

OŠETROVANIE ČERSTVÉHO BETÓNU – 12. FOTOGRAMETRICKÉ OVERENIE PÔSOBENIA PARAFÍNOVEJ MEMBRÁNY ■

CONCRETE CURING – 12. PHOTOGRAMMETRIC VERIFICATION OF THE PARAFFIN MEMBRANE ACTION

Peter Briatka, Peter Makýš

Predchádzajúci článok z cyklu o ošetrovaní betónu [22] sa venoval laboratórnej aplikácii parafínového nástreku na betónové vzorky z hľadiska technológie nanášania, dosahovanej rovnomernosti nanášania a hrúbok membrány vrátane jej degradácie v čase. S ohľadom na požiadavky výrobcu na minimálnu hrúbku membrány a získané výsledky merania hrúbok pri dodržaní odporúčanej spotreby sa dávky mierne zvýšili. Takto ošetrované vzorky betónu sa následne vystavili pôsobeniu okolitého prostredia simulujúceho podmienky letných betonáží (rôzne kombinácie teploty, relatívnej vlhkosti a rýchlosti vetra). Pôsobenie membrány (parafínového nástreku) vzhľadom na „kompromisnú“ technológiu nanášania sa s cieľom spresnenia intenzity odparovania vody z betónu okolitého prostredia upravilo využívajúc fotogrametrický prístup overenia pôsobenia parafínovej membrány. Metóda sa podrobnejšie popisuje v tomto článku. ■ The preceding paper of the series on concrete curing [22] was devoted to laboratory application of the paraffin membrane on concrete samples in terms of technology of spraying, uniformity of application and membrane thicknesses including its degradation in time. With respect to the manufacturer's requirements on minimum thickness of the membrane and measured thicknesses when kept recommended consumption, the dosages were slightly increased. The concrete samples cured this way were exposed to the ambient environment simulating conditions of hot weather concreting (various combinations of temperature, relative humidity and wind velocity). Action of the membrane (paraffin film) considering "compromise" technology of application was modified using results of photogrammetric approach to verification of its action, so that more precise intensity of water evaporation from concrete samples were recorded. This method is described in more detail in this paper.

Z riešenia čiastkových úloh laboratórnej aplikácie nástreku [22] vyplynulo, že tento sa bude na betónové vzorky nanášať mechanickým rozprašovačom s diskretným dávkovaním ($1,077 \pm 0,012$) g. Pre doskové skúšobné vzorky rozmerov 225×335 mm ($0,075375$ m²) sa stanovila aplikácia nástreku na dávku 12x, čo reprezentuje zvýšenie výpočtovej dávky o cca 15 %. Očakávalo sa preto, že požadovaná hrúbka membrány sa tak zabezpečí minimálne na 50 % povrchu skúšobných telies.

Až vizuálnou kontrolou vzhľadu povrchu skúšobných telies s aplikovaným ošetrovacím nástrekom (po 6 h od aplikácie) sa zistili výrazné diferenciálne rozdiely v svetlosti po ploche povrchu, ktoré jednoznačne súviseli s hrúbkou membrány, resp. lokálnym difúznym odporom membrány nad diferenciálnou ploškou d_s . Miesta so zníženou hrúbkou (difúznym odporom) membrány umožňujú stratu vlhkosti z betónu, a tak dosahujú nižšie lokálne vlhkosti, čím sa vizuálne javia ako svetlejšie.

Výpočty orientačnej účinnosti ošetrovania pomocou nástrekov, resp. výpočty intenzity odparovania vody zo vzoriek s ošetrovacím nástrekom pri ich expozícii prostrediu sa preto navrhli numericky spresniť podľa skutočne pokrytej plochy povrchu vzorky membránou. Numerické spresnenie je možné vykonať napr. integráciou diferenciálnych plôšok d_s s diferenciálnou svetlosťou d_b zodpovedajúcou určitému intervalu (kapacitnou metódou) stanovených povrchových vlh-

kostí. S ohľadom na nedostatok času a (pomerne malé) rozmery vzoriek sa pristúpilo k druhej, výrazne jednoduchšej metóde stanovenia priemerného jasú povrchu skúšobného telesa. Parameter stanovený týmto prístupom možno interpretovať ako pomernú plochu skúšobného telesa s úplným (dokonalým) ošetrovaním nástrekom.

METODIKA A POSTUP RIEŠENIA

Metodika spresnenia plochy pokrytej nástrekom je založená na digitálnom snímkaní povrchu skúšobných telies, úpravách snímok štatistickej analýze jasú. V nasledovnom sa podrobne popisujú kroky od vyhotovenia snímok až po stanovenie pomernej plochy s dokonalým ošetrovaním.

