

# OŠETROVANIE ČERSTVÉHO BETÓNU – 11. LABORATÓRNA APLIKÁCIA PARAFÍNOVÉHO NÁSTREKU ■ CONCRETE CURING – 11. LABORATORY APPLICATION OF A PARAFFIN FILM

Peter Briatka, Peter Makýš

V jednom z predchádzajúcich pokračovaní cyklu o ošetrovaní betónu sme sa venovali vplyvu rôznych metód ošetrovania betónu na mechanické vlastnosti [17]. Porovnávali sa tri možnosti ošetrovania – žiadne ošetrovanie, vnútorné ošetrovanie (IC) a ošetrovanie parafínovým nástrekom, pričom vzorky boli vystavené prostrediu charakteristickému pre letné betónáže. Zistilo sa, že obe metódy majú výrazný pozitívny vplyv na dosahované pevnosti v tlaku. IC spôsobilo zvýšenie pevnosti v tlaku o cca 30 % (i napriek použitiu 7 % ľahkého kameniva (LWA) a zníženiu dávky cementu o cca 6 %). Použitím parafínového nástreku sa znížila strata vlhkosti a dosiahol sa nárast pevnosti o cca 70 %. Pôsobenie ochranných resp. ošetrovacích nástrekov má teda opodstatnenie. V tomto článku sa venuje pozornosť laboratórnej aplikácii parafínového nástreku a jeho pôsobeniu v dobe expozície vzoriek prostrediu simulujúceho letné počasie. ■ In one of the previous papers of this series on concrete curing we dealt with the influence of various curing methods on mechanical characteristics of concrete [17]. There were three options compared one with each other – no curing, internal curing (IC) and paraffin membrane curing, whereas the samples were exposed to the environment typical for hot weather concreting. It was found out that both methods carried a significant positive influence on compressive strengths. IC caused an increase of compressive strength up to +30 % (despite of 7 % aggregate replacement by lightweight aggregate (LWA) by mass, and saving of 6 % of cement dosage). Using the paraffin membrane caused decreased loss of water which led to increase of compressive strength up to +70 %. Hence, use of protection or curing membranes is reasonable. In this paper we deal with application of a paraffin membrane in laboratory conditions and its behaviour during exposition to the environment simulating hot weather.

Jednou z metód ošetrovania čerstvého a mladého betónu je aplikácia nástrekov zabraňujúcich odparovaniu vody na povrch betónovej konštrukcie. Výrobky a látky s takýmto zamýšľaným použitím podliehajú výrobkovej a skúšobnej technickej norme STN 73 6180 [4], ktorá ich podľa farebného odtieňa (absorpcie slnečného žiarenia) rozdeľuje do štyroch typov. Rovnako predpisuje požiadavky na aplikovateľnosť (pri

+5 °C), prítomnosť látok ovplyvňujúcich tuhnutie a tvrdnutie betónu a parotesnosť nástreku, ktorá nesmie prekročiť 1 000 g/m<sup>2</sup> pri skúšobných podmienkach (35 ± 1) °C; (35 ± 2) % a 1,8 ± 0,72 km/h po dobu 72 h. Aplikácia takýchto nástrekov in situ je vhodná najmä pre plošné konštrukcie bez požiadavky na spojenie betónovej vrstvy s ďalšími prípadnými vrstvami. Nástreky sú zvyčajne deklarované ako samodegradujúce alebo odbúrateľné, no v prípade potreby spoľahlivého zabezpečenia adhézie medzi betónovou a ďalšou vrstvou je potrebné vykonať mechanické odstránenie nástreku.

Aplikácia nástrekov sa v bežných podmienkach vykonáva rozprašovacími tlakovými zariadeniami, ktorými je možné na veľkej ploche dosiahnuť relatívne vysokú rovnomernosť nanášania. Tým, že rozprašovacie zariadenie pracuje so stlačeným plynom (vzduchom), počas rozprašovania dochádza k triešteniu ošetrovacej emulzie na veľmi jemné čiastočky. V laboratórnych podmienkach nie je možné použiť tlakové zariadenie. Nanášanie ošetrovacieho nástreku sa na základe nízkej dynamickkej viskozity [7] < 100 mPa.s (pri 20 °C) navrhlo pomocou mechanických rozprašovačov. Ich funkčnosť v zmysle rovnomernosti nanášania však bolo potrebné experimentálne overiť.

