

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

DOKTORSKÁ DISERTAČNÍ PRÁCE
DOCTORAL THESIS

AUTOR PRÁCE
AUTHOR

Ing. Lucie Radějová

VEDOUCÍ PRÁCE
SUPERVISOR

Prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.

BRNO 2013

Abstrakt

Práce se zabývá možnostmi využití druhotných surovin při vývoji nových průmyslových podlah. Hlavním úkolem práce je zvolit vhodné druhotné suroviny a navrhnout tak novou hmotu tyto suroviny využívající, při dosažení požadovaných fyzikálně-mechanických vlastností. Cílem této práce je také ověřit vlivy aplikačních procesů, vhodných mikroplniv a finálního nátěru a na základě získaných poznatků tak navrhnout vhodnou alternativu průmyslových podlah, jenž by byla nejen z hlediska ekonomické efektivity, ale také z hlediska ekologického, vhodnou náhradou za již vyráběné produkty.

Klíčová slova

podlaha, druhotná surovina, zrnitost, vsyp, hlazení, těsnicí nátěr, obrus

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.

Key words

floor, waste materials, grain size, filling, smoothing process, sealing coating, abrasion

Bibliografická citace VŠKP

RADĚJOVÁ, Lucie. *Vývoj nových průmyslových podlah s využitím druhotných surovin: disertační práce*. Brno, 2013. 169 s. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta stavební. Ústav technologie stavebních hmot a dílců. Vedoucí disertační práce: prof. Ing. Rostislav Drochytka, CSc.

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci zpracovala samostatně a že jsem uvedla všechny použité informační zdroje.

V Brně dne

.....

podpis autora

Poděkování

Děkuji mému školiteli prof. Ing. Rostislavu Drochytzkovi za odborné vedení, cenné rady a trpělivost při řešení a tvorbě této disertační práce.

OBSAH:

I.	ÚVOD	9
II.	TEORETICKÁ ČÁST	10
1.	VÝVOJ BETONOVÝCH PODLAH	10
1.1	Všeobecné požadavky na podlahy	10
2.	PRŮMYSLOVÉ PODLAHY	11
2.1	Typy povrchů průmyslových podlah	11
2.2	Vlastnosti podlah	12
2.3	Názvosloví	14
2.4	Skladba podlah	15
2.5	Spáry	17
2.6	Průmyslové lité podlahy	18
2.7	Pancéřové podlahy	21
2.8	Potěry	25
2.9	Objemové změny podlah - trhliny	27
3.	VYUŽÍVÁNÍ DRUHOTNÝCH SUROVIN VE STAVEBNICTVÍ	30
3.1	Recyklace odpadních surovin	32
3.2	Pojiva	33
3.3	Plniva	38
3.4	Suroviny pro výrobu stavebních hmot	38
3.5	Druhotné suroviny vhodné k použití v průmyslových podlahách	39
III.	CÍL PRÁCE	42
IV.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	43
1.	METODIKA PROVÁDĚNÝCH PRACÍ	43
1.1	ETAPA I. – stanovení základních parametrů referenčních směsí	43
1.2	ETAPA II. – návrh receptury potěru, výběr vhodných substituentů plniva	43
1.3	ETAPA III. – ověření vlivu obsahu pojiva, plastifikátoru a vlivu typu plniva na fyzikálně – mechanické vlastnosti	43
1.4	ETAPA IV. – stanovení fyzikálně- mechanických vlastností, výběr nejhodnější receptury	44
2.	POPIS PROVÁDĚNÝCH ZKOUŠEK	49
2.1	Pevnost v tlaku	49

2.2	Stanovení přídržnosti.....	49
2.3	Měření délkových změn v raném stádiu tuhnutí.....	49
2.4	Stanovení tokových vlastností (rozlivná zkouška).....	50
2.5	Odolnost proti obruš.....	51
2.6	Porozimetrie	51
2.7	Skenovací elektronová mikroskopie.....	53
3.	REALIZACE A VÝSLEDKY – ETAPA I: Stanovení základních parametrů referenčních směsí.....	54
3.1	Srovnávací referenční směsi	55
4.	REALIZACE A VÝSLEDKY – ETAPA II:.....	57
4.1	Identifikace vybraných vstupních surovin.....	57
4.2	Úprava zrnitosti surovin	66
4.3	Návrh receptur.....	67
5.	REALIZACE A VÝSLEDKY – ETAPA III.....	70
5.1	Pevnost v tlaku	70
5.2	Pevnost v tahu za ohybu	75
6.	REALIZACE A VÝSLEDKY – ETAPA IV.	81
6.1	Pevnost v tlaku	81
6.2	Pevnost v tahu za ohybu	83
6.3	Rozliv	85
6.4	Stanovení přídržnosti.....	88
6.5	Stanovení odolnosti proti obruš metodou BCA	90
6.6	Stanovení odolnosti proti obruš metodou Böhme.....	95
6.7	Stanovení porozity.....	100
6.8	Objemové změny.....	117
6.9	Aplikace - hlazení	117
6.10	Těsnicí nátěr	131
6.11	Hydratační produkty studovaného systému	141
V.	CELKOVÁ DISKUZE VÝSLEDKŮ.....	146
VI.	ZÁVĚR.....	149
VII.	POUŽITÁ LITERATURA	151
VIII.	SEZNAM ZKRATEK.....	154
IX.	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	156
X.	SEZNAM TABULEK.....	161

I. 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.

II. TEORETICKÁ ČÁST

1. VÝVOJ BETONOVÝCH PODLAH

Počátky podlah datujeme do stejného období jako počátky výstavby lidských obydlí. V dávné minulosti to byla nejčastěji tzv. hliněná dlažka, tedy udusaná hlína. Později člověk začal podlaze přikládat větší význam, zateploval ji a zdokonaloval. Podlaha je jedním z nejdůležitějších součástí interiéru.

Vyrovňovací vrstvy podlah nalezneme již ve starověkých stavbách. Prvními historickými betonáři, kteří používali potěry, byli staří Římané. Ti používali směs vulkanického popela a tufu jako základ stavební hmoty, která dále obsahovala písek, vápno, a pemzu. Tento beton byl požíván i pro podlahové konstrukce, kladly se do něj římské mozaiky.

Ve středověku beton jako materiál mizí a pro vyrovnání podlah se používají hliněné mazaniny – směs jílu, vápna a někdy i otrub. V 16. a 17. století se objevuje nový materiál, známý jako benátský štuk nebo umělý mramor. Podlaha se skládala z několika postupně nanášených vrstev drcené mramorové směsi, sádry, klihové vody a přírodních pigmentů. Po vytvrzení se brousila několika druhy kamenů a napouštěla směsí přírodních vosků. Největší rozkvět tato technologie zaznamenala v 18. století, kdy se používala na výzdobu stěn kostelů a jiných významných staveb.

Betonový potěr se znovu objevuje až v druhé polovině 19. a na počátku 20. století. Široké využití monolitických betonových konstrukcí vyžadovalo další povrchovou úpravu podlah. Pod dřevěné podlahoviny a dlažby se používaly betonové potěry míchané z hrubého křemičitého písku a cementu v poměru 3:1 a stažené na povrchu dřevěným hladítkem. Povrchy betonových potěrů se začaly upravovat kletováním a sloužil y jako nášlapné vrstvy podlah. Zavadlý povrch betonu se posypal suchým cementem a opakovaným hlazením cementovým hladítkem se „vypálil“, až byl naprosto hladký.

Po druhé světové válce se začaly objevovat materiály na syntetické bázi. Betonové potěry se různě modifikují přidáváním přísad, začínají se také povrchově upravovat. [1]

1.1 VŠEOBECNÉ POŽADAVKY NA PODLAHY

Podlahy jsou dílčí konstrukcí, prováděnou v rámci dokončovacích prací. Podlaha je souhrn podlahových vrstev uložených na nosném podkladu (např. na stropní nosné konstrukci, na podloží nebo na speciální konstrukci). Do podlah se zahrnují také úpravy styků a přechodů na stěny, úpravy dilatačních spár i proniků ostatních konstrukcí podlahou (např. instalačních rozvodů apod.). Účelem podlah je zkvalitnění povrchu podkladů, aby byl umožněn nerušený provoz v daných podmínkách. Nezanedbatelné je i hledisko estetičnosti a funkčnosti podlahy s ohledem na místo použití.

Podle druhu materiálů použitých na nášlapné vrstvy se podlahy dělí na:

- dřevěné podlahy (palubky, vlasy, parkety, apod.)
- dlažby (keramické, kamenné, betonové, apod.)
- mazaniny a potěry (beton, cement, teraco nebo anhydritové potěry)
- podlahové povlaky (linolea, PVC, textil a v neposlední řadě i stěrky)
- zvláštní podlahy (roštové kce., dutinové kce., visuté kce. pro výpočetní techniku apod.)

Požadavky na podlahy a jejich vlastnosti, které musí podlaha plnit, jsou předepsány normou **ČSN 74 45 05 Podlahy - Společná ustanovení**, kde jsou uvedeny hlavní požadavky.

2. PRŮMYSLOVÉ PODLAHY

Podlahy průmyslové betonové jsou nejčastějším typem podlah v průmyslu, obchodu i zemědělství. Splňují vysoké požadavky na životnost, zatížení, pevnost, rychlost výstavby, otěruvzdornost a údržbu.

U jednopodlažních průmyslových hal, skladů, obchodních center, garáží, případně sportovních i jiných shromaždišť jde obvykle o podlahový systém uložený na ztuhlém podloží. V případě vícepodlažních objektů tvoří hlavní nosnou část podlahy staticky dimenzované stropní systémy konstrukce celého objektu. Tuto odlišnost je třeba ve všech směrech respektovat vzhledem k tomu, že oba případy jsou rozdílné jak technickým, tak technologickým pojetím. Na jedné straně je to podlaha položená na urovnaném podloží s určitou možností pružné deformace případně dotvarování, na druhé straně je to v podstatě tuhá stropní konstrukce dimenzovaná na předpokládané zatížení a další vlivy s předem staticky stanoveným, relativně nepatrným průhybem. [2]

2.1 TYPY POVRCHŮ PRŮMYSLOVÝCH PODLAH

Základní rozdělení povrchových úprav betonových desek:

Jednovrstvé povrchové úpravy - úprava povrchu probíhá současně s betonáží.

- Vsypy
- Potěry

Vícevrstvé povrchy - mezi betonáží desky a prováděním její povrchové úpravy je nutná technologická přestávka.

- Nátěry
- Samonivelační stěrky
- Hlazené stěrky
- Dlažby

2.2 VLASTNOSTI PODLAH

Základní obecné požadavky na funkci průmyslové podlahy podle typu a umístění:

- izolace proti difúzi zemní vlhkosti
- vodotěsná izolace proti spodní vodě
- tepelná izolace
- izolace proti prostupu radonu
- izolace proti prostupu zvuku
- izolace proti přenosu vibrací
- nízká tepelná vodivost konstrukčních vrstev
- maximální rovnost povrchu
- protismykový povrch
- bezprašnost
- stálobarevnost
- odolnost proti nárazům
- odolnost proti ropným látkám
- odolnost proti kyselinám
- nepropustnost pro určité typy záření
- odolnost proti mrazu a tání v případě otevřených prostor[2]

2.2.1 POVRCH

- povrch musí být rovný, spáry stejnoměrně široké, rovné a nepropadlé, prvky podlah jednotné a styk se stěnami plynulý
- požadavky na rovinatost jsou dány normou, která stanoví mezní odchylky pro podlahy a to pro podlahy v místech pro pohyb osob a v ostatních místnostech.

2.2.2 STATICKÉ A MECHANICKÉ VLASTNOSTI

- pevnost v tlaku-podklady z cementových potěrů a betonových mazanin se provádějí v min. tloušťkách 40 mm podle druhu podlahoviny - podklady z cementových potěrů a plovoucích betonových mazanin pod všechny druhy podlahovin jsou vždy vyztuženy ocelovým pletivem
- pevnost v tahu (přídržnost) - v návaznosti na druh finální podlahoviny se hodnota pohybuje v rozmezí 0,5 - 2,2 MPa
- odolnost proti nárazu - je požadována především u tvrdých podlahovin
- odolnost proti dlouhodobě působícímu statickému zatížení
- požaduje se zejména u měkkých a polotvrdých podlahovin, u tenkovrstvých litých podlahovin ze syntetických pryskyřic a ochranných laků proti trvalé deformaci vyvolané statickým zatížením způsobeným nábytkem, zařizovacími předměty a technologickým zařízením

- tvrdost povrchu - požaduje se především u tvrdých a neohebných podlahovin
- odolnost proti opotřebení (obrusu) - požaduje se u všech druhů podlah a posuzuje se podle:
- opotřebení proti zatížení pěším provozem (lidmi)
- odolnost proti zatížení dopravou, přepravou jinými způsoby
- pružnost - schopnost pružné deformace při dynamickém namáhání
- protiskluznost podlah - zejména požadovaná u podlah ne sociálním zařízením a v mokřích provozech

2.2.3 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

- tepelné technické vlastnosti podlah - schopnost tepelné izolace podlah včetně stropní konstrukce
- akustické vlastnosti - zahrnují požadavky na kročejovou a vzduchovou neprůzvučnost podlah včetně stropní konstrukce
- optické vlastnosti - neměly by se vyskytovat zrcadlové odrazy světla nebo světlých předmětů
- působení vody a vlhkosti - podlahy vystavené vlhkosti a vodě musí být nepropustné a odolné proti vodě
- mrazuvzdornost - podlahy vystavené vlivu povětrnosti (včetně např. mrazíren) musí vykazovat mrazuvzdornost
- odolnost proti chemickým látkám:
 - o jedná se především o odolnost proti látkám kyselého charakteru, louhům, agresivním plynům, tukům a olejům, roztokům solí apod.
 - o tytéž požadavky platí i pro spáry a styky materiálů vrstev podlahy
- odolnost proti biologickým vlivům – podlaha a použité materiály je nutno chránit vhodným výběrem a vhodnými prostředky proti vegetaci, plísni hub, mikroorganismů, dále pak proti napadení hmyzem a hlodavci
- trvanlivost podlah - závisí na mechanickém opotřebení, snížení působení vnějších sil (jako už zmíněný mráz), ale i vysoké teploty (sluneční záření)
- odolnost proti biologickým vlivům

2.2.4 ESTETICKÉ VLASTNOSTI

Příjemný vzhled i vlastnosti podlah mají vliv na vnitřní pohodu při užívání nejen v bytové a občanské výstavbě ale v současné době se tento trend zavádí i v dříve podřadných prostorách jako jsou např. sklady či výrobní haly.

Další objektem zájmu z hlediska následného využití je údržba podlahy a náklady spojené s údržbou po celou dobu předpokládané životnosti. Uvažuje se také časový horizont, kdy může dojít k morálnímu zestárnutí podlahy. To spočívá v neuspokojování požadavků nebo dojde k jejímu fyzickému zestárnutí, které reprezentuje ukončení provozní způsobilosti podlahy a signalizuje nutnost její zásadní rekonstrukce, případné úplné výměny. Týká se to řady oblastí, např. v údržbě zejména množství dilatačních a kontrakčních spár, které vyžadují periodické ošetřování a které by mohly postupem času výrazně zhoršovat užitnou hodnotu podlahy. Dále sem patří

rozhodování o tloušťkách a kvalitě jednotlivých konstrukčních vrstev, především hlavní nosné konstrukční desky z cementového betonu.

Na jedné straně stojí výrobní cena plošné jednotky za zhotovenou podlahu, např. prosté desky z cementového betonu s poměrně velkým množstvím spár vyžadujících ošetřování, nebo vyšší cena plošné jednotky v případě desky vyztužené rozptýlenou výztuží drátky nebo ocelovou rohoží s minimálním množstvím spár proti ceně za údržbu po dobu alespoň 25 let.

Nelze opominout ani kvalitativní třídu pochůzné či pojízdné cementobetonové desky, která je největším a nejdůležitějším nositelem zatížení a pohybů na podlaze. Musí tedy vykazovat nejen vyhovující pevnost, ale i povrchovou plošnou rovnost, případně drsnost či hladkost s odpovídající bezpečností proti skluzu osob, odolnost proti povrchové ohrusnosti, popřípadě odladitelnosti, bezprašnost, stálobarevnost a další vlastnosti.

Zejména v otázce pevnostních charakteristik hlavní nosné desky z cementového betonu se nelze vyhnout ani problematice překrytí dlažbou, dlaždicemi a různými stěrkami na bázi pryskyřic či jiných polymerových malt a dalších osvědčených povrchových úprav. Tyto úpravy však zajišťují pouze povrchové vlastnosti v těch případech, kdy cementový beton hlavní konstrukční desky nevyhoví hladkostí, snadnou údržbou, např. omyvatelností, vzhledem, bezprašností a dalším požadavkům na něj kladeným. [2]

2.3 NÁZVOSLOVÍ

Podlaha – sestava podlahových vrstev uložených na nosném podkladu (např. na stropu, nebo jiné nosné konstrukci) a zabudovaných podlahových prvků, dilatačních a pracovních spár, které zajišťují požadované funkční vlastnosti podlahy.

Oddělovací vrstva – vrstva, která zamezuje spojení mezi potěrem a podkladem.

Spojovací vrstva – vrstva, která zlepšuje přídržnost potěru k podkladu.

Vyrovnávací vrstva – vrstva sloužící k vyrovnání nerovností a výškových rozdílů v podkladu nebo kolem potrubí a upravující výšku povrchu.

Roznášecí vrstva – vrstva umožňující rozptýlení lokálně (např. bodově) působícího namáhání do rozměrově příznivější plochy.

Izolační vrstva – vrstva zajišťující požadované tepelně izolační, popř. akustické vlastnosti podlahy.

Spádová vrstva – vrstva zajišťující požadovaný sklon nášlapné vrstvy podlahy.

Nášlapná vrstva – nejvýše položená vrstva podlahy, zajišťující některé požadované funkce podlahy jako např. vzhled, barevnost, čistitelnost, ohrusnost,

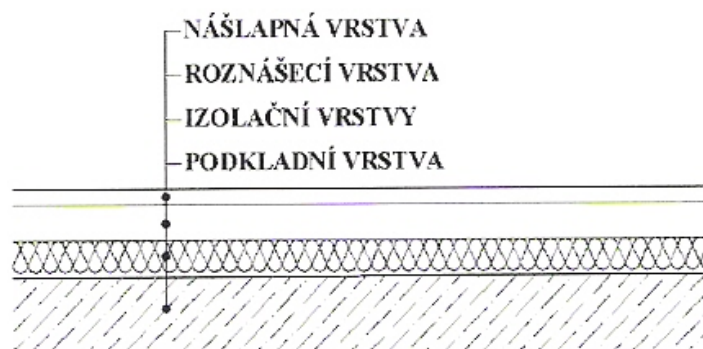
protiskluznost apod. Součástí této vrstvy je i pojivo (lepidlo, tmel), kterou se nášlapná vrstva připevňuje ke spodní vrstvě.

Podlahovina – výrobek pro nášlapnou vrstvu podlahy, buďto zhotovovaný na místě aktivací a vytvrzením příslušných směsí, nebo pokládkou předem vyrobených podlahových krytin (pásů, dlaždic, vlysů, panelů).

Potěr – vrstva nebo vrstvy potěrového materiálu pokládané na stavbě, spojené nebo nespojené s podkladem nebo nanesené na dělicí nebo tlumicí vrstvu pro zabezpečení jednoho nebo více následujících požadavků: dosažení předepsané výšky, umožnění konečné úpravy povrchu podlahy a k bezprostřednímu požití.

Cementový potěr – potěr, v němž je hlavním pojivem cement.

2.4 SKLADBA PODLAH



Obr. 1 Typické schéma skladby podlah [3]

2.4.1 PODKLADY PODLAH

Nosným podkladem pod podlahy může být upravený terén nebo stropní konstrukce. Podklad ovlivňuje správnou funkci podlahy. Podkladní vrstvy na terénu, který by měl mít únosnost min. 20 MPa a jsou dnes převážně navrhovány z betonových mazanin, u nichž jsou složení betonu a tloušťka vrstev závislé na předpokládaném zatížení podlahou i provozem. Např. v bytových a občanských stavbách jsou tyto betony v tloušťkách 80-100 mm, zatímco u průmyslových staveb mohou být tlusté i 250 mm a více. Další druhy podkladů se již prakticky nepoužívají.[1]

2.4.2 IZOLAČNÍ VRSTVY

Izolační vrstvy se navrhují do skladby pro zajištění funkce tepelné, zvukové a rovněž funkce izolační proti působení vlhkosti či chemickým vlivům.[2]

DRUHY PODLAHOVÝCH IZOLACÍ

zvukové izolace - zajišťují jeden ze základních zdravotních požadavků v rámci životního prostředí, zejména v bytových a občanských stavbách. Provádějí se zejména proti kročejovému hluku s použitím minerálních vláknitých desek nebo rohoží ze skelných vláken či jiných moderních materiálů a proti stavební vzduchové neprůzvučnosti. Pro splnění výše uvedených akustických požadavků se provádějí konstrukční úpravy skladeb podlah v tom smyslu, že se vytvoří vana mezi roznášecí vrstvou a nosnými obvodovými konstrukcemi ze zvukově izolačních materiálů pro zajištění dostatečného akustického útlumu.[4]

tepelné izolace - navrhují se do konstrukce podlah za účelem splnění požadavků na výslednou hodnotu součinitele prostupu tepla skladby podlahy. Chrání jednotlivé prostory proti pronikání chladu či tepla ze sousedních prostorů, ale taky zabraňují úniku tepla nebo chladu z prostorů uzavřených. Ukládají do podlah obytných místností, kladených přímo na podkladní beton nebo do podlah na stropní konstrukci, která odděluje vytápěné a nevytápěné prostory. V současné době se nejvíce uplatňují materiály jako je např. pěnový polystyren, asphaltové lepenky a mnoho jiných materiálů na podobné bázi.[4]

izolace proti vlhkosti - obnáší vložení hydroizolačního systému do souvrství podlahy, aby bylo zamezeno přímému působení vlhkosti do konstrukce podlah. Vlhkost může působit buď v kapalném stavu (vzlínání nebo hydrostatické namáhání), nebo se může šířit difuzí. V místnostech, kde působí voda na konstrukci určitým hydrostatickým tlakem, se skladba tomuto přizpůsobuje a pod nášlapnou vrstvou se vytváří většinou hydroizolační stěrka, která zamezí vnikání vlhkosti do vnitřních skladeb. Naopak parotěsná izolace by měla být vyžadována u takových podlahových konstrukcí, kterými může difundovat vzdušná vlhkost ze spodních místností, které vykazují vyšší relativní vzdušnou vlhkost.[5]

izolace proti chemickým vlivům - provádí se v prostorách se zvýšeným chemickým zatížením jako jsou např. chemické laboratoře či jiné provozy, které vyžadující potřebnou izolaci a ochranu.[4]

2.4.3 ROZNÁŠECÍ VRSTVA (VYROVNÁVACÍ VRSTVA)

Roznášecí vrstvu lze ji označit za jednu z nejdůležitějších vrstev v souvrství, neboť kvalita jejího provedení je důležitým předpokladem pro vytvoření funkční nášlapné vrstvy podlahy. Většina výrobců nášlapných podlahovin předepisuje požadavky na tuto podkladní vrstvu, aby mohli být později zaručeny požadované vlastnosti jejich finálního výrobku. Mezi základní požadavky kladené na podkladní konstrukci pod nášlapnou vrstvou patří zejména rovinnost podkladu, zaručená optimální vlhkost podkladu dle druhu nášlapné vrstvy a rovněž splnění požadovaných minimálních statických a mechanických vlastností. Za nejčastější typ roznášecí vrstvy lze označit betonové mazaniny, a to prováděné z prostého betonu v tloušťkách 20 až 80 mm i z betonu vyztuženého ocelovou sítí pro zamezení vzniku smršťovacích trhlin nebo z betonu vylehčeného. Dalšími možnostmi provedení roznášecí vrstvy jsou

mazaniny na bázi anhydritu nebo na bázi xylolitu, u obou typů je ovšem nutné zamezit přístupu vlhkosti do těchto mazanin.

Pro podlahy a vyrovnávací vrstvy i finální úpravy povrchu jsou stanoveny maximální přípustné odchylky nerovnosti, které se pohybují v rozmezí 1-3 mm.

2.4.4 NÁŠLAPNÉ VRSTVY

Nášlapná vrstva může být vytvořena z několika typů podlahovin, které se aplikují na roznášecí vrstvu. Volba typu podlahoviny by měla být provedena podle požadavků na užívání podlahy a také podle zvoleného materiálu, který by měl vykazovat dobrou trvanlivost, poměrně nízké nároky na výrobu, jednoduchou montáž a údržbu podlahy.[5]

2.5 SPÁRY

Spáry je možné rozdělit na tři základní typy podle jejich technologické a statické funkce: pracovní, kontrakční a dilatační.

Rozdělení ploch spárami musí být rozvrženo a připraveno před zahájením betonáže. Návrh musí vycházet především ze skutečnosti, zda se jedná o plovoucí vrstvu nebo o vrstvu pevně spojenou s podkladem. U plovoucích vrstev je dělení na základě typu vrstvy snadné, velikost polí je předepsaná. U vrstev spojených s podkladem musí být respektovány spáry v podkladu, které by měly být v koincidenci se spárami v horní vrstvě.[2]

2.5.1 PRACOVNÍ SPÁRY

Vzdálenost pracovních spár odpovídá zvolené šířce betonového pásu a měla by být násobkem budoucí velikosti pole. Například v případě dvojnásobku musí být ve velmi krátké době proveden řez mezi oběma bočnicemi, aby nedošlo k tvorbě neřízených trhlin. Ve stejném čase by měly být vyřezány i tzv. kontrakční spáry, kolmé na podélné pracovní.

Pracovní spáry tvoří systém odpovídající největšímu možnému nebo danému šířkovému rozměru pracovního nástroje, kterým je vibrační lať, nebo kapacitě výroby a dodávky betonu. Vymezit je lze pomocí odnímatelných ocelových bočnic, úhelníků, dřevěných latí, hranolů nebo zabudovanými dělicími lištami, které tvoří ztracené bednění.

Pracovní spáry je nutné prořezat pouze na povrchu do hloubky, která je nezbytná pro jejich utěsnění, nejvíce do hloubky 15 mm.[2]

2.5.2 KONTRAKČNÍ SPÁRY

Kontrakční smršťovací spáry vymezují velikost polí umožňující zejména hydratační smrštění betonové vrstvy. Při správném rozdělení ploch kontrakčními spárami nedojde k tvorbě divokých neřízených trhlin v betonové vrstvě. Velikost polí je v přímé vazbě na tloušťku vrstvy a způsob výztuže betonu.

Všechny betonáže lze uskutečňovat v pásech nebo plochách jakéhokoliv rozměru s tím, že proříznutí spár, dělicích zabetonovanou plochu na odpovídající části musí být provedeno nejdéle do 20 hodin po zhotovení.[2]

2.5.3 DILATAČNÍ SPÁRY

Dilatační spáry jsou na místech, kde je soustředěna dilatace celého objektu. Jejich šířka musí být o málo větší, než je skutečná šířka hlavní dilatace. Zhotovení dilatačních spár je možné buď přímo vymezení vložkou, nebo následným vyřezáním dvojřezem diamantovou pilou. Řez musí být veden na plnou tloušťku celé vrstvy, aby nemohlo dojít k tlakovým můstkům, které by byly zdrojem drcení podlahové vrstvy.[2]

2.6 PRŮMYSLOVÉ LITÉ PODLAHY

Při současném trendu výstavby supermarketů, továrních hal nebo jiných hal pro průmyslové účely roste využívání průmyslových podlah založených na polymery modifikovaných maltách a betonech. Vzhledem k tomu že, velké množství strojírenských areálů je vystaveno vodě, olejům a jiným látkám, hydroizolační stěrky jsou pro ně vhodným řešením. I v tomto odvětví je však velká konkurence, proto je důležité přicházet s inovacemi.

Stěrkové samonivelační materiály na bázi polymercementu, na bázi epoxidových či polyuretanových pryskyřic nebo na bázi polymetylmetakrylátu vytvářejí vodorovný odolný povrch bez dilatačních spár a s možností v mnoha barevných kombinacích.

2.6.1 CEMENTOVÉ A POLYMERCEMENTOVÉ STĚRKY

Základním rozdělovacím kritériem je mineralogické složení podlahoviny. Za polymercementové stěrky lze uvažovat až stěrky s obsahem více než 1% polymerní složky.

POLYMERCEMENTOVÉ STĚRKY

Jsou zušlechťené polymery na bázi cementu se speciálním tvrdým plnivem. Aplikují se v tloušťkách vrstvy 5 až 50 mm. Uplatňují se v suchých provozech bez zatížení povrchu v místnostech, kde nejsou kladeny vysoké nároky na estetický vzhled podlahy, jako jsou sklady, výrobní dílny apod. Nevýhodou je jejich nižší odolnost vůči

látkám kyselého charakteru a častá barevná nestejnorodost povrchu. Vyznačují se však vysokou odolností vůči obrusu a velmi rychlou (zátěž po třech dnech) a relativně snadnou aplikací beze spár. V případě chemického zatížení či vyšších nároků na omyvatelnost se na polymercementové stěrky mohou aplikovat akrylátové, epoxidové nebo polyuretanové uzavírací nátěry ve vrstvě 0, 1 až 0, 3 mm.

LITÉ PODLAHY NA BÁZI EPOXIDOVÝCH PRYSKYŘIC

Nejčastěji se používá litá podlahovina na bázi nízkomolekulárních epoxidových pryskyřic, která tuhne polyadiční reakcí po smíchání s tvrdidlem (v předepsaném poměru obou složek). Aplikuje se beze spár v tloušťkách vrstvy zpravidla 2 až 4 mm. Vyznačuje se velmi vysokou mechanickou a chemickou odolností, absolutní nenasákavostí a díky probarvení a speciálním úpravám (barevné chipsy, křemičitý písek) i velmi pěkným estetickým efektem. Zajišťuje také dostatečnou protiskluzovou odolnost, snadno se čistí a udržuje. Životnost podlahy je vlastně shodná se životností celého objektu. Variantní epoxidové povlaky mohou být při dodržení všech pozitivních vlastností v antistatickém provedení. Některé systémy emulgované vodou mohou být aplikovány i na vlhký podklad (do cca 8% CM, hmotnostní).

LITÉ PODLAHY NA BÁZI POLYURETANOVÝCH PRYSKYŘIC

Tyto dvousložkové materiály jsou tvořeny polyesterovou nebo polyesterovou pryskyřicí s tvrdidly na bázi izokyanátů. Vytvrzují se shodně jako materiály na bázi epoxidů, tj. polyadici s minimálním vnitřním pnutím a nepatrným objemovým smrštěním. Chemická odolnost, čistitelnost, životnost a estetičnost jsou obdobné jako u materiálů na bázi epoxidů. Některé se však při použití vyznačují velmi zajímavou schopností-vysokou a trvalou elasticitostí. Po vytvrdnutí jsou tedy trvale pružné. Jejich aplikace se proto objevují zejména v místnostech, kde chceme dosáhnout výrazného útlumu kročejového hluku, např. v nemocnicích, školách, domovech důchodců a ostatních veřejných budovách. Také úprava podlahy polyuretanovým pružným povlakem v chladírnách a chladicích boxech má své opodstatnění-materiál bez problémů snese výrazné a rychlé změny teploty.

LITÉ PODLAHY NA BÁZI POLYMETYLMETAKRYLÁTU

Metylmetakrylát je roztok polyesteru v metylnmetakrylátu tuhnoucí po smíchání s katalyzátorem, což je nejčastěji peroxid v práškové formě. Polymerací pak vzniká polymer, tedy polymetylmetakrylát. Vytvrzování je proces velmi rychlý, takže aplikace celého systému je otázkou několika hodin. Aplikace je však doprovázena poměrně silným zápachem, způsobeným těkáním rozpouštědla. Nevýhodou tohoto systému oproti systémům na bázi epoxidů nebo polyuretanů je také poměrně větší vnitřní pnutí doprovázené výraznějším objemovým smrštěním. Předpokladem aplikace je tedy perfektně připravený podklad.

2.6.2 ZPŮSOB APLIKACE LITÝCH PRŮMYSLOVÝCH PODLAH

1) Nanášejí se na důkladně připravený podklad vyléváním v tloušťkách v závislosti na charakteru materiálu od 2 do 50 mm v jednom pracovním kroku. Aplikace je poměrně snadná a rychlá. Zkušenosti ze staveb jednoznačně ukazují, že nedostatečně

nebo nesprávně připravený podklad je nejčastějším zdrojem poruch litých podlahovin. Je známo, že potěry shodného složení aplikované v rozmezí několika málo minut ve dvou sousedních místnostech mohou a obvykle i mají rozdílné vlastnosti – vlhkost, stupeň vyzrálости, různá znečištění apod. Důležité je proto vycházet z požadavků ČSN 74 45 05 a zajistit, aby podklad byl suchý, pevný, nosný, soudržný, tvarově stabilní, čistý, tj. zbavený prachu, zbytků barev a lepidel, zmrazků, zbytků separátorů, mastnot, všech separačních vrstev a volných částic.

2) Vlhkost minerálního podkladu před aplikací lité podlahoviny by měla dosahovat maximálně 3,5 % CM (hmotnostní), emulgované epoxidové povlaky mohou být aplikovány na podklad s vlhkostí do 8 % CM (hmotnostní).

3) Hodnoty přídržnosti podkladu pod lité podlahoviny – pevnosti v tahu kolmo na plochu – by měly být větší než 1, 5 N/mm², pevnost v tlaku podkladu by měla být vyšší než 25 N/mm². I opravdu kvalitní povlaky v průběhu tuhnutí a tvrdnutí vykazují objemové smrštění (cca 2 až 5 %), což je doprovázeno pnutím vůči podkladu. Málo soudržný podklad tyto síly nepřenese a dochází k tzv., odskočení stěrky i částí podkladu.

4) Příprava podkladu před aplikací samonivelační lité hmoty pak spočívá v odstranění málo pevných vrstev zejména přebroušením (cementový šlem, sintrová vrstva na anhydritu, zbytky nátěrů, lepidel apod.) s následným důkladným vysátím povrchu. Velmi vhodná úprava betonového povrchu je oprýskání ocelovými kuličkami, zrna kameniva by pak měla být částečně obnažena, přitom však pevně ukotvena v cementovém tmelu.

5) Důležitou okolností zejména při sanacích je sešití trhlin v podkladu pomocí polyesterové pryskyřice a ocelových sponek do betonu vyrovnaní větších nerovností – děr. Používá se polymerová malta, tj. pryskyřice plněná jemným křemičitým pískem v poměru cca 1:7. Dilatační spáry se nesešívají, ale přenášejí se do lité podlahy. Výplň dilatačních spár zpravidla tvoří spárová šňůra a trvale pružnou polyuretanovou hmotou.

6) Podstatnou součástí systémů litých podlah je penetrace podkladu. U polymercementových podlahovin je typ penetrace závislý na nasákavosti a druhu podkladu. Stěrky, případně jiné hmoty vyžadují zajištění dokonalé přilnavosti určitou penetrací do podkladu. Technické parametry spojovacího můstku musejí odpovídat svým složením požadavkům kladeným na penetraci do podkladu a zajišťovat dokonalé spojení s novou hmotou překryvné vrstvy. Jinou penetraci použijeme na beton, jinou na anhydritový potěr, jinou na keramickou dlažbu. Zde je nutné se řídit technickými listy jednotlivých výrobců.

7) Podklady pod povlaky na bázi epoxidových pryskyřic se většinou penetrují řídkou epoxidovou pryskyřicí, při nanášení polyuretanových povlaků se používá základní nátěr na bázi polyuretanu. V případě nanášení povlaku více než 48 hodin po aplikaci penetračního nátěru je nezbytné ještě čerstvou penetraci zasypat jemným suchým křemičitým pískem. Po zatuhnutí je nutné přebytečný písek vysát.

8) Před zpracováním lité podlahy je důležité podlahovinu řádně namíchat. Polymercementové lité podlahoviny jsou dodávány v suchém práškovém stavu, mísí se

s vodou, ostatní syntetické podlahoviny jsou vesměs dvousložkové hmoty, dodávané v balení kde je uveden doporučený poměr míchání. Mísící poměry, ať už se jedná o množství přidávané vody nebo o poměr obou složek, je nutné vždy dodržet. Nevzniknou tak nelepivá místa u syntetických podlah nebo při předávkování vody nedojde v polymercementové stěrce k přílišnému rozmíchání směsi a oslabení konečného povrchu.[6]

2.7 PANCÉŘOVÉ PODLAHY

Pancéřové betonové podlahy je specifický název pro systémy průmyslových podlah, tvořených nosnou betonovou deskou a cementovým vsypem nebo vsypovou stěrkou. Tento systém se uplatňuje tam, kde je požadován podlahový systém s vysoce odolným povrchem. Cementové vsypy a vsypové stěrky jsou výrobky pro vytvoření nášlapné vrstvy. Jsou to suché předmíchané směsi, které se rovnoměrně sypou na povrch čerstvě položeného betonu a poté se strojně zahladí rotačními hladíčkami. Dochází tak k monolitickému propojení mezi nosnou a nášlapnou vrstvou podlahy. Kvalita pancéřové betonové podlahy z hlediska odolnosti proti opotřebení je přímo úměrná odolnosti nášlapné vrstvy a kvalitě jejího propojení s nosnou deskou. Vsypová stěrka se před aplikací ještě smíchá s vodou, jinak se postupuje shodně, jako u vsypu. Vsypová stěrka je vhodnější na opravy už hotových podlah, zatímco vsyp se hodí na vytváření nových podlah.

2.7.1 VRSTVY PANCÉŘOVÉ PODLAHY

Podkladní – nachází se pod nosnou betonovou deskou. Bývá tvořena zhutněným a srovnaným podložím, nebo vrstvou podkladního betonu, případně stropní konstrukce.

Nosná – betonová deska, která je součástí pancéřové betonové podlahy.

Penetrace nebo Spojovací můstek - pro pevné propojení podkladních betonových vrstev s dalšími vrstvami nebo spojení mezi vrstvami na bázi cementu.

Nášlapná – vrstva strojně zahrazeného cementového vsypu s finálním těsnícím nátěrem.

2.7.2 SPOJOVACÍ MŮSTEK

Podkladní betonové vrstvy jsou s dalšími vrstvami propojeny tzv. spojovacími můstky. Spojovací můstky se liší od podkladní betonové vrstvy nejen materiálovou bází, ale i viskozitou, velikostí maximálního zrna použitého plniva, dobou tuhnutí a dalšími fyzikálně-mechanickými parametry vlastní hmoty.

Obecné požadavky:

- Vysoká tekutost (při minimálním vodním součiniteli)
- Krátká doba tuhnutí a tvrdnutí (v řádu jednotek až desítek minut)
- Kompenzace objemových změn (smršťování)

Mezi nejčastěji používané systémy „spojovacích můstků“ patří hmoty na bázi cementu, které vykazují výhody i nevýhody dané jejich materiálovou bází. Mezi výhody patří nižší cena i aplikační jednoduchost. Mezi nevýhody především nižší odolnost vůči chemikáliím, nízká flexibilita. Méně časté jsou sanační systémy na syntetické bázi (epoxidové, uretanové, metakrylátové, hybridní, asfaltové). Na vhodně mechanicky upravené podklady jsou následně aplikovány finální tenkovrstvé systémy na bázi cementů, polymercementů, epoxidů, polyuretanů, metakrylátů či jejich hybridů (polyuretan-cement, epoxid-cement aj.).

Obecné požadavky na podlahy na cementové bázi

- Vysoké fyzikálně mechanické parametry (odolnost proti ohrusu, pevnosti v tlaku, pevnosti v tahu za ohybu, přídržnost k podkladu a další)
- Kompenzace objemových změn (smršťování)
- Snadná aplikovatelnost a rychlá zatížitelnost po aplikaci
- Nízká cena za plošnou jednotku

2.7.3 VSYPY

Vsypy jsou materiály pro povrchovou úpravu betonových podlah, prováděnou současně s betonáží desky. Vsypy obsahují speciální tříděná plniva, vysokopevnostní cementy jako pojiva a aditiva, usnadňující zapracovatelnost vsypů mechanickými hladíčkami. Vsypová vrstva na povrchu betonové desky výrazně zvyšuje odolnost proti ohrusu, snižuje nasákavost a prašnost budoucí podlahy. Vsypy se aplikují přímo na povrch betonové desky asi 4 – 6 hodin po nalití a zvibrování betonu. Na 1 m² připadá cca 3 – 6 kg suché směsi, která po opakovaném zahlazení hladíčkami vytvoří asi 3 mm silnou, vysoce odolnou nášlapnou vrstvu. Celý proces hlazení trvá přibližně 8 hodin. Jako součást ošetření betonu je vhodné bezprostředně po aplikaci na povrch desky nanést ochranný nástřík, který jednak ošetří beton v počátečním stádiu zrání, ale současně i dodatečně utěsňuje a vytvrdí povrch podlahy. Na kvalitu vsypu a následně nášlapné vrstvy podlahy mají vliv tyto parametry: tvrdost agregátu, tvar zrn agregátu, plynulá křivka zrnitosti a minimální mezerovitost, kvalita cementového pojiva. Kvalitu vsypové vrstvy měříme nejčastěji zkouškou ohrusnosti podle Böhma. Nevýhodou tohoto postupu je, že zkoušky mohou probíhat pouze v laboratorních podmínkách na vzorcích, kde kvalita zpracování povrchu je zcela odlišná od reálné podlahy.

APLIKACE VSYPY – METODA „WET TO DRY“

Množství vsypu, které je určeno k aplikaci na 1 m² se liší podle výrobku a způsobu aplikace. Určené množství vsypu je možné aplikovat v jednom nebo ve dvou krocích.

Aplikace ve dvou krocích

Příprava aplikace vsypu zahrnuje tyto kroky:

- ochrana povrchů stěn a sousedních ploch zakrytím proti znečištění
- výpočet potřebného množství vsypu

- příprava nářadí a nástrojů

Aplikaci vsypu je možno zahájit po lehkém zatuhnutí betonu. Správný okamžik na vlastnostech betonu, klimatických podmínkách apod. Je to asi 4 – 8 hodin po betonáži. Před zahájením aplikace vsypu je bezpodmínečně nutné odstranění výpotkové vody z povrchu betonu. Vhodné je i oživení povrchu rozhlazením kotoučovou rotační hladičkou a diskem, nebo se širokými lopatkami těsně před zahájením práce. Nejprve se aplikuje 1/3 až 2/3 celkového množství vsypu. Aplikace musí být rovnoměrná, zvláštní pozornost je třeba věnovat okrajům plochy. Aplikovaný vryp je postupně provlhčen vodou z betonové směsi. Úvodní hlazení je možno provést ihned po rovnoměrném provlhnutí prášku, které se projeví jeho ztmavnutím. Zbývající množství vsypu se aplikuje v zápětí a postup zapracování je stejný jako u první části.

Jednorázová aplikace – strojní

Při použití strojů pro aplikaci vsypu se celé množství sype najednou hned po betonáži a po ztuhnutí a srovnání povrchu nosné desky. Výhodou strojní aplikace je vyšší rovnoměrnost distribuce vsypu na povrchu podlahy ve srovnání s manuálním způsobem.

Hlazení nášlapné vrstvy

Strojní hladičky

Základním technologickým vybavením pro hlazení nášlapné vrstvy jsou jednokotoučové strojní hladičky průměru 900 nebo 1200 mm opatřené buď rotačním diskem, širokými nebo úzkými lopatkami. Pro postupné hlazení povrchu se nasazují v tomto pořadí. Podobné možnosti mají i dvoukotoučové pojízdné hladičky. Pro hlazení v blízkosti stěn, sloupů nebo bednění se používají speciální jednokotoučové hladičky s průměrem 600 mm.

Úvodní hlazení

Po aplikaci práškového vsypu a jeho provlhlení vodou z čerstvě položené betonové desky je možné přistoupit k úvodnímu hlazení. Pro okamžik zahájení strojního hlazení je důležité vystižení vhodného stupně zatuhnutí betonu. Příliš brzký začátek hlazení hrozí porušením rovinnosti povrchu, zároveň dochází k protlačování vsypu do povrchu betonu, a to zhoršuje kvalitu nášlapné vrstvy. Příliš pozdní začátek znamená snížení účinnosti hlazení a také hrozba lokálního přesychání povrchu a delaminace vrstvy vsypu. Hlazení začíná použitím jednokotoučových hladiček s menším průměrem na okrajích plochy, aby nedošlo k přeschnutí vsypu. Pro hlazení v ploše se naopak používají hladičky s větším průměrem nebo hladičky dvoukotoučové. První hlazení se provádí diskem nebo lopatkami nastavenými naplocho.

Přesychající vrstvě vsypu nelze dodávat ztracenou plasticitu dodatečným přidáním vody. Má-li vryp vytvořit s nosnou deskou monolitický systém, pak je třeba respektovat přirozený časový průběh procesu tuhnutí a tvrdnutí obou jeho součástí. Přidávání vody znamená vážné nebezpečí pro výsledné vlastnosti nášlapné vrstvy. Podobné nebezpečí hrozí i v případě aplikace vsypu do neodstraněné výpotkové vody.

Opakované hlazení

Následující opakované hlazení, spojené s postupnou výměnou disků na hladíčkách za široké a úzké lopatky, zajišťuje nejen kvalitní zahlazení povrchu podlahy, ale i jeho uzavření a finální zhutnění. K výměně disku za lopatky široké dochází za běžných podmínek po cca 2 hodinách od zahájení hlazení, po dalších 2 hodinách se nasazují úzké lopatky. Postupně hlazení probíhá v pravidelně se opakujících cyklech ve dvou navzájem kolmých směrech. Přestávky mezi cykly jsou zpočátku 15 – 20 minut, postupně se intervaly zkracují. Po každém strojním hlazení se uhladí okraje plochy ručním ocelovým hladítkem. Při strojním hlazení hrozí nebezpečí lokálního přehlazení povrchu, které představuje estetickou závadu. Zastavovat hladíčku je třeba pouze až po vyjetí ze zahlazené plochy např. na připravené podlažce. Zabrání se tím otisku lopatek do podlahy.

2.7.4 CHARAKTERISTIKA VSYPOVÝCH PODLAHVýhody vsypových podlah

- Monoliticky spojené souvrství
- Rychlé provedení celé konstrukce betonové desky najednou
- Vysoká odolnost vůči obrušování podlahy provozem

Nevýhody vsypových podlah

- Vlasečnicový efekt – síť jemných mikrotrhlinek v povrchu dohlazeného vsypu
- Flekatost výsledného povrchu podlahy, nelze barevně sjednotit povrchovým nátěrem
- Částečná nasákavost
- Nízká pružnost – křehkost povrchu
- Vyštipování povrchu při pádu břemen
- Nulová odolnost proti látkám kyselé povahy
- Pouze pro nově betonované vrstvy podlah [7]

DRUHY VSYPU PODLE SLOŽENÍVsyp s křemičitým plnivem (minerální vsyp)

Je určený pro střední provozní zátěž, kde je požadována odolnost proti obrušování méně než 5 cm³ při zkoušce podle Böhma.

Je to předmíchaná cementová ohnivzdorná prášková směs, obsahující tříděná tvrdá nekovová plniva, speciální cementy a kompatibilní chemické přísady. Bývá vyráběn na bázi vysoce jakostního jemně mletého portlandského cementu a abrazi odolných plniv přesně stanovené granulometrie na bázi oxidů a karbidů křemíku a hliníku. Může také obsahovat další specifické přísady a aditiva zvyšující hutnost a houževnatost podlahové konstrukce.

Je vhodný do skladů, továrních dílen, velkoobchodů a tak, kde je požadován trvanlivý podlahový systém s odolným povrchem s přirozenou nekluzností a zvýšenou odolností proti vsakování olejů a tuků.

Vsyp se syntetickým plnivem

Je určený pro vysokou provozní zátěž. Je to předmíchaná prášková směs, obsahující tříděná tvrdá plniva na bázi slinutých oxidů, speciální cementy a kompatibilní chemické přísady.

Vsyp s kovovým plnivem (metalický vsyp)

Je určený na mimořádnou provozní zátěž. Je to předmíchaná prášková směs obsahující tříděná tvrdá plniva na bázi neoxidujících kovů. Obsahuje směs vysocejakostní jemně mletého portlandského cementu a abrazi odolných plniv a neoxidujících kovových slitin.

Vsyp se syntetickým a kovovým plnivem

Je určený pro vysokou zátěž. Je to předmíchaná prášková směs obsahující tříděná tvrdá plniva s vyšším obsahem zrn vysokého lesku.

2.8 POTĚRY

Potěr slouží jako vyrovnávací vrstva podlahové konstrukce. Historicky je spojen se slovem beton – betonový potěr. Současnost potěrů je však mnohem bohatší a představuje velké spektrum materiálů a konstrukčních řešení.

2.8.1 TŘÍDĚNÍ POTĚRŮ PODLE TECHNOLOGIE PROVÁDĚNÍ

Klasický potěr – směs, která po rozprostření do plochy samovolně nevytváří vodorovný povrch.

Litý potěr – potěr, který vzniká samovolným rozlitím. Jako lité potěry se často označuje skupina potěrů vyráběných na anhydritové bázi, je-li potřeba je vymezit oproti skupině roztíraných potěrů na bázi cementu.

2.8.2 ROZDĚLENÍ POTĚRŮ PODLE KONSTRUKCE PODLAHOVÉ VRSTVY

1. Potěry připojené – potěrová vrstva je pevně spojena s nosnou vrstvou pomocí výztuže nebo spojovacího můstku. Nejčastěji se používá spojení pomocí trnů, které jsou zavrtány do nosné desky. Na ně se potom upevní armovací síť, která je součástí potěrové vrstvy. Pro spojení mezi nosnou deskou a potěrem se používají také vazebné můstky na různé bázi, nejvíce akryláty a syntetické pryskyřice.
2. Potěry nepřipojené – na nosnou vrstvu se přímo nanáší potěrová vrstva bez požití spojovacích můstků.
3. Potěry plovoucí – potěr se nanáší na izolační vrstvy nebo na nosnou vrstvu, ale je oddělen separační kluznou vrstvou. Oddělení kluznou vrstvou způsobuje, že

potěr funguje nezávisle na podkladu z hlediska únosnosti a objemových změn. Kluznou vrstvu tvoří nejčastěji fólie, geotextilie, voskovaný papír nebo tenká vrstva písku.

2.8.3 ROZDĚLENÍ POTĚRŮ PODLE SLOŽENÍ MATERIÁLU

Minerální potěry

- betonové potěry
- anhydritové potěry a alfa sádry
- potěry z hořečnatých maltovin (magnezitové potěry)
- terasa
- asfaltové potěrové materiály
- samonivelační cementové potěry

Syntetické potěry

- vyrovnávací potěry z polymercementových malt
- vyrovnávací potěry ze syntetických pryskyřic
- samonivelační stěrky [2]

Betonové potěry

Základní požadavky na potěrové materiály jsou uvedeny v ČSN EN 13 813 Potěrové materiály a podlahové potěry – Vlastnosti a požadavky.

Pro potěry se používají suché směsi, které se míchají v kontinuální nebo oběhové míchačce na stavbě, případně v míchacích centrech a přivážejí se na stavbu.

Před kladením potěru se nejdříve zhotovují vodící pásy, které slouží ke stahování potěru latí o požadované výšky. Namíchaná směs se klade mezi vodítka a nejdříve nahrubo rozprostře pomocí latě, případně se dolní materiál do požadované výšky. Povrch se uhladí ručně pomocí ocelového hladítka.

Při strojním zpracování velkých ploch se nepoužívají vodítka, ale zhotovují se výškové terče, pomocí kterých se hmota rozprostře a hrubě vyrovná. Provede se výšková kontrola pomocí nivelačního přístroje, plocha se stáhne latí a zhutní se vibrační lištou.

Pancéřové potěry

Čerstvý do čerstvého „wet to wet“ je metoda aplikace cementových směsí pro podlahové tenkovrstvé potěry, kdy do čerstvě položené betonové desky je strojně zahlazena zavlhlá cementová hmota. Tento systém je určen pro podlahy v provozech, kde je vyžadována jejich mimořádná tvrdost a houževnatost a kde je předpoklad vysoké obrušné zátěže.

Čerstvý do suchého „wet to dry“ – je metoda aplikace, kdy podkladní beton je smáčen vodou, na povrch je nanesen spojovací můstek a do „živého“ můstku je pak aplikován potěr, jenž je strojně hlazen.

Před aplikací se prášková směs smísí s předepsaným množstvím vody v oběhové míchačce, čímž vznikne cementová hmota, která se nanáší na povrch čerstvé betonové desky. Po strojním zahlazení povrchu vzniká trvanlivý a odolný podlahový systém, který spolu s podkladní betonovou vrstvou tvoří monolitickou konstrukci.

