

VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STAVEBNÍ
ÚSTAV TECHNOLOGIE STAVEBNÍCH HMOT
A DÍLCŮ

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF TECHNOLOGY OF BUILDING MATERIALS
AND COMPONENTS

VÝVOJ NOVÝCH PRŮMYSLOVÝCH PODLAH S VYUŽITÍM DRUHOTNÝCH SUROVIN

DEVELOPMENT OF INDUSTRIAL FLOORS WITH UTILIZATION OF BY-PRODUCT

TEZE DISERTAČNÍ PRÁCE
DOCTORAL THESIS

OBOR

3911V006 FYZIKÁLNÍ A STAVEBNĚ MATERIÁLOVÉ
INŽENÝRSTVÍ

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Ing. Lucie Radějová

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Prof. Ing. Rostislav Drochytka, Csc.

BRNO 2013

Klíčová slova:

Podlaha, druhotná surovina, zrnitost, vsyp, hlazení, těsnící nátěr, ohrus.

Key words:

Floor, waste materials, grain size, filling, smoothing process, sealing coating, abrasion.

Název pracoviště:

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, Ústav technologie stavebních hmot a dílců

OBSAH

1 ÚVOD	5
2 CÍL PRÁCE	5
3 METODIKA PRÁCE.....	6
4 VÝSLEDKY JEDNOTLIVÝCH ETAP.....	10
4.1 výsledky etapy I	10
4.2 výsledky etapy II.....	11
4.3 výsledky etapy III.....	13
4.4 výsledky etapy IV	14
5 ZÁVĚR.....	18
6 POUŽITÁ LITERATURA	18
7 CURRICULUM VITAE	20
ABSTRACT	21

1 ÚVOD

V České republice každoročně vzniká značné množství nejrůznějších odpadů. S ohledem na ekologii je velmi žádoucí jejich využití při výrobě jak klasických tak zcela nových výrobků, a to nejen ve stavebnictví ale samozřejmě i v dalších průmyslových odvětvích. Dalším důvodem vedoucím k používání druhotných surovin je neustále se zmenšující zásoba nerostných surovin a v neposlední řadě také ekonomické hledisko. Již vzniklý odpad při výrobním procesu by měl být tedy primárně zakomponován zpátky do výroby producenta odpadu, případně v dalším kroku nabízen k dalšímu zpracování ostatním zpracovatelům. Až nevyužitelné odpady by měly být zneškodňovány či skládkovány. Zákon o odpadech v §11 definuje materiálové využití odpadů jako jednu z možností vyřešení problematiky.

Nejen ekonomický, ale především ekologický efekt by měl být hlavním cílem producentů i spotřebitelů odpadů. Využití odpadu jakožto druhotné suroviny by mělo znamenat pro spotřebitele nižší pořizovací cenu v porovnání s přírodními materiály a pro producenta odpadu nižší náklady při likvidaci těchto surovin. Nejpodstatnější by však měl být efekt ekologický.

Na Ústavu technologie stavebních hmot a dílců FAST, VUT v Brně jsou již několik let vyvíjeny nové stavební hmoty využívající průmyslové odpady. Tyto odpady se poté využívají při výrobě správkových malt, jádrových omítek, ochranných nátěrů, průmyslových podlah apod.

S rostoucí výstavbou obchodních center, takzvaných „open space“ business kanceláří a dalších otevřených ploch, je využití odpadních surovin při vývoji průmyslových podlah nabízenou variantou. Právě využitím vhodně zvoleného druhu odpadní suroviny, při použití správných pojiv, aditiv a vhodného technologického postupu lze docílit vzniku takového materiálu, jenž svými vlastnostmi bude vyhovovat požadavkům kladeným na podlahy a potěrové materiály. Zajistíme tak navíc materiálové využití odpadu, které je zákonem o odpadech upřednostňováno před jiným způsobem využití odpadu. Hlavní náplní této disertační práce bude proto hledání vhodných odpadních surovin jako náhrady plniva a nalezení takové receptury potěru, která splní normou stanovené požadavky na fyzikálně – mechanické vlastnosti podlah a obtojí tak v konkurenci s již komerčně vyráběnými směsmi. Velká pozornost bude věnována především výběru vstupních surovin, konkrétně jejich granulometrii, poněvadž právě tyto parametry mají výrazný vliv na konečné vlastnosti podlahových směsí. Neméně důležité bude také podrobení vyrobených zkušebních vzorků navržených receptur příslušným zkouškám, které ověří správnost zvoleného odpadního materiálu a potvrdí tak dosažení požadovaných vlastností.

2 CÍL PRÁCE

Cílem práce je ověření možnosti využití vybraných druhů odpadních surovin při výrobě průmyslových podlah, konkrétně v potěrech. V práci bude ověřena možnost aplikace uhelné strusky, umělého hutního kameniva, skleněného odpadu a odpadního písku jako náhrady plniva. Sledován bude jak vliv výběru vhodných druhotných surovin na fyzikálně-mechanické vlastnosti potěrů, tak vliv použití mikroplniv a vývoj samotné aplikační technologie. Dominantní pozornost bude věnována především výběru vstupních surovin, konkrétně jejich granulometrii, poněvadž právě tyto parametry mají výrazný vliv na konečné vlastnosti podlahových směsí v objektech se zvýšenými požadavky na odolnost povrchu. Výsledkem disertační práce je tedy modifikovaná cementová potěrová hmota, využívající druhotné suroviny jako náhradu plniva při současném splnění požadovaných charakteristik a sledování vlivu na její mikrostrukturu.

3 METODIKA PRÁCE

Řešení disertační práce bylo rozčleněno do čtyř na sebe navazujících etap.

Stěžejním úkolem **I. etapy** práce bylo zmapování trhu s již komerčně vyráběnými produkty, výběr vhodných zástupců potěrů aplikovatelných na původní betonový podklad a na základě jejich vlastností, vymezení požadovaných kritérií na odpadními surovinami modifikované hmoty. Na základě teoretického studia již realizovaných průmyslových podlah je předpokládaným kritériem vhodná křivka zrnitosti, která má významný vliv jak na fyzikálně - mechanické vlastnosti, tak na zpracování směsí.

Druhá etapa disertační práce navazovala na komplexním studiu znalostní báze získané z laboratorních testů a výsledné porovnávání víceparametrového systému. S cílem dosažení požadovaných fyzikálně-mechanických vlastností byly vytipovány vhodné vstupní substituenty používaného plniva (písku), tedy řešené druhotné suroviny. U zvolených plniv byla provedena jejich identifikace a úprava granulometrie na požadované frakce, s cílem dosažení podobné granulometrie jako u komerčně vyráběných směsí.

