

VIBROLISOVANÉ BETONOVÉ TVAROVKY – JAK SPRÁVNĚ ZKOUŠET ODOLNOST BETONU PROTI PŮSOBENÍ VODY, MRAZU A CHEMICKÝCH ROZMRAZOVACÍCH LÁTEK? ■ VIBRATE – PRESSED CONCRETE BLOCKS – HOW TO DO TESTS OF RESISTANCE AGAINST DE-ICING SALTS WITH FREEZE-THAW CYCLES CORRECTLY?

Hana Šáchová, Petr Huňka,
Martin Konečný, Jiří Kolísko,
Jiří Jiráček, Miroslav Rác

Příspěvek informuje o výsledcích dílčí studie, jejímž úkolem bylo posoudit odolnost vibrolisovaných betonových tvarovek pro opěrné zdi proti působení vody, mrazu a chemických rozmrazovacích látek podle ČSN 73 1326 [1]. ■ The article states the results of the project outcomes which dealt with the test of resistance against de-icing salts with freeze-thaw cycles on vibrated-pressed concrete blocks for retaining walls according to ČSN 73 1326 [1].

Provedená studie je součástí řešení projektu, který se zabýval vývojem nových receptur pro výrobu vibrolisovaných betonových prvků.

V rámci studie byly zkoumány faktory, které mohou ovlivňovat výsledek zkoušky, jako je charakter povrchu (řezaný, štípaný, hladký), tvar a stáří zkušebního tělesa. Při provádění zkoušek podle metody A i metody C se objevila řada problémů, na které chce článek také upozornit.

POPIS TVAROVEK PRO OPĚRNÉ ZDI

Opěrné gravitační zdi z betonových tvarovek lze umístit jako součást dopravních nebo hydrotechnických staveb, opěr železničních a silničních mostů nebo za účelem zajištění zeminy vel-

kých komerčních a průmyslových objektů, ale i malých rodinných domů.

Opěrné stěny z betonových tvarovek mají ve srovnání s betonovou monolitickou konstrukcí řadu výhod. Nepochybnou výhodou vyztužené opěrné stěny z betonových tvarovek je rychlost a jednoduchost výstavby. Stěny je možno budovat variantně podle průběhu terénu a mohou vytvořit libovolný půdorysný tvar. Pracovní postupy standardně nezahnují mokré procesy, čímž se eliminují technologické přestávky a výstavba může probíhat i při nízkých teplotách. Stěny mají vysokou únosnost a lze je navrhnout i pro velké převýšení terénu a vysoké proměnné zatížení. Konstrukce opěrné zdi umožňuje mírné relativní posuny mezi tvarovkami, čímž se zabraňuje vzniku trhlin např. v důsledku nerovnoměrného sedání či teplotního rozpínání, a není tak nutné vytvářet dilatační úseky. Opěrná stěna je schopna přenášet zatížení okamžitě po výstavbě.

Výraznou výhodou opěrných zdí z betonových tvarovek je jejich vzhled. Hlavní estetický efekt těchto stěn spočívá v členění velkých monotónních ploch na menší a lépe vnímané celky. Tvarovky mohou být vyrobeny v různém barevném provedení, pohledová plocha může být hladká nebo štípaná (obr. 1, 2).

Vibrolisované betonové tvarovky pro

opěrné zdi jsou vyráběny v souladu s normou ČSN EN 771-3 [2]. V případě požadavků na trvanlivost tvárnice odkazuje tato norma na předpisy, které platí v místě určeného použití. Pokud bude opěrná zeď realizována v blízkosti pozemních komunikací, kde na ni působí vlhkost, mráz a rozmrazovací prostředky nejčastěji v podobě ostříku, je požadováno, aby beton splňoval kritéria pro stupeň vlivu prostředí XF4, resp. XF2 podle příslušných předpisů.

