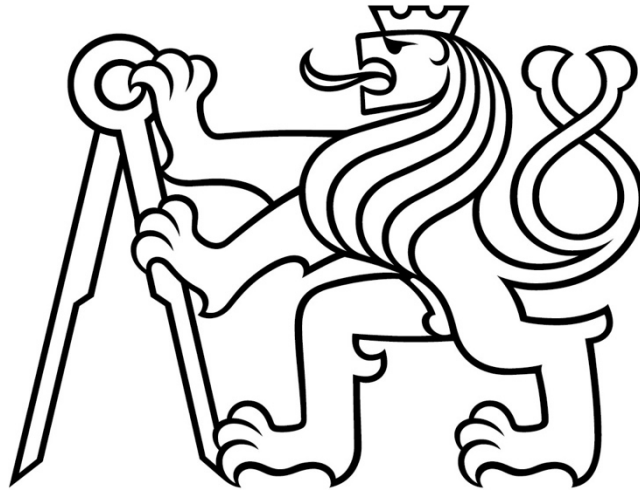


ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta stavební

Katedra betonových a zděných konstrukcí



Bakalářská práce

Analytická studie porovnávací výsledné mechanické
vlastnosti betonu vyrobených v laboratorních a
průmyslových podmínkách

Vypracovala: Ing. Eva Prokopová, MBA
Studijní program – **STAVEBNÍ INŽENÝRSTVÍ**
Studijní obor – **Konstrukce pozemních staveb**

Vedoucí práce: **Ing. Josef Fládr, PhD.**

Praha 2019



ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: <u>Eva</u>	Jméno: <u>Prokopová</u>	Osobní číslo: <u>426350</u>
Zadávací katedra: <u>Katedra betonových a zděných konstrukcí</u>		
Studijní program: <u>Stavební inženýrství</u>		
Studijní obor: <u>C</u>		

II. ÚDAJE K BAKALÁŘSKÉ PRÁCI

Název bakalářské práce: <u>Analytická studie porovnávací výsledné mechanické vlastnosti betonu vyrobených v laboratorních a průmyslových podmínkách</u>	
Název bakalářské práce anglicky: <u>Analytical study comparing resulting mechanical properties of laboratory made concrete and concrete produced in industrial conditions</u>	
Pokyny pro vypracování: Zpracujte rešerši k tématu výroby betonu v následující body: - Popište vlastnosti základních surovin pro výrobu betonu. - Stanovte zásadní parametry ovlivňující výsledné vlastnosti ztvrdlého betonu. - Popište rozdíly při výrobě betonu v laboratorních a průmyslových podmínkách.	
Realizujte experimentální program v následujících bodech: - Podle stejné receptury a ze stejných surovin vyrobte sérii betonových vzorků v prostředí laboratoře a v prostředí betonárny. - U obou serií proveďte zkoušky základních vlastností betonu. - Zjištěné výsledky porovnejte mezi sebou a zhodnoťte je s teoretickými předpoklady.	
Seznam doporučené literatury: Pytlík, P.: Technologie betonu, VUT v Brně, Brno 2000 Aitcin, P.C.: Vysokohodnotný beton, ČKAIT, Praha, 2005 Collepari, M.: Moderní beton, ČKAIT, Praha, 2006	
Jméno vedoucího bakalářské práce: <u>Ing. Josef Fládr, PhD.</u>	
Datum zadání bakalářské práce: <u>20.2.2019</u> Termín odevzdání bakalářské práce: <u>26.5.2019</u> <i>Údaj uveďte v souladu s datem v časovém plánu příslušného ak. roku</i>	
..... Podpis vedoucího práce Podpis vedoucího katedry

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

<i>Beru na vědomí, že jsem povinen vypracovat bakalářskou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je nutné uvést v bakalářské práci a při citování postupovat v souladu s metodickou příručkou ČVUT „Jak psát vysokoškolské závěrečné práce“ a metodickým pokynem ČVUT „O dodržování etických principů při přípravě vysokoškolských závěrečných prací“.</i>	
..... Datum převzetí zadání Podpis studenta(ky)

Prohlášení:

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

V Praze dne 2. června 2019

.....

Ing. Eva Prokopová, MBA

Abstrakt:

Bakalářská práce porovnává výsledné mechanické vlastnosti betonů vyrobených v laboratorních a průmyslových podmínkách. Práce je rozdělena na teoretickou a experimentální část. Teoretická část popisuje vlastnosti základních surovin pro výrobu betonu, stanovuje zásadní parametry ovlivňující výsledné vlastnosti ztvrdlého betonu a popisuje zásadní rozdíly při výrobě betonu v laboratorních a průmyslových podmínkách. Experimentální část je věnována výrobě betonových vzorků podle stejných receptur a ze stejných surovin v prostředí laboratoře a v prostředí betonárny a provedení zkoušek základních vlastností betonu (pevnost a objemová hmotnost). Výsledky zkoušek z obou prostředí jsou porovnány mezi sebou a závěrem zhodnoceny s teoretickými předpoklady.

Klíčová slova: průmyslová výroba betonu, pevnost v tlaku, objemová hmotnost, technologie výroby zkušebních těles

Abstract:

The bachelor thesis compares mechanical properties of concrete made in laboratory and industrial conditions. The work is divided into a theoretical part and an experimental part. The theoretical part describes the properties of the main components needed to make concrete, determines the key parameters that influence the final properties of matured concrete, and describes the main differences when concrete is made in laboratory and industrial conditions. The experimental part is dedicated to the production of concrete samples, using the same formula and components, in the laboratory environment and the environment of a concrete plant, and the testing of the main properties of the samples (compressive strength and density). The test results from the two different environments are compared and reviewed in context with the theoretical assumptions.

Keywords: manufacture of ready-mixed concrete, compressive strength, density, technology of test specimens

Poděkování:

Děkuji všem za jejich cenné podněty a připomínky, které mi pomohly při vypracování této práce. Ráda bych též poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Josefu Fládrovi, PhD. za odborné vedení, trpělivost a ochotu, bez které by tato práce sotva mohla vzniknout. V neposlední řadě patří můj dík všem členům mé rodiny i okruhu přátel za jejich morální podporu, kterou mi poskytli v době, kdy jsem tuto práci zpracovávala.

V Praze dne 2. června 2019

.....
Ing. Eva Prokopová, MBA

OBSAH

1.	ÚVOD	3
1.1.	Právní rámec výroby betonu v ČR	3
1.2.	Motivace k volbě tématu bakalářské práce	4
2.	TEORETICKÁ ČÁST	5
2.1.	Vlastnosti základních surovin pro výrobu betonu	5
2.1.1.	Cement	5
2.1.1.1.	Popis a funkce materiálu v betonu	5
2.1.1.2.	Klasifikace cementů	5
2.1.1.3.	Cement použitý pro výrobu betonových vzorků	6
2.1.2.	Kamenivo	6
2.1.2.1.	Popis a funkce materiálu v betonu	6
2.1.2.2.	Dělení kameniva	6
2.1.2.3.	Kamenivo použité pro výrobu betonových vzorků	7
2.1.3.	Příměs – popílek	7
2.1.3.1.	Popis a funkce materiálu v betonu	7
2.1.3.2.	Technické požadavky na popílek – příměs do betonu	7
2.1.3.3.	Popílek použitý pro výrobu betonových vzorků	7
2.1.4.	Přísady	8
2.1.4.1.	Popis a funkce materiálu v betonu	8
2.1.4.2.	Dělení přísad dle funkce v betonu	8
2.1.4.3.	Přísada použitá pro výrobu betonových vzorků	8
2.1.5.	Voda	8
2.1.5.1.	Popis a funkce materiálu v betonu	8
2.1.5.2.	Technické požadavky na záměsovou vodu do betonu	8
2.1.5.3.	Voda použitá pro výrobu betonových vzorků	9
2.2.	Zásadní parametry ovlivňující výsledné vlastnosti ztvrdlého betonu	9
2.2.1.	Technologie míchání betonu	9
2.2.2.	Formy zkušebních těles	9
2.2.3.	Zhutňování zkušebních těles	10
2.2.4.	Ošetřování betonu	10
2.3.	Rozdíly při výrobě betonu v laboratorních a průmyslových podmínkách	10
2.3.1.	Nepříznivé vlivy počasí	10
2.3.2.	Technologie výroby zkušebních těles	10
2.3.3.	Ošetřování zkušebních těles	11

3.	EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST	12
3.1.	Výroba betonových vzorků v prostředí laboratoře a v prostředí betonárny	12
3.1.1.	Popis receptur pro výrobu betonových vzorků	12
3.1.2.	Výroba betonových vzorků v prostředí laboratoře	13
3.1.3.	Výroba betonových vzorků v prostředí betonárny	17
3.2.	Provedení zkoušek základních vlastností betonu	19
3.3.	Porovnání výsledků a zhodnocení výsledků s teoretickými předpoklady	20
4.	ZÁVĚR	21
5.	LITERATURA	22
6.	PŘÍLOHY	24

1. ÚVOD

1.1. Právní rámec výroby betonu v ČR

Výrobky, které by mohly ve **zvýšené míře** ohrozit zdraví nebo bezpečnost osob, majetek, životní prostředí nebo jiný veřejný zájem, jsou regulovány **technickými normami**¹. Základní požadavky pro uvádění **stavebních výrobků** na trh stanovuje nařízení evropského parlamentu a rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh a kterým se zrušuje směrnice Rady 89/106/EHS (dále jen „**Nařízení**“)².

Nařízení stanovuje pravidla, jak formulovat vlastnosti stavebních výrobků ve vztahu k jejich základním charakteristikám a jak u těchto produktů používat označení CE. Označení CE na výrobku vyjadřuje, že výrobek **splňuje technické požadavky** stanovené obecně závaznými předpisy a že byl při posouzení jeho shody dodržen stanovený postup. Nařízení také upravuje náležitosti dokumentu **prohlášení o vlastnostech**, které vydává výrobce stavebního výrobku. Výrobce garantuje správnost údajů obsažených v prohlášení a nese za údaje obsažené v tomto prohlášení zodpovědnost.

Beton je **kompozitní stavební výrobek** a materiály použité pro jeho výrobu (cement, kamenivo, přísady a příměsi) musí být schváleny pro použití v České Republice. Výrobci (cementárny, kamenolomy apod.) vydávají pro každý druh materiálu vhodného pro výrobu betonu prohlášení o vlastnostech. Výroba betonu pevnostních tříd C 12/15 a vyšší podléhá **posouzení systému řízení výroby**³, které provádějí a pravidelně (nejméně jednou za 12 měsíců) kontrolují autorizované osoby.

Před uvedením konkrétního betonu na trh výrobce betonu musí objednat u akreditované laboratoře provedení **průkazní zkoušky**, kterou prokáže, že beton určitého složení vyhoví všem technickým požadavkům na čerstvý a ztvrdlý beton při použití stejných materiálů a podmínek výroby betonu. **Stanovené receptury** pro výrobu čerstvého betonu vyzkoušené v akreditované laboratoři musí být průběžně kontrolovány na betonárně. **Kontrolní zkoušky** prokazují, že vyrobený beton má shodné vlastnosti jako při průkazní zkoušce betonu. Receptury je možné během výroby betonu na betonárně průběžně upravovat pouze odpovědným technologem betonárny a pouze v toleranci úprav povolených technickými normami, které se vztahují k výrobě betonu⁴.

Během výroby betonu je nezbytné sledovat statistiky prováděných zkoušek a při změně vnějších podmínek (např. jiné venkovní teplotě, době dopravy) je nutné dodržovat požadavky technologických parametrů (zejména konzistence). Minimální intervaly provádění zkoušek upravuje a vyžaduje norma, ale množství skutečně provedených zkoušek, si určí sama betonárna, a to obvykle v závislosti na požadavcích zákazníků, důležitosti a náročnosti stavby (zde betonárna chce mít důkaz, že skutečně dodala výrobek předepsaných vlastností a jakosti), výsledků historických zkoušek dané receptury a povolených úprav receptury.

¹ Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

² Nařízení se stalo součástí našeho právního řádu od 1.7.2013

³ Ustanovení §6 nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění pozdějších předpisů

⁴ Zejména ČSN EN 206+A1 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda a ČSN P 73 2404 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda – Doplnující informace

1.2. Motivace k volbě tématu bakalářské práce

Dle empirických zkoušek výroba zkušebních těles v prostředí laboratoře a betonárny není stejná, a to i při dodržení stejných surovin a složení receptur. Finální výsledek ovlivňuje nejenom **technologie výroby** (jako přesnost vážení surovin, účinnost a kvalita míchačky, technologická kázeň), ale i kolísající **kvalita vstupních surovin** a způsob **ošetřování** zkušebních těles po dobu 28 dní.

Z této premisy vychází i nutnost ověření předepsaných receptur v prostředí betonárny v návaznosti na provedení průkazných zkoušek betonu v akreditované laboratoři. Jednorázovým ověřením receptur proces, ale nekončí. Certifikovaný systém řízení výroby betonu vyžaduje po betonárně průběžně kontrolními zkouškami ověřovat, že vyráběný beton má shodné vlastnosti jako při průkazní zkoušce betonu, tj. vlastnosti, které výrobce betonu zákazníkovi deklaruje.

Nejedná se však jen o **zákonnou** povinnost, kterou výrobce betonu plní, výrobce betonu svoje receptury kontroluje a zdokonaluje i z vlastních důvodů, a to primárně **ekonomických**. Výrobce betonu se snaží beton předepsaných vlastností vyrobit s pomocí co možná neekonomičtější a nejefektivněji fungující receptury. Toto „know how“ se rázem stává pro výrobce betonu konkurenční výhodou, protože trh mnohdy diktuje prodejní cenu betonu a pokud chce výrobce betonu zvýšit ziskovost, musí se snažit minimalizovat náklady na výrobu betonu předepsaných vlastností. Z těchto všech důvodů, sofistikovaný výrobce betonu pravidelně a pečlivě vyhodnocuje statistiky prováděných zkoušek a aktivně reaguje na situace kdy vyráběný beton deklarované vlastnosti neplní s dostatečnou jistotou, ale i na situace kdy vyráběný beton deklarované vlastnosti plní až s příliš velkou jistotou.

Za téma bakalářské práce blízké mému oboru a zájmu jsem si zvolila téma pojednávající o porovnání výsledných mechanických vlastností betonů vyrobených v laboratorních a průmyslových podmínkách. Bakalářská práce je rozdělena na teoretickou a experimentální část.

Teoretická část popisuje vlastnosti základních surovin pro výrobu betonu, stanovuje zásadní parametry ovlivňující výsledné vlastnosti ztvrdlého betonu a popisuje zásadní rozdíly při výrobě betonu v laboratorních a průmyslových podmínkách.

Experimentální část je věnována výrobě betonových vzorků podle stejných receptur a ze stejných surovin v prostředí laboratoře a v prostředí betonárny a provedení zkoušek základních vlastností betonu.

Laboratorní prostředí je v mé práci reprezentováno laboratoří katedry Betonových a zděných konstrukcí, Fakulty stavební ČVUT v Praze (dále jen „**laboratoř K-133**“). Zde proběhlo i zkoušení základních vlastností betonu po 28 dnech.

