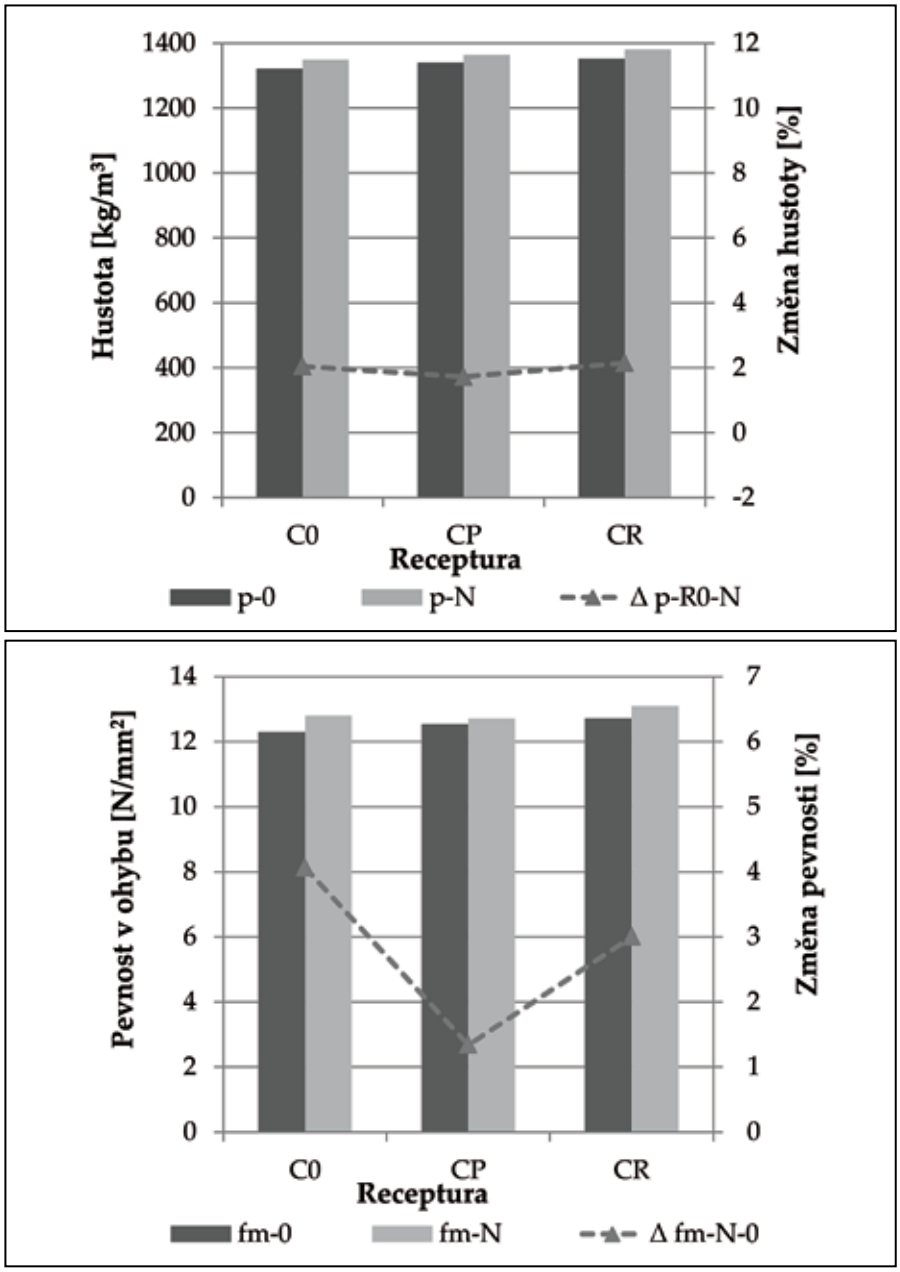
Na základě stanovených hodnot výluhu cukrů lze konstatovat, že až po 21 dnech uložení cementových kompozitů s obsahem smrkových třísek by mohlo docházet k mírnému ovlivnění hydratačních reakcí v cementové matrici. Nicméně je třeba si uvědomit, že C_3A reaguje při utváření struktury cementové matrice velmi rychle v řádu desítek minut. Lze se tedy domnívat, že při rychlosti výluhu cukrů, která byla stanovena (viz Tab. 1) nedojde k ovlivnění reakce C_3A. Pravděpodobněji se tedy jeví případný vliv na hydrataci C_3S. Tento slinkový minerál ovšem reaguje také poměrně rychle. Obzvláště v přítomnosti nadměrného množství vody je vysoce pravděpodobné, že C_3S reaguje rychleji, než se uvolní dostatečné množství cukrů k zpomalení jeho hydratace. Pro ověření této hypotézy byly ze zkušebních těles, jak uložených v laboratorním prostředí, tak po uložení ve vodní lázni odebrány vzorky pro XRD analýzu mineralogického složení se zaměřením na vývoj difrakčních linií slinkových minerálů, zejména pak C_3S, neboť C_3A reaguje velmi rychle. Byly identifikovány difrakční linie odpovídající přítomnosti C_3S v analyzovaných vzorcích hmot. Z hlediska komparace intenzity ve sledované oblasti C_3S lze konstatovat, že nebyly identifikovány prakticky žádné diference, které by nasvědčovaly rozdílnému průběhu utváření struktury cementové matrice hydratací alitu. Z těchto poznatků je patrné, že množství vyluhovaných cukrů se nachází na (resp. pod) spodní hranici možnosti ovlivnit reakce slinkových minerálů, což je v souladu s údaji, zjištěnými i jinými autory. Nepřímo byl případný vliv cukrů na hydrataci cementové matrice testovaných hmot analyzován v rámci posouzení pevností a modulu pružnosti.

Dle ČSN EN 634-2 je minimální požadovaná hodnota hustoty 1000 kg/m^3. Je evidentní, že všechny testované receptury dosahují hustoty > 1000 kg/m^3 (viz Obr. 2). Hodnoty hustoty hmot uložených v normovém prostředí se pohybují v rozmezí 1320 až 1350 kg/m^3. Vlivem uložení ve vodní lázni došlo k mírnému navýšení hodnot v rozmezí 1350 až 1380 kg/m^3.

Výsledky stanovení pevnosti v ohybu poukazují na mírně příznivý vliv v případě pevnosti v ohybu (viz Obr. 2). Dle EN 634-2 je minimální požadovaná pevnost v ohybu 9 N/mm^2. Všechny testované hmoty tento požadavek bez problémů splní. Hodnoty pevnosti v ohybu zkušebních těles uložených v normovém prostředí se pohybují v rozmezí 12,3 až 12,7 N/mm^2. Vlivem uložení ve vodní lázni došlo k mírnému navýšení hodnot v rozmezí 12,8 až 13,1 N/mm^2. Nárůst pevnosti se pohybuje v intervalu 1,3 až 4,1%. Zajímavé je zjištění, kdy hmoty modifikovaného složení dosahují mírně vyšších pevností v porovnání s referenční recepturou. Je evidentní, že modifikace složení netradičními surovinami se projeví mírně příznivě. Výsledky pevností dále potvrzují, že cukry, které v průběhu vodního uložení z třísek vyluhovaly, nikterak neovlivnily pokračující hydrataci cementové matrice analyzovaných hmot.

Z hlediska dosažených hodnot modulu pružnosti v ohybu (viz Obr. 3) se testované hmoty chovají poněkud odlišně, než v případě ohybové pevnosti. Hmota CP vykazuje mírný pokles tohoto parametru, konkrétně 2,2 %. Ostatní receptury se vyznačují nárůstem v rozmezí 2,7 až 7,6 %. S ohledem na požadavek EN 634-2 je evidentní, že všechny hmoty bez problému splňují tuto podmínku, tj. Em ≥ 4500 N/mm^2.

Pevnost v tahu kolmo na rovinu desky (viz Obr. 3) udává soudržnost testované hmoty ve směru jejího hutnění. Tato charakteristika tedy udává pevnost ve směru tloušťky. Cementové kompozity s obsahem dřevěných třísek vykazují v různých směrech odlišné vlastnosti. Vzhledem k tomu, že v případě tloušťky lze v případě těchto hmot zaznamenat nejvýraznější změny vlivem působící vlhkosti, jeví se posouzení této tahové



Obr. 2: Hustota a pevnost v ohybu testovaných cementových kompozitů s obsahem dřevěných třísek modifikovaného složení

pevnosti poměrně zásadní. Dle EN 634-2 je minimální požadovaná hodnota pevnosti v tahu kolmo na rovinu desky 0,5 N/mm^2. Všechny testované hmoty dosahují průměrné pevnosti v tahu ≥ 0,5 N/mm^2 a to i po uložení ve vodní lázni po dobu 21 dnů. Z výsledků je patrné, že pevnost všech typů hmot se pohybuje na obdobné úrovni, tj. v intervalu 0,97 až 1,00 N/mm^2, resp. 1,05 až 1,07 N/mm^2 (tělesa vystavená vlhkosti). Tělesa uložená ve vodě vykazují nárůst tahové pevnosti v rozmezí 6,1 až 7,8 %. Stejně jako v případě pevnosti a modulu pružnosti v ohybu tedy převážil spíše pozitivní vliv na hydrataci cementové matrice.

4. ZÁVĚR

Provedenými experimenty byly získány poznatky o chování dřevo-cementových kompozitů s obsahem netradičních surovin. Byl analyzován výluh cukrů z navržených hmot v průběhu jejich saturace vodou po 7 a 21 dnech od vložení zkušebních těles do vodní lázně. Dále byly také hodnoceny fyzikálně-mechanické vlastnosti, tj. pevnostní charakteristiky a modul pružnosti. Všechny parametry byly posouzeny s ohledem na vliv rozdílného složení receptur hmot (3 receptury). Dvě modifikované receptury hmot obsahovaly odpad z výroby cementotřískových desek. Odpad, který vzniká jako vedlejší produkt při výrobě a opracování cementotřískových desek, byl tedy využit pro výrobu kompozitů kombinujících cementovou matrici a dřevěné třísky, což je z ekologického hlediska výhodné.

Přesto, že vlastnosti dřevěných třísek jsou v průběhu výrobního procesu dřevo-cementových kompozitů stabilizovány, byl v průběhu vodního uložení zaznamenán výluh cukrů, jež souvisí s rozkladem hemicelulózy. Mírně zvýšené množství cukrů bylo zaznamenáno až po 21 dnech saturace hmot vodou. Nicméně výsledky pevnostních charakteristik indikují, že vyluhované cukry v průběhu hydratace a při dlouhodobějším kontaktu cementotřískových kompozitů s vodou negativně neovlivní jejich finální vlastnosti. Negativní vliv cukrů na hydrataci dřevo-cementových kompozitů ve stáří větším než 28 dnů byl také vyloučen fyzikálně-chemickými analýzami, konkrétně XRD, kdy byla pozornost zaměřena na difrakční linie slinkového minerálu - C_3S. Bylo totiž zjištěno, že diference mineralogického složení se zaměřením na C_3S (příp. ostatní slinkové minerály) hmot uložených v laboratorním prostředí a ve vodě jsou zanedbatelné.

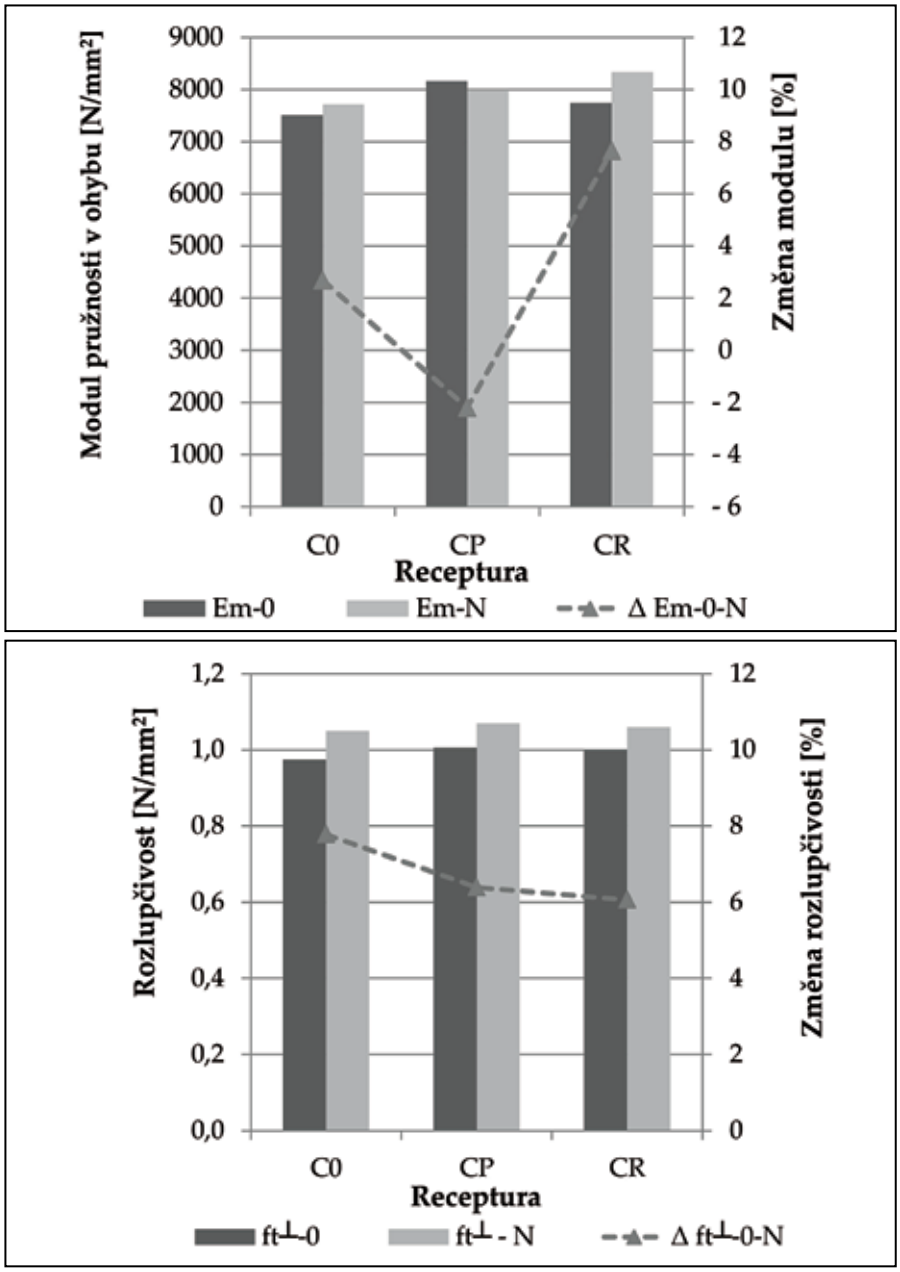
Mechanické vlastnosti (pevnosti a modul pružnosti) dřevo-cementových kompozitů nebyly negativně ovlivněny. Naopak byl zaznamenán mírný nárůst sledovaných parametrů vlivem uložení ve vodní lázni po dobu 21 dnů. Pokračující hydratace cementu se projevila výrazněji, než narušování struktury vlivem bobtnání dřevní hmoty obsažené v matrici testovaných hmot. Zjištění se týká jak referenčních, tak modifikovaných dřevo-cementových kompozitů.