Tvarovky jsou vyráběny vibrolisováním ze zavlhělého betonu, jehož složení (minimální obsah cementu, maximální vodní součinitel) splňuje požadavky na beton pro stupeň vlivu prostředí XF4 dle ČSN EN 206-1/ Z3 – životnost 100 let. Pevnost v tlaku, stanovená na výřezech o rozměrech 150 x 150 x 150 mm ze středu monobloku, vyhovuje minimální pevnostní třídě C30/37. Při výrobě betonu se používá plastifikační přísada s provzdušňovacím účinkem a hydrofobizační přísada pro snížení nasákavosti betonu. V případě betonových tvarovek vyráběných vibrolisováním se nestanovuje obsah vzduchu v čerstvém betonu. Kvalitu provzdušnění je možno ověřit dodatečně ve ztvrdlém betonu dle ČSN EN 480-11 [5]. Obsah vzduchu v čerstvém a ztvrdlém betonu a prostorové rozložení vzduchových pórů se však podle TKP ŘSD kap. 18 – Beton pro kon-



strukce u vibrolisovaných betonových výrobků nemusí stanovovat a při průkazných zkouškách (PZ) ověřovat [3]. Beton však musí vyhovět kritériu shody pro odolnost betonu vůči vlivu vody, mrazu a CHRL, tj. maximální velikost odpadu při zkouškách dle ČSN 73 1326 nesmí přesáhnout předepsané hodnoty. Beton výrobků vyráběných vibrolisovanou technologií musí tedy dle TKP ŘSD kap. 18 splňovat stejná kritéria, jaká jsou kladena na „tradiční“ hutný beton uzavřené struktury.

ZKUŠEBNÍ METODY NA STANOVENÍ ODOLNOSTI POVRCHU BETONU PROTI PŮSOBENÍ VODY, MRAZU A CHRL

Norma ČSN EN 206-1 změna Z3 předepisuje pro stanovení odolnosti povrchu betonu proti působení vody, mrazu a CHRL použití zkušební postupu dle ČSN 73 1326, který je ustanoven také v TKP ŘSD kap. 18. V praxi to znamená, že při ověřování odolnosti betonu navrženého pro stupeň vlivu prostředí XF2 a XF4 se v ČR postupuje podle jednoho ze dvou možných zkušebních postupů – metody A nebo metody C dle ČSN 73 1326 + Z1 [1].

Při zkušební metodě A je zkoušen exponovaný povrch betonu tak, že se ponoří na výšku 5 mm do 3% roztoku NaCl nalitého v misce, ve které se zároveň zachycují odpady. Zkušební cyklus zahrnuje zchlazení zkušební plochy na teplotu $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ a následný ohřev na teplotu $+20\text{ }^{\circ}\text{C}$ za předepsanou dobu, na obou teplotních úrovních se teplota udržuje po dobu 15 min, jeden cyklus trvá přibližně 2 h. Teplotní čidla se umísťují do misky se zkušebním roztokem.

V případě zkušební metody C se zkušební tělesa před zkouškou opatří vodotěsnou objímkou kolem zkoušené-

ho (exponovaného) povrchu, do které se nalije 3% roztok NaCl v tloušťce vrstvy přibližně 5 mm. Zkušební těleso se umístí do klimatizační skříně, ve které je teplosměnným médiem vzduch a cykluje se na $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ s výdrží 3 h a následně na $+5\text{ }^{\circ}\text{C}$ s výdrží 3 h, takže jeden zkušební cyklus trvá 6 h.

U obou zkušebních metod se stanovuje po každých 25 cyklech hmotnost uvolněných částic (odpadu) vztažená na plochu zkoušeného povrchu, následně se odpady přepočítají na plochu 1 m^2 . Vzorky se zkouší nejčastěji na 100, resp. 75 cyklů v případě kontrolních zkoušek a 150, resp. 115 cyklů v případě průkazných zkoušek u metody A, resp. metody C.