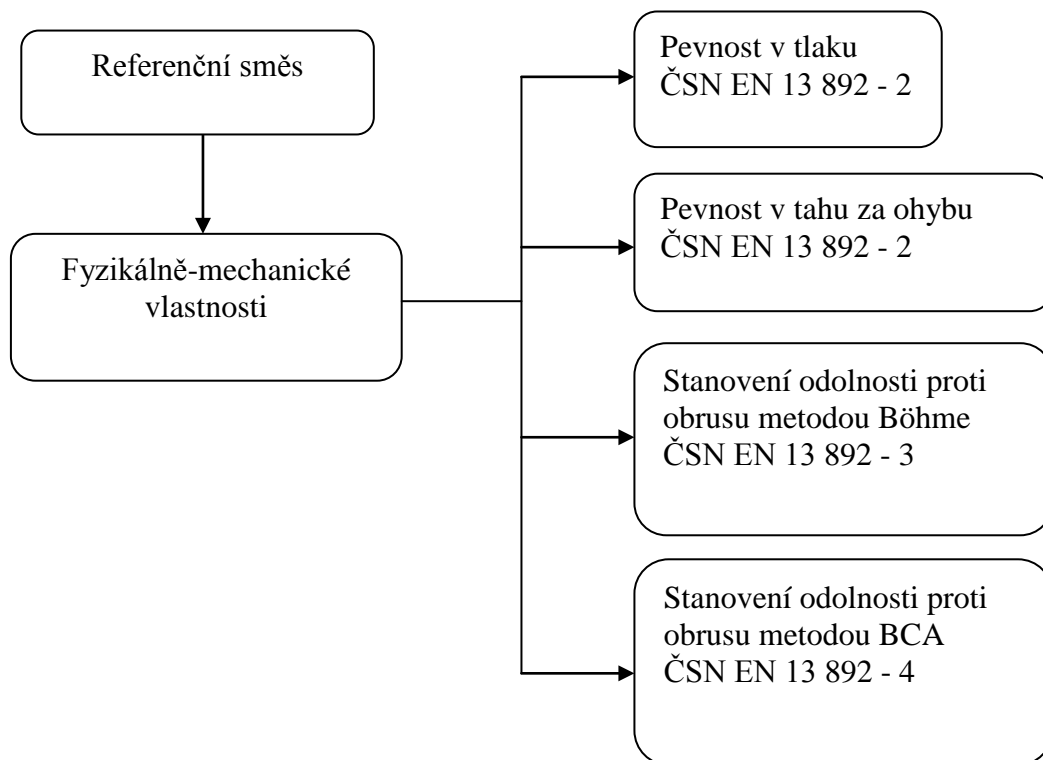
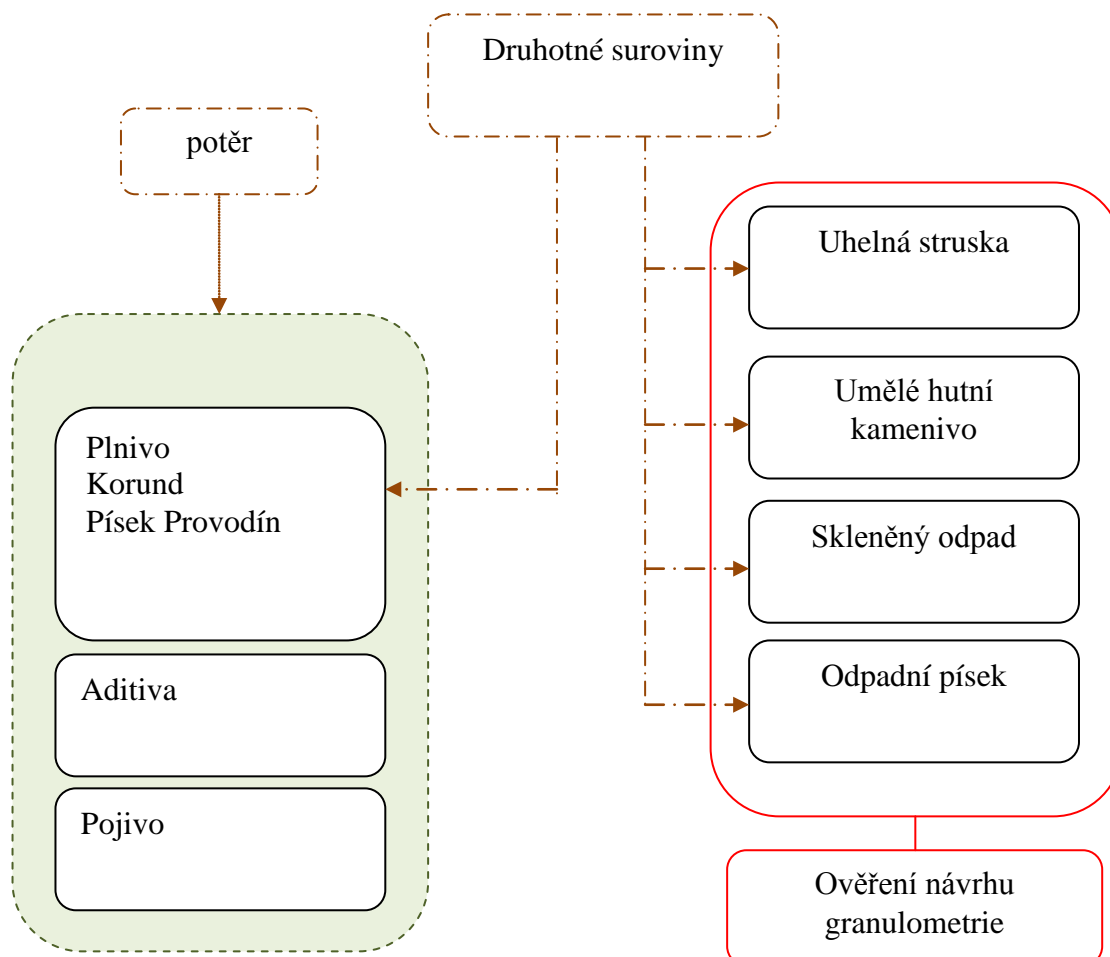
V třetí fázi disertační práce byly navrženy směsi s různými typy plniv a různými obsahy pojiva porovnávány z hlediska pevnosti v tlaku, pevnosti v tahu za ohybu a vodního součinitele. Současně byl sledován vliv plastifikátoru MELFLUX 1641 na výsledné pevnosti. Cílem této etapy byl výběr optimálního množství zvoleného pojiva.

Čtvrtou fází disertační práce bylo porovnávání navržených směsí s různými typy plniv z hlediska tokových vlastností, pevnosti v tlaku, pevnosti v tahu za ohybu, odolnosti vůči obrusu, přídržnosti, objemových změn i porozity. Všechny testy byly prováděny za konstantního obsahu chemických aditiv.

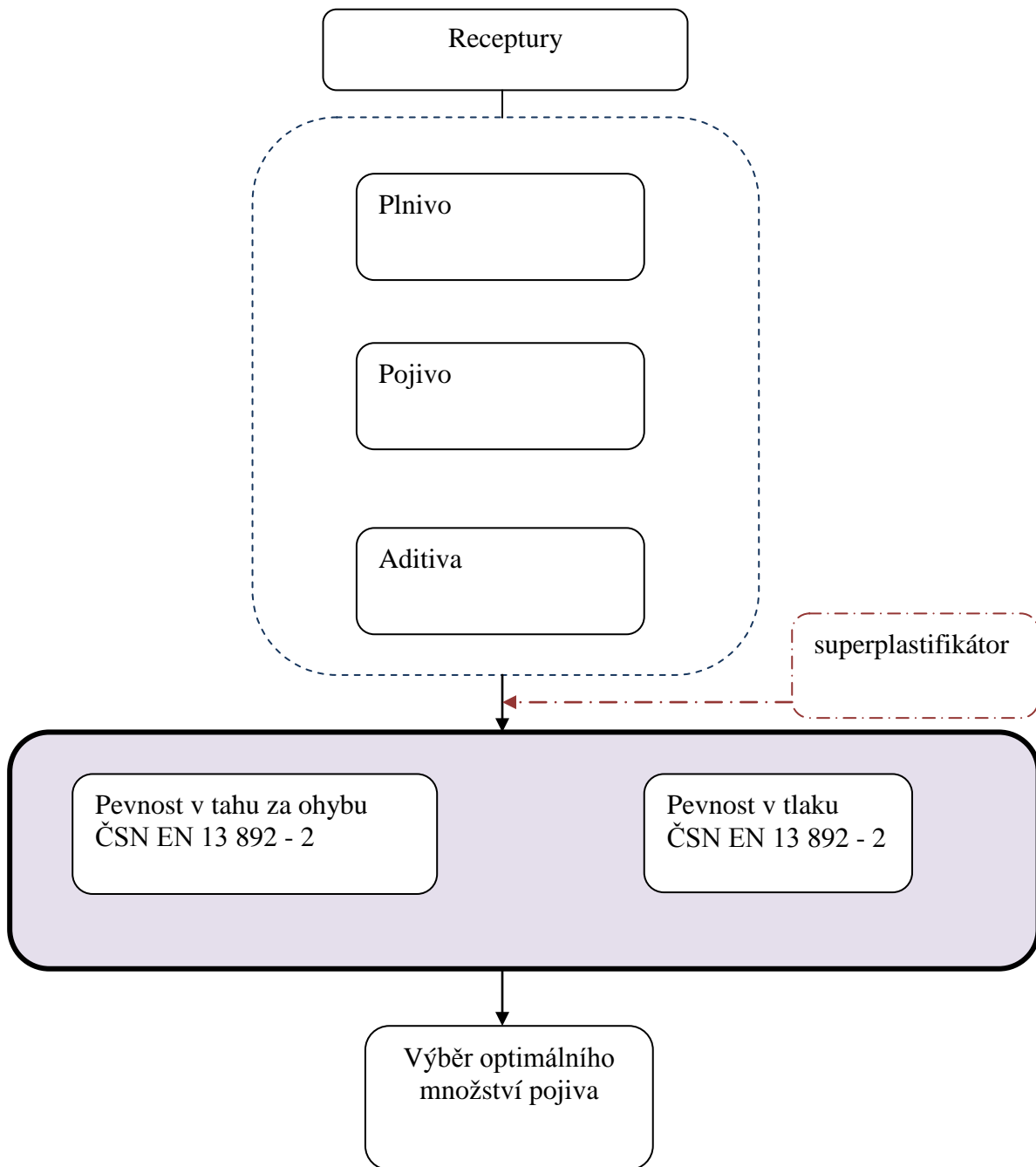
V této etapě byl dále sledován vliv mikroplniv na posuzované parametry navržených hmot a současně také vliv aplikačního procesu na požadované fyzikálně – mechanické vlastnosti. Očekávaným vlivem mikroplniva bylo snížení porozity a smrštění, což mělo přinést navýšení pevností v tlaku a odolnosti vůči obrusu jak metodou BCA tak metodou Böhme. Aplikačním postupem navržené hmoty bylo zvoleno „strojní hlazení“. Cílem bylo ověření vlivu této formy aplikace na dosažení vyšších kvalitativních parametrů výsledné hmoty.