5. LITERATURA

[1] Amiandamhen, S. O., Izekor, D. N. (2013) Effect of wood particle geometry and pre-treatments on the strength and sorption properties of cement-bonded particle boards. Journal of Applied and Natural Science, 5(2), pp. 318–322.

[2] Melichar, T.; Venhodová, E.; Bydžovský, J. Analyzing of alternative raw materials for production of cement-bonded particle boards. Advanced Materials Research 2014, Volume 923, pp. 108-111.

[3] Melichar, T.; Bydzovsky, J. Influence of dust waste containing



Obr. 3: Modul pružnosti v ohybu a pevnost v tahu kolmo na rovinu desky testovaných cementových kompozitů s obsahem dřevěných třísek modifikovaného složení

a silicate matrix and organic filler on properties of cement composites [Vliv prachového odpadu s obsahem silikátové matrice a organického plniva na vlastnosti cementových kompozitů]. Waste Forum 2019, Volume 4, pp. 378-390.

[4] Melichar, T.; Bydzovsky, J., Dufka, A. Seldom used by-product from trimming cement-bonded particleboard shows potential for modifying building materials composition. Waste Forum 2019, Volume 4, pp. 368-377.

[5] Young, J.F. A review of the mechanisms of set-retardation in Portland cement pastes containing organic admixtures, Cem. Concr. Res. 2 (4), 1972, pp. 415–433.

[6] Bentz, D.P., Coveney, P.V., Garboczi, E.J., Kleyn, M.F., Stutzman, P.E. Cellular automaton simulations of cement hydration and microstructure development, Modell. Simul. Mater. Sci. Eng. 2 (4), 1994, 783.

[7] M.Z. Fan, M.K. Ndikontar, X.M. Zhou, J.N. Ngamveng, Cement Concrete Comp. 36, 2012, pp. 135–140.

[8] A. Quiroga, V. Marzocchi, I. Rintoul, Compos. B-Eng. 84, 2016, pp. 25–32.2016.

[9] Ezerskiy, V.; Kuznetsova, N.V.; Seleznev, A.D. Evaluation of the use of the CBPB production waste products for cement composites. Construction and Building Materials 2018, Volume 190, pp. 1117-1123.

[10] EN 634-2 Cement-bonded particleboards - Specifications - Part 2: Requirements for OPC bonded particleboards for use in dry, humid and external conditions, 2007.

[11] Janusa, M.A., Champagne, C.A., Fanguy, J.C., Heard, G.E., Laine, P.L., Landry, A.A. Solidification/stabilization of lead with the aid of bagasse as an additive to Portland cement, Microchem. J. 65 (3), 2000, pp. 255–259.

Ing. Tomáš Melichar, Ph.D.
Vysoké učení technické v Brně,
Fakulta stavební, Ústav technologie stavebních hmot a dílců
Veveří 331/95, 602 00 Brno
melichar.t@fce.vutbr.cz

doc. Ing. Jiří Bydžovský, CSc.
Vysoké učení technické v Brně,
Fakulta stavební, Ústav technologie stavebních hmot a dílců
bydzovsky.j@fce.vutbr.cz

Ing. Lenka Mészárosová, Ph.D.
Vysoké učení technické v Brně
Fakulta stavební, Ústav technologie stavebních hmot a dílců
meszarosova.l@fce.vutbr.cz

Poděkování

Tento výsledek byl realizován za finanční podpory projektu GA ČR číslo 19-00291S s názvem „Analýza procesů při utváření struktury silikátových kompozitů s organickými plnivy a jejich chování za specifických podmínek namáhání".

Článek byl recenzován

Recenzoval doc. Ing. Tomáš Klečka, CSc.

Článek uvádí výsledky výzkumu vlivu působení vlhkosti na cementové kompozity s obsahem dřevní hmoty. Hlavní pozornost byla věnována vlivu saturace kompozitů vodou na změny jejich vlastností.

Výsledky daného výzkumu a provedených zkoušek jsou přímo uplatnitelné v praxi. Práci doporučuji publikovat po provedení oprav.

HMOTA PRO STABILIZACI PODKLADNÍCH VRSTEV NA BÁZI VEDLEJŠÍCH PRODUKTŮ Z VÝROBY CEMENTOTŘÍSKOVÝCH DESEK

MATERIAL FOR THE STABILISATION IN BASE LAYERS BASED ON BY-PRODUCTS FROM CEMENT-BONDED PARTICLEBOARDS PRODUCTION

Tomáš Melichar, Jiří Bydžovský, Miroslav Vacula, Šárka Keprdová

Abstrakt:

Článek prezentuje výzkum a vývoj hmoty pro stabilizaci podkladních vrstev s využitím vedlejších produktů z výroby cementotřískových desek.. Hmota pro stabilizaci je primárně určena k realizaci nového, příp. i rekonstrukci stávajících podkladních vrstev (např. pozemních komunikací). Výzkum a vývoj zohledňuje environmentální situaci, kdy je produkováno poměrně značné množství prachu během produkce cementotřískových desek - až 7 tis. t/rok. Záměrem níže prezentovaného výzkumu bylo posouzení vlastností a chování hmoty pro stabilizaci podkladních vrstev na bázi prachu z výroby cementotřískových desek. Posouzeny byly vybrané užitné vlastnosti, které jsou mimo jiné klíčové pro konkurenceschopnost vyvinutého produktu na tuzemském trhu. Prach byl upraven separací a mletím. Následně byly různé varianty hmot hodnoceny s ohledem na objemovou hmotnost, pevnostní charakteristiky, mrazuvzdornost a mikrostrukturu.

Abstract:

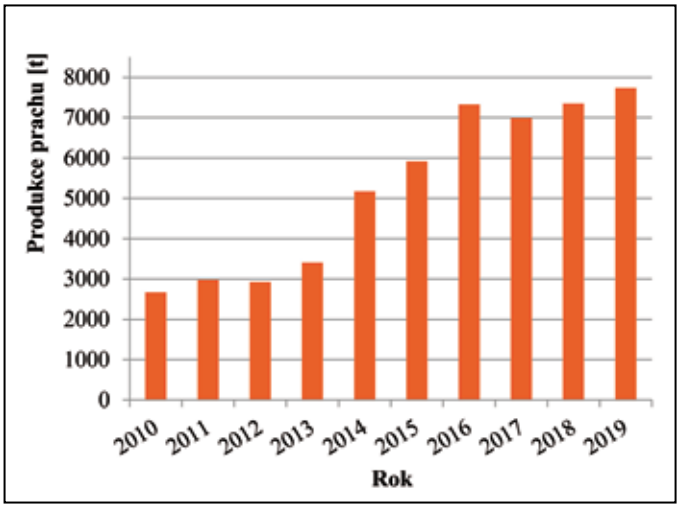
The article presents research and development of in base layers stabilising material based on by-products from cement-bonded particleboards production. Primarily, this developed material is intended for realization of new or rehabilitaiton of current in base layer. Research and development takes into account the environmental situation, where a relatively large amount of dust is produced during the production of cement-bonded particleboard (up to 7,000t/year). The purpose of the research presented in the paper was to assess the properties and behaviour of the stabilizing material based on suitably modified dust from the production of cement--bonded particleboards. Selected utility properties were evaluated. These properties are, among other things, key for the competitiveness of the developed product on the domestic market. The dust was adjusted by separation and milling (ball mill). Subsequently, different variants of the stabilizing material were analysed in terms of bulk density, strength characteristics, frost resistance and microstructure.

Key words: *Stabilization; In base layer; By-product; Alternative; Cement-bonded particleboard*

1. ÚVOD

Během produkce cementotřískových desek dochází ke generování vedlejších produktů, jež v případě jejich nezužitkování představují odpad. Jedním z takových vedlejších produktů je i prach z broušení a řezání cementotřískových desek (viz Obr. 1). Roční produkce tohoto prachu, který není dále zužitkován, a proto nelze jej nabídnout na trhu jako plnohodnotný produkt, se pohybuje přibližně kolem 7000 t (viz Obr. 2). Jedním z možných způsobů eliminace odpadů jinak, než stávajícím skládkováním, se jeví jejich transformace do podoby znovu využitelných surovin. Nejenže se tak spotřebuje určité množství již vyprodukovaného odpadu, ale sníží se tím i spotřeba primárních surovin, případně nutnost, často energeticky náročné, výroby surovin. V důsledku má takové znovuvyužití odpadu pozitivní vliv z ekonomického i ekologického hlediska. Na toto téma probíhají po celém světě rozsáhlé výzkumy, což potvrzuje snahu společnosti o zlepšení aktuální situace.

Potenciálně vhodnou možností pro využití odřezků z výroby cementotřískových desek je jejich aplikace jako hmota pro stabilizaci podkladních vrstev. Nově vyvinutý materiál by mohl být s výhodou využit pro realizaci nových i rekonstrukci stávajících podkladních vrstev při konsumpci vysokého množství jinak nezpracovávané alternativní suroviny. Hmoty pro stabilizaci podloží, resp. podkladních vrstev jsou běžně komerčně nabízeny. Avšak z dostupných informací není patrné, že by se kdokoli, ať už samotní producenti desek či vědecko-



Obr. 1 a 2: Sila (věže) pro uložení prachu zachyceného během opracování cementotřískových desek (ve výrobním závodě spol. CIDEM Hranice, a.s. - vlevo) a graf produkce odpadu - prachu v letech 2010 až 2019 (vpravo)

-výzkumní pracovníci zabývali možností vývoje a ověřením vlastností hmoty pro stabilizaci podkladních vrstev právě z prachu vznikajícího při výrobě cementotřískových desek. Při uvážení složení prachu je však třeba zařadit jeden podstatný krok v rámci výroby této hmoty a to konkrétně vhodnou úpravu složení. Tato vhodná úprava složení by totiž mohla zajistit požadované parametry hmoty pro stabilizaci podkladních vrstev, čímž bude docíleno bezproblémové konkurenceschopnosti na trhu.

Hmota pro stabilizaci podkladních vrstev, většinou na bázi popílku (např. z teplárny Kladno) je velmi dobrou variantou materiálu a to zejména z hlediska relativně nízkou objemovou hmotností, která se pohybuje v rozmezí 950 až 1350 kg/m^3. Vzhledem ke své konzistenci (poměrně tekuté) hmota pro stabilizaci bez problému vyplní veškeré volné lokality vyplňovaného prostoru, po zatuhnutí je plně únosný, objemově stálý a nevyžaduje dodatečné hutnění.

Majoritní vstupní surovinou pro výrobu popílkového stabilizátu je popílek ze spalování uhlí ve fluidních kotlích teplárny Alpiq Generation (CZ) v Kladně. Specifickou vlastností popílku z fluidního spalování je obsah volného vápna (CaO), které zajišťuje hydratační vlastnosti popílkové suspenze a její následné ztvrdnutí. Popílek z fluidního typu spalování je na stavbu dopravován v suchém stavu v autocisternách. Na staveništi je popílek v mobilním mísícím zařízení smíchán s vodou na popílkovou suspenzi optimální viskozity a tato směs je samospádem potrubím dopravována do místa zásypu. V místě zásypu tato suspenze vlivem hydratačních schopností po určité době ztuhne a ztvrdne do pevné nerozplavitelné konzistence. [1] Hmotu pro stabilizaci podloží HBZS, typ FL lze využít zejména jako zásypový materiál při likvidaci důlních děl a propadů do podzemí; dále pro zásyp nefunkčních kolektorů, kanálů a potrubí, obecně pro vyplňování volných prostor; jako zásyp výkopů pro inženýrské sítě, obecně pro zásypy výkopů, stavebních jam a pro tvarování terénu; pro stabilizaci podloží staveb, obecně pro zlepšování a stabilizaci hornin; pro vytvoření separační a těsnící vrstvy v konstrukcích zemního tělesa. Výhody použití hmoty HBZS, typ FL jsou evidentní. Jedná se o popílkovou suspenzi, která vzhledem ke své vysoké tekutosti spolehlivě a zaručeně vyplní všechny zasypávané prostory vč. trhlin a mezerovitostí v horninách. Dále je patrné, že popílková stabilizace je objemově stálá a nevyžaduje dodatečné hutnění.