ÚSKALÍ ZKUŠEBNÍCH POSTUPŮ U VIBROLISOVANÝCH TVAROVEK

Pohledová plocha betonových tvarovek pro opěrné zdi je vyráběna ve dvou variantách – jako hladká nebo štípaná, která se získá rozštípnutím monobloku na dvě poloviny. Štípaná pohledová plocha však představuje první úskalí při provádění zkoušky CHRL podle metody A. Jak zkušební postup podle metody A, tak zkušební postup podle metody C předpokládá, že při průkazných nebo kontrolních zkouškách budou zkušební tělesa vyrobená do forem z čerstvého betonu a jejich povrch bude zarovnan pilovitým pohybem ocelového pravítka, tj. bude rovný. Při zkoušení odolnosti betonových tvarovek tento postup zvolit nelze a v praxi se nejčastěji u rozměrnějších betonových tvárníc (jakými jsou i betonové tvarovky pro opěrné zdi) zhotovuje vývrt nebo výřez z výrobku o rozměrech předepsaných v normě. Zhotovení vývrtů nebo výřezů ze ztvrdlého betonu konkrétních výrobků za účelem provedení průkazných zkoušek nakonec předepisuje i TKP ŘSD kap. 18, odstavec 18.4.2.9. Dalším problémem, který je třeba zmínit v souvislosti se štípaným povrchem, je velmi obtížné stanovení skutečné plochy, která je smáčena rozmrazovací látkou.

Úkolem dílčí studie bylo posoudit, do jaké míry ovlivňují následující faktory výsledek zkoušky odolnosti proti působení vody, mrazu a CHRL postupem podle metody A a metody C dle ČSN 73 1326:

- Vliv charakteru povrchu – hladký, štípaný resp. řezaný vytvořený rozštípnutím resp. rozřezáním monobloku jeho středem na dvě poloviny. Hladký povrch vzniká při vytlačení tvarovky z formy vibrolisu.

- Vliv různého tvaru zkušební tělesa. Byly porovnávány výsledky zkoušky odolnosti stanovené na vývrtech o průměru $143,5 \pm 0,5\text{ mm}$ a průměrné výšce 70 mm a na výřezech o rozměrech $150 \times 150\text{ mm}$ ($\pm 0,5\text{ mm}$) a průměrné výšce 70 mm.

- Vliv různého stáří zkušebních těles. Zkoušky byly provedeny ve stáří zkušebních těles 28 až 56 dní (nejčastější stáří zkušebních těles v případě PZ) a ve stáří 7 až 8 měsíců (možné stáří zkušebních těles v případě kontrolních zkoušek).

Pro účely studie byly v provozu během jednoho dne vyrobeny betonové tvarovky a ze středu pohledové plochy tvarovky následně vyvrtána, resp. vyřezána zkušební tělesa. Tělesa byla rozvezena do třech různých laboratoří a podle předem domluveného zkušební plánu zkoušena. Způsob ošetřování těles před zkouškou byl jednotný a způsob přípravy těles na zkoušku byl proveden v souladu s ČSN 73 1326 + Z1. Pro každou zkoušku byla vyhotovena tři zkušební tělesa a vyhodnocovány průměrné hodnoty.

ZKOUŠKY VE STÁŘÍ 28 AŽ 56 DNÍ

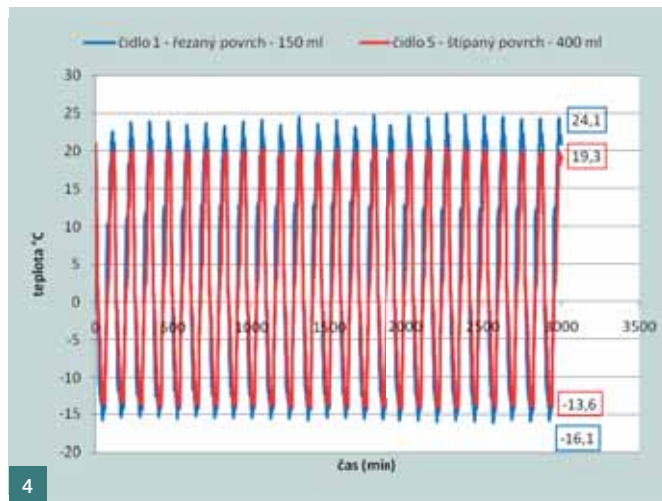
Z kapacitních důvodů laboratoří byla nejdříve provedena zkouška podle metody C a po jejím ukončení se zahájila zkouška podle metody A. V případě metody C byla zkouška provedena pouze na vývrtech. Vývrt se štípaným povrchem byl navíc zkoušen současně ve třech různých laboratořích.