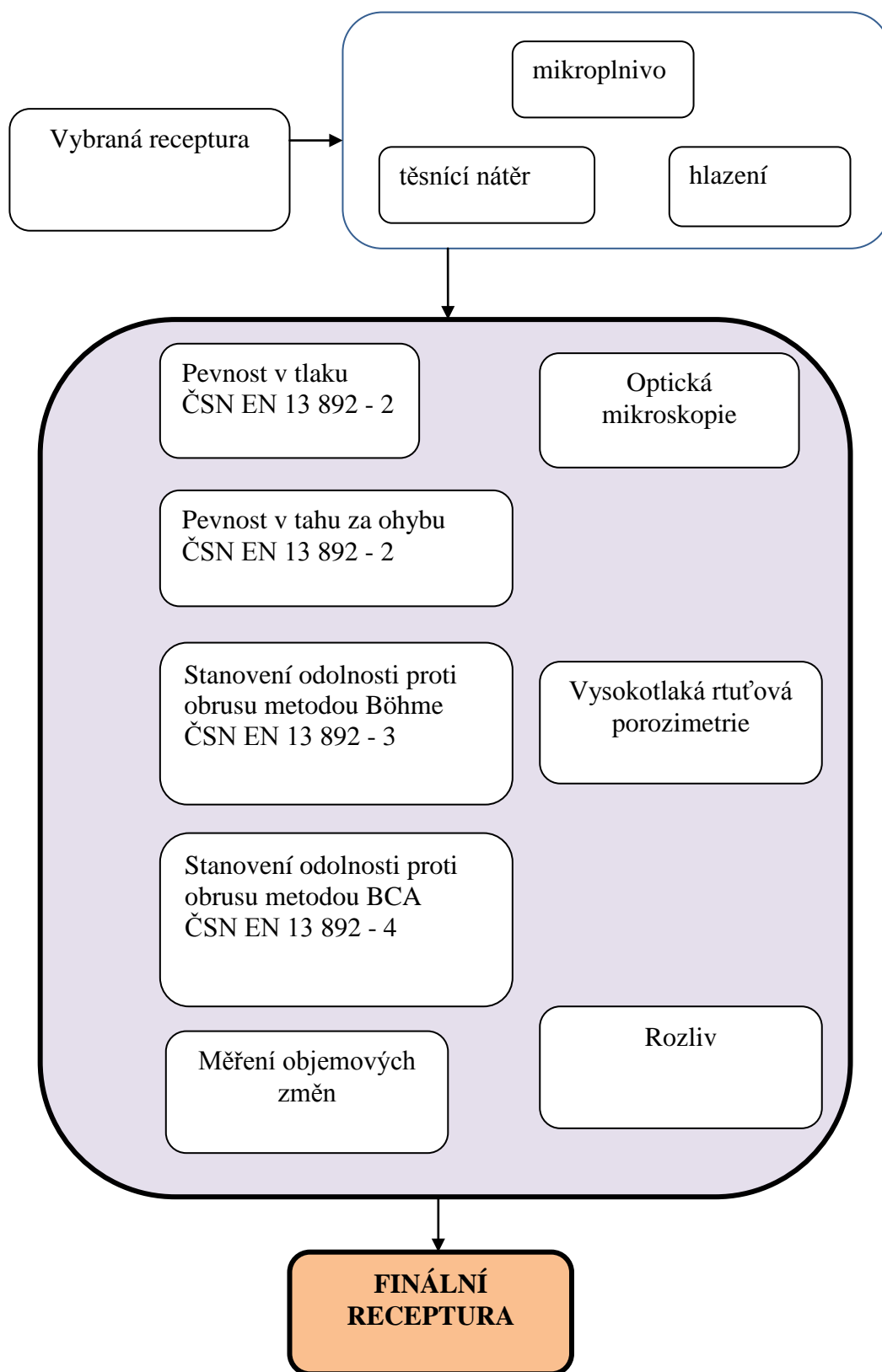
Poslední fází bylo prostudování vlivu finálního těsnícího nátěru zejména na objemové změny a odolnost vůči obrusu, jež je v požadavcích na průmyslové podlahy jedním z nejdůležitějších kritérií.

Na základě získaných poznatků byla stanovena nejvhodnější receptura s alternativním plnivem, vhodná aplikace a reálné použití v praxi.

ETAPA I. – STANOVENÍ ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ REFERENČNÍCH SMĚSÍ**ETAPA II. – NÁVRH RECEPTURY POTĚRU, VÝBĚR VHODNÝCH SUBSTITUENTŮ PLNIVA**