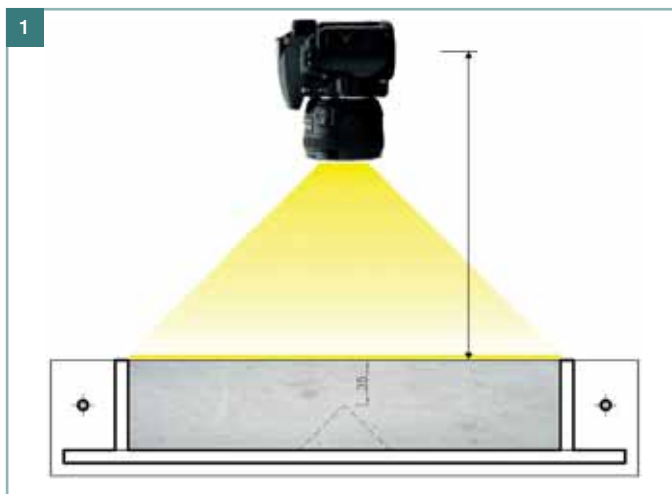
Zhotovenie snímku sa vykonáva vždy v rovnakom veku vzoriek. Podľa okrajových podmienok prostredia (T_{AMB} ; RH; v_W) determinujúcich intenzitu straty vlhkosti sa vhodný čas snímokovania vyberie tak, aby bol dostatočný kontrast medzi plôškami s evidentne dostatočnou a evidentne nedostatočnou hrúbkou membrány. S rastúcim kontrastom rastie dynamický rozsah povrchu, ktorý je kľúčový z hľadiska presnosti metódy. Pre dosiahnutie vyššej presnosti je teda vhodné vykonávať snímokovanie vo veku približne medzi 6 a 12 h veku. Pri zhotovovaní snímku je dôležité, aby povrch skúšobného telesa bol osvetlený rovnomerne (v osi snímokovania). Takýmto spôsobom osvetlenia sa eliminuje skreslenie výsledkov prípadnými tieňmi spôsobenými nerovnosťami povrchu. Samotné snímokovanie sa vykonáva kolmo na povrch skúšobného telesa z takej vzdialenosti, aby snímokovaný povrch zaberá takmer celú plochu hľadáča (obr. 1). Exponovanie sa odporúča prostredníctvom automatického alebo poloauto-

Obr. 1 Snímokovanie povrchu skúšobného telesa ■
Fig. 1 Photography of the sample surface

Obr. 2 Orezanie snímku podľa povrchu skúšobného telesa ■
Fig. 2 Crop of the picture acc to the edges of the sample

Obr. 3 Princíp dynamických rozsahov a ich úpravy ■
Fig. 3 Principle of dynamic ranges and their modification

Obr. 4 Výsledok zvýšenia dynamického rozsahu postupom zadania čierneho bodu ■ Fig. 4 Result of increasing of the dynamic range by manual defining of a black point



matického režimu (18% šedá) s maticovým meraním expozície. Týmto prístupom sa ostrosť snímku pre účely analýzy jasů nevyžaduje. Preto v prípade nedostatku svetla sa odporúča preferovať dlhšie expozičné časy pred zvyšovaním citlivosti snímača (citlivosť nastaviť manuálne na max. ISO 400). Správa farieb sa nevyžaduje.

Zhotovené snímky sa v PC nasledovne upravujú. Pre správne vyhodnotenie snímky je dôležité, aby snímaný povrch skúšobného telesa zaberá 100 % plochy snímky. Inými slovami, aby na snímke neboli časti formy alebo podložky. Snímku je potrebné orezať na obdĺžnik. Ak však bola vychýlená os snímania od normály povrchu vzorky, tento sa bude javiť ako lichobežník a bude potrebné najskôr vykonať korekciu perspektívy.

Keďže sa hodnotí len jasová zložka (súčet všetkých troch kanálov R-G-B), odporúča sa prevod do odtieňov sivej, aj

z dôvodu redukcie dátovej veľkosti. Dôležité je poznamenať, že zvolenú metódu prevodu sa odporúča používať na všetky snímky, ktorých analýzy by sa neskôr mohli navzájom porovnávať. Takouto úpravou sa získajú snímky zobrazujúce len povrch skúšobného telesa.