Hlavním problémem, který se objevil v průběhu cyklování podle metody C, byl průsak zkušební roztoku z povrchu tělesa do jeho jádra (nikoliv kolem objímky). Průsak byl registrován ve všech laboratořích a začal se objevovat přibližně od 48. cyklu. S narůstajícím počtem cyklů se rychlost průsaku postupně zvyšovala a počet těles s průsakem narůstal. Roztok NaCl byl do objímky doplňován, ale během posledních cyklů již nebylo možno zajistit stálou výšku roztoku v objímce ani v průběhu jednoho cyklu. Jedna z laboratoří proto přistoupila během zkoušky k natření celého povrchu tělesa epoxidovým nátěrem, který zamezil průsaku zkušební roztoku tělesem. Na základě této zkušenosti byl při opakování zkoušky ve stáří těles 7 až 8 měsíců opatřen celý povrch zkušební tělesa (vyjma zkoušeného) epoxidovým nátěrem již před zahájením cyklování.

Vzhledem k průsaku zmrazovacího

Obr. 1 Příklad realizace – stěna podél silnice č. I/38 Kosmonosy, rok výstavby 2005, dodavatel JHP mosty | Fig. 1 Example of implementation – a wall along the road I/38 Kosmonosy, built in 2005 by JHP mosty

Obr. 2 Betonová tvarovka pro opěrné stěny | Fig. 2 Concrete block for retaining walls



roztoku tělesem je obtížné interpretovat výsledky zkoušky (tab. 1, metoda C). Zkouška vzhledem k nedostatečné těsnosti betonu neproběhla v souladu s normou, navíc během cyklování nebyl namáhán jen povrch betonu, ale prakticky celý, roztokem nasáknutý vzorek. Určité vyhodnocení výsledků zkoušky podle metody C je proto možné provést pouze do okamžiku, než se objevily první známky průsaku roztoku tělesy, tj. po provedení padesáti cyklů.

Po ukončení metody C byla další tělesa vystavena cyklování podle metody A. Zkušební soubor se rozšířil o vzorky ve tvaru výřezů. Zkouška podle metody A proběhla především v laboratoři 1, z kapacitních důvodů bylo několik těles testováno i v laboratoři 4. Tělesa by-

la před zkouškou po obvodu opatřena epoxidovým nátěrem, přičemž nátěr nebyl proveden 5 mm od hrany zkoušené plochy (obr. 3). Tím bylo zajištěno, zejména u štípaných těles s nerovnoměrným povrchem, že roztok soli skutečně působil jen na povrch a obvod vzorku do výšky 5 mm. Aby byl zkušebním roztokem zalit celý zkoušený povrch, je třeba u vzorků se štípaným povrchem nalít do misky až trojnásobné množství roztoku NaCl ve srovnání s tělesy s rovným, hladkým povrchem. Značné množství roztoku v miskách může vést k problémům s dosažením a udržením předepsané teploty zkušebního roztoku během cyklování. Proto bylo nezbytné během zkoušky pořizovat i záznam o průběhu teploty

v roztoku. Během cyklování byla zkušebním zařízením udržována průměrná teplota vypočtená z jednotlivých čidel podle požadavků normy, rozdíly mezi jednotlivými čidly byly zjištěny, souvisely s množstvím roztoku v miskách, ale nebyly větší jak 3 °C od průměrné hodnoty (přechlazován byl vzorek s malým množstvím roztoku – povrchy hladké a řezané, nedochlazovány vzorky se štípaným povrchem) (obr. 4). To je hlavní nevýhodou metody A při zkoušení vzorků se štípaným povrchem. Pokud to kapacita laboratoře umožní, je vhodné testovat ve zmrazovací komoře vzorky s nerovným povrchem odděleně od vzorků s rovným, hladkým povrchem. Výsledky zkoušky jsou uvedeny v tab. 1 – metoda A a v tab. 2.