ETAPA III. – OVĚŘENÍ VLIVU OBSAHU POJIVA, SUPERPLASTIFIKÁTORU A VLIVU TYPU PLNIVA NA FYZIKÁLNĚ – MECHANICKÉ VLASTNOSTI



ETAPA IV. – STANOVENÍ FYZIKÁLNĚ MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ, VÝBĚR NEJVHODNĚJŠÍ RECEPTURY

4 VÝSLEDKY JEDNOTLIVÝCH ETAP

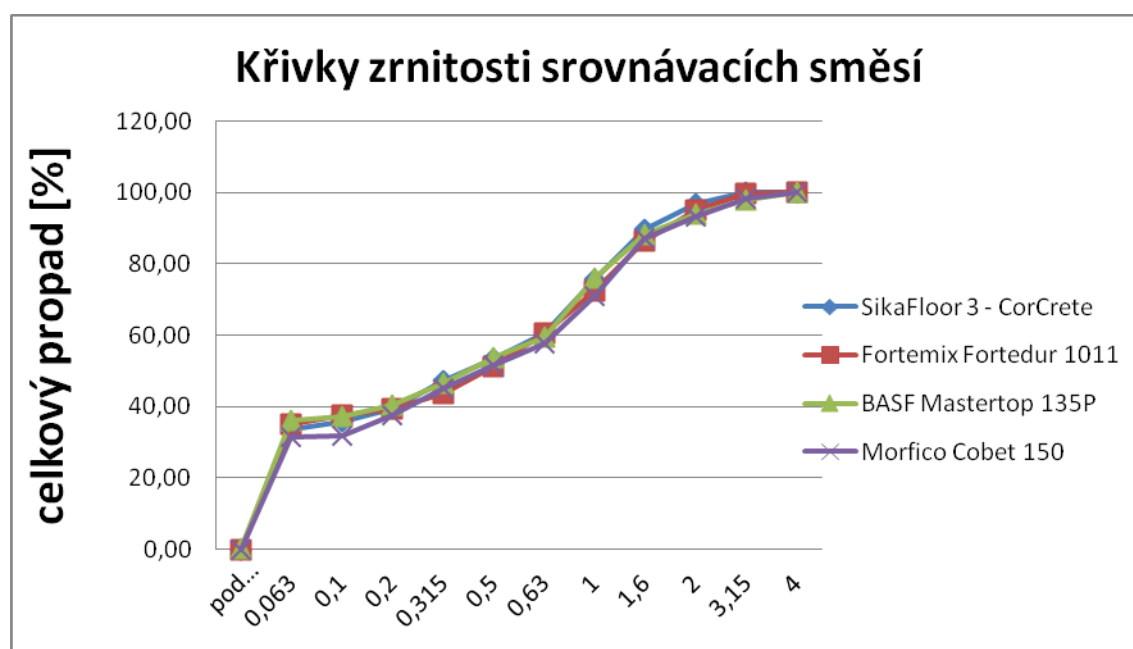
4.1 VÝSLEDKY ETAPY I

V první fázi disertační práce byl proveden průzkum komerčně vyráběných produktů aplikovatelných na staré betonové podkladní vrstvy. Bylo zjištěno, že výrobci těchto produktů respektují požadavky na granulometrii plniva a jejich produkty vykazují granulometrické křivky s rovnoměrným zastoupením frakcí v rozsahu 0-4mm, které jsou vhodné pro strojně hlazené podlahy z hlediska jejich praktické aplikovatelnosti dané maximální velikosti zrna plniva vztažené k minimální aplikační tloušťce. Z provedených měření reologických vlastností vyplynulo, že tokové schopnosti komerčně vyráběných hmot budou především ovlivněny použitými chemickými přísadami a to především použitým superplastifikátorem. Rozdílný obsah frakcí pod 63 mikrometrů stanovených síťovým tříděním u jednotlivých komerčních produktů indikoval rozdíly v obsazích plniv, což bylo potvrzeno na provedených zkouškách pevností v tlaku a tahu za ohybu. V této části disertační práce byla vytvořena hypotéza, že i použité mikroplnivo může přispívat k výsledným fyzikálně-mechanickým vlastnostem hmoty (pevnost v tlaku, porozita, odolnost vůči obrusu, objemové změny). Z tohoto důvodu v dalších částech práce se staly hlavními řešenými částmi systému – plnivo, pojivo, mikroplnivo z pohledu kvalitativního i kvantitativního a nebylo možno opomenout i vlivy zpracování a ošetřování hmoty – tj. strojní hlazení a aplikace těsnícího nátěru na bázi akrylátů.

Tab 1. Fyzikálně mechanické vlastnosti srovnávacích směsí

	Sika SikaFloor 3 - CorCrete	Fortemix Fortedur 1011	BASF Mastertop 135P	Morfico Cobet 150	
rozliv	122	135	141	115,00	w/c = 0,48
pevnost v tlaku po 7 dnech (N/mm ²)	28,8	33,9	35,8	26,3	w/c = 0,48
pevnost v tlaku po 28 dnech (N/mm ²)	45,3	56,2	58,1	42,1	w/c = 0,48
pevnost v tahu ohybem po 7 dnech (N/mm ²)	2,87	4,03	4,21	2,29	w/c = 0,48
pevnost v tahu ohybem po 28 dnech (N/mm ²)	8,21	9,31	9,75	8,01	w/c = 0,48
objemové změny po 28 dnech (mm/m)	0,51	0,38	0,43	0,55	po hlazení s nátěrem

	Sika SikaFloor 3 - CorCrete	Fortemix Fortedur 1011	BASF Mastertop 135P	Morfico Cobet 150	
objemové změny po 28 dnech (mm/m)	0,63	0,46	0,52	0,67	po hlazení
objemové změny po 28 dnech (mm/m)	0,83	0,61	0,65	0,88	bez hlazení
obrus Böhme	7,3	5,1	6,2	7,7	po hlazení
obrus Böhme	17,4	14,1	17,1	17,9	bez hlazení
obrus BCA	143	82	106	188	po hlazení
obrus BCA	465	405	411	571	bez hlazení

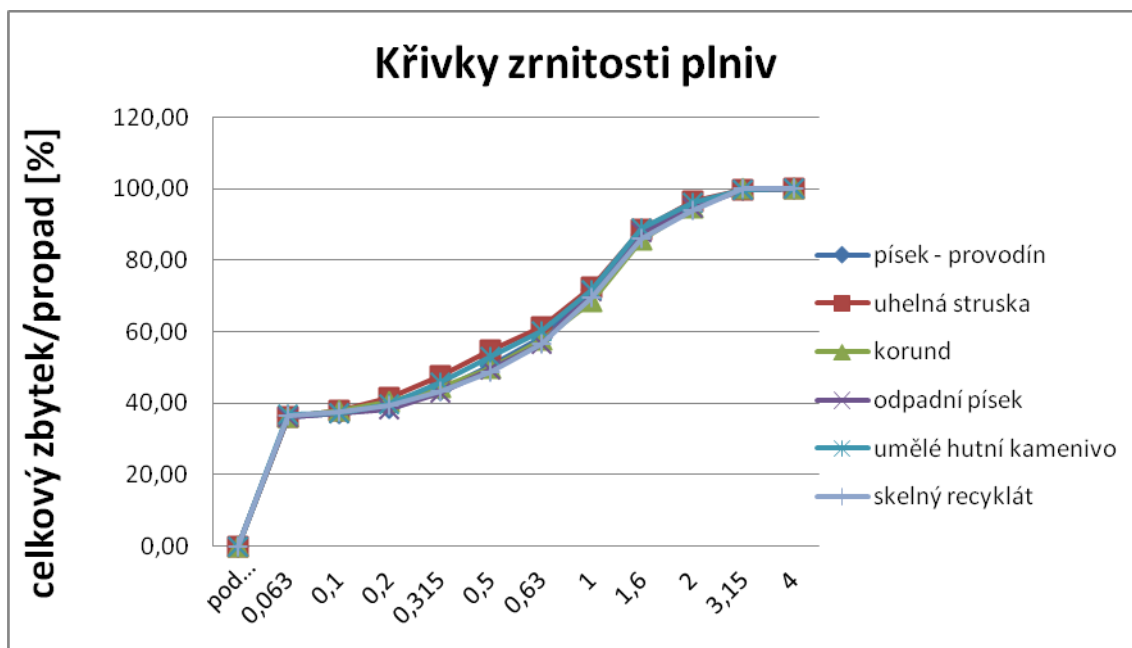


Obr. 1 Křivky zrnitostí srovnávacích směsí

4.2 VÝSLEDKY ETAPY II

Druhá etapa disertační práce byla zahájena až po komplexním studiu znalostní báze získané z laboratorních testů a výsledném porovnávání víceparametrového systému. Byly vytipovány vhodné substituenty konvenčně používaného plniva (písku) s vhodnými fyzikálně-mechanickými parametry a byl proveden jejich přiměřený průzkum a studium za využití optické mikroskopie. U zvolených plniv byly v poloprovozním měřítku na síťovém tříděči s následnou homogenizací vzniklých frakcí v propočteném poměru připraveny co nejvíce podobné granulometrické křivky a u všech studovaných směsí byla provedena 100% substituce plniva plnivem alternativním. Následně byly pro účely maximální objektivnosti komparativního studia jednotlivých navržených směsí provedeny kontrolní síťové analýzy dále studovaných receptur, přičemž cílem bylo dosažení podobné granulometrie směsí. V části přípravy plniv se podařilo dosáhnout přípravy plniv

s obdobnou křivkou zrnitosti, tudíž nebylo nutno přihlížet a komentovat vliv odlišnosti granulometrie plniva na výsledné studované parametry.



Obr. 2 Optimalizované křivky zrnitostí navržených plniv

V závislosti na zjištěných údajích od výrobců podlahových hmot byly do receptury zařazeny aditiva, jejichž funkce má na recepturu stabilizující účinky.