2.8.4 APLIKACE POTĚRŮ

Nosná deska

Po položení čerstvého betonu a po jeho zpracování standardními způsoby se z povrchu betonu stáhne přebytečná voda. Beton se nechá tuhnout do fáze, kdy při jeho pocházení zanechá dospělý člověk otisk stopy cca 3 mm.

Nášlapná vrstva

V době utuhnutí desky se připraví zavlhlá směs cementového potěru. Směs se míchá v míchačce s nuceným oběhem až po dosažení hladké konzistence. Takto připravená směs se rozprostře po ploše tuhnoucího betonu ve vrstvě minimálně 5 mm. Povrch opatřený touto vrstvou se ponechá bez mechanických úprav po dobu 2 – 3 hodin podle aktuálních vlhkostních a teplotních podmínek. Povrch podlahy je třeba chránit před přímým sluncem, průvanem a podobnými vlivy, které by mohly zapříčinit rychlé či nerovnoměrné vysychání.

Fáze hlazení je již prakticky shodná úpravou vsypů. Během hlazení je nutné začít lopatky naklánět. Povrch vykazuje pevnost a tvrdost, na dotek působí sametově a postupně získává lesk. Opakovaným hlazením dojde k přirozenému snížení pórovitosti a docílí se odolného, hladkého a houževnatého povrchu s přirozenou protiskluzností. [3]

2.9 OBJEMOVÉ ZMĚNY PODLAH - TRHLINY

Materiály na bázi cementů (betony, malty, kompozitní materiály) nabízejí vysokou užitnou hodnotu při relativně nízké ceně a pro velkou část lidské činnosti vykazují vhodné fyzikálně-mechanické vlastnosti. Jednou z největších slabin cementových výrobků je jejich sklon ke tvorbě trhlin, která vede ke snížení mechanických parametrů hmoty, přičemž dalším provozním zatížením dochází ke snižování životnosti a funkčnosti.

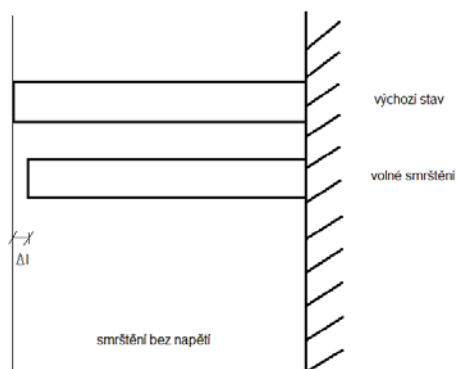
Při cíleném vývoji stavebních hmot je jedním z hlavních úkolů dosáhnout snížení smršťovací tendence cementových kompozitů. A tak jednou z mála oblastí, kde trhliny mohou najít uplatnění je moderní umění, které nás také může stejně jako studium objemových změn dovést k hlubšímu poznání fungování principů světa.

Teorie smršťování cementových kompozitů

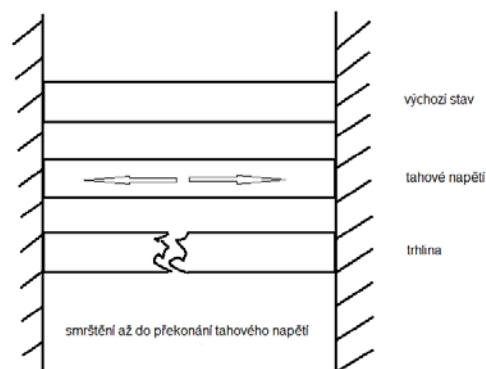
Smršťování cementových výrobků lze rozdělit na rané a dlouhodobější. Centrem zájmu v dřívějších letech bylo především studium objemových změn v horizontu dní až roků. Důvody lze spatřovat ve dvou skutečnostech. Jednou je ta, že vysychací procesy u prostých betonových výrobků s „obvyklou“ recepturou, převažují nad dalšími procesy vedoucími ke smršťování. Druhým důvodem byla patrně méně rozvinutá oblast chemických aditiv a pro tyto účely speciálně sestavovaných měřících aparatur, které by dokázaly kontinuálně měřit jak tekutý, tak i pevný vzorek. V posledních letech se měření objemových změn v raném stádiu tuhnutí cementového kompozitu stalo cílem bádání mnoha týmů z průmyslové praxe.

Trhliny lze popsat jako malé diskontinuity, které nevedou k totálnímu oddělení materiálu jako je to v případě lomu. Trhliny nemusí být a také často nejsou okem viditelné, ale jejich charakter a frekvence jejich výskytu má nezanedbatelný vliv na trvanlivost konstrukcí a jejich pevnostní charakteristiky.

Smršťování cementových výrobků můžeme rozdělit na volné smršťování a smrštění vázané. Pokud není studovanému vzorku bráněno v procesu vysychání nebo při změnách teploty smršťovat se, poté hovoříme o volném smršťování. Jestliže je proces nějakým způsobem omezován (např. mechanicky vázán, kotven) hovoříme o vázaném smrštění. Tento proces vyvolává napětí, přičemž pokud dojde v daném časovém okamžiku k překročení tahové pevnosti materiálu, tak vznikne trhлина [9].



Obr. 2 Volné smrštění



Obr. 3 Vázané smrštění

Na celkové deformaci v raném stádiu tuhnutí se podílí především plastické smršťování, teplotní smršťování a autogenní smrštění.

2.9.1 PLASTICKÉ SMRŠŤOVÁNÍ

Plastické smršťování probíhá před fází tuhnutí (u obvyklých betonů v čase do 6 hodin od uložení směsi). Plastické smršťovací trhliny lze rozdělit na:

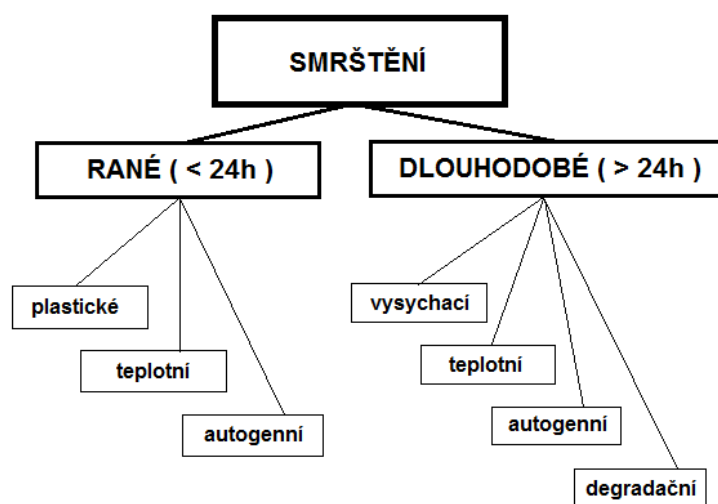
- A. trhliny vzniklé vlivem sedání směsi, které se projevuje odlučováním vody ze směsi (tzv. bleeding)
- B. trhliny vzniklé rychlým odpařením záměsové vody (nadměrná teplota, proudění vzduchu)[9]

2.9.2 CHEMICKÉ SMRŠŤOVÁNÍ

Chemické smršťování je vyvoláno hydratačními procesy při reakci cementových složek s vodou. Hydratační produkty v systému portlandský cement a voda mají objem menší než je objem nezhydratovaného portlandského cementu a vody. V některých případech lze nalézt, že pro úplnou hydrataci 1kg portlandského cementu je třeba 250 g vody, přičemž výsledný hydratační produkt je menší zhruba o 60ml.[2] Avšak ne celé chemické smrštění se transformuje do reálné změny vnějších rozměrů cementového kompozitu. Převážná část chemického smrštění se realizuje za vzniku nových nebo zvětšování existujících vnitřních pórů.

2.9.3 AUTOGENNÍ SMRŠTĚNÍ

Změna vnějších rozměrů cementového kompozitu způsobená chemickým smrštěním se nazývá autogenní smrštění. Přímý vztah mezi chemickým a autogenním smrštěním neexistuje a jejich proporce je závislá od druhu použitého cementu, složení směsi, hodnoty vodního součinitele. Celkové smrštění cementového kompozitu lze tedy chápat jako součet příspěvků jednotlivých typů smrštění [8].



Obr. 4 Základní rozdělení typů smrštění

Smrštění v raném stádiu lze definovat jako objemové změny, ke kterým došlo za 24h od smísení cementové směsi s vodou a smrštění lze rozdělit na:

- a) Smrštění v plastickém stavu
V tomto stavu dochází především k chemickému smrštění, které je také nazýváno jako LeChatelierova kontrakce
- b) Smrštění ve fázi tuhnutí
- c) Smrštění ve fázi tvrdnutí

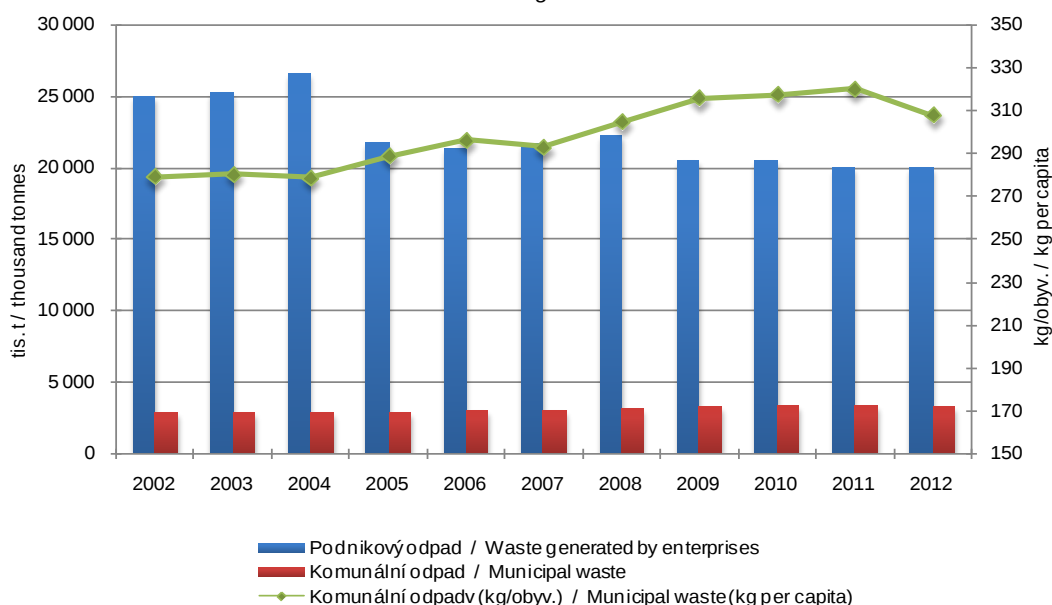
Smrštění v raném stádiu může vést ke vzniku trhlin, které jsou v počáteční fázi mikroskopické a v dalším průběhu smršťování /např. vysycháním/ dochází k jejich rozevírání.

Vznik trhlin v raném stádiu je ovlivňován 4 hlavními parametry:

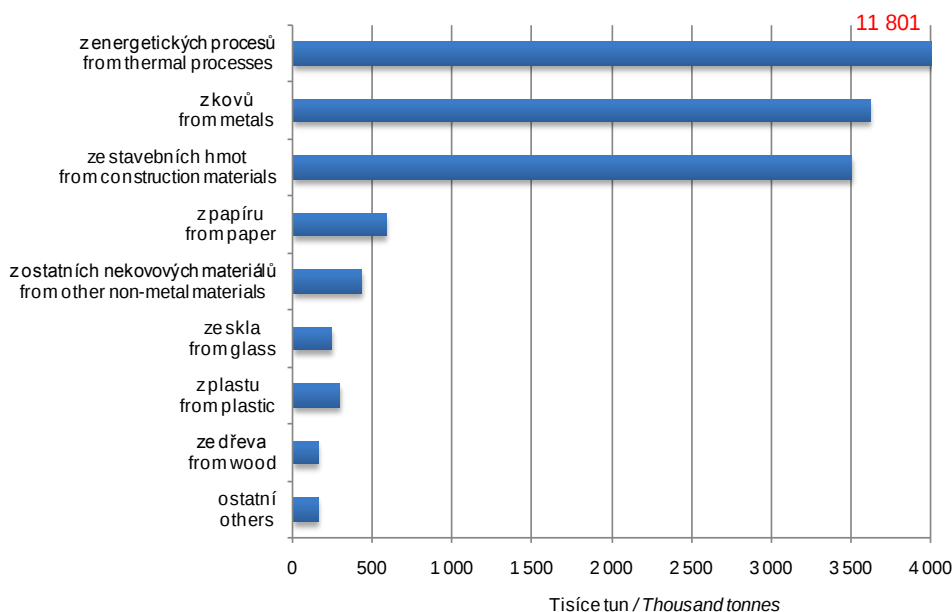
1. Rychlost odpařování – která je funkcí teploty, proudění vzduchu a relativní vlhkosti prostředí
2. Čas tvrdnutí – který ovlivňuje vývoj pevnosti betonu (teplota prostředí, chemické přísady pro urychlení/retardaci tvrdnutí betonu a mohou tedy zkracovat či prodlužovat plastickou periodu
3. Množství odlučované vody (bleeding) – na tuto vodu lze pohlížet jako na smrštění redukující složku. Nesmí však dojít k extrémnímu oddělení směsi a rozsazení, které může mít za následek povrchové defekty
4. Obsah chemických sloučenin a jemných plniv[8]

3. VYUŽÍVÁNÍ DRUHOTNÝCH SUROVIN VE STAVEBNICTVÍ

Ve smyslu zákona č. 185 / 2001 Sb. o odpadech s účinností od 1.1. 2002 je odpad každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl, povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadu uvedených v příloze k tomuto zákonu. Každý producent je povinen předcházet vzniku odpadu, snižovat jejich množství a nebezpečné vlastnosti, využívat produkováné odpady především ve vlastním provozu, případně je nabízet k využití jiným firmám. Teprve nevyužité odpady mohou být odstraněny (zneškodněny).[11]

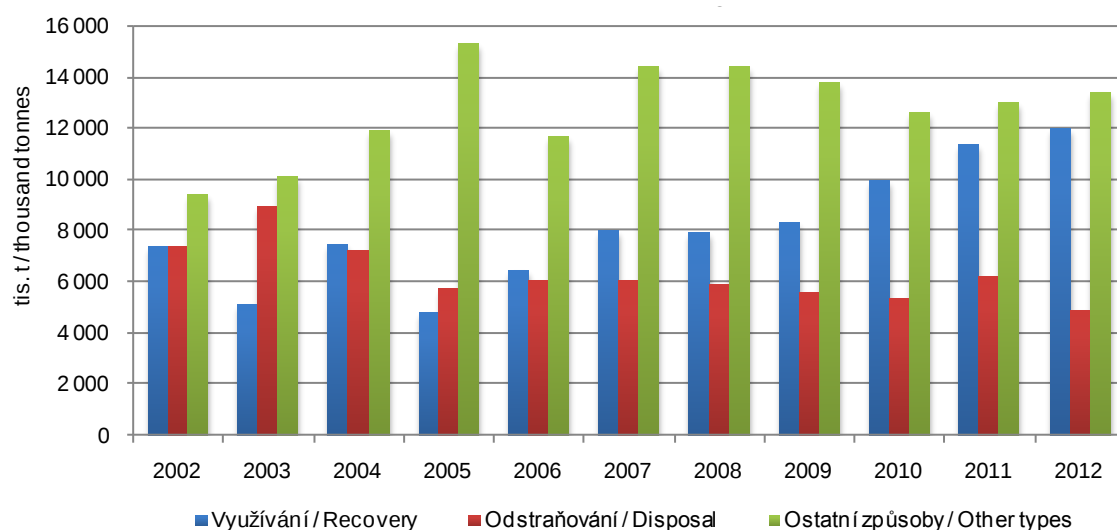


Obr. 5 Graf vývoje produkce odpadů v ČR[12]



Obr. 6 Graf vývoje produkce druhotných surovin v roce 2012[13]

Produkce odpadu v ČR je i přes postupné snižování stále poměrně vysoká [Obr. 6]. Podle evidence Českého statistického úřadu bylo v roce 2012 vyprodukováno 20 miliónů tun odpadu. Nejvyšší množství druhotných surovin, výrazně převyšujících ostatní odvětví, pochází z energetických procesů a ze stavebních hmot. Proto je vysoce žádoucí, jak z ekologického tak z ekonomického hlediska, jejich využití pro některé klasické nebo zcela nové výrobky ve stavebnictví a samozřejmě i v dalších průmyslových odvětvích.



Obr. 7 Graf způsobů nakládání s odpady[14]

Z obr.7 Českého statistického úřadu je zřejmý trend zvyšujícího se využívání odpadu. Materiálové využití odpadu je podle § 11 zákona č.185 / 2001 Sb. preferovanou metodou likvidace odpadu. Materiálovým využitím odpadu se rozumí ať už částečná nebo úplná náhrada prvotních surovin látkami získaných z odpadu, které lze považovat za druhotné suroviny, nebo využití látkových vlastností odpadu k původnímu účelu nebo k jiným účelům, s výjimkou bezprostředního získávání energie. Jednou z možností materiálového využití vybraných druhů odpadů je jejich využití ve stavebnictví, kde se využívají například pro výrobu stavebních hmot a dílců. S úspěchem lze zpracovávat například elektrárenské popílků, granulované vysokopecní a ocelárenské strusky, křemičité úlety, energo i chemosádrovce, ale také betonové recykláty apod. Poměrně značnou nevýhodou je skutečnost, že tyto látky mají často proměnlivé chemické a fázové složení, což negativně ovlivňuje možnosti jejich využití.

3.1 RECYKLACE ODPADNÍCH SUROVIN

Recyklace je výraz pro takové nakládání s odpadem, které vede k jeho dalšímu využití. Recyklace umožňuje šetřit obnovitelné i neobnovitelné zdroje a v některých případech může omezovat zátěž životního prostředí.

Recyklaci lze rozdělit:

- Primární recyklace - uskutečňuje se v uzavřeném technologickém cyklu. Odpady vznikající ve výrobním procesu se vrací zpět do výrobního procesu buď neupravené nebo upravené jednoduše. Další možností je výroba jiného výrobku ze vzniklého odpadu. Příkladem z výroby stavebních hmot je rozdrcení a prodej zlomků cihel jako antuky nebo požití jako ostřiva do suroviny.

- Sekundární recyklace, zaměřuje se na využití odpadů z jiných oblastí ekonomické aktivity. Dochází ke dvěma efektům ochrany životního prostředí, nezabírá se půda pro skládku odpadů a šetří se přírodní surovina. V závodech stavebního průmyslu se využívají energetické odpady (popílek, škvára), odpady z hutí (struska), z chemického průmyslu (odpadní sírany) a jiné. Využití se nachází např. v cihelnách, v betonářské technologii, při výrobě pórobetonu.
- Terciální recyklace, uplatňuje se již desítky let při zpracování kovů, neboť vedle energetických úspor přináší i úspory rudy. Recyklací některých plastů se ušetří až 90% energie (asi 41 MJ.kg⁻¹). V současnosti vystupuje do popředí i recyklace stavebních odpadů z asanovaných staveb, zejména železobetonových konstrukcí, ale i jiných materiálů z demolic.

3.2 POJIVA

Pojivem označujeme látky nebo směsi látek, které se povětšinou upravují do tekuté nebo kašovitě formy a následně snadno přecházejí z této formy do formy pevné. Ve stavebnictví se majoritně využívají pojiva na anorganické bázi a lze je rozdělit na pojiva mechanická a pojiva chemická.

U pojiv mechanických nedochází během tuhnutí a tvrdnutí ke změně chemické podstaty pojivového systému. Při tuhnutí a tvrdnutí chemických pojiv dochází k chemickým reakcím za vzniku nových sloučenin či minerálních fází. Tuhnutí je charakterizováno postupným úbytkem tvárlivosti (růst meze toku a plastické viskozity) a tato etapa postupně přechází v tvrdnutí a zde již převládají typické vlastnosti pevných těles (pevnost, křehkost, pružnost).

Chemická pojiva na anorganické bázi lze dále rozdělit podle prostředí, ve kterém dochází k tuhnutí a tvrdnutí a podle jejich stability ve vodném prostředí na pojiva vzdušná a hydraulická. U vzdušných pojiv dochází k tuhnutí a tvrdnutí pouze na vzduchu, přičemž ani po dokonalém vytvrdnutí nejsou tato pojiva odolná vůči působení vody. Jako zástupce vzdušných pojiv lze jmenovat síranová, hořečnatá pojiva a vzdušné vápno. Naproti tomu hydraulická pojiva často již po počátečním zatuhnutí na vzduchu jsou nadále schopná dalšího tuhnutí a tvrdnutí na vzduchu i pod vodou. Typickým zástupcem této oblasti jsou cementy a hydraulické vápno.

3.2.1 CEMENT

Cement je hydraulické práškové pojivo, jehož hlavními účinnými složkami jsou sloučeniny CaO s SiO₂, Al₂O₃ a Fe₂O₃, popřípadě další sloučeniny podobného typu.

Podle chemického hlediska (převažující aktivní složky) je možné rozdělit různé druhy cementů do tří skupin:

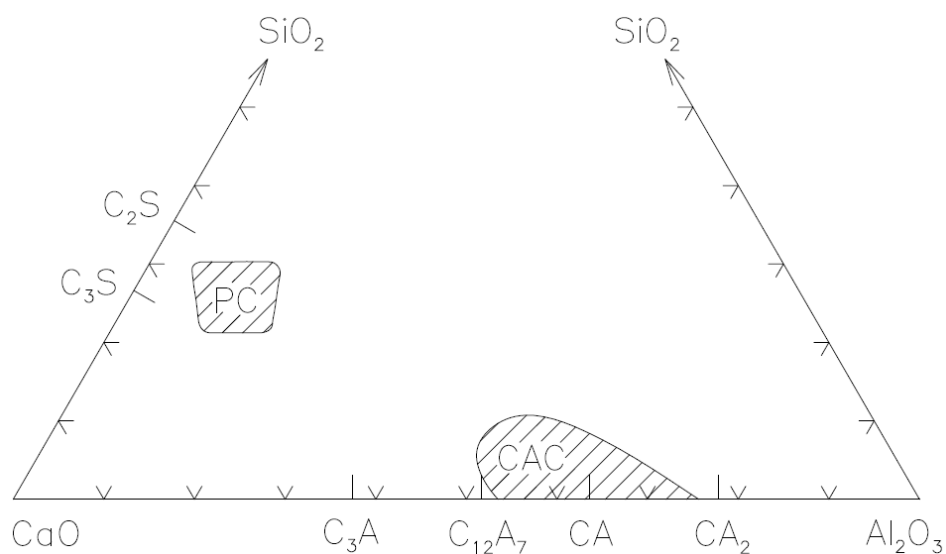
- křemičitanové cementy – nejdůležitějším zástupcem je portlandský cement;
- hlinitanové cementy – s převahou hlinitanů vápenatých;
- jiné cementy – např. železitanový, chromitanový, barnatý a další.

Oblasti složení pro portlandský a hlinitanový cement lze nalézt v ternárním grafu $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ v oblastech znázorněných na (Obr. 8).

Dále lze cementy rozdělit podle mnoha dalších kritérií, přičemž nejčastěji používané je jejich sortování podle deklarované pevnosti dosažené po 28 dnech.

Tab 1. Zkratky užívané pro zjednodušení zápisu slínekových minerálů

Zkratka	Vzorec
C	CaO
S	SiO_2
A	Al_2O_3
F	Fe_2O_3
S	SO_3
H	H_2O



Obr. 8 Ternární graf $\text{CaO}-\text{Al}_2\text{O}_3-\text{SiO}_2$ s oblastmi PC a CAC

3.2.2 PORTLANDSKÝ CEMENT

Obvyklé chemické složení průmyslově vyráběných portlandských cementů se pohybuje v následujících rozmezech: 62-67 % CaO , 18-24 % SiO_2 , 4-8 % Al_2O_3 , 1,5-4,5 % Fe_2O_3 .

Slínky portlandských cementů obsahují následující minerální fáze v následujících rozsazích:

Tab 2. Přehled hlavních složek v portlandském slínku

Fáze	Označení	Obsah [%]
Alit	C_3S (pevný roztok)	35-65
Belit	C_2S (pevný roztok)	10-45
Světlá spojovací hmota	C_4AF (pevný roztok) + sklo obsahující oxidy železa	4-20
Tmavá spojovací hmota	C_3A (pevný roztok) + bezbarvé sklo	3-20
Volný CaO	-	< 2
VolnýMgO	-	< 6

V současnosti kvalitativní parametry cementů na bázi portlandského slínku definuje technická norma EN 197-1. Jako portlandský cement je označován cement obsahující 95-100 % slínku a 0-5 % minoritních přídavných látek.

HYDRATACE PORTLANDSKÉHO CEMENTU

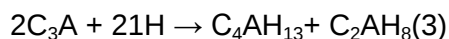
Bezvodé minerální fáze cementu se po smísení s vodou transformují na příslušné ve vodě nerozpustné hydratační produkty. Celý proces hydratace lze charakterizovat dvěma hlavními pochody. Prvním je hydraulické tuhnutí a druhým je tvrdnutí. Nejrychleji reaguje s vodou C_3A , poté C_3S , C_4AF a C_2S [20, 21].

Ve směsi portlandského cementu s vodou probíhá celá řada reakcí, které vedou k tvorbě hydrátů slínkových minerálů o různém složení. Podle vzniku produktu lze hydratační pochody portlandského cementu rozdělit na hydrataci C_3S , C_2S a na hydrataci C_3A , C_4AF [19, 18].

První hydratační reakce slínkových fází (C_3S , C_2S) za vzniku C-S-H gelu a hydroxidu vápenatého (CH) lze popsat rovnicemi:



Mnohem vyšší teplo se uvolňuje při hydrataci C_3S ($\Delta H = -500$ J/g) a také hydratace C_3S přispívá k rychlejším nárůstům pevností. Hydratací C_3A vznikají termodynamicky nestabilní hydráty C_2AH_8 a C_4AH_{13} a výsledným produktem je C_3AH_6 :



Hydratace probíhá velmi rychle a tento jev je popisován také jako „bleskové zatuhnutí“. Při teplotách nad 80 °C může docházet přímo ke tvorbě C_3AH_6 :



Reakce C_4AF probíhají podobně jako u C_3A , avšak výrazně pomaleji podle rovnic:



Termodynamicky stabilním produktem je však až $\text{C}_3(\text{A},\text{F})\text{H}_6$.

3.2.3 POPÍLEK

Popílek je nejjemnější frakce zbytku ze spalování uhlí o zrnitosti 0-1 mm, který je zachycován v odlučovačích. Jde o heterogenní materiál, jehož chemické, fyzikální a technologické vlastnosti jsou závislé na kvalitě spalovaného uhlí (obsah hořlaviny, popelovin a vody) a technologii spalovacího procesu, které se liší zejména teplotou spalování.[22]

Při spalování uhlí jsou užívány dvě odlišné metody. V prvním případě jde o popílký vzniklé spalováním tuhých paliv, které probíhá za vysokých teplot cca 1400 - 1600 °C. Tyto popílký obsahují vedle β -křemene a dalších fází i jisté množství mulitu a více než 50 % skelné fáze. V druhém případě se jedná o novější technologii – fluidní spalování paliv. V tomto případě se mleté palivo s přísadou vápence resp. dolomitu spaluje v cirkulující vrstvě. Dochází k vázání uvolněného SO_2 a CaO za vzniku síranu vápenatého (CaSO_4). Vlastní spalovací proces probíhá při teplotě 850 °C, což je optimální teplota pro reakci SO_2 a CaO . Hlavní přednost fluidního spalování však spočívá v užití podstatně nižší teploty, se kterou souvisí reaktivita β -křemene. Čím nižší teplota spalovacího procesu, tím reaktivnější tato fáze je. K dalším přednostem patří odstranění SO_2 ze spalných zplodin včetně užití méně hodnotného paliva a poměrně vysoká účinnost spalovacího procesu s prodloužením jeho časového limitu, což vede k nižšímu obsahu uhlíku (spalitelného podílu) v elektrárenském popílký. [23]

Popílký jsou nerostné zplodiny spalování tuhých paliv spalovaných zpravidla v jemně mletém stavu a pozůstávají převážně z malých kuliček křemičitého skla, odpadající ve zvlášť velkém množství v moderních tepelných elektrárnách, kde se získávají v usazovacích a jiných zachytých zařízeních, především v komorách, cyklonech a elektrostatických filtrech. [22]

Popílký jako každý odpad, vykazují proměnlivé chemické, mineralogické i granulometrické složení podle druhu spalovaného uhlí, lokality (technické řešení spalování) a způsobu odlučování z exhalací. Popílek z černého uhlí má menší variabilitu vlastností než popílek z hnědého uhlí (v ČR 80 % popílků). [23]

CHEMICKÉ SLOŽENÍ ELEKTRÁRENSKÉHO POPÍLKU

Podle chemického složení můžeme popílký zařadit do tří skupin:

- bazické popílký s vysokým obsahem CaO (asi 30 %)
- kyselé popílký s obsahem SiO₂ (>50 %) a středním obsahem Al₂O₃ + Fe₂O₃ (asi 10 %)
- hlinitokřemičité popílký s obsahem asi 50 % SiO₂ a asi 30 % Al₂O₃.

Černouhelné popílký většinou obsahují skelné kuličky velikostí blízké zrnům cementu, hnědouhelné popílký mají většinou nepravidelný tvar. [23]

FYZIKÁLNÍ SLOŽENÍ ELEKTRÁRENSKÉHO POPÍLKU

Základní fyzikální charakteristiky el. popílků

- měrná hmotnost – obvykle se pohybuje asi od 2090 do 2670 kg.m⁻³, s průměrem 2300 kg.m⁻³
- měrný povrch – se pohybuje v rozmezí od 170 do 300 m².kg⁻¹ dle Blaina
- sypná hmotnost – u volně sypaného popílků se hodnoty pohybují od 500 do 910 kg.m⁻³, a u setřeseného od 720 do 1320 kg.m⁻³ s průměrem 990 kg.m⁻³

MINERALOGICKÉ SLOŽENÍ POPÍLKŮ

Z hlediska mineralogie popílký obsahují:

- hydraulicky aktivní složky (hlinitokřemičité minerály, skla, Ca-alumináty)
- nehydraulické minerály, někdy působící jako budiče hydraulicity(anhydrit,CaO, MgO)
- iniciační (budící) složky (sulfidy, alkalické soli)
- inaktivní látky (křemičit. Sklo, křemen, hematit, magnetit, kys. Silikáty, mullit, nově vzniklé uhličitany).

POUŽITÍ POPÍLKŮ

Popílký se ve stavebnictví používají k přípravě portlandských cementů, výrobě hydraulických umělých vápen a jiných směsných maltovin, jako příměs do betonu. Směsi obyčejných štěrkopískových betonů, jako součást lehkých hutných betonů s pórovitým hrubozrnným kamenivem a nebi ke snížení mezerovitosti a zlepšení zpracovatelnosti betonu, pro výrobu autoklávovaných i neautokláv. makro i mikropórovitých betonů, pro výrobu hrubozrnného pórovitého kameniva aglomerací nebo sbalováním, pro výrobu speciálních lehkých betonů a jiných stavebních látek, např. v hrubé keramice, pro vytváření násypů, pro ochranu střešních krytin.

3.3 PLNIVA

Protože plnivo zaujímá běžně 75 – 80 % objemu vyráběného potěru, má zásadní vliv na fyzikálně-mechanické vlastnosti materiálu. Základní zjišťované vlastnosti jsou velikost a tvar zrn, nasákavost, objemová hmotnost a pevnost/tvrdost. Posuzuje se také obsah škodlivých látek v kamenivu, které mohou ovlivňovat proces tuhnutí a tvrdnutí cementu nebo jeho trvanlivost. Jedná se např. o humusovité látky nebo látky podléhající alkalicko-křemičité reakci [10].

3.3.1 MIKROPLNIVA

Mikroplniva se používají pro zlepšení křivky zrnitosti plniva – velikost zrna se pohybuje nejčastěji do 0,125 mm, a tím je možno vyplnit i velmi malé mezery mezi zrny kameniva a materiál je hutnější. Se snížením pórovitosti se snižuje nasákavost a zlepšuje odolnost materiálu vůči vlivům prostředí [3]. Další výhodou použití mikroplniv je:

- zlepšení reologických vlastností potěru – menší objemové změny a tedy snížení rozvoje trhlin v podlaze (např. při vysychání po aplikaci),
- omezení segregace větších zrn kameniva a tzv. krvácení směsi (bleeding),
- zlepšení zpracovatelnosti směsi a aplikovatelnosti pomocí strojních míchaček.

Mezi často používaná mikroplniva se řadí metakaolin, mikrosilika, jemně mletý vápenec, jemně mletá struska a popílký.[10]

3.4 SUROVINY PRO VÝROBU STAVEBNÍCH HMOT

Obecně se pod termínem surovina označuje materiálový vstup výroby. Za prvotní suroviny se považují přírodní látky anorganického nebo organického původu určené k dalšímu zpracování. Druhotné suroviny jsou suroviny nebo materiály získané z odpadu, které jsou způsobilé k dalšímu hospodářskému nebo jinému využití. Pro výrobu stavebních hmot lze využívat suroviny jak z prvotních, tak i z druhotných zdrojů. U druhotných surovin je důležité jejich zhodnocení jak z hlediska jejich vlivu na úspory prvotních nerostných zdrojů, tak z hlediska vlivu na úspory energie, která je vkládána do úpravy prvotních surovin a jejich dalšího zpracování.[10]

Účelné využívání druhotných surovin zvyšuje celkovou efektivnost průmyslové výroby a v případech správné aplikace je navíc provázeno kladným ekonomickým efektem a úsporami energie ve srovnání s výrobou z prvotních zdrojů. Značné energetické úspory a jejich příznivý ekologický dopad jsou ve vyspělých státech důvodem pro zvyšování podílu využití domácích druhotných surovin i podporu nákupu druhotných surovin v zahraničí. Z celkového odhadovaného ročního množství stavebních odpadů (cca 4mil.tun) je v ČR recyklováno přibližně 17%. [10]

3.5 DRUHOTNÉ SUROVINY VHODNÉ K POUŽITÍ V PRŮMYSLÝCH PODLAHÁCH

KŘEMIČITÝ ÚLET

Křemičité úlety jsou velmi jemné práškové materiály, které vznikají jako vedlejší produkt při výrobě krystalického křemíku či ferosilicia v obloukových pecích. Křemičitý úlet (Sioxid) je tvořen velmi malými kulovými částicemi s vysokým obsahem amorfního oxidu křemičitého (SiO_2). Částice mají povrch cca 50 – 100x menší než cementové částice. Během hydratace reaguje s hydroxidem vápenatým - $\text{Ca}(\text{OH})_2$, čímž vzniká mnohem více CSH fáze s výrazně lepší strukturou pórů.

ODPADNÍ KŘEMIČITÝ PÍSEK

Písek je směs drobných kamínků různého původu. Jeho hustota je závislá na vlhkosti v něm obsažené a pohybuje se přibližně od 1500 kg.m^{-3} do 1700 kg.m^{-3} . Podle velikosti zrn se dělí do frakcí. Křemičitý písek je tvořen zrny křemene různé velikosti a tvaru. Jako odpadní písky se používají písky, které nejsou jinak vhodné např. do betonu, protože mají nevhodnou frakci, příp. nevhodné příměsi. Na Mohsově stupnici tvrdosti má tvrdost 7.

SKELNÝ RECYKLÁT

Sklo je pevná amorfnní látka, jež vznikla obvykle tuhnutím taveniny bez krystalizace, přičemž ztuhnutí je způsobeno plynulým růstem viskozity na tak vysokou hodnotu, že se materiál jeví pevným.

Tento základní rozdíl mezi strukturou skel a krystalických látek lze dobře demonstrovat na SiO_2 , který je znám ve stavu skelném i krystalickém. Skelný recyklát neboli obalové sklo. Do této skupiny patří zejména lahvé sklo, které se vyrábí z 50 % křemičitého písku, 16 % sody (uhlíčan sodný), 12 % vápence (uhlíčan vápenatý), 18 % odpadního skla (drcené střepy) a 4 % ostatních látek. Zahřívá se při teplotě 1500°C a sklo roztavené v červenou žhavou hmotu se vpravuje v dávkách do (foukacích či lisofoukacích) strojů na výrobu lahví. Takto vyrobené sklo může být čiré či barevné (nejčastěji zelené a hnědé). Sklo má tvrdost 5. [17]

BRUSNÉ A ŘEZNÉ KALY

Brusné kaly a řezné kaly, vznikají při broušení 3 dny starých teraco dlaždic a při této činnosti vzniká odpad zvaný brusné a řezné kaly. Tyto kaly jsou pak dále míchány, při procesu sedimentace jsou částečně zbaveny vody a následně vysušeny na vlhkost cca 40%, proto musí být před použitím dosušovány.

3.5.1 SUROVINY NESOUCÍ TVRDOST POVRCHU

STRUSKY

Granulovaná vysokopecní struska je latentně hydraulická látka, vznikající rychlým ochlazením vhodně složené tekoucí taveniny zásadité strusky, která odpadá

jako vedlejší zplodina při výrobě surového železa ve vysoké peci. Je-li tavenina strusky rychle zchlazena vodou, zabrání se její krystalizaci, takže se stabilizuje její sklovitý charakter. Vysokopecní struska však není pro své fyzikálně-mechanické vlastnosti použitelná jako plnivo nebo jeho náhrada.

Sklovitá uhelná struska je využívána pro výrobu abrazivních materiálů. Vykazuje vlastnosti potřebné právě pro abrazivní materiály, tedy vysokou pevnost a tvrdost, tudíž se jeví jako ekonomicky výhodná náhrada nákladnějších surovin např. korundu.

UMĚLÉ HUTNÉ KAMENIVO

Umělé hutné kamenivo se vyrábí z ocelářské strusky, která vzniká oxidací prvků roztavené ocele a struskotvorných přísad. Výroba umělého hutného kameniva (UHK) se uskutečňuje po ochlazení strusky vodou, drcením, magnetickou separací částí a následně roztříděním na požadované frakce UHK. Po drcení a třídění strusky je získána řada frakcí kameniva, které nachází uplatnění především v silničním stavitelství. Objemová hmotnost je v rozmezí 2000 až 3000 kg/m³.

UHELNÁ STRUSKA

Sklovitá uhelná struska využívána pro výrobu abrazivních materiálů vykazuje vlastnosti potřebné právě pro abrazivní materiály, tedy vysokou pevnost a tvrdost. Využití tohoto materiálu do stavebních, konkrétněji do sanačních materiálů by mohlo mít za důsledek pozitivní efekt na výsledné vlastnosti tímto průmyslovým odpadem plněných materiálů. Také byla sledována trvanlivost vyvíjených materiálů vůči agresivním prostředím, které byly voleny tak, aby simulovaly podmínky, ve kterých jsou reálné stavební konstrukce exploatovány, tzn. byly sledovány účinky např. agresivních plynů (CO₂, SO₂) a kapalin (sírany, ropné produkty) a byly též sledován účinek cyklického působení mrazu na stav vyvíjených sanačních hmot.[48]

DRČENÝ ČEDIČ

Čedič je tmavá vyvřelina sopečného původu a představuje mimořádně odolný a tvrdý materiál jemnozrné struktury. Materiál se vyznačuje malou ohrusností svého mnohobokého povrchu. Pro svou tvrdost se pro čedič vžil místní pojmenování železnák. Pro své vlastnosti (tvrdost) velmi špatně opracovatelný materiál, používaný v neopracované nebo drcené podobě, vyjimečně s nejnútnejšími úpravami nevelkého rozsahu. K dělení čedičových hranolů se používalo oboustranné kladivo klínovitého tvaru. Podle Mohse má tvrdost 8.

KORUND

Korundy mají tvrdost 9 na Mohsově stupnici.

Bílý umělý korund – vyrábí se tavením čistého oxidu hliníku v indukčních pecích, buď „na sliv“ nebo „na blok“. Po vychladnutí se vzniklý bílý korund opracuje a roztřídí, čímž vzniká velmi kvalitní surovina pro výrobu zrn bílého umělého korundu. Zrna bílého korundu mají vynikající brousící vlastnosti a jsou vhodná na výrobu brusných nástrojů. Bílý korund se rovněž používá pro výrobu žáromateriálů.

Hnědý umělý korund - se vyrábí pálením bauxitu v indukčních pecích při teplotě 1600 °C. Po vychladnutí bloku je hnědý korund rozdrcen a roztříděn. Kaskádou válcových a čelistových drtičů je surovina připravena pro třídící linku. [16]

KARBID KŘEMÍKU

Karbid křemíku se vyrábí v odporové peci, kde dochází k pálení přesně stanovené směsi petrolkoku a křemičitého písku. Karbid křemíku vzniká při tavbě nárůstem krystalů v jádru pece. Po vychladnutí se pec rozebere, materiál se roztřídí a podle kvality je rozdělen na materiál vhodný pro výrobu brusných zrn a na materiál vhodný pro metalurgii. Pro výrobu brusných zrn je používán materiál s obsahem minimálně 98 % SiC. Mezi možnosti použití patří tryskání suchou i mokrou metodou, výroba žárovzdorných desek, cihel tvárnic, žáro cementů a pēchovacích směsí. Uplatňuje se také jako plnivo do epoxidových pryskyřic pro zvýšení odolnosti vůči opotřebení. [16]

DINAS

Dinas je žárovzdorný materiál pro průmyslové pece obsahující více než 93 % oxidu křemičitého. Vyrábí se z přírodních křemenců, v nichž se během výpalu původní křemen přemění převážně na cristobalit a tridymit. Dinas vykazuje objemovou stálost za vysokých teplot, proto se užívá jako materiál pro samonosné klenby vysokoteplotních pecí v silikátovém a metalurgickém průmyslu a pro vyzdívky v koksárenských pecích. [21]

III. 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 dizertační práce je tedy modifikovaná cementová potěrová hmota, využívající druhotné suroviny jako náhradu plniva při současném splnění požadovaných charakteristik a sledování vlivu na její mikrostrukturu.

IV. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

1. METODIKA PROVÁDĚNÝCH PRACÍ

1.1 ETAPA I. – STANOVENÍ ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ REFERENČNÍCH SMĚSÍ

Stěžejním úkolem I. etapy práce bude 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.

1.2 ETAPA II. – NÁVRH RECEPTURY POTĚRU, VÝBĚR VHODNÝCH SUBSTITUENTŮ PLNIVA

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

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

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

1.4 ETAPA IV. – STANOVENÍ FYZIKÁLNĚ- MECHANICKÝCH VLASTNOTÍ, VÝBĚR NEJHODNĚJŠÍ RECEPTURY

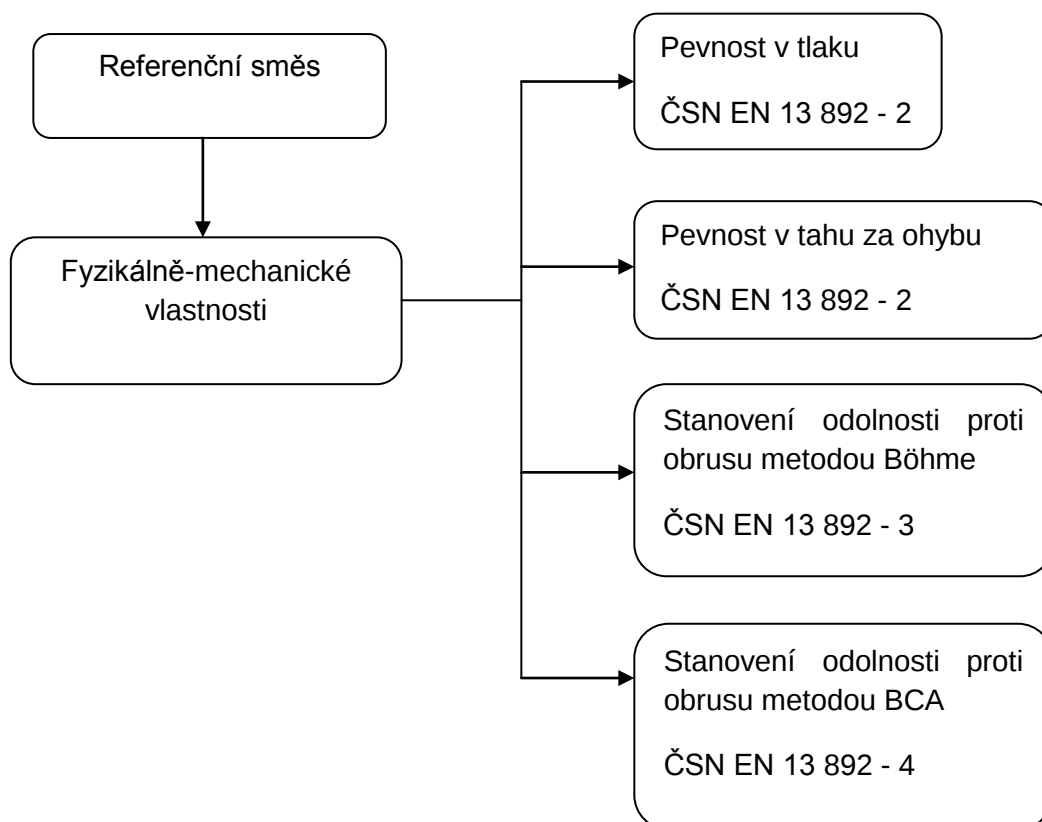
Čtvrtá fáze disertační práce bude porovnávání navržených směsí s různými typy plniv z hlediska tokových vlastností, pevnosti v tlaku, pevnosti v tahu za ohybu, odolnosti vůči ohrusu, přídržnosti, objemových změn i porozity. Všechny testy budou prováděny za konstantního obsahu chemických aditiv.

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

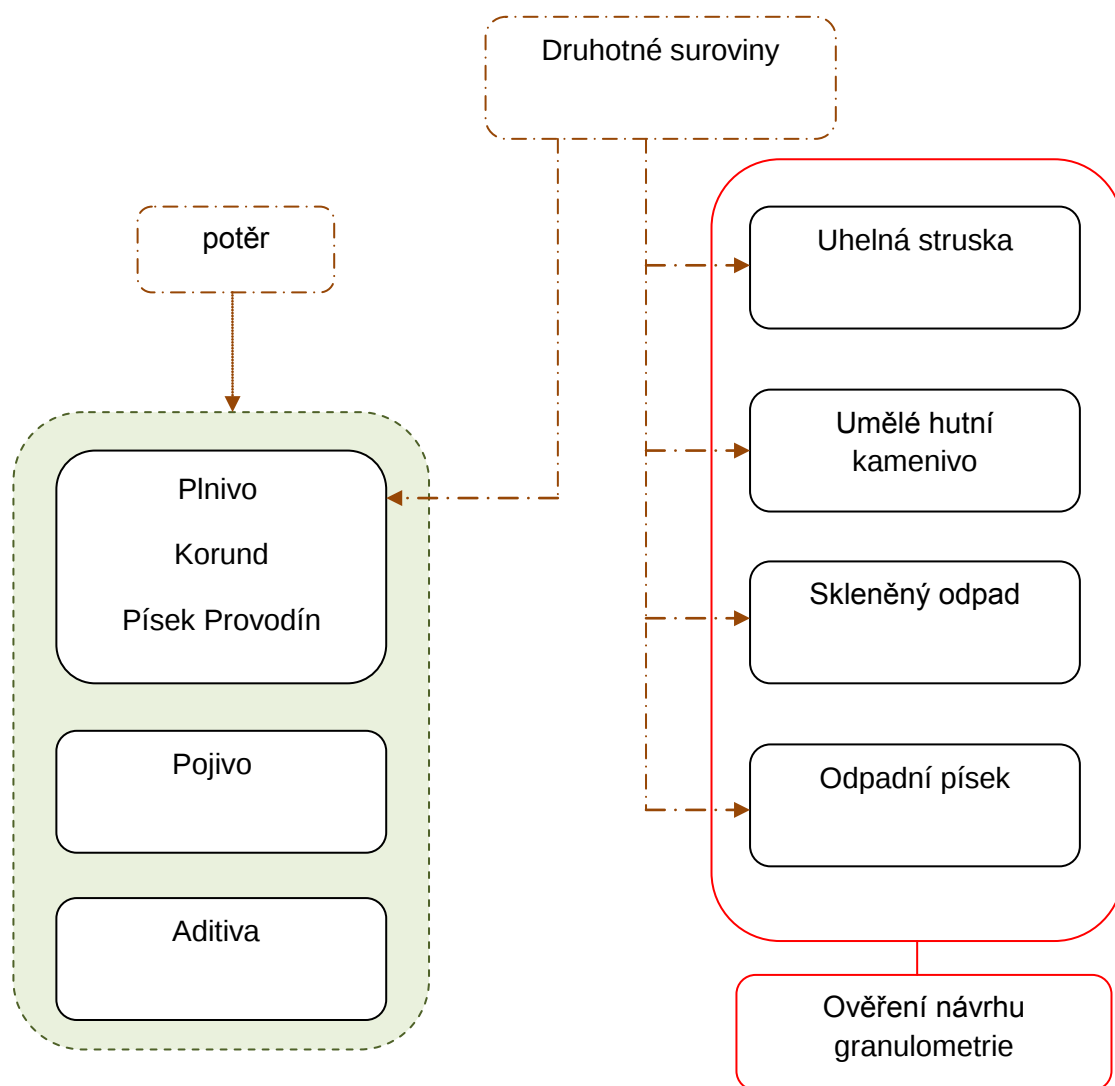
Poslední fází bude prostudování vlivu finálního těsnícího nátěru zejména na objemové změny a odolnost vůči ohrusu, jenž je v požadavcích na průmyslové podlahy jedním z nejdůležitějších kritérií.