Záměrem výzkumu a vývoje bylo přiblížení se, případně dosažení lepších parametrů hmot pro stabilizaci zemního tělesa / podloží s využitím vedlejších produktů majících původ v opracování cementotřískových desek.

Obr. 3: Podkladní vrstva vozovky na bázi popílkové suspenze [2]

2. VSTUPNÍ SUROVINY, NAVRŽENÉ HMOTY A METODIKA EXPERIMENTŮ

Výzkum a vývoj hmoty pro stabilizaci podkladních vrstev probíhal v několika na sebe navazujících etap. Při výrobě cementotřískových desek je prach zachytáván do 4 odprašovacích věží. Z hlediska variability složení a výsledných parametrů byl na základě

Tab. 1: Složení vyvíjených hmot pro stabilizaci podkladních vrstev

Surovina	Frakce [mm]	Náhrada popílku objemově				CaO	CEM I 42,5 R
V2	0–0,5 0–1 0–2	10 %	20 %	30 %	40 %	3 %	-
V2KM 3	< 0,25	100 %				3 %	5 %
V2KM 4	< 0,25	100 %				4 %	5 %

předchozí analýz vybrán prach z věže V2. Tento vedlejší produkt se vyznačuje optimálními parametry pro modifikaci složení stabilizačních hmot podloží.

Prach z výroby cementotřískových desek byl dodán přímo tuzemským výrobcem desek. V primárních recepturách byl základní složkou pro výrobu zkušebních těles fluidní popílek z elektrárny Alpiq Generation Kladno. Pro částečnou náhradu popílku byl, na základě získaných poznatků, zvolen prach V2. Nejprve byla prováděna separace zrn určité velikosti a vybrané varianty byly zdrobněny v kulovém mlýnu (po dobu 60 min) pro docílení vyššího podílu ve vyvíjené hmotě. Z ekonomického hlediska je žádoucí použít vedlejší produkt výroby cementotřískových desek bez větší (energeticky náročné) úpravy, jakou je například mletí. Náhrada popílku prachem byla stanovena objemově vzhledem k rozdílným měrným hmotnostem použitých surovin. Pro zlepšení pojivové schopnosti bylo dávkováno vápno v množství 3 % z hmotnosti popílku referenční receptury (bez náhrady vedlejším produktem). Hmota čistě na bázi mletého prachu V2 byla také modifikována 5 % portlandského cementu CEM I 42,5 R. Množství vody bylo zvoleno tak, aby byla zachována normální konzistence suspenze (dle ČSN 73 6124-1). Složení receptur je uvedeno v Tab. 1.

Všechny suché složky byly nejprve smíseny v míchačce a k suché směsi byla následně přilévána voda v množství odpovídajícím normální konzistenci suspenze, čemuž odpovídá rozlití směsi z Vicatova prstence v intervalu 160 mm až 220 mm. Tato směs byla míchána do homogenního stavu. Z každé receptury byla zhotovena tři zkušební tělesa o rozměrech 40 x 40 x 160 mm. Vzhledem k tekutosti suspenze nebylo potřeba směs hutnit. Zkušební tělesa se následně zakryla po dobu 3 dní fólií zabraňující nadměrnému vysychání. Zkušební tělesa byla poté ponechána v laboratorních podmínkách po dobu 28 dní. Dále byly výsledky vyhodnoceny a zhotoveny optimalizované receptury, které byly již testovány na válcových zkušebních tělesech o rozměrech d = 100 ± 1 mm, h = 120 ± 1 mm.

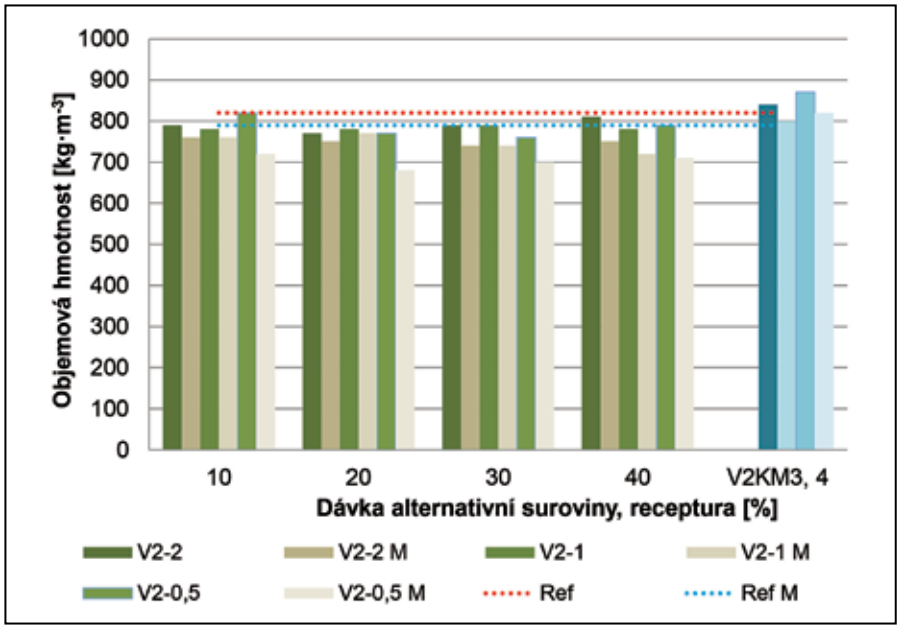
Vyvíjené hmoty byly dále podrobeny testování podstatných vlastností - objemová hmotnost, pevnost v tlaku i tahu za ohybu, mrazuvzdornost a dále analyzována i jejich mikrostruktura v souladu s technickými normami ČSN EN 196-1, ČSN 73 6124-1, ČSN EN 13286-50. Evaluace těchto vlastností umožní odhadnout chování vyvíjených hmot, což je podstatné s ohledem na konkurenceschopnost finálního produktu - hmoty pro stabilizaci podkladních vrstev.

Obr. 4: Suché složky před homogenizací a výrobou zkušebních těles

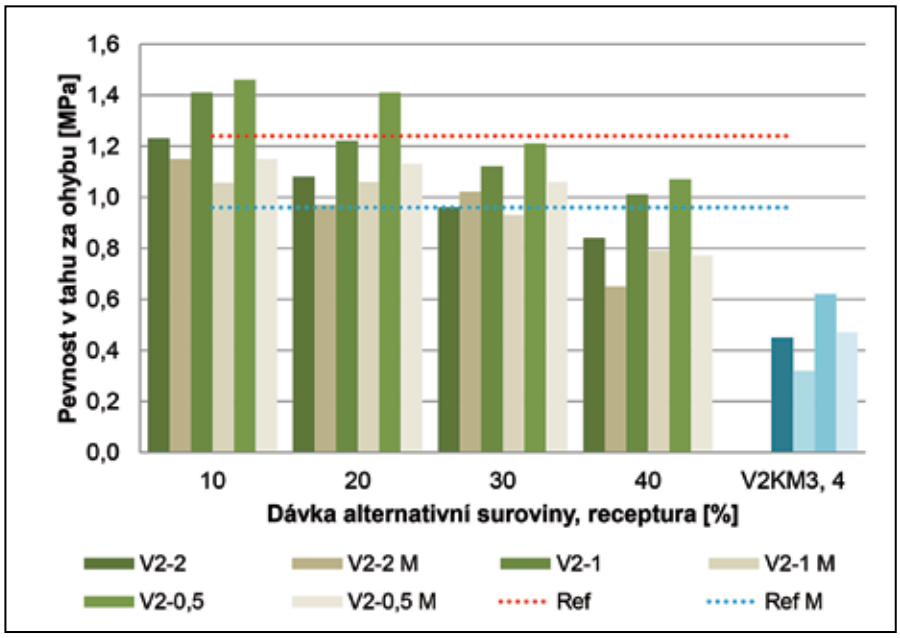
3. VÝSLEDKY A JEJICH DISKUZE

Výsledné průměrné hodnoty vyvíjených hmot jsou uvedeny v grafech (Obr. 5 až 7). Tečkovanými úsečkami jsou v těchto grafech také zobrazeny průměrné hodnoty referenční hmoty (pouze na bázi popílku). Tyto hodnoty byly využity jako srovnávací (červeně - zrání v laboratorních podmínkách, modře - po cyklickém zmrazování a rozmrazování za přítomnosti vody).

Objemová hmotnost referenční popílkové suspenze dosahuje hodnoty 820 kg/m^3. Po působení mrazu a vody se hodnota objemové hmotnosti snížila o 4 % na hodnotu 790 kg/m^3. V souladu s technickou normou ČSN 73 6124-1 se laboratorní srovnávací objemová hmotnost pro popílkové suspenze nestanovuje. Grafy poskytují informace o vlivu náhrady části popílku alternativní surovinou. Lze konstatovat, že ve všech případech došlo ke snížení objemové hmotnosti oproti referenční receptuře. Tento jev je způsobený rozdílnými měrnými hmotnostmi popílku a alternativních surovin, přičemž prach vykazuje nižší hodnoty měrné hmotnosti. Výsledky objemových hmotností při použití prachu V2 nevykazují jasný trend. Lze konstatovat, že maximální velikost částic alternativní suroviny (2 mm, 1 mm a 0,5 mm) nemá výrazný vliv na objemovou hmotnost. Ani rozdílná dávka alternativní suroviny se na výsledcích neprojevuje výrazně, což by mohlo poukazovat na možnost využití alternativní suroviny v relativně vysokém procentu náhrady. Surovina mletá v kulovém mlýnu (V2KM) s přídavkem 3 % CaO + 5 % CEM I 42,5 R (V2KM 3) a 4 % CaO + 5 % CEM I 42,5 R (V2KM 4) vykazovala o 20 a o 50 kg/m^3 vyšší objemovou hmotnost než referenční záměs. Důvodem



Obr. 5: Objemová hmotnost vyvíjené hmoty modifikované prachem V2 (číslo za pomlčkou vyjadřuje maximální frakci v mm; písmeno M = po zkoušce mrazuvzdornosti



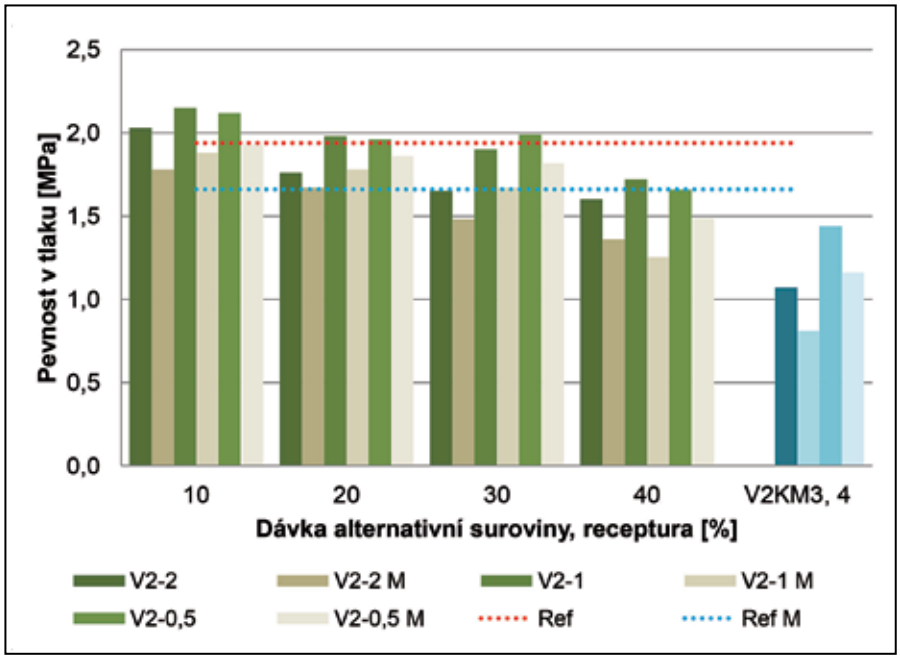
Obr. 6: Pevnost v tahu za ohybu vyvíjené hmoty modifikované prachem V2 (číslo za pomlčkou vyjadřuje maximální frakci v mm; písmeno M = po zkoušce mrazuvzdornosti

je pravděpodobně to, že tato surovina byla velmi jemně pomleta, čímž se zvýšila její měrná hmotnost. Zkušební tělesa testovaná na účinky mrazu vykazují, podle očekávání, nižší hodnoty objemové hmotnosti než tělesa nezmrazovaná. Snížení objemových hmotností však nepřesáhlo 8 %, pouze u těles s obsahem suroviny V2-0,5 došlo k poklesu o 12 %. Tato odchylka však může být způsobena například nehomogenitou materiálu vzniklou při výrobě či zrání těles, přičemž tato nehomogenita se projevila právě po působení mrazu a vody.