Použité aditivum: směsná chemie (složeno ze protismršťující přísady Metolat P860, odpěňující přísady Agitan P803, mravenčanu vápenatého, nedisperzní prášek na bázi PVAc/E)

Tab 2. Základní receptura

receptura		
plnivo [%]	obsah cementu [%]	aditivum [%]
79	20	1
74	25	1
69	30	1
63	35	1
59	40	1
54	45	1

Tab 3. Označení receptur

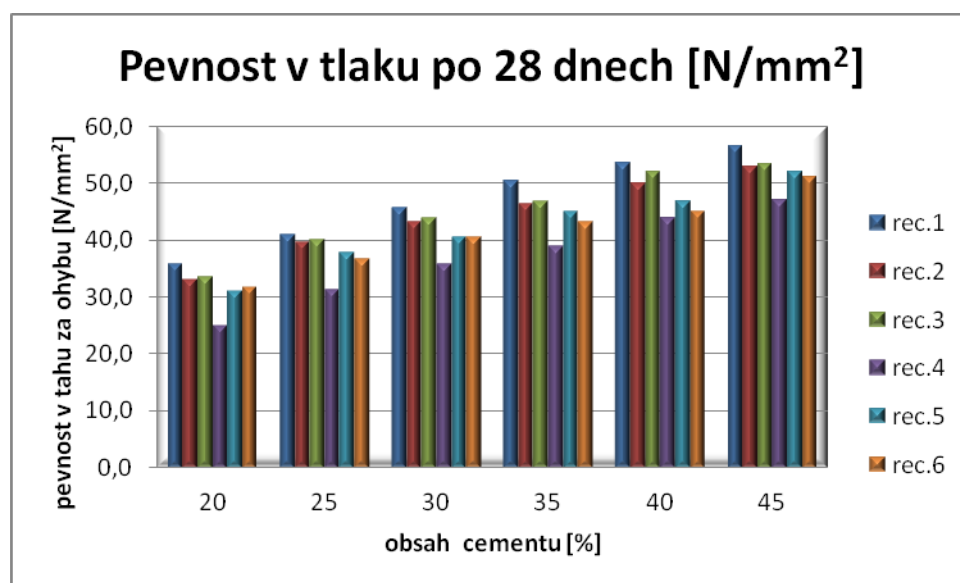
označení receptury	plnivo
rec.1	korund
rec.2	písek Provodín
rec.3	uhelná struska
rec.4	umělé hutní kamenivo
rec.5	skleněný odpad
rec.6	odpadní písek

4.3 VÝSLEDKY ETAPY III

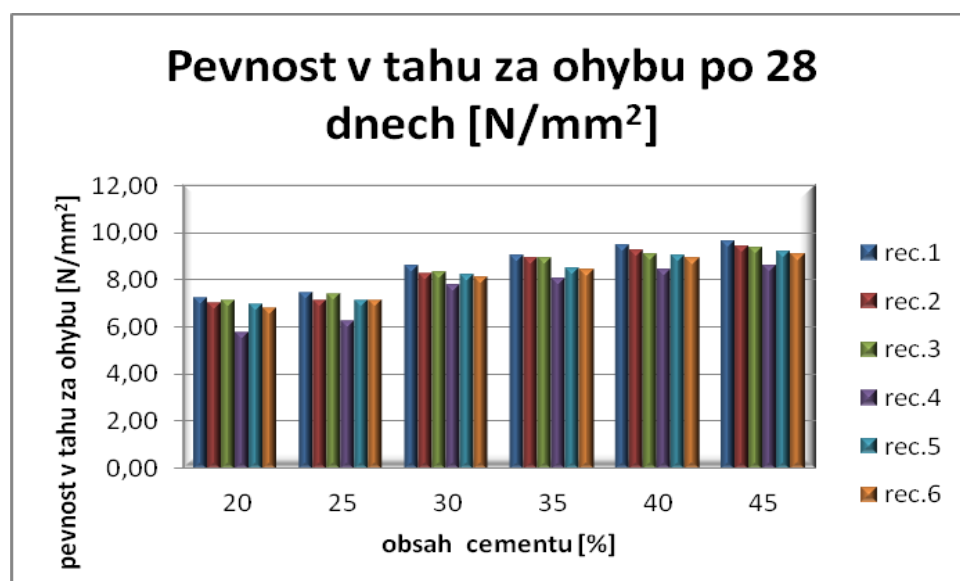
V třetí fázi disertační práce byly navržené směsi s různými typy plniv porovnávány z hlediska tokových vlastností, pevnosti v tlaku, pevnosti v tahu za ohybu. Na základě dosažených vlastností byl zvolen optimální obsah pojiva (cementu), při kterém je dosahováno požadovaných hodnot. Optimální obsah cementu byl zvolen 35%, neboť při tomto obsahu již bylo dosahováno fyzikálně-mechanických parametrů jako u komerčně vyráběných směsí.

Provedeny byly následující zkoušky: Pevnost v tahu za ohybu (ČSN EN 13 892 – 2), Pevnost v tlaku (ČSN EN 13 892 – 2).

Výsledky jsou uvedeny v tabulkách níže.



Obr. 3 Graf pevností v tlaku po 28 dnech, P



Obr. 4 Graf pevností v tahu za ohybu po 28 dnech, P

4.4 VÝSLEDKY ETAPY IV

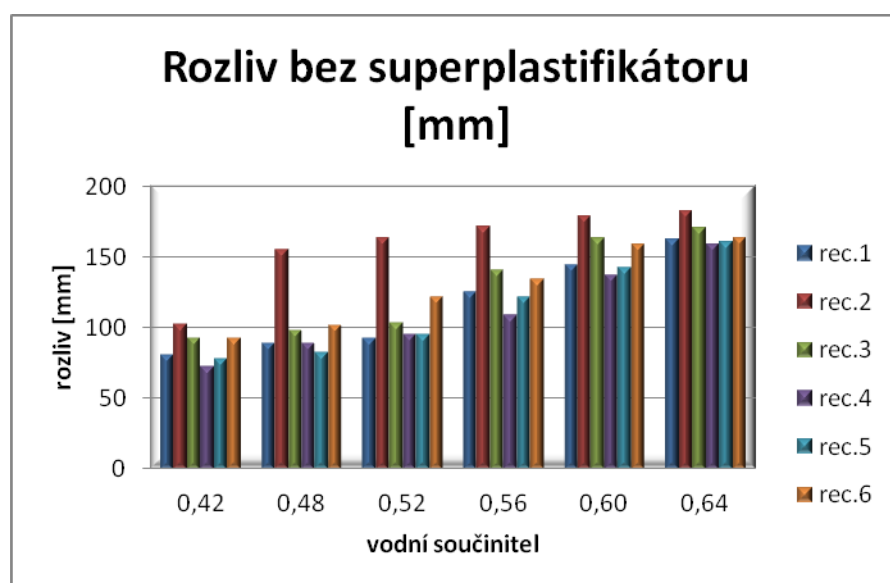
Stavba systému podlahoviny:

- Podkladní beton
- Vazebný polymercementový mŕstek FORTEDUR 1091
- Podlahovina na bázi cementu s využitím alternativních plniv (a mikroplniv)
- Finální úprava – těsnicí nátěr FORTECOAT 1425

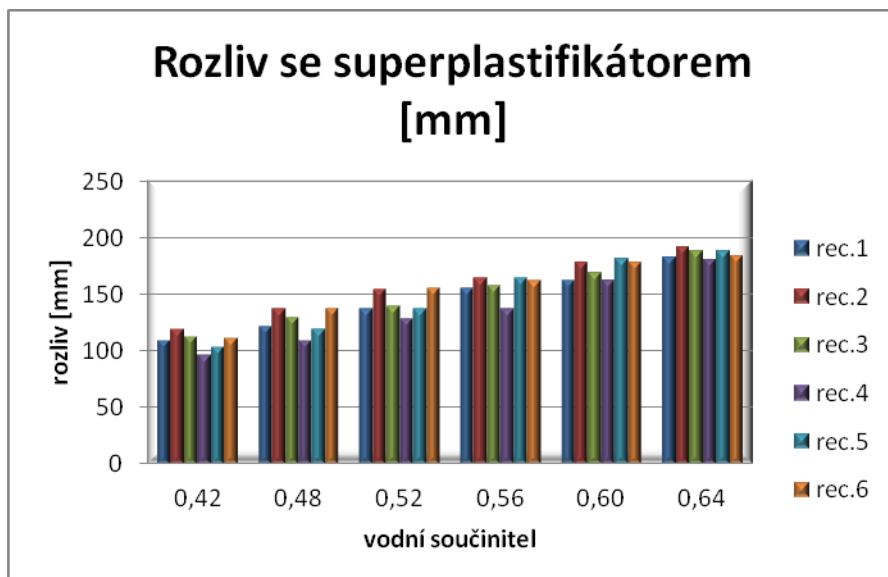
Pro účely disertační práce byl použit komerčně vyráběný vazebný polymercementový mŕstek FORTEDUR 1091, který zajišťuje dosažení vysokých přilnavostí finální studované podlahoviny k podkladnímu betonu a také snižuje sklon ke tvorbě defektů způsobených především přeschnutím vrstvy na styku mezi podkladním betonem a finální podlahovinou, při které může docházet až k delaminacím podlahoviny od podkladu.