Tab. 1 Průměrné odpady [g/m²] při zkoušce CHRL na vývrtech ve stáří zkušebních těles 1 až 2,5 měsíce ■ Tab. 1 Average waste [g/m²] during the test of resistance against de-icing salts with freeze-thaw cycles on cores at the age of 1 – 2,5 months

1-2,5 měsíce	Metoda C			Metoda A			Metoda C		
	Štípaný			Štípaný	Hladký	Řezaný	Štípaný	Hladký	Řezaný
Povrch – vývrt	Laboratoř 1	Laboratoř 2	Laboratoř 3	Laboratoř 1			Laboratoř 1		
Počet cyklů									
25	81	227	245	23	11	28	81	37	35
50	322	1570	669*	38	21	48	322	357 (141)	175 (247)
75	645	4020	1094*	53	36	74	645	1343	434
100	912	7383	1607*	64	51	108	912	1820	726
115	1443	neprováděno	1905*				1443	3288 (1381)	1480 (2124)
125				87	80	153			
150				115	118	226			
Kapilární nasákavost [g/m ²]	186	242	140	176	300	424	186	267	324

*Vzorky natřeny v průběhu cyklování epoxidovým nátěrem. Hodnoty v závorce uvádí průměr bez započtení extrémních hodnot.

Tab. 2 Metoda A, stáří těles v okamžiku zahájení zkoušky 1,5 měsíce, celkové odpady [g/m²] po 150 cyklech. Výsledky zjištěny v laboratoři 1, hodnoty s * v laboratoři 4 ■ Tab. 2 Method A, 1,5 months old samples, waste [g/m²] after 150 cycles. Results from laboratory 1, numbers with * in laboratory 4

Tvar vzorku	Vývrt	Výřez	Vývrt	Výřez	Vývrt	Výřez
Povrch	Štípaný		Hladký		Řezaný	
Vzorek 1	149	121	176	79	279	75
Vzorek 2	109	133	44	81*	115	85*
Vzorek 3	87	37	134*	64	283*	44
Průměr g/m ²	115	97	118	75	226	68
Průměrná kapilární nasákavost – 15 min [g/m ²]	176	316	300	503	424	130



Obr. 3 Úprava těles před zkouškou podle metody A, na obrázku výřez se štípaným povrchem ■ Fig. 4 Preparation of samples before test method A, sample with cut surface

Obr. 4 Kontrolní záznam průběhu teplot při zkoušce podle metody A – vybrána čidla s maximální vzájemnou diferencí ■ Fig. 4 Record of temperatures during test method A – sensors with a maximal difference

Obr. 5 Vzhled zkušební tělesa po zkoušce a po odstranění odpadů – metoda C, 115 cyklů ■ Fig. 5 Sample after 115 cycles of test method C

ZKOUŠKY VE STÁŘÍ TĚLES 7 AŽ 8,5 MĚSÍCŮ

Po uplynutí sedmi měsíců od výroby byla zkouška odolnosti proti působení vody, mrazu a chemických rozmrazovacích látek zopakována na užším výběru vzorků. Relativně nízké celkové odpady stanovené podle metody A ve stáří 1,5 měsíce byly zopakovány i u těles ve stáří 7 až 8 měsíců. Tělesa byla až do okamžiku zkoušky uložena ve skladu laboratoře (20 °C, RH 50 ± 10 %), ne ve vodním uložení. Nízké celkové odpady byly zjištěny s půlročním odstupem i při zkoušce podle metody C. Vzorky byly celé vyjma zkoušeného povrchu před zkouškou natřeny epoxidovým nátěrem, aby bylo zabráněno prosakování roztoku vzorkem.

Opatření se osvědčilo, neboť nebylo třeba dolévat během probíhajícího cyklování roztok do objímky. Výsledky jsou uvedeny v tab. 3.