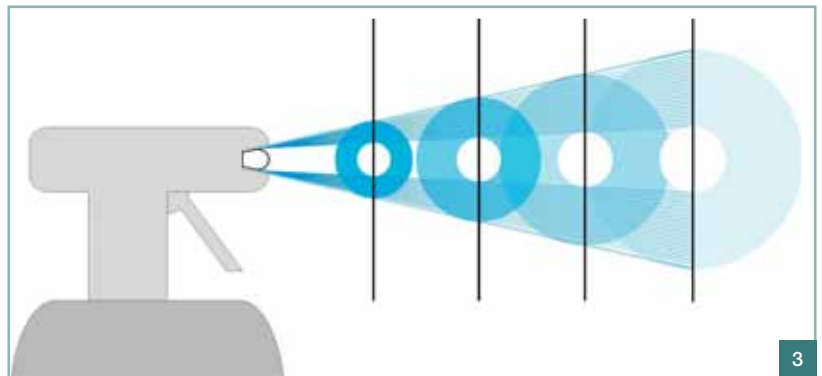
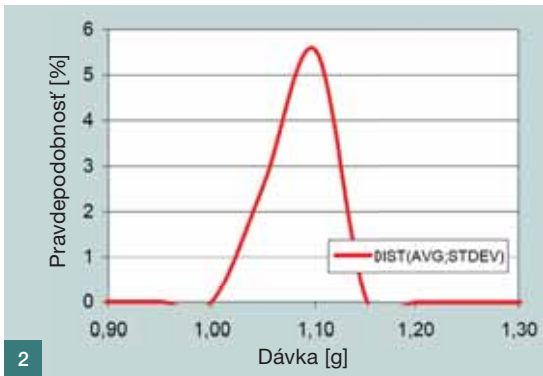
Základným predpokladom funkčnosti ošetrovania čerstvého a mladého betónu proti strate vlhkosti do prostredia pomocou nástrekov na betón je, že nástrek na povrchu betónovej konštrukcie vytvorí celistvú membránu. Vzniknutá membrána má oddeľovať betónovú konštrukciu od okolitého prostredia a má plniť funkciu parotesnej zábrany (musí mať určitý difúzny odpor). Difúzny odpor je vo všeobecnosti definovaný ako podiel súčiniteľa difúzneho odporu a hrúbky vrstvy daného materiálu. Dôležitým činiteľom je preto hrúbka vrstvy. V tomto prípade hrúbka vrstvy ošetrovacieho nástreku, ktorá spolu s celistvosťou membrány môže zásadne ovplyvniť výsledky skúšok ošetrovania betónu pomocou nástrekov. Ak majú byť výsledky skúšok presné a aj reprodukovateľné, je potrebné zvládnuť technológiu aplikácie nástrekov.

Na rozdiel od praktickej aplikácie nástrekov in situ (kontinuálna) vykonávanej vo väčšom merítku sa nástreky pomocou mechanického rozprašovača v laboratóriu charakterizujú ako cyklické. S ohľadom na akceptovateľné rozpery vzoriek a výdatnosť štandardných mechanických rozprašovačov sa aplikácia nástreku v laboratóriu musí považovať za diskretnú s predpokladane vysokou variabilitou. Variabilitu dávokovania v individuálnych operáciách navyše výrazne determinuje tzv. ľudský faktor, a to intenzitou vyvíjania sily na rozprašovač. Pri praktickej aplikácii in situ je možné riadiť hrúbku nástreku (membrány) hmotnostným dávkaním na určitý záber, vytvára predpoklady pre dosiahnutie rovnomernosti a nízkej variability hrúbky nástreku (celistvosti budúcej membrány). Aplikáciou nástreku v celočíselných násobkoch dávok (výdatnosti mechanického rozprašovača) nástreku, čo je princípom diskretnéj aplikácie nástreku, sa nezaručuje celistvosť a požadovaná hrúbka membrány.

## POUŽITÉ MATERIÁLY

Skúšky sa vykonali s nástrekovým materiálom Masterkure 216 od spoločnosti BASF. Predmetný nástrek je vodná emulzia parafínov, miešateľná vo vode. Hustota nástreku sa udáva 0,985 g/cm<sup>3</sup>. Dynamická viskozita



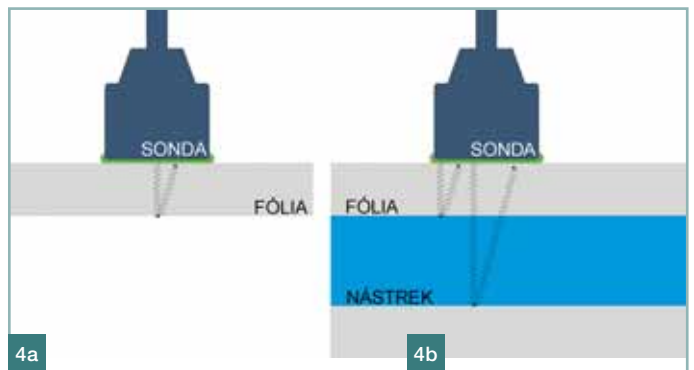


Obr. 1 Ilustračný obrázok – príprava na meranie hrúbky  
 Fig. 1 Illustrative figure – preparation for thickness measurement

Obr. 2 Distribučná krivka súboru výsledkov merania cyklického dávkovania  
 Fig. 2 Distribution curve of set of measurements of cyclic dosage

Obr. 3 Tvar rozprašovacieho kužeľa  
 Fig. 3 Shape of spraying cone

Obr. 4 Spôsob merania hrúbky UZ metódou, a) meranie hrúbky krycej fólie, b) meranie celkovej hrúbky krycej fólie a nástreku  
 Fig. 4 Principle of measurement of thickness using ultrasonic method, a) measurement of thickness of cover sheet, b) measurement of total thickness of both cover sheet and membrane



ta nástreku je pri 20 °C menšia ako 100 mPa.s a pH (opäť pri 20 °C) je 7,5.