Jednosložkový spojovací mŕstek Fortedur 1091 je směs obsahující speciální druhy cementů, plniv, chemických přísad pro zajištění vysoké přilnavosti napojovaných vrstev.

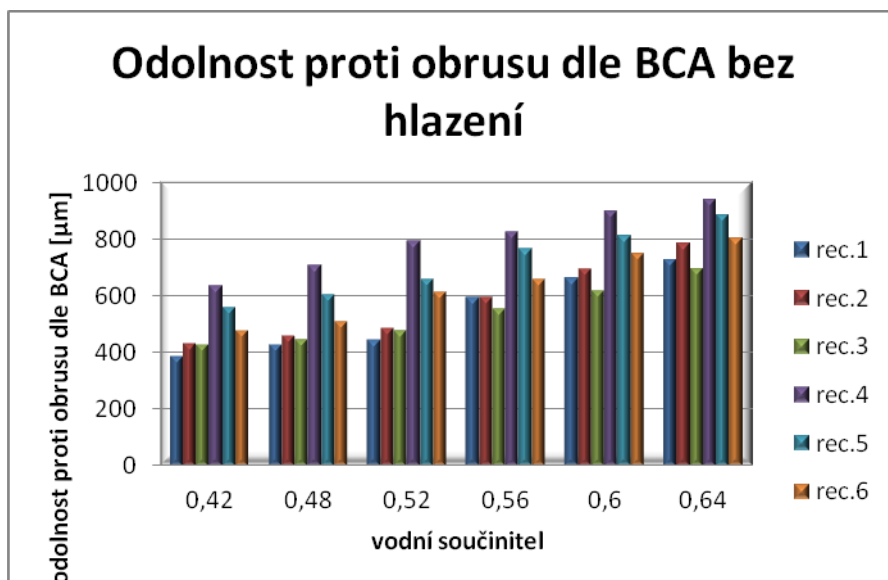
V poslední etapě disertační práce byly navržené směsi se zvolenými typy plniv porovnávány z hlediska tokových vlastností, pevnosti v tlaku, pevnosti v tahu za ohybu, odolnosti vůči obrusu, objemových změn i porozity. Všechny testy byly prováděny za konstantního obsahu mixu chemických přísad. Nejlepší tokové vlastnosti hmoty byly dosahovány u plniv s kulatým tvarem zrna a nejvyšší objemové změny (smrštění) vykazovaly vzorky s nejvyšším obsahem pojiva. Odolnost vůči obrusu byla nejvyšší u vzorků s nejtvrdšími plnivami a nejnižším použitým vodním součinitelem. Jako srovnávací plnivo s nejvyššími parametry tvrdosti byl při srovnávacích testech použit umělý korund. Nejlepších hodnot z testovaných substituentů vykazovala uhelná struska, nejhorších hodnot bylo dosaženo při substituci tzv. umělým hutním kamenivem. Ostatní testovaná plniva vykazovala výsledné parametry mírně nižší než při použití křemenného písku. Veškeré testované receptury splnily požadavky z pohledu normy ČSN 74 4505. U všech testů s nižšími vodními součiniteli bylo dosaženo přídržnosti k podkladu nad 1,5MPa a u strojně hlazených vzorků byly dosaženy odolnosti vůči obrusu nižší, než jsou předepsané normou ČSN 74 4505.