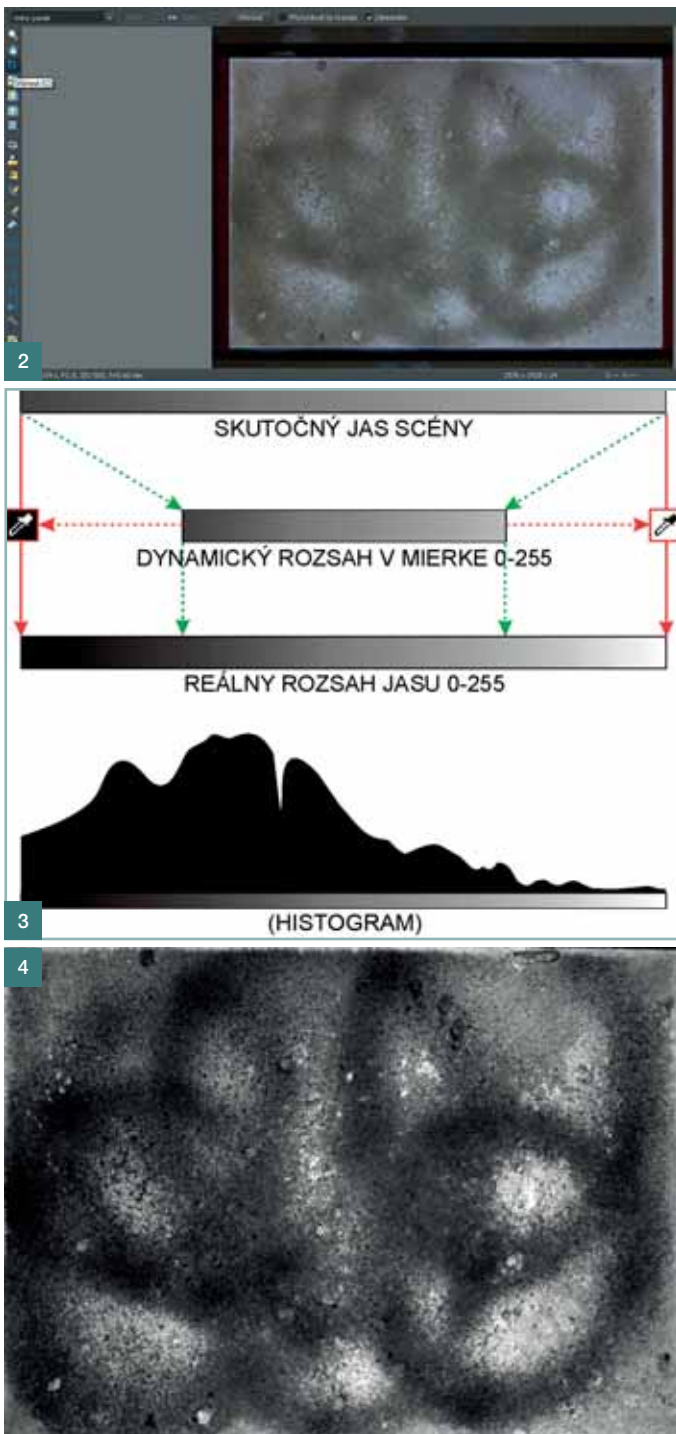
Takto získaný snímok (obr. 2) je nekонтрастný – t.j. s malým dynamickým rozsahom, ako to zachytáva horný prúžok v obr. 3. Takýto snímok šedého povrchu betónovej vzorky, aj v dôsledku kolmého osvetlenia a automatickej voľby expozičných parametrov, neobsahuje žiadne hlboké tieňe a vysoké jasy. Obr. 3 vo svojom strednom pruhu zobrazuje dynamický rozsah snímku vzhľadom na absolútne hodnoty 0 až 255, pričom nula reprezentuje žiaden jas a číslo 255 je priradený jas 100 %. Z takéhoto zobrazenia je evidentné, že dynamický rozsah snímku je len určitým zlomkom celkového dynamického rozsahu. Obr. 3 je zostavený tak, že najtmavšia (75 %) sivá zodpovedá jasú 64 a najsvetlejšia (25 %) sivá zodpovedá jasú 191. Ak tieto dve úrovne jasů navzájom odčítame (191 – 64) dostaneme číslo 127, čo je približne polovica disponibilného dynamického rozsahu. Polovičný dynamický rozsah snímku by sa pri hodnotení jasů prejavil zvýšením neistoty „merania“ na dvojnásobok. Vo všeobecnosti by sa zvýšenie neistoty rovnalo násobku prevrátenej hodnoty pomeru dynamického rozsahu snímku k absolútnemu dynamickému rozsahu. Pre spresnenie analýzy jasů snímku je potrebné zväčšiť dynamický rozsah snímku tak, aby sa čo najviac približoval absolútnemu dynamickému rozsahu. Na zhotovených snímkoch je vo väčšine prípadov takýto krok možné vykonať manuálnym zadaním úrovni. V tomto kroku sa prideli najtmavšiemu bodu na snímku hodnota 0 (absolútne bez jasů) a/alebo najsvetlejšiemu bodu hodnota 255 (100% jas). Z toho dôvodu, že oblasť s dostatočnou hrúbkou nástreku sa javí ako tmavá, sa ďalej uvažuje s postupom kedy sa priraduje tzv. čierny bod (hodnota 0).