Průmyslové prostředí je reprezentováno betonárnou firmy HOFMAN – výroba a transport betonu, autodoprava s.r.o. působící v okrese Mladá Boleslav (dále jen „**betonárna Hofman Plazy**“ nebo „**betonárna**“). Zkušební tělesa byla vyrobena a v době zrání uskladněna na betonárně v rámci standardního provozu betonárny. Laboratorní zkoušky provedla zkušební laboratoř STACHEMA CZ s.r.o v Zibohlavech u Kolína (dále jen „**STACHEMA**“). Výsledky zkoušek z obou prostředí jsou v závěru mé práce porovnány mezi sebou a zhodnoceny s teoretickými předpoklady.

2. TEORETICKÁ ČÁST

2.1. Vlastnosti základních surovin pro výrobu betonu

Základní vstupní suroviny pro výrobu betonu jsou cement, hrubé a drobné kamenivo, voda, přísady a příměsi. Při vlastní výrobě betonu se používají různé druhy a množství těchto surovin, jejichž kombinace definují výsledné vlastnosti jednotlivých typů betonů (pevnost v tlaku, objemovou hmotnost, vodní součinitel, konzistenci, odolnost proti průsaku vody, modul pružnosti).

2.1.1. Cement

2.1.1.1. Popis a funkce materiálu v betonu

Cement je **hydraulické pojivo** (jemně mletý anorganický materiál), které po smíchání s vodou vytváří hmotu (cementovou kaši), která v důsledku chemických hydratačních reakcí a procesů tuhne a tvrdne v tzv. **cementový kámen**, který je schopen odolávat mechanickému namáhání a vyznačuje se pevností a stálostí na suchu i ve vodě.

Cement je považován za **nejdůležitější složku betonu** a celosvětově se řadí mezi **nejpoužívanější stavební materiály**. Jelikož cementy nejsou stejné a různé cementy (a to i při stejném vodním součiniteli a všech ostatních parametrech betonu) propůjčují betonu různé vlastnosti, je třeba cementy **klasifikovat** na základě **jejich vlastností a jejich složení**.

2.1.1.2. Klasifikace cementů

Cementy a jejich označení definuje technická norma **ČSN EN 197-1 ED.2 – Cement – Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití** (dále jen „**ČSN EN 197-1**“), která určuje specifikace pro 39 cementů. Definice každého cementu zahrnuje poměry složek, jejichž kombinací je možno vyrobit určitou skupinu výrobků v rozsahu devíti pevnostních tříd. Definice zahrnuje rovněž požadavky na složky, které musí být splněny, a požadavky na mechanické, fyzikální a chemické vlastnosti. Norma určuje kritéria shody a postupy pro jejich stanovení a uvádí nezbytné požadavky na trvanlivost. Výrobce cementu je každý měsíc povinen zveřejnit statistické hodnocení kvality a chemismu každého cementu, který vyrábí.

ČSN EN 197-1 dělí cementy pro obecné použití do 5 skupin cementů podle složení (cementy dle této normy jsou označovány **CEM cementy**) následovně:

- CEM I - Portlandský cement
- CEM II - Portlandský cement směsný
- CEM III - Vysokopeční cement
- CEM IV - Pucolánový cement (v ČR není aktuálně vyráběn)
- CEM V - Směsný cement

CEM cementy jsou složeny z malých zrnků různých materiálů a ve svém složení musí být **statisticky homogenní**. Technologie výroby cementu musí zaručit, aby se složení CEM cementů pohybovalo v mezích odpovídajících této normě. CEM cement musí při odpovídajícím dávkování a vhodném smíchání s kamenivem a vodou umožnit výrobu betonů zachovávajících po dostatečnou dobu vhodnou **zpracovatelnost** a po předepsané době musí mít **požadovanou pevnost a dlouhodobou objemovou stálost**.

2.1.1.3. Cement použitý pro výrobu betonových vzorků

Pro výrobu transportbetonů je na betonárně HOFMAN Plazy primárně užíván cement **CEM I 42,5 R - Prachovice** (výrobce CEMEX Czech Republic, s.r.o.). Tento cement jsem též použila pro výrobu série betonových vzorků v experimentální části mé práce.

Podle **ČSN EN 197-1** se jedná o **portlandský cement** pevnostní třídy 42,5 s vysokými počátečními pevnostmi. Počáteční pevností cementu se rozumí pevnost po 2 dnech a stanovení se provádí podle technické normy **ČSN EN 196-1 Metody zkoušení cementu – Část 1: Stanovení pevnosti**. Norma uvádí metody pro stanovení pevnosti cementu v tlaku a v tahu za ohybu. Výrobce u tohoto cementu garantuje minimální pevnost v tlaku 42,5 MPa po 28 dnech a minimální počáteční pevnost 20 MPa po 2 dnech. Výrobce cementu v souladu s Nařízením dokládá a vydává prohlášení o vlastnostech deklarující, že vlastnosti daného cementu jsou ve shodě se souborem deklarovaných vlastností. Prohlášení výrobce o vlastnostech cementu použitého při výrobě série betonových vzorků a statistické hodnocení kvality a chemismu tohoto cementu v prosinci 2018 je uvedeno v Příloze č. [1] a č. [2] této práce.

2.1.2. Kamenivo

2.1.2.1. Popis a funkce materiálu v betonu

Kamenivo je zrnitý materiál, který je obvykle chemicky neaktivní. Kamenivo hraje důležitou roli **plniva** v betonu, a jelikož představuje dvě třetiny až tři čtvrtiny objemu betonu, propůjčuje betonu lepší objemovou stabilitu, trvanlivost a zejména **pevnost**.

Ne každé kamenivo, je vhodné na výrobu betonu. Kamenivo musí mít **vhodnou zrnitost**, musí být **mrazuvzdorné** a prosté **škodlivých látek** (typicky chloridy, sírany, reaktivní silika, jílly a organické látky), které by mohly snižovat trvanlivost betonu.

2.1.2.2. Dělení kameniva

Kamenivo je složeno z množství samostatných **zrn**. Výrobci betonu nejčastěji kamenivo dělí podle velikosti na jednotlivé **frakce**. Pokud jsou zrna kameniva menší než 4 mm, označuje se kamenivo jako **písek**, pokud jsou zrna větší, hovoří se o **hrubém kamenivu**. Rozlišují se dva základní typy přírodního hrubého kameniva – **šterk** a **drť**. Šterk je těžen z řek nebo kopaný v pískovnách a jeho zrna jsou oválná, s hladkým povrchem. Drť vzniká drcením hornin, její zrna se vyznačují nepravidelným tvarem a drsným povrchem.

Kamenivo do betonu definuje technická norma **ČSN EN 12620+A1 Kamenivo do betonu**, která určuje vlastnosti kameniva získaného úpravou přírodního, umělého nebo recyklovaného materiálu. Zahrnuje kameniva, která mají objemovou hmotnost větší než 2 000 kg/m³ pro všechny druhy betonů vyráběných ve shodě s **ČSN EN 206+A1** (z dubna 2018). Výrobce kameniva v souladu s Nařízením dokládá a vydává prohlášení o shodě, že vlastnosti daného kameniva jsou ve shodě se souborem deklarovaných vlastností. Z hlediska výroby betonu mezi nejdůležitější zkoušky kameniva dokladané protokoly od výrobce kameniva typicky patří počáteční zkoušky typu (ITT), zkoušky reaktivnosti kameniva s alkáliemi a zkoušky stanovení obsahu přírodních radionuklidů v kamenivu.

2.1.2.3. Kamenivo použité pro výrobu betonových vzorků

Pro výrobu betonu jsou na betonárně Hofman Plazy užívány kameniva od výrobců EUROVIA Kamenolomy, a.s., České štěrkopísky spol. s r.o. a Pískovna Sojovice, s.r.o. Pro výrobu série betonových vzorků v experimentální části mé práce jsem použila receptury s následujícími kamenivy:

- DTK 0/4 Sojovice (výrobce Pískovna Sojovice, s.r.o.) – přírodní drobné **těžené** kamenivo frakce 0/4 z pískovny Sojovice u Staré Boleslavi
- HDK 8/16 Chlum (výrobce EUROVIA Kamenolomy, a.s.) – přírodní hrubé **drcené** kamenivo (hornina znělec) frakce 8/16 z lomu Chlum u České Lípy
- HDK 16/22 Chlum (výrobce EUROVIA Kamenolomy, a.s.) – přírodní hrubé **drcené** kamenivo (hornina znělec) frakce 16/22 z lomu Chlum u České Lípy

Prohlášení výrobce o vlastnostech kameniva použitého pro výrobu série betonových vzorků jsou uvedena v Příloze č. [3] až [5] této práce.

2.1.3. Příměs – popílek

2.1.3.1. Popis a funkce materiálu v betonu

Popílek používaný při výrobě betonu je **anorganická zplodina** vznikající při spalování pevných, zpravidla jemně mletých, paliv v uhelných elektrárnách. Jelikož popílek obsahuje amorfní siliku a vykazuje pucolánovou aktivitu, jedná se o **latentně hydraulickou příměs**. Při výrobě betonu na betonárně se popílek přidává k portlandskému cementu jako **minerální příměs**. V letních měsících, při odstávkách uhelných elektráren, bývá popílek pro výrobu betonu nedostatkovým zbožím a betonárny mají problém se zajištěním dostatečného množství popílku pro svoji výrobu betonu. Popílek zlepšuje zpracovatelnost a čerpatelnost betonu, nahrazuje cement v receptuře a dodává betonu i lepší barvu (potvrzeno názorem mnoha zákazníků).

2.1.3.2. Technické požadavky na popílek – příměs do betonu

Popílek - příměs do betonu definuje norma **ČSN EN 450-1 Popílek do betonu – Část 1: Definice, specifikace a kritéria shody**, která stanovuje požadavky na chemické a fyzikální vlastnosti, i postupy kontroly jakosti pro křemičitý popílek pro použití jako příměs druhu II pro výrobu betonu. Pro hodnocení shody popílku s ČSN EN 450-1 slouží norma **ČSN EN 450-2 Popílek do betonu – Část 2: Hodnocení shody**.

2.1.3.3. Popílek použitý pro výrobu betonových vzorků

Pro výrobu transportbetonů je na betonárně Hofman Plazy používán popílek Elektrárna Mělník III, a.s. (výrobce ČEZ, a.s.). V průkazných zkouškách je popílek dokladován jako příměs do betonu druhu II. Výrobce popílku (obdobně jako u cementu) v souladu s Nařízením dokládá a vydává prohlášení, že vlastnosti daného popílku jsou ve shodě se souborem deklarovaných vlastností.

Prohlášení výrobce o vlastnostech a osvědčení o stálosti vlastností popílku použitého při výrobě série betonových vzorků jsou uvedena v Příloze č. [6] a [7] této práce.

2.1.4. Přísady

2.1.4.1. Popis a funkce materiálu v betonu

Přísada je chemická látka, která upravuje některou z vlastností čerstvého nebo ztvrdlého betonu. Dodává se v tekuté podobě a dávkuje se v malém množství v procentech hmotnosti cementu použitého v receptuře.

2.1.4.2. Dělení přísad dle funkce v betonu

Přísady mají v betonu různé funkce a z tohoto titulu se rozlišují plastifikátory, superplastifikátory, urychlovače/zpomalovače tuhnutí a tvrdnutí, provzdušňující přísady a další. V recepturách pro výrobu našich betonových vzorků se vyskytuje pouze **plastifikační přísada** (redukující vodu), proto se ve své práci omezím pouze na krátký popis funkce této přísady v betonu.

Plastifikační přísada zlepšuje **zpracovatelnost** čerstvého betonu tím, že snižuje potřebné množství vody pro dosažení stejné zpracovatelnosti betonu. Jinými slovy při užití plastifikační přísady vyrobím beton tekutější konzistence při nižší spotřebě cementu a sníženým vodním součinitelem (voda/cement) umožním nárůst pevnosti ztvrdlého betonu.

2.1.4.3. Přísada použitá pro výrobu betonových vzorků

Pro výrobu betonů jsou na betonárně Hofman Plazy využívány přísady od výrobce STACHEMA. Pro výrobu série betonových vzorků jsme použili výrobek s označením **Stacheplast 110**. Jedná se o plastifikační přísadu na bázi lignosulfonátů, která se používá především pro transportbetony.

Prohlášení výrobce o vlastnostech tohoto výrobku je uvedeno je uvedeno v Příloze č. [8] této práce.

2.1.5. Voda

2.1.5.1. Popis a funkce materiálu v betonu

Voda je společně s cementem a kamenivem jednou ze tří hlavních složek při výrobě betonu. Voda má v čerstvém betonu dvě základní funkce: spolupodílí se s cementem na hydrataci (bez vody by cement nehydratoval a tedy ani netvrdnul) a ovlivňuje zpracovatelnost betonu. Minimální potřeba vody pro hydrataci se pohybuje v rozmezí 25-35 procent hmotnosti cementu. Ovšem přebytek vody nad potřebu hydratace způsobuje snížení kvality betonu co do pevnosti tak trvanlivosti.

2.1.5.2. Technické požadavky na záměsovou vodu do betonu

Záměsovou vodu do betonu definuje technická norma **ČSN EN 1008⁵**, která určuje požadavky na vodu, která je vhodná pro výrobu betonu, který vyhovuje technickým normám pro beton (zejména ČSN EN 206+A1 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda a ČSN P 73 2404 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda – Doplnující informace). Norma popisuje metody pro posuzování vhodnosti vody jako záměsové vody do betonu.

⁵ ČSN EN 1008 Záměsová voda do betonu – Specifikace pro odběr vzorků, zkoušení a posouzení vhodnosti vody, včetně vody získané při recyklaci v betonárně, jako záměsové vody do betonu

2.1.5.3. Voda použitá pro výrobu betonových vzorků

Pro výrobu betonových vzorků v obou případech byla použita pitná voda z vodovodního řádu, která vyhovuje technickým požadavkům na záměsovou vodu do betonu. Při užití jiného zdroje vody výrobce betonu musí zajistit chemický rozbor vody, který prokáže, že zdroj vody vyhoví ČSN EN 1008.

2.2. Zásadní parametry ovlivňující výsledné vlastnosti ztvrdlého betonu

Technologii výroby zkušebních těles můžeme rozdělit na fázi míšení složek čerstvého betonu, ukládání do formy, fázi zhutňování, odformování a ošetřování zkušebního tělesa do stáří 28 dní. V závěrečné fázi práce s čerstvým betonem je nezbytné zkušební těleso správně zhutnit, tak aby obsahovalo jen minimální množství vzduchových bublin (kromě provzdušněného betonu). Cílem je dosažení homogenity složení čerstvého betonu, který se při ukládání do formy zkušebního tělesa nerozmísí. Po zatvrdnutí (min. za 16 hodin, ne více než za 72 hodin po betonáži) následuje odstranění formy a ošetřování zkušebních těles předepsaným způsobem do stáří 28 dní kdy proběhne samotná zkouška zkušebního tělesa.