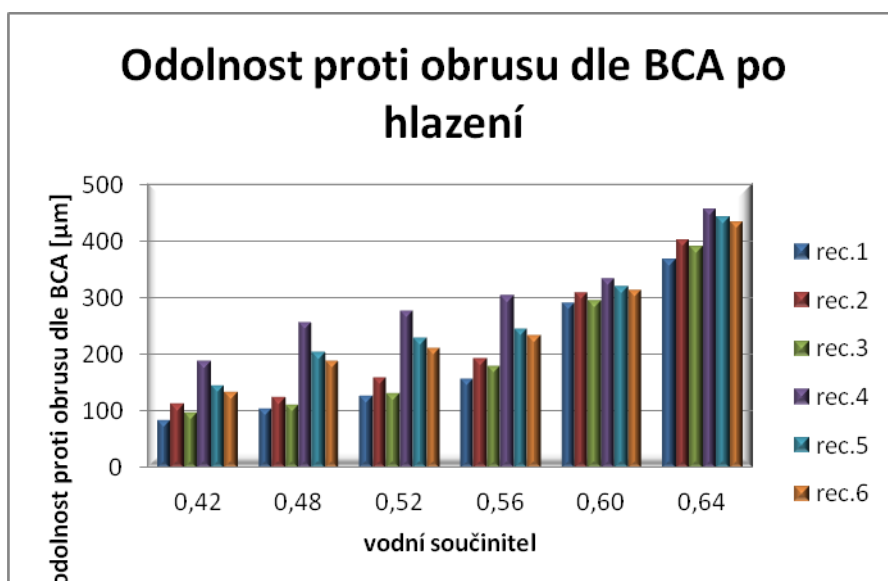
Obr. 5 Graf rozlivu, BP, 35%



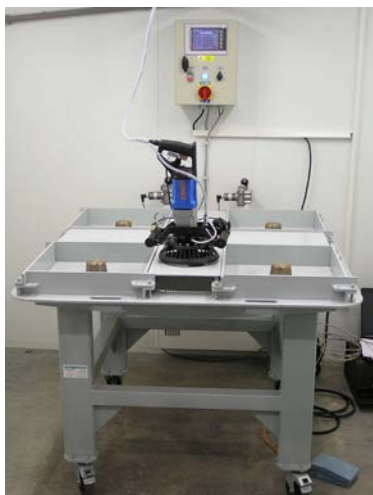
Obr. 6 Graf rozlivu, P, 35%



Obr. 7 Odolnost proti obrusu BCA, P, 35%, BH

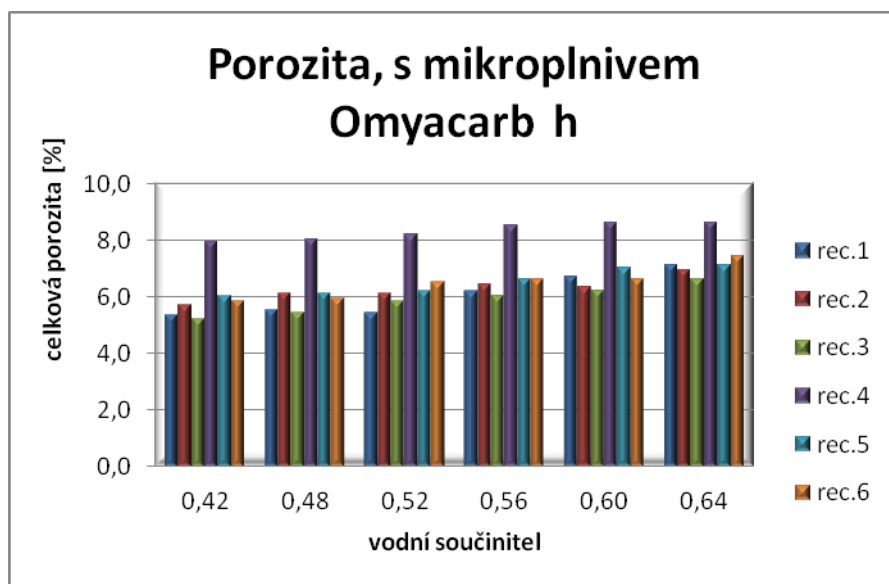


Obr. 8 Odolnost proti obrusu BCA, P, 35%, H

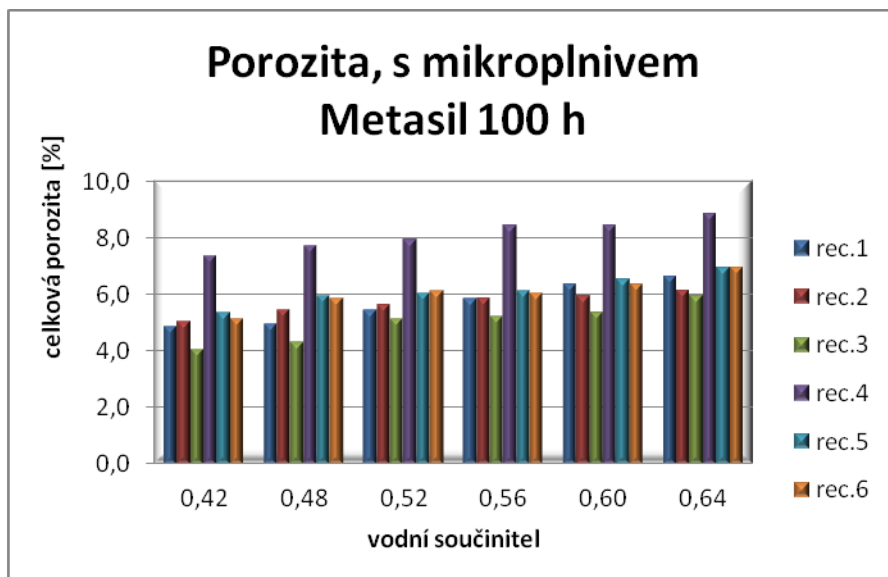


Obr. 9 Laboratorní hladíčka

Dále byl studován vliv mikroplniv na výsledné parametry navržených hmot a bylo prokázáno, že již samotná existence mikroplniva vede ke snížení porozity, snížení smrštění, nárůstu pevnosti v tlaku a zvýšení odolnosti vůči obrusu. Jako použitelné mikroplnivo byl využit mletý vápenec a metakaolin, přičemž lze konstatovat, že při použití metakaolinu bylo dosahováno vyšších kvalitativních parametrů výsledné hmoty. Na mikroplnivo lze pohlížet jako na nutnou komponentu moderních tenkovrstvých strojně hlazených podlahovin, neboť navyšuje fyzikálně mechanické parametry hmoty a redukuje vznik defektů způsobených především smrštěním, které je dané materiálovou podstatou zvoleného pojiva. Z pohledu vlivu aplikačního postupu na výsledné vlastnosti bylo potvrzeno, že za využití strojního hlazení je dosahováno výrazného snížení porozity, které vede k zvýšené odolnosti vůči obrusu, snížení objemových změn a které úzce souvisí se snížením porozity cementové podlahoviny. Ve všech provedených testech byl sledován trend poklesu porozit se snižujícím se vodním součinitelem a u vzorků bez strojního hlazení byla pozorována závislost poklesu pevností v tlaku na porozitě se vzrůstajícím vodním součinitelem. Interpretace typu závislosti nebyla prováděna z důvodu použití malého statistického vzorku měření porozit.



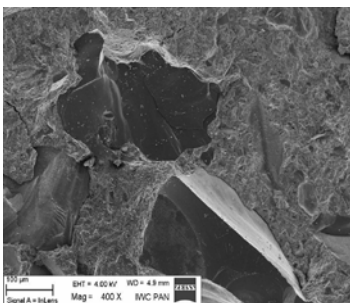
Obr. 10 Graf porozity, P, 35%, Omycarb, s hlazením



Obr. 11 Graf porozity, P, 35%, Metasil, s hlazením

V poslední etapě disertační práce byl také prostudován vliv těsnícího nátěru, přičemž byl použit komerční výrobek na bázi akrylátu, který bývá využíván i v praxi na 95% aplikací strojně hlazených podlahových systémů na bázi cementu. Byla potvrzena jeho funkčnost z pohledu redukce objemových změn a bylo sledováno i významné navýšení odolnosti vůči obrusu.

Pomocí elektronové mikroskopie s EDS analyzátozem byly prostudovány lomové plochy a povrchy vybraných formulací strojně hlazených podlahovin. Z hlavních hydratačních fází portlandského cementu byl pozorován: portlandit, C-S-H gely, ettringit. U starších vzorků byl v povrchové vrstvě podlahoviny na neošetřených vzorcích identifikován uhličitán vápenatý, který vznikl karbonatačním procesem portlanditu. Po prostudování mezifází cementový tmel – plnivo bylo konstatováno, že u všech plniv došlo k dostatečnému zakotvení a nebyly pozorovány významné defektní oblasti, které by výrazně snižovaly mechanické parametry hmoty. Tato pozorování byla taktéž potvrzena při testech pevnosti v tahu za ohybu a obrusu metodou BCA, které patří mezi zkušební postupy výrazně zatěžující oblasti cementového tmele a plniva.



Obr. 12 Zrno uhelné strusky v cementové matici

5 ZÁVĚR

V rámci disertační práce byly vyvíjeny a následně zkoumány modifikované průmyslové podlahy využívající druhotné suroviny s cílem uplatnění ve stavebnictví. Významná část disertační práce byla zaměřena na studium již komerčně vyráběných směsí, jejich složení a následné aplikace. Důležitým krokem při vývoji receptur byla volba vhodných druhotných surovin, které by svými vlastnostmi byly vhodnými substituenty plniv.

Veškeré etapy disertační práce prokázaly praktickou použitelnost alternativních surovin pro výrobu velkoobjemového produktu. Z pohledu dalšího možného rozvoje tématu by bylo vhodné provést studium využitelnosti alternativních surovin pro další velkoobjemové výrobky, neboť až při substitucích ve vyšším podílu produktového portfolia výrobce suchých stavebních hmot lze očekávat praktický přechod na výrobu na bázi alternativních plniv.

Při tvorbě disertační práce byly prozkoumány vznikající hydratační produkty pomocí elektronové skenovací mikroskopie a byly identifikovány základní hydratační produkty portlandského cementu s krystalickou strukturou (CSH gel, portlandit, ettringit a na starších vzorcích i kabronatačními procesy vznikající kalcit).

Pro účely disertační práce a možnost porovnávání jednotlivých plniv byly použity totální substituce konvenčního plniva (písku), přičemž v reálných podmínkách výrobce suché stavební hmoty by bylo možné využít částečných substitucí s ohledem na skladové hospodářství vstupů (síla apod.) V disertační práci byly prostudovány vliv vodního součinitele na porozitu a pevnosti v tlaku pro směsi obsahující různá mikroplniva. Za využití aparatury na měření objemových změn byl prokázán kladný účinek existence mikroplniva ve směsi. Všechny naměřené kombinace vykazovaly lineární závislosti, což bylo způsobeno užším rozsahem použitých vodních součinitelů, při kterých nedocházelo u hmoty k oddělování plniv, mikroplniv či k defektům souvisejícím s krvácením směsi. V současné době jsou studovány strojně hlazené systémy v laboratorním měřítku pouze jakožto systémy nehlazené. Vlivem strojního hlazení však dochází k výrazné změně studované hmoty, která má vliv na výsledné fyzikálně-mechanické parametry hmoty.

6 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] PRATT, P., L., JENNINGS, H., M.: *The microchemistry and microstructure of Portland cement*, Annual Review of Materials Science, 1981, 11, pp.123-149
- [2] MOULIN, E., SABIO, S., BROYER, V.: *Effect of SP type on ettringite morphology and on the rheology of Portland cement mortars as a function of type of added calcium sulfates*, Proceedings of the 23rd Annual International Concrete on Cement Microscopy, 2001, pp. 29-42
- [3] EMANUELSON, A.: *Portland cement clinker – composition and hydration thesis*, Lund Institute of Technology, Sweden, 2001
- [4] SCIVENER, K., L.: *The development of microstructure during the hydration of Portland cement thesis*, University of London, 1984
- [5] Informační centrum stavebních hmot s využitím odpadu. Dostupné na internetu: <<http://waste.fce.vutbr.cz>> [8. 9. 2013]
- [6] MICHALCOVÁ, G.: *Modifikace epoxidových stěrek a správkových hmot plnivy odpadních materiálů*, diplomová práce, Brno 2003