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

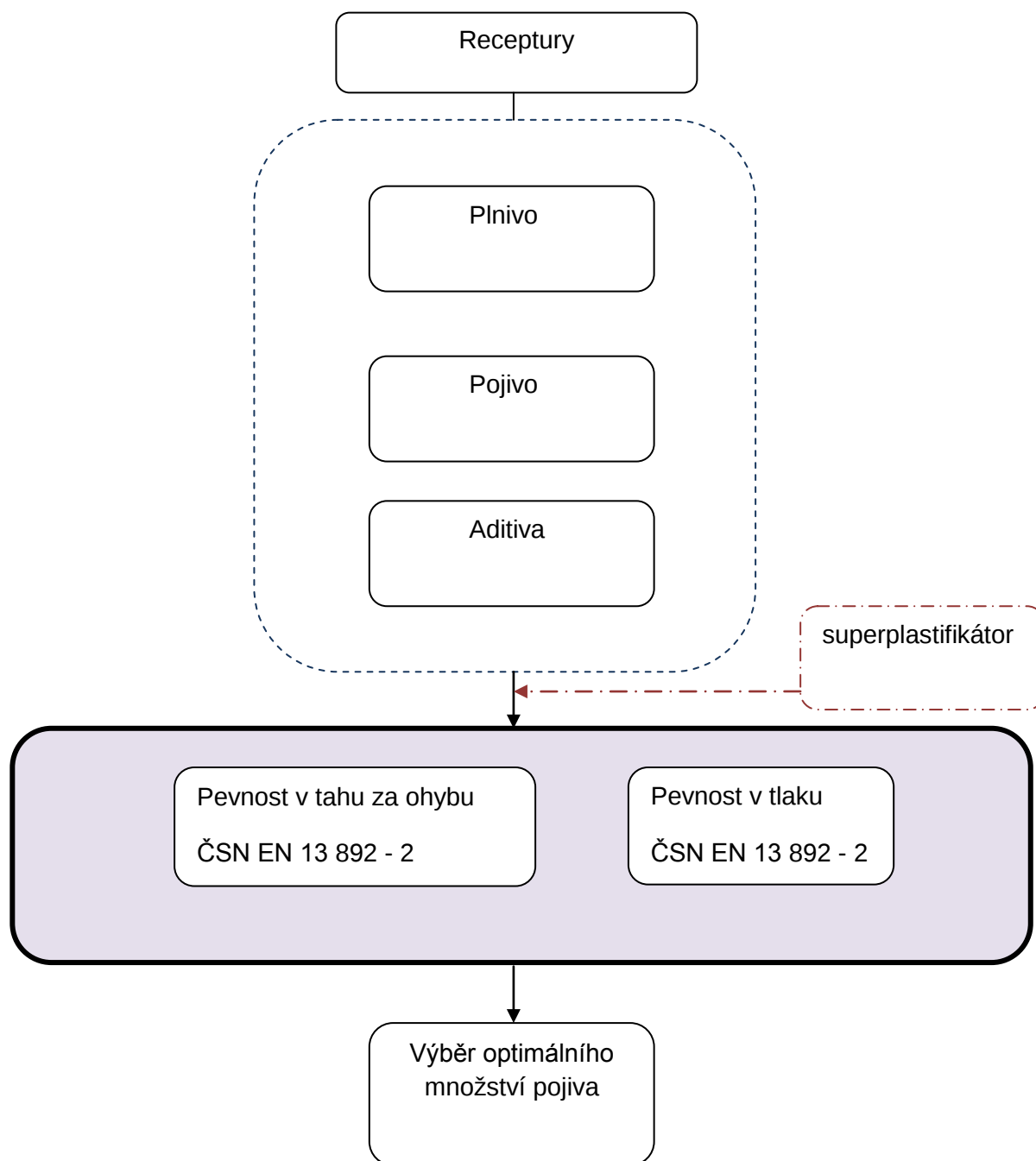
ETAPA I. – STANOVENÍ ZÁKLADNÍCH PARAMETRŮ REFERENČNÍCH SMĚSÍ

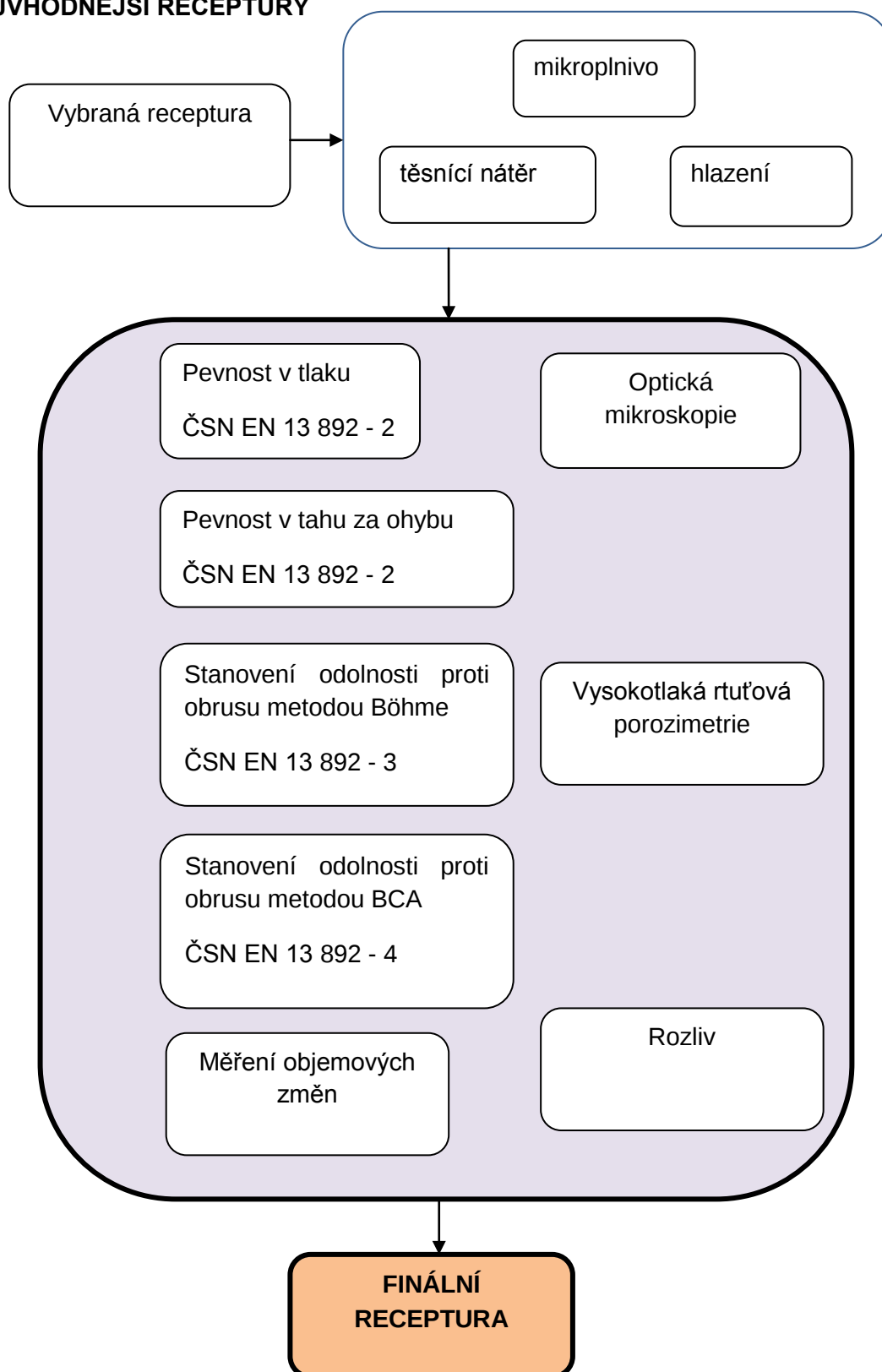


ETAPA II. – NÁVRH RECEPTURY POTĚRU, VÝBĚR VHODNÝCH SUBSTITUENTŮ PLNIVA



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



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

2. POPIS PROVÁDĚNÝCH ZKOUŠEK

2.1 PEVNOST V TLAKU

Pevnost v tlaku se stanoví na zkušebních tělesech zhotovených podle ČSN EN 13892-1. Nejprve se stanoví pevnost v tahu za ohybu a dvě poloviny tělesa se pak použijí pro stanovení pevnosti v tlaku.

F_c ...zatížení které vede k porušení při zkoušce v tlaku

A – plocha zkušebního tělesa, při zkoušce v tlaku ve styku s tlačnými destičkami (cca 1600 mm²)

R_c – pevnost v tlaku N/mm²

$$R_c = \frac{F_c}{A} [\text{N/mm}^2] \quad (8)$$

Při studiu byl využit hydraulický lis DESTTEST 3310 COMPACT (max. zatěžovací síla 3000 kN) pro měření pevnosti v tlaku na zlomcích zkušebních těles 40x40x160 mm i v uspořádání na měření pevnosti v tahu ohybem na trámcích 40x40x160 mm.

2.2 STANOVENÍ PŘÍDRŽNOSTI

Podstatou zkoušky Stanovení přídržnosti dle ČSN EN 13 892-8 je změření síly potřebné k odtržení potěru od podkladu kolmým tahem. Soudržnost potěru s podkladem je stanovena odtrhovými zkouškami pomocí ocelových terčů o průměru 50 mm nalepených na povrch vzorku a ořezaných až do podkladu.

2.3 MĚŘENÍ DÉLKOVÝCH ZMĚN V RANÉM STÁDIU TUHNUTÍ

Pro měření volného smrštění byla využita vlastní konstrukce měřicí aparatury založená na laserových snímačích [32]. Tyto čidla vykazovaly vysokou míru přesnosti (0,001 mm) nebyly náchylné na rozladování ani v podmínkách širokého rozsahu vlhkostně-teplotních podmínek. Měřicí aparatura se skládala se dvou laserových detektorů a jednoho reflektoru (polystyrenová kostička s vysoce odrazivým Al-štitkem). Studovaná hmota navíc byla umístěna na citlivé laboratorní váhy a s přesností na 0,01 g byl do PC zaznamenán i úbytek hmotnosti v čase hydratačních procesů a vysychání. Na měřené aparatuře bylo umístěno i teplotní čidlo pro zajištění zpětné vazby při udržování konstantních podmínek. Na takto sestavené aparatuře bylo možné měřit objemové změny již pár desítek sekund po homogenizaci směsi, aparatura byla plně automatizována, měření mohlo být prováděno na vzorcích respektující tenkovrstvost studované hmoty a tedy i reálné použití.



Obr. 9 Zkušební zařízení pro měření délkových změn

2.4 STANOVENÍ TOKOVÝCH VLASTNOSTÍ (ROZLIVNÁ ZKOUŠKA)

Mezi nejčastěji používané metody patří zkouška realizovaná pomocí upraveného rozlité kužele, která se používá pro vyhodnocení tekutosti a konzistence čerstvého samozhutitelného betonu za využití obráceného Abramsova kužele. Měří se čas, za který se beton rozteče na průměr 500 mm a maximální průměr rozlitého. Lze použít i kombinace metod J-Ring a Orimet, které asi nejvíce odpovídá reálnému ukládání betonové směsi do bednění. Při zkoušce beton vytéká z tubusu do kruhu opatřeného výztuží. Výztuž je umístěna rovnoměrně po obvodu kruhu s roztečí odpovídající velikosti maximálního zrna a měřenou veličinou je čas průtoku (FlowTime FT). Mezi často používané metody patří také zkoušení pomocí L-Boxu, kdy je studována samonivelační schopnost betonu a princip zkoušky spočívá v přechodu čerstvého betonu mezi vertikální a horizontální částí konstrukce L-Boxu.

Homogenizace všech směsí pro veškeré další laboratorní měření byla prováděna na laboratorním mísícím zařízení v režimu „60 sekund při 180 otáčkách za minutu – 15 sekund bez homogenizace – 30 sekund při 60 otáčkách za minutu“. Tekutost byla měřena ihned po dokončení homogenizace.

Pro studium byla použita metoda rozlivu testované hmoty z dutého kužele o spodním vnitřním průměru 50 mm a objemu 130 cm³. Hodnoceným parametrem zkoušky byl tzv. „rozliv“, což byl aritmetický průměr plošného rozlité hmoty měřený ve dvou na sebe kolmých směrech. Nesporné výhody metody lze spatřovat nejen v její jednoduchosti, dostatečné popisnosti a reprodukovatelnosti, ale lze ji použít i v případě praktické aplikace finální hmoty jakožto kontrolního mechanismu (především v případě tzv. strojního lití hmoty kdy je konzistence nastavována průtokoměry a je tedy nutné odladit hmotu do rozmezí funkční konzistence).

2.5 ODOLNOST PROTI OBRUSU

Měření bylo realizováno na reálných zkušebních plochách výsledného vzorku kompozitu pomocí přístroje na měření obrusu metodou BCA v souladu s normou EN 13 892-4 [30] a na vzorcích z podlah metodou Böhme dle EN 13 892-3 [31].

Zatřídění do příslušného typu odolnosti proti obrusu bylo provedeno podle normy EN 13 813.[28]

2.6 POROZIMETRIE

Ke studiu byla využita rtuťová porozimetrie měřená na přístroji PORESIZER. Metoda studia struktury porézních látek je založena na jevu kapilární deprese, kdy při ponoření tuhého porézního materiálu do kapaliny, která jej špatně smáčí (rtuť), může tato kapalina vnikat do pórů studovaného materiálu jen působením vnějšího tlaku. Velikost tlaku, kterého je zapotřebí k vyplnění pórů rtutí, je závislý na velikosti zaplňovaných pórů. Pro velikost tlaku p a nejmenší poloměr pórů R , které jsou při tomto tlaku zaplněny, platí **Washburnova rovnice**:

$$h \times \rho \times g = p = - \frac{2\gamma \times \cos \theta}{R} \quad (9)$$

kde:

γ je povrchové napětí rtuti

ρ - hustota rtuti

R - poloměr póru kruhového průřezu

g - tíhové zrychlení

h - výška sloupce rtuti v póru

θ - úhel smáčení póru rtutí

p - celkový tlak, pod nímž rtuť vniká do póru

Každý přírůstek tlaku způsobí, že rtuť vniká do další frakce pórů příslušně menšího poloměru, takže postupným zvyšováním tlaku a současným měřením objemu rtuti vtlačené do pórů lze zjistit rozdělení objemu pórů podle velikosti.

Uvedený vztah platí za několika zjednodušujících předpokladů:

- Póry studovaného materiálu mají válcovitý tvar s pevnými stěnami, které se použitým tlakem nedeformují (předpoklad pravidelného póru ovšem není v reálné tuhé látce splněn a veličina R má význam efektivního poloměru); korekce na elastickou kompresibilitu tuhé látky bývá zaváděna až při tlacích několika desítek MPa, její zanedbání však nezpůsobí významnější zkreslení výsledků.
- Je známa hodnota kontaktního úhlu.

- Povrchové napětí rtuti nezávisí na velikosti póru, do něhož byla rtuť vtlačena, ani na použitém tlaku. Fyzikální smysl povrchového napětí je zachován ještě pro póry s efektivním poloměrem 3,5 nm. Na tlaku závisí povrchové napětí rtuti velmi málo.

Princip měření rtuťovým porozimetrem spočívá ve sledování závislosti vloženého tlaku na úbytku rtuti v nádobce, z níž je rtuť vytlačována do pórů měřeného materiálu. Úbytek rtuti a tím zjištění tzv. intruzního objemu se v moderních přístrojích určuje například ze změny kapacity kondenzátoru, který je tvořen kovovou vrstvou nanesenou na skleněné kapiláře a rtutí, která kapiláru částečně zaplňuje. Vysokých tlaků (200 MPa nebo 400 MPa) je dosaženo pomocí tlakových násobičů (multiplikátorů). Stanovení lze provádět na kusových i práškových vzorcích přičemž platí podmínka, že vzorky nesmí reagovat se rtutí a kontaktní úhel musí být vyšší jak 90°.

Pro srovnání výsledků i trendů měření byly zvoleny dvě techniky přípravy vzorku pro následná měření pomocí rtuťové porozimetrie [26, 68-85].

Metoda přípravy vzorku:

- prosté vysušení vzorku po dobu 72 hodin při 65 °C.

Vlastní příprava vzorku byla prováděna tak, aby bylo respektováno celkové stáří měřeného vzorku (28 dní od homogenizace) a předcházelo mu suché uložení při laboratorní teplotě. Na vzorcích pak byly pozorovány různé velikosti pórů (Tab. 3).

Tab 3. Rozdělení pórů cementového kompozitu dle velikosti

Klasifikace	Průměr [nm]	Popis	Ovlivněné vlastnosti
Kapilární póry	50-10000	velké kapiláry	pevnost; propustnost
	10-50	střední kapiláry	pevnost; propustnost při absenci velkých kapilár smrštění při RH větší než 80 %
Gelové póry	2,5-10	malé izolované kapiláry	smrštění při RH 50-80 %
	0,5-2,5	mikropóry	smrštění při každé RH
	< 0,5	póry mezi vrstvy gelu	dotvarování

2.7 SKENOVACÍ ELEKTRONOVÁ MIKROSKOPIE

Měření jsou prováděna na skenovacím elektronovém mikroskopu Zeiss EVO LS 10, který dokáže pracovat až do rozlišení 2 nm ve vysokém vakuu a zvětšením 1 000 000 x. Přístroj je vybaven detektorem sekundárních elektronů, detektorem zpětně odražených elektronů a energodisperzním analyzátozem rentgenového záření pro prvkovou analýzu a prvkové mapování.

3. REALIZACE A VÝSLEDKY – ETAPA I:

Stanovení základních parametrů referenčních směsí

Stěžejním úkolem I. etapy práce bude 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.

3.1 SROVNÁVACÍ REFERENČNÍ SMĚSI

Jako srovnávací směsi byly zvoleny již komerčně vyráběné směsi od několika různých výrobců a to konkrétně Sika 3 – CorCrete od Sika CZ s.r.o., Fortedur 1011 od společnosti Fortemix s.r.o., Mastertop 135P od BASF Stavební hmoty Česká republika s.r.o. a Cobet 150 od MORFICO s.r.o. Jejich deklarované vlastnosti, jenž byly určujícím faktorem pro navrhované modifikace s druhotnými surovinami, jsou uvedeny v Tab.4. Aplikace zvolených směsí je dle technických listů doporučena metodou „wet to wet“, přes přechodový můstek je však možná i metoda „wet to dry“. Jako přechodový můstek byl zvolen jednosložkový spojovací můstek na cementové bázi Fortedur 1091 pro metodu „wet to dry“.

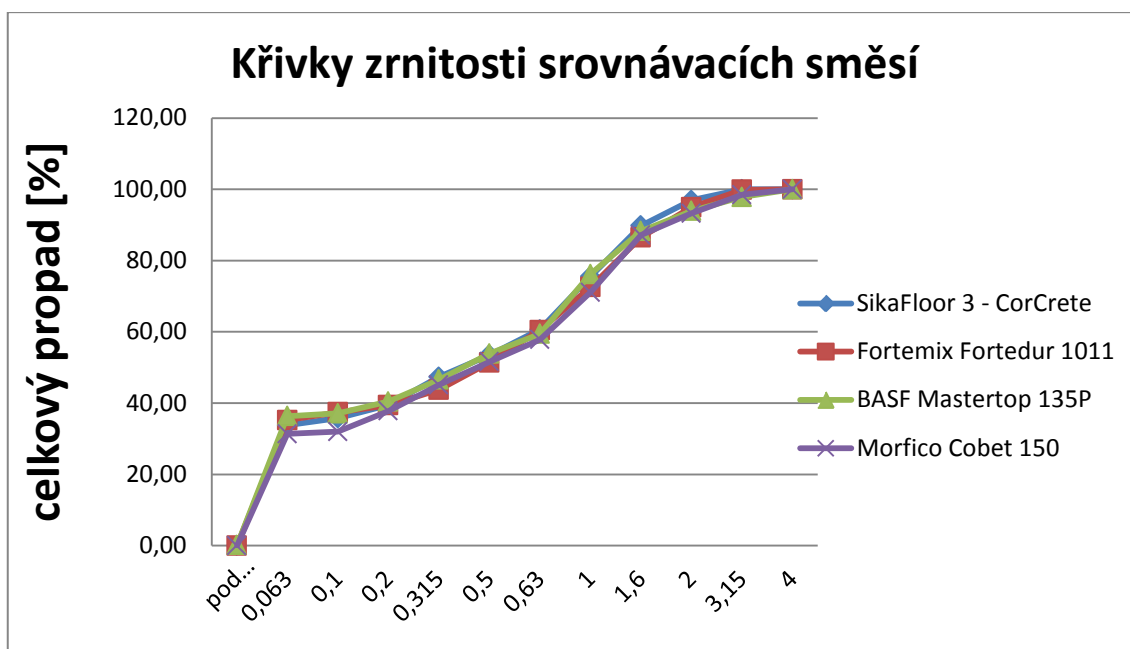
Tab 4. Fyzikálně mechanické vlastnosti srovnávacích směsí

	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
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

3.1.1 KŘIVKA ZRNITOSTI

Tab 5. Sítový rozbor srovnávacích směsí

síto (mm)	zbytek na síti [%]			
	Sika SikaFloor 3 - CorCrete	Fortemix Fortedur 1011	BASF Mastertop 135P	Morfico Cobet 150
plnivo	křemičitý písek	křemičitý písek	křemičitý písek	křemičitý písek
4,0	0,00	0,00	0,12	0,00
3,15	0,00	0,16	2,18	1,54
2,0	3,08	4,89	3,89	5,21
1,6	7,12	8,45	5,65	6,09
1,0	14,29	13,95	12,08	16,09
0,63	14,89	12,10	16,77	13,28
0,5	7,11	9,08	5,52	6,19
0,315	6,19	7,63	7,35	6,51
0,2	7,82	4,34	6,16	7,34
0,1	3,76	1,98	3,31	5,78
0,063	1,98	2,22	0,77	0,63
pod 0,063	33,76	35,20	36,20	31,34
	100,00	100,00	100,00	100,00



Obr. 10 Křivky zrnitostí srovnávacích směsí

4. REALIZACE A VÝSLEDKY – ETAPA II:

Návrh receptury potěru, výběr vhodných substituentů plniva

Druhá etapa disertační práce bude navazovat na komplexním studiu znalostní báze získané z laboratorních testů a výsledné porovnávání víceparametrového systému. S cílem dosažení požadovaných fyzikálně-mechanických vlastností budou vytipovány vhodné vstupní substituenty používaného plniva (písku), tedy řešené druhotné suroviny. Při výběru plniv bude rovněž kladen důraz jak na jejich základní vlastnosti, tak také na jejich dostupnost a ekonomický efekt. Stěžejním požadavkem na plniva je vhodná křivka zrnitosti, kterou lze však podle potřeby doplněním požadovaných frakcí, upravit. V této etapě je důležitou fází také stanovení optimálního množství pojiva a to tak, aby byly splněny požadavky na vybrané fyzikálně - mechanické vlastnosti.

4.1 IDENTIFIKACE VYBRANÝCH VSTUPNÍCH SUROVIN

4.1.1 KORUND (K)

Zdroj: Korund Benátky, s.r.o.

Měrná hmotnost: 2420 kg.m^{-3}

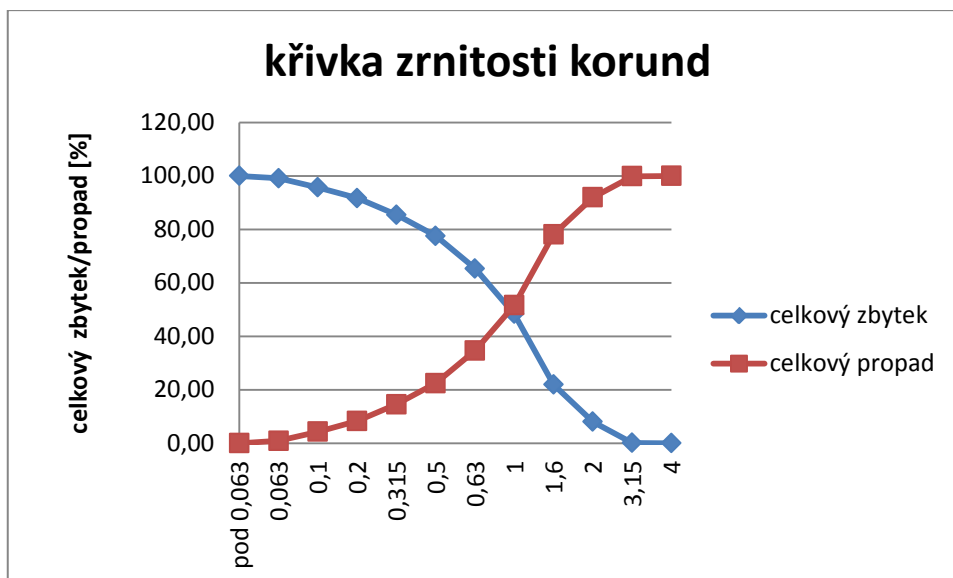
Sypná hmotnost volně sypaná: 1804 kg.m^{-3}

Sypná hmotnost setřesená: 1960 kg.m^{-3}

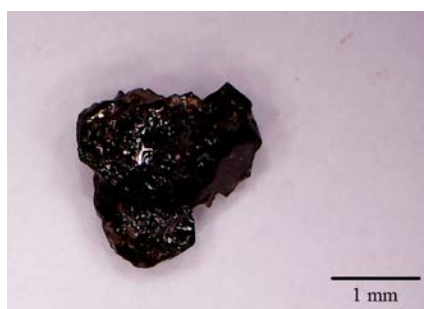
Tvrdost dle Mohse: 9

Tab 6. Sítový rozbor korundu

průměr oka	Zbytek na síť		celkový zbytek	celkový propad
d [mm]	[g]	[%]	[%]	[%]
4,0	0,00	0,00	0,00	100,00
3,15	0,11	0,11	0,11	99,89
2,0	7,92	7,92	8,03	91,97
1,6	13,86	13,86	21,89	78,11
1,0	26,52	26,52	48,41	51,59
0,63	16,93	16,93	65,34	34,66
0,5	12,19	12,19	77,53	22,47
0,315	7,91	7,91	85,44	14,56
0,2	6,25	6,25	91,69	8,31
0,1	3,99	3,99	95,68	4,32
0,063	3,41	3,41	99,09	0,91
pod 0,063	0,91	0,91	100,00	0,00



Obr. 11 Křivka zrnitosti korundu



Obr. 12 Zrno korundu, 40 x zvětšeno

Tab 7. Chemický rozbor korundu

SiO ₂ [%]	Al ₂ O ₃ [%]	Fe ₂ O ₃ [%]	CaO [%]	MgO [%]	TiO ₂ [%]
<1,4	<95,5	>0,3	<0,4	<0,5	1,5-3,0

4.1.2 ODPADNÍ SKLO (OS)

Zdroj: EKO-KOM, a.s.

Měrná hmotnost: 2445 kg.m^{-3}

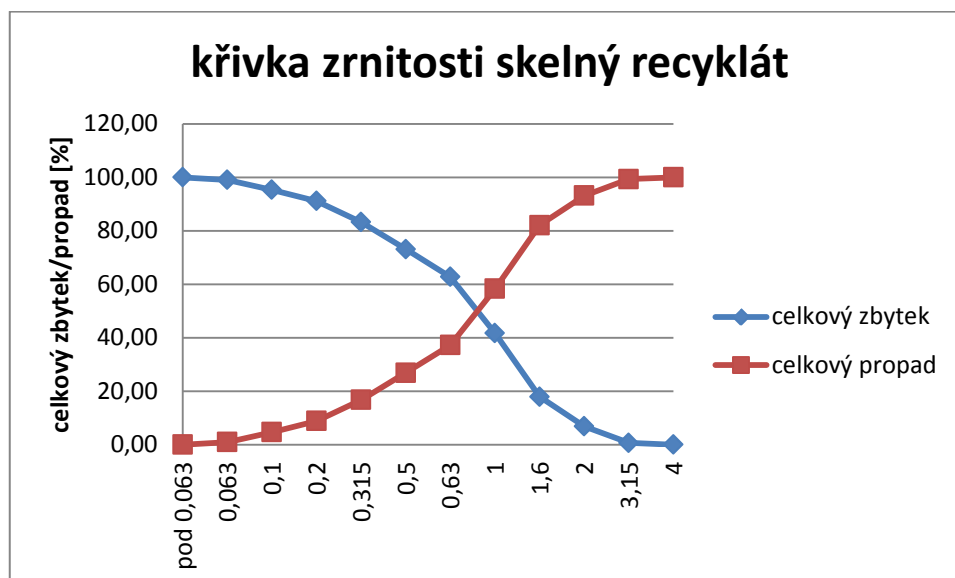
Sypná hmotnost volně sypaná: 1309 kg.m^{-3}

Sypná hmotnost setřesená: 1403 kg.m^{-3}

Tvrdost dle Mohse: 7

Tab 8. Sítový rozbor odpadního skla

průměr oka	Zbytek na síť		celkový zbytek	celkový propad
d [mm]	[g]	[%]	[%]	[%]
4,0	0,00	0,00	0,00	100,00
3,15	0,69	0,69	0,69	99,31
2,0	6,15	6,15	6,84	93,16
1,6	11,06	11,06	17,90	82,10
1,0	23,77	23,77	41,67	58,33
0,63	21,06	21,06	62,73	37,27
0,5	10,38	10,38	73,11	26,89
0,315	10,11	10,11	83,22	16,78
0,2	7,91	7,91	91,13	8,87
0,1	4,20	4,20	95,33	4,67
0,063	3,72	3,72	99,05	0,95
pod 0,063	0,95	0,95	100,00	0,00



Obr. 13 Křivka zrnitosti skelného recyklát



Obr. 14 Zrno odpadní sklo, 40 x zvětšeno

Tab 9. Chemický rozbor skelného recyklátu

SiO ₂ [%]	Al ₂ O ₃ [%]	Fe ₂ O ₃ [%]	BaO [%]	CaO [%]	MgO [%]	Na ₂ O [%]	K ₂ O [%]	PbO [%]	SrO [%]	TiO ₂ [%]	LiO ₂ [%]
52,39	3,11	0,1	1,41	3,6	2,07	6,08	7,72	17,9	0,92	0,06	0,03

4.1.3 UHELNÁ STRUSKA (US)

Zdroj: TryMat s.r.o.

Měrná hmotnost: 1118 kg.m⁻³

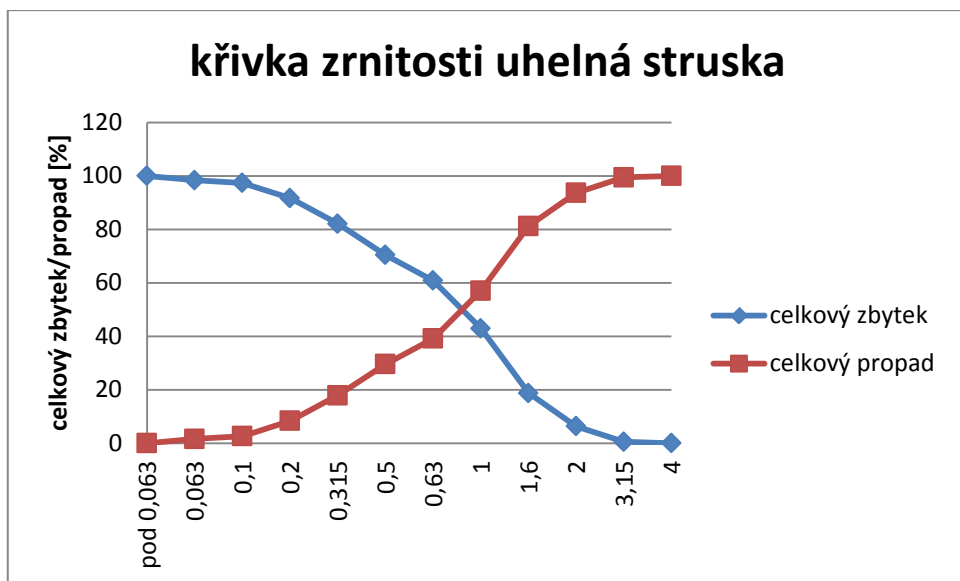
Sypná hmotnost volně sypaná: 957 kg.m⁻³

Sypná hmotnost setřesená: 1065 kg.m⁻³

Tvrdost dle Mohse: 7 - 8

Tab 10. Sítový rozbor strusky

průměr oka	Zbytek na síť		celkový zbytek	celkový propad
d [mm]	[g]	[%]	[%]	[%]
4,0	0,00	0,00	0,00	100,00
3,15	0,55	0,55	0,55	99,45
2,0	5,81	5,81	6,36	93,64
1,6	12,39	12,39	18,75	81,25
1,0	24,18	24,18	42,93	57,07
0,63	17,92	17,92	60,85	39,15
0,5	9,55	9,55	70,40	29,60
0,315	11,71	11,71	82,11	17,89
0,2	9,53	9,53	91,64	8,36
0,1	5,72	5,72	97,36	2,64
0,063	1,01	1,01	98,37	1,63
pod 0,063	1,63	1,63	100,00	0,00



Obr. 15 Křivka zrnitosti uhelné strusky



Obr. 16 Zrno uhelné strusky, 40 x zvětšeno

Tab 11. Chemický rozbor uhelné strusky

SiO ₂ [%]	Al ₂ O ₃ [%]	Fe ₂ O ₃ [%]	SO ₃ [%]	CaO [%]	MgO [%]	Na ₂ O [%]	K ₂ O [%]	MnO [%]	P ₂ O ₅ [%]	TiO ₂ [%]
63,2	18,5	8,4	0,03	3,78	3,1	1	2,31	0,16	0,04	0,92

4.1.4 ODPADNÍ PÍSEK (OP)

Zdroj: FERAMO METALLUM INTERNATIONAL s.r.o.

Měrná hmotnost: 2575 kg.m⁻³

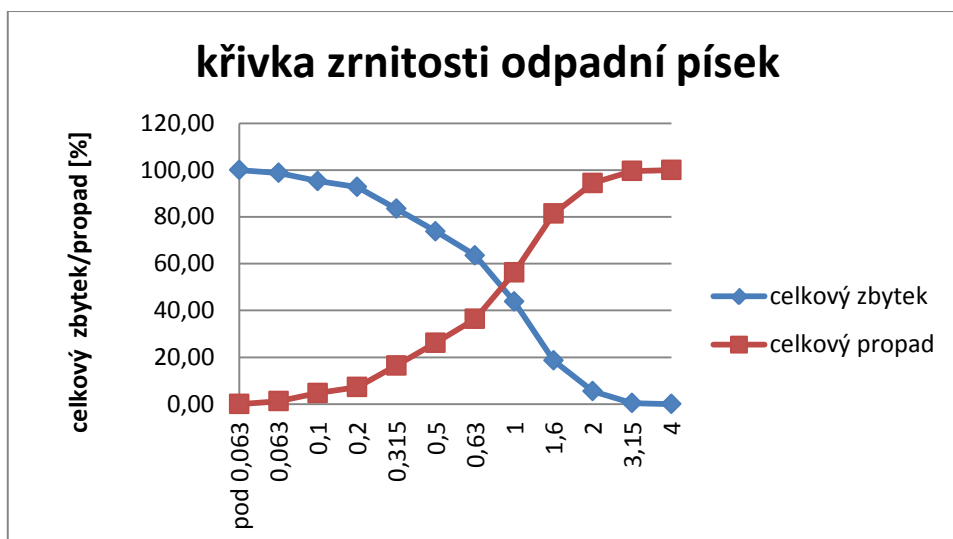
Sypná hmotnost volně sypaná: 1440kg.m⁻³

Sypná hmotnost setřesená: 1590 kg.m⁻³

Tvrdost dle Mohse: 7

Tab 12. Sítový rozbor odpadního písku

průměr oka	Zbytek na síti		celkový zbytek	celkový propad
d [mm]	[g]	[%]	[%]	[%]
4,0	0,00	0,00	0,00	100,00
3,15	0,38	0,38	0,38	99,62
2,0	5,12	5,12	5,50	94,50
1,6	13,08	13,08	18,58	81,42
1,0	25,22	25,22	43,80	56,20
0,63	19,78	19,78	63,58	36,42
0,5	10,23	10,23	73,81	26,19
0,315	9,67	9,67	83,48	16,52
0,2	9,26	9,26	92,74	7,26
0,1	2,55	2,55	95,29	4,71
0,063	3,49	3,49	98,78	1,22
pod 0,063	1,22	1,22	100,00	0,00



Obr. 17 Křivka zrnitosti odpadní písek

Tab 13. Chemický rozbor odpadního písku

SiO ₂ [%]	Al ₂ O ₃ [%]	Fe ₂ O ₃ [%]	CaO [%]	MnO [%]	SO ₄ ²⁻ [%]	Nerozpustný zbytek [%]
79,35	0,47	1,07	1,19	0,016	0,19	95,13

4.1.5 PÍSEK PROVODÍN (PP)

Zdroj: Provodínské písky, a.s.

Měrná hmotnost: 2575 kg.m⁻³

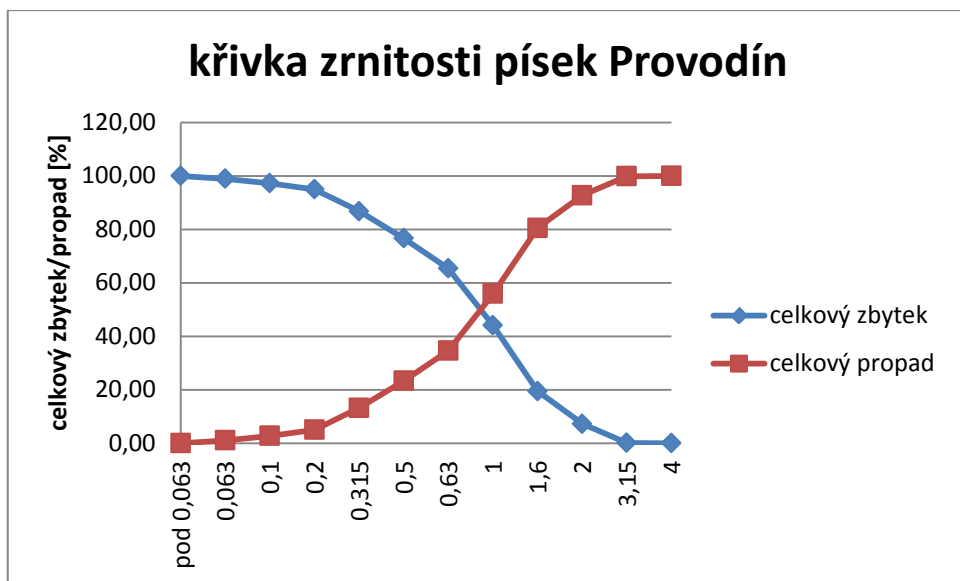
Sypná hmotnost volně sypaná: 1440kg.m⁻³

Sypná hmotnost setřesená: 1590 kg.m⁻³

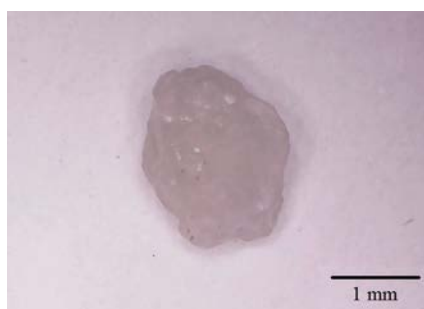
Tvrdost dle Mohse: 7

Tab 14. Sítový rozbor písku

průměr oka	Zbytek na síť		celkový zbytek	celkový propad
d [mm]	[g]	[%]	[%]	[%]
4,0	0,00	0,00	0,00	100,00
3,15	0,12	0,12	0,12	99,88
2,0	7,12	7,12	7,24	92,76
1,6	12,21	12,21	19,45	80,55
1,0	24,62	24,62	44,07	55,93
0,63	21,33	21,33	65,40	34,60
0,5	11,23	11,23	76,63	23,37
0,315	10,12	10,12	86,75	13,25
0,2	8,21	8,21	94,96	5,04
0,1	2,29	2,29	97,25	2,75
0,063	1,64	1,64	98,89	1,11
pod 0,063	1,11	1,11	100,00	0,00



Obr. 18 Křivka zrnitosti písku



Obr. 19 Zrno písku, 40 x zvětšeno

Tab 15. Chemický rozbor písku

SiO ₂ [%]	Al ₂ O ₃ [%]	Fe ₂ O ₃ [%]	CaO [%]	MgO [%]	TiO ₂ [%]
99	0,3	0,03	0,02	0,02	0,05

4.1.6 UMĚLÉ HUTNÍ KAMENIVO (UHK)

Zdroj: TŘINECKÉ ZELEZÁRNY, a.s.

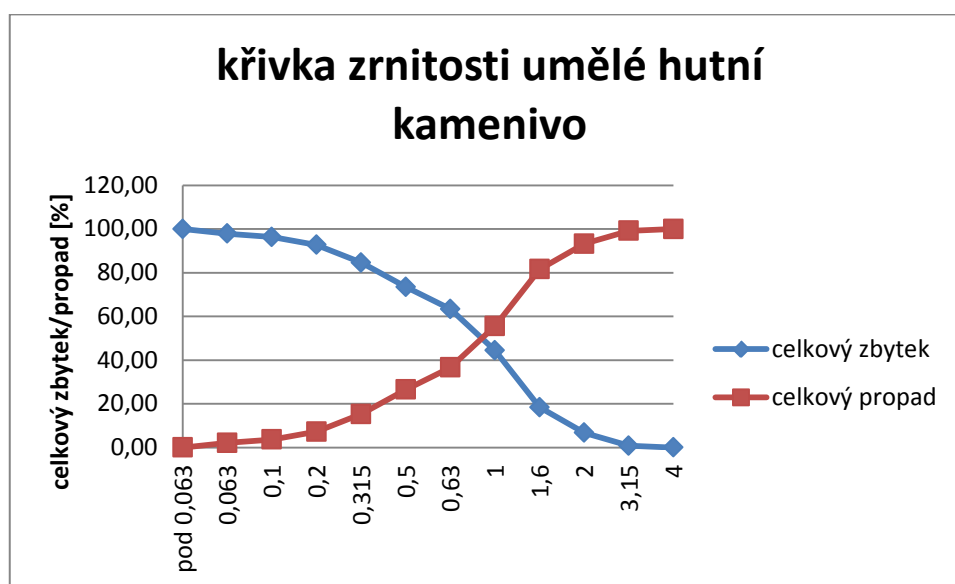
Měrná hmotnost: 2940 kg.m⁻³

Sypná hmotnost: 1000 - 1600 kg.m⁻³

Tvrdost dle Mohse: 5 - 6

Tab 16. Sítový rozbor hutního kameniva

průměr oka	Zbytek na síť		celkový zbytek	celkový propad
d [mm]	[g]	[%]	[%]	[%]
4,0	0,00	0,00	0,00	100,00
3,15	0,82	0,82	0,82	99,18
2,0	5,89	5,89	6,71	93,29
1,6	11,67	11,67	18,38	81,62
1,0	26,02	26,02	44,40	55,60
0,63	18,97	18,97	63,37	36,63
0,5	10,11	10,11	73,48	26,52
0,315	11,17	11,17	84,65	15,35
0,2	8,12	8,12	92,77	7,23
0,1	3,56	3,56	96,33	3,67
0,063	1,57	1,57	97,90	2,10
pod 0,063	2,10	2,10	100,00	0,00



Obr. 20 Křivka zrnitosti umělého hutního kameniva

4.1.7 CEM I 42,5 R

Zdroj: Výrobní závod Mokrá

Mineralogické složení: gehlenit, akermanit, belit

Měrný povrch: $400 \text{ m}^2 \cdot \text{kg}^{-1}$

Měrná hmotnost: $3100 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$

Ztráta žíháním: 3,05 %

Nerozpustný zbytek: 1,09 %

Obsah síranů: 2,97 %

Obsah Cl: 0,056 %

Obsah K_2O : 0,73 %

Obsah Na_2O : 0,17 %

4.2 ÚPRAVA ZRNITOSTI SUROVIN

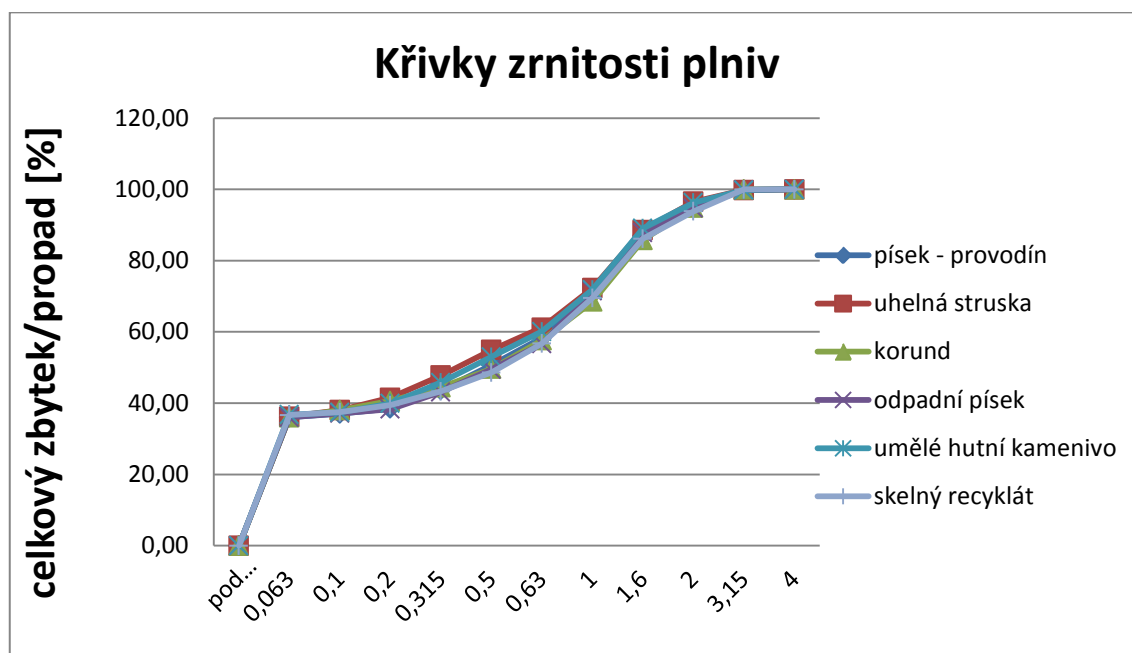
Z provedených měření reologických vlastností komerčně vyráběných produktů aplikovatelných na staré betonové podkladní vrstvy bylo zjištěno, že výrobci těchto produktů respektují požadavky na granulometrii plniva a jejich produkty vykazují granulometrické křivky s rovnoměrným zastoupením frakcí v rozsahu 0-4mm, které jsou vhodné pro strojně hlazené podlahy z hlediska jejich praktické aplikovatelnosti dané maximální velikosti zrna plniva vztažené k minimální aplikační tloušťce.

Tab 17. Optimalizovaný síťový rozbor PP, US, K

síto (mm)	zbytek na síť [%]		
	písek - provodín	uhelná struska	korund
4,0	0,00	0,00	0,00
3,15	0,12	0,20	0,00
2,0	4,72	3,25	5,11
1,6	8,11	7,97	9,09
1,0	15,40	16,31	17,31
0,63	13,29	11,09	10,88
0,5	7,66	6,26	7,97
0,315	6,98	7,16	5,19
0,2	5,21	6,26	3,83
0,1	1,44	3,48	2,58
0,063	1,03	1,82	2,07
pod 0,063	36,04	36,20	35,97

Tab 18. Optimalizovaný síťový rozbor OP, U

síto (mm)	zbytek na síti [%]		
	odpadní písek	umělé hutní kamenivo	skelný recyklát
4,0	0,00	0,00	0,00
3,15	0,14	0,18	0,00
2,0	5,12	3,55	6,15
1,6	6,91	7,21	7,70
1,0	16,38	17,21	16,63
0,63	14,82	11,76	12,79
0,5	7,13	7,11	8,12
0,315	6,39	7,18	5,32
0,2	4,78	5,89	3,87
0,1	1,18	2,51	1,95
0,063	1,14	0,63	0,82
pod 0,063	36,01	36,77	36,65



Obr. 21 Optimalizované křivky zrnitosti

4.3 NÁVRH RECEPTUR

Na základě průzkumu trhu mezi aplikátory a výrobci průmyslových podlah, bylo dospěno ke zjištění, že existence popílku negativně ovlivňuje chování hmoty (aplikační firmy si nepřejí jeho přidavek, neboť hmota při aplikaci či velmi v krátkém čase po aplikaci má sklony k defektům - delaminace ploch a při aplikaci se stává pro hladící

stroje nevhodnou - lepivost). Z tohoto důvodu byla ze seznamu použitých surovin vyřazena.

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 19. Receptury - korund

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

Tab 20. Receptury – písek Provodín

rec.2		
plnivo [%]	obsah cementu [%]	aditivum [%]
79	20	1
74	25	1
69	30	1
63	35	1
59	40	1
54	45	1

Tab 21. Receptury – uhelná struska

rec.3		
plnivo [%]	obsah cementu [%]	aditivum [%]
79	20	1
74	25	1
69	30	1
63	35	1
59	40	1
54	45	1

Tab 22. Receptury – umělé hutní kamenivo

rec.4		
plnivo [%]	obsah cementu [%]	aditivum [%]
79	20	1
74	25	1
69	30	1
63	35	1
59	40	1
54	45	1

Tab 23. Receptury – skleněný odpad

rec.5		
plnivo [%]	obsah cementu [%]	aditivum [%]
79	20	1
74	25	1
69	30	1
63	35	1
59	40	1
54	45	1

Tab 24. Receptury – odpadní písek

rec.6		
plnivo [%]	obsah cementu [%]	aditivum [%]
79	20	1
74	25	1
69	30	1
63	35	1
59	40	1
54	45	1

5. REALIZACE A VÝSLEDKY – ETAPA III.

Ověření vlivu obsahu pojiva a vlivu typu plniva na fyzikálně – mechanické vlastnosti

V této etapě je úkolem vybrat optimální množství pojiva (cementu) a to na základě naměřených hodnot pevností v tlaku a pevností v tahu za ohybu. Novým vstupujícím elementem do receptury superplastifikátor MELFLUX 1641 v dávkování 0,6% z hmotnosti cementu. Bude sledován vliv superplastifikátoru na pevnosti v tlaku a v tahu za ohybu jak po 1 dni, tak po 28 dnech. Pro produktivní aplikace je nutné dosáhnout rozlivu nad 120mm (hodnota 120 mm byla stanovena na základě průzkumu mezi aplikačními firmami a výrobcí stavebních hmot).

5.1 PEVNOST V TLAKU

PEVNOST V TLAKU BEZ SUPERPLASTIFIKÁTORU (BP)

Tab 25. Pevnost v tlaku po 1 dni, BP

rozliv - 160mm	pevnost v tlaku po 1 dni [N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.1	rec.2	rec.3
20	12,3	11,7	11,9
25	13,8	12,9	12,3
30	16,1	15,2	16,8
35	20,2	19,7	19,5
40	21,8	20,9	20,3
45	22,5	22,2	21,9

Tab 26. Pevnost v tlaku po 1 dni, BP

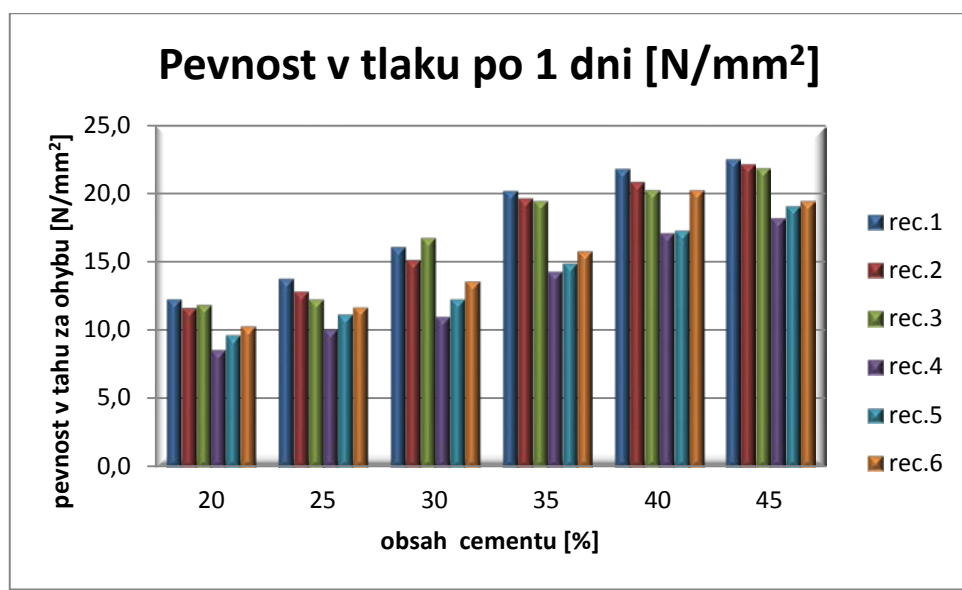
rozliv - 160mm	pevnost v tlaku po 1 dni [N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.4	rec.5	rec.6
20	8,6	9,7	10,3
25	10,1	11,2	11,7
30	11,0	12,3	13,6
35	14,3	14,9	15,8
40	17,1	17,3	20,3
45	18,2	19,1	19,5

Tab 27. Pevnost v tlaku po 28 dnech, BP

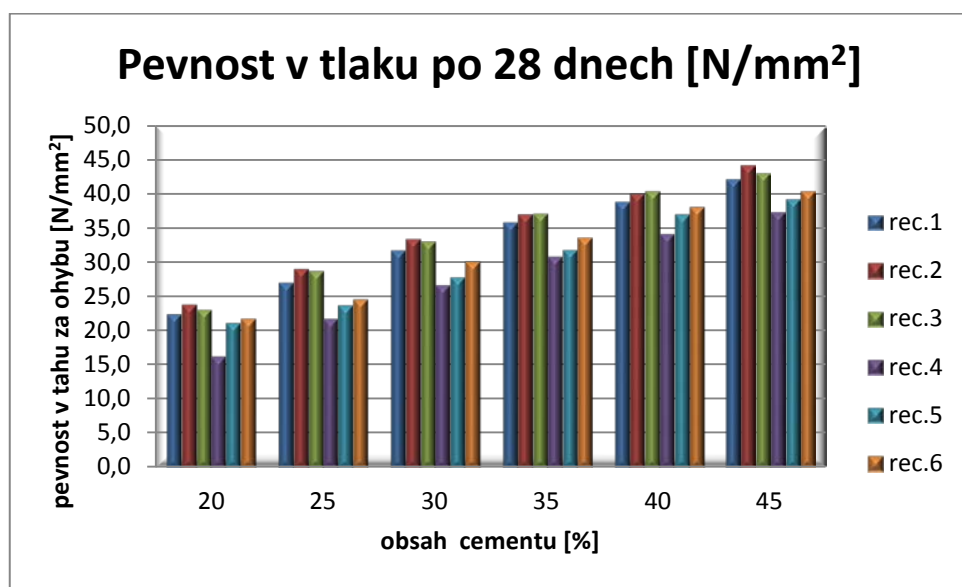
rozliv - 160mm	pevnost v tlaku po 28 dnech [N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.1	rec.2	rec.3
20	22,5	23,9	23,1
25	27,1	29,1	28,8
30	31,8	33,5	33,1
35	35,9	37,1	37,2
40	38,9	40,1	40,5
45	42,2	44,3	43,1

Tab 28. Pevnost v tlaku po 28 dnech, BP

rozliv - 160mm	pevnost v tlaku po 28 dnech[N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.4	rec.5	rec.6
20	16,4	21,2	21,9
25	21,8	23,8	24,7
30	26,7	27,9	30,2
35	30,9	31,9	33,7
40	34,2	37,1	38,2
45	37,4	39,3	40,5



Obr. 22 Graf pevností v tlaku po 1 dni, BP



Obr. 23 Graf pevností v tlaku po 28 dnech, BP

Z naměřených hodnot vyplývá, že s rostoucím množstvím obsahu cementu se zvyšovala pevnost v tlaku. Nejvyšších hodnot pevnosti v tlaku dosáhla po 28 dnech rec.2 PP s obsahem 45% cementu. Hodnoty pevností v tlaku naměřené po 28 dnech zaznamenaly téměř dvojnásobný nárůst ve srovnání s pevnostmi po 1 dni. Nejnižších pevností dosahovaly rec.4, receptury s využitím UHK.