Ve své práci vycházím z teze, že i za předpokladu výroby podle stejné receptury a ze stejných surovin, jednotlivá zkušební tělesa se mohou lišit zejména co se týká jejich **pevnosti v tlaku a objemové hmotnosti**. V experimentální části mé práce se pokusím vysvětlit na konkrétním příkladu možné dopady rozdílné technologie výroby zkušebních těles a následného ošetřování zkušebních těles na jejich výslednou pevnost.

2.2.1. Technologie míchání betonu

Správná technologie výroby betonu vychází vždy z hmotnostního dávkování jednotlivých složek betonu a kvalitního míšení složek betonu v míchačce. Důležitou roli hraje i pořadí přidávání jednotlivých složek do betonové záměsi. Čas potřebný pro míšení je odvozen od velikosti a schopnosti míchačky přeměnit betonovou směs v homogenní materiál.

V současné době se téměř všeobecně používá transportbeton, který se vyrábí v centrálních betonárnách a na stavbu je čerstvý beton dovážen autodomíhávači, tj. autem s vestavbou otáčivého bubnu o objemu 6-12 m³ čerstvého betonu.

2.2.2. Formy zkušebních těles

Pevnost ztvrdlého betonu se zjišťuje na normovaných zkušebních tělesech. Tvar, rozměry a tolerance vyráběných betonových zkušebních těles ve tvaru krychlí, válců a hranolů a forem požadovaných při jejich výrobě definuje norma **ČSN EN 12390-1 Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 1: Tvar, rozměry a jiné požadavky na zkušební tělesa a formy**. Pokud není stanoveno jinak, prokazuje se pevnost na tělesech stáří 28 dní. Zkoušením ztvrdlého betonu se zabývá norma **ČSN EN 12390-2 Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 2: Výroba a ošetřování zkušebních těles pro zkoušky pevnosti**, která specifikuje metody pro výrobu a ošetřování zkušebních těles pro zkoušky pevnosti ze zatvrdlého betonu.

Při výrobě zkušebních těles ve formách je nutno dbát na to, aby zkušební tělesa měla předepsané rozměry s přípustnými tolerancemi rozměrů, kolmosti stěn a hran a rovinnosti ploch. Přípustné tolerance zkušebních těles kladou značné nároky na tuhost a přesnost rozměrů používaných forem. V experimentální části mé práce jsme použili pro výrobu zkušebních těles formy ve tvaru krychle o velikosti 150/150/150 mm.

2.2.3. Zhutňování zkušebních těles

V závislosti na konzistenci betonu a způsobu zhutňování zkušebního tělesa se formy plní v jedné nebo více vrstvách. Zhutňování betonu se provádí ihned po naplnění formy, nesmí však zhutňováním dojít k segregaci betonu. Zhutňování se provádí pomocí ponorného vibrátoru, na vibračním stole nebo pomocí propichovací tyče. V experimentální části mé práce jsme pro zhutnění zkušebních těles použili vibrační desku. Po zhutnění se odstraní přebytečný beton a povrch zkušebního tělesa se urovná zednickou lžící nebo hladítkem. Vyrobená tělesa se musí nesmazatelně označit a musí se provést záznam o jejich výrobě do laboratorního deníku betonárny.

2.2.4. Ošetřování betonu

Zkušební tělesa se ponechají ve formě min. 16 hodin, maximálně však 3 dny, přičemž je nutno zabránit otřesům a vysoušení povrchu vzorku. Teplota prostředí by se měla pohybovat kolem $20\pm 2^{\circ}\text{C}$. Po vyjmutí z formy se zkušební tělesa ošetřují⁶ až do doby těsně před zkoušením ve vodní lázni o teplotě kolem $20\pm 2^{\circ}\text{C}$ nebo v klimatizované komoře s velmi vysokou vlhkostí. Kritické jsou zejména první dny po odformování. Deklarovaná zkouška pevnosti se provádí po 28 dnech od výroby těles. Jelikož se u zkoušky stanovuje i objemová hmotnost je vhodné zkušební těleso z vodní lázně vyndat o pár dní dříve, aby nebylo nasáklé vodou a výsledky tím nebyly zkreslené.

2.3. Rozdíly při výrobě betonu v laboratorních a průmyslových podmínkách

Hlavními rozdíly při výrobě betonu v laboratorních a průmyslových podmínkách spatřuji v technologii výroby čerstvého betonu pro výrobu zkušebních těles a ošetřování zhotovených zkušebních těles po dobu 28 dní.

2.3.1. Nepříznivé vlivy počasí

Jednoznačnou výhodou laboratorních podmínek je, že na rozdíl od průmyslových podmínek nejsou zatíženy nepříznivými vlivy počasí, které se mohou projevovat vysoušením povrchu betonu (extrémní letní teploty, oslunění a vítr), vyplavováním cementu z povrchu betonu (silný déšť) a promrznutím betonu (teploty nižší než 0°C). Nicméně při dodržení postupů vyžadovaných normou⁷ pro výrobu a ošetřování zkušebních těles by i v průmyslových podmínkách měly být tyto nepříznivé vlivy eliminovány. Pokud tomu tak v praxi někdy není, jedná se o nedůslednost a pochybení odpovědného pracovníka betonárny.

2.3.2. Technologie výroby zkušebních těles

Zde se domnívám, že je výhoda jednoznačně na straně výrobce betonu, pokud budeme uvažovat, že se bavíme o moderní automatizované betonárně s certifikátem systému řízení výroby. Za předpokladu správného dávkování jednotlivých složek betonu⁸ a dodržení vhodnosti pořadí míšení jednotlivých složek v obou prostředích, bude v technologii výroby čerstvého betonu pro výrobu zkušebních těles hrát významnou roli kvalitní míšení složek betonu

⁶ Ošetřování betonu je souhrnný název pro opatření, která mají minimalizovat negativní vlivy okolí působící na čerstvý a mladý beton. Nejčastěji se jedná o nepříznivé vlivy počasí. Je prokázáno, že je-li ošetřování vodou aplikováno ve chvíli, kdy začíná teplota betonu růst, bude eliminována velká část autogenního smrštění. Pokud není beton adekvátně ošetřován, dochází k porušení betonu tvorbou trhlin, které výrazně snižují jeho pevnost a trvanlivost.

⁷ ČSN ENN 12390-2 Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 2: Výroba a ošetřování zkušebních těles pro zkoušky pevnosti

⁸ Moderní betonárny jsou vybaveny velmi přesnými váhami na vážení složek betonu včetně zohlednění vlhkosti drobného kameniva.

v míchačce v plně automatizovaném provozu. Zde se domnívám, že laboratorní míchačka o objemu 0,1 m³ nemůže obstát v konkurenci s technicky sofistikovanou míchačkou betonárny o objemu 3,38 m³.

V praxi může být problematický odběr vzorků na betonárně, jelikož čerstvý beton je nejdříve namíchán do autodomíhače a teprve z něj se následně odebírá čerstvý beton pro výrobu zkušebních těles. Množství odebrané pro výrobu vzorků by v ideálním případě nemělo být menší než 0,3 m³, aby nebyla ovlivněna homogenita materiálu vypouštěním z autodomíhače. Z hlediska dodržení technologické kázně je velmi důležité, aby k odběru vzorku z autodomíhače došlo před mytím výlevky autodomíhače, kterou řidič umývá před odjezdem na stavbu. Pokud by tomu tak nebylo mohl by odebíraný vzorek být naředěn touto vodou. Při správném postupu je samozřejmě zásadní, aby i běžné mytí výlevek autodomíhačů bezprostředně po namíchání probíhalo s maximální snahou o to, aby tato voda neředila dodávaný čerstvý beton. V praxi se jedná o zásadní věc, na kterou je potřeba soustavně dávat pozor, a hlídat kázeň řidičů autodomíhačů v tomto smyslu.

Pokud budu předpokládat, že zkušební tělesa v obou prostředích vyrábějí pracovníci s odpovídajícími zkušenostmi a praxí ve výrobě zkušebních těles, rozdíly ve výsledcích v obou prostředích, by z tohoto titulu měly být zanedbatelné. V experimentální části mé práce jsme v obou prostředích použili pro výrobu zkušebních těles formy ve tvaru krychle o velikosti 150/150/150 mm, všechna tělesa jsme řádně zhutnili a v předepsaném termínu vyndali z forem.

2.3.3. Ošetřování zkušebních těles

Zkušební tělesa vyráběná na betonárně mohou být negativně ovlivněna běžným provozem betonárny a jejím prostředím v tom smyslu, že ne v každém okamžiku se jim musí přesně dostat péče, která je předvídaná normou. Typicky se bude jednat o případy, že po vyjmutí těles z forem, nebudou tělesa skladována v odpovídající teplotě a/nebo nebudou uložena ve vodní lázni odpovídající teploty apod. Klimatizované a vlhké komory nebo vodní lázně s řízenou teplotou nejsou běžným standardem v prostředí betonárny. Zkušební tělesa vyráběná na betonárně mohou být též negativně ovlivněna jejich převozem do zkušební laboratoře jelikož při převozu může dojít k uražení hran nebo rohů zkušebních těles.

Pokud je uváděno, že řádným ošetřováním betonu lze ušetřit 5-10 procent cementu proti neošetřovanému betonu, lze v teoretické rovině předpokládat, že lépe ošetřované zkušební vzorky (při vyloučení všech ostatních vlivů) by měli vyjít lépe z hlediska pevnosti. Z tohoto důvodu by laboratorní prostředí mělo mít určitou výhodu oproti prostředí betonárny, a zkušební vzorky ošetřované v laboratoři by měli dosáhnout vyšších hodnot pevností v tlaku.

3. EXPERIMENTÁLNÍ ČÁST

3.1. Výroba betonových vzorků v prostředí laboratoře a v prostředí betonárny

3.1.1. Popis receptur pro výrobu betonových vzorků

Pro výrobu série betonových vzorků jsme s vedoucím mé bakalářské práce vybrali dvě receptury transportbetonu pevnostní třídy C 20/25 a C 25/30. Jedná se o receptury z průkazných zkoušek, které pro betonárnu Hofman Plazy navrhla zkušební laboratoř STACHEMA.

Tabulka č. 1 – Receptury použité pro výrobu betonové směsi

Pevnostní třída betonu Stupně vlivu prostředí ⁹		C 20/25 X0, XC1	C25/30 X0, XC1-XC3
CEM I 42,5 R Prachovice	kg	260	290
DTK 0/4 Sojovice	kg	840	820
HDK 8/16 Chlum	kg	580	590
HDK 16/22 Chlum	kg	290	295
Stacheplast 110	kg	2,60	2,90
Popílek Mělník	kg	60	50
voda	l	185	183
obj. hm. čerst. betonu	kg/m ³	2215	2228
konzistence (sednutí kužele)	mm	S3-150	S4-170

Veškerý materiál pro výrobu 12 zkušebních těles bylo nutné převést z betonárny do laboratoře Katedry betonových a zděných konstrukcí (dále jen „laboratoř K-133“). Původní plán, že materiál převezu osobně vlastním automobilem jsem musela z důvodu tonáže materiálu a manipulace s ním přehodnotit a zajistit převoz pracovníkem s dodávkou.



Obr. 1 – Materiál připravený na betonárně na převoz do laboratoře K-133

⁹ Betony předpokládané životnosti 50 let

3.1.2. Výroba betonových vzorků v prostředí laboratoře

Výroba 12 zkušebních těles proběhla dne 23. dubna 2019 v laboratoři K-133 pod vedením vedoucího mé bakalářské práce Ing. Josefa Fládra, PhD. Pro účely experimentu bylo v laboratoři vyrobeno 6 zkušebních těles tvaru krychle o velikosti 150x150x150 mm z betonu C20/25 X1 a 6 zkušebních těles tvaru krychle o velikosti 150x150x150 mm z betonu C25/30 X1-X3.

Pro každou recepturu byla použita betonová záměs o objemu 0,021 m³, tzn. složky receptury uvedené v bodě 3.1.1 byly kráceny číslem 47,62 odpovídající upravenému podílu skutečně vyráběné betonové záměsi (1: 0,021). Drobné kamenivo bylo před vážením řádně vysušeno. Vážení jednotlivých složek betonové směsi proběhlo studenty bakalářského studia na váze KERN KB 3600-2N. Váha je kalibrována a při kalibraci maximální odchylku vykazovala u hmotnosti 4 000 g, a to pouhé 2g. Váha dle kalibrace pracuje s reprodukovatelností 0,01 g a směrodatná odchylka byla stanovena při jmenovitém zatížení 20 000 g a má hodnotu 42 g. Kalibrační list váhy je uveden v Příloze č. [9] této práce.



Obr. 2 - Digitální váha KERN KB 3600-2N

Laboratorní míchačka má celkový objem 0,1 m³ a je schopná mísit betonové směsi v rozpětí hodnot od 0,01 m³ do 0,06 m³. Obě naše betonové záměsi měly objem 0,021 m³ a míchačka tedy k míšení užívala 21 procent svého celkového objemu.



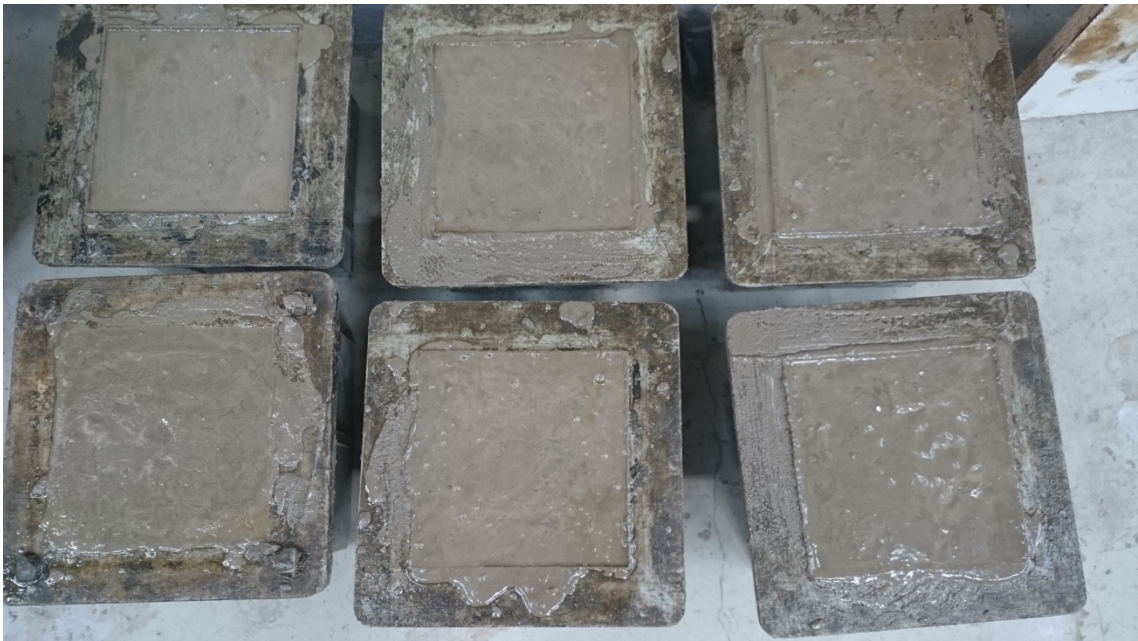
Obr. 3 – Navážené jednotlivé složky betonové směsi připravené pro betonáž



Obr. 4 – Přidávání složek betonu do míchačky

Po řádném míšení bylo z každé betonové směsi studenty vyrobeno 6 zkušebních těles (celkem tedy 12 zkušebních těles). Pro jejich výrobu byly použity formy ve tvaru krychle o velikosti 150/150/150 mm. Původně bylo domluveno, že se použijí formy se zvýšenou přesností. Tento požadavek se při výuce nepodařil ohlídat. Každé vyráběné těleso bylo zhuťněno na vibračním

stolku. Po zhutnění studenti odstranili přebytečný beton, povrch tělesa urovnali hladítkem a tělesa řádně označili.