- [7] Kumar, S., Kumar, R., Bandopadhyay, A., Alex, T.C., RaviKumar, B., Das, S.K., Mehrotra, S.P., *Mechanical activation of granulated blastfurnaceslag and its effect on the properties and structure of portlandslag cement*, *Cement & Concrete Composites* 30 (2008): pp 679–685.
- [8] Hadj-sadok, A., Kenai, S., Courard, L., Darimont, A., *Microstructure and durability of mortars modified with medium active blastfurnaceslag*, *Construction and Building Materials* 25 (2), 2011: pp 1018–1025.
- [9] PAVLITOVÁ LETKOVÁ, Z., URBÁNKOVÁ K., Sledování vlastností hmot se zapracovaným odpadem - nové přístupy, In *Odpadové fórum 2010*, 2010.
- [10] BAYER, P., *Metody porozimetrického hodnocení stavebních materiálů, Soubor technických listů výsledků řešení 2007*, Vysoké učení technické v Brně, 2007. Dostupné na internetu: <http://www.cideas.cz/free/okno/technicke_listy/4tlv/TL07CZ_1131-8.pdf> [7.1.2012]
- [11] ČSN EN 13 813: Potěrové materiály a podlahové potěry - Potěrové materiály - Vlastnosti a požadavky, Praha, Český normalizační institut, 2003.
- [12] ČSN 74 4505: Podlahy - Společná ustanovení, Praha, Český normalizační institut, 2012
- [13] ČSN EN 13 892-3: Zkušební metody potěrových materiálů - Část 3: Stanovení odolnosti proti obrušování metodou Böhme, Praha, Český normalizační institut, 2005
- [14] ČSN EN 13 892-4: Zkušební metody potěrových materiálů - Část 4: Stanovení odolnosti proti obrušování metodou BCA, Praha, Český normalizační institut, 2003
- [15] Svoboda, P., Doležal, J., *Průmyslové podlahy v objektech pozemních staveb*, Bratislava JAGA GROUP 2007, ISBN 978-80-8073-054-0
- [16] SVOBODA, P., *Realizace nášlapných vrstev průmyslových podlah*. Realizace staveb. 2007, ročník II, č. 05, s. 63, ISSN 1802-0631
- [17] HÁJEK Petr a kol., *Pozemní stavitelství II*, Dr. Karel Černý SOBOTALES ISBN: 978-80-86817-22-4
- [18] DROCHYTKA, R., VANĚREK, J., BYDŽOVSKÝ, J., *Základní dělení podlahových konstrukcí*. Domo. 2006, ročník 10, č. 6, s. 44
- [19] DALÍK, J., *Průmyslové lité podlahy*. Realizace staveb. 2007, ročník II, č. 05, s. 63, ISSN 1802-0631
- [20] *DOMO 1/2008*, ATEMI, ISSN 1212-9666
- [21] HOŠEK, J.: *Měření počátečních objemových změn betonu v pryžové vlnovkové formě*. Stavební výzkum, 1986

7 CURRICULUM VITAE

Osobní údaje:

Jméno a příjmení:	Lucie Radějová
Datum a místo narození:	1. 8. 1981, Vítkov
Stav:	vdaná
Trvalé bydliště:	Mikolajice 85, 747 84 Opava

Dosažené vzdělání:

- Střední průmyslová škola stavební Opava, studium: 1995 – 2000,
- Vysoké učení technické v Brně, fakulta stavební, studium: 2000 – 2006,
Obor: Materiálové inženýrství, získán titul inženýr
- Vysoké učení technické v Brně, Fakulta stavební, doktorský studijní program, studium: 2006 – dosud
Obor: Fyzikální a stavebně materiálové inženýrství, Státní doktorská zkouška absolvována 29. 5. 2008.

Pracovní zkušenosti:

- 2006 - 2010: Vysoké učení technické v Brně – Fakulta stavební,
Technický pracovník výzkumných projektů,
Podíl na výzkumné činnosti,
- 2011 - dosud: QUALIFORM, a.s.
Sales manager, marketing, manažer kvality Zkušebny stavebních hmot

Publikační činnost:

- [1] CHLACHULOVÁ, L. Inovace ve výrobě hydroizolačních stěrek použitím odpadu z prání drceného vápence. In XII. Mezinárodní vědecká konference, Materiálové inženýrství 2009. ISBN 978-80-7204-629-4.
- [2] CHLACHULOVÁ, L. MOŽNOSTI POUŽITÍ ODPADNÍHO LUPKU PŘI VÝROBĚ HYDROIZOLAČNÍCH STĚREK. In Sborník anotací JUNIORSTAV 2009. 1 Brno. Vysoké učení technické v Brně ISBN 978-80-214-3810-1
- [3] CHLACHULOVÁ, L. PROGRESIVNÍ VYUŽITÍ DRUHOTNÝCH SUROVIN PŘI VÝVOJI OBKLADOVÝCH PRVKŮ In Sborník anotací Juniorstav 2008. 1. Brno, Vysoké učení technické v Brně, ISBN 978-80-86433-45-5
- [4] CHLACHULOVÁ, L.; DROCHYTKA, R. NOVÉ POUŽITÍ ODPADNÍCH SUROVIN PŘI VÝROBĚ POVRCHOVÝCH ÚPRAVO. In Odpadové fórum 2008. I. Praha ISBN 978-80-02-02013-4
- [5] CHLACHULOVÁ, L.; NOSEK, K. Použití popílku při výrobě nových povrchových úprav. In Sborník Recycling 2008. I. Brno, Vysoké učení technické v Brně, Fakulta

strojního inženýrství ISBN 978-80-214-3576-6

- [6] NOSEK, K.; CHLACHULOVÁ, L. POUŽITÍ CIHELNÉ DRTI PŘI VÝROBĚ LEPICÍCH A STĚRKOVÝCH HMOT. In Sborník RECYCLING 2008. 1.Brno, Vysoké učení technické v Brně,Fakulta strojního inženýrství ISBN 978-80-214-3576-6
- [7] CHLACHULOVÁ, L.MOŽNOSTI POUŽITÍ CIHELNÉ DRTI JAKO NÁHRADY PLNIVA PŘI VÝROBĚ POVRCHOVÝCH ÚPRAV. In Sborník Construmat 2008. 1.Brno, Vysoké učení technické v Brně,Fakulta stavební, ISBN 978-80-214-3660-2
- [8] DROCHYTKA, R.; CHLACHULOVÁ, L.Použití cementových obkladových prvků jako nové možnosti sanace povrchů stavebSanace 2008ISSN 1211-3700Sdružení pro sanace betonových konstrukcí0Brno1. 1. 2008CZSborník tuz. konf.650 Schváleno
- [9] CHLACHULOVÁ, L.; DROCHYTKA, R.; ĎURICA, T. PROGRESIVNÍ VYUŽITÍ DRUHOTNÝCH SUROVIN JAKO NÁHRADY POJIVA PŘI VÝROBĚ OBKLADOVÝCH PRVKŮ. In Sborník přednášek z XIII. mezinárodní konference Construmat 2007, Ostrava, Vysoká škola báňská, Technická univerzita Ostrava, ISBN 978-80-248-1536
- [10] CHLACHULOVÁ, L.; DROCHYTKA, R. Problematika výroby betonových obkladů s využitím odpadů. In 14. betonářské dny - konference s mezinárodní účastí, Praha, ČBS Servis. ISBN 978-80-87158-04-3
- [11] CHLACHULOVÁ, L.; DROCHYTKA, R. New polymeric facing material. In 6th International Conference of PhD Students.1. Miskolc, University of Miskolc 978-963-661-783-7
- [12] DROCHYTKA, R.; CHLACHULOVÁ, L. Obkladové prvky z druhotných surovin - alternativní metody sanace povrchů. In XVII. mezinárodní symposium SANACE 2007. 1. Brno, Sdružení pro sanace betonových konstrukcí 1211-37000
- [13] CHLACHULOVÁ, L. VÝVOJ A VÝZKUM POLYMERNÍCH KOMPOZITNÍCH OBKLADŮ. In Sborník JUNIORSTAV 2007.1.Brno, Vysoké učení technické v Brně. 978-80-214-3337-3

ABSTRACT

This work deals with the use of waste materials in the development of new industrial floors. The main task of this work is to choose a suitable waste materials, and design a new material using such materials, while achieving the required physico-mechanical properties. The aim of this work is also to verify the effects of process application, suitable microfiller and final coat and propose a suitable alternative industrial floors, which would not only be in terms of economic efficiency, but also in terms of ecological suitable replacement for commercial products.