Zatímco referenční receptura vykazuje pevnost v tahu za ohybu 1,24 MPa, hmoty na bázi prachu V2 vykazují v některých případech hodnoty vyšší. Nejvyšších hodnot dosahují receptury s náhradou 10 % a 20 %. Zde je patrný i vliv maximální velikosti částic alternativní suroviny, kdy nejvyšší hodnoty vykazuje surovina s maximální velikostí částic 0,5 mm. Srovnatelných hodnot s referenční záměsí dosahuje hmota s 10% substitucí popílku prachem V2. Takto zvýšené hodnoty pevnosti v tahu za ohybu jsou způsobeny patrně tvarem dřevních třísek, které se při tomto způsobu namáhání mohou uplatňovat jako rozptýlená výztuž. Tělesa na bázi pouze prachu V2 (bez popílku), tj. z mleté suroviny V2KM pak vykazovala nejnižší hodnoty pevností, pouze kolem hodnoty 0,5 MPa, což je zhruba poloviční hodnota referenční pevnosti. Takto nízká hodnota je zapříčiněna nízkým obsahem pojiva a nízkou reaktivitou použité alternativní suroviny.

Průběh pevností v tlaku koresponduje s průběhem tahových pevností. Obdobně jako v případě pevnosti v tahu za ohybu, i pevnost v tlaku některých receptur dosahovala vyšších hodnot než pevnost v tlaku referenční receptury. Nejlepších výsledků dosahovaly receptury s obsahem prachu V2 v dávce 10 %, 20 % a 30 %. Všechny tyto receptury se pohybovaly kolem hodnoty pevnosti v tlaku 2 MPa. Zkušební tělesa s 40% náhradou vykazovala pevnost v rozmezí 1,6 až 1,7 MPa, což je oproti referenční směsi snížení o cca 15 %. Pevnost v tlaku těles vystavených účinkům mrazu a vody je podle očekávání nižší než pevnost v tlaku těles nezmrazovaných. Norma ČSN 73 6124-1 určuje maximální snížení pevnosti vlivem působení mrazu a vody o 15 %, což v drtivé většině případů bylo splněno. Hmoty na bázi 100% podílu prachu V2, tj. receptury V2-KM dosahují tlakových pevností těsně nad 1MPa a pro případné další testování by bylo vhodné upravit recepturu například zvýšením množství pojiva. Co se týká vlivu maximální velikosti částic prachu V2, není pozorována výraznější souvislost. Prakticky by to mohlo znamenat jednodušší úpravu (tříděním) těchto vedlejších produktů, což může být ekonomicky výhodnější, což je podstatnou informací pro návrh modifikovaných receptur.

Na základě zjištěných poznatků a vlastností stanovených na zkušebních tělesech primárních receptur byla provedena optimalizace receptur popílkových suspenzí s částečnou náhradou popílku alternativními surovinami z výroby cementotřískových desek. Pro další testování byly tedy uvažovány pouze receptury s 30% a 40% náhradou popílku



Obr. 7: Pevnost v tlaku vyvíjené hmoty modifikované prachem V2 (číslo za pomlčkou vyjadřuje maximální frakci v mm; písmeno M = po zkoušce mrazuvzdornosti

prachem V2 (o velikosti zrn v rozmezí 0 až 1 mm) a dále i receptury na bázi 100% náhrady popílku mletým prachem (o velikosti zrna v rozmezí 0 až 0,25 mm) s přídavkem vápna i portlandského cementu.

Objemová hmotnost referenční záměsi dosahuje hodnoty 790 kg/m^3. Např. společnost AWT Rekultivace uvádí na trh tento výrobek pod názvem „Popílek a směsi s popílkem pro násypy a zásypy při stavbě pozemních komunikací; typ / varianta: Stabilizát HBZS, typ FL pro stavby pozemních komunikací“ [2], jehož minimální objemová hmotnost musí dle technických požadavků dosahovat hodnoty 700 kg/m^3, což referenční receptura splňuje. Objemová hmotnost popílkových suspenzí může vykazovat určitý rozptyl hodnot vzhledem k použitému popílku, protože popílky z různých spalovacích zařízení a procesů můžou vykazovat odlišné měrné hmotnosti. Optimalizované receptury splňují minimální hodnotu objemové hmotnosti 700 kg/m^3. Nicméně objemová hmotnost není rozhodujícím ukazatelem vhodnosti použití alternativních surovin v popílkových suspenzích. Vliv působení mrazu a vody je patrný mírným snížením objemové hmotnosti u všech receptur. Důvodem je pravděpodobně porušení povrchové vrstvy a následný úbytek materiálu z objemu tělesa.

Podle platného certifikátu výrobku Stabilizát HBZS, typ FL pro stavby pozemních komunikací, je požadavek na minimální pevnost v tlaku 1 MPa. Referenční hmota dosahuje pevnosti v tlaku 1,8 MPa, čímž splňuje tento požadavek. Vyhovující pevnosti v tlaku dosahují také receptury se surovinou V2 (náhrada 30 % a 40 %). Taktéž optimalizovaná receptura V2-KM 5 C / 4 Ca splňuje tento limit a dosahuje tlakové pevnosti 1,2 MPa. V porovnání s referenční směsí došlo k očekávanému poklesu tlakových pevností. Tento pokles je zapříčiněn tím, že alternativní surovina nedisponuje pojivovou schopností a obsah popílku, který tuto schopnost má, je parciálně redukován. Koeficient mrazuvzdornosti klesá s rostoucím obsahem alternativní suroviny a minimální hodnotu splňuje, kromě referenční směsi, pouze hmota V2-30. Z celkového pohledu je optimální dávkování 30 % alternativní suroviny V2. Testování pevnosti v tlaku optimalizovaných receptur hmot pro stabilizaci podkladních vrstev je zachyceno na Obr. 8.

Obr. 8: Zkušební těleso před zkouškou pevnosti v tlaku (vlevo) a po zkoušce (vpravo)

Tab. 2: Vlastnosti hmoty pro stabilizaci podloží / zemního tělesa - receptura V2-30

Vlastnost	Jednotka	Výsledek zkoušky	Požadovaná / deklarovaná úroveň	Vyhodnocení
Objemová hmotnost	kg/m^3	750	≥ 700	Vyhovuje
Vlhkost	%	55,5	≥ 30	Vyhovuje
Poměr únosnosti CBR	%	144,2	≥ 10	Vyhovuje
Pevnost v prostém tlaku	MPa	1,44	≥ 1,0	Vyhovuje
Objemová stálost – bobtnání	%	0,61	≤ 3	Vyhovuje
Tekutost čerstvé směsi	mm	178	160 – 220	Vyhovuje
Propustnost – koeficient filtrace	m/s	$7{,}6.10^{-8}$	$\leq 1.10^{-3}$	Vyhovuje

Tab. 3: Vlastnosti hmoty pro stabilizaci podloží / zemního tělesa - receptura V2-KM 5C/4Ca

Vlastnost	Jednotka	Výsledek zkoušky	Požadovaná / deklarovaná úroveň	Vyhodnocení
Objemová hmotnost	kg/m^3	860	≥ 700	Vyhovuje
Vlhkost	%	46,5	≥ 30	Vyhovuje
Poměr únosnosti CBR	%	74,9	≥ 10	Vyhovuje
Pevnost v prostém tlaku	MPa	1,16	≥ 1,0	Vyhovuje
Objemová stálost – bobtnání	%	1,74	≤ 3	Vyhovuje
Tekutost čerstvé směsi	mm	172	160 – 220	Vyhovuje
Propustnost – koeficient filtrace	m/s	$5{,}4.10^{-7}$	$\leq 1.10^{-3}$	Vyhovuje

Souhrn všech podstatných užitných vlastností optimalizovaných hmot V2-30 a S2-KM 5C/4Ca je uveden v Tab. 2 a 3.

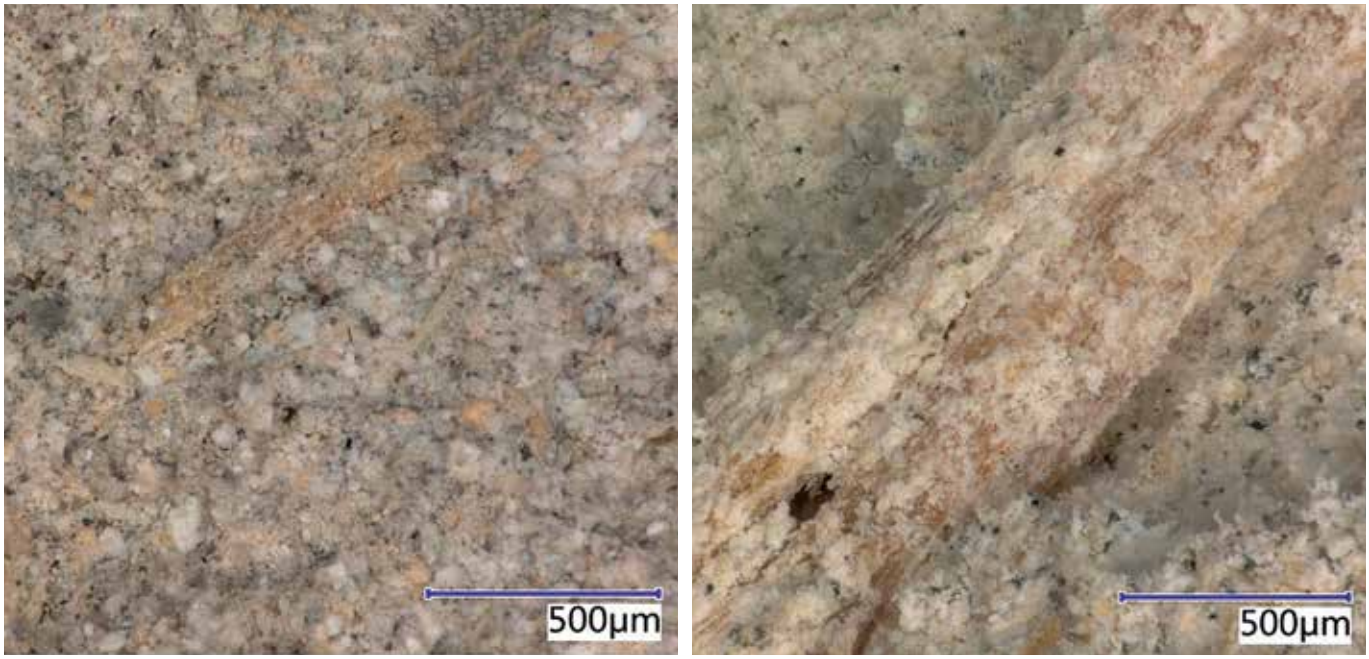
Pomocí optického mikroskopu byly zkoumány nejen samostatné vedlejší produkty, ale následně také výsledné hydraulicky stmelené směsi s obsahem těchto vedlejších produktů. Cílem této analýzy bylo detailněji prozkoumat strukturu výsledných směsí s důrazem především na kontaktní zóny mezi dřevními částicemi a popílkovou matricí a také na rovnoměrné rozptýlení dřevních částic v objemu hydraulicky stmelené směsi. Bylo zjištěno, že struktura vyvíjené hmoty, konkrétně optimalizovaného složení je kompaktní a bez zjevných poruch či defektů. Smrkové třísky obsažené v prachu V2 jsou ve stabilizační hmotě distribuovány rovnoměrně a zapojují se při utváření struktury vyvíjené hmoty jako rozptýlená výztuž, kdy je patrné dobré spolupůsobení s matricí této hmoty.

Vybrané varianty hmot pro stabilizaci byly také analyzovány elektronovým mikroskopem. Mikroskopem bylo možné detailně posoudit strukturu vyvinutých hmot a vyvodit závěry z hlediska případné korekce vzájemného poměru jednotlivých složek, což je předpoklad pro efektivní optimalizaci složení a vlastností vyvíjených hmot. Strukturu hmot pro stabilizaci lze charakterizovat jako kompaktní bez výraznějších pórů, dutin a anomálií. Dřevěné částice - drobné třísky smrkového dřeva, které jsou v matrici obsaženy, ji nikterak nenarušují a lze konstatovat, že poměrně dobře synergicky s matricí spolupůsobí (viz Obr. 10).

Hmota V2-KM 5C/4Ca se vyznačuje přítomností CSH fází (viz Obr. 11). Ovšem ani při detailním přiblížení struktury nelze rozlišit hydratační produkty matrice nově formované při tuhnutí stabilizační hmoty od hydratačních produktů matrice, která je součástí částic jemně mletého prachu V2. Nicméně je evidentní, že tyto dvě složky spolu ve struktuře finálního kompozitu relativně dobře spolupůsobí.

4. ZÁVĚR

Zjištěné vlastnosti na optimalizovaných recepturách poukazují na vhodnost navrženého řešení, přičemž kombinace dvou vedlejších produktů (popílek a vedlejší produkt výroby cementotřískových desek - prach z formátování desek) přináší zajímavý prakticky využitelný materiál. Značný potenciál z environmentálního hlediska představuje mletá surovina - prach V2, který s přídavkem vápna (4 %) a portlandského cementu (5 %) bez dalších příměsí vytvoří poměrně kvalitní stabilizační hmotu.