Obr. 5 – Vyrobená série 6 zkušebních vzorků

Následující den proběhlo vyndání těles z forem a tělesa byla na 14 dní uložena do vodní lázně, která trvale udržuje teplotu 20 ± 3 °C. Po vyjmutí z vodní lázně, byla tělesa uložena na polici v laboratoři K-133. Zkouška pevnosti v tlaku a měření objemové hmotnosti proběhlo dne 21. května 2019, tj. ve staří zkušebních těles 28 dní jak vyžaduje norma. Zkouška pevnosti v tlaku byla provedena na hydraulickém lisu. Kalibrační list tohoto lisu je uveden v Příloze č. [10] této práce.



Obr. 6 – Vodní lázeň s kontrolou teploty sloužící k ošetřování zkušebních těles



Obr.7 – Hydraulický lis používaný pro stanovení pevnosti v tlaku



Obr.7 – Zkušební tělesa po zkoušce pevnosti v tlaku

3.1.3. Výroba betonových vzorků v prostředí betonárny

Betonárna Hofman Plazy byla uvedena do provozu v roce 2002. Jedná se o lokálního výrobce transportbetonu působícího v okrese Mladá Boleslav. Betonárna má věžové uspořádání a je vybavena řídicím systémem e-Mix od společnosti Martek Elektronik s.r.o. V mísicím jádru je osazena **dvouhřídelová míchačka BHS DKXS 2,25** s nuceným intenzivním mísením a s maximálním teoretickým výkonem 104 m³/hod betonové směsi. Míchací proces probíhá plně automaticky a je řízen dálkově z vedlejší budovy velína. Betonárna má věžové uspořádání s třemi ocelovými silo na uskladnění cementu/popílku s jednotlivou kapacitou 100 t. Kamenivo je skladováno volně v 5 železobetonových boxech. Doprava kameniva do míchačky je zajišťována strmým pásovým dopravníkem. Areál betonárny disponuje 8 500 m² obslužných zpevněných ploch.



Obr. 8 – Betonárna Hofman Plazy

Pro účely experimentu byla na betonárně dne 12. března 2019 vyrobena tři zkušební tělesa tvaru krychle o velikosti 150x150x150 mm z betonu C25/30 X1-X3 a následně dne 24. dubna 2019 další tři zkušební tělesa tvaru krychle o velikosti 150x150x150 mm z betonu C20/25 X1. Výroba zkušebních těles proběhla za běžného provozu betonárny. V obou případech byl čerstvý beton nejdříve namíchán do autodomíchače a teprve z něj byl odebrán vzorek pro výrobu zkušebních těles.

Pro každou recepturu byla použita betonová záměs o objemu 2,0 m³. Tenzometrické váhy vody, cementu, kameniva a plastifikátorů jsou umístěny na vážní plošině na rámu nad míchačkou betonárny. Dávka drobného kameniva je automaticky upravována o aktuální vlhkost váženého materiálu. Váhy jsou kalibrovány a ačkoliv norma povoluje až 3 procentní

chybu z váženého množství (cementu, vody, kameniva, příměsí), váhy betonárny pracují dle kalibračních listů s podstatně menší chybou. Největší chybu vykazuje váha na kamenivo, a i zde se chyba pohybuje kolem 0,2 procenta (maximální odchylka 2 kg u 1 000 kg před kalibrací). Kalibrační list váhy na kamenivo je uveden v Příloze č. [11] této práce. Míchačka betonárny má celkový objem 3,38 m³ a je schopná mísit betonové směsi v rozpětí hodnot od 0,4 m³ do 2,25 m³. Naše betonové záměsi měly objem 2,0 m³ a míchačka tedy k míšení užívala cca 59 procent svého celkového objemu.

Pro výrobu zkušebních těles byly použity formy ve tvaru krychle o velikosti 150/150/150 mm se zvýšenou přesností. Všechna tělesa byla řádně ztuhněna na vibrační desce, přebytečný beton byl odstraněn a povrch zkušebního těla byl urovnán zednickou lžící. Vyrobena tělesa byla řádně označena a o jejich výrobě byl pořízen záznam do laboratorního deníku betonárny. Den po výrobě těles došlo k jejich odformování a uložení do plastové vaničky s vodou. Prostor betonárny pro skladování zkušebních těles nemá chlazení, nicméně jedná se o betonový „bunkr“, který je schopen udržet příznivou a relativně konstantní teplotu od jara do podzimu. První vyrobené vzorky přijali v laboratoři STACHEMA dne 27. března 2019, tzn. polovinu času ošetřování strávili v klimatizované komoře laboratoře. Druhé vyrobené vzorky jsem dne 21. května 2019, tj. den před zkouškou pevnosti do laboratoře odvezla já osobně, tj. celý čas ošetřování strávily v podmínkách betonárny.



Obr. 9 – Vibrační deska pro ztuhnutí těles



Obr. 10 – Výroba zkušebních těles v podmínkách betonárny

Zkouška pevnosti v tlaku a měření objemové hmotnosti proběhlo u prvních vzorků dne 27. března 2019 a u druhých vzorků dne 22. května 2019, tj. v obou případech ve staří zkušebních těles 28 dní jak vyžaduje norma. Zkouška pevnosti v tlaku byla provedena na hydraulickém lisu. Kalibrační list tohoto lisu je uveden v Příloze č. [12] této práce.

3.2. Provedení zkoušek základních vlastností betonu

Základní vlastnosti betonu, které jsme na vyrobených vzorcích zkoušeli jsou stanovení objemové hmotnosti na zkušebních krychlích a stanovení pevnosti betonu v tlaku zkušebních těles. V prostředí laboratoře jsme průměrnou hodnotu získávali ze 6 vzorků, v prostředí betonárny pouze ze 3 vzorků, a to u obou receptur.

Následující tabulka shrnuje výsledky porovnání stanovení **objemových hmotností na zkušebních krychlích**. Za referenční hodnotu byla zvolena objemová hmotnost receptury z průkazných zkoušek. U obou prostředí je vyčíslena odchylka v procentech od této referenční hodnoty.

Tabulka č. 2 - Výsledky porovnání stanovení objemových hmotností

	Průkazní zkouška	Laboratoř K-133	rozdíl	Betonárna	rozdíl
Receptura	kg/m ³	kg/m ³	%	kg/m ³	%
C 20/25 XC1	2215	2154	-2,75	2190	-1,13
C 25/30 XC1-XC3	2228	2172	-2,51	2290	+2,78

Následující tabulka shrnuje výsledky porovnání stanovení **pevností betonu v tlaku zkušebních těles**. Za referenční hodnotu byla zvolena pevnost v tlaku vyžadovaná normou pro zkoušené těleso a pevnostní třídu betonu. U obou prostředí je vyčíslen rozdíl v MPa od této referenční hodnoty.

Tabulka č. 3 - Výsledky porovnání stanovení pevností betonu v tlaku

	Normová pevnost	Laboratoř K-133	rozdíl	Betonárna	rozdíl
Receptura	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa
C 20/25 XC1	25	28,6	+3,6	33,5	+8,5
C 25/30 XC1-XC3	30	34,7	+4,7	39,2	+9,2

Výsledky laboratorních zkoušek K-133 ze dne 21. května 2019 jsou uvedeny v Příloze č. [13] této práce. Protokoly zkoušek zkušebních těles vyrobených na betonárně jsou uvedeny v Příloze č. [14] a v Příloze č. [15] této práce.

3.3. Porovnání výsledků a zhodnocení výsledků s teoretickými předpoklady

Oproti teoretickým předpokladům obě zkoušené receptury vyšly z hlediska stanovení pevnosti v tlaku řádově o 5 MPa lépe v prostředí betonárny. Níže se pokusím krátce shrnout jaké faktory mohly rozhodovat, že výsledek nevyšel dle teoretických předpokladů:

- Správná technologie výroby betonu vychází vždy z hmotnostního dávkování jednotlivých složek betonu a kvalitního míšení složek betonu v míchačce. Zde se domnívám, že měla jednoznačně lepší pozici plně automatizovaná betonárna s velmi kvalitní a výkonnou míchačkou s minimálním prostorem pro chybu lidského faktoru.
- Betonárna použila pro výrobu zkušebních těles formy ve tvaru krychle o velikosti 150/150/150 mm se zvýšenou přesností. Studenti bohužel opomněli i tento předpoklad. Kvalitnější forma mohla sehrát i tuto roli.
- Pracovník betonárny má větší zkušenosti při zhutňování a obecně při výrobě zkušebních těles než studenti, kteří potenciálně vyráběli svoji první zkušební kostku v životě.
- Jedinou výhodou laboratoře bylo naprosto ukázkové ošetřování zkušebních vzorků. Experiment ukazuje, že sebelepším ošetřováním betonu nelze dohnat pochybení, která mohla vzniknout v technologii míchání betonu nebo zhutňování zkušebních těles.
- Ostatní nepopsané faktory byly buď podobné v obou prostředích nebo neměly významnou schopnost výsledek ovlivnit.

4. ZÁVĚR

Oproti teoretickým předpokladům obě zkoušené receptury vyšly z hlediska stanovení pevnosti v tlaku řádově o 5 MPa lépe v prostředí betonárny než v laboratorním prostředí což potvrzuje, že **kvalitní čerstvý beton je základ**, a sebelepším ošetřováním betonu nelze dohnat pochybení, která mohla vzniknout v technologii míchání betonu nebo zhutňování zkušebních těles.

V našem experimentu nepochybně významnou roli sehrálo to, že v laboratorním prostředí jsme pracemi pověřili studenty bakalářského studia. Domníváme se, že k chybě nejpravděpodobněji došlo při vážení složek betonu a při hutnění zkušebních těles. Tomuto závěru by nasvědčovala i výsledná nižší objemová hmotnost všech zkušebních těles. Také celkový vzhled kostek po destruktivní zkoušce pevnosti v tlaku by odpovídal vyššímu vodnímu součiniteli než předepsala receptura.

Už v rovině teoretické, lze shrnout, že v laboratorním prostředí mnohem větší část činností a postupů není automatizovaná, a proto velmi záleží na dodržení přesných postupů a správném provedení jednotlivých činností pracovníky laboratoře. Laboratorní prostředí lze označit za prostředí, kde na všech stupních výroby zkušebních těles velkou roli hraje lidský faktor. K úspěchu je třeba disponovat plně zaškoleným personálem. Výhodou laboratorního prostředí je nepochybně fakt, že když se nějaký experiment nepovede, tak se vyrobí vzorečky nové, a celý experiment se opakuje. Betonárna toto privilegium nemá a musí vždy maximálně usilovat o dodržení technologie, aby vyrobený výrobek odpovídal deklarovaným vlastnostem.

Nespornou výhodou betonárny je, že většina jejích procesů je plně automatizovaná a tím se významně snižuje riziko pochybení při výrobě čerstvého betonu z důvodu pochybení lidského faktoru. Samozřejmě pořád i zde je potřeba disponovat vyškoleným personálem, neboť prostorů pro chybu způsobenou lidským faktorem i v prostředí betonárny zůstává stále dost (např. zmiňované mytí výlevek autodomíchávačů).

5. LITERATURA

- [1] Mario Collepardi: Moderní beton, ČKAIT, Praha, 2006
- [2] Pierre-Claude Aitcin: Vysokohodnotný beton, ČKAIT, Praha, 2005
- [3] Nařízení evropského parlamentu a rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011, kterým se stanoví harmonizované podmínky pro uvádění stavebních výrobků na trh a kterým se ruší směrnice Rady 89/106/EHS
- [4] Zákon č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů
- [5] Nařízení vlády č. 163/2002 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na vybrané stavební výrobky, ve znění pozdějších předpisů
- [6] ČSN EN 206+A1 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda, ČSNI, Praha 2018
- [7] ČSN P 73 2404 Beton – Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda – Doplnující informace, ČSNI, Praha 2016
- [8] ČSN EN 197-1 ED.2 Cement – Část 1: Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití, ČSNI, Praha 2012
- [9] ČSN EN 196-1 Metody zkoušení cementu – Část 1: Stanovení pevnosti, ČSNI, Praha 2016
- [10] ČSN EN 12620+A1 Kamenivo do betonu, ČSNI, Praha 2008
- [11] ČSN EN 450-1 Popílek do betonu – Část 1: Definice, specifikace a kritéria shody, ČSNI, Praha 2013
- [12] ČSN EN 450-2 Popílek do betonu – Část 2: Hodnocení shody, ČSNI, Praha 2005
- [13] ČSN EN 1008 Záměsová voda do betonu – Specifikace pro odběr vzorků, zkoušení a posouzení vhodnosti vody, včetně vody získané při recyklaci v betonárně, jako záměsové vody do betonu, ČSNI, Praha 2003
- [14] ČSN EN 12390-1 Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 1: Tvar, rozměry a jiné požadavky na zkušební tělesa a formy, ČSNI, Praha 2013
- [15] ČSN EN 12390-2 Zkoušení ztvrdlého betonu – Část 2: Výroba a ošetřování zkušebních těles pro zkoušky pevnosti, ČSNI, Praha 2009
- [16] Závěrečná zpráva experimentu preciznosti ze dne 20. ledna 2018, VÚT v Brně

- [17] Doc. Ing. Rudolf Hela, CSc., Technologie betonu (elektronická skripta předmětu Modul BJ04), Brno 2005
- [18] Internetové stránky <http://www.ebeton.cz>
- [19] Internetové stránky <https://www.cemex.cz>
- [20] Internetové stránky <http://www.euroviakamenolomy.cz>
- [21] Internetové stránky <https://www.cez.cz>
- [22] Internetové stránky <https://www.stachema.cz>