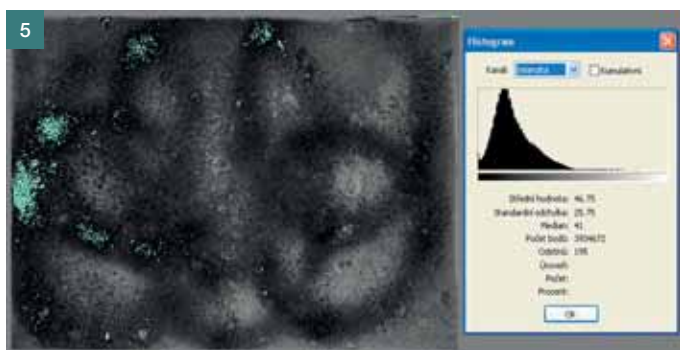
Jasy jednotlivých obrazových bodov v pôvodnom dynamickom rozsahu sa týmto spôsobom pretransformujú na jasy v novom (manuálne) zadanom rozsahu. Analýza jasů sa ďalej vykoná na takto upravenom snímku. Pre ilustráciu sa odporúča farebne zobrazíť obrazové body bez jasů $b(d_s) = 0$ (absolútna nula), reprezentujúce diferenciálne plôšky s idealizovane dokonalým ošetrovaním. Zobrazovacia funkcia sa zvyčajne označuje ako „zobrazenie prepalov“.

Prvým krokom analýzy je zistenie početnosti výskytu obrazových bodov (pixelov) s jednotlivými úrovňami jasů v rozsahu 0 až 255, ktorá sa graficky prezentuje ako štandardný histogram (napr. obr. 3). Pozdĺž horizontálnej osi sa mení jas od 0 až do 255 a na zvislú os sa vynášajú relatívne početnosti (pravdepodobnosti) výskytu obrazových bodov obsahujúcich danú jasovú informáciu (hodnotu). Relatívna početnosť $P(b_i)$ sa zisťuje automaticky podľa (1), kde $p(b = b_i)$ [-] je obrazový bod s jasom b rovnajúcim sa hľadanejmu jasú b_i , ρ_x je množstvo obrazových bodov snímku v smere x a ρ_y je množstvo obrazových bodov snímku v smere y .

$$P(b_i) = \frac{\sum_{i=0}^{255} p(b = b_i)}{\rho_x \rho_y} \cdot 100 \quad [\%] \quad (1)$$

Výstupom z analýzy sú základné štatistické parametre súboru dát, za ktorý možno snímok považovať, nakoľko každému obrazovému bodu je samotným exponovaním snímku, podľa účinnosti ošetrovania nástrekom, priradená hodnota jasů 0 až 255 a tá sa pri analýze zisťuje. Grafické zob-





razenie distribučního rozdělení výskytu jednotlivých jasov v snímku reprezentuje histogram (obr. 5), který je doplněn o některé statistické ukazovatele súboru dát (snímku). Základné údaje o súbore sú priemerná resp. stredná hodnota jasů b_{AVG} [-], smerodajná odchýlka σ_b [-], veľkosť štatistického súboru – počet obrazových bodov a množstvo dosiahnutých úrovní jasů $\Sigma(b_i)$ [-]. Z množstva úrovní jasů $\Sigma(b_i)$ sa podľa (2) určí relatívny dynamický rozsah DR_R [%] snímku.

$$DR_R = \frac{\sum_{i=0}^{255} b_i}{255} \cdot 100 \quad [\%] \quad (2)$$

DR_R poskytuje informáciu o rozlíšení resp. neistote merania. Informácia o strednom jase snímku j , $b_{AVG,j}$ sa udáva v škále 0 až 255, čo je z pochopiteľných dôvodov nepraktická škála, preto sa podľa (3) prevádza na priemernú $^{100}b_{AVG}$ v percentách sivěj, a to zo všetkých skúšobných telies n . Rovnakým postupom, podľa (4), sa pretransformuje na použiteľnejšie jednotky a priemernú hodnotu aj smerodajná odchýlka súboru σ .

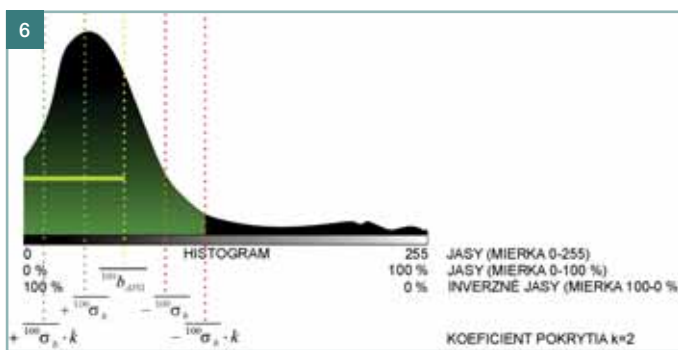
$$\frac{1}{^{100}b_{AVG}} = \frac{\sum_{j=1}^n b_{AVG,j} \cdot \frac{100}{255}}{n} \quad [\%] \quad (3)$$

$$\frac{1}{^{100}\sigma_b} = \frac{\sum_{j=1}^n \sigma_b \cdot \frac{100}{255}}{n} \quad [\%] \quad (4)$$