Tab 29. Vodní součinitel, receptury BP

rozliv - 160mm	vodní součinitel[-]		
obsah cementu (%)	rec.1	rec.2	rec.3
20	0,66	0,59	0,64
25	0,69	0,61	0,66
30	0,71	0,64	0,68
35	0,74	0,67	0,72
40	0,76	0,71	0,73
45	0,78	0,73	0,75

Tab 30. Vodní součinitel, receptury BP

rozliv - 160mm	vodní součinitel[-]		
obsah cementu (%)	rec.4	rec.5	rec.6
20	0,69	0,66	0,65
25	0,72	0,71	0,70
30	0,73	0,72	0,71
35	0,75	0,75	0,73
40	0,77	0,77	0,77
45	0,80	0,79	0,79

S rostoucím množstvím obsahu cementu se zvyšoval vodní součinitel.

PEVNOST V TLAKU SE SUPERPLASTIFIKÁTOREM (P)

Tab 31. Pevnost v tlaku po 1 dni, sesuperplastifikátorem (P)

rozliv - 160mm	pevnost v tlaku po 1 dni [N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.1	rec.2	rec.3
20	22,1	20,7	20,9
25	24,1	22,8	23,1
30	26,9	24,1	25,3
35	28,9	26,0	27,9
40	30,2	27,1	28,4
45	31,8	29,9	30,1

Tab 32. Pevnost v tlaku po 1 dni, P

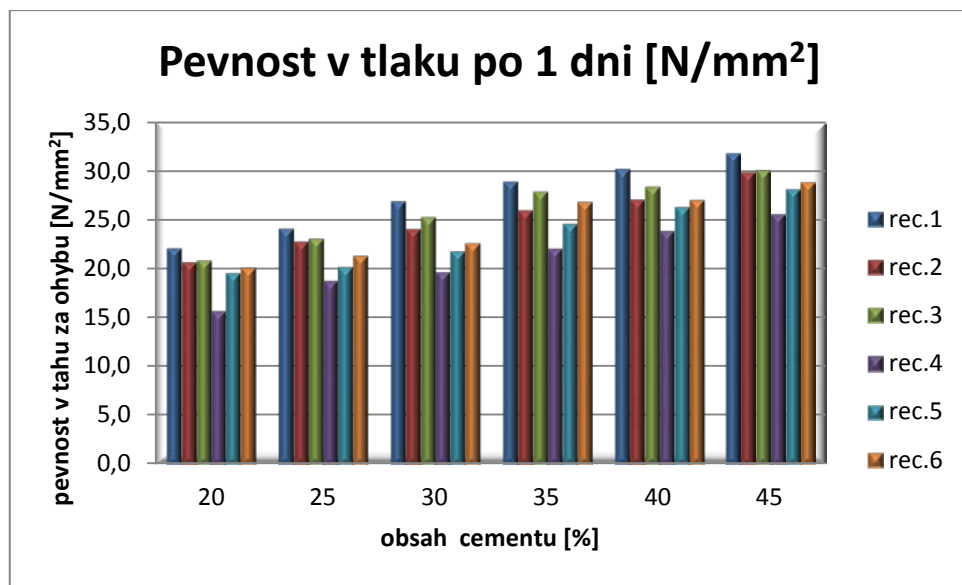
rozliv - 160mm	pevnost v tlaku po 1 dni [N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.4	rec.5	rec.6
20	15,7	19,6	20,2
25	18,8	20,2	21,4
30	19,7	21,8	22,7
35	22,1	24,6	26,9
40	23,9	26,3	27,1
45	25,6	28,1	28,9

Tab 33. Pevnost v tlaku po 28 dnech, P

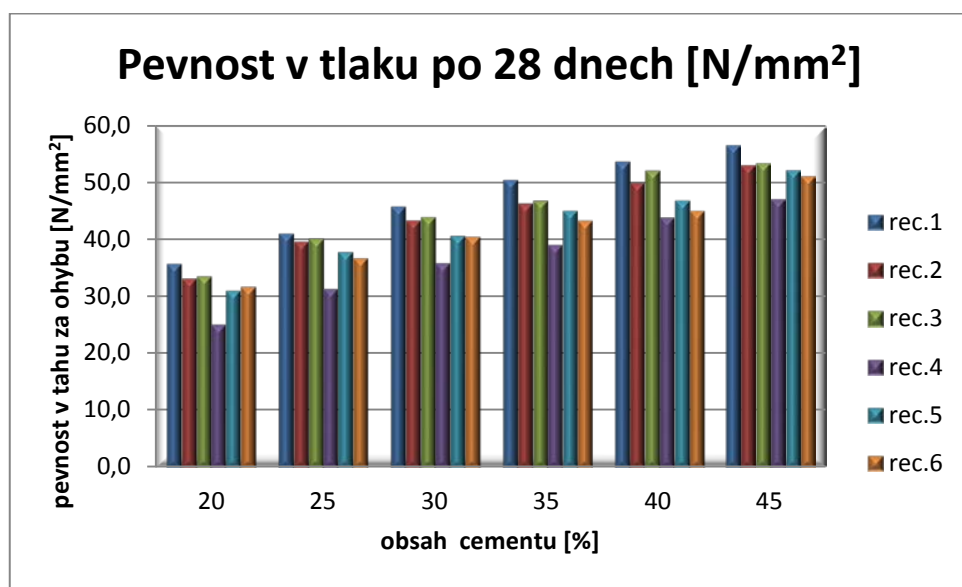
rozliv - 160mm	pevnost v tlaku po 28 dnech[N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.1	rec.2	rec.3
20	35,8	33,2	33,6
25	41,1	39,7	40,2
30	45,8	43,4	44,0
35	50,5	46,4	46,9
40	53,7	50,0	52,2
45	56,6	53,1	53,5

Tab 34. Pevnost v tlaku po 28 dnech, P

rozliv - 160mm	pevnost v tlaku po 28 dnech[N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.4	rec.5	rec.6
20	25,1	31,1	31,8
25	31,4	37,9	36,8
30	35,9	40,7	40,5
35	39,1	45,1	43,4
40	43,9	46,9	45,1
45	47,1	52,2	51,2



Obr. 24 Graf pevností v tlaku po 1 dni, P



Obr. 25 Graf pevností v tlaku po 28 dnech, P

Z naměřených hodnot vyplývá, že s rostoucím množstvím obsahu cementu se zvyšovala pevnost v tlaku. Nejvyšších hodnot pevnosti v tlaku dosáhla po 28 dnech rec.1 K s obsahem 45% cementu. Nejnižších pevností dosahovaly rec.4, receptury s využitím UHK. Superplastifikátor splnil předpoklad nárůstu pevností v tlaku.

Tab 35. Vodní součinitel, P

rozliv - 160mm	vodní součinitel[-]		
obsah cementu (%)	rec.1	rec.2	rec.3
20	0,53	0,50	0,54
25	0,54	0,52	0,56
30	0,56	0,52	0,57
35	0,57	0,53	0,57
40	0,59	0,54	0,58
45	0,59	0,55	0,59

Tab 36. Vodní součinitel, P

rozliv - 160mm	vodní součinitel[-]		
obsah cementu (%)	rec.4	rec.5	rec.6
20	0,57	0,54	0,53
25	0,58	0,55	0,54
30	0,60	0,56	0,54
35	0,60	0,57	0,56
40	0,60	0,57	0,57
45	0,61	0,59	0,57

S rostoucím množstvím obsahu cementu se zvyšoval vodní součinitel. Vodní součinitel byl upravován tak, aby bylo dosaženo hodnoty rozlivu 160 mm, což je hodnota určená referenční recepturou. Receptury s P dosahovaly rozlivu 160 mm při nižších hodnotách vodního součinitele.

5.2 PEVNOST V TAHU ZA OHYBU

PEVNOST V TAHU ZA OHYBU (BP)

Tab 37. Pevnost v tahu za ohybu po 1 dni, bez superplastifikátoru (BP)

rozliv - 160mm	pevnost v tahu za ohybu po 1 dni [N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.1	rec.2	rec.3
20	2,91	2,78	2,52
25	3,12	3,01	2,81
30	3,26	3,22	3,04
35	3,72	3,52	3,65
40	3,68	3,81	3,61
45	3,95	3,83	3,77

Tab 38. Pevnost v tahu za ohybu po 1 dni, BP

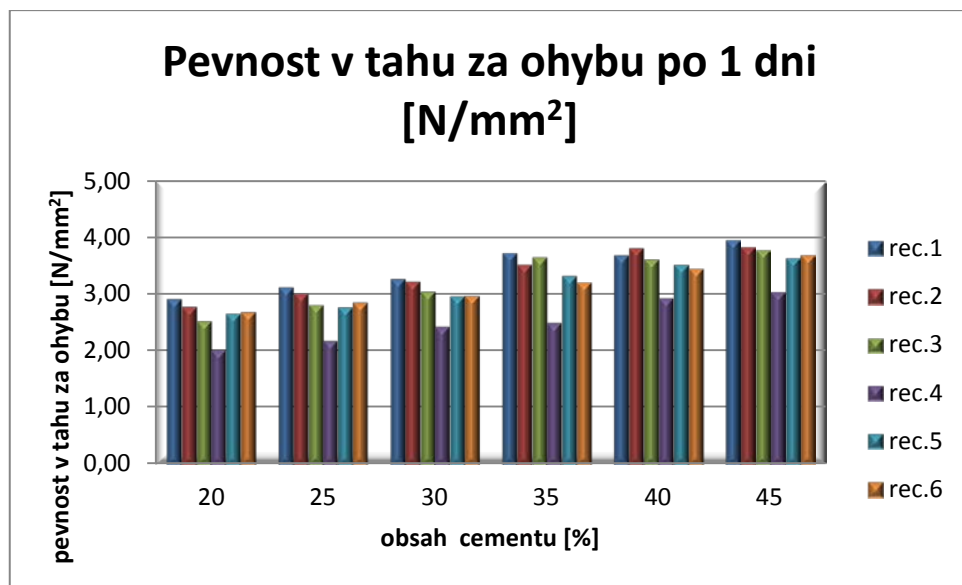
rozliv - 160mm	pevnost v tahu za ohybu po 1 dni [N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.4	rec.5	rec.6
20	2,01	2,65	2,69
25	2,18	2,77	2,85
30	2,42	2,96	2,97
35	2,49	3,32	3,21
40	2,92	3,51	3,45
45	3,03	3,63	3,69

Tab 39. Pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech, BP

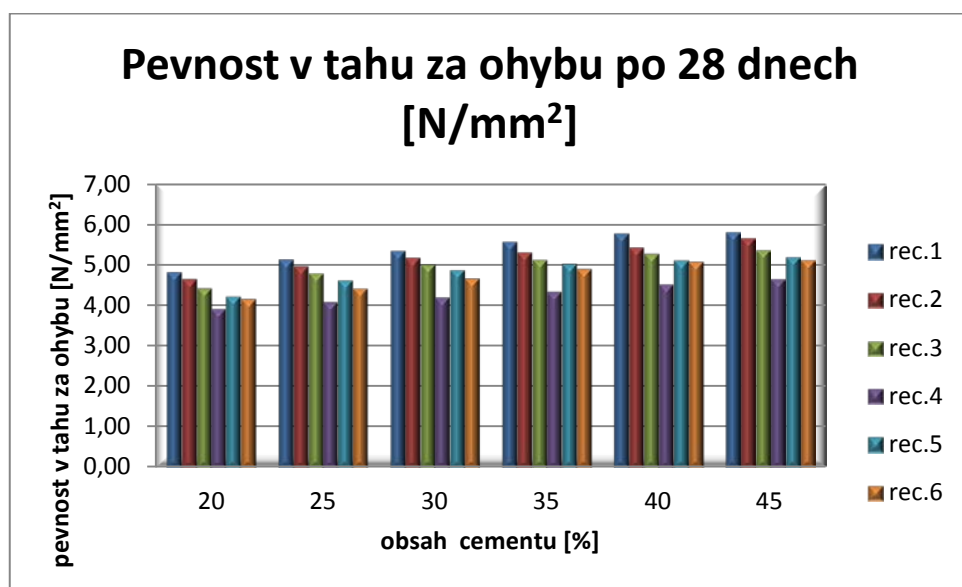
rozliv - 160mm	pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech [N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.1	rec.2	rec.3
20	4,83	4,65	4,42
25	5,15	4,97	4,80
30	5,36	5,18	5,01
35	5,58	5,31	5,13
40	5,79	5,43	5,28
45	5,82	5,66	5,37

Tab 40. Pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech, BP

rozliv - 160mm	pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech [N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.4	rec.5	rec.6
20	3,91	4,22	4,16
25	4,07	4,61	4,42
30	4,19	4,87	4,67
35	4,33	5,02	4,91
40	4,51	5,11	5,08
45	4,64	5,19	5,12



Obr. 26 Graf pevností v tahu za ohybu po 1 dni, BP



Obr. 27 Graf pevností v tahu za ohybu po 28 dnech, BP

Z naměřených výsledků je zřejmé, že s rostoucím množstvím obsahu cementu se zvyšovala pevnost v tahu za ohybu. Nejvyšších hodnot pevnosti v tahu za ohybu dosáhla po 28 dnech rec.1 s plnivem K s obsahem 45% cementu. Nejnižších pevností dosahovaly rec.4, receptury s využitím UHK.

PEVNOST V TAHU ZA OHYBU SE SUPERPLASTIFIKÁTOREM (P)

Tab 41. Pevnost v tahu za ohybu po 1 dni, P

rozliv - 160mm	pevnost v tahu za ohybu po 1 dni [N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.1	rec.2	rec.3
20	3,32	3,14	3,08
25	3,55	3,41	3,32
30	3,61	3,58	3,52
35	3,91	3,77	3,88
40	3,99	3,82	3,94
45	4,27	4,10	4,06

Tab 42. Pevnost v tahu za ohybu po 1 dni, P

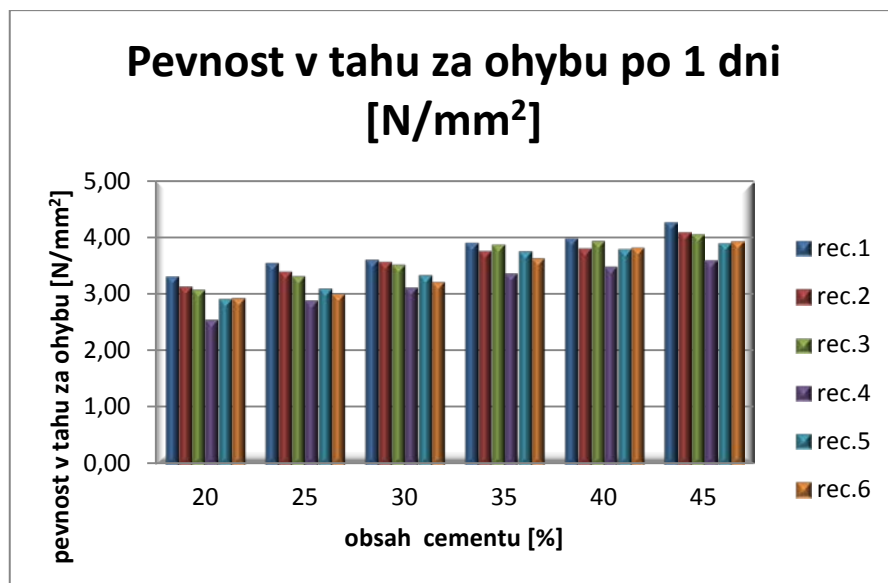
rozliv - 160mm	pevnost v tahu za ohybu po 1 dni [N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.4	rec.5	rec.6
20	2,54	2,91	2,94
25	2,88	3,09	3,01
30	3,11	3,33	3,22
35	3,36	3,75	3,64
40	3,48	3,79	3,83
45	3,59	3,89	3,94

Tab 43. Pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech, P

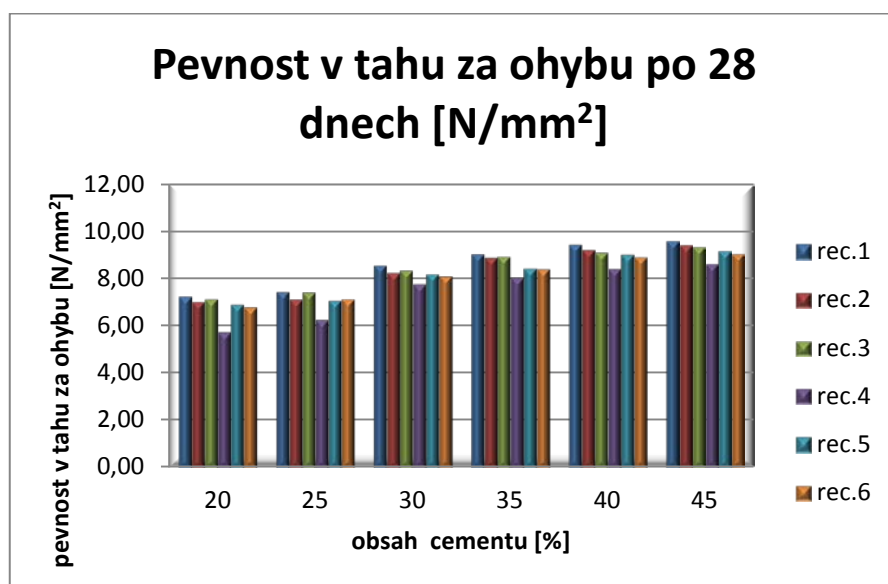
rozliv - 160mm	pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech [N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.1	rec.2	rec.3
20	7,23	7,01	7,10
25	7,43	7,11	7,39
30	8,55	8,23	8,32
35	9,02	8,88	8,91
40	9,44	9,21	9,08
45	9,59	9,41	9,31

Tab 44. Pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech, P

rozliv - 160mm	pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech [N/mm ²]		
obsah cementu (%)	rec.4	rec.5	rec.6
20	5,72	6,92	6,78
25	6,23	7,08	7,12
30	7,75	8,19	8,08
35	8,02	8,44	8,39
40	8,38	9,02	8,89
45	8,59	9,18	9,03



Obr. 28 Graf pevností v tahu za ohybu po 1 dni, P



Obr. 29 Graf pevností v tahu za ohybu po 28 dnech, P

Z naměřených výsledků je zřejmé, že s rostoucím množstvím obsahu cementu se zvyšovala pevnost v tahu za ohybu. Nejnižších pevností dosahovaly rec.4, receptury s využitím UHK. Pevnost v tahu za ohybu u receptur s obsahem P se při srovnání s neupravenými recepturami zvýšila.

Na základě naměřených hodnot pevností v tlaku a tahu za ohybu a po srovnání s parametry komerčně vyráběných podlahových hmot, byl zvolen jako optimální obsah cementu v množství 35%. Při tomto obsahu cementu dosahujeme srovnatelných pevností jako u komerčních směsí. Nejvyšších pevností bylo dosaženo při použití plniva umělého korundu, jenž se vyznačuje nejvyššími parametry tvrdosti. Vzhledem k vysokým pořizovacím nákladům je však cílem nalézt ekonomičtější variantu.

Nejlepších hodnot z testovaných druhotných surovin 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.

Použití superplastifikátoru prokázalo kladný vliv jak na reologické vlastnosti, tak na výsledné pevnosti v tlaku a pevnosti v tahu za ohybu.

6. REALIZACE A VÝSLEDKY – ETAPA IV.

Stanovení fyzikálně mechanických vlastností, výběr nejvhodnější receptury

Stavba systému podlahoviny:

- Podkladní beton
- Vazebný polymercementový můstek 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 můstek 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 můstek Fortedur 1091 je směs obsahující speciální druhy cementů, plniv, chemických přísad pro zajištění vysoké přilnavosti napojovaných vrstev.

Náplní této etapy je ověření vlivu mechanických postupů aplikace potěrů na fyzikálně - mechanické vlastnosti jako jsou pevnost v tlaku, pevnost v tahu za ohybu, odolnost proti obrusu, porozita, přídržnost. Současně bude také sledován vliv na tyto vlastnosti přidáním mikroplniv a finálního těsnicího nátěru. Na základě výsledků dosažených v Etapě III. jsou již všechny receptury s obsahem pojiva 35%. Obsah 35% cementu byl zvolen z toho důvodu, že při tomto obsahu cementu dosahujeme srovnatelných pevností jako u komerčních směsí.

6.1 PEVNOST V TLAKU

Tab 45. Pevnost v tlaku po 1 dni, P, 35%

rozliv - 160mm	pevnost v tlaku po 1 dni [N/mm ²]		
vodní součinitel[-]	rec.1	rec.2	rec.3
0,48	33,5	35,2	34,6
0,52	29,1	30,5	29,4
0,56	27,1	24,0	25,5
0,60	22,1	21,1	22,8
0,64	18,4	18,1	18,9

Tab 46. Pevnost v tlaku po 1 dni, P, 35%

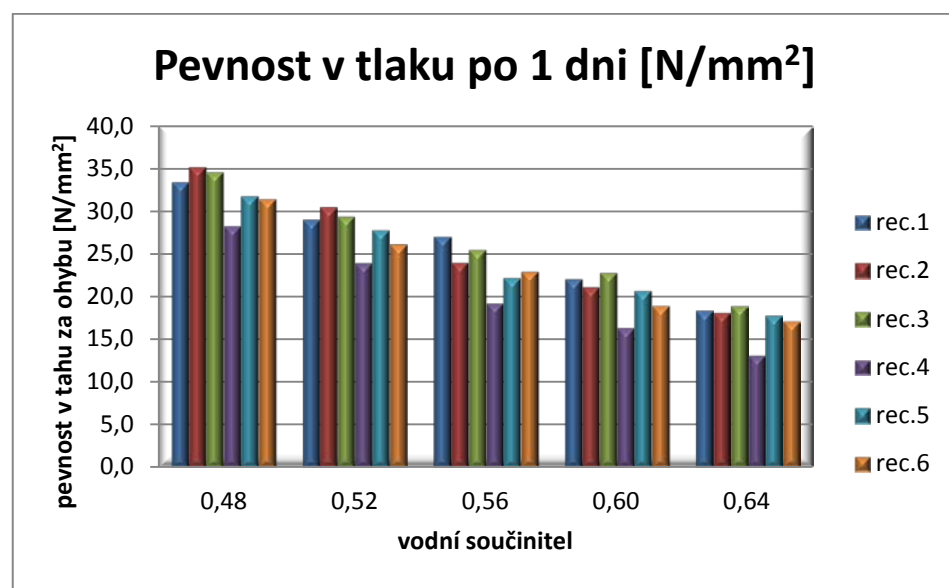
rozliv - 160mm	pevnost v tlaku po 1 dni [N/mm ²]		
vodní součinitel[-]	rec.4	rec.5	rec.6
0,48	28,2	31,8	31,4
0,52	23,9	27,8	26,1
0,56	19,2	22,2	22,9
0,60	16,3	20,7	18,9
0,64	13,1	17,8	17,1

Tab 47. Pevnost v tlaku po 28 dnech, P, 35%

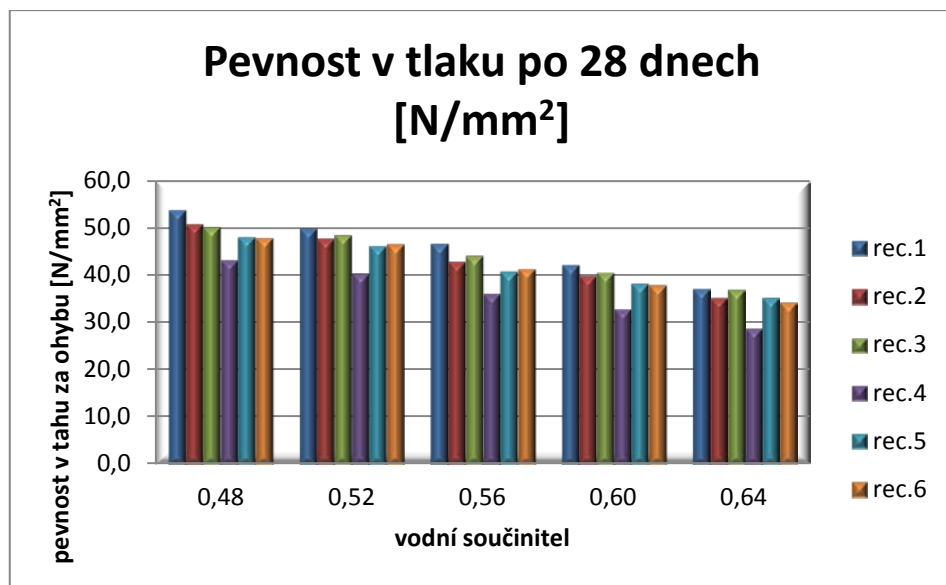
rozliv - 160mm	pevnost v tlaku po 28 dnech[N/mm ²]		
vodní součinitel[-]	rec.1	rec.2	rec.3
0,48	53,8	50,8	50,2
0,52	49,9	47,7	48,5
0,56	46,6	42,8	44,1
0,60	42,2	39,9	40,5
0,64	37,1	35,2	36,9

Tab 48. Pevnost v tlaku po 28 dnech, P, 35%

rozliv - 160mm	pevnost v tlaku po 28 dnech[N/mm ²]		
vodní součinitel[-]	rec.4	rec.5	rec.6
0,48	43,2	48,0	47,9
0,52	40,4	46,1	46,6
0,56	36,1	40,7	41,4
0,60	32,9	38,1	37,9
0,64	28,8	35,1	34,2



Obr. 30 Graf pevností v tlaku po 1 dni, P, 35%



Obr. 31 Graf pevností v tlaku po 28 dnech, P, 35%

Z naměřených hodnot vyplývá, že se snižujícím se vodním součinitelem se zvyšovala pevnost v tlaku. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo při velikosti vodního součinitele 0,48. Nejvyšších hodnot pevnosti v tlaku dosáhla po 28 dnech rec.1 K, srovnatelné hodnoty dosáhly receptury rec.5 s plnivem SO a rec.6 s plnivem OP. Nejnižších pevností opět dosahovaly rec.4, receptury s využitím UHK.

6.2 PEVNOST V TAHU ZA OHYBU

Tab 49. Pevnost v tahu za ohybu po 1 dni, P, 35%

rozliv - 160mm	pevnost v tahu za ohybu po 1 dni [N/mm ²]		
vodní součinitel[-]	rec.1	rec.2	rec.3
0,48	3,32	3,14	3,08
0,52	3,55	3,41	3,32
0,56	3,61	3,58	3,52
0,60	3,91	3,77	3,88
0,64	3,99	3,82	3,94

Tab 50. Pevnost v tahu za ohybu po 1 dni, P, 35%

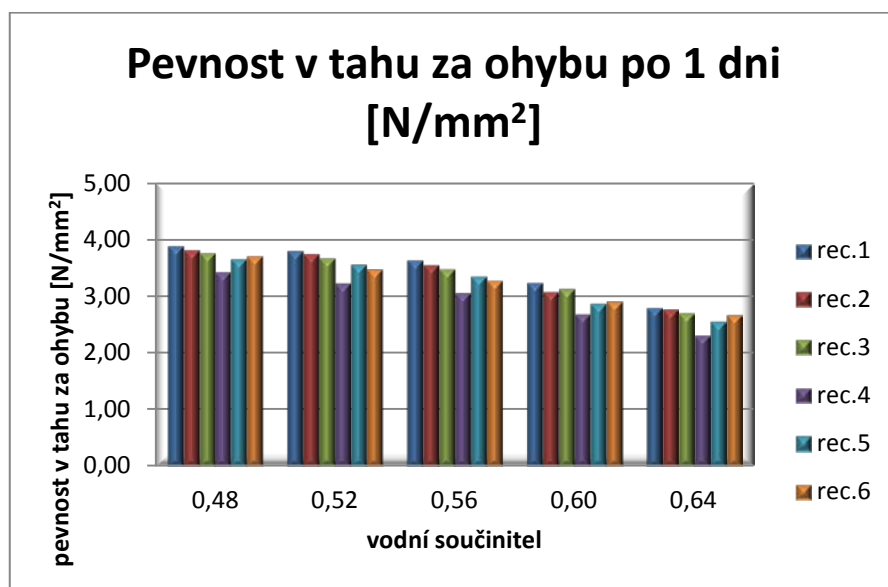
rozliv - 160mm	pevnost v tahu za ohybu po 1 dni [N/mm ²]		
vodní součinitel[-]	rec.4	rec.5	rec.6
0,48	2,54	2,91	2,94
0,52	2,88	3,09	3,01
0,56	3,11	3,33	3,22
0,60	3,36	3,75	3,64
0,64	3,48	3,79	3,83

Tab 51. Pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech, P, 35%

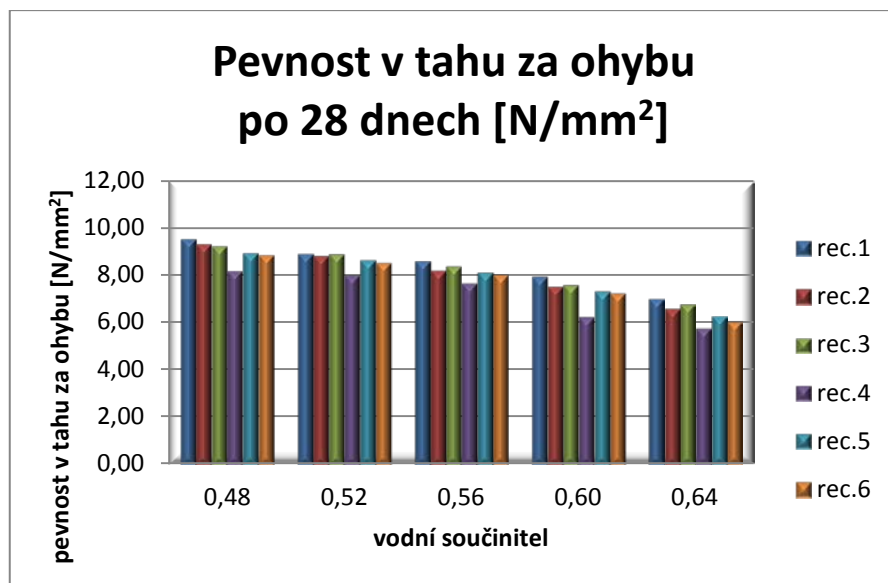
rozliv - 160mm	pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech[N/mm ²]		
vodní součinitel[-]	rec.1	rec.2	rec.3
0,48	7,23	7,01	7,10
0,52	7,43	7,11	7,39
0,56	8,55	8,23	8,32
0,60	9,02	8,88	8,91
0,64	9,44	9,21	9,08

Tab 52. Pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech, P, 35%

rozliv - 160mm	pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech[N/mm ²]		
vodní součinitel[-]	rec.4	rec.5	rec.6
0,48	5,72	6,92	6,78
0,52	6,23	7,08	7,12
0,56	7,75	8,19	8,08
0,60	8,02	8,44	8,39
0,64	8,38	9,02	8,89



Obr. 32 Graf pevností v tahu za ohybu po 1 dni, P, 35%



Obr. 33 Graf pevností v tahu za ohybu po 28 dnech, P, 35%

Z naměřených hodnot vyplývá, že se snižujícím se vodním součinitelem se zvyšovala pevnost v tahu za ohybu. Nejvyšších hodnot bylo dosaženo při velikosti vodního součinitele 0,48. Nejvyšších hodnot pevnosti v tahu za ohybu dosáhla po 28 dnech rec.1 K a rec.2 s plnivem PP. Nejnižších pevností opět dosahovala rec.4, receptury s využitím UHK.

6.3 ROZLIV

Zkouška rozlivu byla prováděna na všech recepturách. U zkoušky byl sledován vliv plastifikátoru na velikost rozlivu a současně také vliv jednotlivých použitých plniv.

ROZLIV BEZ SUPERPLASTIFIKÁTORU (BP)

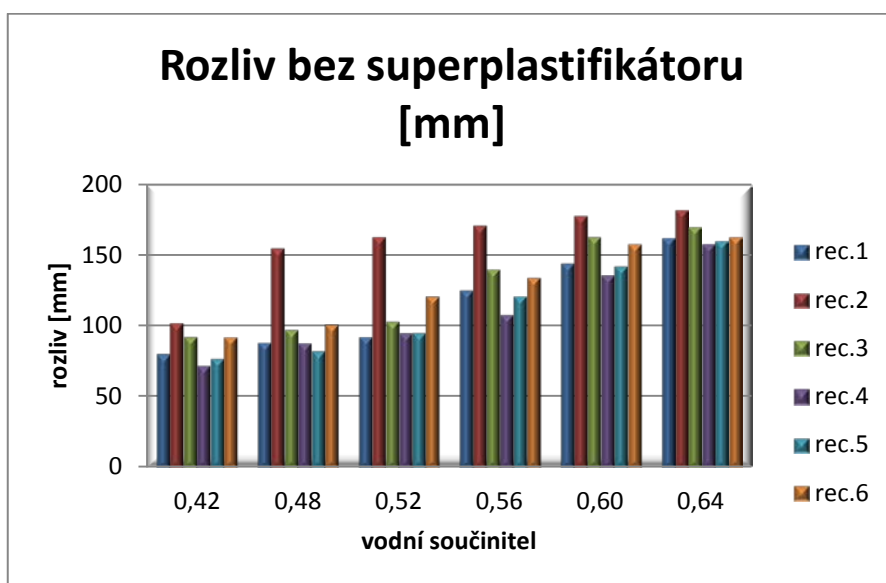
Tab 53. Rozliv, BP, 35%

vodní součinitel [-]	rozliv[mm]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	80	102	92
0,48	88	155	97
0,52	92	163	103
0,56	125	171	140
0,60	144	178 - B	163
0,64	162	182 - B	170

Tab 54. Rozliv, BP, 35%

vodní součinitel [-]	rozliv[mm]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	72	77	92
0,48	88	82	101
0,52	95	95	121
0,56	108	121	134
0,60	136	142	158
0,64	158	160	163

Pozn.: B- bleeding



Obr. 34 Graf rozlivu,BP, 35%

ROZLIV SE SUPERPLASTIFIKÁTOREM (P)

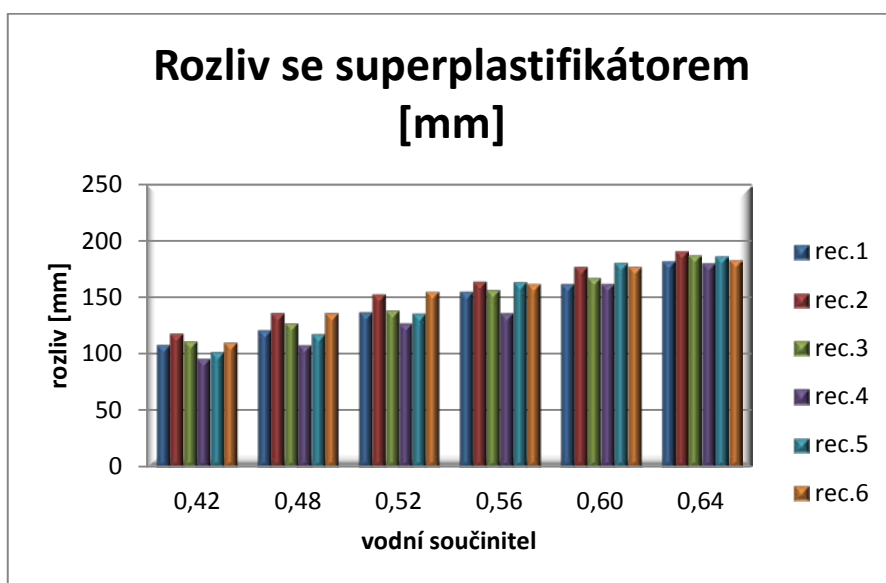
Tab 55. Rozliv, P, 35%

vodní součinitel [-]	rozliv[mm]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	108	118	112
0,48	121	136	128
0,52	137	153	139
0,56	155	164	157
0,60	162	177	168
0,64	182 - B	191 - B	188 - B

Tab 56. Rozliv, P, 35%

vodní součinitel [-]	rozliv[mm]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	96	102	110
0,48	108	118	136
0,52	127	136	155
0,56	136	164	162
0,60	162	181 - B	177
0,64	180 - B	187 - B	183 - B

Pozn.: B- bleeding



Obr. 35 Graf rozlivu, P, 35%

Z uvedených hodnot vyplývá, že s rostoucí hodnotou vodního součinitele se zvětšovala hodnota rozlivu. Bez použití superplastifikátoru docházelo u rec.2 k výraznému navýšení rozlivu v porovnání s ostatními recepturami a plniva a současně také při hodnotách vodního součinitele 0,60 a 0,64 byl zřetelný jev bleedingu.

Tento stejný stav nastal při použití plastifikátoru u všech receptur při hodnotě vodního součinitele 0,64.

Formulace nevyužívající mikroplniva vykazovala nejnižší tokové schopnosti, což bylo způsobeno i vyšší dávkou potřebné záhustky, která eliminovala bleeding a další defekty.

Bleeding– receptura obsahuje vodu, která zajišťuje aplikovatelnost hmoty (její schopnost být ukládána na plochu). Při nadměrném obsahu vody dochází k jejímu hromadění na povrchu hmoty (krvácení hmoty) a s tím souvisejí i povrchové defekty hmoty způsobené vyplavováním jemných podílů hmoty /plniva, pojiva/.

6.4 STANOVENÍ PŘÍDRŽNOSTI

Zásadní vliv na přídržnost potěru má technologický postup, tudíž zda je potěr při aplikaci hlazen či nikoliv. Následující měření má za úkol toto tvrzení potvrdit a současně také ukázat, zda je přídržnost ovlivněna přidáním plastifikátoru do receptury.

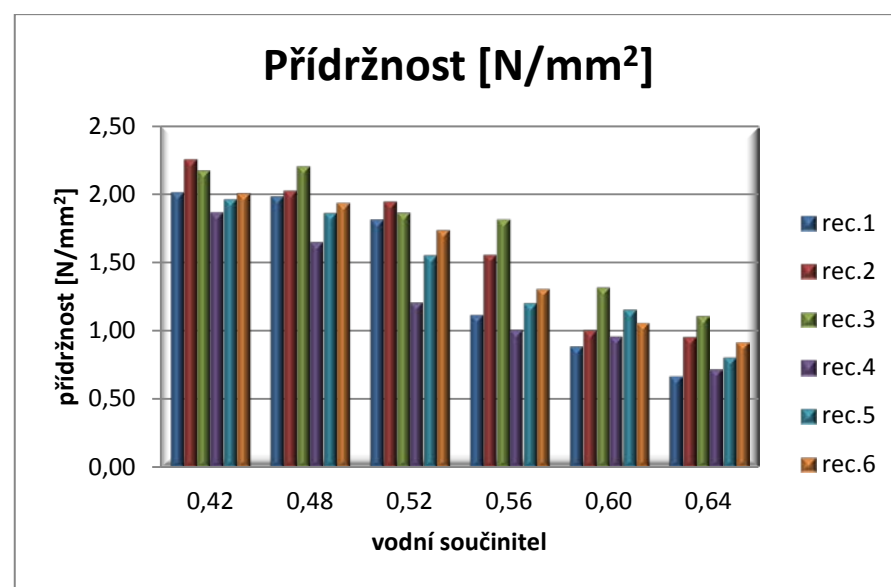
STANOVENÍ PŘÍDRŽNOSTI, BEZ HLAZENÍ (BH)

Tab 57. Přídržnost, P, 35%, BH

vodní součinitel [-]	Přídržnost[N/mm ²]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	2,02	2,26	2,18
0,48	1,99	2,03	2,21
0,52	1,82	1,95	1,87
0,56	1,12	1,56	1,82
0,60	0,89	1,01	1,32
0,64	0,67	0,96	1,11

Tab 58. Přídržnost, P, 35%, BH

vodní součinitel [-]	Přídržnost[N/mm ²]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	1,87	1,97	2,01
0,48	1,65	1,87	1,94
0,52	1,21	1,56	1,74
0,56	1,01	1,21	1,31
0,60	0,96	1,16	1,06
0,64	0,72	0,81	0,92



Obr. 36 Graf přídržnosti, P, 35%, BH

STANOVENÍ PŘÍDRŽNOSTI, S HLAZENÍM (H)

Tab 59. Přídržnost, P, 35%, H

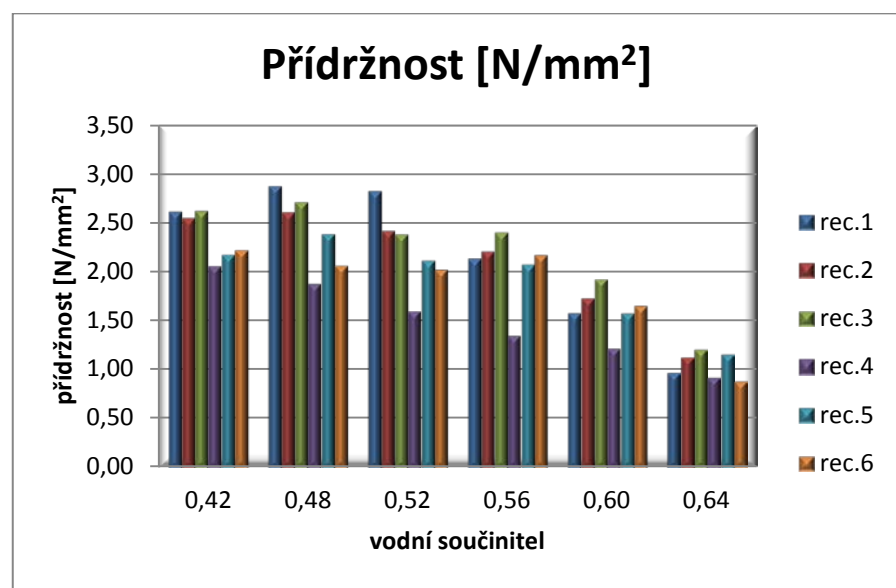
vodní součinitel [-]	Přídržnost[N/mm ²]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	2,62	2,55	2,63
0,48	2,88	2,61	2,72mm
0,52	2,83	2,42	2,39
0,56	2,14	2,21	2,41
0,60	1,58	1,73	1,93
0,64	0,97	1,13	1,21

Tab 60. Přídržnost, P, 35%, H

vodní součinitel [-]	Přídržnost[N/mm ²]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	2,06	2,18	2,22
0,48	1,88	2,39	2,06
0,52	1,60	2,12	2,02
0,56	1,35	2,08	2,17
0,60	1,22	1,58	1,65
0,64	0,92	1,16	0,88

Tab 61. Místo porušení

p	potěr
b	betonový podklad
m/b	můstek-betonový podklad
m	přechodový můstek
p/m	potěr-můstek



Obr. 37 Graf přídržnosti, P, 35%, H

Přidržnost podlahového potěru byla podle očekávání zvýšena úvodním hlazením materiálu. Hlazení potěru mělo také významný vliv na místo porušení při odtrhových zkouškách. Receptury, které nebyly při aplikaci hlazeny, byly ve všech případech k porušení v místě potěru. Naopak, při hlazení potěru došlo u všech receptur s vodním součinitelem 0,42, vyjma rec.4 s UHK, k porušení v místě betonového podkladu. Nejlepší přidržnosti bylo dosaženo u receptur s hodnotou vodního součinitele 0,42.

Všechny receptury s nižšími vodními součiniteli vykazovaly hodnotu nad 1,5 N/mm² a tudíž splňují požadavky na hmoty kladené z pohledu přidržnosti.

6.5 STANOVENÍ ODOLNOSTI PROTI OBRUSU METODOU BCA

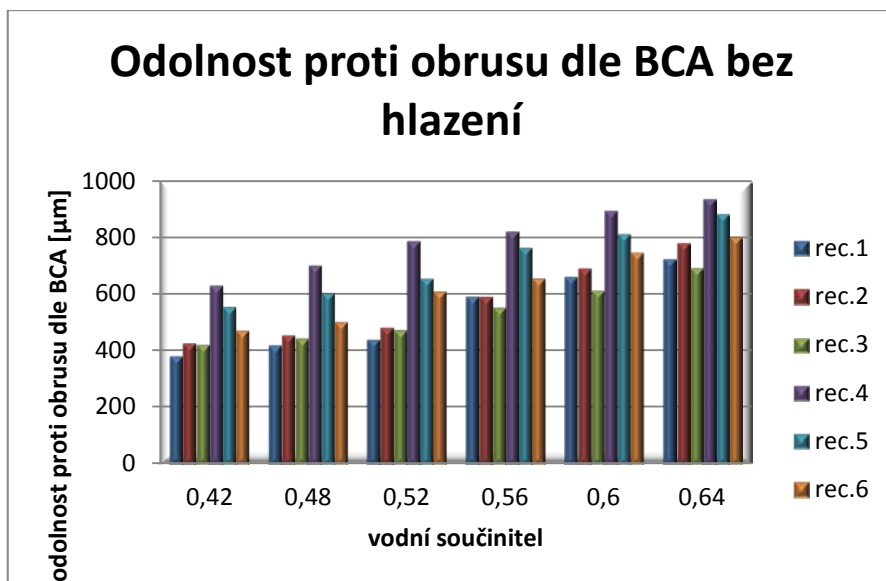
ODOLNOST PROTI OBRUSU METODOU BCA, BEZ HLAZENÍ (BH)

Tab 62. Odolnost proti obrusu BCA, P, 35%, BH

vodní součinitel [-]	Obrus[μm]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	382	426	421
0,48	421	455	442
0,52	440	482	472
0,56	592	591	551
0,60	661	691	612
0,64	724	781	691

Tab 63. Odolnost proti obrusu BCA, P, 35%, BH

vodní součinitel [-]	Obrus[μm]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	632	553	472
0,48	703	602	503
0,52	789	655	609
0,56	823	762	655
0,60	896	811	747
0,64	937	882	801



Obr. 38 Odolnost proti obrusu BCA, P, 35%, BH

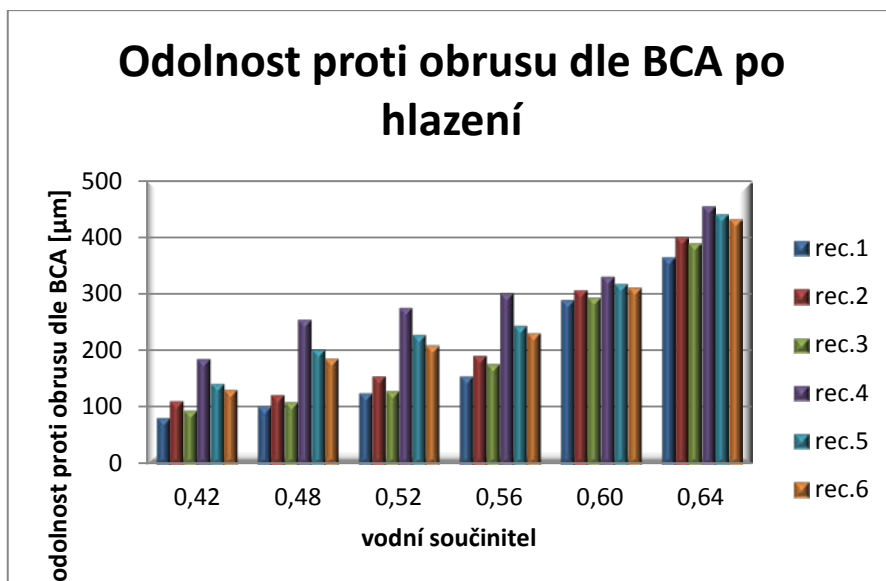
ODOLNOST PROTI OBRUSU METODOU BCA, PO HLAZENÍ (H)

Tab 64. Odolnost proti obrusu BCA, P, 35%, H

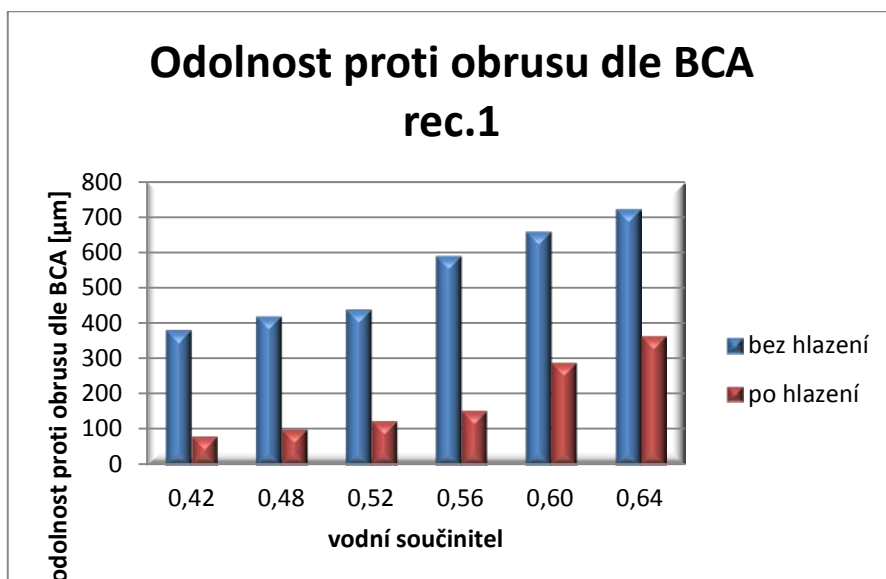
vodní součinitel [-]	ObrusBCA[μm]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	82	112	95
0,48	102	123	110
0,52	126	156	129
0,56	155	192	177
0,60	289	308	293
0,64	365	401	389

Tab 65. Odolnost proti obrusu BCA, P, 35%, H

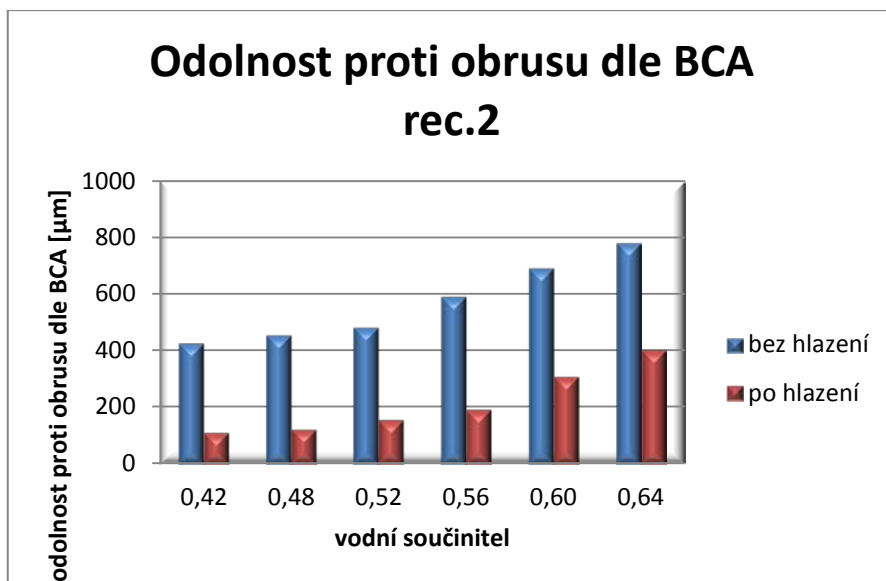
vodní součinitel [-]	ObrusBCA[μm]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	186	143	132
0,48	255	203	187
0,52	276	228	210
0,56	302	244	231
0,60	331	318	311
0,64	455	441	432



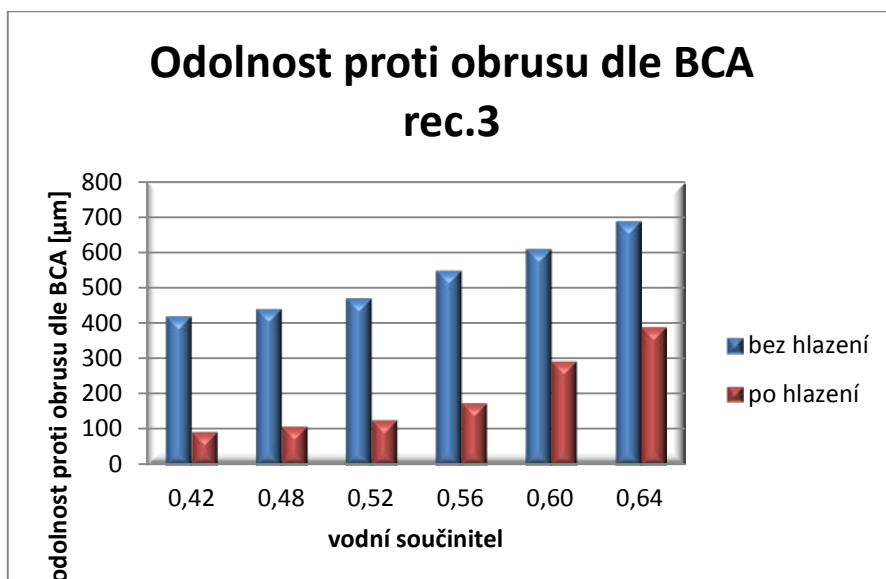
Obr. 39 Odolnost proti obrusu BCA, P, 35%, H



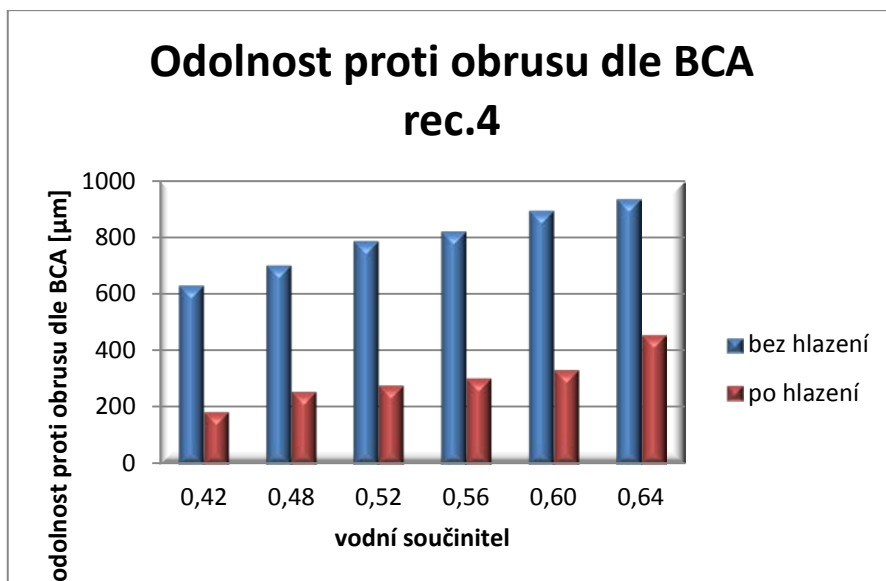
Obr. 40 Odolnost proti obrusu BCA, P, 35%, rec.1



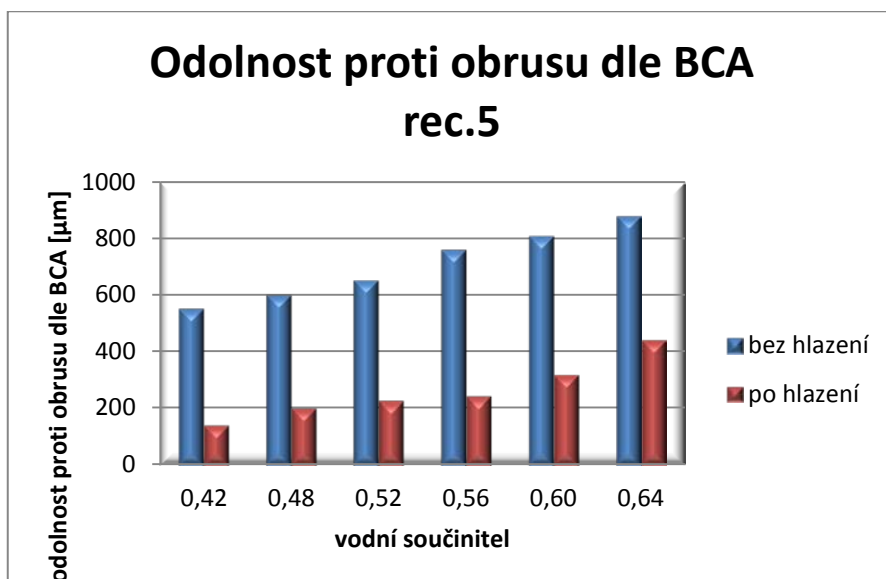
Obr. 41 Odolnost proti obruš BCA, P, 35%, rec.2



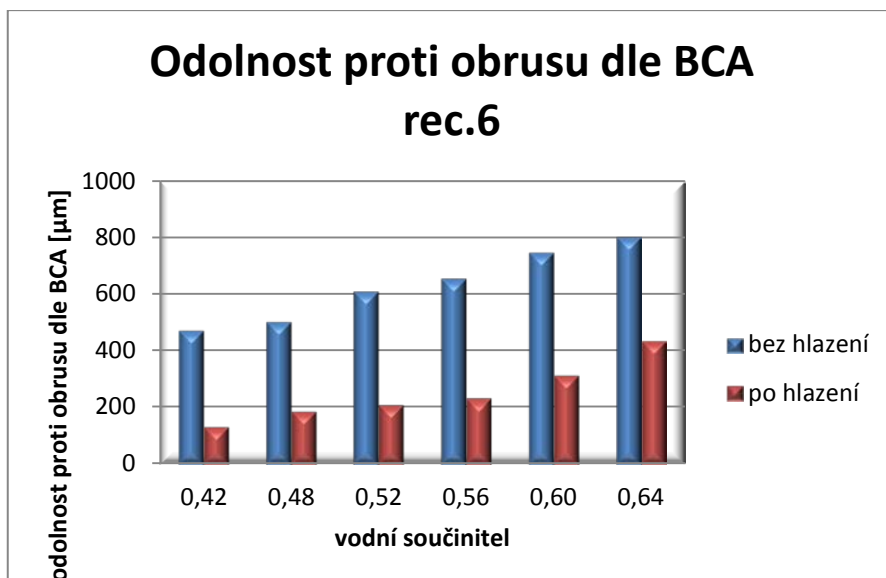
Obr. 42 Odolnost proti obruš BCA, P, 35%, rec.3



Obr. 43 Odolnost proti obruš BCA, P, 35%, rec.4



Obr. 44 Odolnost proti obruš BCA, P, 35%, rec.5



Obr. 45 Odolnost proti obruš BCA, P, 35%, rec.6

Z naměřených hodnot zkoušky odolnosti proti obruš metodou BCA bylo prokázáno, že při aplikaci potěru má hlazení výrazný vliv na zvýšení odolnosti proti obruš. Nejnižší odolnost proti obruš měla rec.4 s UHK. Nejlepších vlastností bylo dosaženo u receptur s vodním součinitelem 0,42.