Výrobca stanovuje dávkovanie (spotrebu) na 150 až 175 g/m<sup>2</sup>. Spotreba materiálu sa udáva 1 kg na 5 až 7 m<sup>2</sup>, čo po prepočte zodpovedá spotrebe 143 až 200 g/m<sup>2</sup>.

Výrobca nepredpisuje hrúbku nástreku. Ak však vychádzame z predpísaného dávkovania a prepočítame hmotnostnú spotrebu 150 až 175 g/m<sup>2</sup> pomocou hustoty na výsledný objem nástrekovatej emulzie aplikovanej na jednotku plochy, vieme určiť hrúbku membrány 152 až 178 μm (resp. 145 až 203 μm).

Ošetrovací nástrek je charakterizovaný ako samodegradujúci, resp. samoodbúrateľný, z čoho vyplynul zámer overiť aj zmenu hrúbky membrány v čase.

#### OVERENIE ROVNOMERNOSTI DÁVKOVANIA MECHANICKÝM ROZPRAŠOVAČOM

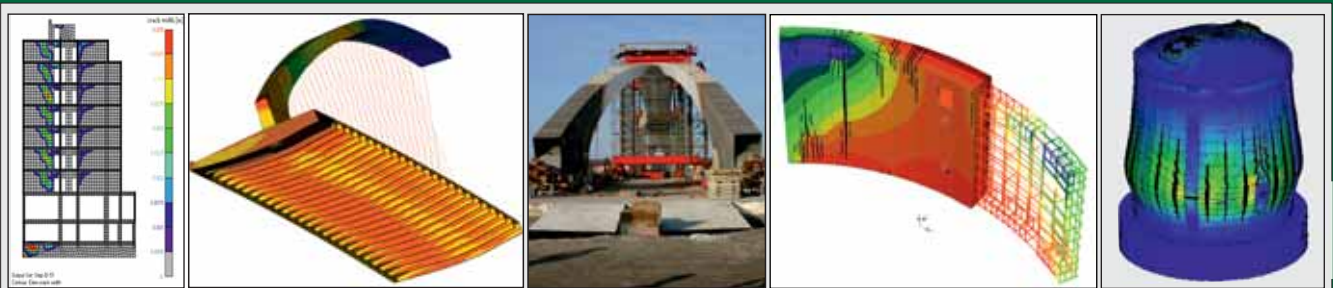
Cieľom tejto čiastkovej úlohy bolo štatisticky vyhodnotiť rovnomernosť dávkovania mechanickým rozprašovačom. Najväčšia možná dosiahnuteľná presnosť dávkovania je priamo závislá od presnosti mechanického dávkovania.

Skúška sa vykonala jednoduchým vážením kumulatívnej hmotnosti celkovej dávky nástreku dávkovaného mechanickým rozprašovačom. Do zbernej nádoby sa cyklicky a čo najrovnomernejšie (z malej výšky) vstreklo sto dávok z mechanického rozprašovača. Priebežne po každej dávke sa zaznamenala kumulatívna hmotnosť. Z takto vzniknutého radu vážení sa neskôr numericky vyjadrili hmotnosti jednotlivých dávok. Na váženie sa použili analytické váhy s najmenším delením 0,001 g.

Zo sta individuálnych výsledkov dávkovania sa zistila priemerná dávka

## Ověřte Vaši konstrukci programem ATENA!

Připojte se ke špičkovým inženýrům, kteří používají počítačovou simulaci pro kontrolu a navrhování bezpečných a spolehlivých staveb.



#### Nabízíme:

- jedinečný software pro nelineární analýzu a hodnocení bezpečnosti - programy ATENA Engineering, ATENA Science, SARA
- uživatelskou podporu a údržbu
- poradenství v oblasti nelineárních výpočtů a spolehlivosti konstrukcí

#### Použití pro:

- budovy, mosty, energetické, vodohospodářské a podzemní stavby
- prostý a vyztužený beton, drátkobeton, vláknobeton
- stanovení šířky trhlin, průhybů, optimalizaci výztuže
- ověření únosnosti, odolnosti, spolehlivosti, zesilování konstrukcí



Objednejte nyní novou verzi 5 programu ATENA!