Takto upravené charakteristiky súboru reprezentujú jednu skúšobnú vzorku vystavenú pôsobeniu okolitého prostredia s určitou kombináciou okrajových podmienok (T , RH , v_{WV}). Vychádzajúc zo zobrazenia diferenciálnych plôšok s absolútnym ošetrovaním pomocou nástreku, t.j. absolútna čierna (100% sivá), a zo snahy o dosiahnutie absolútného pokrytia povrchu skúšobných telies ošetrovacím nástrekom je vhodné previesť priemerný jas súboru na inverzný (5). Priemerný jas sa pretransformuje na inverzný parameter (hodnotu), ktorá charakterizuje súbór z hľadiska dosiahnutia idealizovane absolútného ošetrovania (100%). To znamená 100% pokrytie povrchu skúšobných telies nástrekom a ako výsledok 100% čierna (sivá) na 100 % plochy.

$$\frac{1}{^{100}b_{AVG}} = \frac{\sum_{j=1}^n \left(100 - \left(b_{AVG,j} \cdot \frac{100}{255} \right) \right)}{n} \quad [\%] \quad (5)$$

Ďalej sa posudzujú už iba jednotlivé vzorky (sada skúšobných telies) a operuje sa len s inverznými parametrami (hod-



Obr. 5 Príklad výstupu analýzy jasov snímku so zvýraznenými plochami s nulovým jasom ■ Fig. 5 Example of the output of the brightness analysis of the picture with highlighted areas with zero brightness

Obr. 6 Princíp vyhodnocovania histogramu jasov a štatistických parametrov súboru ■ Fig. 6 Principle of evaluation of brightness histograms and statistical parameters of the set of data

Obr. 7 Relatívne plochy dokonalého ošetrovania membránou ■ Fig. 7 Relative areas with absolute curing by membrane

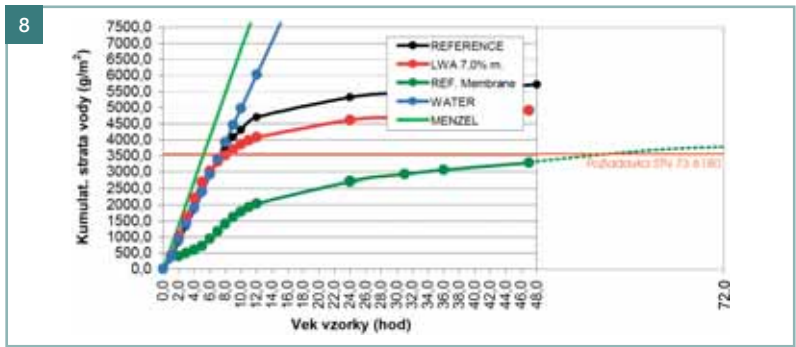
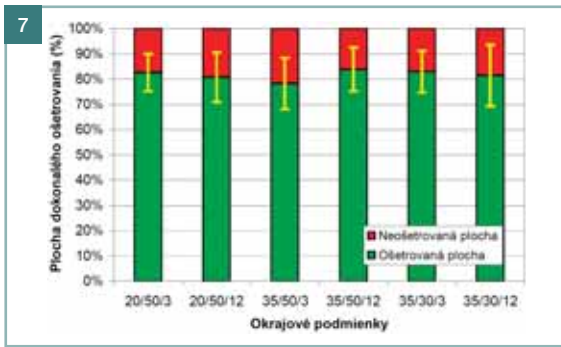
Obr. 8 Kumulatívna strata vlhkosti a porovnanie s transformovanou požiadavkou STN 73 6180 ■ Fig. 8 Cumulative loss of water and comparison with transformed requirement of STN 73 6180