DOPLŇUJÍCÍ ZKOUŠKY

Zkouška nasákavosti a vztlínivosti dle ČSN 73 1316 [4] si kladla za cíl zjistit vliv úpravy povrchu na celkovou a kapilární nasákavost (vztlínivost). Pro účely této zkoušky byla vyřezána ze středu čela bloků tělesa o průměrných rozměrech 190 x 125 x 70 mm, tj. podstatně větší tělesa než ta, která byla použita pro zkoušku odolnosti povrchu proti působení mrazu, vody a CHRL.

Výsledky ukázaly, že povrchová úprava neměla výrazný vliv na celkovou nasákavost vzorků, která se pohybovala

v rozmezí 4,4 až 4,9 %. Nejvyšší vztlínivost vykazovala tělesa s hladkou úpravou povrchu, která výrazně nasákla vodu již během první hodiny zkoušky (vztlínivost po jedné hodině činila 1,1 %, u ostatních těles v průměru 0,2 %). Přírůstek vlhkosti v čase od 1 h až do 168 h činil u vzorku s hladkým povrchem 1,3 %, u zbývajících těles 0,9 %. U těles s hladkým povrchem však při zkoušce odolnosti proti vodě, mrazu a CHRL nebyly stanoveny vyšší celkové odpady.

Kapilární nasákavost byla stanovována i na zkušebních vzorcích určených přímo pro zkoušku odolnosti povrchu proti působení vody, mrazu a CHRL. Výsledky jsou uvedeny v tab. 1 až 3. Rozdílly v nasákavosti jednotlivých těles nebyly výrazné. Výsledky zkoušky kapilární nasákavosti v tomto případě neposkytují vodítka pro objasnění rozdílů ve velikosti odpadů jednotlivých těles při zkoušce odolnosti.

Ačkoliv to TKP ŘSD kap. 18 nenařizují, bylo provedeno stanovení distribuce vzduchových pórů ve ztvrdlém betonu podle ČSN EN 480-11. Získané údaje jsou uvedeny v tab. 4 – jedná se o průměrné hodnoty zjištěné na dvou výřezech, které proměřily dvě různé laboratoře.

DISKuze VÝSLEDKŮ ZKOUŠEK

Stanovení zkoušky odolnosti povrchu betonu proti působení vody, mrazu a CHRL podle metod ČSN 73 1326 nemusí být v případě vibrolisovaných jednovrstvých betonových tvarovek triviální záležitostí. Ačkoliv se při zkoušení štípaného povrchu jeví jako vhodnější metoda C, jelikož není třeba nalévat do objímky na povrch vzorku tak velké množství zmrazovacího roztoku jako v případě metody A, můžeme u metody C narazit na problém s průsakem zmra-

Tab. 3 Průměrné odpady [g/m²] při zkoušce CHRL na vývrtech ve stáří zkušebních těles 7 až 8,5 měsíců ■ Tab. 3 Average waste [g/m²] during the test of resistance against de-icing salts with freeze-thaw cycles on cores at the age of 7 – 8,5 months

7 – 8,5 měsíců	Metoda C		Metoda A		
	Štípaný		Štípaný	Hladký	Řezaný
Povrch – vývrt			Laboratoř 1		
Počet cyklů	Laboratoř 1	Laboratoř 2			
25	99	0	51	11	19
50	195	0	117	35	42
75	274	57	195	35	70
100	406	57	284	48	119
115	556	133			
125			369	61	184
150			444	75	272
Kapilární nasákavost – 15 min [g/m ²]	298	213	194	397	348

Tab. 4 Stanovení obsahu vzduchu ve ztvrdlém vibrolisovaném betonu. Hodnoty v závorce jsou dílčími hodnotami stanovenými na dvou vzorcích ■ Tab. 4 Air content in hardened vibrated – pressed concrete. The numbers in brackets are partial values for two samples