6.6 STANOVENÍ ODOLNOSTI PROTI OBRUSU METODOU BÖHME

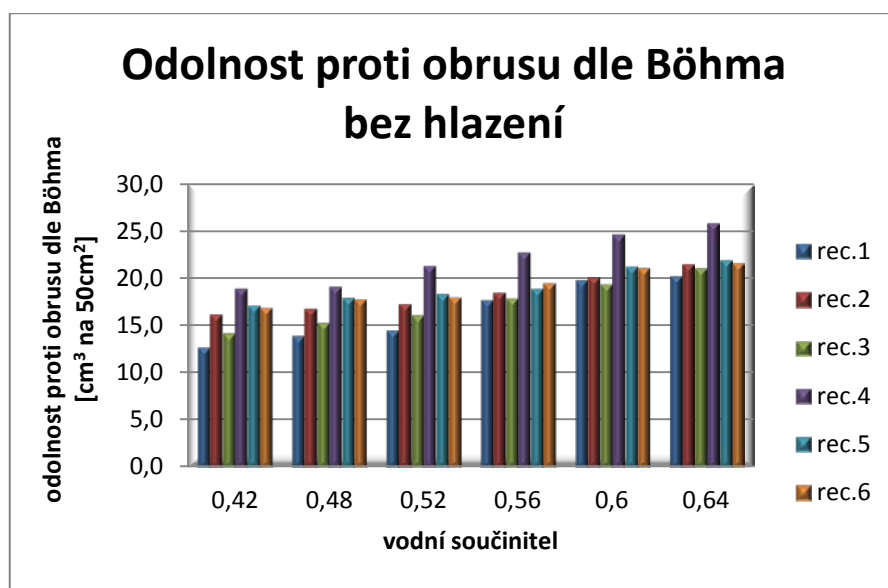
ODOLNOST PROTI OBRUSU METODOU BÖHME, BEZ HLAZENÍ (BH)

Tab 66. Odolnost proti obruš Böhme, P, 35%, BH

vodní součinitel [-]	Obrus Böhme [cm ³ na 50cm ²]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	12,7	16,2	14,2
0,48	13,9	16,8	15,3
0,52	14,5	17,3	16,1
0,56	17,7	18,5	17,9
0,60	19,8	20,1	19,4
0,64	20,2	21,5	21,1

Tab 67. Odolnost proti obrušbě Böhme, P, 35%, BH

vodní součinitel [-]	Obrus Böhme [cm ³ na 50cm ²]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	18,9	17,1	16,9
0,48	19,1	17,9	17,8
0,52	21,3	18,3	18,0
0,56	22,7	18,9	19,5
0,60	24,6	21,2	21,1
0,64	25,8	21,9	21,6



Obr. 46 Odolnost proti obrušbě Böhme, P, 35%, BH

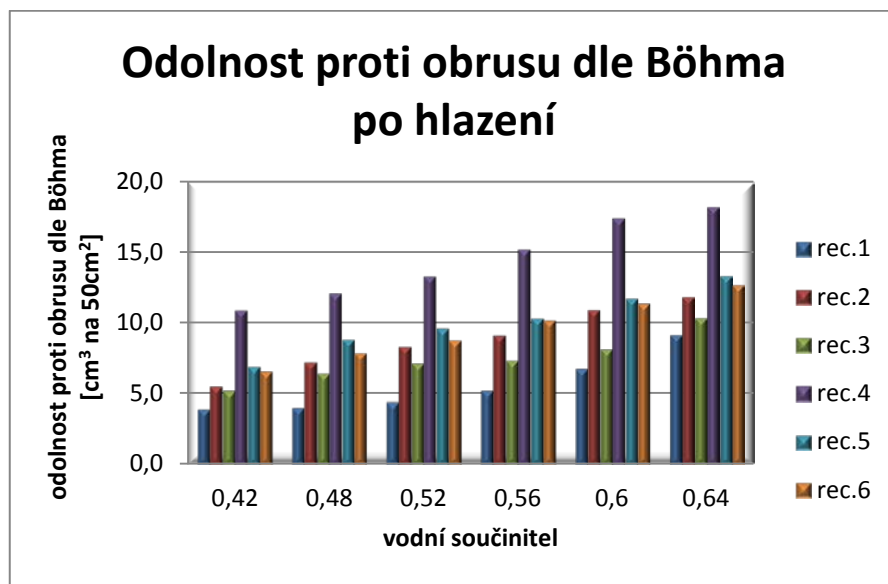
STANOVENÍ ODOLNOSTI PROTI OBRUSU METODOU BÖHME, S HLAZENÍM

Tab 68. Odolnost proti obrušbě Böhme, P, 35%, H

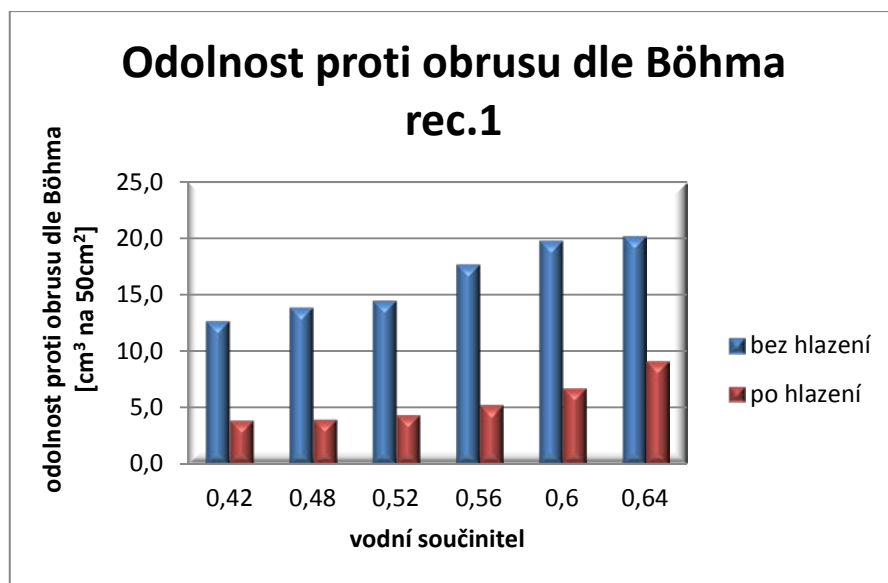
vodní součinitel [-]	Obrus Böhme [cm ³ na 50cm ²]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	3,9	5,5	5,2
0,48	4,0	7,2	6,4
0,52	4,4	8,3	7,1
0,56	5,2	9,1	7,3
0,60	6,7	10,9	8,1
0,64	9,1	11,8	10,3

Tab 69. Odolnost proti obrušbě Böhme, P, 35%, H

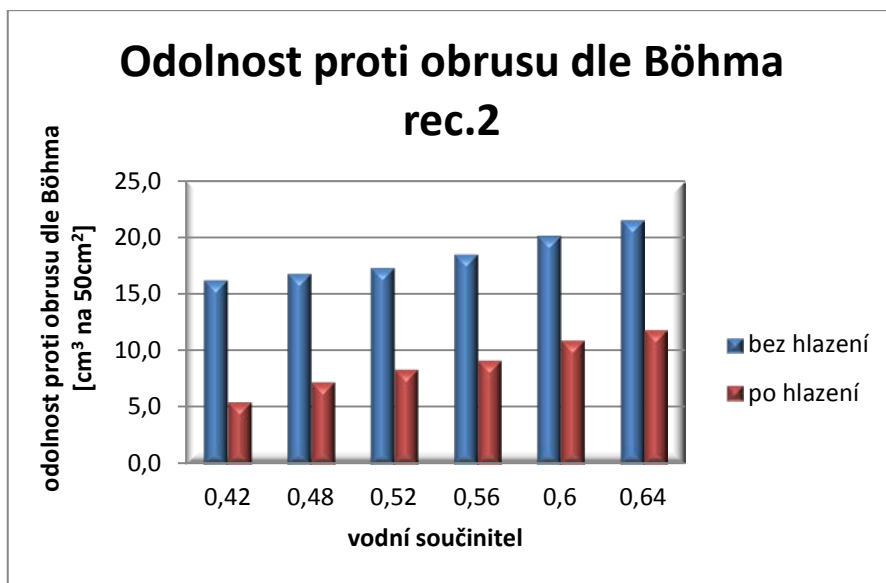
vodní součinitel [-]	Obruš Böhme [cm ³ na 50cm ²]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	10,9	6,9	6,6
0,48	12,1	8,8	7,9
0,52	13,3	9,6	8,8
0,56	15,2	10,3	10,2
0,60	17,4	11,7	11,4
0,64	18,2	13,3	12,7



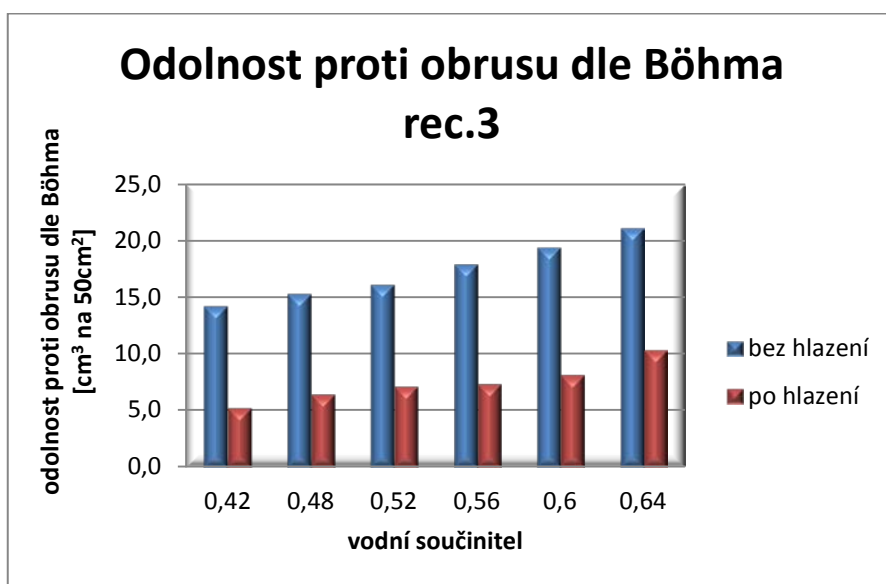
Obr. 47 Odolnost proti obrušbě Böhme, P, 35%, H



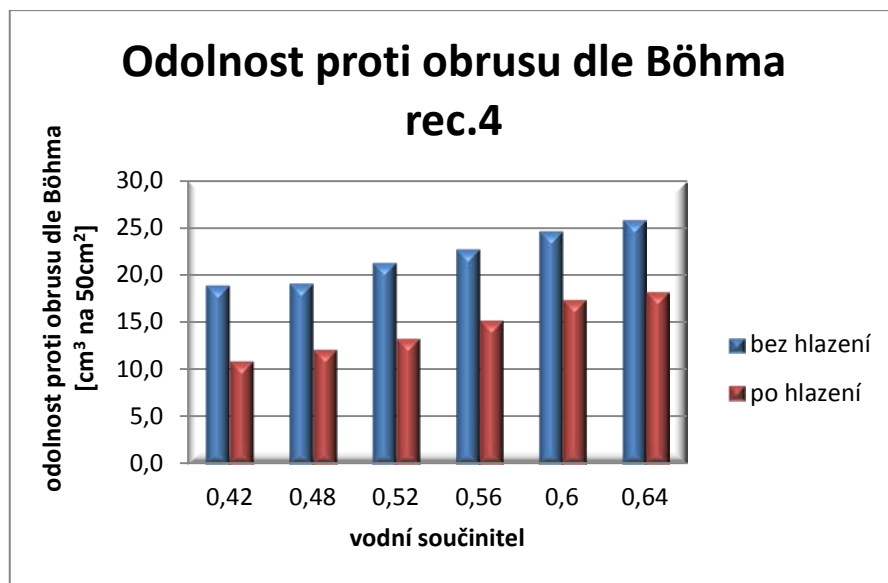
Obr. 48 Odolnost proti obrušbě Böhme, P, 35%, rec.1



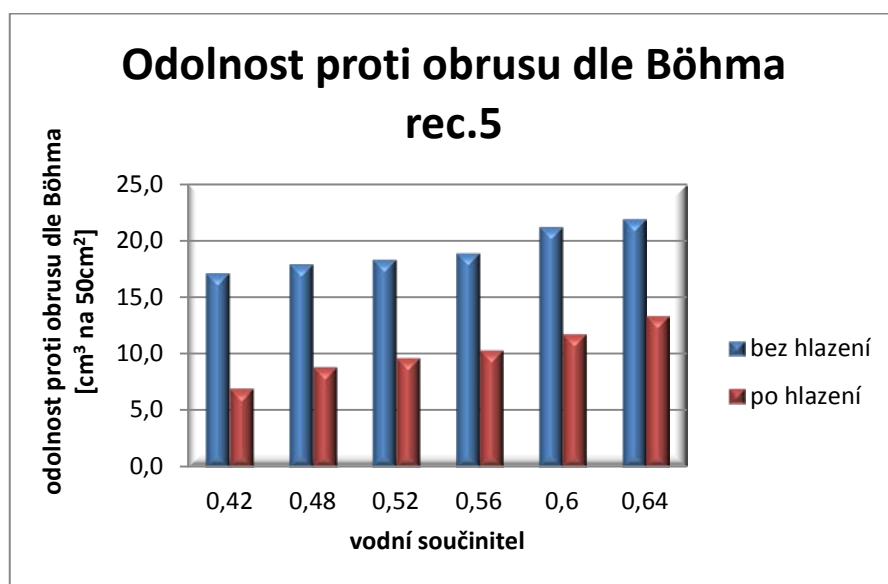
Obr. 49 Odolnost proti obruš Böhme, P, 35%, rec.2



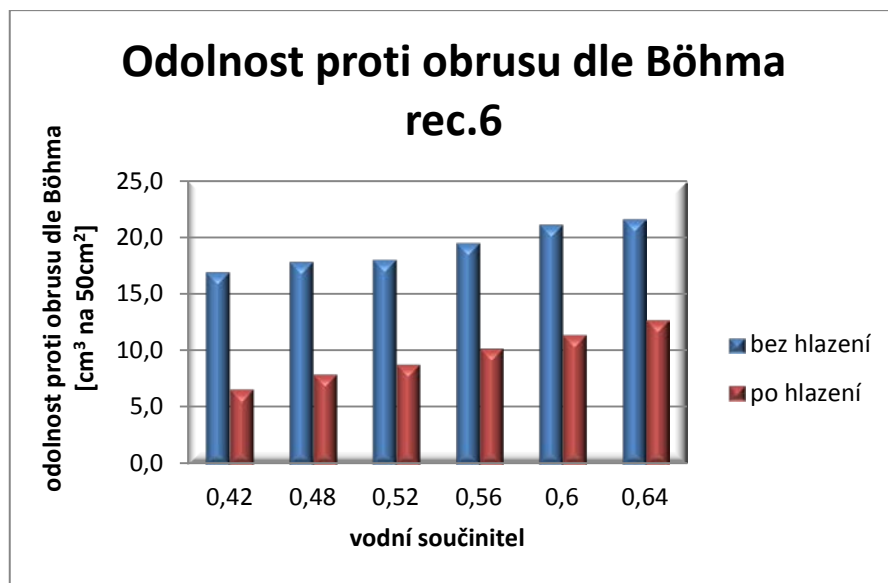
Obr. 50 Odolnost proti obruš Böhme, P, 35%, rec. 3



Obr. 51 Odolnost proti obru su Böhme, P, 35%, rec.4



Obr. 52 Odolnost proti obru su Böhme, P, 35%, rec.5



Obr. 53 Odolnost proti obrusu Böhme, P, 35%, rec.6

Z naměřených hodnot zkoušky odolnosti proti obrusu metodou Böhme bylo opět prokázáno, že při aplikaci potěru má hlazení výrazný vliv na zvýšení odolnosti proti obrusu. Nejlepších vlastností bylo dosaženo u receptur s vodním součinitelem 0,42, nejnižší odolnost byla potvrzena u rec.4 s UHK.

Při porovnání metody BCA a BÖHME lze pozorovat totožné trendy, kdy s klesajícím vodním součinitelem narůstá odolnost v obrusu. Metoda BCA je více citlivá na kvalitu použitého plniva. Obě metody prokázaly pozitivní vliv strojního hlazení na odolnost proti obrusu, kdy dochází ke tvorbě kompaktní, hutné struktury.

Z naměřených hodnot vyplynulo, že 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 plnivy a nejnižším použitým vodním součinitelem směsí. 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.

6.7 STANOVENÍ POROZITY

Další parametrem, který bylo vhodné prostudovat při mapování vlastností potěru, byla jeho porozita. Jako vhodná i dostupná metoda byla zvolena metoda rtuťové vysokotlaké porozimetrie. V části přípravy vzorku před vlastním měřením byla vybrána používaná metoda vedoucí k odstranění vody z porézní struktury.

- Metoda – prosté vysušení vzorku po dobu 72 hodin při 65 °C.

V této fázi byl do receptury zakomponován vliv mikroplniv.

Dávkování: 5% z celkové formulace

Zvolená mikroplniva: Omyacarb 5VA, Metasil 100

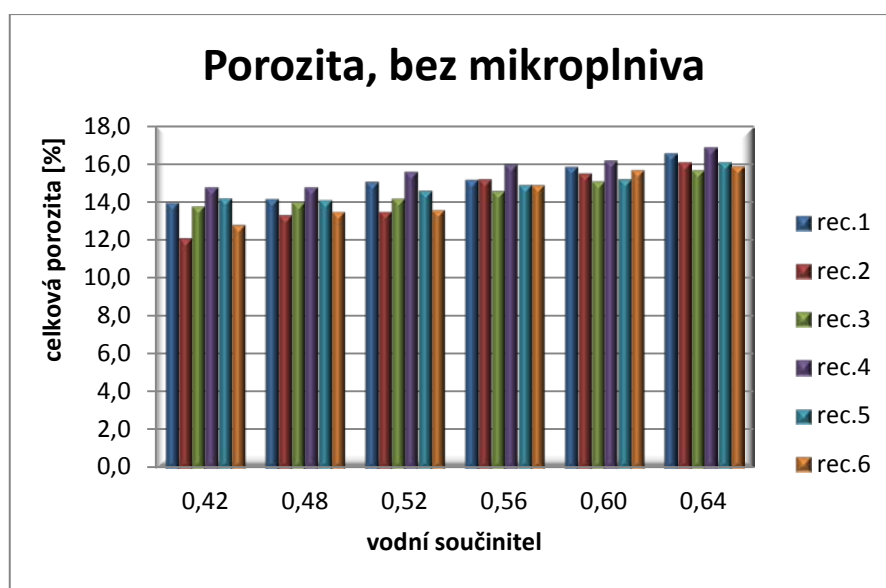
POROZITA, BEZ MIKROPLNIV (BMP), BEZ HLAZENÍ (BH)

Tab 70. Porozita, P, 35%, BMP, BH

vodní součinitel [-]	Celková porozita [%]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	14,0	12,1	13,8
0,48	14,2	13,3	14,0
0,52	15,1	13,5	14,2
0,56	15,2	15,2	14,6
0,60	15,9	15,5	15,1
0,64	16,6	16,1	15,7

Tab 71. Porozita, P, 35%, BMP, BH

vodní součinitel [-]	Celková porozita [%]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	14,8	14,2	12,8
0,48	14,8	14,1	13,5
0,52	15,6	14,6	13,6
0,56	16,0	14,9	14,9
0,60	16,2	15,2	15,7
0,64	16,9	16,1	15,9



Obr. 54 Graf porozity, P, 35%, BMP, BH

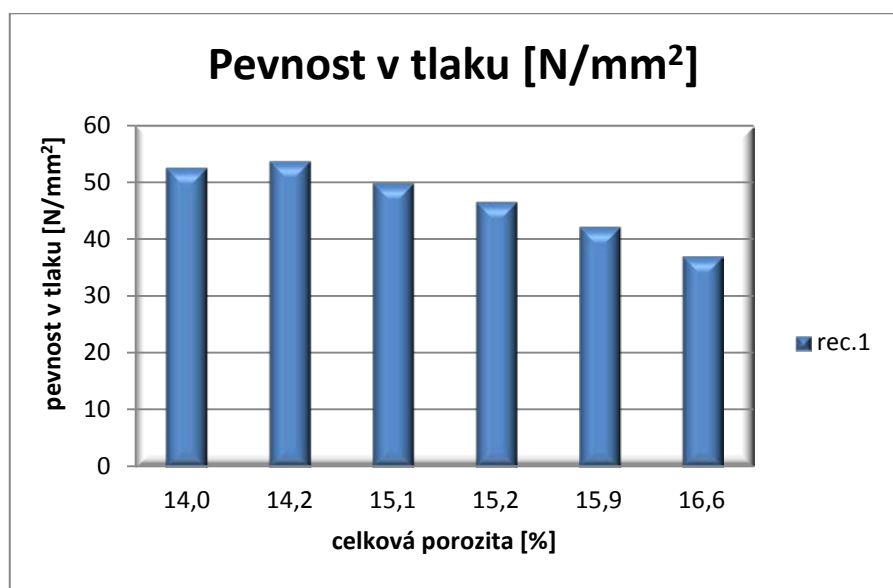
Při přípravě těles na porozitní měření byly ze stejné směsi vyrobeny zkušební tělesa pro stanovení pevnosti v tlaku, neboť v odborné literatuře věnované především prostému betonu jsou komentovány vztahy mezi porozitou a pevností v tlaku. Se zvyšující se porozitou jsou pozorovány poklesy pevností v tlaku. Grafickým vyjádřením této nepřímé úměry a extrapolací lze tak stanovit pevnost v tlaku při nulové porozitě. Směrnice lineární regrese popisuje závislost poklesu pevnosti v tlaku s nárůstem porozity, neboli strmost dané funkční závislosti. Tyto hodnoty popisují bazální parametry studovaných systémů z hlediska makroskopického chování navržených směsí.

Tab 72. Pevnost v tlaku, P , 35%,BMP, BH

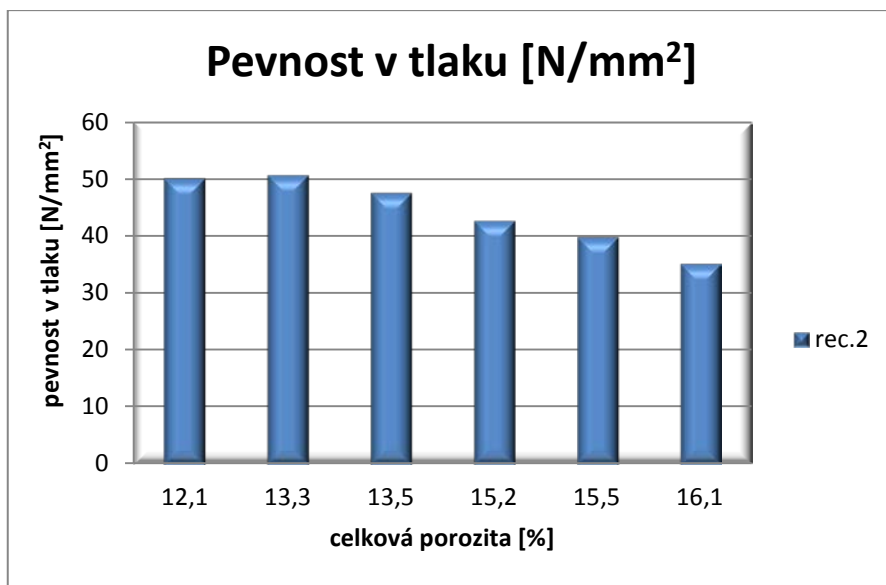
vodní součinitel [-]	Pevnost v tlaku po 28 dnech [N/mm ²]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	52,6	50,2	51,9
0,48	53,8	50,8	50,2
0,52	49,9	47,7	48,5
0,56	46,6	42,8	44,1
0,60	42,2	39,9	40,5
0,64	37,1	35,2	36,9

Tab 73. Pevnost v tlaku, P , 35%,BMP, BH

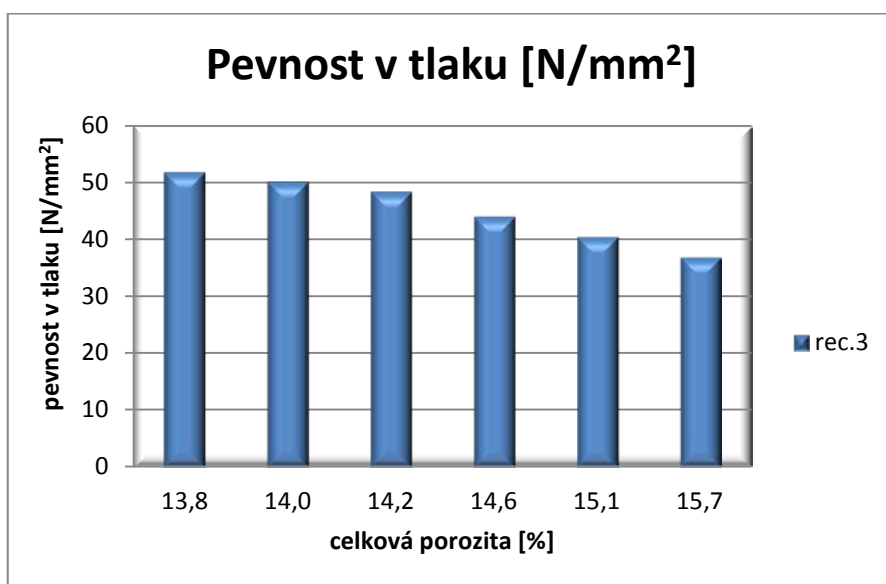
vodní součinitel [-]	Pevnost v tlaku po 28 dnech [N/mm ²]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	42,5	45,8	46,1
0,48	43,2	48,0	47,9
0,52	40,4	46,1	46,6
0,56	36,1	40,7	41,4
0,60	32,9	38,1	37,9
0,64	28,8	35,1	34,2



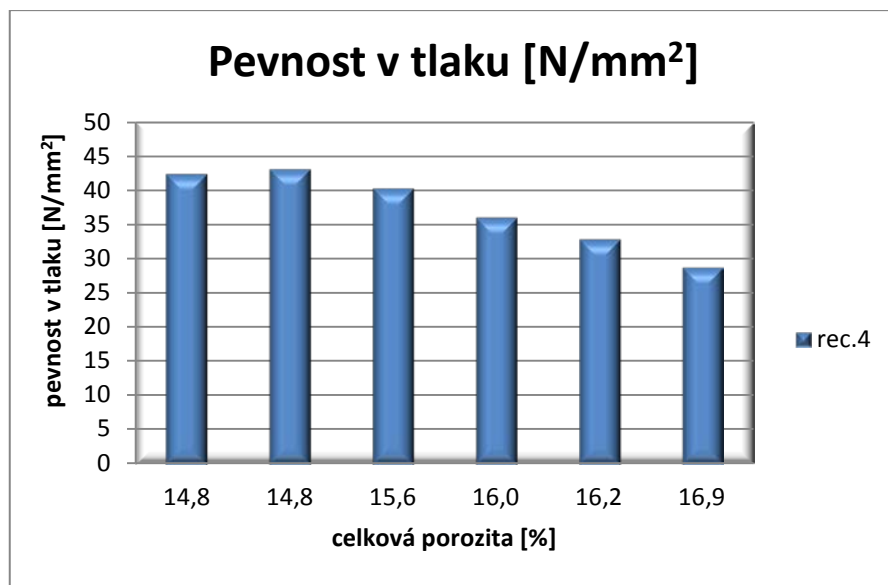
Obr. 55 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P , 35%, BMP, BH, rec.1



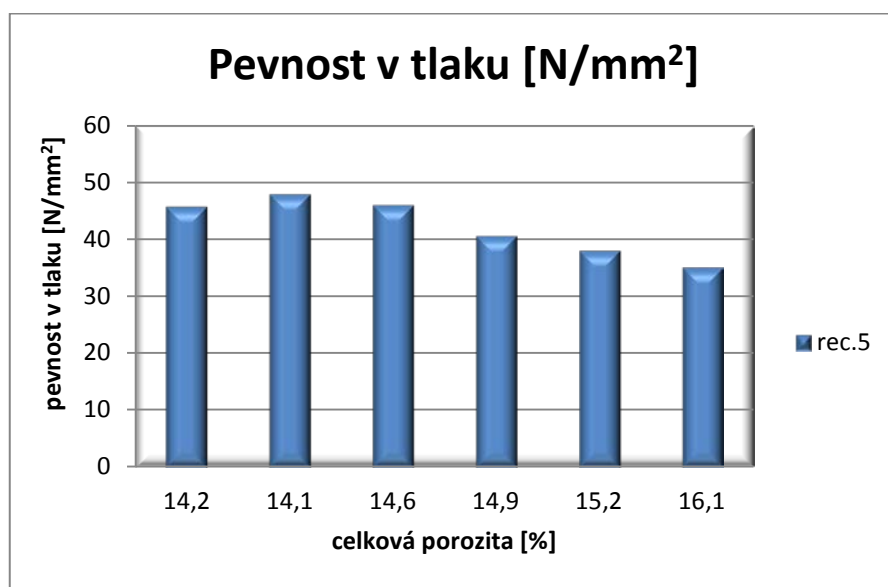
Obr. 56 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, BMP, BH, rec.2



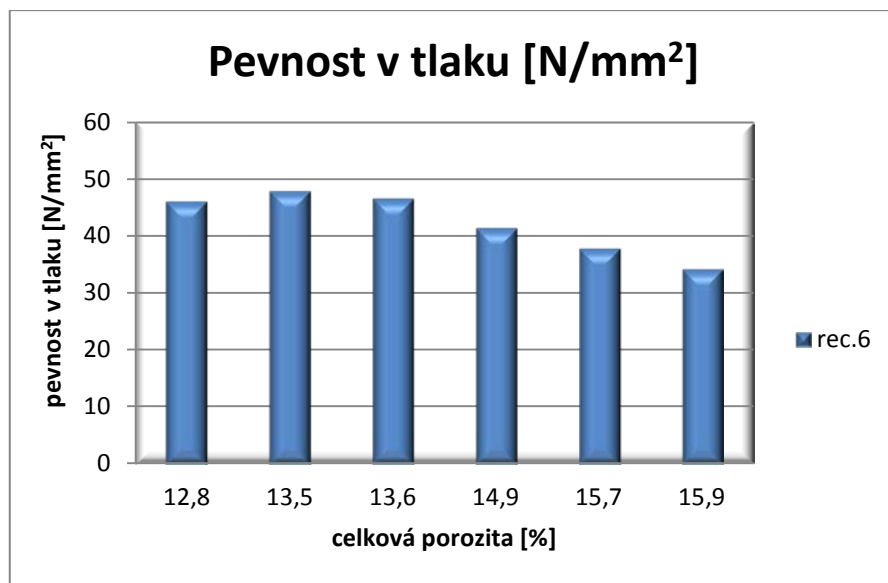
Obr. 57 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, BMP, BH, rec.3



Obr. 58 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, BMP, BH, rec.4



Obr. 59 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, BMP, BH, rec.5



Obr. 60 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, BMP, BH, rec. 6

Porézní struktura potěru ovlivňuje primárně materiálové charakteristiky, u kterých lze tyto závislosti z principiálních důvodů očekávat. Porézní struktura přispívá k vyšší nasákavosti materiálu, snížení odolnosti vůči působení zmrazovacích cyklů a mnoha dalším parametrům. Jednou z hodnot, kterou porozita ovlivňuje je i pevnost v tlaku. Z naměřených hodnot vyplývá, že s rostoucí porozitou klesá pevnost v tlaku.

Pro velikost tlaku p a nejmenší poloměr pórů R , které jsou při tomto tlaku zaplněny, platí **Washburnova rovnice**:

$$h \times \rho \times g = p = - \frac{2\gamma \times \cos \theta}{R} \quad (9)$$

Washburnova rovnice vyjadřuje závislost pevnosti v tlaku a porozity. Bližší interpretace o závislosti mezi pevností v tlaku a porozitou nebyla vytvořena, neboť by bylo nutné vytvořit a otestovat velký, statisticky významný vzorek.

POROZITA, S MIKROPLNIVEM OMYACARB 5VA, BEZ HLAZENÍ (BH)

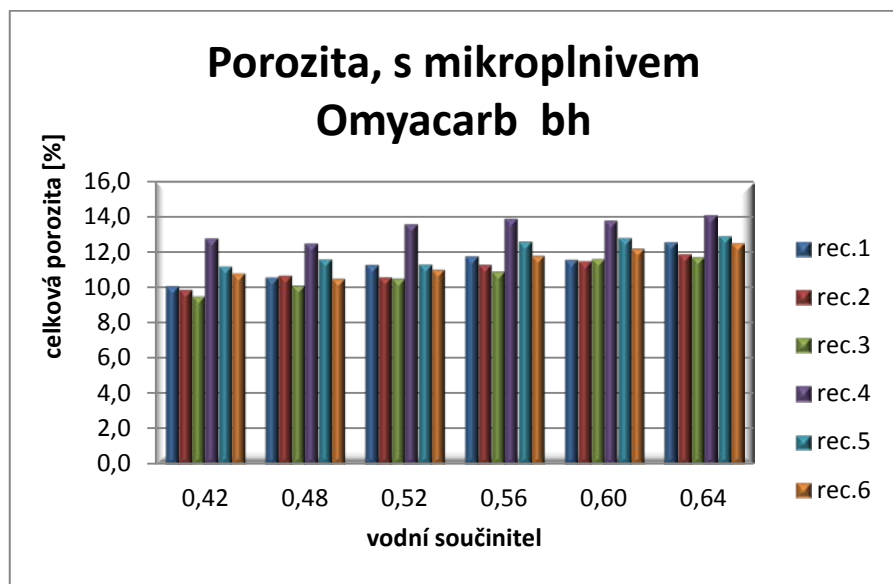
Při snaze snížit porozitu a zvýšit tak fyzikálně - mechanické vlastnosti je do receptury zakomponováno mikroplnivo mikromletý vápenec Omyacarb 5VA.

Tab 74. Porozita, P, 35%, Omyacarb, BH

vodní součinitel [-]	Celková porozita [%]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	10,1	9,9	9,5
0,48	10,6	10,7	10,1
0,52	11,3	10,6	10,5
0,56	11,8	11,3	10,9
0,60	11,6	11,5	11,6
0,64	12,6	11,9	11,7

Tab 75. Porozita, P, 35%, Omyacarb, BH

vodní součinitel [-]	Celková porozita [%]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	12,8	11,2	10,8
0,48	12,5	11,6	10,5
0,52	13,6	11,3	11,0
0,56	13,9	12,6	11,8
0,60	13,8	12,8	12,2
0,64	14,1	12,9	12,5



Obr. 61 Graf porozity, P, 35%, Omyacarb, BH

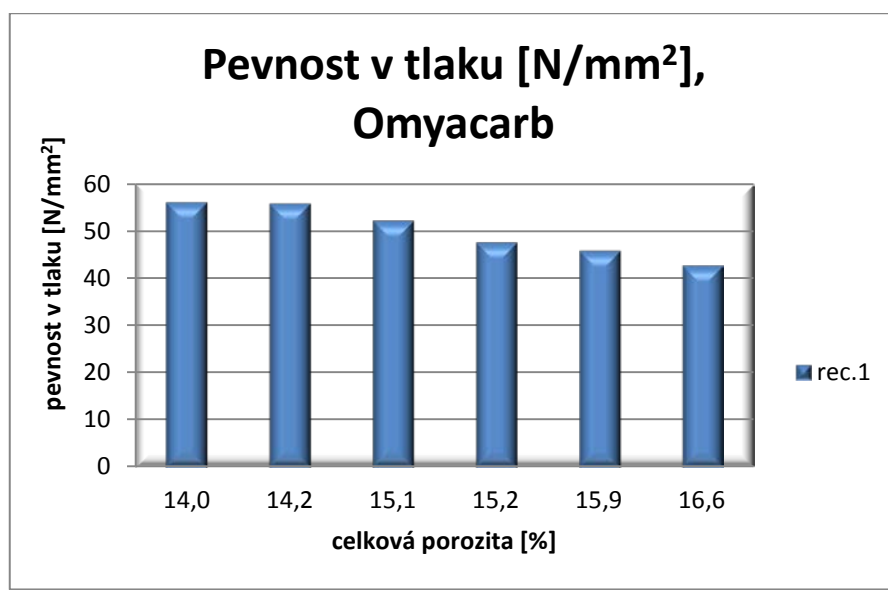
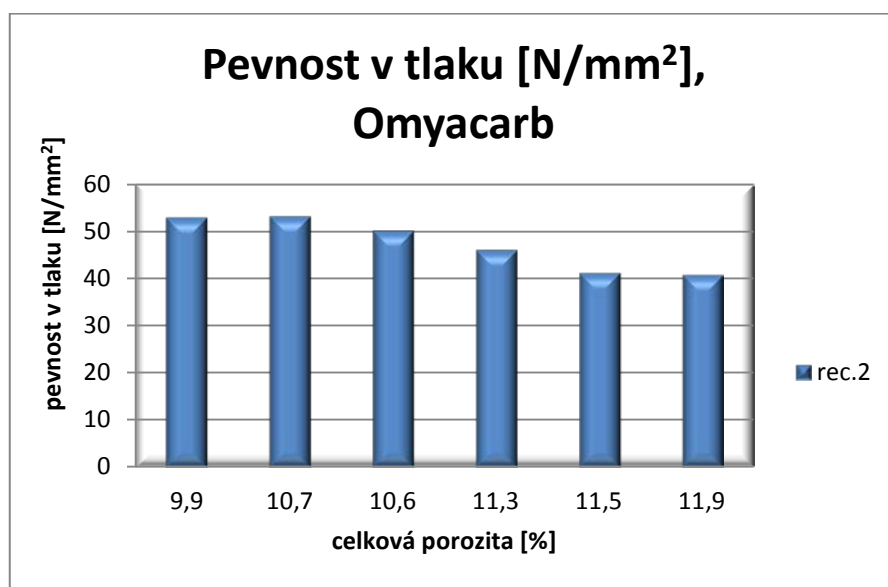
Všechny naměřené hodnoty potvrdily funkci mikroplniva jakožto výplňové komponenty navržených potěrů, přičemž byla při výběru vhodných mikroplniv zohledněna podmínka maximální velikosti částic mikroplniva ve vztahu k velikosti pórů, které měly být mikroplnivem zaplňovány. Formulace neobsahující mikroplnivo vykazovaly nejvyšší hodnoty porozity. Dále byl potvrzen fakt, že se zvyšujícím se vodním součinitelem dochází k nárůstu porozity.

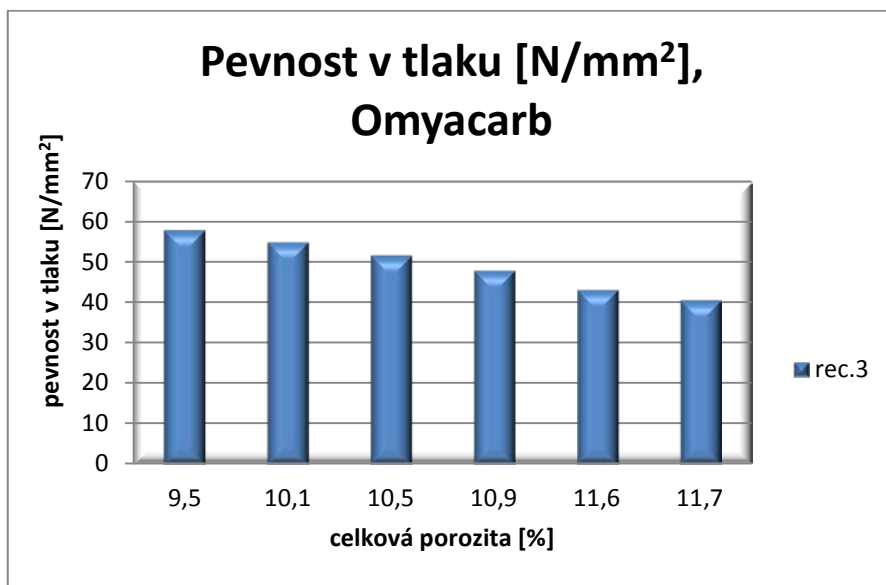
Tab 76. Pevnost v tlaku, P, 35%, Omyacarb, BH

vodní součinitel [-]	Pevnost v tlaku po 28 dnech [N/mm ²]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	56,1	52,9	57,9
0,48	55,8	53,2	54,9
0,52	52,2	50,1	51,6
0,56	47,6	46,0	47,9
0,60	45,8	41,2	43,1
0,64	42,7	40,8	40,5

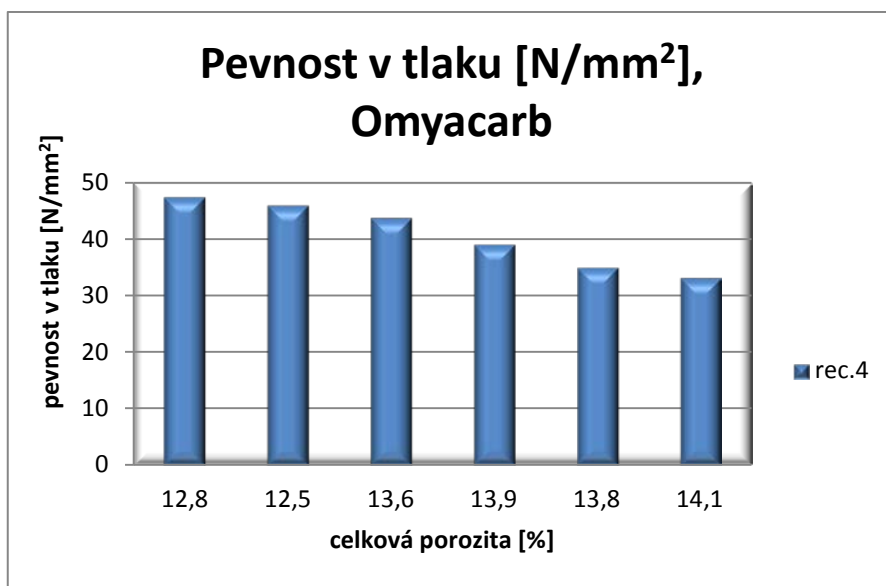
Tab 77. Pevnost v tlaku, P , 35%, Omyacarb, BH

vodní součinitel [-]	Pevnost v tlaku po 28 dnech [N/mm ²]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	47,5	50,5	48,9
0,48	46,0	50,8	49,7
0,52	43,8	48,4	47,2
0,56	39,1	45,6	45,3
0,60	35,0	39,3	40,2
0,64	33,1	39,7	39,9

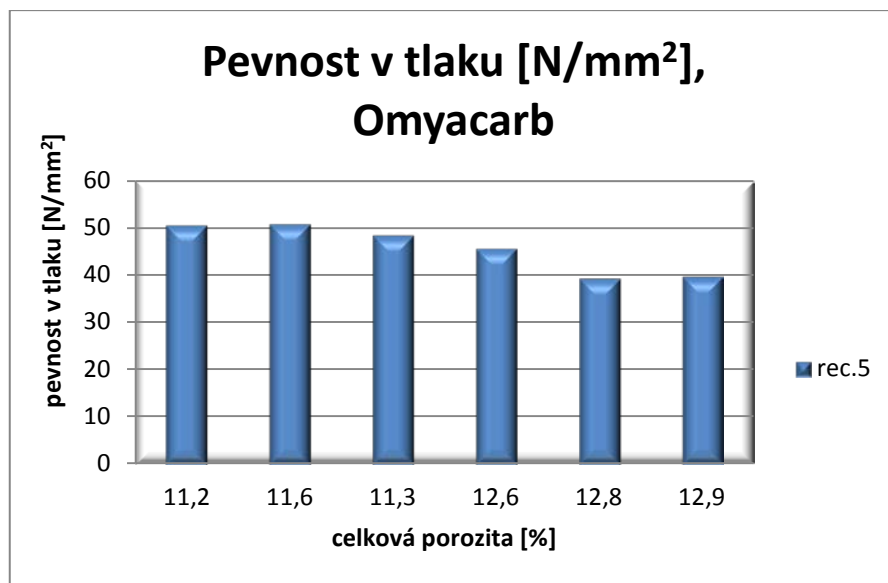

Obr. 62 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P , 35%, Omyacarb, BH, rec.1

Obr. 63 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P , 35%, Omyacarb, BH, rec. 2



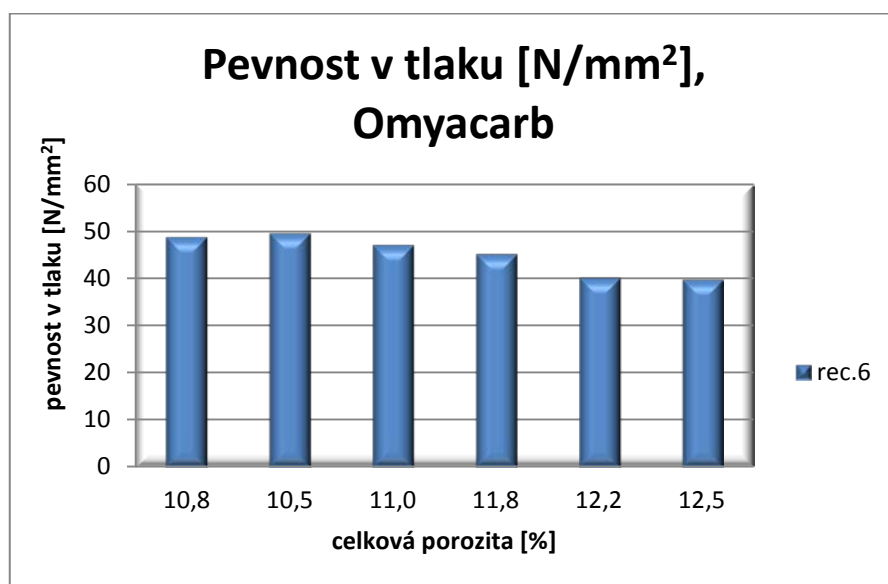
Obr. 64 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Omyacarb, BH, rec.3



Obr. 65 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Omyacarb, BH, rec.4



Obr. 66 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Omyacarb, BH, rec.5



Obr. 67 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Omyacarb, BH, rec.6

Porézní struktura cementového kompozitu klesla použitím mikroplniva Omyacarb. Snížení porozity mělo tedy kladný vliv na rostoucí pevnost v tlaku.