notami). Priemerný (inverzný) jas vzorky teda môžeme vysvetliť ako priemerný stupeň dosiahnutia absolútného ošetrovania alebo ako priemernú plochu vzorky s absolútnym ošetrovaním nástrekom. Ak by teda priemerný (inverzný) jas $^{100}b_{AVG}$ dosiahol napr. 75 % a smerodajná odchýlka σ_b napr. 10 %, znamenalo by to, že plocha vzorka bola ošetrovaná nástrekom na 75 % povrchu. Keďže štatistický súbór je dostatočne veľký (rádovo v násobkoch 10^6 obrazových bodov (pixelov)), potom je opodstatnené zaoberať sa rozptylom σ_b^2 alebo smerodajnou odchýlkou σ_b zistených jasov, a teda rovnomernosťou hrúbky membrány resp. nástreku ako procesu. Z hľadiska rovnomernosti je zaujímavé rozloženie histogramu v krajných oblastiach. Zjednodušené, ľavá strana histogramu sa upravila pomocou zadenfinovania čierneho bodu. Ak na ľavej strane nevystupujú výrazné početnosti vysokých jasov, potom je nástrek pomerne rovnomerný. Získané údaje o priemernom jase vzorky $^{100}b_{AVG}$ [%] a smerodajnej odchýlke $^{100}\sigma_b$ [%] sa pomocou koeficientu pokrytia k využijú pre stanovenie rozšírenej neistoty (resp. spoľahlivosti). Konfidenčnej pravdepodobnosti na úrovni cca 68,27 % zodpovedá $k = 1$, na úrovni 95,45 % zodpovedá $k = 2$ a na úrovni 99,73 % zodpovedá $k = 3$. V obr. 6 a v praktickej aplikácii metódy sa používa koeficient pokrytia $k = 2$, ktorým sa podľa (6) a (7) získa interval $^{100}b_L - ^{100}b_U$ [%], v ktorom sa s konfidenčnou pravdepodobnosťou 95 % vyskytuje priemerný jas resp. priradená priemerná plocha s dokonalým ošetrovaním.

$$^{100}b_L = ^{100}b_{AVG} - \left(k \cdot ^{100}\sigma_b \right) \quad [\%] \quad (6)$$

$$^{100}b_U = ^{100}b_{AVG} + \left(k \cdot ^{100}\sigma_b \right) \quad [\%] \quad (7)$$

Z priemerného jasů vzorky $^{100}b_{AVG}$ [%] a smerodajnej odchýlky $^{100}\sigma_b$ [%] pri zvolenej hladine $\alpha = 0,1$ (t.j. spoľahlivosti určenia $1-\alpha = 0,9$) a rozsahu výberu m (rádovo 10^6) sa 5% kvantil $Q_{0,05}$ jasů vzorky určí podľa (9). $Q_{0,05}$ sa rovná dolnému tolerančnému intervalu $b_{L,0,05}$ [%], ktorý sa stanoví ako rozdiel priemerného inverzného jasů $^{100}b_{AVG}$ [%] a stupňa



volnosti $\chi_{0,05}$. Stupeň volnosti $\chi_{0,05}$ sa stanoví podľa (8) ako súčin činiteľa jednostranného tolerančného intervalu K [6] a smerodajnej odchýlky jasu σ_b . Činiteľ jednostranného tolerančného intervalu K sa (na strane bezpečnosti) odhadol pre rozsah výberu $m = 10^6$ na hodnotu 1,7 [-].

$$\chi_{0,05} = K \left(\sqrt[100]{\sigma_b} \right) \quad [\%] \quad (8)$$

$$Q_{0,05} = b_{L,0,05} = \sqrt[100]{b_{AVG}} - \chi_{0,05} \quad [\%] \quad (9)$$

Doľný tolerančný interval, resp. 5% kvantil reprezentuje percentuálnu hodnotu inverzného jasu, v porovnaní s ktorým 95 % obrazových bodov vzorky dosahuje vyšší inverzný jas.

Metóda si vyžaduje spresnenie techniky snímkovania povrchov skúšobných telies (čas, vzdialenosť a expozícia) pre

dosiahnutia čo najväčšieho množstva dát (meraných bodov) a zväčšenie dynamického rozsahu snímku. Ako vhodné sa javí aj vytvorenie databázy hrúbok membrány a ich jasu v určitom veku vzorky, ktoré by slúžili pre zatriedenie plôch s dostatočnou a nedostatočnou mierou ošetrovania nástrekom.

V experimentálnej časti sa metóda použila na hodnotenie ošetrovania vzoriek pomocou nástreku parafínovou emulziou Masterkure 216.

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Počas experimentálnej časti boli doskové skúšobné telesá rozmerov 225 × 335 × 70 mm vystavené pôsobeniu okolitého prostredia simulujúceho letné betonáže. Použila sa kombinácia okrajových podmienok – teplota 35 °C, relatívna vlhkosť vzduchu 30 % a rýchlosť prúdenia vzduchu 3 km/h. Po

ČESKÁ BETONÁŘSKÁ SPOLEČNOST

– ČBS ČSSI V ROCE 2014 (redakční poznámka)

Následující informace se týká změn, které nastaly v České betonářské společnosti ČSSI.

První je změnou personální. Dlouholetý výkonný ředitel Ing. Vlastimil Šrůma, CSc., MBA, se rozhodl ukončit své působení v kanceláři ČBS a bude se věnovat nadále svým aktivitám. Od 1. května 2014 jej plně zastupuje Ing. Michal Števuľa, Ph.D., jehož nominaci schválil výbor ČBS. V sekretariátu ČBS i nadále zůstávají dlouholetí a osvědčení pracovníci Bc. Petra Johová a Mgr. Jiří Vích.