6. PŘÍLOHY

- [1] Prohlášení o vlastnostech č. 1020-CPR-040 019097-15 (CEM I 42,5 R Prachovice)
- [2] Statistické hodnocení kvality a chemismu cementu dle ČSN EN 197-1 ed. 2 v 12/19 (CEM I 42,5 R Prachovice)
- [3] Prohlášení o vlastnostech č. 37/CPR/2019 – Sojovice frakce 0/4 mm praná
- [4] Prohlášení o vlastnostech č. 192A/6 – 121A2100011 Chlum – frakce 8/16
- [5] Prohlášení o vlastnostech č. 192A/7 – 121A2100011 Chlum – frakce 16/22
- [6] Prohlášení o vlastnostech č. 03/01 – 2014 (Popílek Mělník)
- [7] Osvědčení o stálosti vlastností – certifikát č. 1020 – CPR – 040 027144 (Popílek Mělník)
- [8] Prohlášení o vlastnostech č. 10200025000/1 – STACHEPLAST 110
- [9] Kalibrační list 1053-KL-20237-18 ze dne 17.5.2018 (váha K-133)
- [10] Kalibrační list 1051-KL-10358-18 ze dne 24.4.2018 (lis laboratoře K-133)
- [11] Kalibrační list KL-2017-11-356 ze dne 28.11.2017 (váha kameniva betonárny)
- [12] Kalibrační list č. 2251-19 ze dne 8.4.2019 (lis STACHEMA)
- [13] Výsledky laboratorních zkoušek K-133 ze dne 21.5.2019
- [14] Protokol č. C 200/19-5;6 ze dne 10.4.2019 – beton C25/30 X0 XC1-3
- [15] Protokol č. C 407/19-5;6 ze dne 22.5.2019 – beton C20/25 X0 XC1



Prohlášení o vlastnostech

č. 1020-CPR-040 019097-15

1. Jedinečný identifikační kód typu výrobku: Portlandský cement EN 197-1-CEM – I 42,5 R
2. Zamýšlené použití nebo zamýšlená použití: Příprava betonu, malty, injektážní malty a jiných směsí pro stavění a pro výrobu stavebních výrobků
3. Výrobce: CEMEX Cement, k.s., Tovární 296, 53804 Prachovice, Česká republika
4. Systém POSV: 1+
5. Harmonizovaná norma: EN 197-1:2011
Oznámený subjekt: Technický a zkušební ústav stavební Praha, s.p., Prosecká 811/76a, Praha 9, NB 1020
6. Deklarované vlastnosti:

Základní charakteristiky	Vlastnosti	Harmonizovaná technická specifikace
Cement pro obecné použití - složení	CEM I	EN 197-1:2011
Pevnost v tlaku (počáteční a normalizovaná pevnost)	42,5 R	
Počátek tuhnutí	splněno	
Nerozpustný zbytek	splněno	
Ztráta žíháním	splněno	
Objemová stálost	splněno	
Obsah síranů	splněno	
Hydratační teplo	splněno	
Obsah chloridů	splněno	

Toto prohlášení o vlastnostech je zpřístupněno na internetové stránce výrobce: www.cemex.cz

Vlastnosti výše uvedeného výrobku jsou ve shodě se souborem deklarovaných vlastností. Toto prohlášení o vlastnostech se v souladu s nařízením (EU) č. 305/2011 vydává na výhradní odpovědnost výrobce uvedeného výše.

Podepsáno za výrobce a jeho jménem:

Karol Czubara

V Prachovicích

dne 18.5.2015



CEMEX Czech Republic, s.r.o.; Výroba cementu Prachovice
Tovární 296
538 04 Prachovice

Statistické hodnocení kvality a chemismu cementu
dle ČSN EN 197-1 ed. 2

Cement CEM I 42,5 R
Období: 12/2018

Číslo vzorku jedn.	Statistické hodnocení chemismu cementu										C3A (ve sílnku) %hm.	Cr 6+ ppm	
	Ztráta zřiháním %hm.	Nerozpustný podíl %hm.	SiO2 %hm.	Al2O3 %hm.	Fe2O3 %hm.	CaO %hm.	MgO %hm.	SO3 %hm.	K2O %hm.	Na2O %hm.			Na2O- ekvivalent %hm.
3.12.	4.82	0.49	18.22	5.21	3.01	62.88	2.45	3.25	0.70	0.41	0.87	0.08	-
6.12.	-	-	18.26	5.21	2.93	62.85	2.39	3.31	0.74	0.41	0.89	0.08	-
10.12.	-	-	18.20	5.19	2.99	62.87	2.44	3.30	0.70	0.42	0.87	0.08	-
12.12.	4.95	0.47	18.06	5.19	3.01	62.85	2.41	3.33	0.68	0.40	0.85	0.08	-
27.12.	-	-	18.29	5.12	2.96	63.00	2.33	3.18	0.70	0.38	0.85	0.09	-
průměr	4.89	0.48	18.21	5.18	2.98	62.89	2.40	3.27	0.70	0.40	0.87	0.08	-
min.	4.82	0.47	18.06	5.12	2.93	62.85	2.33	3.18	0.68	0.38	0.85	0.08	-
max.	4.95	0.49	18.29	5.21	3.01	63.00	2.45	3.33	0.74	0.42	0.89	0.09	-
st.d.	///	///	0.09	0.04	0.03	0.06	0.05	0.06	0.02	0.02	0.02	0.00	-
četnost	2	2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	-

Číslo vzorku jedn.	FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI										PEVNOSTI		
	Specifický povrch cm2/g	Záměsová voda %hm.	Počátek tuhnutí min.	Doba tuhnutí min.	Objemová sílatost (Le Chat) mm	Tlak 2-dny MPa	Tlak 28-dní MPa	Ohyb 2-dny MPa	Ohyb 28-dní MPa				
3.12.	3527	28.4	200	266	1.0	31.5	54.6	6.2	8.9				
6.12.	3370	28.2	207	287	-	26.7	51.8	5.5	9.4				
10.12.	3396	28.2	210	325	0.0	30.0	55.1	6.1	9.5				
12.12.	3495	28.2	210	336	-	30.6	56.6	6.5	9.9				
27.12.	3412	28.2	180	285	0.0	30.2	55.2	6.1	8.8				
průměr	3440	28.2	201	304	0.3	29.8	54.7	6.1	9.3				
min.	3370	28.2	180	285	0.0	26.7	51.8	5.5	8.8				
max.	3527	28.4	210	336	1.0	31.5	56.6	6.5	9.9				
st.d.	67	0.1	13	25	0.4	1.8	1.8	0.3	0.4				
četnost	5	5	5	5	3	5	5	5	5				

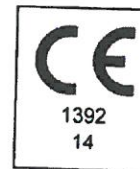
Obch. oddělení :
tel : 469 810 450
fax : 469 810 451

V Prachovicích
Datum :

08.02.2019

Ing. Pavel Zdrizbny
Kvalita a technologie

Prohlášení o vlastnostech č. 37/CPR/2019
podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č.305/2011 (a č. 574/2014)



1. Identifikační kód výrobku: **SOJOVICE frakce 0/4 praná**
Přírodní těžené kamenivo, hornina štěrkopisek

2. Zamýšlené/zamýšlená použití:

Kamenivo pro přípravu betonu pro pozemní stavby, pozemní komunikace a jiné inženýrské stavby
Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch
Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace

3. Výrobce: **Pískovna Sojovice, s.r.o., Sojovice čp.196, 294 75 Sojovice, okres Mladá Boleslav, IČ: 47 54 19 11,**
tel.: ++420 326 921 218, 326 921 123, e-mail: vpokorny@piskovnasojovice.cz, prodej@piskovnasojovice.cz

4. Jméno a kontaktní adresa zplnomocněného zástupce: -

5. Systém posuzování a ověřování stálostí vlastností (AVCP): **Systém 2+**

6. Harmonizovaná norma: EN 12620:2002+A1:2008 Kamenivo do betonu, EN 13043:2002/AC:2004 Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch, EN 13242:2002+A1:2007 Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulické pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace

Oznámený subjekt: **Zkušebna kamene a kameniva, s.r.o., oznámený subjekt č. 1392**

7. Deklarované vlastnosti:

Základní charakteristiky	Vlastnosti (vztahující se na použití podle):			Harmonizované technické specifikace
	EN 12620	EN 13043	EN 13242	
Tvar zrn, frakce a objemová hmotnost				U základních charakteristik a vlastností uvedených ve sloupci: EN 12620 platí odkaz na: EN 12620:2002+A1:2008 EN 13043 platí odkaz na: EN 13043:2002/AC:2004 EN 13242 platí odkaz na: EN 13242:2002+A1:2007 Poznámka: Pokud se základní charakteristika nebo vlastnost nevztahuje k harmonizované technické specifikaci, řádek je v příslušném sloupci proškrtnut.
- Frakce kameniva	0/4 praná	0/4 praná	0/4 praná	
- Zrnitost	G _F 85	G _A 85	G _F 85	
- Tolerance pro zrnitost DK a směsi	Sito: 4= 98%; 1= 75%; 0,250= 20% hm.	G _{Tc} 10	G _{Tf} 10	
- Propad na středním síti HK s D/d > 2	NPD	-	-	
- Propad na středním síti HK s D/d ≥ 2	-	NPD	NPD	
- Tvar zrn hrubého kameniva – tvarový index	NPD	NPD	NPD	
- Tvar zrn hrubého kameniva – index plochosti	NPD	NPD	NPD	
- Procentní podíl drocných a lámavých zrn v HK	-	NPD	NPD	
- Objemová hmotnost	2,608 Mg/m ³	2,608 Mg/m ³	2,608 Mg/m ³	
Čistota				
- Obsah schránek živočichů v HK	NPD	-	-	
- Obsah jemných částic	f ₃	f ₃	f ₇	
- Kvalita jemných částic	NPD	NPD	NPD	
Afinita mezi hr. kamenivem s asfaltovým pojivem				
- Průměrný stupeň obalení - asfalt 50/70, 70/100	-	NPD	-	
Odolnost proti drcení				
- Odolnost proti drcení metodou LA	NPD	NPD	NPD	
- Odolnost proti drcení rázem	NPD	NPD	NPD	
Odolnost proti otěru/ohladitelnosti/obrusu				
- Odolnost proti otěru HK (mikro-Deval)	NPD	NPD	NPD	
- Odolnost proti ohladitelnosti	NPD	NPD	NPD	
- Odolnost proti povrchovému obrusu	NPD	NPD	-	
- Odolnost proti obrusu pneumatikami s hroty	NPD	NPD	-	
Odolnost vůči tepelným šokům	-	NPD	-	
Složky/Obsah				
- Složky hrubého recyklovaného kameniva	NPD	-	NPD	
- Chloridy	≤ 0,01 % hm.	-	-	
- Síraný rozpustný v kyselině	AS _{0,2}	-	AS _{0,2}	
- Celková síra	Vyhovuje	-	S ₁	
- Obsah vodou rozpustných síranů v recykl. kamenivu	NPD	-	NPD	
- Potenciální přítomnost humusu	Vyhovuje	-	Vyhovuje	
- Obsah lehkých znečišťujících částic	≤ 0,25 % hm.	m _{LPc0,5}	-	
- Obsah oxidu uhličitého v drobném kamenivu	NPD	-	-	
Objemová stálost				
- Objemová stálost-smršťování vysycháním	NPD	-	-	
- Rozpad křemičitanu vápenatého ve VCHVS	NPD	NPD	NPD	
- Rozpad železa ve VCHVS	NPD	NPD	NPD	
- Objemová stálost kameniva z ocelářské strusky	-	NPD	NPD	
Nasákavost	WA ₂₄ ≤ 1,5	-	WA ₂₄ 2	
Nebezpečné látky				
- Emise radioaktivity		Index ≤ 1,0		
- Uvolňování těžkých kovů a polyaromatic. uhlovodíků	NPD	NPD	NPD	
- Uvolňování jiných nebezpečných látek	NPD	NPD	NPD	
Trvanlivost proti zmrazování a rozmrazování				
- Odolnost proti zmrazování a rozmrazování	NPD	NPD	NPD	
- Zkouška síranem hořečnatým	NPD	NPD	NPD	
Odolnost proti rozpádnutí čediče	-	NPD	NPD	
Trvanlivost proti alkalicko-křemičité reakci				
- Odolnost proti alkalicko-křemičité reakci	rozpínavost < 0,07 % D=79, S=29 mmol/l	-	-	

8. Vlastnosti výše uvedeného výrobku jsou ve shodě se souborem deklarovaných vlastností. Toto prohlášení o vlastnostech se vydává na výhradní odpovědnost výrobce uvedeného výše.

Podepsáno za výrobce a jeho jménem:

V Sojovicích, 11.3.2019	Jméno a funkce	Ing. Václav Pokorný, jednatel společnosti	Podpis	
-------------------------	----------------	---	--------	--

Prohlášení o vlastnostech č. 192A/6
podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011



1. Identifikační kód výrobku: **121A2100011 CHLUM**
2. Typové označení výrobku: **Přírodní drcené kamenivo – frakce 8/16**
3. Zamýšlená použití stavebního výrobku:

Kamenivo pro přípravu betonu pro pozemní stavby, pozemní komunikace a jiné inženýrské stavby
Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch
Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace

4. Výrobce: **EUROVIA Kamenolomy, a.s., Londýnská ul. 637/79a, 460 01 Liberec XI – Růžodol I., IČ: 27 09 66 70**

5. Zplnomocněný zástupce: -
6. Systém posuzování a ověřování stálosti vlastností stavebního výrobku: **2+**
7. Oznámený subjekt: **Stavcert, s. r.o., U Výstaviště 3, 170 00 Praha 7, oznámený subjekt č. 1517**
provedl počáteční inspekci ve výrobním závodě a systému řízení výroby, provádí průběžný dozor, posuzování a hodnocení systému řízení výroby, a vydal Osvědčení o shodě řízení výroby (Certifikát SŘV) č.: **1517-CPR-010079**.
8. Evropské technické posouzení: nebylo vydáno
9. Vlastnosti uvedené v prohlášení: viz tabulka