Na Hřebenkách 55 • 150 00 Praha 5 • tel: +420 220 610 018  
 e-mail: [cervenka@cervenka.cz](mailto:cervenka@cervenka.cz) • web: [www.cervenka.cz](http://www.cervenka.cz)

1,077 g so smerodajnou odchýlkou 0,012 g. V súbore výsledkov sa zistila minimálna hodnota 1,030 g a maximálna hodnota 1,128. Rozdelenie pravdepodobnosti výskytu jednotlivých dávok zachytáva obr. 2, ktorý aj dokumentuje pomerne malý rozptyl výsledkov jednotlivých dávok. Na základe tohto zistenia sa zvolila za bezpečnú výpočtovú dávku jedného cyklu hodnota 1,077 g.

**OVERENIE ROVNOMERNOSTI APLIKÁCIE NÁSTREKU MECHANICKÝM ROZPRAŠOVAČOM**

V predchádzajúcom bode sa konštatuje, že dávkovanie z mechanického rozprašovača je z pohľadu veľkosti dávok pomerne rovnomerné. Aplikácia nástreku na plochu tak, aby vytvoril súvislú membránu s požadovanou (rovnomernou) hrúbkou, a to bez výrazného zvýšenia spotreby použitím mechanického rozprašovača, je pri najmenšom obtiažna. Diskrétny stav, ktoré môžeme nadobudnúť pri nanášaní nástreku v kombinácii s tvarom rozprašovacieho kužela (obr. 3), teoreticky predurčujú nerovnomernú hrúbku membrány.

Rovnomernosť hrúbky membrány pri diferencovaných diskretných stavoch aplikácie nástreku sa overila meraním jej hrúbky ultrazvukovou impulznou metódou (podľa ASTM D6132 – 08 a ISO 2808: 2007). Ako meradlo sa použil prístroj PosiTector 200 s presnosťou ± 2 µm (alebo 0,1 ms). Metóda je založená na meraní doby prechodu ultrazvukových vln skúšaným materiálom (vrstvou). Ultrazvukové vlny sú vybudené v budiči priloženom na skúšanú vzorku. Priečne (ultrazvukové) vlnenie sa na rozhraní skúšanej vrstvy a iného prostredia odrazí a vracia sa späť k budiču, ktorý má kumulova-

nú funkciu a slúži zároveň aj ako snímač. Ak je známa prechodová rýchlosť ultrazvukového vlnenia cez materiál danej vrstvy  $v_{UZ,i}$  [m/s] a meraním sa zistí doba prechodu  $t_{UZ,i}$  [ms], potom na základe vzťahu (1) je možné stanoviť hrúbku meranej vrstvy  $h_i$  [µm].

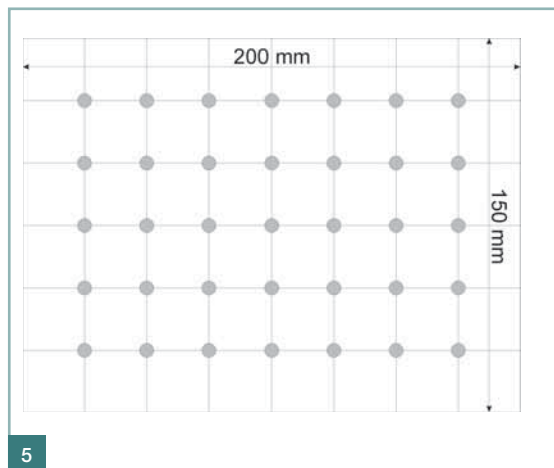
$$\bar{h}_i = \frac{\sum_{j=1}^n \left( \frac{v_{UZ,i} \cdot t_{UZ,i}}{2} \right)}{n} \cdot 10^{-6} \text{ [µm]} \quad (1)$$

Pre skúšanú membránu na báze parafrínov sa použila prechodová rýchlosť  $v_{UZ,i}$  2 200 m/s. Z technologických príčin bolo potrebné vykonávať meranie cez kryciu polypropylénovú (PP) fóliu (obr. 4). Prechodová rýchlosť UZ vln v PP fólii sa uvažovala 2 400 m/s.

**VÝROBA A KONDICIOVANIE VZORIEK**

Vzorky sa vyrobili z PP fólie s vytlačeným rastrom. Na zvolenom rastru sa vyznačila aplikačná plocha nástreku veľkosti 150 x 200 mm (obr. 5). Aplikačná plocha obsahovala 35 meracích bodov v piatich stĺpcoch a siedmi riadkoch a bola navrhnutá s ohľadom na veľkosť skúšaných betónových vzoriek. Takto sa zhotovili tri skúšobné vzorky. Na pripravené aplikačné plochy vzoriek sa potom mechanickým rozprašovačom naniesla ošetrovacía emulzia. Nanášanie sa vykonalo z výšky 250 až 300 mm pod uhlom cca 45°, čo sa empiricky (na základe vizuálneho hodnotenia piatich skúšobných nástrekov) vybralo ako optimálne. Na všetky vzorky sa nanášanie vykonalo rovnakým spôsobom pri vynaložení úsilia o dosiahnutie rovnomernosti aplikácie. Jednotlivé vzorky sa líšili dávkovaním.