Další změnou je nové uspořádání vztahu a spolupráce mezi ČBS a ČBS Servis, s. r. o., v které měla ČBS svůj podíl a která dlouhodobě pro ČBS vykonávala řadu aktivit. Činnost společnosti ČBS Servis, s. r. o., byla ukončena a ČBS převzala tento svůj podíl v ČBS Servis, s. r. o., Ing. Šrůmovi. Následně byla ČBS Servis, s. r. o., přejmenována na ACONSE CZ, s. r. o. V současné době jsou společností ČBS ČSSI a ACONSE CZ, s. r. o., na sobě zcela nezávislé a nevyvíjejí společné aktivity. ČBS bude organizovat své činnosti vlastními silami, popřípadě ve spolupráci s dalšími subjekty. Těmito změnami však nedochází k nějaké zásadní změně v činnosti ČBS ČSSI.

Česká betonářská společnost bude i nadále pořádat a připravovat konferenční akce Betonářské dny, Technologie betonu či mezinárodní betonářskou konferenci CCC. Dále budou připravovány semináře či školení z oblasti technologie, provádění a navrhování betonových konstrukcí, na které je odborná veřejnost zvyklá.

Zároveň budou připravovány nové akce na další témata, jako jsou např. pohledové betony a bílé vany s předpokládanou aktualizací již vydaných publikací. Nedílnou součástí

tí programu ČBS zůstanou i Betonářské úterky a Technologické úterky.

Věříme, že nové změny zajistí pokračování aktivit ČBS zejména na poli informačního servisu široké betonářské obci. Zároveň je na místě vyslovit veliký dík Ing. Vlastimilu Šrůmovi za práci, kterou v minulých letech odvedl „v dresu“ ČBS.



Za ČBS ČSSI Jiří Kolisko,
předseda ČBS ČSSI,
e-mail: kolisko@klok.cvut.cz



Za redakci Michal Števuľa,
člen výboru ČBS ČSSI,
e-mail: stevuľa@cbsbeton.eu

Aktuální kontakty do kanceláře ČBS:

Česká betonářská společnost ČSSI
Samcova 1
110 00 Praha 1
tel.: 222 316 195



Petra Johová
tel.: 775 124 100
e-mail: johova@cbsbeton.eu



Jiří Vích
tel.: 605 325 366
e-mail: vich@cbsbeton.eu

čas 48 h sa meral úbytok hmotnosti skúšobných telies referenčných a telies s parafínovou membránou. Úbytok hmotnosti predstavuje množstvo vody odparenej do okolitého prostredia. Meraním aktuálnej hmotnosti všetkých n skúšobných telies v čase t_j a porovnaním s hmotnosťou v čase t_{j-1} sa podľa (10) zistila stredná intenzita straty vlhkosti $E_E(t_j)$ v čase t_j . V tomto vzťahu vystupuje aktuálna meraná hmotnosť i -teho skúšobného telesa m_i [g], plocha skúšobného telesa exponovaná prostrediu A (0,075375 m²), časový úsek $t_j - t_{j-1}$ [h] medzi dvomi po sebe nasledujúcimi váženiami. Intenzita straty vlhkosti je ukazovateľom náchylnosti betónu na odlučovanie vody (tzv. potenie), dynamiky transferu vlhkosti v systéme a hutnosti formujúcej sa tuhej fázy.

$$\overline{E_E(t_j)} = \frac{\sum_{i=1}^n m_i(t_j) - \sum_{i=1}^n m_i(t_{j-1})}{A(t_j - t_{j-1})} \quad [\text{g/m}^2 \cdot \text{h}] \quad (10)$$

Zistené stredné intenzity straty vlhkosti sa upravili príslušnou priemernou hodnotou inverzného jasov povrchu vzoriek (obr. 7) pri podmienkach prostredia 35/30/3. V tomto prípade bol inverzný jas 82,99 %. Znamená to, že intenzitu straty vlhkosti pri dokonalej aplikácii nástreku (membrány), keby inverzný jas bol 100 %, je možné spresniť podľa (11).

$$\overline{E_{E,100}(t_j)} = \frac{\overline{E_{E,b}(t_j)} \cdot \overline{E_{E,b}(t_j)}}{\overline{E_{E,0}(t_j)}} \quad [\text{g/m}^2 \cdot \text{h}] \quad (11)$$