Mikroskop	Celkový obsah vzduchu [%]	Obsah mikroskopického vzduchu A ₃₀₀ [%]	Spacing faktor [mm]
Laboratoř A	7,4 (8,2 / 6,6)	3,71 (4,57 / 2,85)	0,109 (0,097 / 0,12)
Laboratoř B	8,2 (8,3 / 8,1)	2,52 (2,19 / 2,84)	0,184 (0,231 / 0,137)

zovacího roztoku vzorkem (a to nezávisle na charakteru povrchu). Jak z dosavadních výsledků zkoušky vyplynulo, nemá charakter povrchu (řezaný – štípaný – hladký) výrazný dopad na celkové odpady při zkoušce odolnosti, pomine-li se fakt, že nelze jednoduše matematicky vyčíslit skutečnou smáčenou plochu v případě štípaného povrchu.

Vliv tvaru zkušebního vzorku byl posuzován pouze u metody A ve stáří těles 2 až 2,5 měsíce. Vzhledem k nízkým odpadům během zkoušky nelze jednoznačně určit, zda výřez nebo vývrt ovlivňuje výsledek zkoušky. Určitý trend, který byl zaznamenán i při zkouškách před zahájením studie, však existuje a říká, že výsledky zkoušky odolnosti vychází o padesát procent příznivěji pro tělesa ve tvaru výřezů. Významným faktorem ovlivňujícím výsledek zkoušky odolnosti však tvar zkušebního vzorku není.

Dalším sledovaným faktorem bylo stáří zkušebních těles. V případě metody A, která v obou zkoumaných časových intervalech proběhla standardním způsobem, byly zjištěny nízké celkové odpady a z pohledu požadavků TKP ŘSD kap. 18 na PZ vyhovující výsledky. V případě metody C je vzhledem k průběhu zkoušky ve stáří 1 až 2 měsíců obtížné správně zhodnotit vliv stáří zkušebních těles. Pokud provedeme srovnání velikosti odpadů po padesáti cyklech (kdy ještě nedocházelo k průsaku), byly u těles ve stáří 7 až 8 měsíců zaznamenány nižší odpady, výrazně nižší zejména u laboratoře 2.

Výrazný vliv na výsledek zkoušky má laboratoř, o čem nakonec již dříve informuje [6] a [7]. A nejedná se pouze o výsledek zkoušky odolnosti povrchu betonu proti působení vody, mrazu a CHRL podle ČSN 73 1326, ale také o stanovení distribuce vzduchových pórů ve ztvrdlém betonu podle ČSN EN 480-11. Zatímco z pohledu požadavků TKP ŘSD kap. 18 na PZ pro stupeň vlivu prostředí XF4 by laboratoři A byly zjištěny vyhovující výsledky, v případě laboratoře B by se u hodnoty spacing faktoru jednalo o neshodu.

Provedené zkoušky dále umožnily porovnat výsledky zjištěné podle jednotlivých metod. Za pomoci metody A byly opakovaně stanoveny celkové odpady po 150 cyklech do 500 g/m² začleňující povrchy betonu do stejné kategorie porušení dle tabulky 1 normy ČSN 73 1326 – stupeň porušení 2 [1]. V případě metody C byly ve stáří vzorků 1 až 2 měsíce zjištěny ve všech laborato-

řích vysoké odpady (průměr ze tří laboratoří 3 300 g/m² – 100 cyklů), zatímco při opakování zkoušky po půl roce byly stanoveny celkové odpady o řád nižší (průměr ze dvou laboratoří 345 g/m² – 100 cyklů). Možnou příčinou tak rozdílných výsledků je průsak roztoku zkušebním vzorkem u metody C při zkoušce ve stáří 1 až 2 měsíce.