POROZITA, S MIKROPLNIVEM METASIL 100, BEZ HLAZENÍ (BH)

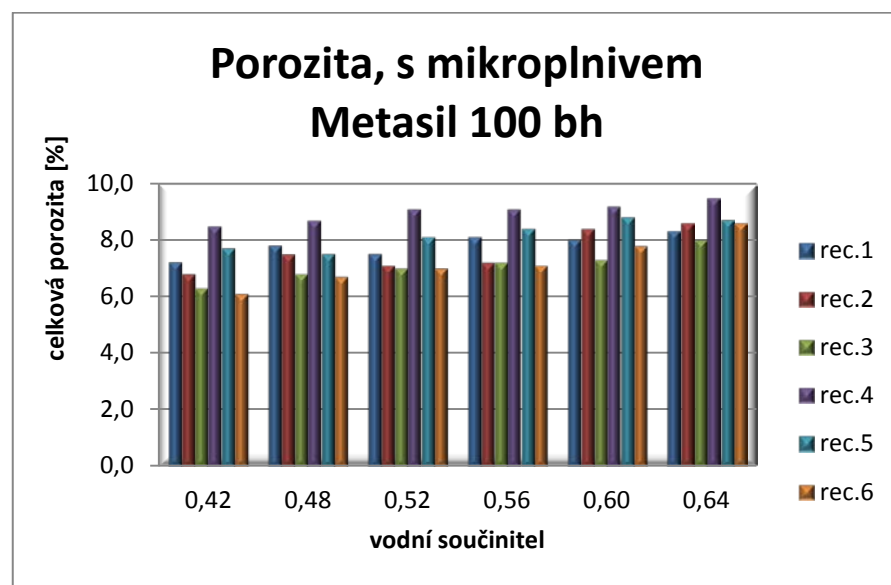
Při snaze snížit porozitu a zvýšit tak fyzikálně - mechanické vlastnosti je do receptury zakomponováno mikroplnivo Metasil 100 na bázi metakaolínu.

Tab 78. Porozita, P, 35%, Metasil, BH

vodní součinitel [-]	Celková porozita [%]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	7,2	6,8	6,3
0,48	7,8	7,5	6,8
0,52	7,5	7,1	7,0
0,56	8,1	7,2	7,2
0,60	8,0	8,4	7,3
0,64	8,3	8,6	8,0

Tab 79. Porozita, P, 35%, Metasil, BH

vodní součinitel [-]	Celková porozita [%]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	8,5	7,7	6,1
0,48	8,7	7,5	6,7
0,52	9,1	8,1	7,0
0,56	9,1	8,4	7,1
0,60	9,2	8,8	7,8
0,64	9,5	8,7	8,6



Obr. 68 Graf porozity, P, 35%, Metasil, BH

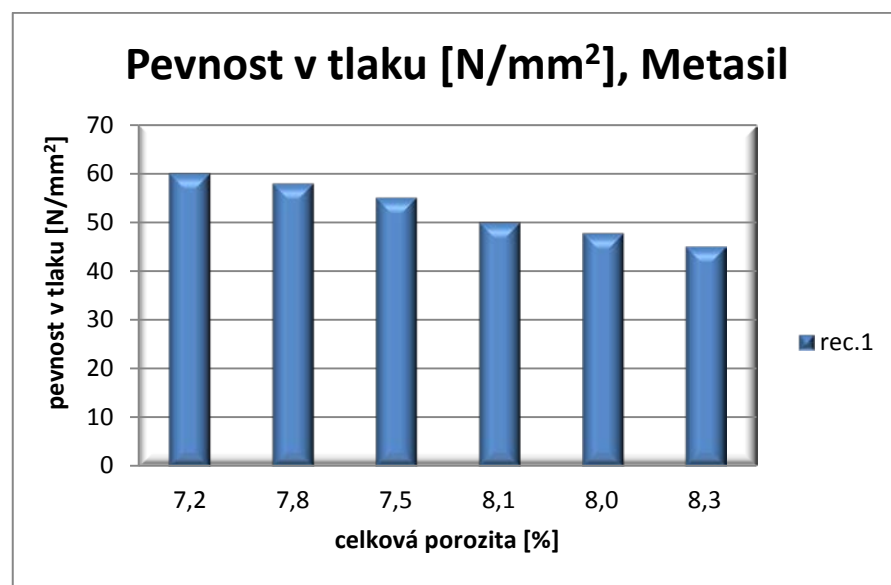
Všechny naměřené hodnoty potvrdily funkci mikroplniva jakožto výplňové komponenty navržených potěrů. Použitím mikroplniva došlo ke snížení porozity. Dále byl potvrzen fakt, že se zvyšujícím se vodním součinitelem dochází k nárůstu porozity. Nejvyšší porozita byla potvrzena u rec.4 s plnivem UHK.

Tab 80. Pevnost v tlaku, P, 35%,Metasil, BH

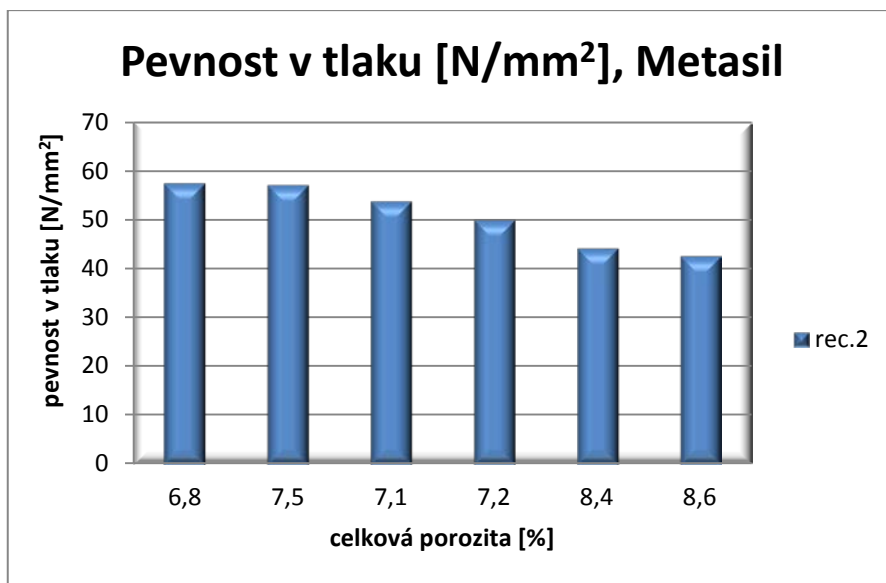
vodní součinitel [-]	Pevnost v tlaku po 28 dnech [N/mm ²]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	60,2	57,5	60,9
0,48	58,1	57,1	58,9
0,52	55,2	53,8	55,1
0,56	50,1	50,0	52,1
0,60	47,9	44,2	48,1
0,64	45,2	42,6	44,9

Tab 81. Pevnost v tlaku, P, 35%,Metasil, BH

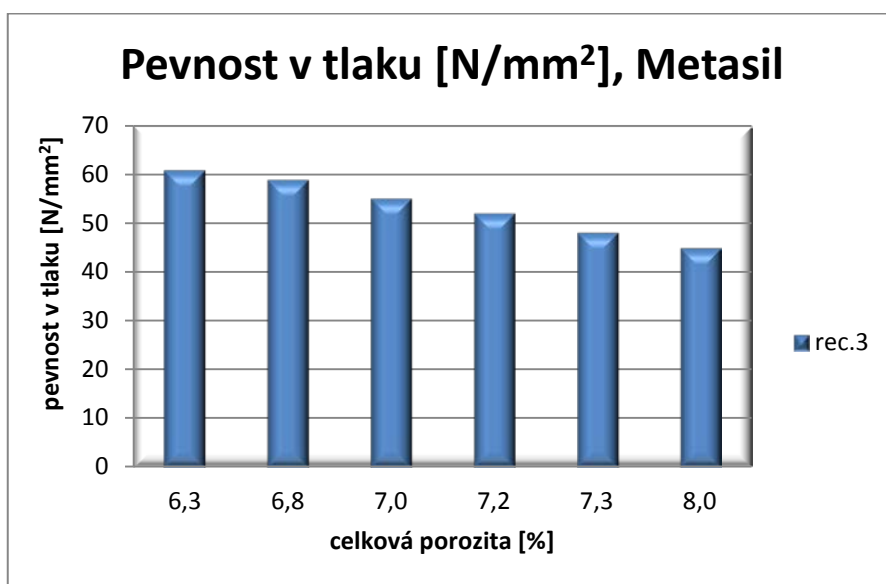
vodní součinitel [-]	Pevnost v tlaku po 28 dnech [N/mm ²]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	51,9	53,8	53,5
0,48	48,9	52,5	51,1
0,52	45,8	51,0	50,1
0,56	42,2	47,6	49,3
0,60	39,1	45,1	47,8
0,64	36,8	41,9	43,2



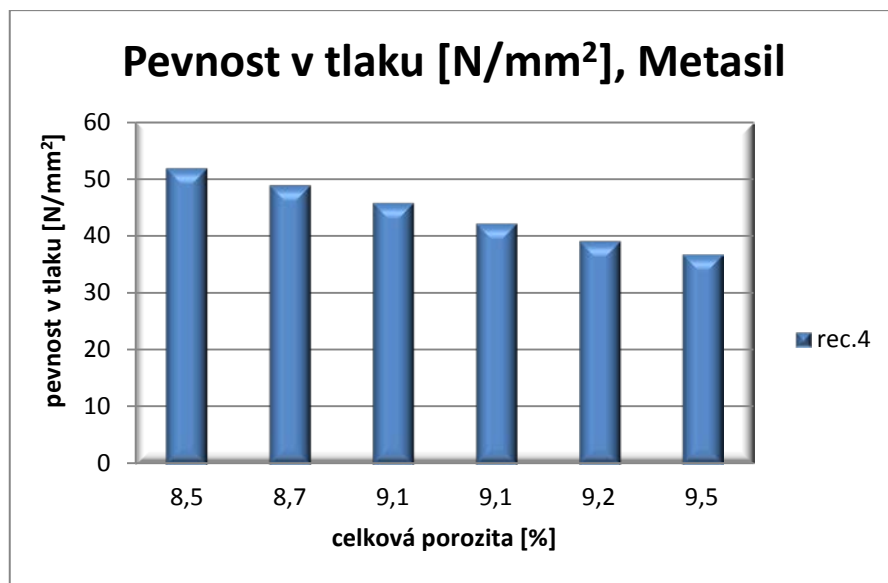
Obr. 69 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Metasil, BH, rec.1



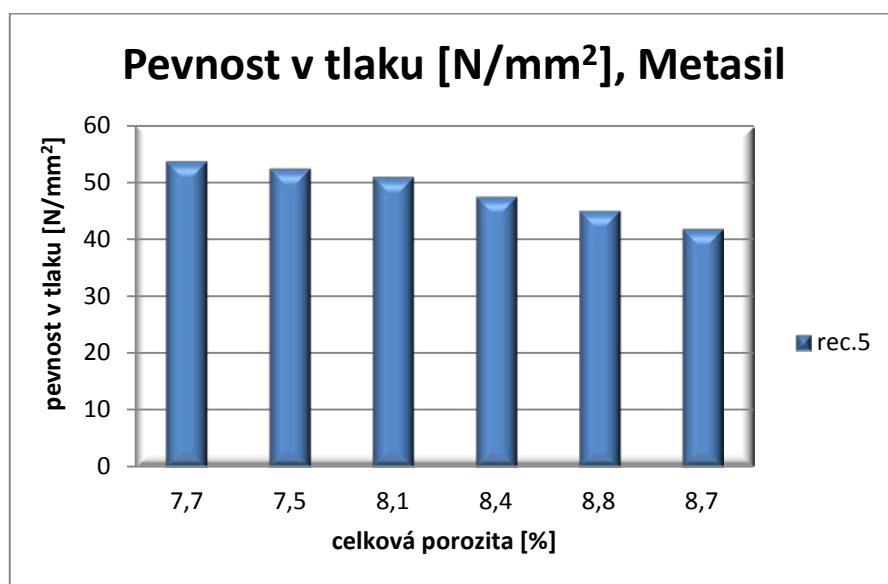
Obr. 70 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P , 35%, Metasil, BH, rec.2



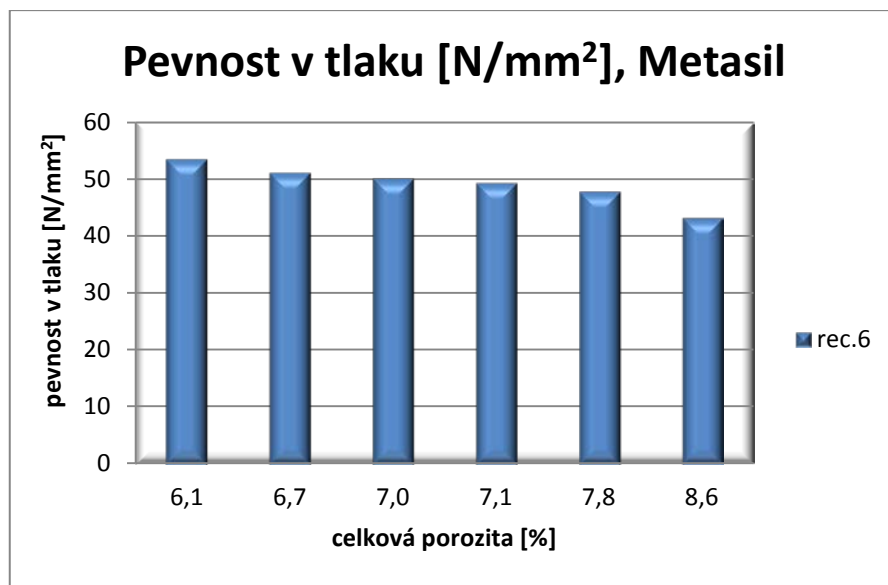
Obr. 71 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P , 35%, Metasil, BH, rec.3



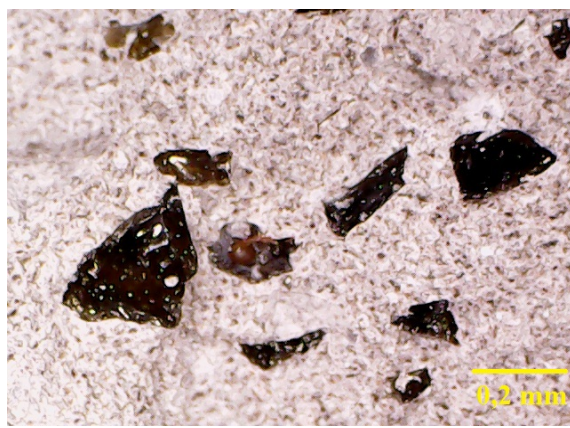
Obr. 72 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Metasil, BH, rec.4



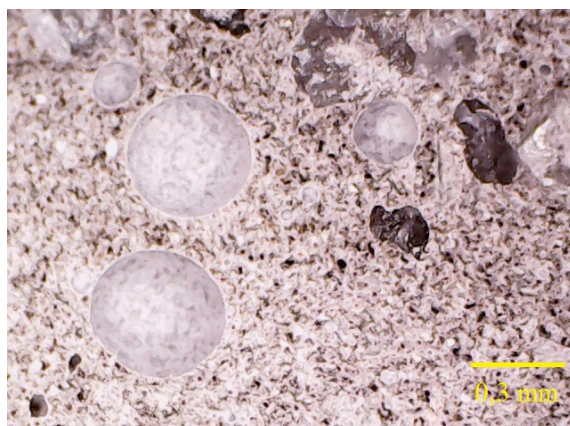
Obr. 73 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Metasil, BH, rec.5



Obr. 74 Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Metasil, BH, rec.6



Obr. 75 Struktura vzorku na lomu rec.1, zvětšeno 50x



Obr. 76 Porozita nehlazeného vzorku, rec.1, zvětšeno 50x

Porézní struktura přispívá k vyšší nasákavosti materiálu, snížení odolnosti vůči působení zmrazovacích cyklů a mnoha dalším parametrům. Snížením porozity dochází

tedy ke zlepšení fyzikálně mechanických vlastností. Porézní struktura potěrů byla přidáním mikroplniva snížena, což kladně ovlivnilo nárůst pevností v tlaku.

POROZITA, S MIKROPLNIVEM OMYACARB 5VA, PO HLAZENÍ (H)

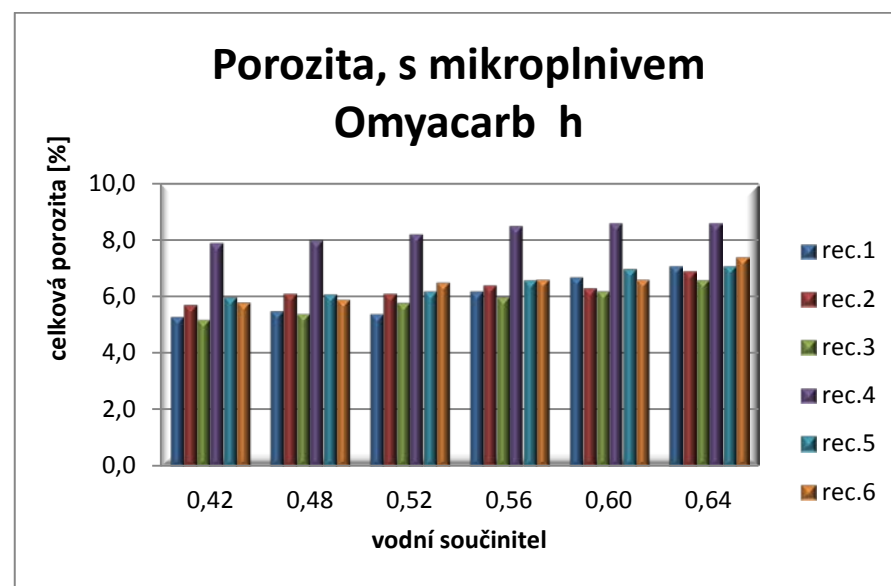
Vzhledem k ověřenému účinku mikroplniv na finální porozitu receptur, je v této fázi sledován vliv aplikace hlazení.

Tab 82. Porozita, P, 35%,Omyacarb, H

vodní součinitel [-]	Celková porozita [%]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	5,3	5,7	5,2
0,48	5,5	6,1	5,4
0,52	5,4	6,1	5,8
0,56	6,2	6,4	6,0
0,60	6,7	6,3	6,2
0,64	7,1	6,9	6,6

Tab 83. Porozita, P, 35%,Omyacarb, H

vodní součinitel [-]	Celková porozita [%]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	7,9	6,0	5,8
0,48	8,0	6,1	5,9
0,52	8,2	6,2	6,5
0,56	8,5	6,6	6,6
0,60	8,6	7,0	6,6
0,64	8,6	7,1	7,4



Obr. 77 Graf porozity, P, 35%, Omyacarb, H

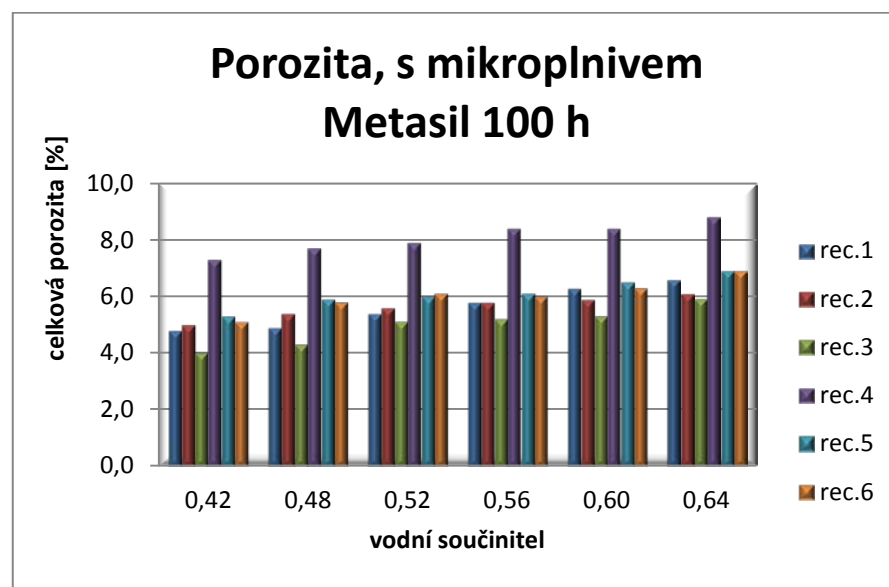
POROZITA, S MIKROPLNIVEM METASIL, PO HLAZENÍ (H)

Tab 84. Porozita, P, 35%,Metasil, H

vodní součinitel [-]	Celková porozita [%]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	4,8	5,0	4,0
0,48	4,9	5,4	4,3
0,52	5,4	5,6	5,1
0,56	5,8	5,8	5,2
0,60	6,3	5,9	5,3
0,64	6,6	6,1	5,9

Tab 85. Porozita, P, 35%,Metasil, H

vodní součinitel [-]	Celková porozita [%]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	7,3	5,3	5,1
0,48	7,7	5,9	5,8
0,52	7,9	6,0	6,1
0,56	8,4	6,1	6,0
0,60	8,4	6,5	6,3
0,64	8,8	6,9	6,9



Obr. 78 Graf porozity, P, 35%, Metasil, H

Z naměřených hodnot je potvrzen kladný vliv hlazení při aplikaci podlahových potěrů na výsledné hodnoty a vlastnosti finálního povrchu. Nejvyšší porozita byla zjištěna u rec.4 s plnivem UHK.

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.

Mikroplnivo Metasil snižuje porozitu více než mikroplnivo značky Omyacarb. Metasil je jemněji mletý, což vysvětluje i nárůst pevností.

6.8 OBJEMOVÉ ZMĚNY

Objemové změny jsou proměřovány na aparatuře popsané v kapitole 2.3. s laserovými snímači ve formě 200x40 mm pro tloušťku testovaného kompozitu 10 mm. Měření jsou prováděna po dobu 24 hodin při teplotě 20 °C a relativní vlhkosti 55 %. Pro účely měření jsou připraveny vždy dvě navážky o stejném předepsaném složení a vlastní měření je prováděno na dvou nezávislých aparaturách. Výsledkem měření jsou hodnoty celkového smrštění při respektování reálných podmínek staveništní aplikace z hlediska tenkovrstvosti systému. Výsledkem je aritmetický průměr jednotlivých měření..

6.9 APLIKACE - HLAZENÍ

OBJEMOVÉ ZMĚNY BEZ MIKROPLNIV, BEZ HLAZENÍ

Tab 86. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, BMP, BH

vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech [mm/m]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	0,88	0,83	0,85
0,48	0,91	0,87	0,90
0,52	0,95	0,90	0,94
0,56	1,01	0,95	0,99
0,60	1,08	1,03	1,06
0,64	1,16	1,12	1,14

Tab 87. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, BMP, BH

vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech[mm/m]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	1,01	0,86	0,88
0,48	1,12	0,90	0,92
0,52	1,15	0,96	0,98
0,56	1,21	1,00	1,03
0,60	1,29	1,06	1,08
0,64	1,36	1,14	1,18

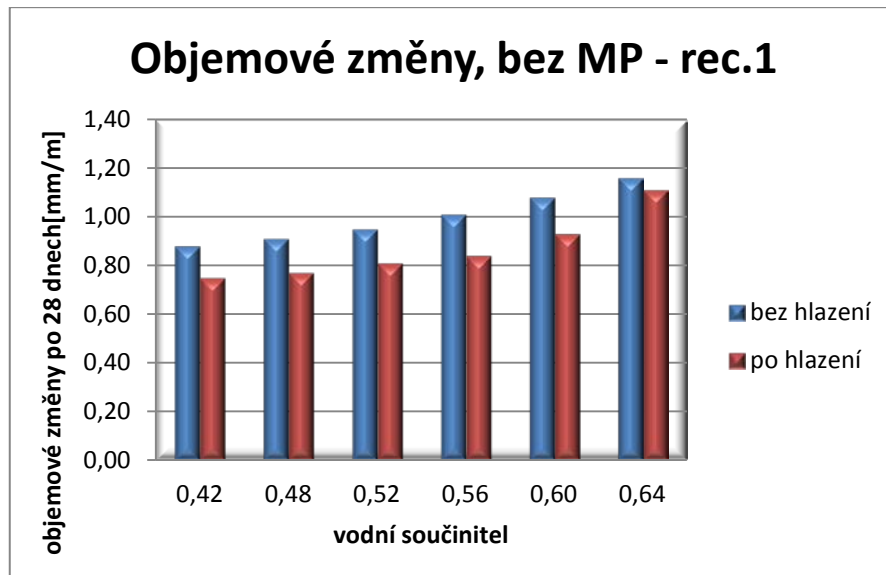
OBJEMOVÉ ZMĚNY BEZ MIKROPLNIV, PO HLAZENÍ

Tab 88. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, BMP, H

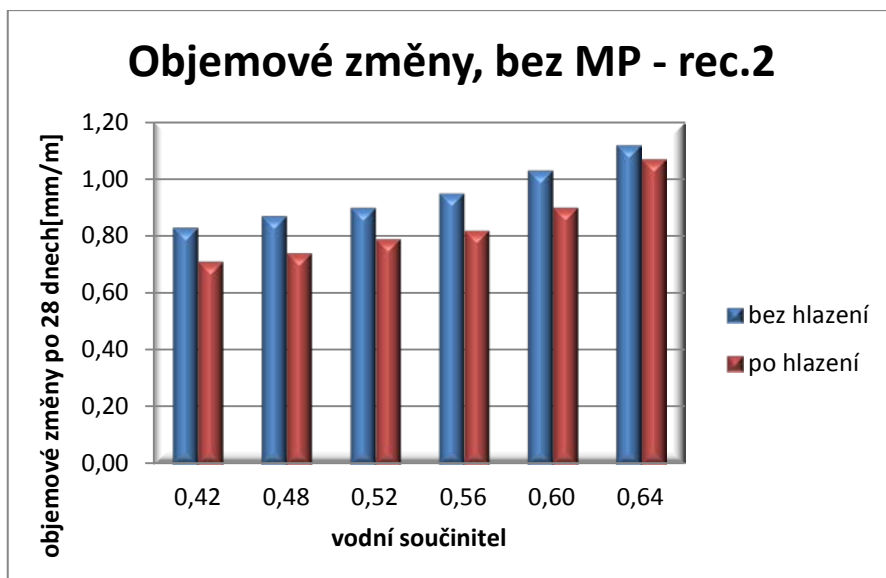
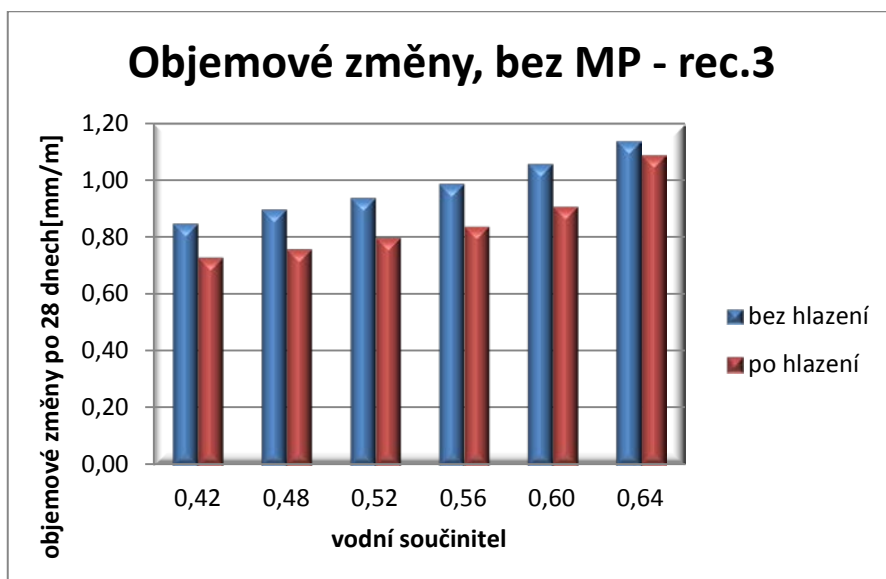
vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech[mm/m]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	0,75	0,71	0,73
0,48	0,77	0,74	0,76
0,52	0,81	0,79	0,80
0,56	0,84	0,82	0,84
0,60	0,93	0,90	0,91
0,64	1,11	1,07	1,09

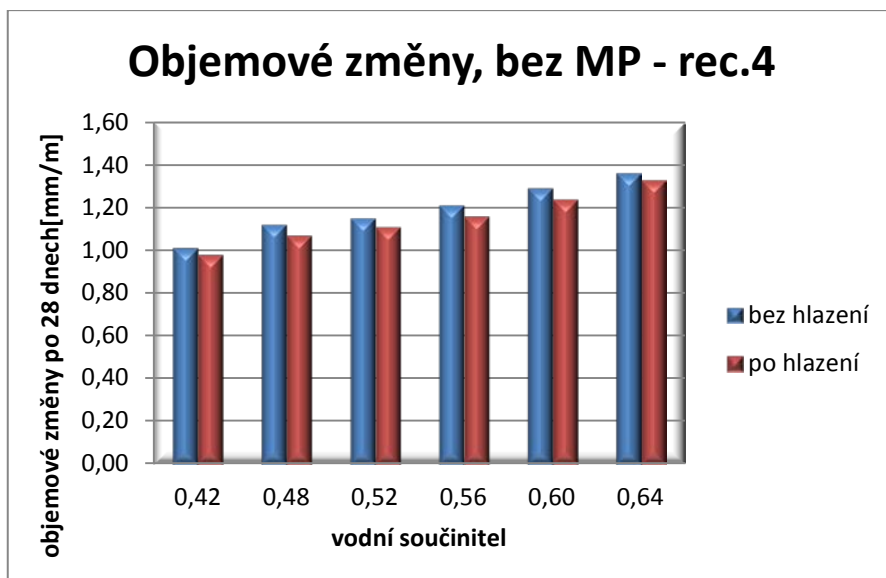
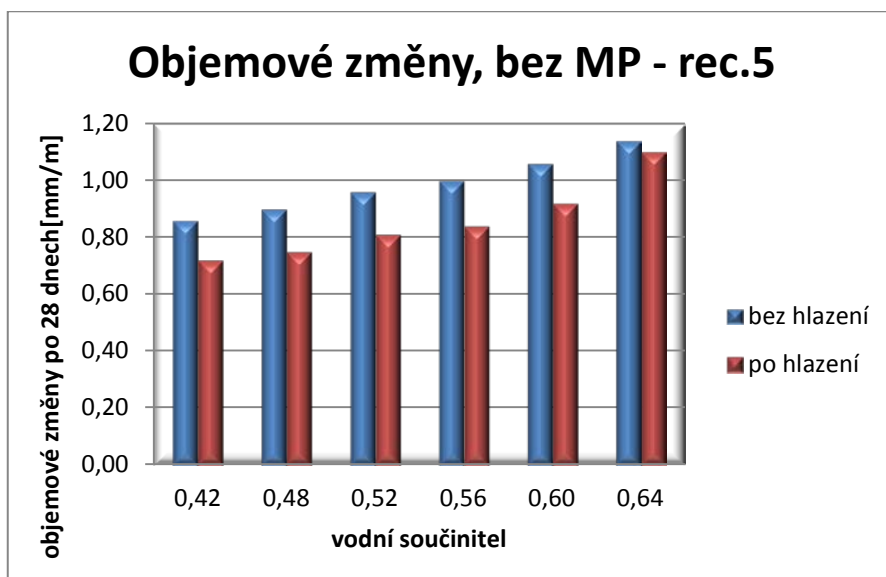
Tab 89. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%,BMP, H

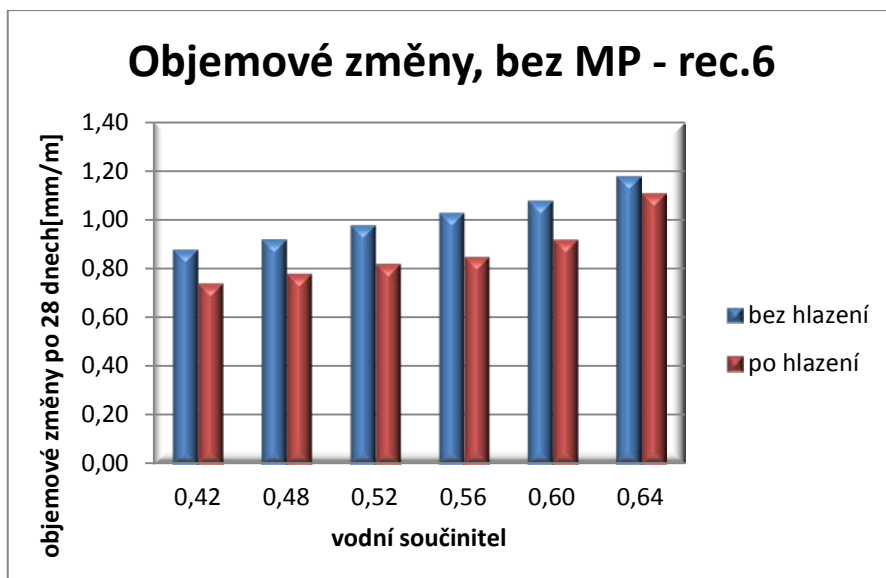
vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech[mm/m]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	0,98	0,72	0,74
0,48	1,07	0,75	0,78
0,52	1,11	0,81	0,82
0,56	1,16	0,84	0,85
0,60	1,24	0,92	0,92
0,64	1,33	1,10	1,11



Obr. 79 Objemové změny, P, 35%, BMP, rec.1

Obr. 80 Objemové změny, P , 35%, BMP, rec.2Obr. 81 Objemové změny, P , 35%, BMP, rec.3

Obr. 82 Objemové změny, P , 35%, BMP, rec.4Obr. 83 Objemové změny, P , 35%, BMP, rec.5



Obr. 84 Objemové změny, P, 35%, BMP, rec.6

Z naměřených hodnot a grafického vyjádření je zřejmé, že hlazení při aplikaci potěru má kladný vliv na objemové změny. Největší objemové změny i přes úvodní hlazení nastaly u rec.4 s plnivem UHK. Nejmenších objemových změn pak dosahovaly receptury rec.1 s použitím plniva K.

Dosažené výsledky současně prokázaly vliv porozity na objemové změny. Spolu s rostoucí porozitou, rostou také objemové změny. Toto pozorování souvisí se skutečností, že při vysychání směsi dochází k negativním objemovým změnám (smršťování) vlivem vypařování vody obsažené v porézní struktuře zrajícího kompozitu. Objemové změny jsou ovlivněny vodním součinitelem, což znamená, že se zvyšujícím se vodním součinitelem se zvětšují také objemové změny. Měření byla prováděna v rozsahu vodních součinitelů, při kterých nedocházelo k oddělování směsi a povrchovému bleedingu, které by výrazně změnily strukturu a porozitní profil studované hmoty. Byly pozorovány lineární závislosti mezi vodním součinitelem a celkovými objemovými změnami.

OBJEMOVÉ ZMĚNY S MIKROPLNIVEM OMYACARB, BEZ HLAZENÍ

Tab 90. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Omyacarb, BH

vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech[mm/m]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	0,77	0,73	0,76
0,48	0,82	0,79	0,80
0,52	0,85	0,81	0,84
0,56	0,93	0,88	0,91
0,60	0,97	0,93	0,96
0,64	1,09	1,05	1,08

Tab 91. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Omyacarb, BH

vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech[mm/m]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	0,91	0,77	0,79
0,48	0,99	0,81	0,84
0,52	1,07	0,87	0,89
0,56	1,13	0,95	0,97
0,60	1,21	1,02	1,05
0,64	1,30	1,11	1,13

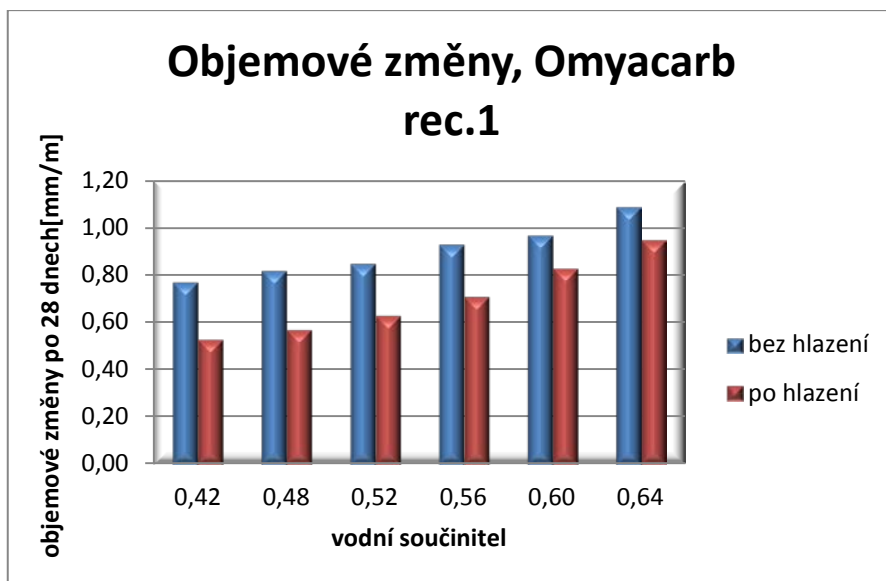
OBJEMOVÉ ZMĚNY S MIKROPLNIVEM OMYACARB, PO HLAZENÍ

Tab 92. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Omyacarb, H

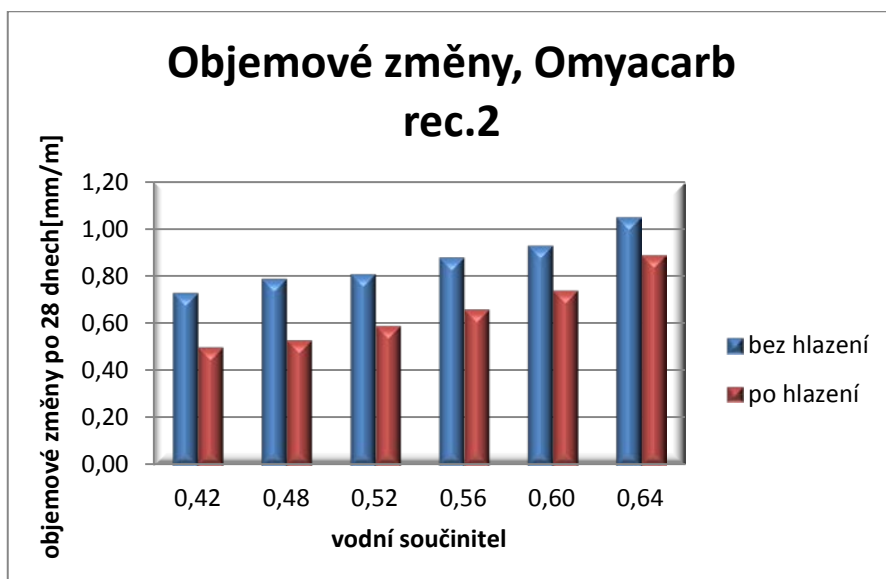
vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech[mm/m]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	0,53	0,50	0,51
0,48	0,57	0,53	0,54
0,52	0,63	0,59	0,61
0,56	0,71	0,66	0,68
0,60	0,83	0,74	0,80
0,64	0,95	0,89	0,92

Tab 93. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Omyacarb, H

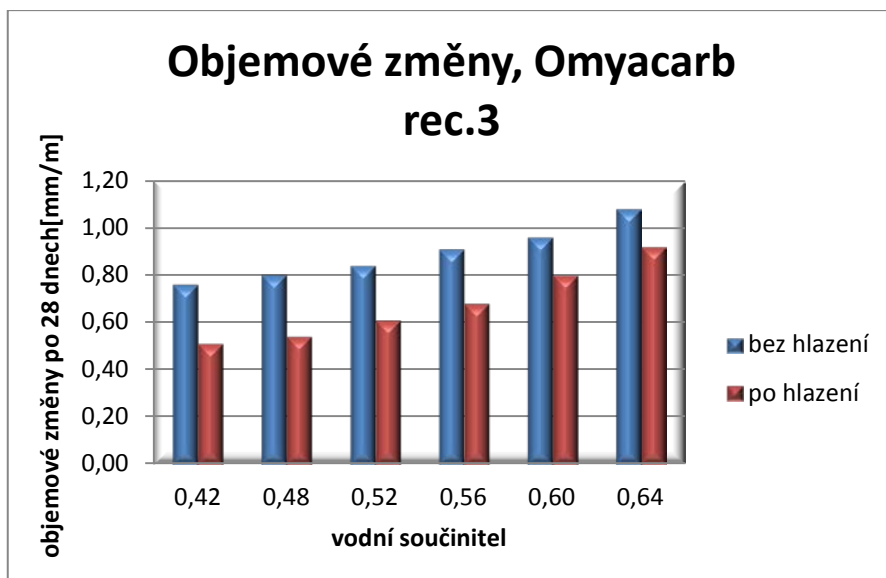
vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech[mm/m]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	0,80	0,52	0,55
0,48	0,85	0,56	0,59
0,52	0,92	0,64	0,66
0,56	0,99	0,73	0,75
0,60	1,06	0,84	0,88
0,64	1,17	0,97	1,11



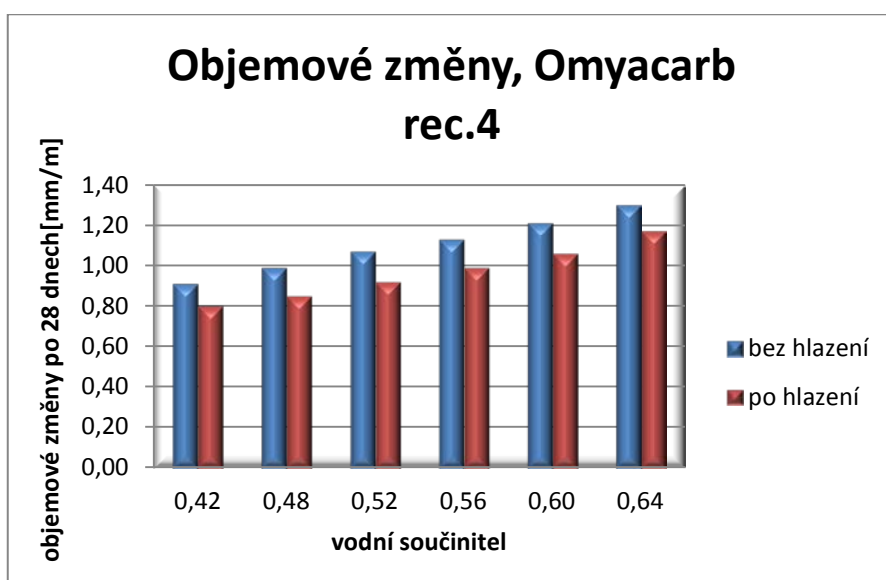
Obr. 85 Objemové změny, P, 35%, Omyacarb, rec.1



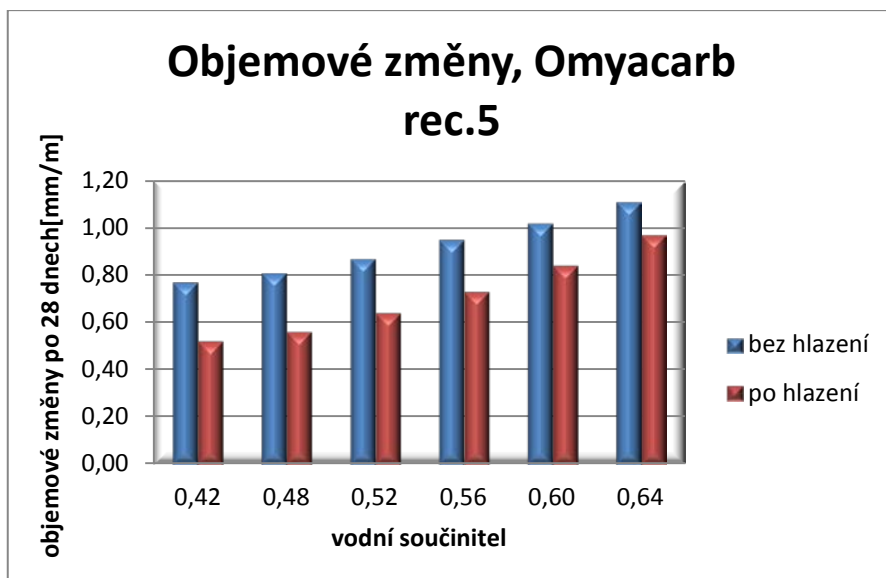
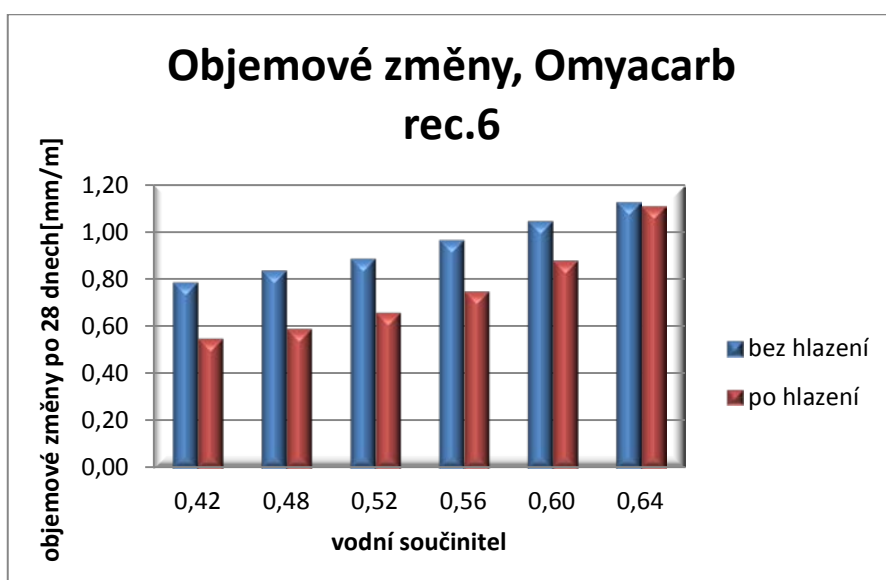
Obr. 86 Objemové změny, P, 35%, Omyacarb, rec.2



Obr. 87 Objemové změny, P, 35%, Omyacarb, rec.3



Obr. 88 Objemové změny, P, 35%, Omyacarb, rec.4

Obr. 89 Objemové změny, P , 35%, Omyacarb, rec.5Obr. 90 Objemové změny, P , 35%, Omyacarb, rec.6

Z naměřených hodnot a grafického vyjádření je zřejmé, že hlazení při aplikaci potěru a použití mikroplniv má kladný vliv na objemové změny, neboť vznikající strukturu lze popsat jako výrazně kompaktnější, s redukovanou porozitou. Měření byla prováděna za využití laboratorní hladičky cementových směsí s nastavitelnou hladičkou, přičemž aparatura umožňovala variabilní sklon hladících listů (tj. s nárůstem sklonu hladičky docházelo ke snižování kontaktní plochy mezi hladícím listem a hlazenou podlahovinou). V počáteční fázi (30 minut po dosažení počátku tuhnutí) byl vzorek hlazen celoplošným diskem s přtlakem 50kg/m^2 v délce hlazení 2 minuty s 15 minutovými prodlevami. Po dosažení konce tuhnutí byl vzorek hlazen nerezovými listy hladičky s přtlakem od 50 do 350kg/m^2 po dobu 2 minuty s 10 minutovými prodlevami. Hlazení bylo dokončeno po 180 minutách po dosažení konce tuhnutí. V celém procesu

hlazení nebylo používáno skrápění povrchu vodou. Největší objemové změny i přes úvodní hlazení nastaly u rec.4 s plnivem UHK. Nejmenších objemových změn pak dosahovaly receptury rec.2 s použitím plniva PP.