Návrh, resp. výpočet dávok sa vykonal podľa odporúčaného dávkovania [5], ktoré uvádza 150 až 175 g/m<sup>2</sup>, resp. prepočtom cez spotrebu 143 až

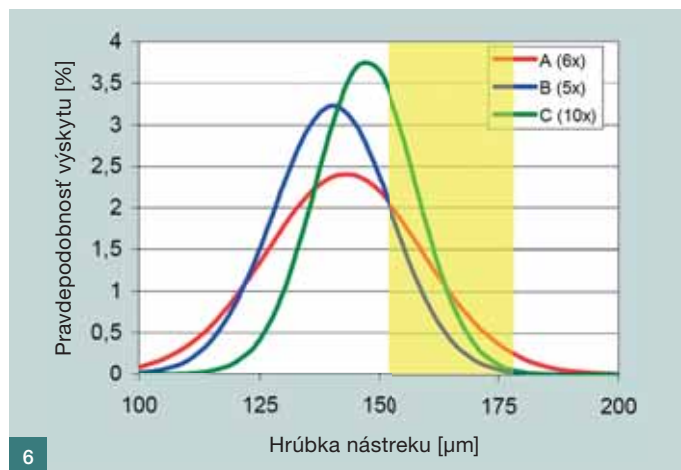


5

200 g/m<sup>2</sup>. Týmto hodnotám zodpovedá výsledná hrúbka membrány stanovená numericky podľa vzťahu (2) 152 až 178 µm (resp. 143 až 200 µm). Vo vzťahu (2) pre výpočet návrhovej hrúbky membrány  $h_{i,D}$  [µm] vystupuje hustota nástreku  $\rho = 0,985$  [g/cm<sup>3</sup>] a hmotnostná dávka nástreku  $m_{i,D}$  [g], ktorých súčin (návrhový objem nástreku  $V_{i,D}$  [cm<sup>3</sup>]) podelený aplikačnou plochou  $A$  [mm<sup>2</sup>] dáva  $h_{i,D}$ .

$$h_{i,D} = \frac{V_{i,D}}{A} = \frac{m_{i,D}}{A} \cdot 10^3 \text{ [µm]} \quad (2)$$

Podľa požadovanej dávky 150 až 175 g/m<sup>2</sup> sa prepočítala alikvotná dávka na aplikačnú plochu  $A = 30\,000$  mm<sup>2</sup>, a to 4,25 až 5,25 g/A. Následne sa určil celočíselný násobok dávok mechanickým rozprašovačom 1,077 g. Preto, aby sa podmienka minimálnej dávky splnila, muselo sa použiť zaokrúhľovanie na najbližšie vyššie celé číslo. Dávky pre obidva intervaly tak pokrývala dávka piatich stlačení (ďalej len 5x). S ohľadom na spotrebu nástreku aplikovaného mimo aplikačnej plochy (čomu sa nedá zabrániť) sa pristúpilo ku zvýšeniu horného in-



6

Obr. 5 Aplikačná plocha nástreku a vyznačené meracie body

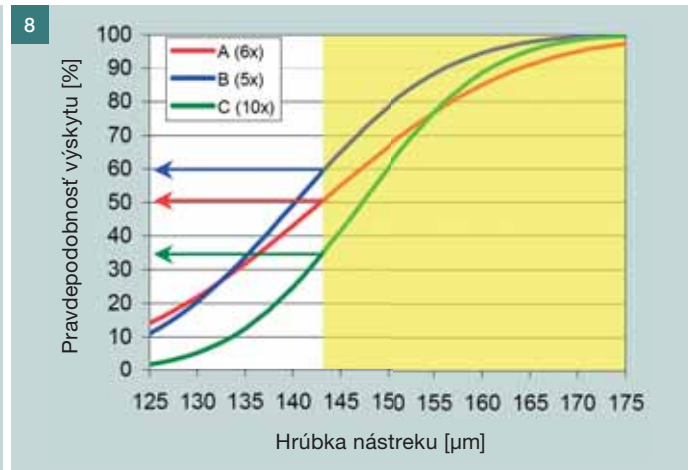
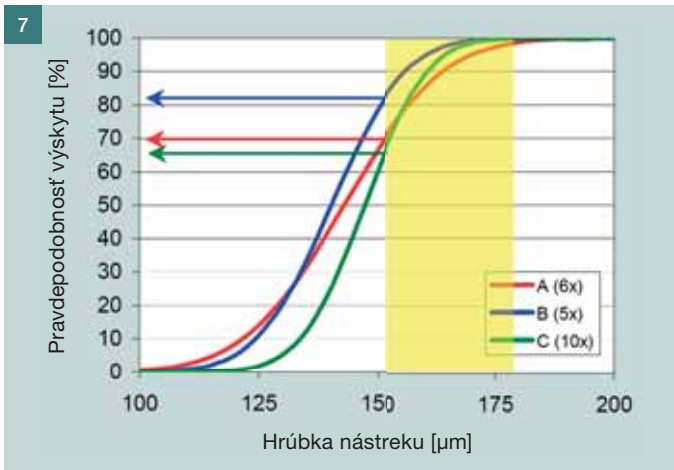
Fig. 5 Application area and imprinted measuring points