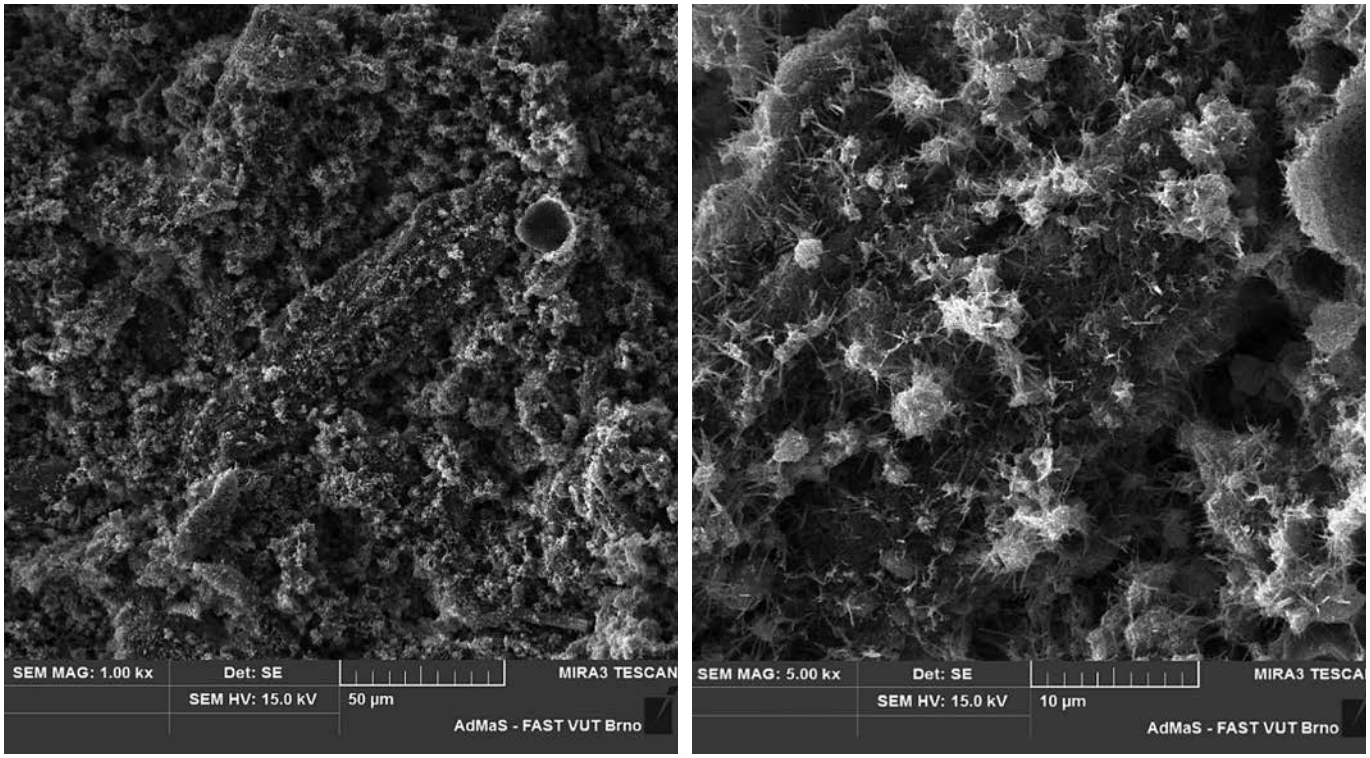


Obr. 9: Struktura optimalizovaných hmot - kompaktní struktura hmoty s V2-30 bez poruch či výraznějšího množství pórů a dutin (vlevo) a zapojení třísky prachu V2 při utváření kompaktní struktury hmoty V2-KM 5C/4Ca (vpravo)

Využití vedlejšího produktu z opracování cementotřískových desek v hydraulicky stmelených směsích se jeví jako velmi výhodné, především z ekologického a ekonomického hlediska. Kromě využití ve směsích používaných v zemních tělesech by mohl spočívat potenciál využití tohoto produktu např. při sanaci důlních děl nebo jiných výplňových aplikací materiálem na bázi relativně lehké, přitom dostatečně pevné suspenze bez negativních ekologických projevů.

Zajímavou variantou by mohla být dodatečná optimalizace hmot, která by spočívala v mechanické úpravě alternativních surovin zejména mletím s případnou eliminací určitého podílu dřevní hmoty. Tímto krokem by došlo k výraznému zlepšení stávajících parametrů vyvinutých hmot pro stabilizaci podkladních vrstev. Nevýhodou tohoto řešení ovšem je jeho vyšší ekonomická náročnost, které souvisí s poměrně větším výdejem energie pro úpravu vstupních surovin a rovněž i případně další dopravou (na linku vybavenou zdrobňovacím zařízením) atd.

Obr. 10: Mikrostruktura optimalizovaných hmot pro stabilizaci podkladních vrstev V2-30



Obr. 11: Mikrostruktura optimalizované hmoty pro stabilizaci podloží V2-KM 5C/4Ca

5. LITERATURA

[1] Popílkový stabilizát [online]. [ci. 2019-07-23] Dostupné z: https://www.awt-rekultivace.cz/cs/sluzby/popilkovy-stabilizat

[2] AWT rekultivace [online]. b.r. [cit. 2019-12-27]. Dostupné z: www.awt-rekultivace.cz

[3] ČSN 73 6124-1 Stavba vozovek - Vrstvy ze směsí stmelených hydraulickými pojivy - Část 1: Provádění a kontrola shody. Praha: ÚNMZ, 2016.

[4] Ezerskiy, V.; Kuznetsova, N.V.; Seleznev, A.D. Evaluation of the use of the CBPB production waste products for cement composites. Construction and Building Materials 2018, Volume 190, pp. 1117-1123.

[5] Sobral, H.S. Vegetable plants and their fibres as building materials, in: Proceedings of the Second International RILEM Symposium, Routledge, 2004.

[6] TP 93 - Návrh a provádění staveb PK s využitím popílků a popelů. Politika jakosti pozemních komunikací [online]. b.r. [cit. 2019-12-23]. Dostupné z: http://www.pjpk.cz/technicke-podminky-tp/2.

[7] BUCZYńSKI, P. a M. LECH. The Impact of One-, Two- and Three-component Hydraulic Road Binder on the Properties of the Hydraulically Bound Mixture. Procedia Engineering [online]. 2015, 108, 116-123 [cit. 2019-12-26]. DOI: 10.1016/j.proeng.2015.06.126. ISSN 18777058. Dostupné z: https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1877705815010802.

[8] IWAńSKI, M., P. BUCZYńSKI a G. MAZUREK. Optimization of the road binder used in the base layer in the road construction [online]. 2016, 1044-1054 [cit. 2019-12-26]. Dostupné z: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061816313769?via%3Dihub.

Ing. Tomáš Melichar, Ph.D.
Vysoké učení technické v Brně,
Fakulta stavební, Ústav technologie stavebních hmot a dílců
Veveří 331/95, 602 00 Brno
melichar.t@fce.vutbr.cz

doc. Ing. Jiří Bydžovský, CSc.
Vysoké učení technické v Brně,
Fakulta stavební, Ústav technologie stavebních hmot a dílců
Veveří 331/95, 602 00 Brno
bydzovsky.j@fce.vutbr.cz

Ing. Miroslav Vacula
CIDEM Hranice, a.s., divize CETRIS
Nová 223, 753 01 Hranice
vacula@cetris.cz

Ing. Šárka Keprdová, Ph.D.
Vysoké učení technické v Brně,
Fakulta stavební, Ústav technologie stavebních hmot a dílců
Veveří 331/95, 602 00 Brno
keprdova.s@fce.vutbr.cz

Poděkování

Tento výsledek byl realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Ministerstva průmyslu a obchodu v rámci projektu FV30072 „Efektivní optimalizace využití odpadu z produkce cementotřískových desek pro výrobu konkurenceschopných stavebnin".

Článek byl recenzován

Recenzoval doc. Ing. Tomáš Klečka, CSc.

Článek prezentuje výzkum zaměřený na vývoj hmoty pro stabilizaci podkladních vrstev s využitím vedlejších produktů z výroby cementotřískových desek. Tento postup se v hydraulicky stmelených směsích jeví jako velmi výhodný.

Výsledky daného výzkumu a provedených zkoušek jsou přímo uplatnitelné v praxi. Práci doporučuji publikovat v předloženém znění.

RŮŽOVÁ

PINK

Karel Doubner

Abstrakt:

Růžová je směs bílé s odstíny červené. Zdroje bílé a pigmentů červené, jak se historicky uplatňovaly v barvení oděvů a v malířství s uvedením příkladů v Číně, antice, středověku a v moderní době. Galerie Moderního umění Solomona Guggenheima v New Yorku měla být růžová. Jak namíchat starorůžovou?

Abstract:

Pink is a mixture of white and shades of red. Sources of white and red pigments, as they have historically been used in clothing dyeing and painting, giving examples in China, antiquity, the Middle Ages and modern times. Solomon Guggenheim's Gallery of Modern Art in New York was supposed to be pink. How to mix old pink?

Keywords: *zinc white; titanium white; nopal; cochineal;, ocher; puzzuola; cinobr;, carmine; minium-red lead; cadmium; purple*

Růžová je směsná barva, nebo vlastně směšná? Podívejme se na ingredience, ze kterých se míchá, jsou podstatné a máte-li na mysli starorůžovou a mícháte ji z barvy bordó, nedopadne to dobře.

Od mé matky malířky znám tajemství starorůžové, to Vám sdělím na konci článku. Je mi nejasná obliba růžové u vnuček (1+4). Boty, oblečení, Barbíny, Jednorožci i kolo, ale celkem chápu výchovný tlak růžové, použité v nápravném zařízení námořní pěchoty v USA a ženských věznicích v Japonsku (obr. 1). [2]

Na obrazech starých mistrů byly nejvíce ceněny části, kde byla tělová barva, tedy hlavy a ruce (obr. 2). Goya, když maloval královskou rodinu, byl honorován podle počtu hlav a rukou. Lidská kůže je display zdraví jedince, v mládí obsahuje více vody, je růžovější, ve stáří podle stavu jater žloutne, popřípadě u srdečních těžkostí bledne a šedne. Hlava byla často podmalována zelenou a červenou s horními vrstvami lazur, zejména Benátčan Tizian a Caravaggio vynikali v zachycení odstínů lidského těla.

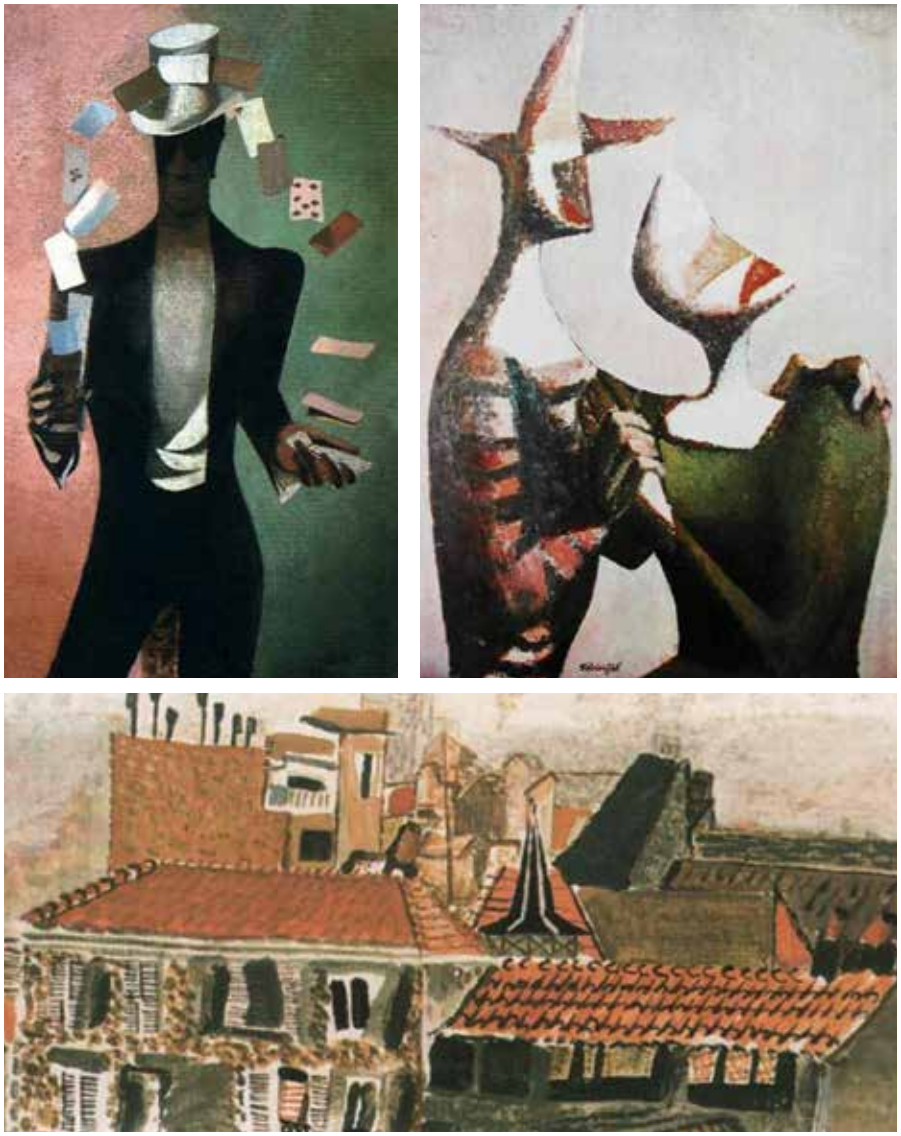
Z českých malířů se na ose růžová a zelená pohyboval František Tichý. Je zajímavé, že všechny jeho obrazy jsou v tomto modu (obr. 3). Často používám obrazy při návrhu interiéru nebo fasády, identifikuji škálu odstínů jednotlivých použitých barev.