Obr. 91 Laboratorní hladička



Obr. 92 Hladička s listy- detail

OBJEMOVÉ ZMĚNY S MIKROPLNIVEM METASIL, BEZ HLAZENÍ

Tab 94. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Metasil, BH

vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech [mm/m]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	0,73	0,70	0,73
0,48	0,80	0,76	0,79
0,52	0,83	0,80	0,83
0,56	0,91	0,85	0,88
0,60	0,95	0,90	0,93
0,64	1,04	1,01	1,03

Tab 95. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Metasil, BH

	Objemové změny po 28 dnech [mm/m]		
vodní součinitel [-]	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	0,88	0,75	0,77
0,48	0,96	0,80	0,83
0,52	1,03	0,85	0,88
0,56	1,09	0,91	0,94
0,60	1,15	0,96	1,00
0,64	1,25	1,07	1,09

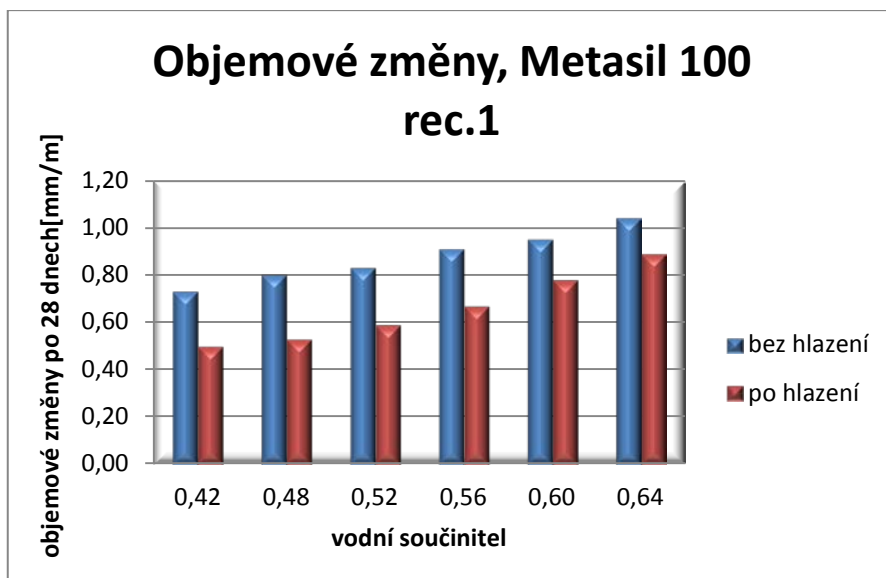
OBJEMOVÉ ZMĚNY S MIKROPLNIVEM METASIL, PO HLAZENÍ

Tab 96. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Metasil, H

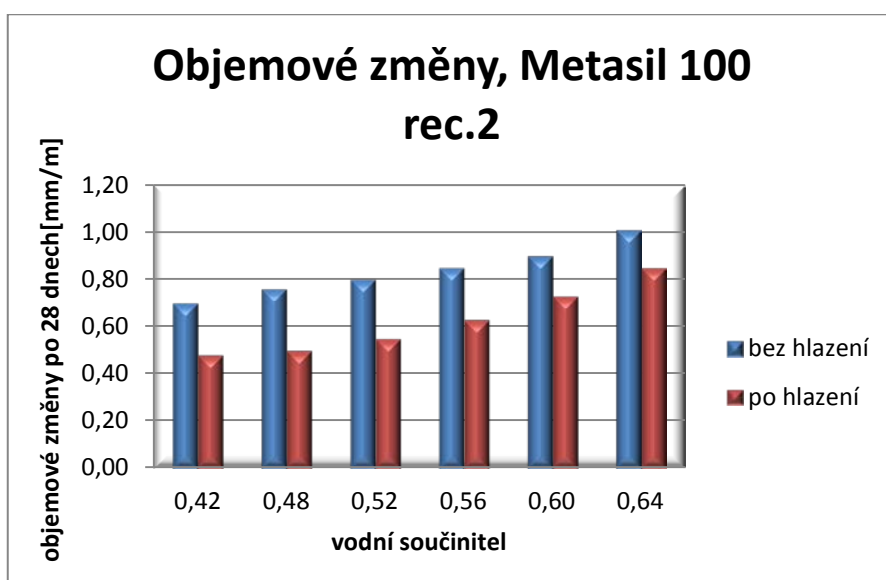
	Objemové změny po 28 dnech [mm/m]		
vodní součinitel [-]	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	0,50	0,48	0,50
0,48	0,53	0,50	0,52
0,52	0,59	0,55	0,58
0,56	0,67	0,63	0,66
0,60	0,78	0,73	0,77
0,64	0,89	0,85	0,88

Tab 97. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Metasil, H

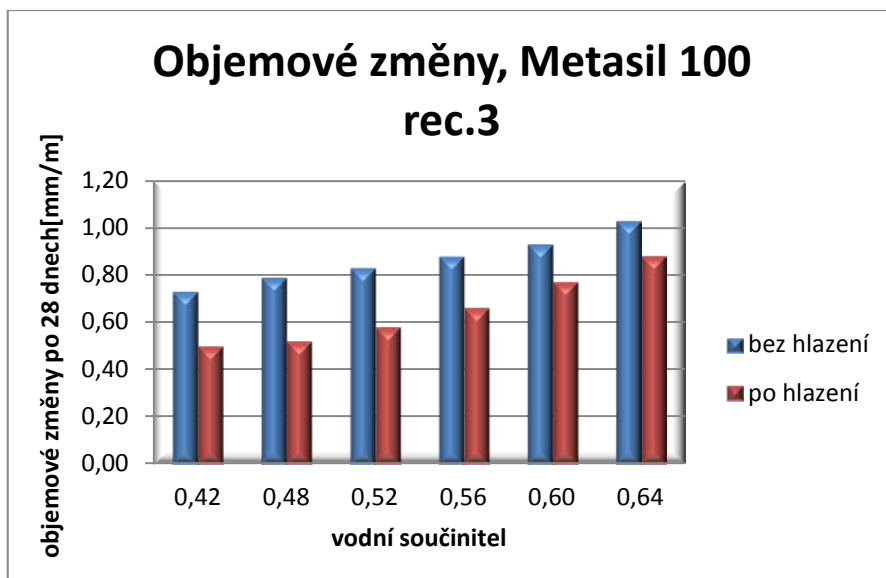
	Objemové změny po 28 dnech [mm/m]		
vodní součinitel [-]	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	0,77	0,51	0,53
0,48	0,81	0,54	0,58
0,52	0,88	0,62	0,65
0,56	0,95	0,68	0,73
0,60	1,03	0,80	0,85
0,64	1,13	0,91	0,95



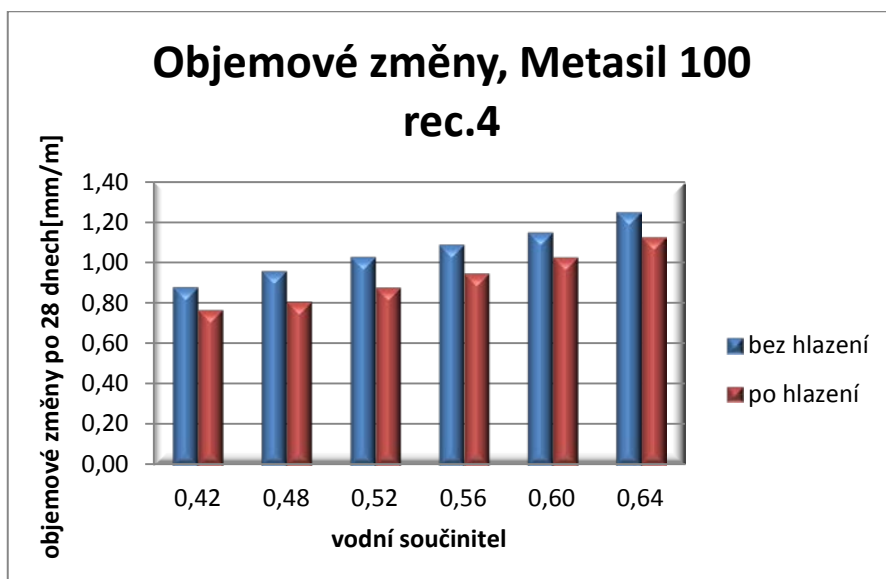
Obr. 93 Objemové změny, P, 35%, Metasil, rec.1



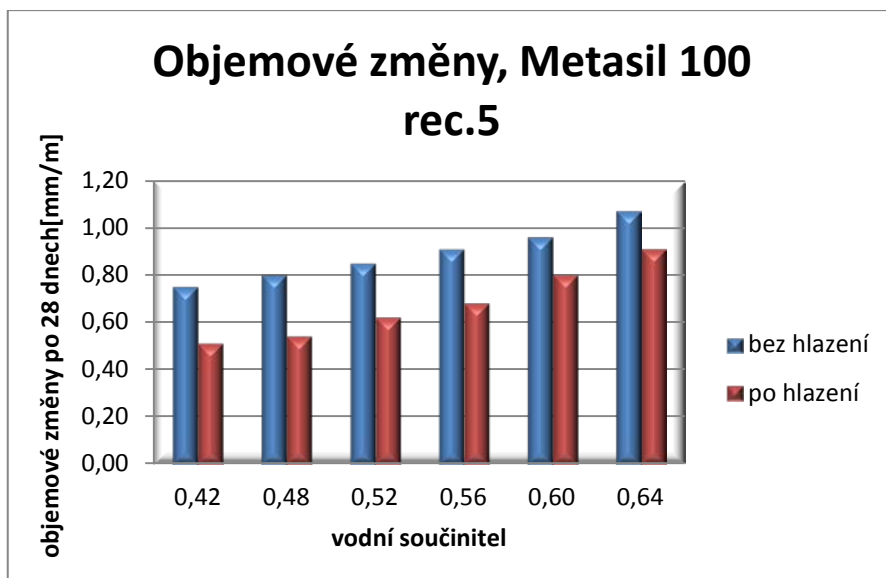
Obr. 94 Objemové změny, P, 35%, Metasil, rec.2



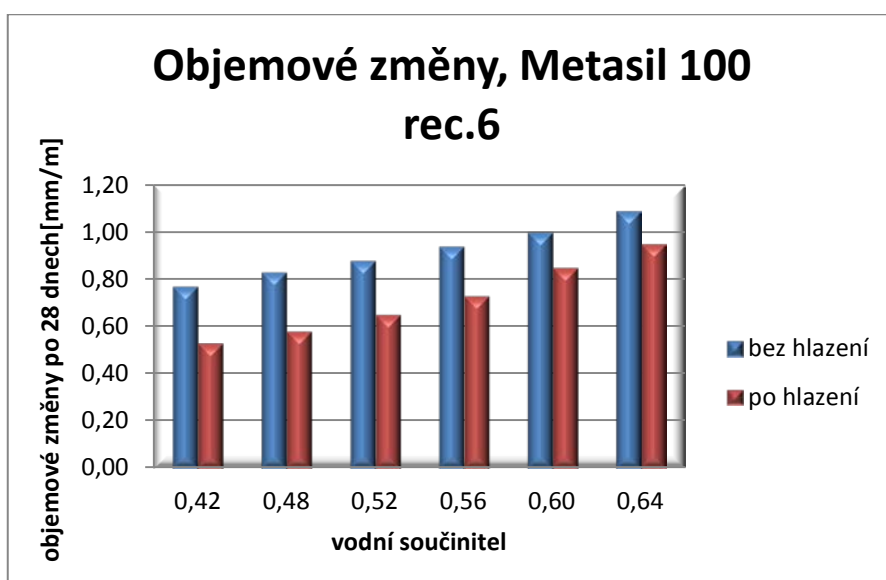
Obr. 95 Objemové změny, P, 35%, Metasil, rec.3



Obr. 96 Objemové změny, P, 35%, Metasil, rec.4



Obr. 97 Objemové změny, P, 35%, Metasil, rec.5



Obr. 98 Objemové změny, P, 35%, Metasil, rec.6

Z naměřených hodnot a grafického vyjádření je zřejmé, že hlazení při aplikaci potěru má kladný vliv na objemové změny. Nejmenších objemových změn bylo dosaženo u rec.2 s použitím plniva PP a s využitím mikroplniva Metasil 100.

6.10 TĚSNÍCÍ NÁTĚR

Jako těsnicí nátěr byl použit ošetřovací nátěr Fortecoat 1425. Tento nátěr má za vliv uzavření pórů, což značně redukuje nasákavost povrchu. Takto upravené podlahové systémy zajistí omezení prašnosti, zvýší mechanickou i chemickou odolnost a usnadní údržbu.

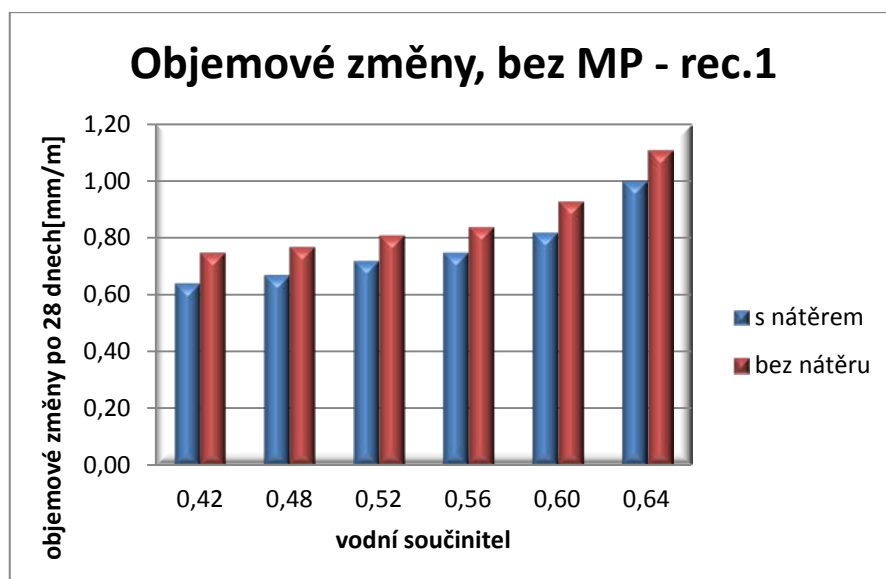
OBJEMOVÉ ZMĚNY BEZ MIKROPLNIVA, PO HLAZENÍ, S TĚSNÍCÍM NÁTĚREM (N)

Tab 98. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, BMP, H, N

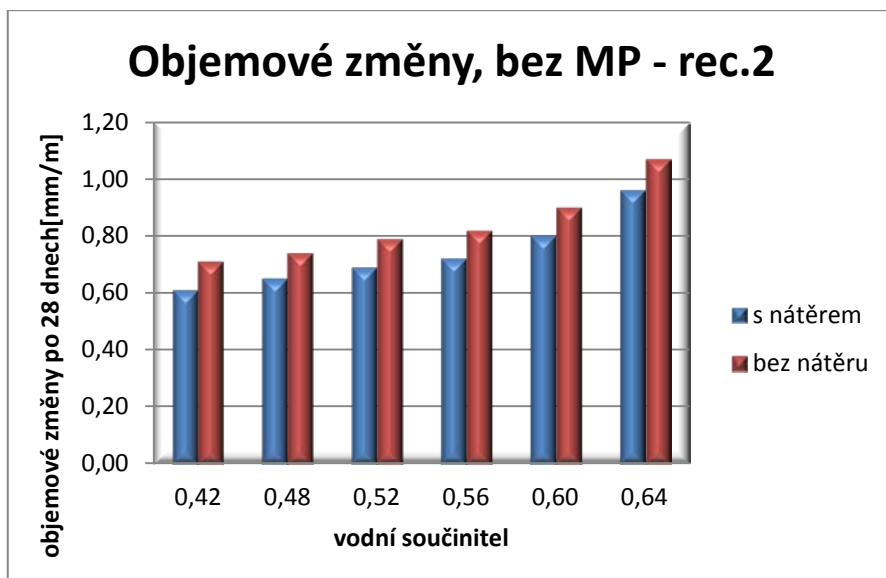
vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech [mm/m]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	0,64	0,61	0,64
0,48	0,67	0,65	0,67
0,52	0,72	0,69	0,71
0,56	0,75	0,72	0,74
0,60	0,82	0,80	0,80
0,64	1,00	0,96	0,98

Tab 99. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, BMP, H, N

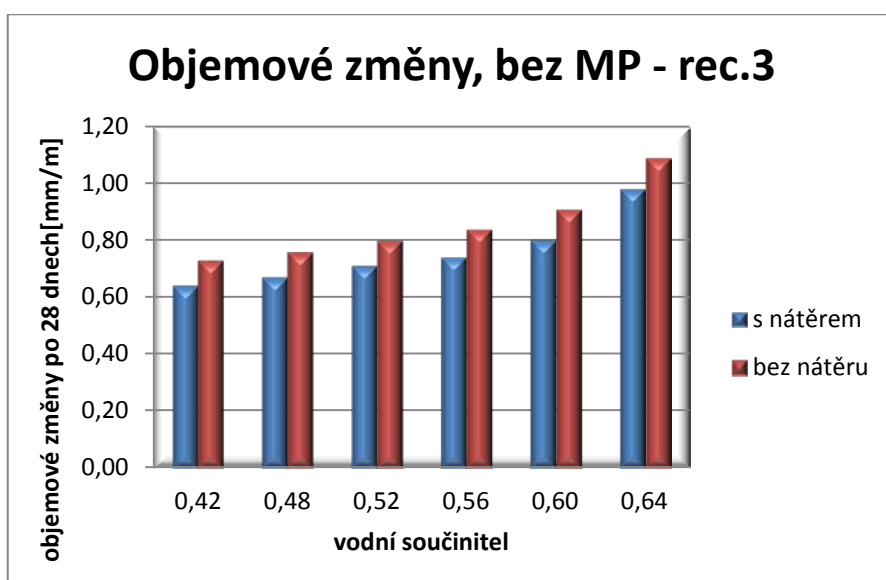
vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech [mm/m]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	0,87	0,62	0,65
0,48	0,97	0,66	0,69
0,52	1,00	0,70	0,72
0,56	1,07	0,76	0,77
0,60	1,13	0,84	0,85
0,64	1,21	1,01	1,03



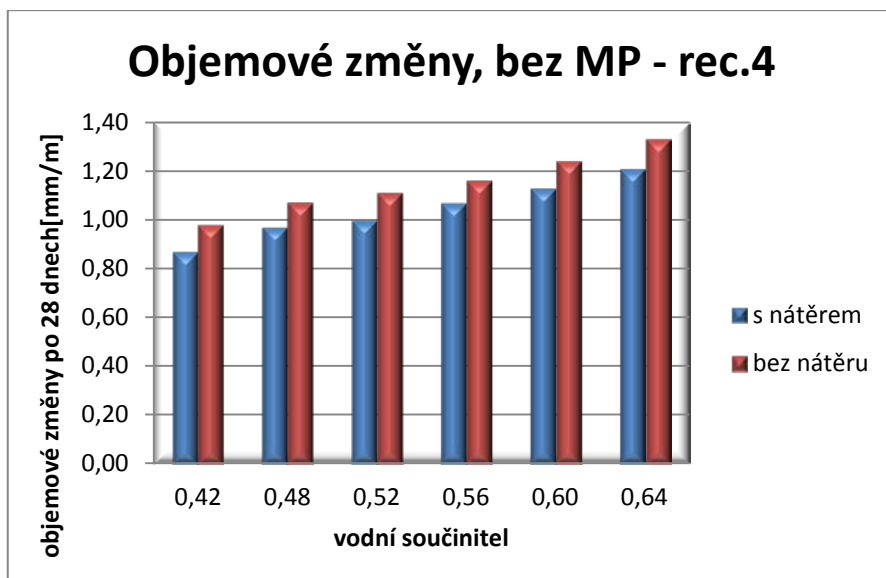
Obr. 99 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, BMP, H, N, rec.1



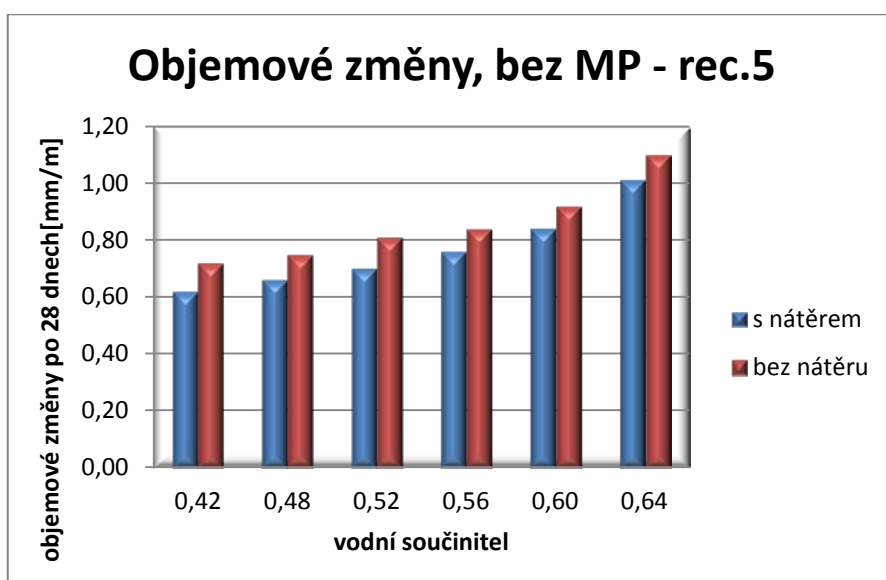
Obr. 100 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, BMP, H, N, rec.2



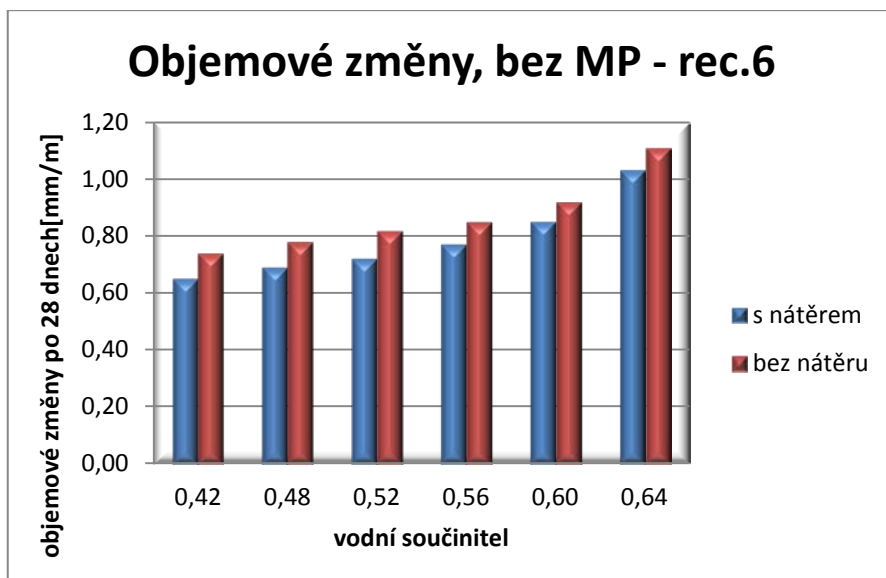
Obr. 101 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, BMP, H, N, rec.3



Obr. 102 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P , 35%, BMP, H, N, rec.4



Obr. 103 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P , 35%, BMP, H, N, rec.5



Obr. 104 Vliv těsnícího nátěru na objemové změny, P , 35%, BMP, H, N, rec.6

Těsnící nátěr prokázal kladný vliv na objemové změny po 28 dnech, u všech receptur bylo sníženo smrštění.

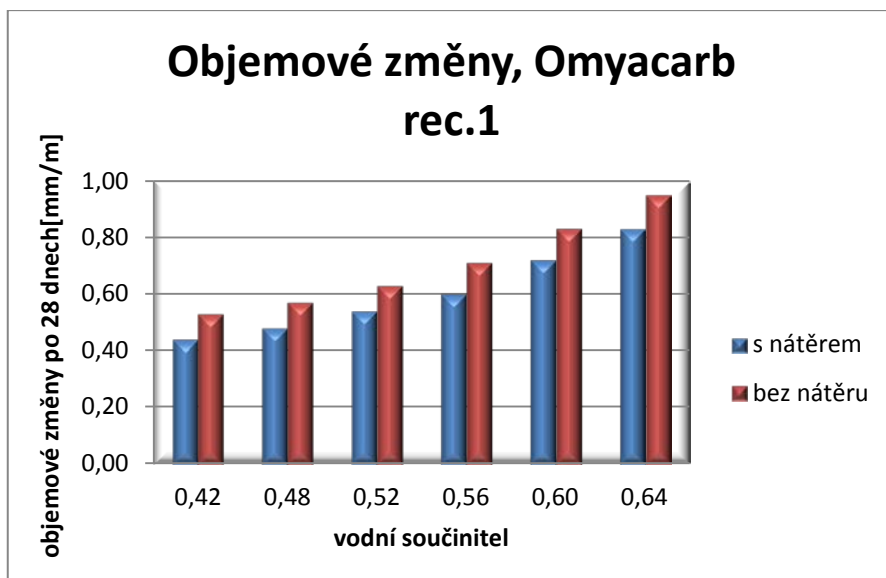
OBJEMOVÉ ZMĚNY, MIKROPLNIVO OMYACARB, PO HLAZENÍ, S NÁTĚREM (N)

Tab 100. Objemové změny po 28 dnech, P , 35%, Omyacarb, H, N

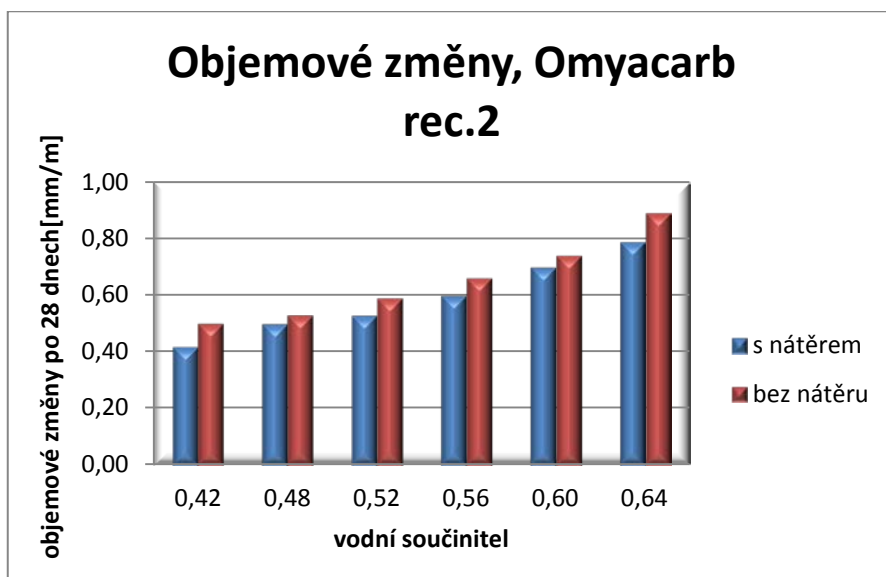
vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech [mm/m]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	0,44	0,42	0,44
0,48	0,48	0,50	0,49
0,52	0,54	0,53	0,53
0,56	0,60	0,60	0,59
0,60	0,72	0,70	0,69
0,64	0,83	0,79	0,80

Tab 101. Objemové změny po 28 dnech, P , 35%, Omyacarb, H, N

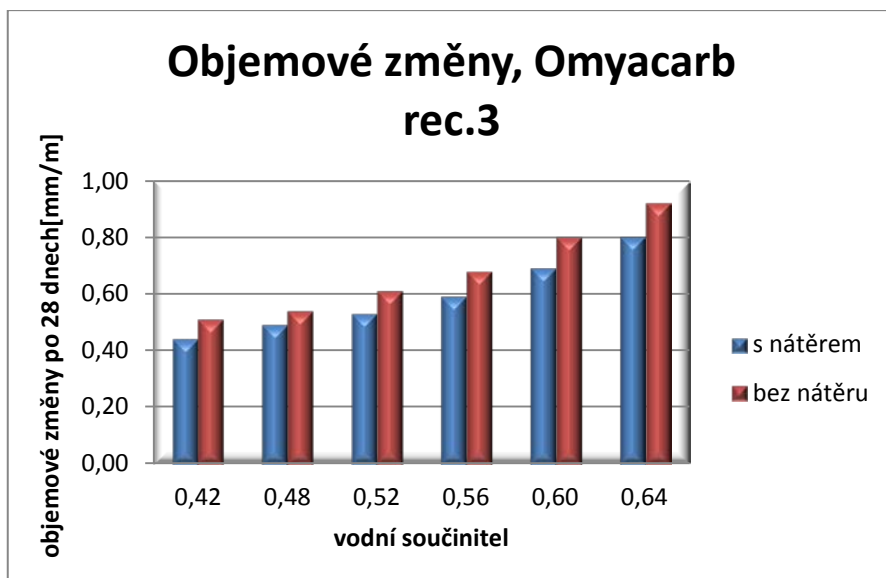
vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech [mm/m]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	0,71	0,45	0,47
0,48	0,78	0,49	0,52
0,52	0,85	0,56	0,60
0,56	0,89	0,61	0,64
0,60	0,95	0,74	0,78
0,64	0,99	0,84	0,87



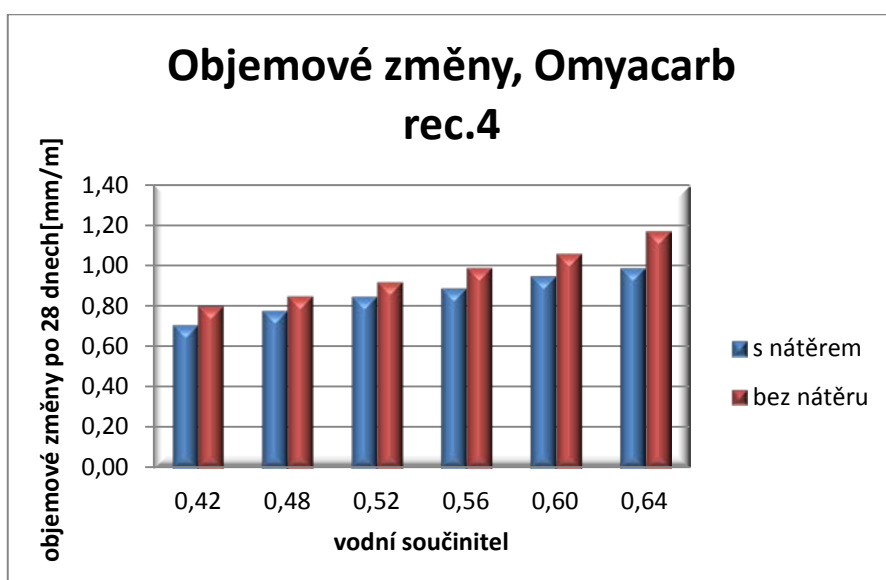
Obr. 105 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P , 35%, Omyacarb, H , rec.1



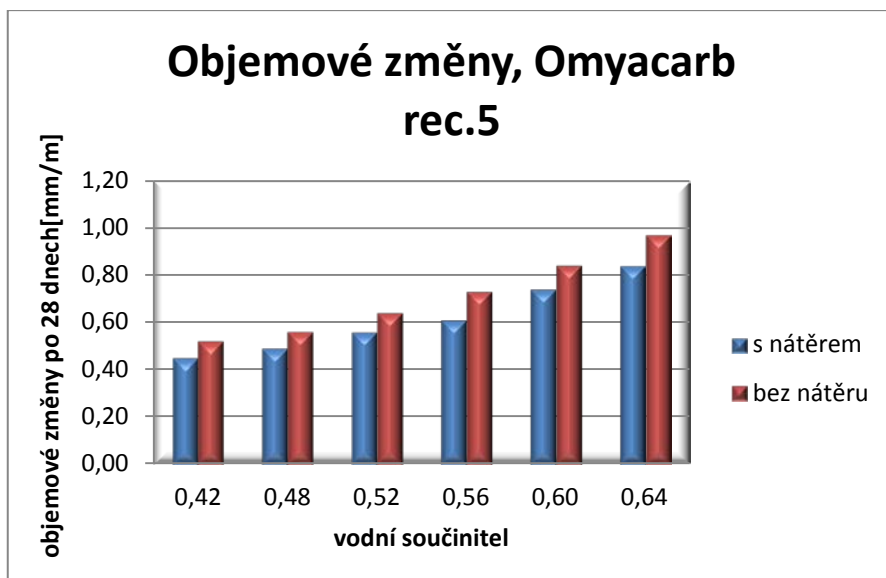
Obr. 106 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P , 35%, Omyacarb, H , rec.2



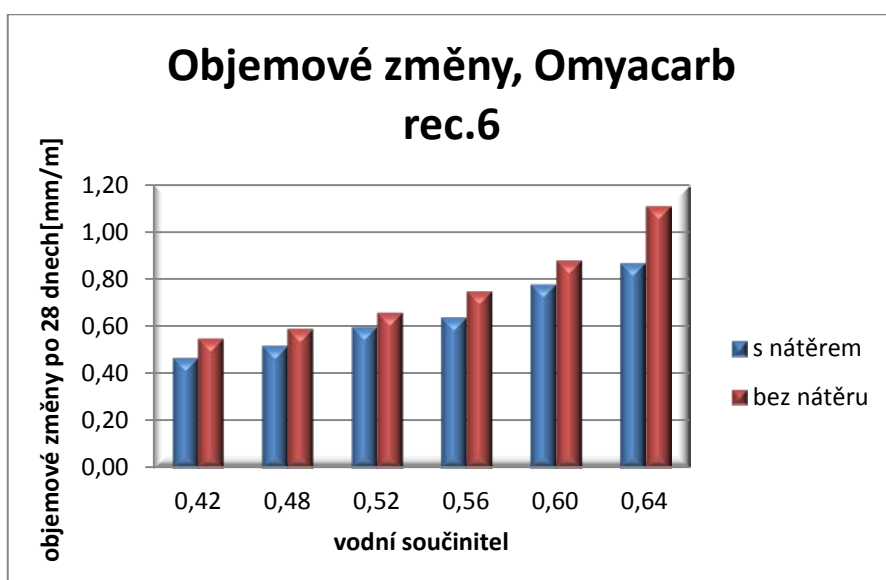
Obr. 107 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P , 35%, Omyacarb, H , rec.3



Obr. 108 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P , 35%, Omyacarb, H , rec.4



Obr. 109 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Omyacarb, H, rec.5



Obr. 110 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Omyacarb, H, rec.6

Vliv použití mikropřniva, aplikace hlazením a těsnícího nátěru výrazně zmenšil objemové změny v porovnání s takto neupravenými recepturami. Jak již při předchozích měřeních, také zde byly prokázány nejmenší objemové změny u rec.2 s plnivem PP. Největší objemové změny byly naměřeny u rec.4 s UHK.

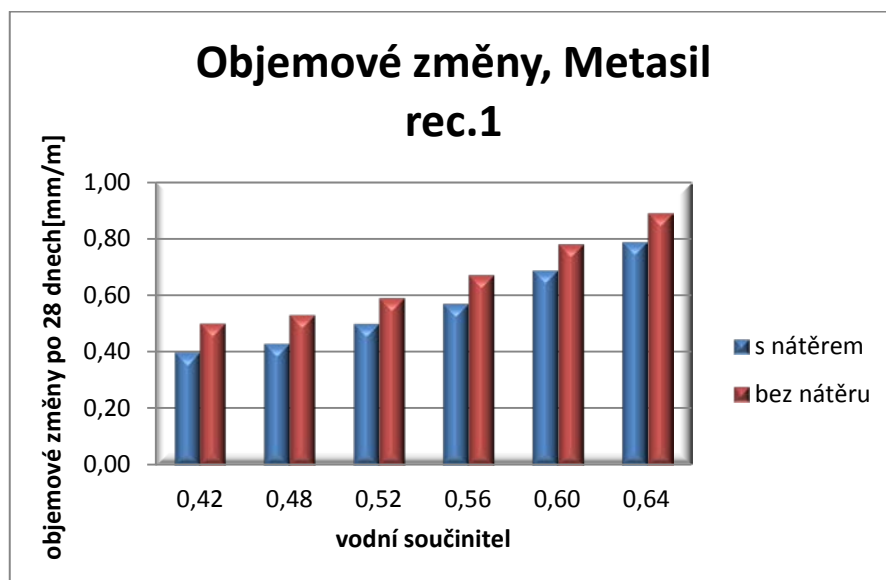
OBJEMOVÉ ZMĚNY, MIKROPLNIVO METASIL, PO HLAZENÍ, S NÁTĚREM (N)

Tab 102. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Metasil, H, N

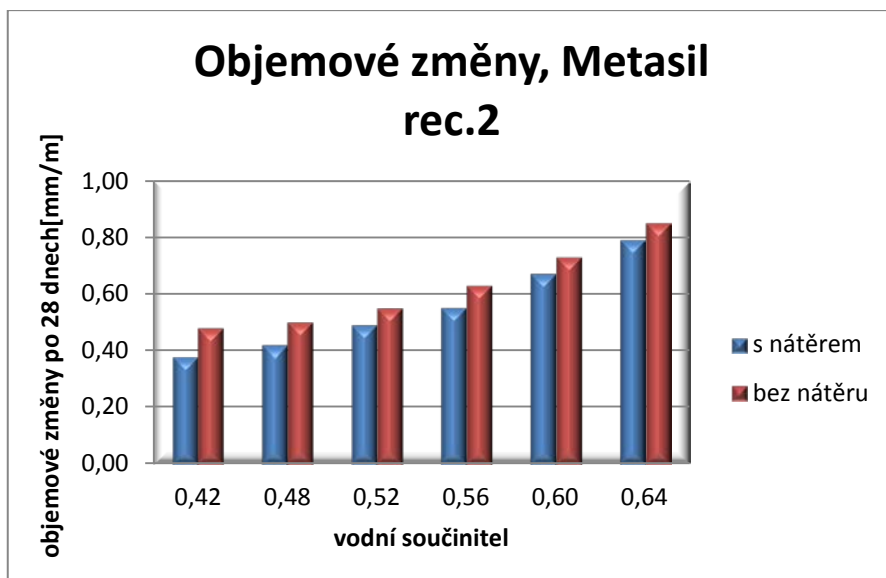
vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech [mm/m]		
	rec.1	rec.2	rec.3
0,42	0,40	0,38	0,40
0,48	0,43	0,42	0,42
0,52	0,50	0,49	0,49
0,56	0,57	0,55	0,56
0,60	0,69	0,67	0,69
0,64	0,79	0,79	0,80

Tab 103. Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Metasil, H, N

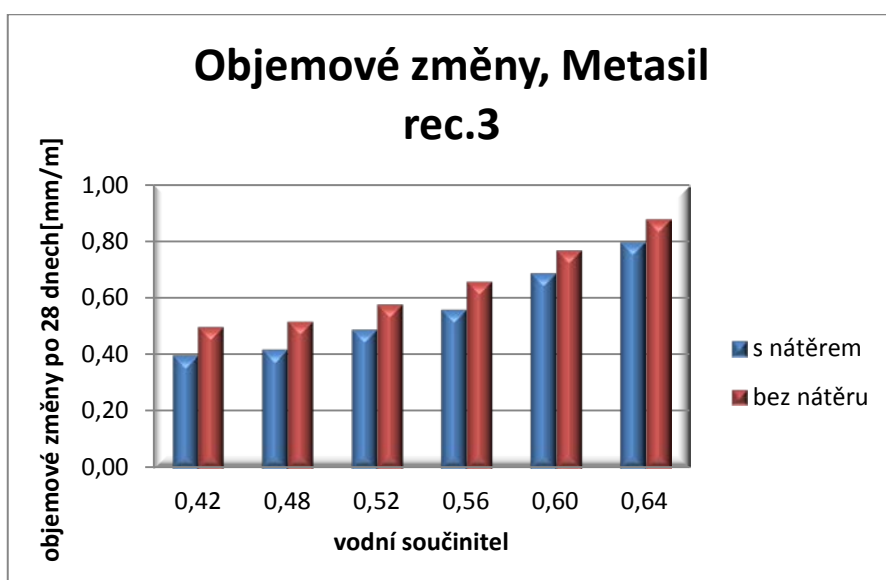
vodní součinitel [-]	Objemové změny po 28 dnech [mm/m]		
	rec.4	rec.5	rec.6
0,42	0,68	0,42	0,45
0,48	0,75	0,45	0,48
0,52	0,83	0,53	0,55
0,56	0,86	0,58	0,61
0,60	0,91	0,70	0,74
0,64	0,97	0,84	0,86



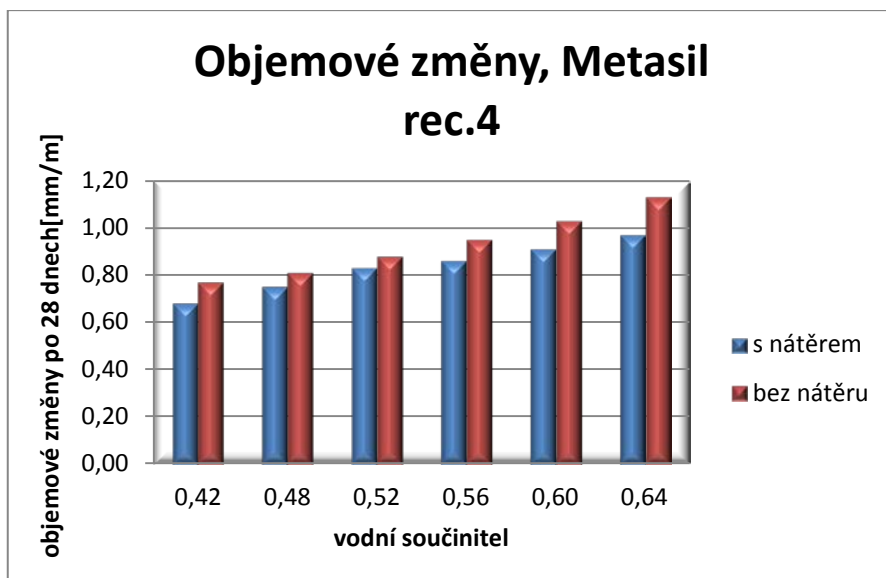
Obr. 111 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Metasil, H, rec.1



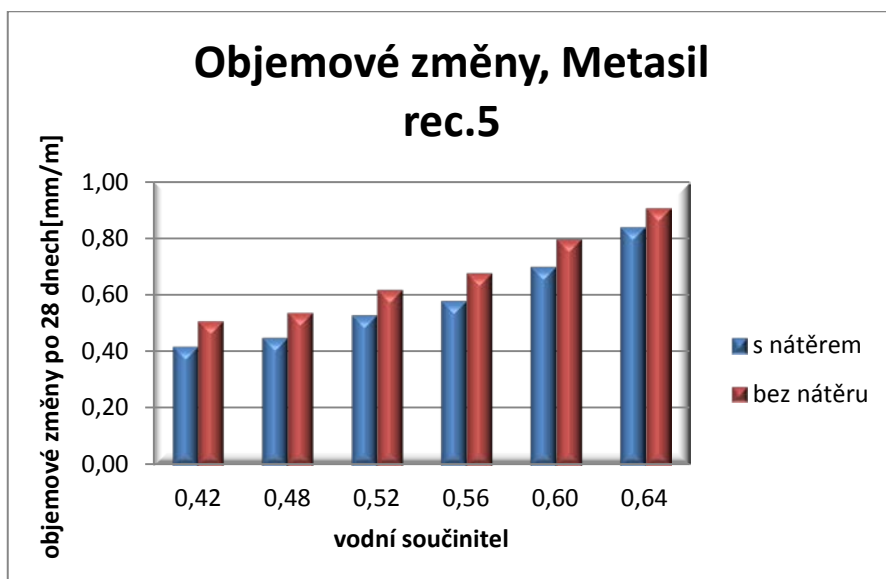
Obr. 112 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P , 35%, Metasil, H , rec.2



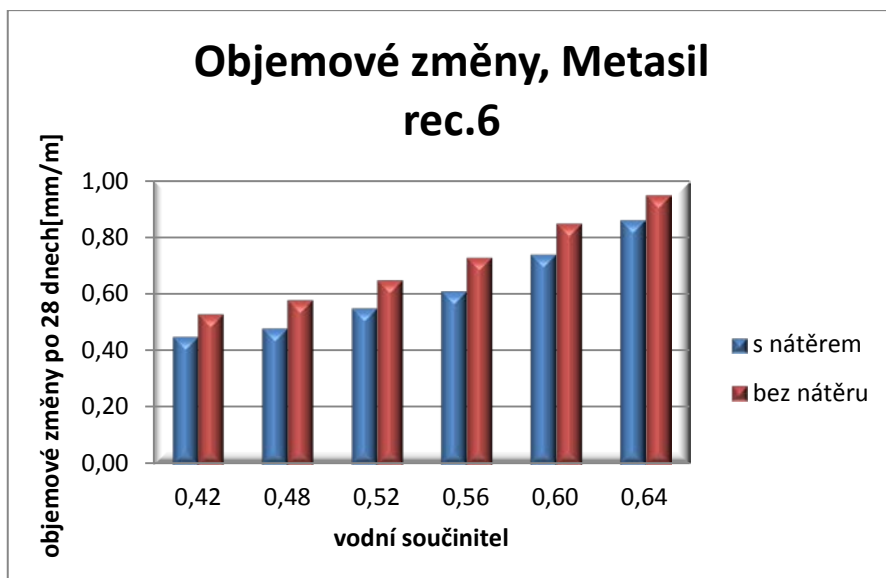
Obr. 113 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P , 35%, Metasil, H , rec.3



Obr. 114 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P , 35%, Metasil, H , rec.4



Obr. 115 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P , 35%, Metasil, H , rec.5



Obr. 116 Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P , 35%, Metasil, H , rec.6

Vliv mikropnliv na výsledné parametry navržených hmot prokázal, že již samotná existence mikropnliva vede ke snížení porozity, snížení smrštění, nárůstu pevnosti v tlaku a zvýšení odolnosti vůči obruš. Při porovnání jednotlivých mikropnliv lze pozorovat vyšší funkcionalitu metakaolinového mikropnliva ve srovnání s vápencovým typem mikropnliva, kdy dochází k vyššímu nárůstu pevností v tlaku, což lze přisuzovat zapojení metakaolinu do hydratačních procesů při zrání cementového kompozitu. Taktéž vzhledem ke schopnostem metakaolinu reagovat s portlanditem CaCO_3 , lze očekávat vyšší odolnost podlahoviny vůči karbonatům.

Z dosažených výsledků je zřejmý kladný použití těsnícího nátěru na výsledné vlastnosti - snížení porozity, které vede k zvýšené odolnosti vůči obruš a snížení objemových změn, které úzce souvisí se snížením porozity cementové podlahoviny.

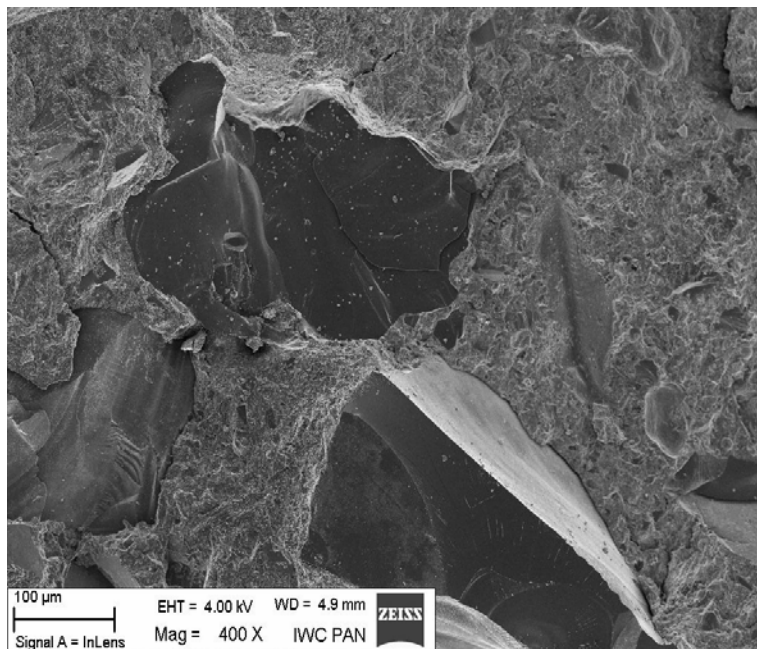
Současně byla potvrzena jeho funkčnost z pohledu redukce objemových změn a bylo sledováno i významné navýšení odolnosti vůči obruš.

Z použitých druhotných surovin bylo opět potvrzeno jako nejefektivnější použití uhelné strusky. Při použití uhelné strusky byly splněny požadavky na pevnost v tlaku, pevnost v tahu za ohybu a současně také byla dosažena požadovaná odolnost proti obruš.

6.11 HYDRATAČNÍ PRODUKTY STUDOVANÉHO SYSTÉMU

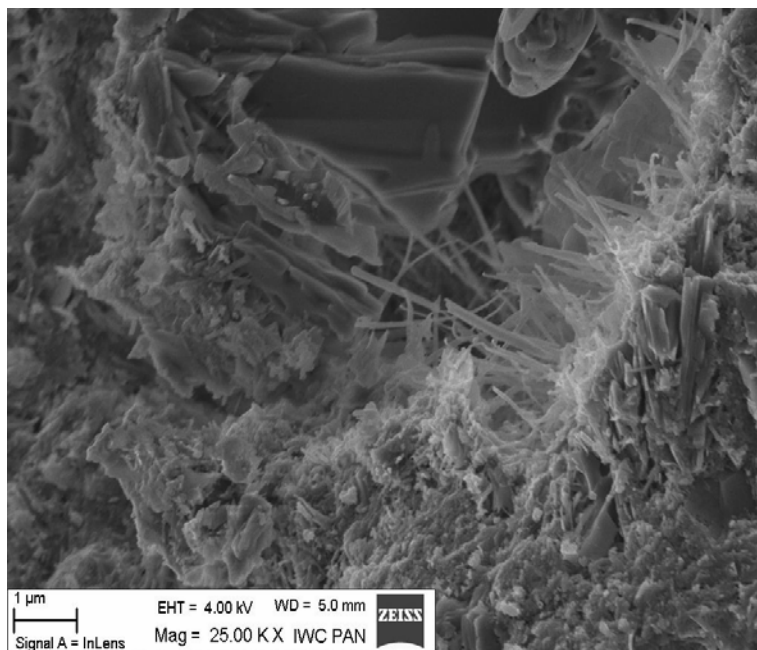
Pomocí elektronové mikroskopie s EDS analyzátozem byly prostudovány lomové plochy a povrchy vybraných formulací strojně hlazených podlahovin. Z hlavních hydratačních fází portlandského cementu byl pozorován: portlandit, C-S-H gely, ettringit. U starších vzorků byl v povrchové vrstvě podlahoviny na neošetřených

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 také potvrzena při testech pevnosti v tahu za ohybu a ohrusu metodou BCA, které patří mezi zkušební postupy výrazně zatěžující oblasti cementového tmele a plniva.

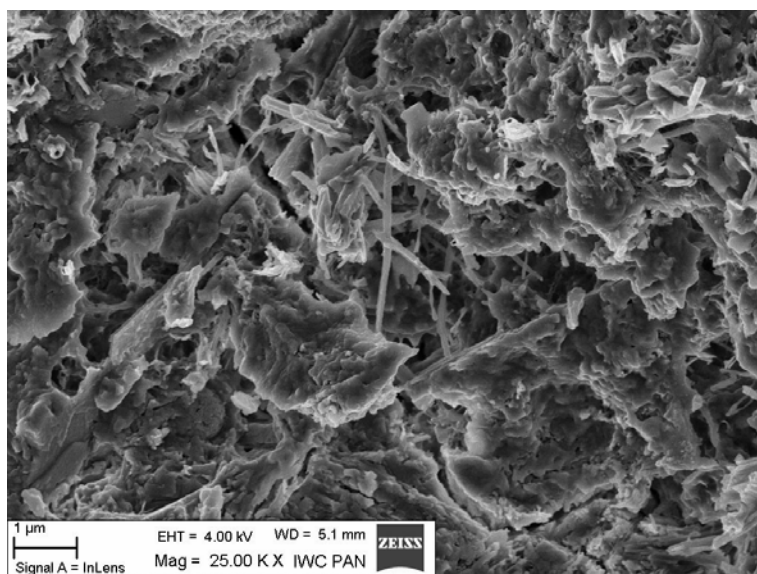


Obr. 117 Zrno uhelné strusky v cementové matrici

Pomocí elektronové mikroskopie byly studovány lomové plochy vzorků připravených ze zkušebních trámů pro stanovení pevnosti v tlaku. V cementové matrici byly pozorovány zrna testovaných plniv. I v případě použití plniv s hladkou povrchovou strukturou (zrno uhelné strusky) nebyly pozorovány defekty na mezifázi cementová matrice – povrch zrna, což vysvětluje i vysoké hodnoty pevností v tahu za ohybu, které byly dosahovány na zkušebních tělesech. Nositelem pevností se tak stávala cementová matrice s kvalitně zakotvenými zrny plniva.

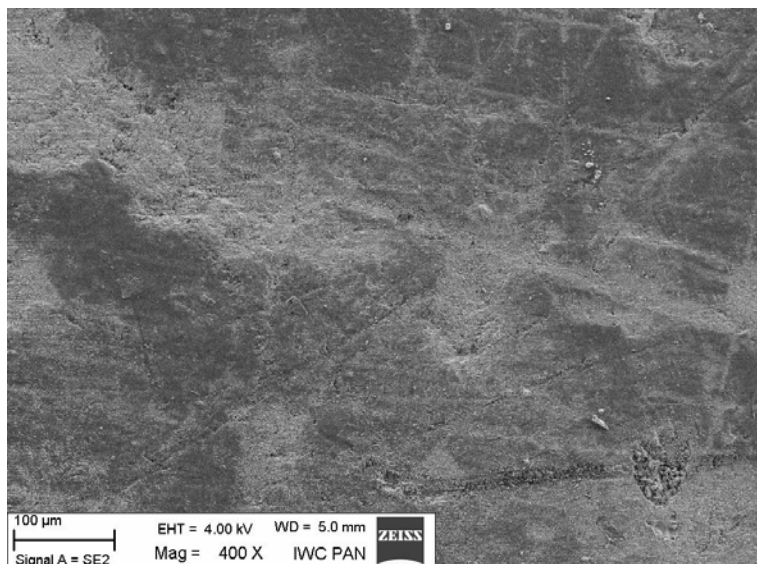


Obr. 118 Mikrostruktura cementové matrice s hydratačními produkty: drobnovláknité C-S-H formace, vrstevnaté krystaly portlanditu a jehlicové krystaly ettringitu



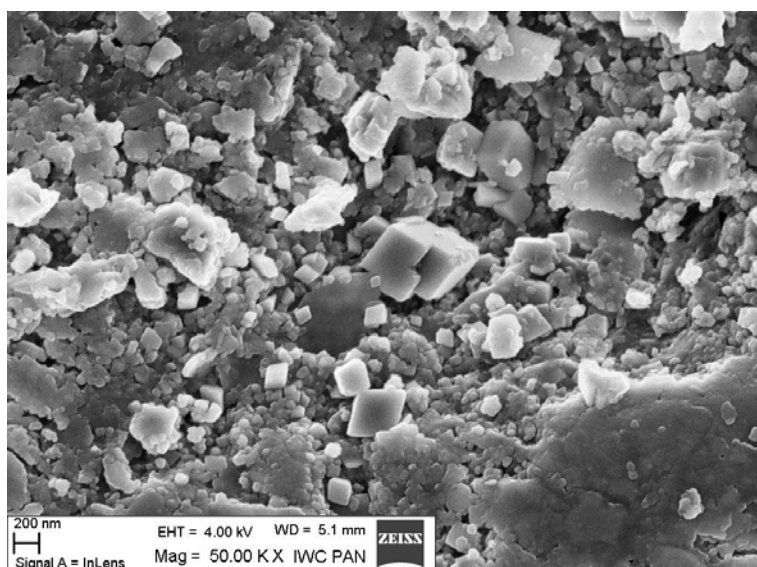
Obr. 119 Mikrostruktura cementové matrice s hydratačními produkty: drobnovláknité C-S-H formace a jehlicové krystaly ettringitu

Hlavním složkou cementové matrice byly C-S-H formace (dlouhovláknité i krátkovláknité), které tvoří pletnatou strukturu zodpovědnou za počáteční a především dlouhodobou pevnost cementové matrice. Dále byly pozorovány typické vrstevnaté hexagonální krystaly portlanditu. V cementové matrici za přítomnosti síranových iontů byl pozorován vznik typických jehlicovitých krystalů ettringitu. Vzhledem k podmínkám zrání a studiu matrice v krátkodobém horizontu nebyl pozorován vznik monosulfátu.



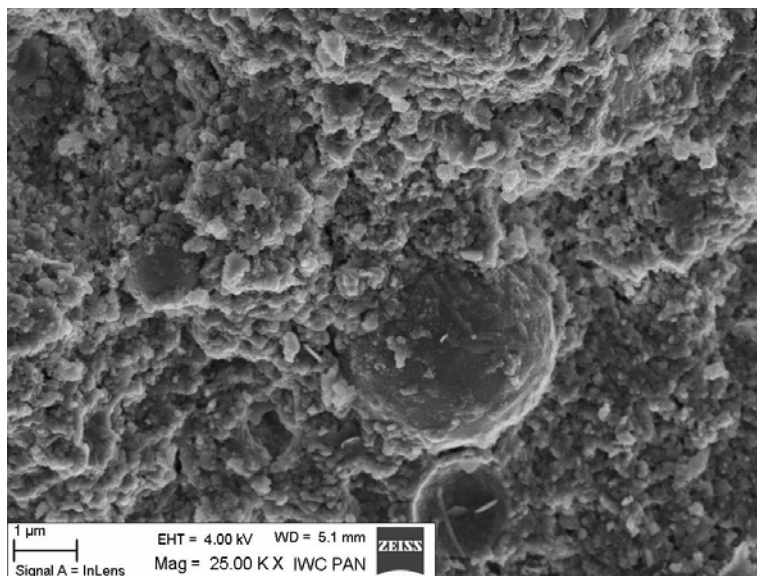
Obr. 120 Mikrostruktura povrchu vsypové vrstvy

V experimentální fázi disertační práce byly také studovány povrchy nášlapné vrstvy jednotlivých formulací podlahovin. Ve srovnání s typickými povrchy betonových podlah bylo dosahováno výrazně uzavřené struktury s minimem defektů v morfologii povrchu.