Obr. 6 Distribučná krivka rozdelenia pravdepodobnosti výskytu hrúbok membrány

Fig. 6 Distribution curve of probability of membrane thicknesses

Tab. 1 Štatistické parametre súboru meraní po 24 h

Parameter	Vzorka [dávka]		
	A (6x)	B (5x)	C (10x)
Priemerná hodnota [µm]	142,89	140,24	147,24
Smerodajná odchýlka	16,56	12,37	10,59
Minimálna hodnota [µm]	109	118	123
Maximálna hodnota [µm]	177	162	167
Priemerná / Návrhová [%]	65,24	77,06	40,34



tervalu dávkovania na 6x. Po prepočte podľa vzťahu (2) navrhnutého dávkovania 5x a 6x na navrhovanú hrúbku membrány sa táto očakávala 182 a 219 µm. Na jednu vzorku sa navrhla dávka 10x, čomu zodpovedala očakávaná hrúbka membrány 364 µm.

Vyrobené vzorky sa po aplikácii nástreku uchovávali v prostredí s teplotou  $20 \pm 2$  °C a relatívnou vlhkosťou (RH)  $50 \pm 10$  % po dobu 14 dní.

**SKÚŠOBNÝ POSTUP**

Prvé meranie hrúbky membrány sa uskutočnilo 24 h po aplikácii nástreku. Citlivosť membrány voči mechanickému namáhaniu, ktoré sa pri priložení sondy vnáša do vzorky a potreba opakovania merania po 7 a 14 dňoch spôsobili, že sa membrána počas merania prekryla PP fóliou, aby sa neznehodnotila. Po ukončení merania sa krycia fólia

odstránila a vzorky boli opäť vystavené popísanému prostrediu. Počas merania sa zaznamenávala celková meraná hrúbka súvrstvia membrány a krycej fólie. Vykonalo sa aj meranie hrúbky krycej fólie presne v rastrí bodov zodpovedajúcich meracím bodom membrány. Pri spracovávaní výsledkov merania sa numericky stanovila hrúbka membrány  $h_i$  [µm] ako rozdiel celkovej hrúbky  $h_{i,T}$  [µm] a hrúbky krycej vrstvy  $h_{i,0}$  [µm]. Z opravených hodnôt sa stanovila priemerná hrúbka membrány  $\bar{h}$  [µm] podľa vzťahu (3) a iné štatistické informácie o súbore dát.

$$\bar{h} = \frac{\sum_{i=1}^n (h_{i,T} - h_{i,0})}{n} \text{ [µm]} \quad (3)$$

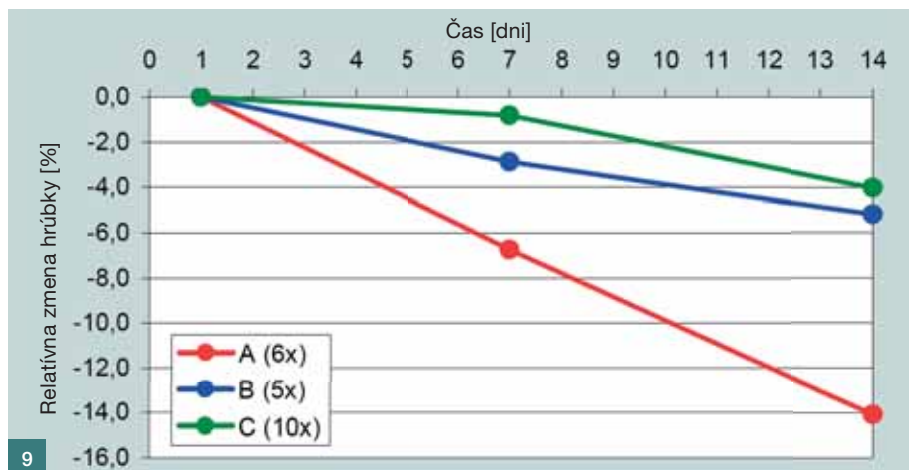
**INTERPRETÁCIA VÝSLEDKOV**

Z merania hrúbky membrány vo veľku 24 h sa zistilo, že priemerná hrúbka membrány nie je výrazne závislá od dávok. V rozmedzí dávok 5 až 10x sa získali membrány s priemernými hrúbkami 140,24 až 147,24 µm. Prehľad štatistických charakteristík súboru meraní po 24 h poskytuje tab. 1. Preukázalo sa, že s rastúcou dávkou sa pomerne výrazne znižuje smerodajná odchýlka, čo indikuje zvyšovanie rovnomernosti nástreku resp. hrúbky membrány, ako to dokumentuje aj obr. 6. Z tohto obrázka je zrejmé aj pravdepodobnosť výskytu hrúbok membrány, ktoré by spĺňali požiadavku na optimálnu hrúbku (definovanú spotrebou) 152 až 178 µm.