Obr. 1: Růžová barva nachází uplatnění od oblečení, bot, panenek, jízdních kol až třeba po interiéry nápravného zařízení námořní pěchoty v USA či ženských věznicích v Japonsku

Kreativně použitá růžová v kombinaci s okrem tmavým je například na zámku Krásný dvůr (obr. 4).

Je zajímavé, že Franck Lloyd Wright měl představu, že moderní galerie v New Yorku Solomona Guggenheima bude růžová. Souviselo to s představou stoupající spirály, inspirované ziguratem a ty byly z pálených i nepálených cihel načervenalé zemní barvy (obr. 5).

Obr. 2: Tělová barva na obrazech starých mistrů



Obr. 3: Z českých malířů se na ose růžová a zelená pohyboval František Tichý

Podívejme se na ingredience, které můžeme použít při míchání růžových odstínů (obr. 6).

Titanová běloba

Chemické označení je TiO_2 - oxid titaničitý, protože jde o sloučeninu kyslíku a titanu. V přírodě se vyskytuje v přirozené podobě v minerálech a běžně se s ní můžeme setkat na písečných plážích u moře. Pro průmyslové využití se ovšem titanová běloba vyrábí uměle, a to buď prostřednictvím tzv. chloridové, nebo síranové metody. Ročně se na celém světě vyrobí kolem 4 milionů tun titanové běloby. Proč tak moc? Odpověď je jednoduchá, protože je zužitkována v celé řadě výrobků a průmyslových odvětví. Používá se jako bílý pigment v potravinářství (zejména pro žvýkačky a cukrovinky), přidává se do kancelářských potřeb (papír, propisky), najdeme ji i v kosmetice, barvách, lécích nebo opalovacích krémech. A aby toho nebylo málo, využití nachází i v automobilovém průmyslu.

Purpur

Purpurová nebo nachová označuje červenou barvu s výrazným podílem fialové. Červenější je barva magenta, která se někdy do češtiny také překládá jako „purpurová", například u barevného modelu CMYK a v podobném technickém názvosloví.

Původně lat. purpura (česky nach) označovalo barvivo získávané z některých mořských plžů, zejména z čeledi ostrankovití, například z ostranky jaderské. Její produkcí byla ve starověku proslulá syro-palestinská pobřežní oblast, která podle akkadského a řeckého pojmenování barvy získala názvy Kanaán a Foiníkie. Nejkvalitnější týrský purpur (císařský purpur) oblékala nejvyšší elita jako symbol společenského postavení. V běžné mluvě může být termín purpurová použit pro označení většího počtu barevných odstínů. Purpurová není spektrální barva, ale extra spektrální barva - nemůže být generována světlem jediné vlnové délky (obr. 7).

Karmín/ košenila

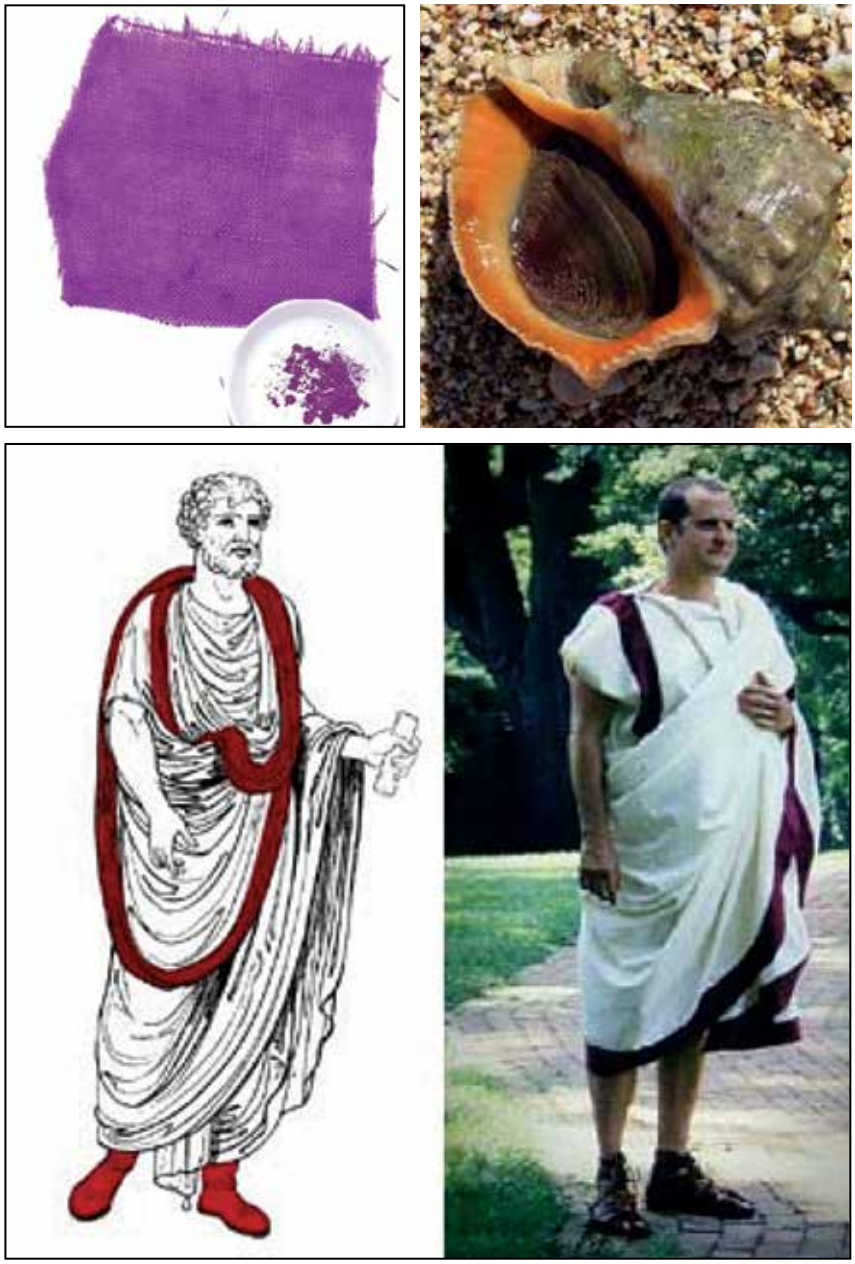
Karmín (též karmazín nebo košenila) je přírodní červené barvivo pocházejícího z košenily. Původem pochází z amerického kontinentu, odkud pochází rostliny druhu opuncie na kterých žije hmyz rodu Dactylopius (červec nopálový), jejichž samička obsahuje tohoto barviva přibližně 10 % sušiny.

Obr. 4: Zámek Krásný dvůr

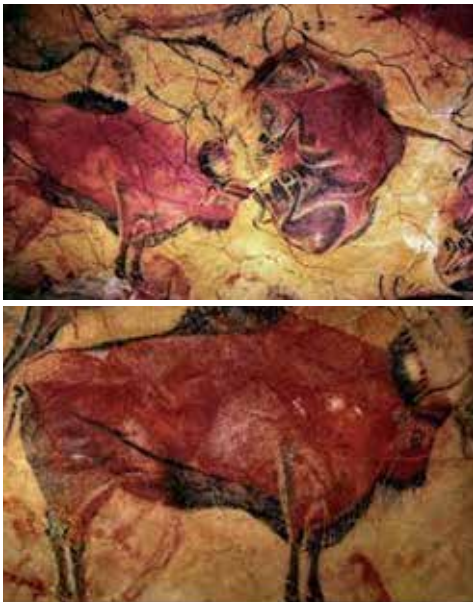
Obr. 5: Franck Lloyd Wright měl představu, že moderní galerie v New Yorku Solomona Guggenheima bude růžová

Obr. 6: Znázornění ingrediencí, které můžeme použít při míchání růžových odstínů.

Obr. 8: Karmín / košenila



Obr. 7: Purpur



Obr. 9: Okrová červeň

Obr. 10: Cinobr

Po usušení se červci uvaří a barvivo se vysráží síranem hlinitoamonným (obr. 8).

Chemický popis C22H2OO13. Použití nachází v olejomalbě, tempeře i akvarelu. Není pro potravinářské účely, jedná se o srážené barvivo. Karmín byl oblíbenou barvou používanou Rembrandtem např. na obraze Židovská nevěsta z r. 1666. Dalšími byli Vermeer a Velazquez.

Okrová červeň

Byl použit na nástěnných malbách v Altamiře, byl nalezen v hrobce egyptského faraona Tuta a byl používán a nalezen ve staré Číně (obr. 9).

Cinobr

Známý jako pompejská červená, zachoval se na stěnách zasypaných Pompejí Vesuvem. Název pochází ze stejnojmenné rudy, což je sulfid rtuťnatý a byla cennější než egyptská modř nebo africký okr červený. Je surovinou pro přípravu pigmentu zvaného vermilion.[3] V dobách Říma byl těžen ve Španělsku v Almadénu. Vermilion přišel z Číny, kde byl znám již ve 4. Stol. před n.l. do Evropy byl přinesen arabskými alchymisty a byl velmi oblíben renesančními malíři, zvláště Tizianem, také nazývané čínská červeň a bylo používáno k malbám císařských objektů. Problém je, že stářím tmavne. Později, pro toxicitu bylo opuštěno a začalo se používat kadmium červené (obr. 10).

Minium-suřík

Je další velmi toxická červeň, poprvé je zaznamenána v Číně za dynastie Han, byl to jeden z prvních pigmentů připravených v laboratoři, surovinou bylo bílé olovo. Byl ve velké oblibě u Vincenta van Gogha, časem se stává světlejším. Byl levnější než cinobr, proto byl často používán ve středověkých rukopisech, také v indických a perských miniaturách. Miniatura je odvozena od minia, umělci pracující na rukopisech byli známy jako miniators (obr. 11).

Obr. 11: Minium-suřík

Obr. 12: Kadmium

Kadmium

Vstupuje na scénu až ve 20. století, k dostání je od r. 1910 a prvním prominentním malířem, který si jej oblíbil, byl Henri Matisse. Ačkoli hladiny sulfidu kademnatého v pigmentu nejsou příliš toxické, v roce 2014 Evropská unie pohrozila potenciálním zákazem kadmia kvůli obavám, že by mohl znečistit zásoby vody, když umělci čistí štětce. Naštěstí další výzkumy prokázaly, že tyto obavy byly neopodstatněné a kadmiová červeň nadále zůstává oblíbeným prvkem na mnoha paletách umělců. Matisse se neúspěšně pokusil přesvědčit Renoira, aby použil kadmiovou červenou. Ačkoli to byli blízcí přátelé, Renoir se rychle po pokusu vrátil zpět ke svému předchozímu pigmentu. [4]

Jak na starorůžovou

Při smíchání bordó s bělobou vznikne jahodová, starorůžová je nejkrásnější z puzzuoly, která není od bordó tak daleko, ale ve směsi je rozdíl zásadní. Historka ze života; při míchání barev pro Českou čtvrť v Šanghaji, dávno již tomu, se nedařilo správný odstín namíchat. Zapomeňte na počítačové centrum s míchadlem na barvy, podle Pantone vzorníku s procentuálním zastoupením CMYK, cayen, magenta, yellow a black. V kůlně za závěsem v plechovce klackem míchal dělník červeň s bělobou celkem bez ohledu na odstín barvy. Byla použita puzzuola a očekávaný výsledek se dostavil.

LITERATURA

[1] Shigenobu Kobayashi Colorist

[2] Lydia Smith; Pink is the New Black: Japanese Women´s Prison Painted to „Relieve Oppression"

[3] Jessica Stewart; The History of the Color Red: From Ancient Paintings to Louboutin Shoes

[4] Caroline Biggs; The One Color that Might Actually Make You Calmer, Acording to Science

Ing. arch. Karel Doubner
Doubner spol. s r.o.,
kd@doubner.cz

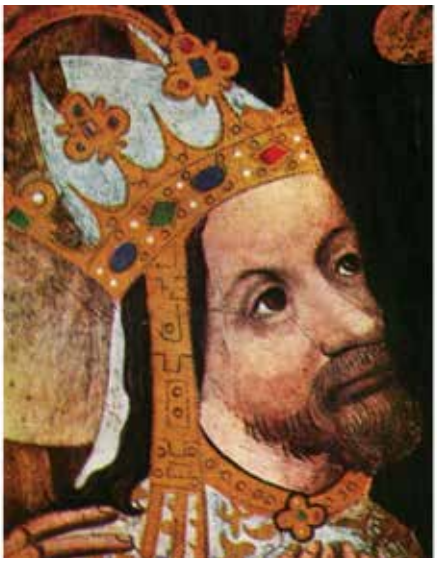
Akhal Teke Turkmenistan Pink Gold Horse

Laboutin Pink

SELECTED ANCIENT ENGINEERS' STRUCTURES IN THE LOCALITY OF THE CZECH REPUBLIC CHRONOLOGICALLY BY THE ARCHITECTONIC STYLE

GOTHIC CONSTRUCTIONS OF THE CHARLES IV GOVERNMENT

The monarch himself mentions the overall disruption in the neglected Czech Kingdom in the autobiography of Vita Caroli, when he arrives in Prague in 1333 after years.



Charles IV

PRAGUE CASTLE

Following the example of the royal residence in Paris, Charles IV. a new palace building on the site of an old residence that burned down (probably in 1303). The new palace was an extension of the Romanesque palace of Soběslav I. With an area of approximately 7.2 ha, Prague Castle is currently considered one of the largest castle complexes in the world. In 1370, Charles IV. as a sign of majesty, cover both castle towers, east, and west, with heavily gilded lead plates to symbolically reflect the rays of the sun in both directions.