Základní charakteristiky	Vlastnosti (vztahující se na použití podle):			Harmonizované technické specifikace
	EN 12620	EN 13043	EN 13242	
Tvar zrn, frakce a objemová hmotnost				<p>U základních charakteristik a vlastností uvedených ve sloupci:</p> <p>EN 12620 platí odkaz na: EN 12620:2002+A1:2008</p> <p>EN 13043 platí odkaz na: EN 13043:2002</p> <p>EN 13242 platí odkaz na: EN 13242:2002+A1:2007</p> <p>Poznámka: Pokud se základní charakteristika nebo vlastnost nevztahuje k harmonizované technické specifikaci, řádek je v příslušném sloupci proškrtnut.</p>
- Zrnitost	$G_C 85/20$	$G_C 90/15$	$G_C 85/15$	
- Tolerance pro zrnitost HK s $D/d \geq 2$	G_{T15}	$G_{25/15}$	$GT_C 25/15$	
- Tvar zrn hrubého kameniva – tvarový index	S_{I20}	S_{I25}	S_{I40}	
- Tvar zrn hrubého kameniva – index plochosti	NPD	NPD	NPD	
- Procentní podíl drcených a lámavých zm v HK	-	$C_{100/0}$	$C_{90/3}$	
- Objemová hmotnost	2,423 Mg/m ³	2,423 Mg/m ³	2,423 Mg/m ³	
Čistota				
- Obsah schránek živočichů v HK	NPD	-	-	
- Obsah jemných částic	$f_{1,5}$	f_1	f_4	
- Kvalita jemných částic	-	NPD	NPD	
Odolnost proti drcení				
- Odolnost proti drcení metodou LA	LA_{20}	LA_{25}	LA_{40}	
- Odolnost proti drcení rázem	NPD	NPD	NPD	
Odolnost proti otěru/ohladitelnosti/obrusu				
- Odolnost proti otěru HK (mikro-Deval)	NPD	NPD	NPD	
- Odolnost proti ohladitelnosti	PSV_{44} (deklarovaná)	PSV_{44} (deklarovaná)	-	
- Odolnost proti povrchovému obrusu	NPD	NPD	-	
- Odolnost proti obrusu pneumatikami s hroty	NPD	NPD	-	
Odolnost vůči tepelným šokům	-	NPD	-	
Složky/obsah				
- Složky hrubého recyklovaného kameniva	NPD	-	NPD	
- Chloridy	$\leq 0,01$ % hm.	-	-	
- Sírany rozpustné v kyselině	$AS_{0,2}$	-	$AS_{0,2}$	
- Celková síra	Vyhovuje	-	S_1	
- Obsah vodou rozpustných síranů v recykl. kamenivu	$SS_{0,2}$	-	$SS_{0,2}$	
- Potenciální přítomnost humusu	Vyhovuje	-	NPD	
- Obsah lehkých znečišťujících částic	$\leq 0,05$ % hm.	$m_{LPC0,1}$	-	
- Obsah oxidu uhličitého v drobném kamenivu	NPD	-	-	
Objemová stálost				
- Objemová stálost-smršťování vysycháním	NPD	-	-	
- Rozpad křemičitanu vápenatého ve VCHVS	NPD	NPD	NPD	
- Rozpad železa ve VCHVS	NPD	NPD	NPD	
- Objemová stálost kameniva z ocelářské strusky	-	NPD	NPD	
Nasákavost	$WA_{24} \leq 2\%$	-	$WA_{24} 2$	
Nebezpečné látky				
- Obsah přírodních radionuklidů	$Ra 226 \leq 120$ Bq/kg / Index $\leq 2,0$			
- Uvolňování jiných nebezpečných látek	NPD	NPD	NPD	
Trvanlivost proti zmrazování a rozmrazování				
- Odolnost proti zmrazování a rozmrazování	F_1	F_1	F_1	
- Zkouška síranem hořečnatým	MS_{18}	MS_{18}	MS_{18}	
Odolnost proti rozpadavosti čediče				
- Ztráta hmotnosti po vaření	-	NPD	NPD	
- Zvýšení součinitele LA po vaření	-	NPD	NPD	
Trvanlivost proti alkalicko-křemičité reakci				
- Alkalicko-křemičitá reakce	$< 0,07$ %	-	-	
Petrografický druh kameniva	znělec			

10. Vlastnosti výrobku jsou ve shodě s vlastnostmi uvedenými v bodě 9.

Toto prohlášení o vlastnostech se vydává na výhradní odpovědnost výrobce uvedeného v bodě 4. Podepsáno za výrobce a jeho jménem:

V Liberci, 1. 1. 2015	Jméno a funkce	Ing. Zuzana Sazimová, vedoucí technolog	Podpis
-----------------------	----------------	---	--------

Ing. Zuzana Sazimová

Prohlášení o vlastnostech č. 192A/7
podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011



1. Identifikační kód výrobku: **121A2000011 CHLUM**
2. Typové označení výrobku: **Přírodní drcené kamenivo – frakce 16/22**
3. Zamýšlená použití stavebního výrobku:

Kamenivo pro přípravu betonu pro pozemní stavby, pozemní komunikace a jiné inženýrské stavby
Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, letištních a jiných dopravních ploch
Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace

4. Výrobce: **EUROVIA Kamenolomy, a.s., Londýnská ul. 637/79a, 460 01 Liberec XI – Růžodol I., IČ: 27 09 66 70**

5. Zplnomocněný zástupce: -
6. Systém posuzování a ověřování stálosti vlastností stavebního výrobku: **2+**
7. Oznámený subjekt: **Stavcert, s. r.o., U Výstaviště 3, 170 00 Praha 7, oznámený subjekt č. 1517**
provedl počáteční inspekci ve výrobním závodě a systému řízení výroby, provádí průběžný dozor, posuzování a hodnocení systému řízení výroby, a vydal Osvědčení o shodě řízení výroby (Certifikát SRV) č.: **1517-CPR- 010079**.
8. Evropské technické posouzení: nebylo vydáno
9. Vlastnosti uvedené v prohlášení: viz tabulka

Základní charakteristiky	Vlastnosti (vztahující se na použití podle):			Harmonizované technické specifikace
	EN 12620	EN 13043	EN 13242	
Tvar zrn, frakce a objemová hmotnost				U základních charakteristik a vlastností uvedených ve sloupci: EN 12620 platí odkaz na: EN 12620:2002+A1:2008 EN 13043 platí odkaz na: EN 13043:2002 EN 13242 platí odkaz na: EN 13242:2002+A1:2007
- Zrnitost	G _C 85/20	G _C 90/15	G _C 85/15	
- Tolerance pro zrnitost HK s D/d ≥ 2	NPD	NPD	NPD	
- Tvar zrn hrubého kameniva – tvarový index	S _{I20}	S _{I25}	S _{I40}	
- Tvar zrn hrubého kameniva – index plochosti	NPD	NPD	NPD	
- Procentní podíl drcených a lámaných zm v HK	-	C _{100/0}	C _{90/3}	
- Objemová hmotnost	2,419 Mg/m ³	2,419 Mg/m ³	2,419 Mg/m ³	
Čistota				
- Obsah schránek živočichů v HK	NPD	-	-	
- Obsah jemných částic	f _{1,5}	f ₁	f ₄	
- Kvalita jemných částic	-	NPD	NPD	
Odolnost proti drcení				
- Odolnost proti drcení metodou LA	LA ₂₀	LA ₂₅	LA ₄₀	
- Odolnost proti drcení rázem	NPD	NPD	NPD	
Odolnost proti otěru/ohladitelnosti/obrusu				
- Odolnost proti otěru HK (mikro-Deval)	NPD	NPD	NPD	
- Odolnost proti ohladitelnosti	PSV ₄₄ (deklarovaná)	PSV ₄₄ (deklarovaná)	-	
- Odolnost proti povrchovému obrusu	NPD	NPD	-	
- Odolnost proti obrusu pneumatikami s hroty	NPD	NPD	-	
Odolnost vůči tepelným šokům	-	NPD	-	
Složky/obsah				
- Složky hrubého recyklovaného kameniva	NPD	-	NPD	
- Chloridy	≤ 0,01 % hm.	-	-	
- Sírany rozpustné v kyselině	AS _{0,2}	-	AS _{0,2}	
- Celková síra	Vyhovuje	-	S ₁	
- Obsah vodou rozpustných síranů v recykl. kamenivu	SS _{0,2}	-	SS _{0,2}	
- Potenciální přítomnost humusu	Vyhovuje	-	NPD	
- Obsah lehkých znečišťujících částic	≤ 0,05 % hm.	m _{LPC,0,1}	-	
- Obsah oxidu uhličitého v drobném kamenivu	NPD	-	-	
Objemová stálost				
- Objemová stálost-smršťování vysycháním	NPD	-	-	
- Rozpad křemičitanu vápenatého ve VCHVS	NPD	NPD	NPD	
- Rozpad železa ve VCHVS	NPD	NPD	NPD	
- Objemová stálost kameniva z ocelářské strusky	-	NPD	NPD	
Nasákavost	WA ₂₄ ≤ 2%	-	WA ₂₄ 2	
Nebezpečné látky				
- Obsah přírodních radionuklidů	Ra 226 ≤ 120 Bq/kg / Index ≤ 2,0			
- Uvolňování jiných nebezpečných látek	NPD	NPD	NPD	
Trvanlivost proti zmrazování a rozmrazování				
- Odolnost proti zmrazování a rozmrazování	F ₁	F ₁	F ₁	
- Zkouška síranem hořčnatým	MS ₁₈	MS ₁₈	MS ₁₈	
Odolnost proti rozpadavosti čediče				
- Ztráta hmotnosti po vaření	-	NPD	NPD	
- Zvýšení součinitele LA po vaření	-	NPD	NPD	
Trvanlivost proti alkalicko-křemičité reakci				
- Alkalicko-křemičité reakce	< 0,07 %			
Petrografický druh kameniva	znělec			

10. Vlastnosti výrobku jsou ve shodě s vlastnostmi uvedenými v bodě 9.

Toto prohlášení o vlastnostech se vydává na výhradní odpovědnost výrobce uvedeného v bodě 4. Podepsáno za výrobce a jeho jménem:

V Liberci, 1. 1. 2015	Jméno a funkce	Ing. Zuzana Sazimová, vedoucí technolog	Podpis
-----------------------	----------------	---	--------

Ing. Zuzana Sazimová



PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH

č. 03/01 – 2014

Výrobek:	Popílek do betonu EN 450-1:2012
Typové označení:	Popílek do betonu z hnědého uhlí jako příměs druhu II do betonu
Zamýšlené použití:	Popílek pro beton
Výrobce:	ČEZ, a. s. Duhová 2/1444, 140 53 Praha 4 IČ: 45274649, DIČ: CZ45274649
Výrobna:	Elektrárna Mělník, 277 03 Horní Počaply
Systém posuzování a ověřování stálosti vlastností:	1+
Oznámený subjekt:	TZUS Praha, s. p., Prosecká 811/76a, Praha 9, Oznámený subjekt 1020 vydal Osvědčení o stálosti vlastností č. 1020-CPR-040 027144

Vlastnosti uvedené v prohlášení:

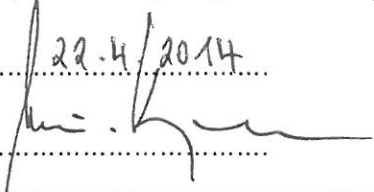
Základní charakteristiky:	Vlastnost:	Harmonizované technické specifikace:
Index účinnosti po 28 dnech:	≥ 75 %	ČSN EN 450-1, ČSN EN 196-1
Index účinnosti po 90 dnech:	≥ 85 %	ČSN EN 450-1, ČSN EN 196-1
Objemová stálost:	≤ 10 mm	ČSN EN 450-1, ČSN EN 196-3
Ztráta žíháním:	kategorie A	ČSN EN 450-1, ČSN EN 196-2
Měrná hmotnost:	1800 – 2200 kg.m ⁻³	ČSN EN 196-6
Jemnost:	kategorie N	ČSN EN 451-2
Obsah síranů:	≤ 3 %	ČSN EN 196-2
Obsah CaO aktivního:	≤ 10 %	ČSN EN 196-2, ČSN EN 197-1
Obsah CaO volného:	≤ 2,5 %	ČSN EN 451-1
Obsah chloridů:	≤ 0,1 %	ČSN EN 196-2
Hmotnostní aktivita Ra ²²⁶ :	≤ 300 Bq.kg ⁻¹	Doporučení SÚJB 2009
Index hmotnostní aktivity:	≤ 2	Doporučení SÚJB 2009

Vlastnosti výrobku jsou ve shodě s vlastnostmi uvedenými v tabulce.
Toto prohlášení o vlastnostech se vydává na výhradní odpovědnost výrobce.

Jménem výrobce:

Ing. Miroslav Krpec, ředitel ČEZ, a. s., OJ Elektrárny Mělník

Mělník, dne: 22.4.2014

Podpis: 



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.
Technical and Test Institute for Construction Prague
 Akreditovaná zkušební laborator, Autorizovaná osoba, Notifikovaná osoba, Oznamovaný subjekt, Subjekt pro technické posuzování, Certifikační orgán, Inspekční orgán / Accredited Testing Laboratory, Authorized Body, Notified Body, Technical Assessment Body, Certification Body, Inspection Body, Prosecká 811/78a, 190 00 Praha 9 - Prosek, Czech Republic

Oznamovaný subjekt 1020

OSVĚDČENÍ O STÁLOSTI VLASTNOSTÍ

certifikát

č. 1020 – CPR – 040 027144

V souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 305/2011 ze dne 9. března 2011 (nařízení o stavebních výrobcích - CPR) se vydává toto osvědčení pro stavební výrobek:

Popílek do betonu z hnědého uhlí (výrobek je určen jako příměs druhu II do betonu)

který byl vyroben výrobcem nebo pro výrobce:

ČEZ, a. s.

Duhová 2/1444, 140 53 Praha 4

IČ 45 27 46 49

a byl vyroben ve výrobně:

OJ Elektrárny Mělník

277 03 Horní Počaply

Toto osvědčení prokazuje, že byla uplatněna všechna ustanovení týkající se posuzování a ověřování stálosti vlastností a vlastností popsanych v příloze ZA normy

EN 450-1:2012

v rámci systému 1+ a že

výrobek splňuje všechny výše stanovené požadavky.

Toto osvědčení bylo poprvé vydáno 12.01.2007 jako certifikát podle CPD a platí, dokud se nezmění zkušební metody a/nebo požadavky na systém řízení výroby obsažené v harmonizované normě použité při posuzování vlastností deklarovaných charakteristik a pokud se výrazně nezmění výrobek a/nebo výrobní podmínky v místě výroby.

Teplice 18. dubna 2014



Ing. Pavel Rubáš, Ph.D.
zástupce vedoucího oznamovaného subjektu

STACHEPLAST 110

PROHLÁŠENÍ O VLASTNOSTECH

č. 10200025000/1

1. Jedinečný identifikační kód typu výrobku:

EN 934-2: T 2 //72

2. Typ, série nebo sériové číslo nebo jakýkoliv jiný prvek umožňující identifikaci stavebních výrobků podle čl. 11 odst. 4:

Číslo šarže: najdete na obalu výrobku a průvodní dokumentaci

3. Zamýšlené použití nebo zamýšlená použití stavebního výrobku v souladu s příslušnou harmonizovanou technickou specifikací podle předpokladu výrobce:

Plastifikační přísada do betonu dle EN 934-2+A1:2012

4. Jméno, firma nebo registrovaná obchodní známka a kontaktní adresa výrobce podle čl. 11 odst. 5:

**STACHEMA CZ s.r.o.
Zibohlavý 1
Kolín 280 02**

5. Případně jméno a kontaktní adresa zplnomocněného zástupce, jehož plná moc se vztahuje na úkoly uvedené v čl. 12 odst. 2:

**Bc. Martin Váša
výrobní ředitel**

6. Systém nebo systémy posuzování a ověřování stálosti vlastností stavebních výrobků, jak je uvedeno v příloze V:

Systém 2+

7. V případě prohlášení o vlastnostech týkajících se stavebního výrobku, na který se vztahuje harmonizovaná norma:

Notifikovaná osoba č. 0921- QDB se sídlem Mainzer Landstraße 55 D-60329 Frankfurt am Main provedla počáteční inspekci v místě výroby a řízení výroby ve výrobním závodě i průběžného dohledu, posuzování a schvalování řízení výroby u výrobce v souladu se systémem 2+ a vydal: Certifikát řízení výroby číslo 0921-CPR-2000.