Hodnotenie dosahovaných hrúbok membrány je lepšie čitateľné z grafov kumulatívnych početností výskytu

Deň	Parameter	Vzorka [dávka]			Δ hrúbky		
		A (6x)	B (5x)	C (10x)	[%]	[%]	[%]
1	Priemerná hodnota [µm]	142,89	140,24	147,24	0	0	0
	Smerodajná odchýlka	16,56	12,37	10,59			
7	Priemerná hodnota [µm]	133,26	136,21	146,03	-6,7	-2,9	-0,8
	Smerodajná odchýlka	10,99	8,67	10,48			
14	Priemerná hodnota [µm]	122,8	132,93	141,33	-14,1	-5,2	-4
	Smerodajná odchýlka	9,64	8,41	8,89			

Tab. 2 Merané hrúbky membrány v čase a relatívna zmena hrúbky  
 Tab. 2 Measured membrane thicknesses in time and relative change of thickness



Obr. 7 Kumulatívne rozdelenie pravdepodobnosti výskytu hrúbok membrány vs. požadovaná hrúbka podľa hmotnostnej dávky  
 Fig. 7 Cumulative curves of probability of membrane thicknesses vs. required thickness according to dosage by mass

Obr. 8 Kumulatívne rozdelenie pravdepodobnosti výskytu hrúbok membrán vs. požadovaná hrúbka podľa spotreby  
 Fig. 8 Cumulative curves of probability of membrane thicknesses vs. required thickness according consumption

Obr. 9 Zmena hrúbky membrány v čase  
 Fig. 9 Change of membrane thickness in time

Citované a súvisiace dokumenty:

- [1] ASTM D6132-08 Standard Test Method for Nondestructive Measurement of Dry Film Thickness of Applied Organic Coatings Using an Ultrasonic Gage
- [2] ISO 2808:2007 Paints and varnishes – Determination of film thickness
- [3] STN 73 1371:1981 Ultrazvuková impulzová metóda skúšania betónu
- [4] STN 73 6180:1976 Hmoty pre ošetrovanie povrchu čerstvého betónu
- [5] PosiTector 200 series – hand-out available at: [www.checkline.com/products/126124/positector-200.pdf](http://www.checkline.com/products/126124/positector-200.pdf)
- [6] BASF – Masterkure 216 – Technical Datasheet 13.08.2010
- [7] BASF – Masterkure 216 – Karta bezpečnostných údajov 04.08.2010
- [8] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 1. Strata vody z betónu, Beton TKS, Vol. 10, No. 1, Beton TKS, Praha, 2010
- [9] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 2. Superabsorbčné polyméry, Beton TKS, Vol. 10, No. 2, Beton TKS, Praha, 2010
- [10] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 3. Nasiaknuté ľahké kamenivo, Beton TKS, Vol. 10, No. 3, Beton TKS, Praha, 2010
- [11] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 4. Konvenčný návrh ošetrovania pomocou ľahkého kameniva, Beton TKS, Vol. 10, No. 6, Beton TKS, Praha, 2010, pp: 40–43
- [12] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 5. Návrh receptúry čerstvého betónu s vnútorným ošetrovaním, Beton TKS, Vol. 11, No. 5, Beton TKS, Praha, 2011, pp: 36–42
- [13] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 6. Odparovanie vody, konvencia a skutočnosť, Beton TKS, Vol. 12, No. 6, Beton TKS, Praha, 2012
- [14] Briatka P., Janotka I., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 7. DTA, TG a DSC overenie pôsobenia vnútorného ošetrovania, Beton TKS, Vol. 13, No. 1, Beton TKS, Praha, 2013
- [15] Briatka P., Makýš P.: Možno účinne použiť pórovité kamenivo na vnútorné ošetrovanie betónu?, Beton TKS, Vol. 11, No. 4, Beton TKS, Praha, 2011
- [16] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 8. Malty s vnútorným ošetrovaním – pevnosti a objemové zmeny, Beton TKS, Vol. 13, No. 2, Beton TKS, Praha, 2013
- [17] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 9. Metódy ošetrovania a vplyv na mechanické vlastnosti, Beton TKS, Vol. 13, No. 3, Beton TKS, Praha, 2013
- [18] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 10. Vnútorné ošetrovanie a elektrické charakteristiky betónu, Beton TKS, Vol. 13, No. 6, Beton TKS, Praha, 2013