For the sake of completeness, it is necessary to mention in connection with the fortification of Prague and Prague Castle the still preserved wall, which was left by Charles IV. to build in the direction from the Jelení ditch through Petřín down to Újezd in response to the great crop failure and plague that hit Bohemia in 1348. The king and the archbishop then had seven thousand cornflowers distributed in Prague's cities and allowed the poorest layers to earn money by building a wall. Therefore, the wall was also called the Hunger Wall, and this name remains to this day, as a reminder of the? Subsidy economic stimulus? medieval monarch.

Prague Castle, View from The Vltava River Side

THE METROPOLITAN CATHEDRAL OF SAINTS VITUS, WENCESLAUS, AND ADALBERT

As important as the fortifications were buildings of a sacral nature, whether they were churches or monasteries, which also served as cultural centers in addition to spiritual service. The new construction of the Prague Castle related to the construction of the generously designed cathedral of St. Vitus, Wenceslas, and Adalbert, for the design and implementation of which Charles invited Avignon Master Matyáš of Arras (Artois), who took over the construction in 1344 and continued it (according to plans)., which were based on the concept of southern French cathedrals, such as in Narbonne or Rodez) until he died in 1352.

Prague Castle with the Metropolitan Cathedral of Saints Vitus, Wenceslaus, and Adalbert Prague - historical center; inscribed on the UNESCO World Heritage List in 1992.

After Matyáš's death, he continued to build his smelter until 1356, when Petr Parléř of Gmünd, a master stonemason and architect who was only twenty-three years old at the time he took over the management of the building, was called the most talented representative of the Swabian family of builders Parléř. This designer, who was a representative of the characteristic Gothic style, in the spirit of which he continued to build the cathedral, worked in Prague until he died in 1399.

KARLŠTEJN CASTLE
(Czech: hrad Karlštejn; German: Burg Karlstein)

To strengthen the royal power over the dominion, Charles IV, Holy Roman Emperor-elect and King of Bohemia continued in the spirit of King Otakar II, who for the same reason founded royal cities, to supplement the royal castles and monasteries with the royal foundation. The most important castle, whose construction was exceptional in many ways, was Karlštejn, built in the years 1348-1365, designed as an impregnable fortress to protect imperial insignia, sacraments, and relics of saints from all over the empire. The castle, intended as its symbolic center, combined the best defensive elements with the perfect decoration and comfort that time allowed.

Karlštejn Castle

In addition to the construction of the cathedral, Parléř's smelter also took part in other constructions - In 1357, Parléř began construction of a stone bridge over the Vltava, built another important building of the time of Charles IV, the Old Town Bridge Tower, including its decoration, and built the Church of All Saints at Prague Castle. Outside Prague, he began construction of the Church of St. Barbara in Kutná Hora.

The historical core of Kutná Hora with the Church of St. Barbara and the Cathedral of the Assumption of the Virgin Mary in Sedlec; inscribed on the UNESCO World Heritage List in 1995

CHARLES UNIVERSITY

Charles University established - for the decoration and size of the Czech Kingdom - as the first university in Central Europe. Thus, Charles completed the efforts of his grandfather, King Wenceslas II, who was prevented from founding the university by the manor in fear of strengthening the influence of the clergy in the kingdom.

AN EXAMPLE OF A SIGNIFICANT RENAISSANCE BUILDING NOT SO FAR FROM PRAGUE

Litomyšl with the Renaissance chateau from the second half of the 16th century is an important example of an arcade chateau of the Italian type. Despite interior modifications, especially at the end of the 18th century, it still retains an almost intact Renaissance appearance, including the unique sgraffito decoration of the facades and gables. Many farm buildings and a chateau garden have also been preserved. In its uniquely preserved integrity, it is a perfect example of artistically valuable architecture. It is a great example of a Central European aristocratic residence from the Renaissance period, which has retained its uniqueness even after subsequent transformations in the style of new artistic directions.

Litomyšl chateau and chateau complex; inscribed on the UNESCO World Heritage List in 1999.

The historic core of the Telč city, enclosed by ponds and gates, has retained its distinctive face from the time of Zachary of Hradec for centuries. First, it is the original royal water fortress from the 13th century, founded at the crossroads of trade routes, which, together with the historic core of the city, gained its present appearance thanks to the reconstruction from the 16th century. The extensive Renaissance chateau complex comes from the workshop of architect B. Maggi of Arogno.

Český Krumlov State Castle and Chateau; inscribed on the UNESCO World Heritage List in 1992.

Český Krumlov is recorded on the UNESCO list as the best-preserved medieval town in the whole of central Europe. Above the meanders of the Vltava River, a unique set of urban development developed, especially from the 16th century, together with an extensive castle and chateau complex, which is the second-largest chateau complex in the Czech Republic after Prague Castle.

Telč - Historical center; inscribed on the UNESCO World Heritage List in 1992.

BAROQUE BUILDING TREASURES WITHIN THE CZECH REPUBLIC

Czech Baroque has its roots in Baroque art in Italy and Spain. In Bohemia, the Baroque was enriched by domestic artists and craftsmen with new elements - adaptation to the Czech environment, which created a distinctive architectural direction. Culture in the Czech lands was influenced by the situation after the Battle of White Mountain, which in November 1620 unleashed a 30-year conflict in which European countries intervened. Among the largest clients of the construction of Baroque works (buildings, paintings, statues, etc.) were the Roman Catholic Church, the aristocracy, and the monarch.

Troja Castle in Prague

The Pilgrimage church of St. John of Nepomuk at Zelená hora; inscribed on the UNESCO World Heritage List in 1994.

The first buildings from the Baroque period (Matthias Gate, Church of Our Lady Victorious) appear in parallel with Renaissance and even Gothic forms. After the White Mountain battle era, Baroque is gaining ground, and the Wallenstein Palace represents a certain transitional phase.

The greater flourishing of early Baroque architecture began only after the end of the Thirty Years' War. Among the most important architects were Carlo Lurago, the author of especially the Jesuit buildings in Prague, and the creator of monumental architecture Francesco Caratti (Czernin Palace).

The transition to the top forms of Baroque is represented by the work of the Frenchman Jan Baptista Mathey (Church of St. Francis at the Crusaders, Troja Castle).

One of the highlights of Baroque architecture is the work of Jan Blažej Santini-Aichel, who became famous for his distinctive Baroque Gothic style (Zelená hora, Kladruby),

prof. Ing. Pavel Kuklík, CSc.
ČVUT v Praze, Fakulta stavební,
katedra mechaniky
kuklikpa@fsv.cvut.cz

Monastery in Kladruby

Wallenstein Palace in Prague

CERTIFIKOVANÉ SANAČNÍ OMÍTKOVÉ SYSTÉMY WTA-Inter
CERTIFIED RESTORATION PLASTER SYSTEMS WTA-Inter

Vydavatel: WTA-Certifikační komise „Sanační omítkové systémy“
Stav k: 28. 10. 2021

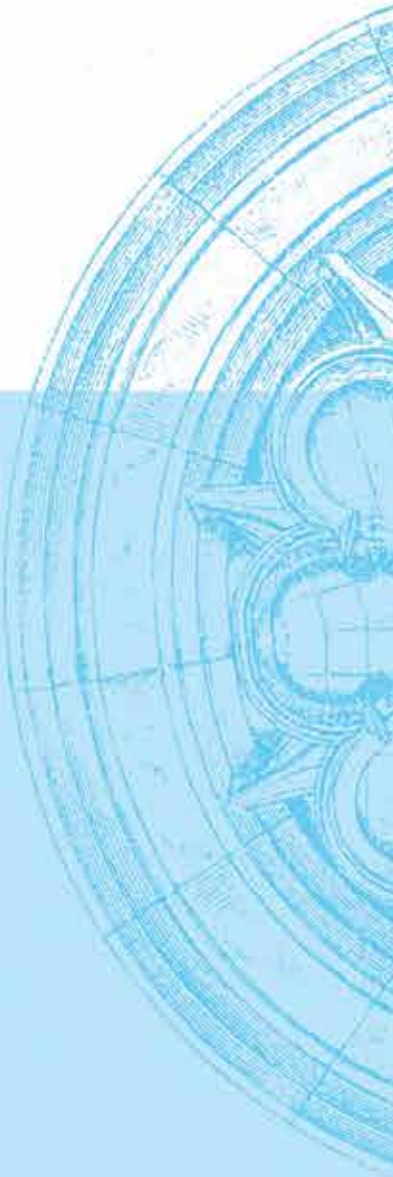
Firma	Produkt	Platnost do:
BASF Stavební hmoty Česká republika s.r.o.	- PCI Saniment 02 - PCI Saniment 03	duben 2022
Baumit GmbH Werk Landsberg	- Sanova SP Grey - Sanova Pre - Sanova SP Grano - Sanova SP HS - Sanova Por - Sanova HIQ TOP	duben 2023
Baumit GmbH Werk Schönach	- Sanova SP Grey - Sanova SP Grano - Sanova Por	duben 2023
BKM MANNESMANN AG	- BKM-SP	říjen 2021
BOLIX S.A. Polen	- Bolix Z-PT (nur netzförmig zulässig) - Bolix T-WL - Bolix T-RH	květen 2023
Bostik GmbH	- Bostik Spritzbewurf WTA (nur netzförmig zulässig) - Bostik Porengrundputz WTA - Bostik Sanierputz WTA	leden 2022
Capatect Baustoffindustrie GmbH	- Capatect Vorspritz - Capatect Porengrundputz - Capatect Sanierputz Rapid	červenec 2021
epasit GmbH	- epasil MineralSanoPro hb (nur netzförmig zulässig) - epasit MineralSanoPro ap - epasit MineralSanoPro lpf-WTA	srpen 2022
Farby Kabe Polska Sp. z o.o.	- Kabe Mineralit Restauro TB (nur netzförmig zulässig) - Kabe Mineralit Restauro TW - Kabe Mineralit Restauro TU	leden 2022
HASIT Šumavské vápenice a omítkárny s.r.o.	- SANIER Vorspritzmörtel 205 - SANIER-Porenausgleichsputz 208 - SANIER-Wandputz 200 - SANIER-Wandputz 210	leden 2023
Heinrich Hahne GmbH & Co. KG	- INTRASIT VS-WTA 54Z - INTRASIT GP-WTA 54Z - INTRASIT SAP-WTA 54Z - INTRASIT SanUno-WTA 54Z	srpen 2022
HECK Wall Systems GmbH & Co. KG	- Rajasil Spritzbewurf (nur netzförmig zulässig) - Rajasil Porengrundputz SP2 - Rajasil Sanierputz SP2 fein/grob für Ausfärbungen - Rajasil Sanierputz SP2 Classic - Rajasil Sanierputz SP2 Rapid - Rajasil Egalisiermörtel - Rajasil Sanierputz SP 3 - Rajasil Sanierputz SP 3 PLUS - Rajasil Sanierputz SP 4	říjen 2022
Hornbach Baustoff Union GmbH	- UNIO-PLUS SP-V 25 kg Sanier-Vorspritzmörtel - UNIO-PLUS SP-F 25 kg grau Sanierputz fein - UNIO-PLUS SP-E 25 kg weiß Sanierputz einlagig	srpen 2022
Hufgard Optolith Bauprodukte Polska Sp. z. o.o.	- Optosan HSB Sanier-Vorspritzmörtel (nur netzförmig aufbringen) - Optosan ASP Ausgleich-Porengrundputz - Optosan USP Universal-Sanierputz	leden 2022

ISOTEC GmbH	- ISOTEC Sanierputz weiß - ISOTEC Spritzbewurf (nur netzförmig zulässig)	červenec 2022
Rygol Baustofferk GmbH & Co. KG	- SAKRET Sanier-Spritzbewurf SAS-HS (nur netzförmig) - SAKRET Porengrundputz PGP-HS - SAKRET Sanierputz SAP-HS	duben 2023
KEIMFARBEN GmbH & Co. KG	- KEIM Porosan-Trass-Sanierputz NP - KEIM Porosan-Ausgleichsputz NP - KEIM Porosan-HF-Sanierputz	květen 2023
Kerakoll S.p.A. Italien	- Biocalce Rinzaffo - Biocalce Intonaco - Biocalce Zoccolatura	červen 2023
Knauf Gips KG	- Spritzbewurf STENS HAFT (nur netzförmig zulässig) - Saniergrundputz STENS GRUND - Sanierputz STENS HELL - Sanierputz Popo	prosinec 2021
Krkonošské vápenky Kunčice, a.s.	- 0210 KVK sanační omítka - 0230 KVK podkladní omítka - 0250 KVK renovační omítka jednovrstvá	leden 2022
Lasselsberger-Knauf Kft. Werk Veszprem - Ungarn	- EUROSAN UP - EUROSAN OP	květen 2021
LB Cemix s.r.o.	- Spritzbewurf WTA (044) - Ausgleichsputz WTA (014) - Sanierputz WTA (024) - Sockelputz 064	červen 2023 květen 2023
MAPEI Kft.	- POROMAP RINZAFFO (Spritzbewurf) - POROMAP INTONACO (Sanierputz)	prosinec 2021
maxit Baustoffwerke GmbH, Krölpa	- maxit san Vorspritz - maxit san Grund - maxit san Weiss - maxit san Standard - maxit san Solo	srpen 2021
MC Bauchemie Müller GmbH & Co. KG	- Oxal VSM WTA (Sanier-Vorspritzmörtel) - Oxal PGP WTA (Sanier-Ausgleichsputz) - Oxal WPw WTA (Sanierputz einlagig)	srpen 2022
muro Bauprodukte GmbH	- MUROsan Spritzbewurf WTA (nur netzförmig zulässig) - MUROsan Porengrundputz WTA - MUROsan Sanierputz WTA weiß - MUROsan duo Sanierputz WTA und Dämmputz	prosinec 2021
PCI Augsburg GmbH	- PCI Saniment® 2in1	duben 2023
PERLIT spo. s r.o.	- Grundputz WTA - Podhoz WTA - Podkladní omítka WTA	červen 2021
Profibaustoffe Austria GmbH	- Profi Poretec WTA Vorspritzer - Profi Poretec WTA Ausgleichsputz - Profi Poretec WTA Sanierplus weiß - Profi Poretec WTA Trass Einlagenputz	duben 2022
Remmers GmbH	- 0400 SP Prep - 0401 SP Levell - 0402 SP TOP white - 0416 SP TOP SR - 0420 SP TOP basic - 0417 SP TOP WD rapid	červen 2022 prosinec 2022
Rubersteinwerk GmbH	- Ruberstein Spritzbewurf - Ruberstein Porengrundputz WTA - Ruberstein Sanierputz WTA	leden 2022
Saint-Gobain Weber GmbH Werk Barby	- weber san 950 - weber san 951 S (nur netzförmig zulässig) - weber san 952 - weber san 953 - weber san 954 - weber san 955 S - weber san 958	červenec 2022 červenec 2023