8. V případě prohlášení o vlastnostech týkajících se stavebního výrobku, pro který bylo vydáno evropské technické posouzení:

Nevztahuje se

9. Vlastnosti uvedené v prohlášení

Základní charakteristiky	Vlastnost	Harmonizované technické specifikace
Obsah chloridových iontů	≤ 0,1 hm. %	EN 934-2
Obsah alkálií	≤ 8 %	EN 934-2
Korozivní vlastnosti	Výrobek obsahuje pouze složky uvedené v EN 934-1:2008 příloha A.1	EN 934-2
Redukce vody	Ve zkušební směsi ≥ 5 % ve srovnání s kontrolní směsí	EN 934-2
Pevnost v tlaku	Po 7 a 28 dnech: Zkušební směs ≥ 110 % kontrolní směsi	EN 934-2
Obsah vzduchu v čerstvém betonu	Ve zkušební směsi maximálně o 2 objemová % více než v kontrolní směsi	EN 934-2
Nebezpečné látky	NPD	EN 934-2

Pokud byla použita podle článku 37 nebo 38 specifická technická dokumentace, požadavky, které výrobek splňuje:

Nevztahuje se

10. Vlastnost výrobku uvedené v bodě 1 a 2 je ve shodě s vlastností uvedenou v bodě 9. Toto prohlášení o vlastnostech se vydává na výhradní odpovědnost výrobce uvedeného v bodě 4.

Podepsáno za výrobce a jeho jménem:

Bc. Martin Váša, výrobní ředitel

Zibohlavy, 1.7.2013

(místo a datum vydání)


stachema (1)
STACHEMA CZ s.r.o.
Zibohlavy 1, 280 02 Kolín
IČ 46353747 DIČ CZ46353747

(podpis)

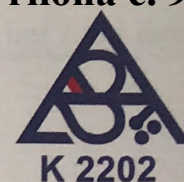


Český metrologický institut

Okružní 31, 638 00 Brno

tel. +420 545 555 111

www.cmi.cz



Příloha č. 9

Kalibrační laboratoř č. 2202 akreditovaná Českým institutem pro akreditaci, o.p.s. podle
ČSN EN ISO/IEC 17025:2005

Pracoviště: Oblastní inspektorát Praha, Radiová 1136/3, Praha 10, 102 00
Oddělení měř a vah, tel. 266 020 143, fax 266 020 139

KALIBRAČNÍ LIST

1053-KL-20237-18

Datum vystavení: 28. květen 2018

List 1 ze 2 listů

Zákazník: České vysoké učení technické v Praze
Fakulta stavební
Tháškova 7
166 29 Praha 6

Měřidlo: váhy s neautomatickou činností
Max = 20 kg d = 0,001 kg

Výrobce: UWE

Typ: HGM-20K

Výrobní číslo: EQ079

Evidenční číslo: neuvedeno

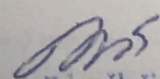
Výsledky kalibrace byly získány za podmínek a s použitím postupů uvedených v tomto kalibračním listě
a vztahují se pouze k době a místu provedení kalibrace.

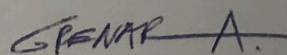
Datum kalibrace: 17. květen 2018

Kalibraci provedl:



Ředitel oblastního inspektorátu:


Ing. Zdeněk Jiráček
zástupce ředitele OI Praha



Antonín Grenar

Ing. Vladimír Peršl

Použité etalony:

Etalonová závaží třídy F2, ev. č. 100851.
Kalibrační list č. 1053-KL-30016-17, kalibrováno ČMI OI Praha.

Kalibrační postup: 612-MP-C132

Místo kalibrace: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební, Thákurova 7, 166 29 Praha 6

Podmínky prostředí: teplota: $(23,9 \pm 0,5) ^\circ\text{C}$

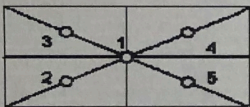
vlhkost: $(45 \pm 3,4) \%$

Výsledky kalibrace:

Opakovatelnost:

Směrodatná odchylka byla stanovena při: jmenovitém zatížení 20 kg a má hodnotu 0,42 g.

Excentricita:



Jmenovité zatížení (kg)	Sektor	Indikace I (kg)
10	1	10,003
	2	10,002
	3	10,001
	4	10,004
	5	10,004

Správnost:

Tára (kg)	Jmenovité zatížení (kg)	Chyba (g)	Nejistota U (g)
0	0	0,0	0,6
0	0,1	0,0	1,2
0	1	0,0	1,2
0	2	1,0	1,2
0	4	2,0	1,3
0	5	2,0	1,4
0	7	3,0	1,5
0	10	2,9	1,7
0	15	2,9	2,1
0	20	-1,1	2,6

Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02. Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu k , který odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95 %, což pro normální rozdělení odpovídá koeficientu rozšíření $k = 2$.

Český metrologický institut
Oblastní inspektorát Praha
Radiová 3
102 00 Praha

-4-

Konec kalibračního listu

Tento dokument nesmí být bez písemného souhlasu provádějící laboratoře rozmnožován jinak než v celkovém počtu listů.



Český metrologický institut

Okružní 31, 638 00 Brno

tel. +420 545 555 111

www.cmi.cz



**Kalibrační laboratoř č. 2202 akreditovaná Českým institutem pro akreditaci, o.p.s.
podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2005**

Pracoviště: Oblastní inspektorát Praha, Radiová 1136/3, 102 00 Praha 10
Oddělení mechanických zkoušek materiálu, tel. +420 266020111, fax. +420 272704852

KALIBRAČNÍ LIST

1051-KL-10358-18

Datum vystavení: 24.4.2018 List 1 ze 2 listů

Zákazník: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta stavební - Experimentální centrum
Thákurova 7 . 166 29 Praha 6

Měřidlo: Zkušební stroj pro stanovení pevnosti materiálu v tahu a tlaku.
Nejvyšší zatížení.: 5000 kN
Zkoušené rozsahy: (0 -1000) kN , (0 - 5000) kN
Rok výroby : 1973
Měřicí ústrojí : olejový snímač tlaku + digit. převodník WE 2108

Výrobce: VEB

Typ: hydraulický

Výrobní číslo: 283/7

Výsledky kalibrace byly získány za podmínek a s použitím postupu uvedených v tomto kalibračním listě a vztahují se pouze k době a místu provedení kalibrace.

Datum kalibrace: 24.4.2018

Kalibraci provedl: Ředitel oblastního inspektorátu:


Jaroslav Městka



Ing. Vladimír Peršl



Použité etalony: Typ a výrobní č. Nejistota měření Kalibrační list Platnost do:
 C6/87683/5 MN $W_{\max} = 0,11 \%$ 12110 PTB 13.4.2020
 Z4A/102730025/100 kN $W_{\max} = 0,11\%$ 8011-KL-F0088-17 27.6.2019

Kalibrační postup: ČMI č. 151-MP-C001

Místo kalibrace: Laboratoř D – 019 , Fakulta stavební, P-6

Podmínky prostředí: změřená teplota vzduchu ($23,2 \pm 1,0$) °C, $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Podmínky kalibrace: teplota vzduchu (23 ± 10) °C, $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$.

Výsledky kalibrace:

Stroj nebyl seřizován.

rozsah: (0 - 5000) kN		rozšířená nejistota měření W %
TLAK	lis	
stupnice stroje kN	chyba q %	
5000	-0,62	0,35
4000	-0,46	0,35
3000	-0,45	0,35
2000	-0,51	0,35
1000	-0,66	0,35
500	-0,67	0,35
250	-0,69	0,36
100	-0,69	0,35
50	-0,71	0,35

rozsah (0- 1000)kN		rozšířená nejistota měření W %
TLAK	trhačka	
Stupnice stroje kN	chyba q %	
1000	0,19	0,36
500	-0,07	0,36
250	-0,13	0,36
100	0,10	0,35
50	-0,23	0,35
25	-0,50	0,35
10	-0,50	0,35

Software Labtest – kontrolován výstup síly – displej stroje

Standardní nejistota měření byla určena v souladu s dokumentem EA-4/02. Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu k , který odpovídá pravděpodobnosti pokrytí přibližně 95 %, což pro normální rozdělení odpovídá koeficientu rozšíření $k = 2$.

**Vyjádření o plnění
specifikace:**

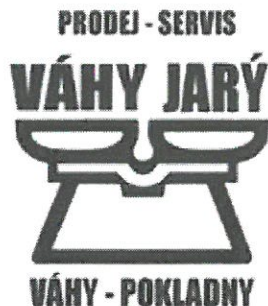
Stroj splňuje podmínky ČSN EN ISO 7500-1 v rozsahu:

(0 až 1000) kN od 10 kN do 1000 kN tah + tlak třída přesnosti 1

(0 až 5000) kN od 50 kN do 5000 kN tlak třída přesnosti 1

Konec kalibračního listu.

Český metrologický institut
 Oblasťní inspektorát Praha
 Radiová 3
 102 00 Praha
 -4-



Jarý Michal
 Husovo nám. 18
 294 71 Benátky nad Jizerou
 ☎ +420 326 316 578
 📱 +420 608 126 060
 IČ: 69367183
 DIČ: CZ7609270977

KALIBRAČNÍ LIST

KL-2017-11- 356

Datum kalibrace: 28.11.2017

Strana 1

Zadavatel: Hofman-výroba a transport betonu,
 autodoprava s.r.o.
 Plazy 27
 293 01 Mladá Boleslav

Měřidlo: tenzometrická váha na kamenivo

Nosič - výrobní číslo:

ID číslo:

Výrobce:

Typ:

Vyhodnocovací jednotka - v.č. 1650711

Výrobce:

Mercos

Typ: DMP 06

Zařazení měřidla: nestanovené

Horní mez váživosti (Max:) 6000kg

Hodnota dílku váhy (d): 1kg

Třída přesnosti: III

Umístění měřidla: Betonárna Plazy

Použité etalony: kalibrační list č.4051-KL-E0006-17,4051-KL-E0008-17.Kalibrováno v ČMI Liberec,dne 22.1.2017,23.1.2017.Osvědčení o registraci-100-OR-0008-13.

Podmínky měření: Teplota vzduchu: 4°C
 Relativní vlhkost vzduchu: 43%

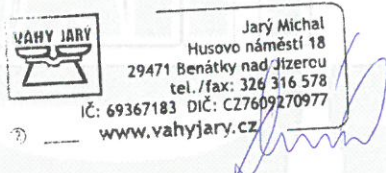
Metoda měření: Váha byla zkoušena podle ČSN EN 45501

Jmenovité zatížení váhy	Indikace váhy před seřizením	Indikace váhy po seřizení	Odchylka měření / korekce
200kg	200kg	200kg	0
400kg	400kg	400kg	0
600kg	600kg	600kg	0
800kg	801kg	801kg	1kg
1000kg	1002kg	1002kg	2kg
2000kg	2001kg	2001kg	1kg
3000kg	3002kg	3002kg	2kg
4000kg	4003kg	4003kg	3kg

Výsledky kalibrace: Výsledky měření byly získány za podmínek a s použitím postupů uvedených v tomto kalibračním listu a vztahují se k době a místu provedení kalibrace. Korekce jmenovitých hodnot zatížení byla určena porovnáním se sekundárními etalony hmotnosti IV. řádu. Korekce (určená jako rozdíl: hodnota zatížení minus údaj váhy) je vyjádřena formou standardní hmotnosti.

Kalibraci provedl: Jarý Michal + Drábek Petr

Razítko a podpis:



Odborné doporučení:

Váha vyhovuje dle naměřených hodnot.

AKL ZÁLEŠÁK, s.r.o.

Korejská 27, 616 00 Brno, telefon: 549 245 615, e-mail: AKLZalesak@seznam.cz

KALIBRAČNÍ LIST

č.: 2251-19 (Nárůst síly.)

Zkušební zařízení:

lis 300 kN

Nastavený nárůst síly na zkušebním zařízení:

2,4 kN/s

Interval T [s]:

Doba odečtu síly pro udávanou oblast síly

Zjištěné výsledky měření:

Počet měření za sekundu = 10

Interval T [s]	0,5	1	2	5
Oblast síly [kN]	nárůst [kN/s]	nárůst [kN/s]	nárůst [kN/s]	nárůst [kN/s]
15	2,295	2,314	2,323	2,067
30	2,372	2,355	2,351	2,370
45	2,350	2,358	2,377	2,385
60	2,404	2,392	2,389	2,364
75	2,393	2,390	2,390	2,389
90	2,355	2,370	2,379	2,380
105	2,370	2,362	2,363	2,372
120	2,379	2,383	2,387	2,392
135	2,406	2,393	2,358	2,373
150	2,406	2,398	2,389	2,369
165	2,345	2,345	2,345	2,351
180	2,397	2,407	2,398	2,382
195	2,369	2,370	2,382	2,382
210	2,415	2,383	2,364	2,378
225	2,358	2,336	2,346	2,330
240	2,392	2,392	2,376	2,382
255	2,375	2,378	2,383	2,364
270	2,368	2,359	2,332	2,350
285	2,358	2,365	2,365	2,352



V Brně, dne

8.4.2019

Počet stran protokolu:

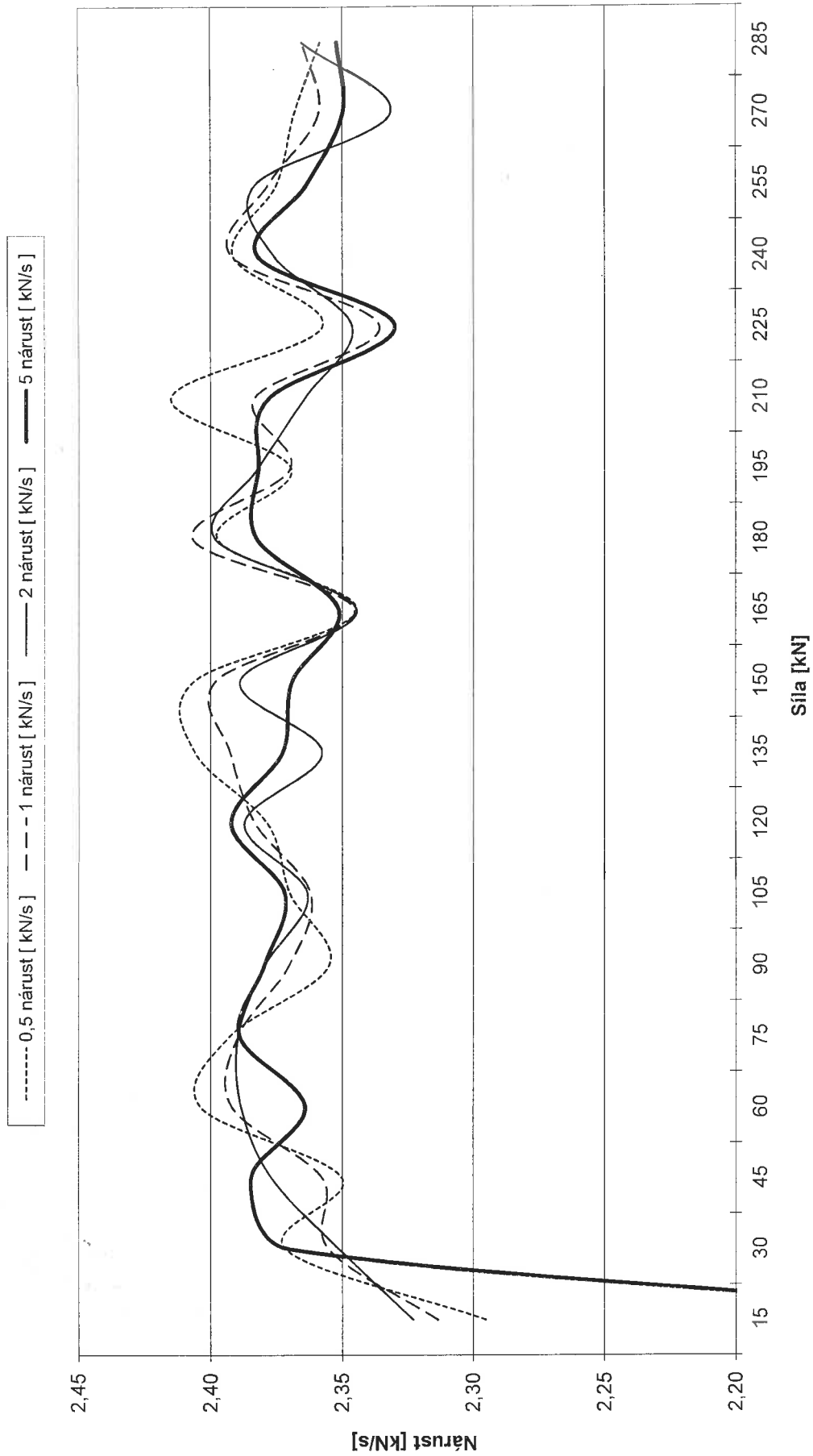
6

Strana číslo:

3

Ing. Borek Zálešák
vedoucí kalibrační laboratoře

Průběh nárustu v rozsahu stroje - lis 300 kN



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE



FAKULTA STAVEBNÍ

Thákurova 7, 166 28 PRAHA - 6, tel : 224 354 627 , fax : 224 354 446 , email : k133@fsv.cvut.cz



ODBOURNÁ LABORATOŘ KATEDRY BETONOVÝCH A ZDĚNÝCH KONSTRUKCÍ

Zpráva o zkoušce

Zákazník :

Akce :

ze dne: 21/05/19

Číslo protokolu : MT-EVA-210519/2019

Požadované číslo :

Poznámka :

Výsledky laboratorních zkoušek

Číslo vzorku	Ozn. tělesa	Rozměry tělesa			Hmot. tělesa g	Objem. hmot. kg/m ³	Datum zkoušky		Stáří vzorku dny	Tah za ohybu		Tlak		Příčný tah		Poznámka ke zkoušce	
		Délka mm	Šířka mm	Výška mm			výroby d.m.r.	zkoušky d.m.r.		síla kN	pevnost MPa	síla kN	pevnost MPa	síla kN	pevnost MPa		
1,1		149,6	149,9	149,6	7208,5	2149	23/04/19	21/05/19	28	622,54	27,8	622,54	27,8				
1,2		149,3	149,5	149,5	7229,7	2167	23/04/19	21/05/19	28	697,37	31,2	697,37	31,2				
1,3		149,5	148,1	149,4	7070,5	2138	23/04/19	21/05/19	28	657,73	29,7	657,73	29,7				
1,4		149,4	149,9	149,6	7239,8	2162	23/04/19	21/05/19	28	634,95	28,4	634,95	28,4				
1,5		149,4	148,8	149,5	7181,7	2163	23/04/19	21/05/19	28	600,13	27,0	600,13	27,0				
1,6		149,6	147,5	149,5	7081,2	2147	23/04/19	21/05/19	28	608,09	27,6	608,09	27,6				
		průměr				2154						636,80	28,6				
2,1		149,6	149,6	149,5	7211,4	2156	23/04/19	21/05/19	28	715,15	32,0	715,15	32,0				
2,2		149,5	149,6	149,6	7175,9	2146	23/04/19	21/05/19	28	663,47	29,7	663,47	29,7				
2,3		149,5	149,0	149,4	7301,8	2202	23/04/19	21/05/19	28	771,46	34,8	771,46	34,8				
2,4		149,7	147,5	149,7	7219,9	2186	23/04/19	21/05/19	28	747,01	33,9	747,01	33,9				
2,5		149,4	147,2	149,4	7174,4	2183	23/04/19	21/05/19	28	815,17	37,1	815,17	37,1				
2,6		149,9	148,4	149,8	7191,6	2159	23/04/19	21/05/19	28	905,93	40,7	905,93	40,7				
		průměr				2172						769,70	34,7				

Typ zkoušky

: Tlak

Druh vzorku : Krychle 150x150x150

: 22 °C

: 38%

Teplota

: 22 °C

: 38%

Relativní vlhkost

Zkoušel

: Ing. Josef Fiádr, Ph.D.

Vypracoval

: Ing. Josef Fiádr, Ph.D.

Vedoucí laboratoře

: Ing. Josef Fiádr, Ph.D.

Kontroloval

: Ing. Josef Fiádr, Ph.D.

Podpis

: Ing. Josef Fiádr, Ph.D.

Podpis

: Ing. Josef Fiádr, Ph.D.

Podpis

: Ing. Josef Fiádr, Ph.D.

Podpis

: Ing. Josef Fiádr, Ph.D.



PROTOKOL č. : C 200/19-5;6

A) Stanovení pevnosti betonu v tlaku zkušebních těles

B) Stanovení objemové hmotnosti na zkušebních krychlích

Identifikační údaje:

Objednatel zkoušky	: Hofman s.r.o., Plazy 27, Mladá Boleslav		
Stavba - výroba	: betonárna Plazy		
Objekt - konstrukce	: -		
Místo výroby těles	: betonárna	Označení těles	: 11
Datum zhotovení těles	: 12.03.2019	Rozměry zkušeb. těles	: krychle o hraně 150 mm
Datum dodání těles	: 27.03.2019	Počet zkušebních těles	: 3

Charakteristiky zkušebního betonu:

Třída betonu	: C 25/30 XC1-3	Obsah vzduchu	: -
Označení receptury	: -	Ošetřování vzorků	: dle ČSN EN 12390-2
Konzistence čerst.bet.	: S4 195 mm		

Složení betonu:

Cement - druh, množství: dle PZ výrobce betonu
Kamenivo - druh, množství:

Voda - druh, množství:

Přísady:

Výše uvedené údaje sdělil objednatel zkoušky a jsou mimo rozsah akreditace

Použité zkušební normy:

ČSN EN 12390-3:2009; Oprava 1:2011; Změna Z1:2012 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles

ČSN EN 12390-7:2009 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 7: objemová hmotnost ztvrdlého betonu, mimo čl. 5.5.2 až 5.5.4

Související normy:

ČSN EN 12390-1 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 1: Tvar, rozměry a jiné požadavky na zkušební tělesa a formy

ČSN EN 12390-2 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 2: Výroba a ošetřování zkušebních těles pro zkoušky pevnosti

ČSN EN 12390-4 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 4: Požadavky na zkušební lisy

Použitá měřidla:

Zkušební lis FORM+TEST Prüfsystem ALPHA 3-3000S, Delta 6-100 (rozsah 0-3000 kN) ev. č. ZL 4 001

Posuvné měřítko digitální rozsah 200 mm ev.č. ZL 4 058

Úhelník plochy Kinex 250 x 160 mm ev.č. ZL 4 054

Elektromechanická váha SOEHNLE typ 7745.40 (rozsah 0-40 kg) ev. č. ZL 4 031

Spárová měřka Kinex ev.č. ZL 4 055

Záznamy o kalibracích jsou vedeny v evidenci měřidel.

Provedení a výsledek zkoušky :

Stanovení pevnosti v tlaku a objemové hmotnosti byla provedena v souladu s uvedenými zkušebními normami

Datum zkoušky: 09.04.2019

Stáří těles v době zkoušky: 28 dní

Místo provedení zkoušky: ZL Zibohlavy - pracoviště I

Úprava tlačných ploch: bez úprav

Způsob stanovení objemu: výpočtem ze změřených rozměrů

Zkoušky provedl: A. Šínová

Ošetřování vzorků po dodání: dle ČSN EN 12390-2

číslo vzorku	hmotnost [kg]	výška [mm]	šířka [mm]	délka [mm]	objem. hmotnost [kg.m ⁻³]	objem. hmotnost průměrná [kg.m ⁻³]	tlačná plocha [mm ²]	max. dosažená síla [kN]	pevnost v tlaku jednotliv [MPa]	pevnost v tlaku průměrná [MPa]
C 200/19-a	7,730	149,7	150,0	150,0	2290	2290	22500	869	38,6	39,2
C 200/19-b	7,810	151,3	150,1	150,0	2290		22500	900	40,0	
C 200/19-c	7,745	150,0	150,0	149,9	2300		22500	878	39,0	

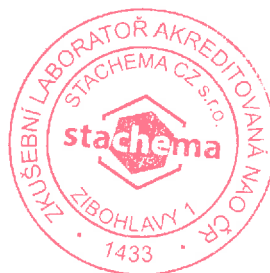
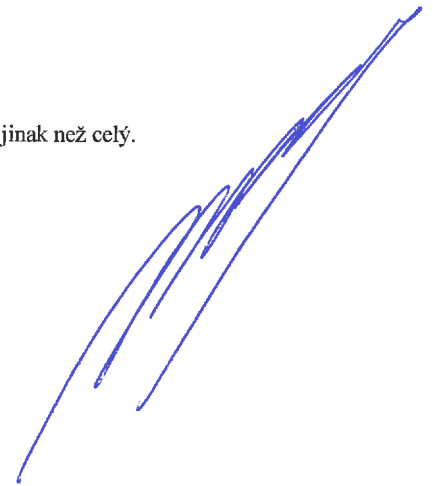
 Rozšířená nejistota měření objemové hmotnosti: $\pm 20 \text{ kg.m}^{-3}$

 Rozšířená nejistota měření pevnosti betonu v tlaku: $\pm 1,4 \text{ MPa}$

 Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k = 2$. Pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti 95%.

Upozornění: Výsledek zkoušky se týká pouze předmětu zkoušky.

Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.

Odchyly od normového postupu: -



V Zibohlavech dne: 10.04.2019

 Ing. Miroslav Moravec
vedoucí odborný pracovník

 Rozdělovník: 1x Hofman s.r.o.
1x STACHEMA ZL



PROTOKOL č. : C 407/19-5;6

A) Stanovení pevnosti betonu v tlaku zkušebních těles

B) Stanovení objemové hmotnosti na zkušebních krychlich

Identifikační údaje:

Objednatel zkoušky	: Hofman s.r.o., Plazy 27, Mladá Boleslav		
Stavba - výroba	: betonárna Plazy		
Objekt - konstrukce	: -		
Místo výroby těles	: betonárna	Označení těles	: 12
Datum zhotovení těles	: 24.04.2019	Rozměry zkušeb. těles	: krychle o hraně 150 mm
Datum dodání těles	: 21.05.2019	Počet zkušebních těles	: 3

Charakteristiky zkušebního betonu:

Třída betonu	: C 20/25 XC1	Obsah vzduchu	: -
Označení receptury	: -	Ošetřování vzorků	: dle ČSN EN 12390-2
Konzistence čerst.bet.	: S4 190 mm		

Složení betonu:

Cement - druh, množství: dle PZ výrobce betonu
Kamenivo - druh, množství:

Voda - druh, množství:

Přísady:

Výše uvedené údaje sdělil objednatel zkoušky a jsou mimo rozsah akreditace

Použité zkušební normy:

ČSN EN 12390-3:2009; Oprava 1:2011; Změna Z1:2012 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles
ČSN EN 12390-7:2009 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 7: objemová hmotnost ztvrdlého betonu, mimo čl. 5.5.2 až 5.5.4

Související normy:

ČSN EN 12390-1 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 1: Tvar, rozměry a jiné požadavky na zkušební tělesa a formy
ČSN EN 12390-2 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 2: Výroba a ošetřování zkušebních těles pro zkoušky pevnosti
ČSN EN 12390-4 Zkoušení ztvrdlého betonu - Část 4: Požadavky na zkušební lisy

Použitá měřidla:

Zkušební lis FORM+TEST Prüfsystem ALPHA 3-3000S, Delta 6-100 (rozsah 0-3000 kN) ev. č. ZL 4 001
Posuvné měřítko digitální rozsah 200 mm ev.č. ZL 4 058
Úhelník plochy Kinex 250 x 160 mm ev.č. ZL 4 054
Elektromechanická váha SOEHNLE typ 7745.40 (rozsah 0-40 kg) ev. č. ZL 4 031
Spárová měrka Kinex ev.č. ZL 4 055
Záznamy o kalibracích jsou vedeny v evidenci měřidel.

Provedení a výsledek zkoušky :

Stanovení pevnosti v tlaku a objemové hmotnosti byla provedena v souladu s uvedenými zkušebními normami

Datum zkoušky: 22.05.2019

Stáří těles v době zkoušky: 28 dní

Místo provedení zkoušky: ZL Zibohlavy - pracoviště 1

Úprava tlačných ploch: bez úprav

Způsob stanovení objemu: výpočtem ze změřených rozměrů

Zkoušky provedl: A. Šinová

Ošetřování vzorků po dodání: dle ČSN EN 12390-2

číslo vzorku	hmotnost [kg]	výška [mm]	šířka [mm]	délka [mm]	objem. hmotnost [kg.m ⁻³]	objem. hmotnost průměrná [kg.m ⁻³]	tlačná plocha [mm ²]	max. dosažená síla [kN]	pevnost v tlaku jednotliv [MPa]	pevnost v tlaku průměrná [MPa]
C 407/19-A	7,425	150,5	150,0	150,1	2190	2190	22500	755	33,6	33,5
C 407/19-B	7,365	149,5	150,0	150,0	2190		22500	740	32,9	
C 407/19-C	7,440	151,0	150,1	150,0	2190		22500	764	34,0	

Rozšířená nejistota měření objemové hmotnosti: $\pm 20 \text{ kg.m}^{-3}$

Rozšířená nejistota měření pevnosti betonu v tlaku: $\pm 1,2 \text{ MPa}$

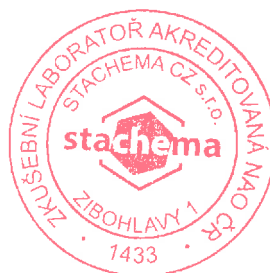
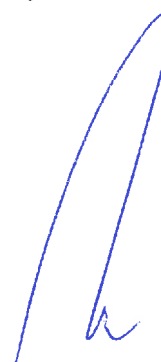
Uvedená rozšířená nejistota měření je součinem standardní nejistoty měření a koeficientu rozšíření $k = 2$. Pro normální rozdělení odpovídá pravděpodobnosti 95%.

Upozornění: Výsledek zkoušky se týká pouze předmětu zkoušky.

Bez písemného souhlasu zkušební laboratoře se nesmí protokol reprodukovat jinak než celý.

Odchytky od normového postupu: -

V Zibohlavech dne: 22.05.2019

Ing. Tomáš Moravec
ředitel zkušebny

Rozdělovník: 1x Hofman s.r.o.
1x STACHEMA ZL