Obr. 121 Krystaly uhličitanu vápenatého vzniklé vlivem karbonatace

U těles neošetřených těsnícím nátěrem Fortecoat uložených na suchu byl pozorován vznik typických krystalických produktů karbonatace svrchní vrstvy podlahoviny. Pomocí elektronové mikroskopie za využití EDS analyzátoru byla prokázána složená krystalická struktura odpovídající uhličitanu vápenatému.



Obr. 122 Cementová matrice

V cementové matrici byly také ojediněle identifikovány typické kulovité částice popílku pocházející z příměsi cementu.

V. CELKOVÁ DISKUZE VÝSLEDKŮ

Součástí výzkumných prací provedených v rámci této disertační práce bylo prozkoumat možnosti využití druhotných surovin při vývoji nových průmyslových podlah. Hlavním úkolem bylo zvolit vhodné druhotné suroviny a navrhnout tak novou hmotu tyto suroviny využívající, při dosažení požadovaných fyzikálně-mechanických vlastností. Cílem bylo ověřit vlivy aplikačních procesů, vhodných mikropřnův a finálního nátěru a na základě získaných poznatků tak navrhnout vhodnou alternativu průmyslových podlah, jenž by byla nejen z hlediska ekonomické efektivity, ale také z hlediska ekologického, vhodnou náhradou za již vyráběné produkty.

V teoretické části disertační práce byla zmapována oblast průmyslových podlah s důrazem na jejich materiálovou podstatu. Po zhodnocení současného stavu stavební produkce pozemních staveb jsem zvolila pro další studium systém strojně hlazených stěrkových podlah na bázi cementu využitelných při rekonstrukcích podlahových konstrukcí. Dalším motivem vedoucím k výběru studovaného systému byla skutečnost, že vzhledem k uvažovaným substitucím konvenčně používaných pojiv alternativními surovinami, bylo nutné zvolit referenční stavební hmotu vyráběnou velkoobjemovou produkcí. Jako nejvhodnější produkt byla zvolena cementová strojně hlazená (tzv. pancéřová podlaha) aplikovatelná metodou „mokrý do suchého“ – tj. na starý, vhodně mechanicky upravený betonový podklad. Tímto způsobem bylo dosaženo maximální míry ekologického dopadu při následné rekonstrukci, neboť odpadly vlivy spojené s nutným odstraněním podkladu a jeho skládkováním. Dalším ekologickým i ekonomickým znakem zvolené technologie je možnost aplikovat podlahový systém v tloušťce od 5mm, což u alternativního postupu (betonáž s aplikací cementového vsypu) je obvykle možné až od 100mm. Na základě těchto ekologických, ekonomických aspektů a praktické realizovatelnosti byla provedena volba systému vhodného pro velkoobjemové substituce druhotnými surovinami.

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 velikostí 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 mikropřnivo 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, mikropřnivo 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.

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 třídíči 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 objektivity 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.

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.

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 ohrusu, objemových změn i porozity. Všechny testy byly prováděny za konstantního obsahu mixu chemických přísad. Z naměřených hodnot vyplynulo, že 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 ohrusu byla nejvyšší u vzorků s nejtvrdšími plnivy a nejnižším použitým vodním součinitelem směsí. 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 ohrusu nižší, než jsou předepsané normou ČSN 74 4505. 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 ohrusu. 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 ohrusu, 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.

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 obrušování.

V případě využití výsledků v praxi lze očekávat pozitivní ekonomické zhodnocení pro velké producenty suchých stavebních směsí s rozsáhlejším portfoliem založeným na bázi alternativní suroviny. Sekundárním výstupem této substituce bude vliv na ekologii, neboť lze očekávat pokles v oblasti skládkování a nakládání s odpady, těžby písků. Při poklesu ceny výsledného produktu (stavební hmoty) lze očekávat i její snazší prosazení na trhu vůči méně ekologicky vhodným postupům, které se skládají z bouracích prací, frézování s následnou betonáží podlahy s cementovými vsypy.

VI. 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 karbonatačními 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 využití částečných substitucí s ohledem na skladové hospodářství vstupů (sila 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.

PŘÍNOS PRO OBOR A PRAXI:

V řešené disertační práci byly zkoumány vlastnosti a vliv u podlahovin na bázi cementu, jejichž mnohé vlastnosti jsou ovlivňovány způsobem mechanického zpracování, při kterém dochází ke vzniku kompaktní struktury. V částech práce, kde to bylo technicky realizovatelné, bylo cílem nalézt a popsat hlavní rozdíly mezi hmotou, která nebyla strojně hlazena a hmotou strojně hlazenou. V dostupných pramenech jsou pouze údaje dostupné relevantní studijní či jiné informační materiály věnující se studiu vrstev, které jsou povrchově upravovány podobným postupem, ke

kterému dochází při strojním hlazení. Strojní úpravy cementových a polymercementových hmot byly v publikacích řešeny především v oblasti tzv. MDF kompozitů (macro defect free kompozitů), kde bývá hmota upravována do hutnější podoby na různých druzích zařízení. Měření na komerčních plochách nebylo z ekonomických a technických důvodů realizovatelné, tudíž ve snaze o rozvoj a poznání velmi úzké části vědního oboru byly přípravy zkušebních těles prováděny na laboratorním zařízení simulujícím strojní hlazení podlah. V následných měřeních byla ověřena použitelnost inovované metody na měření objemových změn cementových kompozitů s laserovými snímači, kde možnost provádět měření v raném stádiu zrání hmoty umožňuje získávat výsledky již v prvních hodinách měření. Získané výsledky tak mohou pomoci v interpretacích vzniku trhlin z důvodu nadlimitních objemových změn, které se v podobě mikrotrhlin (vlasové trhliny, fajáns) objevují na majoritním podílu zhotovovaných podlahovin tohoto druhu.

Obor

- **Ověření použitelnosti tenkovrstvých systémů pro rekonstrukce betonových podlah**
- **Rozvoj nových měřících metod ve fázi laboratorního ověřování (měření objemových změn s laserovými detektory) umožňujících minimalizovat vznikající defekty tenkovrstvých systémů**
- **Zmapování bazálních parametrů výsledné hmoty a jejich závislosti strojně hlazené tenkovrstvé podlahoviny**
- **Simulace strojního hlazení podlahoviny v laboratorním měřítku s možností transferu výsledků do stavební praxe**

Praxe

- **Vývoj nových druhů podlahových systémů s využitím druhotných surovin**
- **Ekologické hledisko – snížení ekologické zátěže související s výstavbou a především rekonstrukcemi betonových podlah**
- **Ekonomické hledisko – snížení jednotkové ceny produktu závislé na konkrétních požadavcích na výsledné parametry hmoty**
- **Ověření funkčnosti systému v praxi – vhodnost použití mikropřilnaviny při formulaci tenkovrstvé podlahoviny, nutnost použití těsnícího nátěru pro eliminaci defektů**

VII. POUŽITÁ LITERATURA

- [1] Lidová architektura. Dostupné na internetu:
<<http://www.lidova-architektura.cz/architektura-historie/stavby-konstrukce/podlahy-hlinene.htm>>[24. 6. 2013]
- [2] Svoboda, P., Doležal, J., *Průmyslové podlahy v objektech pozemních staveb*, Bratislava JAGA GROUP 2007, ISBN 978-80-8073-054-0
- [3] SVOBODA, P., *Realizace nášlapných vrstev průmyslových podlah*. Realizace staveb. 2007, ročník II, č. 05, s. 63, ISSN 1802-0631
- [4] HÁJEK Petr a kol., Pozemní stavitelství II, Dr. Karel Černý SOBOTALES ISBN: 978-80-86817-22-4
- [5] DROCHYTKA, R., VANĚREK, J., BYDŽOVSKÝ, J., *Základní dělení podlahových konstrukcí*. Domo.2006, ročník 10, č. 6, s. 44
- [6] DALÍK, J., Průmyslové lité podlahy. *Realizace staveb*. 2007, ročník II, č. 05, s. 63, ISSN 1802-0631
- [7] *DOMO 1/2008*, ATEMI, ISSN 1212-9666
- [8] HOŠEK, J.: *Měření počátečních objemových změn betonu v pryžové vlnovkové formě*. Stavební výzkum, 1986
- [9] KOLÍSKO, J., KLEČKA, T.: *Nestatické trhliny v cementových hmotách. Příčiny vzniku a prevence*. X.symposium Sanace betonových konstrukcí, Brno, 2000
- [10] Svoboda, L. a kol. Stavební hmoty. Jaga group, Bratislava, Slovenská republika, 2005
- [11] BYDŽOVSKÝ, J., *Možnosti zpracování odpadů v sanačních materiálech*, Sdružení pro sanace betonových konstrukcí, sborník přednášek 2002
- [12] Český statistický úřad. Dostupné na internetu:<<http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/tab/F30044FEB2>>[8. 9. 2013]
- [13] Český statistický úřad. Dostupné na internetu:<<http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/tab/F300458B79>>[8. 9. 2013]
- [14] Český statistický úřad. Dostupné na internetu:<<http://www.czso.cz/csu/2013edicniplan.nsf/tab/F300455AC5>>[8. 9. 2013]
- [15] Melichar T., Khestl F., *Uplatnění alternativních surovin při modifikaci vsázky sklosilikátových obkladových prvků a jejich vliv na vybrané fyzikálně-mechanické vlastnosti výsledných produktů*, JUNIORSTAV 2008
- [16] Korund Benátky s.r.o. Dostupné na internetu:
<http://korund.cz/indexc.php?id=huede_korundy&menu=huede_korundy> [8. 9. 2013]
- [17] Sborník příspěvků z Konference PODLAHY 2007, BETONCONSULT 2007, ISBN 798-80-254-0144-6
- [18] PRATT, P., L., JENNINGS, H., M.: *Thermicroschemistry and microstructure of Portland cement*, Annual Review of Materials Science, 1981, 11, pp.123-149
- [19] MOULIN, E., SABIO, S., BROYER, V.: *Effect of SP type on ettringite morphology and on the rheology of Portland cement mortars as function of type of added calcium sulfates*,

- Proceedingsofthe 23rd Annual International Concrete on Cement Microscopy,2001, pp. 29-42
- [20] EMANUELSON, A.: *Portland cement clinker – composition and hydratationthesis*,Lund Institute of Technology, Sweden, 2001MAYERS
- [21] SCIVENER, K.,L.: The developmentofmicrostructureduringthehydratationofPortland cement thesis, University ofLondon, 1984
- [22] Informační centrum stavebních hmot s využitím odpadu. Dostupné na internetu:<<http://waste.fce.vutbr.cz>>[8. 9. 2013]
- [23] MICHALCOVÁ, G. *Modifikace epoxidových stěrek a správkových hmot plnivý odpadních materiálů*, diplomová práce, Brno 2003
- [24] Kumar, S., Kumar, R., Bandopadhyay, A., Alex, T.C., RaviKumar, B., Das, S.K., Mehrotra, S.P.,*Mechanicalactivationofgranulatedblastfurnaceslag and itseffect on theproperties and structureofportlandslag cement*,Cement &ConcreteComposites 30 (2008): pp 679–685.
- [25] Hadj-sadok, A., Kenai, S., Courard, L., Darimont,A., *Microstructure and durabilityofmortarsmodifiedwith medium activeblastfurnaceslag*,Construction and BuildingMaterials 25 (2), 2011: pp 1018–1025.
- [26] PAVLITOVÁ LETKOVÁ, Z., URBÁNKOVÁ K., Sledování vlastností hmot se zapracovaným odpadem - nové přístupy, In Odpadové fórum 2010, 2010.
- [27] 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]
- [28] ČSN EN 13 813: Potěrové materiály a podlahové potěry - Potěrové materiály -Vlastnosti a požadavky, Praha, Český normalizační institut, 2003.
- [29] ČSN 74 4505: Podlahy - Společná ustanovení, Praha, Český normalizační institut, 2012
- [30] ČSN EN 13 892-3: Zkušební metody potěrových materiálů - Část 3: Stanovení odolnosti proti obruš metodou Böhme, Praha, Český normalizační institut, 2005
- [31] ČSN EN 13 892-4: Zkušební metody potěrových materiálů - Část 4: Stanovení odolnosti proti obruš metodou BCA, Praha, Český normalizační institut, 2003
- [32] GEIKER, M.: *Studiesof Portland cement hydratation by measurementsofchemicishrinkage and a systematicevaluationofhydratationcurves by meansofthedispersion model thesis*, Institute ofMinerallIndustry, Technical University Denmark
- [33] PAVLITOVÁ LETKOVÁ, Z., URBÁNKOVÁ K., Sledování vlastností hmot se zapracovaným odpadem - nové přístupy, In Odpadové fórum 2010, 2010.
- [34] 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]
- [35] VARGAS, A.S., MASUERO, A.B., VILELA, A.C.F.,Investigations on the use ofelectric-arcfurnacedust (EAFD) in Pozzolan-modified Portland cement I (MP) pastes, *Cement and ConcreteResearch*36 (2006): pp 1833–1841.

- [36] DETWILER, R.J., BHATTY, J.I., BHATTACHARJA, S., *Supplementary cementing materials for use in blended cements*, Research and Development, Bulletin RD112T, Portland Cement Association, USA, 1996.
- [37] Lena Chemical s.r.o. *Podlahy, technologie realizace a obnovování povrchů průmyslových podlah s hmotami a systémy Lena na epoxidové bázi*, firemní literatura, Lena Chemical s.r.o., Šternberk, 2007. 18 p.
- [38] Drochytka, R. *Lehké stavební látky*, 1. vydání, Nakladatelství VUT Brno, Brno, 1993. 124 p. ISBN 80-214-0514-7.
- [39] Petránek, V. *Ochrana betonových konstrukcí povrchovými úpravami s využitím odpadních surovin*, Disertační práce na VUT v Brně, FAST, ÚTHD, Brno, 2003. 210 p.
- [40] Pytlík, P. *Technologie betonu*, Vysoké učení technické v Brně, Brno, 2000. 390 p. ISBN 80-214-1647-5.
- [41] BUENFELD, N., R.: *Measuring and modelling transport phenomena in concrete for life prediction*, Prediction of concrete durability, N. Glanville, pp. 77-90.
- [42] PRATT, P., L., JENNINGS, H., M.: *The microchemistry and microstructure of Portland cement*, Annual Review of Materials Science, 1981, 11, pp. 123-149
- [43] GALLE, C.: *Effect of drying on cement based materials pore structure as identified by mercury intrusion porosimetry – a comparative study between oven-, vacuum- and freeze-drying*, Cement and Concrete Research, 2001, 31, pp. 1467-1477
- [44] DAY, R., L., MARSH, B., K.: *Measurement of porosity in blended cement pastes*, Cement and Concrete Research, 1988, 18, pp. 63-73
- [45] COOK, R., A., HOVER, K., C.: *Mercury porosimetry of hardened cement pastes*, Cement and Concrete Research, 1999, 29, pp. 933-943
- [46] WONG, S., F., et al.: *Study of water movement in unsaturated porous materials*, Magazine of Concrete Research 53, pp. 205-220
- [47] ČSN EN 197-1: Cement - Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití, Praha, Český normalizační institut, 2012
- [48] Český statistický úřad. Dostupné na internetu: <http://www.vutbr.cz/en/research-and-development/publications?action=detail&pub_id=77082> [8. 9. 2013]

VIII. SEZNAM ZKRATEK

A	třída odolnosti ohrusu metodou Böhme
AR	třída odolnosti ohrusu metodou BCA
BCA	metoda testování ohrusu podle EN 13 892-4
D50	střední velikost částice
SEM	skenovací elektronová mikroskopie
Afm	monosulfát ($C_3A \cdot CS^-H_{12}$)
Aft	ettringit ($C_3A \cdot 3CS^-H_{32}$)
AH ₃	$Al_2O_3 \cdot 3H_2O$
CA	$CaO \cdot Al_2O_3$
CA ₂	$CaO \cdot 2Al_2O_3$
C ₂ S	$2CaO \cdot SiO_2$
CAH ₁₀	$CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 10H_2O$
C ₂ AH ₈	$2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 8H_2O$
C ₂ AS	$2CaO \cdot Al_2O_3 \cdot SiO_2$
C ₃ A	$3CaO \cdot Al_2O_3$
C ₃ AH ₆	$3CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 6H_2O$
C ₃ S	$3CaO \cdot SiO_2$
C ₃ (A,F)H ₆	$3CaO \cdot Al_2O_3 (Fe_2O_3) \cdot 6H_2O$
C ₄ AF	$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$
C ₄ AH ₁₃	$4CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 13H_2O$
C ₆ AF	$6CaO \cdot Al_2O_3 \cdot Fe_2O_3$
C ₁₂ A ₇	$12CaO \cdot 7Al_2O_3$
CH	$Ca(OH)_2$
K	korund
PP	písek Provdín
US	uhelná struska
UHK	umělé hutní kamenivo

SO	skleněný odpad
OP	odpadní písek
BP	bez plastifikátoru
P	s plastifikátorem
B	bleeding
BH	bez hlazení
H	s hlazením
BMP	bez mikroplniva

IX. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1	Typické schéma skladeb podlah [3]	15
Obr. 2	Volné smrštění	28
Obr. 3	Vázané smrštění	28
Obr. 4	Základní rozdělení typů smrštění	29
Obr. 5	Graf vývoje produkce odpadů v ČR[12]	31
Obr. 6	Graf vývoje produkce druhotných surovin v roce 2012[13].....	31
Obr. 7	Graf způsobů nakládání s odpady[14]	32
Obr. 8	Ternární graf $\text{CaO-Al}_2\text{O}_3\text{-SiO}_2$ s oblastmi PC a CAC	34
Obr. 9	Zkušební zařízení pro měření délkových změn.....	50
Obr. 10	Křivky zrnitostí srovnávacích směsí	56
Obr. 11	Křivka zrnitosti korundu	58
Obr. 12	Zrno korundu, 40 x zvětšeno	58
Obr. 13	Křivka zrnitosti skelného recyklát	59
Obr. 14	Zrno odpadní sklo, 40 x zvětšeno.....	60
Obr. 15	Křivka zrnitosti uhelné strusky	61
Obr. 16	Zrno uhelné strusky, 40 x zvětšeno	61
Obr. 17	Křivka zrnitosti odpadní písek	62
Obr. 18	Křivka zrnitosti písku	64
Obr. 19	Zrno písku, 40 x zvětšeno	64
Obr. 20	Křivka zrnitosti umělého hutního kameniva	65
Obr. 21	Optimalizované křivky zrnitosti	67
Obr. 22	Graf pevností v tlaku po 1 dni, BP	71
Obr. 23	Graf pevností v tlaku po 28 dnech, BP	71
Obr. 24	Graf pevností v tlaku po 1 dni, P	74
Obr. 25	Graf pevností v tlaku po 28 dnech, P	74
Obr. 26	Graf pevností v tahu za ohybu po 1 dni, BP	77
Obr. 27	Graf pevností v tahu za ohybu po 28 dnech, BP	77

Obr. 28	Graf pevností v tahu za ohybu po 1 dni, P.....	79
Obr. 29	Graf pevností v tahu za ohybu po 28 dnech, P.....	79
Obr. 30	Graf pevností v tlaku po 1 dni, P, 35%	82
Obr. 31	Graf pevností v tlaku po 28 dnech, P, 35%	83
Obr. 32	Graf pevností v tahu za ohybu po 1 dni, P, 35%.....	84
Obr. 33	Graf pevností v tahu za ohybu po 28 dnech, P, 35%.....	85
Obr. 34	Graf rozlivu, BP, 35%.....	86
Obr. 35	Graf rozlivu, P, 35%	87
Obr. 36	Graf přídržnosti, P, 35%, BH.....	88
Obr. 37	Graf přídržnosti, P, 35%, H	89
Obr. 38	Odolnost proti obrušování BCA, P, 35%, BH	91
Obr. 39	Odolnost proti obrušování BCA, P, 35%, H.....	92
Obr. 40	Odolnost proti obrušování BCA, P, 35%, rec.1	92
Obr. 41	Odolnost proti obrušování BCA, P, 35%, rec.2	93
Obr. 42	Odolnost proti obrušování BCA, P, 35%, rec.3	93
Obr. 43	Odolnost proti obrušování BCA, P, 35%, rec.4	94
Obr. 44	Odolnost proti obrušování BCA, P, 35%, rec.5	94
Obr. 45	Odolnost proti obrušování BCA, P, 35%, rec.6	95
Obr. 46	Odolnost proti obrušování Böhme, P, 35%, BH	96
Obr. 47	Odolnost proti obrušování Böhme, P, 35%, H.....	97
Obr. 48	Odolnost proti obrušování Böhme, P, 35%, rec.1.....	97
Obr. 49	Odolnost proti obrušování Böhme, P, 35%, rec.2.....	98
Obr. 50	Odolnost proti obrušování Böhme, P, 35%, rec. 3.....	98
Obr. 51	Odolnost proti obrušování Böhme, P, 35%, rec.4.....	99
Obr. 52	Odolnost proti obrušování Böhme, P, 35%, rec.5.....	99
Obr. 53	Odolnost proti obrušování Böhme, P, 35%, rec.6.....	100
Obr. 54	Graf porozity, P, 35%, BMP, BH.....	101
Obr. 55	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, BMP, BH, rec.1.....	102
Obr. 56	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, BMP, BH, rec.2.....	103

Obr. 57	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, BMP, BH, rec.3.....	103
Obr. 58	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, BMP, BH, rec.4.....	104
Obr. 59	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, BMP, BH, rec.5.....	104
Obr. 60	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, BMP, BH, rec. 6.....	105
Obr. 61	Graf porozity, P, 35%, Omyacarb, BH.....	106
Obr. 62	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Omyacarb, BH, rec.1.....	107
Obr. 63	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Omyacarb, BH, rec. 2....	107
Obr. 64	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Omyacarb, BH, rec.3.....	108
Obr. 65	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Omyacarb, BH, rec.4.....	108
Obr. 66	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Omyacarb, BH, rec.5.....	109
Obr. 67	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Omyacarb, BH, rec.6.....	109
Obr. 68	Graf porozity, P, 35%, Meatsil, BH.....	110
Obr. 69	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Metasil, BH, rec.1.....	111
Obr. 70	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Metasil, BH, rec.2.....	112
Obr. 71	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Metasil, BH, rec.3.....	112
Obr. 72	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Metasil, BH, rec.4.....	113
Obr. 73	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Metasil, BH, rec.5.....	113
Obr. 74	Vliv porozity na pevnost v tlaku, P, 35%, Metasil, BH, rec.6.....	114
Obr. 75	Struktura vzorku na lomu rec.1, zvětšeno 50x.....	114
Obr. 76	Porozita nehlazeného vzorku, rec.1, zvětšeno 50x.....	114
Obr. 77	Graf porozity, P, 35%, Omyacarb, H.....	115
Obr. 78	Graf porozity, P, 35%, Metasil, H.....	116
Obr. 79	Objemové změny, P, 35%, BMP, rec.1.....	118
Obr. 80	Objemové změny, P, 35%, BMP, rec.2.....	119
Obr. 81	Objemové změny, P, 35%, BMP, rec.3.....	119
Obr. 82	Objemové změny, P, 35%, BMP, rec.4.....	120
Obr. 83	Objemové změny, P, 35%, BMP, rec.5.....	120
Obr. 84	Objemové změny, P, 35%, BMP, rec.6.....	121
Obr. 85	Objemové změny, P, 35%, Omyacarb, rec.1.....	123

Obr. 86	Objemové změny, P, 35%, Omyacarb, rec.2.....	123
Obr. 87	Objemové změny, P, 35%, Omyacarb, rec.3.....	124
Obr. 88	Objemové změny, P, 35%, Omyacarb, rec.4.....	124
Obr. 89	Objemové změny, P, 35%, Omyacarb, rec.5.....	125
Obr. 90	Objemové změny, P, 35%, Omyacarb, rec.6.....	125
Obr. 91	Laboratorní hladička.....	126
Obr. 92	Hladička s listy- detail.....	126
Obr. 93	Objemové změny, P, 35%, Metasil, rec.1.....	128
Obr. 94	Objemové změny, P, 35%, Metasil, rec.2.....	128
Obr. 95	Objemové změny, P, 35%, Metasil, rec.3.....	129
Obr. 96	Objemové změny, P, 35%, Metasil, rec.4.....	129
Obr. 97	Objemové změny, P, 35%, Metasil, rec.5.....	130
Obr. 98	Objemové změny, P, 35%, Metasil, rec.6.....	130
Obr. 99	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, BMP, H, N, rec.1.....	131
Obr. 100	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, BMP, H, N, rec.2.....	132
Obr. 101	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, BMP, H, N, rec.3.....	132
Obr. 102	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, BMP, H, N, rec.4.....	133
Obr. 103	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, BMP, H, N, rec.5.....	133
Obr. 104	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, BMP, H, N, rec.6.....	134
Obr. 105	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Omyacarb, H, rec.1.....	135
Obr. 106	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Omyacarb, H, rec.2.....	135
Obr. 107	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Omyacarb, H, rec.3.....	136
Obr. 108	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Omyacarb, H, rec.4.....	136
Obr. 109	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Omyacarb, H, rec.5.....	137
Obr. 110	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Omyacarb, H, rec.6.....	137
Obr. 111	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Metasil, H, rec.1.....	138
Obr. 112	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Metasil, H, rec.2.....	139
Obr. 113	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Metasil, H, rec.3.....	139
Obr. 114	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Metasil, H, rec.4.....	140

Obr. 115	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Metasil, H, rec.5.....	140
Obr. 116	Vliv těsnícího nátěru na obj.změny, P, 35%, Metasil, H, rec.6.....	141
Obr. 117	Zrno uhelné strusky v cementové matrici	142
Obr. 118	Mikrostruktura cementové matrice s hydratačními produkty: drobnovláknité C-S-H formace, vrstevnaté krystaly portlanditu a jehlicové krystaly ettringitu	143
Obr. 119	Mikrostruktura cementové matrice s hydratačními produkty: drobnovláknité C-S-H formace a jehlicové krystaly ettringitu	143
Obr. 120	Mikrostruktura povrchu vsypové vrstvy.....	144
Obr. 121	Krystaly uhličitanu vápenatého vzniklé vlivem karbonatace.....	144
Obr. 122	Cementová matrice	145

X. SEZNAM TABULEK

Tab 1.	Zkratky užívané pro zjednodušení zápisu slínkových minerálů	34
Tab 2.	Přehled hlavních složek v portlandském slínku.....	35
Tab 3.	Rozdělení pórů cementového kompozitu dle velikosti.....	52
Tab 4.	Fyzikálně mechanické vlastnosti srovnávacích směsí	55
Tab 5.	Sítový rozbor srovnávacích směsí	56
Tab 6.	Sítový rozbor korundu.....	57
Tab 7.	Chemický rozbor korundu.....	58
Tab 8.	Sítový rozbor odpadního skla	59
Tab 9.	Chemický rozbor skelného recyklátu	60
Tab 10.	Sítový rozbor strusky.....	60
Tab 11.	Chemický rozbor uhelné strusky	61
Tab 12.	Sítový rozbor odpadního písku.....	62
Tab 13.	Chemický rozbor odpadního písku	63
Tab 14.	Sítový rozbor písku	63
Tab 15.	Chemický rozbor písku.....	64
Tab 16.	Sítový rozbor hutního kameniva.....	65
Tab 17.	Optimalizovaný sítový rozbor PP, US, K	66
Tab 18.	Optimalizovaný sítový rozbor OP, U.....	67
Tab 19.	Receptury - korund.....	68
Tab 20.	Receptury – písek Provodín	68
Tab 21.	Receptury – uhelná struska.....	68
Tab 22.	Receptury – umělé hutní kamenivo	69
Tab 23.	Receptury – skleněný odpad	69
Tab 24.	Receptury – odpadní písek	69
Tab 25.	Pevnost v tlaku po 1 dni, BP	70
Tab 26.	Pevnost v tlaku po 1 dni, BP	70
Tab 27.	Pevnost v tlaku po 28 dnech, BP.....	70

Tab 28.	Pevnost v tlaku po 28 dnech, BP.....	71
Tab 29.	Vodní součinitel, receptury BP	72
Tab 30.	Vodní součinitel, receptury BP	72
Tab 31.	Pevnost v tlaku po 1 dni, sesuperplastifikátorem (P)	72
Tab 32.	Pevnost v tlaku po 1 dni, P	73
Tab 33.	Pevnost v tlaku po 28 dnech, P	73
Tab 34.	Pevnost v tlaku po 28 dnech, P	73
Tab 35.	Vodní součinitel, P	75
Tab 36.	Vodní součinitel, P	75
Tab 37.	Pevnost v tahu za ohybu po 1 dni, bez superplastifikátoru (BP)	75
Tab 38.	Pevnost v tahu za ohybu po 1 dni, BP	76
Tab 39.	Pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech, BP	76
Tab 40.	Pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech, BP	76
Tab 41.	Pevnost v tahu za ohybu po 1 dni, P	78
Tab 42.	Pevnost v tahu za ohybu po 1 dni, P	78
Tab 43.	Pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech, P	78
Tab 44.	Pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech, P	78
Tab 45.	Pevnost v tlaku po 1 dni, P, 35%.....	81
Tab 46.	Pevnost v tlaku po 1 dni, P, 35%.....	82
Tab 47.	Pevnost v tlaku po 28 dnech, P, 35%.....	82
Tab 48.	Pevnost v tlaku po 28 dnech, P, 35%.....	82
Tab 49.	Pevnost v tahu za ohybu po 1 dni, P, 35%	83
Tab 50.	Pevnost v tahu za ohybu po 1 dni, P, 35%	83
Tab 51.	Pevnost v tlaku po 28 dnech, P, 35%.....	84
Tab 52.	Pevnost v tlaku po 28 dnech, P, 35%.....	84
Tab 53.	Rozliv, BP, 35%	85
Tab 54.	Rozliv, BP, 35%	86
Tab 55.	Rozliv, P, 35%.....	86
Tab 56.	Rozliv, P, 35%.....	87

Tab 57.	Přidržnost, P, 35%, BH	88
Tab 58.	Přidržnost, P, 35%, BH	88
Tab 59.	Přidržnost, P, 35%, H.....	89
Tab 60.	Přidržnost, P, 35%, H.....	89
Tab 61.	Místo porušení	89
Tab 62.	Odolnost proti obrušování BCA, P, 35%, BH	90
Tab 63.	Odolnost proti obrušování BCA, P, 35%, BH	90
Tab 64.	Odolnost proti obrušování BCA, P, 35%, H.....	91
Tab 65.	Odolnost proti obrušování BCA, P, 35%, H.....	91
Tab 66.	Odolnost proti obrušování Böhme, P, 35%, BH	95
Tab 67.	Odolnost proti obrušování Böhme, P, 35%, BH	96
Tab 68.	Odolnost proti obrušování Böhme, P, 35%, H.....	96
Tab 69.	Odolnost proti obrušování Böhme, P, 35%, H.....	97
Tab 70.	Porozita, P, 35%, BMP, BH	101
Tab 71.	Porozita, P, 35%, BMP, BH	101
Tab 72.	Pevnost v tlaku, P, 35%,BMP, BH.....	102
Tab 73.	Pevnost v tlaku, P, 35%,BMP, BH.....	102
Tab 74.	Porozita, P, 35%, Omyacarb, BH	105
Tab 75.	Porozita, P, 35%, Omyacarb, BH	106
Tab 76.	Pevnost v tlaku, P, 35%, Omyacarb, BH	106
Tab 77.	Pevnost v tlaku, P, 35%, Omyacarb, BH	107
Tab 78.	Porozita, P, 35%, Meatsil, BH	110
Tab 79.	Porozita, P, 35%,Metasil, BH	110
Tab 80.	Pevnost v tlaku, P, 35%, Metasil, BH	111
Tab 81.	Pevnost v tlaku, P, 35%,Metasil, BH	111
Tab 82.	Porozita, P, 35%, Omyacarb, H.....	115
Tab 83.	Porozita, P, 35%, Omyacarb, H.....	115
Tab 84.	Porozita, P, 35%, Metasil, H.....	116
Tab 85.	Porozita, P, 35%, Metasil, H.....	116

Tab 86.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, BMP, BH	117
Tab 87.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, BMP, BH	117
Tab 88.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, BMP, H	118
Tab 89.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, BMP, H	118
Tab 90.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Omyacarb, BH	121
Tab 91.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Omyacarb, BH	122
Tab 92.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Omyacarb, H.....	122
Tab 93.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Omyacarb, H.....	122
Tab 94.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Metasil, BH	126
Tab 95.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Metasil, BH	127
Tab 96.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Metasil, H.....	127
Tab 97.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Metasil, H.....	127
Tab 98.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, BMP, H, N.....	131
Tab 99.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, BMP, H, N.....	131
Tab 100.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Omyacarb, H, N.....	134
Tab 101.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Omyacarb, H, N.....	134
Tab 102.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Metasil, H, N	138
Tab 103.	Objemové změny po 28 dnech, P, 35%, Metasil, H, N	138

Technický list
Datum vydání 07/2010
Identifikační č.:
Verze č. 02
Sikafloor®-3+ CorCrete

Sikafloor®-3+ CorCrete

Cementová směs s vlákny pro potěr „vlhký do vlhkého“
pro střední provozní zátěž

Popis výrobku	Sikafloor®-3+ CorCrete je předemíchaná cementová prášková směs, obsahující tříděná křemičitá plniva, speciální cementy a kompatibilní chemické přísady s příměsí vláken. Okamžitě po obvyklé úpravě betonu nosné desky se Sikafloor®-3+ CorCrete se rozmíchá s vodou do konzistence zvlhlé směsi a roztáhne na povrchu čerstvé betonové desky v tloušťce min. 5 mm. Opakovaným hlazením se vytvoří odolný a hladký povrch s přirozenou nekluzností. Takto vzniklá nášlapná vrstva vytváří hladký povrch s přirozenou nekluzností a navíc poskytuje zvýšenou odolnost proti vsakování olejů a tuků.
Použití	Sikafloor®-3+ CorCrete se používá pro: ■ vytvoření trvanlivého povrchu betonových podlah metodou „vlhký do vlhkého“ ■ v supermarketech, obchodních prostorách, čistých výrobních a skladovacích provozech se střední zátěží a všude tam, kde je požadován kvalitní a trvanlivý podlahový systém
Výhody	Sikafloor®-3+ CorCrete má následující vlastnosti: ■ odolnost střední provozní zátěži ■ bezprašnost ■ zaručená kvalita – výroba mimo stavbu ■ estetické kvality ■ bez nároků na údržbu
Zkušební zprávy	
Testy	Odpovídá požadavkům ČSN EN 13813-CT-C40-F10-AR1
Údaje o výrobku	
Barva	Šedá, zelená, červená, švestková, světle šedá, žlutá, žlutohnědá, modrá, černá. Další odstíny na vyžádání.
Balení	25 kg
Skladování	
Podmínky skladování / Trvanlivost	12 měsíců pouze v originálních, neotevřených, nepoškozených obalech od data výroby. Chraňte před mrazem a vlhkostí.
Technické údaje	
Chemická báze	Cementová směs obsahující tříděná křemičitá plniva, speciální cementy a kompatibilní chemické přísady s příměsí vláken.





The Chemical Company

Technická data MASTERTOP 135P

Forma		prášková směs
Barva		cementově šedá, případně dle vzorníku barev
Granulometrie		0 – 3,15 mm
Chemická odolnost		střední
Ošetřování těsnicím nátěrem		nezbytně nutné
Spárování		nezbytně nutné
Pevnost v tlaku (28 denní)	EN 13982-2	> 60 N/mm ² (obvykle 70N/mm ²)
Pevnost v tahu (28 denní)	EN 13982-2	10 N/mm ²
E-modulu 28 denní	EN 13412	29500 N/mm ²
Přilnavost k podkladu	EN 13892-8	2,5 N/mm ²
Odolnost v ohrusu BCA	EN 13892-4	AR2
Odolnost v ohrusu BOHME	NBN-15-223	A6 (max. 6cm ³ /50 cm ²)
Odolnost vůči ohni		A1 _{fl}
Obsah korozivních komponent		CT (cementové potěry)

BASF Construction Chemicals Belgium NV

Industrieterrein 'Ravenshout' 3711
 Nijverheidsweg 89, B-3945 Ham
 Tel. +32 11 34 04 34. Fax +32 11 40 13 92
basf-cc-be@basf.com - www.basf-cc.be
 B.T.W./T.V.A. BE 0417.791.569
 RPR/RPM Hasselt

BASF Nederland B.V., Construction Chemicals

Karolusstraat 2
 Postbus 132, NL-4900 AC Oosterhout N.B.
 Tel. +31 162 47 66 60. Fax +31 162 42 96 94
basf-cc-nl@basf.com - www.basf-cc.nl
 B.T.W. NL 001829117B01
 HR Arnhem 09022883

**POPIS VÝROBKU**

MFC Cobet 150 je potěrová směs na bázi cementu, plnivá a speciálními přísadami. Je dodávána jako předem namíchaná suchá směs k přímému použití systémem „mokry do mokrého“.

POUŽITÍ

MFC Cobet 150 je určen pro povrchovou úpravu čerstvých betonových podlah s lehkým provozem v občanských a průmyslových objektech. Zlepšuje zpracovatelnost a odolnost povrchu betonových podlah.

TECHNICKÉ PARAMETRY

Doporučená síla vrstvy	5 – 10 mm
Doba tuhnutí	24 hod.
Doba zrání	28 dní
Lehké zatížení	po cca 7 dnech
Sypná hmotnost směsi	1500 kg.m ³
Pevnost v tlaku po 28 dnech	min. 75 MPa
Pevnost v tahu za ohybu po 28 dnech	min. 10 MPa
Odolnost proti obrusu metodou Böhme (dle ČSN EN 13892-3)	max. 6,5 cm ³
Měrná změna délky	max. – 0,09 %
Protiskluzné vlastnosti	vyhovující
Max. průměr zrn plniva	4 mm

- parametry materiálu v prostředí 23°C a 50% relativní vlhkosti vzduchu
- pevnosti v tlaku a v tahu za ohybu po 7 dnech dosahují min. 60% hodnot 28-denních

PODKLAD

Nosná betonová deska musí být zhotovena v souladu s ČSN EN z kvalitní betonové směsi (min. třídy C20/25), uložené a ztuhlé dle požadované nivelety.

APLIKACE

Na čerstvý povrch (zavlhlý, po 3 – 5 hod.) se rovnoměrně nanese 10 – 20 kg/m² tekuté potěrové směsi, která se srovná pomocí stahovací latě. Úprava povrchu se provádí ocelovými hladítky nebo strojně rotačními hladítkami dle postupného tvrdnutí betonu. Požadovaná teplota podkladu a prostředí během aplikace je stanovena v rozmezí +5 až +20°C.

OŠETŘOVÁNÍ

Dokončenou plochu je třeba opatřit do 24 hod. dilatačními řezy a vhodnou ochranou k zajištění rovnoměrného zrání a vytvrzení betonu. K čištění nářadí lze použít běžné neutrální nebo alkalické čisticí prostředky.

BAREVNOST

Základní barva potěrové směsi je šedá. Na základě specifikace zákazníka je možné provést probarvení směsi do požadovaného odstínu.

POVRCH

MFC Cobet 150 je srovnatelný s vlastnostmi hutného betonu. Odolnost povrchu podlahy je úměrná způsobu zatížení provozem. Při zvýšených požadavcích je nutná další povrchová úprava.

KVALITA

MFC Cobet 150 je při výrobě neustále kontrolován laboratorními testy. Základním předpokladem úspěšné aplikace je dodržování předepsaných technologických postupů (viz manuál Aplikace).

SKLADOVÁNÍ

Materiál se balí do 25 kg papírových pytlů a ukládá na dřevěných paletách (po 40 pytlích). Skladuje se ve vhodném prostředí, nesmí být vystaven vlhku, extrémně nízkým ani vysokým teplotám.

ZÁRUKY

Záruční doba je 6 měsíců ode dne výroby. Datum výroby je vyznačeno na obalu. Výrobce garantuje deklarované vlastnosti a parametry výrobku při dodržení předepsaných technologických postupů, neposkytuje však žádné další záruky ve smyslu nevhodného zpracování a použití.

UPOZORNĚNÍ

Výrobek obsahuje cement. Cement reaguje s vodou zásaditě. Chraňte oči a vyvarujte se styku s pokožkou. Při manipulaci se suchou směsí vzniká nebezpečí vdechnutí prachových částic, doporučujeme použít při práci ochranný respirátor. Při zasažení očí proveďte výplach očí proudem vody a vyhledejte lékařskou pomoc. Chraňte před dětmi.



Výrobce: MFC - MORFICO s.r.o. • Olbrachtova 1758 • 666 03 Těšnov • Česká republika • www.morfico.cz • e-mail: morfico@morfico.cz • tel.: +420 549 410 141 • fax: +420 549 410 089

03/2009

Fortedur 1091

Jednosložkový spojovací mřístek pro vrstvy na cementové bázi

Charakteristika výrobku

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

Použití výrobku

Jednosložkový spojovací mřístek **Fortedur 1091** je určen pro pevné propojení podkladních betonových vrstev s dalšími vrstvami nebo spojení mezi vrstvami na bázi cementu. Po smísení s vodou je výrobek aplikován ve formě řídké kašovitě hmoty.

Výrobek **Fortedur 1091** je nedílnou součástí systému potěrových materiálů Fortedur 1011, 1021, 1026, 1031 a 1041 aplikovaných metodou „wet to dry“.

Zvláštnosti systému

- Additivum ASA (Anti-Shrinkage Agent) je speciální přísada obsaženou přímo v suché směsi, která výrazně snižuje tvorbu trhlin, zabráňuje negativním objemovým změnám spojovacího mřístku. Tímto zdokonaluje funkčnost a vylepšuje mechanické vlastnosti výsledného spojovacího mřístku.
- Použitím velmi jemných kulovitých částic v suché složce systému je díky SILICA EFFECTu dosahováno nižší pórovitosti a tím i nižší nasákavosti, vyšší mrazuvzdornosti, odolnosti vůči korozi a především zvýšení přilnavosti k podkladu.

Výhody systému

- Mnohonásobné zvýšení přilnavosti ve srovnání s variantami bez použití mřístku a zvýšení přilnavosti ve srovnání s tradičně používanými mřístky
- Vysoká produktivita a jednoduchost pokládky
- Použitelnost v interiéru i exteriéru
- Voděodolnost, mrazuvzdornost

Technické parametry

Doba zpracovatelnosti při 20 °C a 55 % RV	min. 15 min
Tloušťka aplikované vrstvy	max. 2,0 mm
Maximální zmitost	max. 2,0 mm
Spotřeba suché směsi	2,0 – 2,5 kg / m ²
Záměsová voda	cca 5,5 - 6,0 l / 25 kg
Barva	Chlívě červená

Balení

Spojovací mřístek **Fortedur 1091**: 25 kg papírové pytle s polyethylenovou vložkou

Skladovatelnost

12 měsíců ode dne výroby v neporušeném a uzavřeném originálním obalu. Pytle uložené na dřevěných paletách. Nutno chránit před zvlhnutím a mrazem.

Zkušební ztesty

Byly provedeny počáteční zkoušky výrobku a posuzování shody v souladu se Směrnicí Rady Evropských Společenství 89/106/EHS (CPD – Construction Products Directive).

Aplikační postup

Před vlastní aplikací je nutno betonový podklad zbavit nesoudržných součástí, nečistot a v případě nadměrné hladkosti povrchu nebo lokálních nerovností i provést zdrsnění a srovnání povrchu (hrubým přebroušením, brokováním, frézováním). Takto připravený podklad je nutné prosýtit vodou a to minimálně 18 hodin před vlastní aplikací. Nasycení povrchu vodou musí být udržováno po celou dobu aplikace. Je nutno zabránit tomu, aby venikala přeschnutá místa nebo se tvořily kaluže. Na provlhčený podklad je aplikován spojovací mřístek **Fortedur 1091** ve formě řídké kašovitě hmoty, která je připravena smísením celého balení suché směsi spojovacího mřístku **Fortedur 1091** se záměsovou vodou v rozsahu 5,5 – 6,0 l. Při mísení je do záměsové vody postupně přisypávána suchá směs za stálého míchání nízkotáčkovým míchadlem nebo v míchačce s nuceným oběhem po dobu min. 4 minut. Rozmíchaná směs musí být bez hrudek a ihned po namíchání je aplikována na vlhký betonový podklad. Aplikace namíchané směsi je prováděna rovnoměrně za použití kartáčů nebo košťat s hrubým vláskem.

Před aplikací, po celou dobu aplikace i během aplikace další vrstvy na spojovací mřístek nesmí dojít k zaschnutí vrstvy a také nesmí být aplikovaná plocha vystavena přímému slunečnímu svitu, průvanu a dešti.

Čištění a údržba

Postupy čištění a údržby jsou součástí dokumentu Pokyny k čištění a údržbě výrobku **Fortedur**.

Upozornění

- Je třeba vyloučit průvan, přímé sluneční záření a předčasně vysychání po pokládce.
- Je nepřípustné dodatečně přidávání pojiv a jiných přísad nebo proslévání směsí.
- Pokládku směsi lze aplikovat pouze nad teplotami +5 °C.
- Likvidace kontaminovaného obalu - zařadit jako „ostatní odpad“.
- Použití jiného nátěru bez předchozího souhlasu výrobce jen na vlastní riziko.

Bezpečnost a ochrana zdraví

Fortedur 1091 obsahuje cement. Při práci je nutné používat ochranné pomůcky (oděv, rukavice, brýle). Blížší údaje jsou součástí Bezpečnostního listu a popisu na obalu výrobku **Fortedur**.

	FORTEMIX s.r.o. Křílovova 812 739 21, Paskov Česká republika 09	Fortedur 1091
		EN 13 813
		Cementový potěr
		CT-C40-F7

Fortemix s.r.o.
Křílovova 812 Paskov • 739 21 • Česká republika • tel +420 558 638 311 • fax +420 558 638 810 • email info@fortemix.eu
www.fortemix.eu

Společnost FORTEMIX nebere odpovědnost za škody vzniklé nedodržením instrukcí a doporučení uvedených v tomto listu.

Křílovova 812 Paskov • 739 21 • Česká republika • tel +420 558 638 311 • fax +420 558 638 810 • email info@fortemix.eu

www.fortemix.eu

Fortemix **Fortecoat 1425, 1426**

Ošetřovací nátěr na čerstvé betony a vsypy

Charakteristika výrobku

Fortecoat 1425, 1426 je ošetřující, utěšňující, impregnační a vytvrzující roztok používaný jako finální nátěr na betonové podlahy zušlechtnuté technologií strojně hlazených vsypů či potěrů. Aplikací roztoku se omezí ztráta záměšové vody, čímž se zlepšují podmínky vytvrzení, které zajistí vyšší pevnostní hodnoty nosné betonové desky i jeho povrchové vrstvy. Současně dochází k uzavření pórů, což redukuje značné nasákavost povrchu. Takto upravené podlahové systémy zajistí omezení prašnosti, zvýší mechanickou i chemickou odolnost a usnadní údržbu.

Přednosti

- výrobek 1426 je na vodní bázi – bez rozpouštědel
- možnost aplikace v den položení betonu
- současné ošetření betonu a vytvoření finální vrstvy
- optimalizace procesu hydratace betonu
- utěsnění a impregnace povrchu
- zvýšení pevnostních charakteristik
- omezí prašnosti a zvýšení odolnosti proti obrusu

Návod k použití

Nátěr je možno nanášet jak na čerstvý betonový povrch ihned po jeho konečném vyhlazení, taktéž na starší neošetřený betonový povrch. Podklad musí být zbaven nečistot a vody.

Typická aplikace nátěru je na pancéřové betonové podlahy zušlechtnuté vsypu či potěry **Fortedur**. Nátěr se aplikuje válečkováním nebo postříkáním. Válečkování lze použít pouze tehdy, nemůže-li být aplikací negativně ovlivněna kvalita povrchu. U bedněných konstrukcí je nutno okamžitě po odstranění bednění aplikovat ošetřující nátěr. Nátěr musí být aplikován bezodkladně po dohlazení a nesmí vznikat přeschlá místa.

Pracovní plocha se rozdělí na části, na nichž je třeba použít určené množství přípravku.

Nátěr se nanáší v tenkém filmu, jeden nátěr je zpravidla dostatečný pro účinné ošetření, k zajištění neprašnosti a dává povrchu lesk.

Ve zvlášť suchém prostředí nebo v průvanu se beton hned po zaschnutí **Fortecoat 1425, 1426** dodatečně překryje textiliemi nebo plastovými fóliemi, zastíní se a ochrání před přímým větrem a vysycháním. Stejně je třeba chránit povrch před vysokými teplotami. V případě zvlášť teplého počasí se **Fortecoat 1425, 1426** uskladní před aplikací na chladném místě.

Fortecoat 1425, 1426 poskytuje zvýšenou ochranu proti vsakování vody, olejí apod. Přesto je třeba tyto látky z povrchu vždy odstranit, aby se předešlo možnému vzniku skvrn. Znečištění, vznikající při řezání spár, může způsobit bílé zabarvení povrchu, pokud přípravek není úplně suchý. Pro použití případných dodatečných nátěrů na povrchu ošetřeným přípravkem **Fortecoat 1425, 1426** je nutno provést test kompatibility dalších vrstev.

Technické údaje

Typ výrobku	1425	1426
Na bázi	ředidel	vody
Dodávka	kapalina	kapalina
Barva	čirá	mléčná
Hustota	0,9 – 0,95 kg / l	1,05 kg / l
Spotřeba	0,1 – 0,15 l / m ²	0,1 – 0,15 l / m ²

Zkušební atesty

Byly provedeny počáteční zkoušky výrobku a posuzování shody v souladu se Směrnicí Rady Evropských Společenství 89/106/EHS (CPD – Construction Products Directive) v platném znění.

Omezení

- hloubkově velice těžce odstranitelný, nelze tedy použít tam, kde se předpokládá napojení dalších vrstev.
- aplikace nátěru je nutná ihned po dohlazení. Navlhý (orosený) povrch může způsobit změnu zabarvení – bělení nátěru.

Čistění nástrojů

Pracovní nářadí (stříkačka, trysky) se čistí xylenem nebo ředidlem S 6005 nebo vodou v případě **Fortecoat 1426**. Nářadí je nutno očistit ihned po ukončení aplikace. Po zatvrdnutí je možné materiál ve větších tloušťkách odstranit pouze mechanicky (velice obtížně).

Balení

Fortecoat 1425, 1426 se dodává v balení 20 l kanystr.

Podmínky skladování

Nutno skladovat v originálních uzavřených obalech na suchém a dobře větraném místě bez přímých účinků slunečního záření při teplotách v rozmezí 5 - 40°C.

Záruční doba

Záruční doba je 12 měsíců ode dne výroby, při splnění podmínek skladování.

Bezpečnost a ochrana zdraví

Fortecoat je nutno skladovat na větraném místě, chráněném před teplotami pod 5°C a nad 30°C v originálních uzavřených nádobách. Výrobek **Fortecoat 1425** obsahuje lehoe vznětlivé/zápalné látky s obsahem těkavých organických sloučenin, je nutná ochrana před otevřeným ohněm a vysokými teplotami a zajištění bezpečnosti práce.

Při práci je třeba používat pracovní oděv a zabránit kontaktu s pokožkou a oční rohovkou. Nevdechovat výpary ani "mlhu" při rozstřiku.

Další informace naleznete v Bezpečnostním listu výrobku.

Upozornění



- Fortecoat 1426** nelze aplikovat v nevětraných prostorách a pokud teploty podkladu a/nebo okolí klesnou při/po aplikaci pod rosný bod.
- Před aplikací prosím zkontrolujte na stránkách www.fortemix.eu, zda máte aktuální technickou dokumentaci.

Společnost FORTEMIX nenese odpovědnost za škody vzniklé nedodržením instrukcí a doporučení od výrobce.
F-06-02-12



Fortemix s.r.o.

Kirillova 812, Paskov • 73921 • Česká republika • tel:+420 558 638311 • fax:+420 558 638310 • email:info@fortemix.eu
www.fortemix.eu