Saint-Gobain Weber GmbH Werk Istein	- weber san 160 WTA - weber san 162 WTA - weber san 163 WTA	duben 2022
SAKRET Bausysteme GmbH & Co. (Kalkwerk Rygol)	- SAKRET Sanierputz SPW - SAKRET Sanierputzspritzbewurf (nur netzförmig zulässig)	červenec 2023
Sakret CZ k.s.	- Sanační postřik SAS (podhoz) - Sanační vyrovnávací omítka ASP - Sanační omítka SAP	srpen 2022
SANAX GROUP s.r.o.	- SanaBond Jádro - SanaBond Podklad - SanaBond Mono	certifkáty již nejsou platné
Schomburg GmbH & Co. KG	- THERMOPAL-GP11 - THERMOPAL-SR44 - THERMOPAL-SR24 - THERMOPAL-SP - THERMOPAL-Ultra	duben 2022 říjen 2021
SEMPRE FARBY Sp. Z o.o	- RENOWATOR 525 - Porengrundputz - RENOWATOR 545 - Sanierputz	prosinec 2022
SIKA Schweiz AG	- Sanierputz SikaMur® Seco 21	červenec 2023
Sievert Baustoffe GMBH & Co. KG	- quick mix SAPU Sanierputz schnell - AKURIT SAN-V Sanier-Vorspritzmörtel - AKURIT SAN-A Sanier Ausgleichsputz - AKURIT SAN-F grau Sanierputz - AKURIT SAN-E Sanierputz einlagig - tubag VSP Trass-Vorspritzmörtel (nur netzförmig zugelassen) - tubag TKP-wta Trass-Kalk-Porengrundputz - tubag TKS-wta Trass-Kalk-Sanierputz	srpen 2022
Sievert Polska SP. z.o.o.	- tubag SAN-J - tubag SAN-D - tubag SAN-P - tubag SAN-O	srpen 2022
Sto SE & Co. KGaA	- StoMurisol-GP - StoMurisol-VS (nur netzförmig zugelassen) - StoMurisol-SP fein - StoMurisol-SP weiss - StoMurisol-SP getönt	duben 2023
Schuster GmbH VEINAL Bauchemie	- VEINAL Sanierputz WTA	duben 2023
tubag Trass Vertrieb GmbH & Co. KG, Kruft	- Grundputz TKP - wta - Sanierputz TKS - wta	duben 2022
Vandex Isoliermittel-Ges. mbH	- VANDEX Spritzbewurf WTA (nur netzförmig zulässig) - VANDEX Porengrundputz WTA - VANDEX Sanierputz WTA weiß - VANDEX Sanierputz WTA und Dämmputz	prosinec 2021
WEBAC Chemie GmbH	- WEBAC® DHS 1 - WEBAC® DHS 2	certifkát již není platný
Wopfinger Baustoffindustrie GmbH Österreich (Baumit GmbH)	- Baumit SanovaVorspritzer - Baumit SanovaMonoTrass H - Baumit SanovaEinlagenTrassputz	červenec 2021
HASIT Trockenmörtel	- HASIT Calsolan POR - HASIT Calsolan TOP	červenec 2022
MARBOS GmbH & Co. KG	- MARBOS Sanierputz SP w	červenec 2023

CERTIFIKOVANÉ INJEKTÁŽNÍ HMOTY PROTI KAPILÁRNÍ VLHKOSTI

Vydavatel: WTA-Certifikační komise „Injektážní hmoty proti kapilární vlhkosti“
Stav k: 28. 10. 2021

Firma	Produkt	Platnost do	Stupeň nasycení materiálu vodou			Aplikace	
			≤ 60 %	≤ 80 %	≤ 95 %	Tlaková injektáž	Beztlaková injektáž
BAS Mauerwerkstrockenlegung	BAS INJEKT 100	červenec 2022			X	X	
BAS-de GmbH	BAS 880	červen 2022			X		X
BKM.MANNESMANN AG	BKM.Mannesmann HP-HZ	březen 2023			X	X	
BKM.MANNESMANN AG	BKM HZ125	prosinec 2022			X	X	
BKM.MANNESMANN AG	BKM HZ-C	prosinec 2022			X	X	
BKM.MANNESMANN AG	BKM-HZ125 DL	září 2021			X	X	
BKM.MANNESMANN AG	Novusan	září 2021			X		X
Bostik GmbH	Kiesey Injektcreme	říjen 2022			X		X
Bostik GmbH	Bostik W 203	říjen 2022			X		X
BPA GmbH	BPA CEMsil SC-I	únor 2023			X		X
ConSeal Spezialbaustoffe GmbH	CS 561 Horizontalsperre SMK	červen 2022			X	X	
ConSeal Spezialbaustoffe GmbH	CS 564 Injektionscreme	červen 2022			X		X
DOW Silicones Europe	DOWSIL IE 6687	říjen 2022			X		X
DOW Silicones Europe	DOWSIL 1-6184	prosinec 2022			X		X
epasit GmbH	IC Injektionscreme	únor 2023					
Evonik Resource Efficiency GmbH	Protectosil WS 770 P	srpen 2021			X		X
Farby Kabe Polska Sp. Z. o. o.	Microsilex Restauro	březen 2022			X	X	
Franken maxit GmbH & Co.	maxit san Injektionscreme	červen 2022			X		X
G. Theodor Freese GmbH	Freese Injektionscreme	listopad 2021			X		X
Getifix GmbH	Getifix Horizont S	prosinec 2022			X		X
Graf & Co. GmbH	Silsan Micro konz	červen 2022			X	X	
Graf & Co. GmbH	Silsan Cream CT-L	červen 2022			X		X
HECK Wall Systems GmbH	Rajasil NIG	červen 2022			X	X	
Heck Wall Systems GmbH	Rajasil HS EASY (Injektionscr.)	červenec 2023			X		X
Heuer GmbH & Co. KG	ThorInject TI80	srpen 2022			X		X
IAT Injekt.- und Abdichtungstechnik	Inno MKW Aquastop	září 2021			X		X
ISOTEC GmbH	ISOTEC Spezialparaffin	květen 2022			X		X
ISO AB	Iso AB.B	červen 2023			X		X
KÖSTER BAUCHEMIE AG	KÖSTER Mautrol 2K	srpen 2022			X	X	
KÖSTER BAUCHEMIE AG	KÖSTER Crisin 76	červen 2023			X		X
KÖSTER BAUCHEMIE AG	KÖSTER Crisin Creme	prosinec 2022			X		X
KÖSTER BAUCHEMIE AG	KÖSTER Crisin 76 Konzentrat	září 2021			X		X
KÖSTER BAUCHEMIE AG	KÖSTER Crisin 76 Stäbchen	březen 2022			X		X
Kurt Obermeier GmbH & Co. KG	KORATECT HZS	září 2023			X	X	
Kurt Obermeier GmbH & Co. KG	KORATECT HSC	říjen 2022			X		X
maxit Baustoffwerke GmbH	maxit san Horizontalsper. SMK	listopad 2021			X	X	
MC-Bauchemie Müller GmbH & Co	MC-Injekt 2300 top	červen 2022			X	X	
Mc-Bauchemie Müller GmbH & Co.	Emcephob HSL-W	prosinec 2022			X	X	
Mc-Bauchemie Müller GmbH & Co.	Emcephob HSC	červenec 2023			X		X
MC-Bauchemie Müller GmbH & Co.	Oxal HSL	prosinec 2022			X	X	
MC-Bauchemie Müller GmbH & Co.	OXAL Dry-In	březen 2023			X	X	

Firma	Produkt	Platnost do	Stupeň nasycení materiálu vodou			Aplikace	
			≤ 60 %	≤ 80 %	≤ 95 %	Tlaková injektáž	Beztlaková injektáž
MC-Bauchemie Müller GmbH & Co.	MC-Injekt GL-95 TR	listopad 2022			X	X	
MC-Bauchemie Müller GmbH & Co.	MC-Injekt 3000 HPS	listopad 2021			X	X	
MEM Bauchemie GmbH	MEM TrockeneWand Fix&Fertig	říjen 2022			X	X	
Muro Bauprodukte GmbH	Muro fluid SMK	červen 2023			X	X	
Neisius Bautenschutzprodukte	CavaStop 300	listopad 2021		X			X
Novatech International N.V.	WP7-402	březen 2023			X		X
PCI Augsburg GmbH	PCI Barra Gisol	duben 2022			X	X	
PCI Augsburg GmbH	PCI Barra® Creme	srpen 2021			X	X	
Remmers Baustofftechnik GmbH	Kiesol, Art.-Nr. 1810	září 2022			X		X
Remmers Baustofftechnik GmbH	Kiesol C (Basic)	květen 2023			X		X
Remmers Baustofftechnik GmbH	Kiesol iK, Art.-Nr. 1813	červenec 2022			X	X	
Remmers Baustofftechnik GmbH	Kiesol C+	květen 2023			X	X	
Redstone GmbH & Co. KG	Secco Horizontalsperren-Sticks	červenec 2022			X		X
Rubersteinwerk GmbH	Ruberstein Microemulsion	říjen 2021			X	X	
Rubersteinwerk GmbH	Ruberstein Creme Inject	prosinec 2021			X		X
Rubersteinwerk GmbH	Ruberstein Microemuls. 1620	březen 2023			X	X	
Rubersteinwerk GmbH	Drysilex	září 2022			X	X	
Saint-Gobain Weber GmbH	Weber.tec 940 E	listopad 2021			X	X	
Saint-Gobain Weber GmbH	weber.tec 946	listopad 2021		X			X
Saint-Gobain Construction Polska	weber san Krem Injekcyjna	listopad 2021			X		X
Safeguard Europe GmbH	Dryrod 12mm Dampfcheck 80	červenec 2022			X		X
SANAX chemical construction s.r.o.	ResilInject Cream	květen 2023			X	X	
SCHOMBURG GmbH & Co. KG	Aquafin-F	listopad 2021			X	X	
SCHOMBURG GmbH & Co. KG	Aquafin-i380	červenec 2023			X		X
Schuster GmbH	VEINAL VSS 1-90	červen 2023			X		X
SEMPRE Farby Sp. z o.o.	RENOWATOR 120	prosinec 2022			X	X	
SEMPRE Farby Sp. z.o.o	RENOWATOR 190	srpen 2022			X	X	
Sika Services AG	SikaMur®InjectoCream 100	květen 2022			X		X
Sievert Polska Spółka z o.o.	IC Krem Iniekcyjny	březen 2023			X		X
Sotano Mörtel und Putze GmbH&Co.	Likosil 95	červenec 2022			X	X	
STO AG	StoMurisol Micro	prosinec 2021			X	X	
TPH Bausysteme GmbH	AQUASTOP	prosinec 2021			X		X
TRADECC NV	PC AQUADRY GEL	prosinec 2022			X		X
VANDEX Isoliermittel GmbH	VANDEX IC	únor 2023			X		X
VOLTECO S.p.A.	TripleZero	červenec 2022			X	X	
Wacker Chemie AG	SILRES BS SMK 550	březen 2023			X	X	
Wacker Chemie AG	SILRES(R) BS SMK 1311	březen 2023			X	X	
Wacker Chemie AG	SILRES BS Creme D	březen 2023			X		X
WBA Abdichtungssysteme Jörg Wagener Bauartikel	Batisecc C	září 2022			X		X
WEBAC-Chemie GmbH	WEBAC 1401	září 2023			X	X	
WEBAC-Chemie GmbH	WEBAC 2130	březen 2023			X		X
YaYa Materiales, S.L.	YaYa.tec SMK 550-1	listopad 2021			X	X	
Botament Systembaustoffe	Botament Renovation MS 10	červenec 2022			X		X
BOA Bauteschutz und Baustoffe	BOA TrockenFix WTA	červenec 2022			X	X	
TBT Mauerwerkstrockenlegung	Trocktiv 125	červenec 2022			X	X