tu. Obr. 7 prezentuje kumulatívne krivky jednotlivých skúšobných vzoriek a v zmysle dolnej hranice optimálnej hrúbky membrány graficky udáva percentuálny podiel plochy, na ktorej sa minimálna hrúbka nedosahuje. Doplnkom do 100 % sa vyjadruje pomer plochy, na ktorej sa požadovaná hrúbka dosiahla. Vo vzorke B (5x) sa dosiahla požadovaná hrúbka na približne 18 %, vo vzorke A (6x) na cca 30 % a vo vzorke C (10x) na cca 35 % plochy. Ak sa vychádza z rôznych požadovaných hrúbok membrány, ako to už bolo prezentované, potom striktné dodržanie minimálnej hrúbky nie je rozhodujúce. Porovnanie splnenia inej minimálnej hrúbky membrány (definovanej spotrebou) 143 µm zachytáva obr. 8. Vo vzorke B (5x) sa dosiahla požadovaná hrúbka na približne 40 %, vo vzorke A (6x) na cca 50 % a vo vzorke C (10x) na cca 65 % plochy. Vplyvom relatívne malého (6 %) zníženia dolnej hranice hrúbky a v dôsledku blízkej priemernej hrúbky v spojitosti s pomerne dobrou homogénnosťou hrúbky membrány sa zvýšil pomer vyhovujúcej plochy o cca. 100 %.

Hrúbky membrány merané po 7 a 14 dňoch indikujú nevýrazné (ak vôbec nejaké) zníženie hrúbky, ktoré vzhľadom na neistotu meradla  $\pm 3$  % nie je možné považovať za preukazné. Ak aj v skutočnosti dochádza k degradácii membrány chemickými a fyzikálnymi vplyvmi, zistilo sa, že počas prvých 14 dní veku membrány nie je degradácia významná. Prípadné zníženie hrúbky možno v reálnych pod-

mienkach pripísať skôr mechanickému opotrebeniu.

#### ZÁVER

Z vykonaných a prezentovaných skúšok a experimentálnych i numerických overení vyplýva, že nanášanie nástreku Masterkure 216 na čerstvý betón použitím mechanického rozprašovača je i v laboratórnych podmienkach možné. Overovaný mechanický rozprašovač disponuje možnosťou dávkovania (diskrétno dávkovanie) nástreku v celočíselných násobkoch  $1,077 \pm 0,012$  g.

Dodržaním odporúčanej spotreby nástreku 150 až 175 g/m<sup>2</sup> je možné po zaokrúhlení výpočtovej dávky na najbližší vyšší celočíselný násobok 1,077 g dosiahnuť celistvú membránu na ošetrovanej ploche vzorky spĺňajúcu požiadavku na minimálnu hrúbku na cca 40 % plochy. Zvýšením výpočtovej dávky o približne 10 až 20 % je možné dosiahnuť požadovanú hrúbku membrány na cca 50 % plochy. Zistenia platia pre optimálne podmienky aplikácie z výšky cca 250 až 300 mm v sklone približne 45°.

Zistilo sa, že membrány môžu disponovať potenciálom k autodegradácii vplyvom fyzikálnych alebo chemických činiteľov prostredia, no v prvých 14 dňoch veku ich pôsobenie nie je nijako výrazné, priam až nepatrné, ak sa vezme do úvahy neistota použitej meracej metódy. V prvých 14 dňoch veku je vysoko pravdepodobnejší pokles hrúbky membrány mechanickým opotrebovaním vplyvom prevádzky na povrchu betónovej konštrukcie.

Aplikácia nástreku na doskové skúšobné vzorky rozmerov 225 x 335 mm (0,075 375 m<sup>2</sup>) sa stanovila tak, aby spĺňala požiadavku na predpísané dávkovanie 150 až 175 g/m<sup>2</sup>. Minimálna potrebná hmotnostná dávka na danú plochu sa určila na 11,306 g. Zohľadnením možností diskrétno dávkovania mechanickým rozprašovačom s výdatnosťou  $1,077 \pm 0,012$  g sa dospelo k výpočtovej dávke 10,4979x. Zvolilo sa zvýšenie o cca 15 % a tak sa dospelo k výslednej dávke 12x.

Takýmto spôsobom sa ošetrovali vzorky betónu s parafínovým nástrekom počas skúšok straty vlhkosti z betónu [13 a 17] a použili sa aj na hodnotenie vlhkosti betónu v čase fotografickej metódy.

Publikované informácie sú čiastkovými závermi dizertačnej práce „Ošetrovanie plošných betónových konštrukcií proti strate vlhkosti“, ktorú materiálne podporili STU v Bratislave, TSÚS Bratislava, LIAS Vintířov, PCLA Ladce a BASF.

Ing. Peter Briatka, PhD.  
Holcim (Slovensko), a. s.  
Pristavná 10, 821 09 Bratislava  
e-mail: briatka.p@gmail.com



doc. Ing. Peter Makýš, PhD.  
Stavebná fakulta STU  
Radlinského 11, 813 68 Bratislava