Spresnená intenzita straty vlhkosti, t.j. pri predpoklade dokonalého pokrytia plochy vzorky, sa použila do integrálneho výpočtu kumulatívnej straty vlhkosti po dobu 48 h [g]. Pre porovnanie s požiadavkou STN 73 6180 na parotesnosť nástreku po 72 h sa extrapoloval priebeh kumulatívnej straty vlhkosti až do veku 72 h. Ak sa uvedené zistenia porovnajú s predpokladane splnenou požiadavkou čl. 5 STN 73 6180 na maximálnu paropriepustnosť 1 000 g/m² počas expozície prostrediu s okrajovými podmienkami $T = 35 \pm 1$ °C; $RH = 35 \pm 1$ % a $v_W \leq 3,6$ km/h pri veľkosti skúšobného telesa 160 × 220 × 40 mm ($w/c = 0,45$), potom pri prepočte na rozmery (objem) použitých skúšobných telies (225 × 335 × 70 mm) pri $w/c = 0,42$ môžeme z obr. 8 odhadnúť pomerne dobrú zhodu medzi spresnenou ideálnou stratou vlhkosti pomocou fotogrametrickej metódy a požiadavkou pre konvenčné meranie parotesnosti. Možno usudzovať, že spresnenie intenzity straty vlhkosti fotogrametrickou metódou umožnilo lepšiu interpretáciu meraných výsledkov.

ZÁVER

Metóda fotogrametrického overenia pôsobenia parafínovej membrány umožnila spresniť merané výsledky resp. odhaliť potenciálnu intenzitu straty vlhkosti z betónových vzoriek v prípade, že by bola na ne ideálne a rovnomerne aplikovaná ošetrovacía parafínová membrána. Predpokladáme, že metódu je možné nakalibrovať na väčších plochách pomocou kapacitného merania povrchovej vlhkosti betónu tak, aby sa prostredníctvom nej dali vyjadrovať aj absolútne vlhkosti betónu v mladom veku.

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.

Citované a súvisiace dokumenty

- [1] Pihan R.: Mistrovství práce s DSLR, Institut Digitální Fotografie, 3. vydanie, Praha, 2008, p. 230.
- [2] Dynamic Range in Digital Photography, available at: <http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/dynamic-range.htm>
- [3] Camera Histograms: Tones & Contrast, available at: <http://www.cambridgeincolour.com/tutorials/histograms.1.htm>
- [4] Vyrovnanie jasov pomocou úrovni, available at: <http://www.ephoto.sk/fotoskola/clanky/editacia-fotografii/levels-vyrovanie-jasov-pomocou-urovni/>
- [5] Egermayer F., Boháč M.: Statistika pro techniky, STNL, Praha, 1984, p. 296
- [6] Jikeš L., Jaga J.: Základní statistické tabulky, SNTL, 1. vydanie, Praha, 1978, p. 488
- [7] Jílek M.: Statistické toleranční meze, SNTL, 1. vydanie, Praha, 1988, p. 280
- [8] Ventcelová J. S.: Teória pravdepodobnosti, Alfa, Bratislava, 1973, p. 524
- [9] Weisberg A., Beatty G.: Tables of Tolerance-Limit Factors for Normal Distribution, Technometrics, Vol. 2, No. 5, American Statistical Association, 1960
- [10] Vyjadrovanie neistôt merania pri kalibrácii – Metodická smernica na akreditáciu, Slovenská národná akreditačná služba, Bratislava, 2010, p. 49
- [11] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 1. Strata vody z betónu, Beton TKS, Vol. 10, No. 1, Beton TKS, Praha, 2010
- [12] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 2. Superabsorbčné polyméry, Beton TKS, Vol. 10, No. 2, Beton TKS, Praha, 2010
- [13] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 3. Nasiaknuté ľahké kamenivo, Beton TKS, Vol. 10, No. 3, Beton TKS, Praha, 2010
- [14] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 4. Konvenčný návrh ošetrovania pomocou ľahkého kameniva, Beton TKS, Vol. 10, No. 6, Beton TKS, Praha, 2010, s. 40–43
- [15] 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, s. 36–42
- [16] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 6. Odparovanie vody, konvencia a skutočnosť, Beton TKS, Vol. 12, No. 6, Beton TKS, Praha, 2012
- [17] 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
- [18] Briatka P., Makýš P.: Možno účinne použiť pórovité kamenivo na vnútorné ošetrovanie betónu?, Beton TKS, Vol. 11, No. 4, Beton TKS, Praha, 2011
- [19] 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
- [20] 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
- [21] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 10. Vnútorné ošetrovanie a elektrické charakteristiky betónu, Beton TKS, Vol. 13, No. 6, Beton TKS, Praha, 2013
- [22] Briatka P., Makýš P.: Ošetrovanie čerstvého betónu – 11. Laboratórna aplikácia parafínového nástreku, Beton TKS, Vol. 14, No. 1, Beton TKS, Praha, 2014

Ing. Peter Briatka, PhD.
Holcim (Slovensko), a. s.
Technicko-kompetenčné centrum
e-mail: peter.briatka@holcim.com
briatka.p@gmail.com



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