ZÁVĚR

Vibrolisované jednovrstvé betonové tvarovky je možno zkoušet podle metod ČSN 73 1326, kdy se metoda A jeví jako vhodnější. Ne z toho důvodu, že v našem případě byly za pomoci metody A zjištěny opakovaně nízké odpady, ale proto, že se není třeba obávat průsaku zmrzovacího roztoku zkušebním tělesem. Ten se může objevit až po několika proběhnutých zmrzovacích cyklech. U metody A však představuje určitý problém nerovnoměrný štípaný povrch s matematicky obtížně vyčíslitelnou plochou a výrazně větší množství roztoku potřebného na jeho dokonalé ponoření až do předepsané výšky. Odřezání štípaného povrchu vzorku by tento problém vyřešilo, neboť studie neprokázala výrazný vliv charakteru povrchu na celkové odpady. Obdobný problém jako se štípaným povrchem se může objevit i při zkoušení tvarovek se zakřiveným tvarem pohledové plochy jako jsou vibrolisované žlabky a žlabovky. Také v tomto případě je třeba pro dosažení předepsaného ponoření zkušebního tělesa podle metody A použít velké množství zkušební roztoku.

Za zamýšlení dále stojí, proč beton, v němž není zabudována žádná výztuž a roztok posypové soli na něj působí pouze v podobě ostříku, musí splňovat stejná kritéria shody při zkoušce odolnosti betonu proti působení vody, mrazu a CHRL jako např. beton pro cementobetonové vozovky. Případné povrchové poškození betonu nezpůsobí funkční poškození opěrné zdi a nebude vést v případě štípaného povrchu ani ke snížení estetického efektu, neboť odloupený beton v pohledové ploše bude sotva viditelný. Stejně jako provádět zkoušky, tak také předepisovat požadavky na vlastnosti betonových výrobků se musí vždy citlivě a s rozmyslem.

Studie je výsledkem řešení projektu IMPULS FI-IM5/152 s názvem Výzkum a vývoj nových receptur výroby vibrolisovaných betonových prvků. Projekt byl realizován za finanční podpory z prostředků státního rozpočtu prostřednictvím Ministerstva průmyslu a obchodu.

Literatura:

- [1] ČSN 73 1326 + Z1: Stanovení odolnosti povrchu cementového betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek. 11/2003
- [2] ČSN EN 771-3 Specifikace zdících prvků – Část 3: Betonové tvárnice s hutným nebo pórovitým kamenivem. 07/2003
- [3] Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací. Kapitola 18 – Beton pro konstrukce. 10/2005
- [4] ČSN 73 1316 Stanovení vlhkosti, nasákavosti a vztlakovosti betonu. Zrušena bez náhrady k 11/2003
- [5] ČSN EN 480-11 Přísady do betonu, malty a injektážní malty – Zkušební metody – Část 11: Stanovení charakteristik vzduchových pórů ve ztvrdlém betonu. 05/2006
- [6] Dohnálek J. a kol.: Zkoušení mrazuvzdornosti betonu. Beton TKS 3/2008
- [7] Jelínek J. a kol.: Technologie, zkoušky – hledání odpovědí na některé otázky. Technologie betonu 2008, str. 40–47, ČBS Servis, s. r. o., ISBN 978-80-87158-09-8
- [8] ČSN EN 206-1 Změna Z3 Beton – Část 1: Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda. 04/2008

Text článku byl posouzen odborným lektorem.



Ing. Hana Šachová, Ph.D.
Chryso Chemie, s. r. o.
Sokolovská 55/81, 186 00 Praha 8
tel.: 602 322 320, fax: 416 577 611
e-mail: hana.sachova@chryso.com
www.chryso.com



Ing. Martin Konečný, MBA



Ing. Jiří Jiráček
e-mail: jirakj@kb-blok.cz



Ing. Miroslav Rác
e-mail: racm@kb-blok.cz

všichni tři: KB-BLOK systém, s. r. o.
Ul. Masarykova 635, 439 42 Postoloprty
tel.: 415 778 311, fax: 415 784 531
www.kb-blok.cz



Ing. Petr Huňka
tel.: 224 353 521
e-mail: petr.hunka@klok.cvut.cz



Doc. Ing. Jiří Kolísko, Ph.D.
tel.: 224 353 529
e-mail: kolisko@klok.cvut.cz

oba: Kloknerův ústav ČVUT v Praze
Šolínova 7, 166 08 Praha 6
fax: 224 353 530, http://web.cvut.cz/ki