

OŠETROVANIE ČERSTVÉHO BETÓNU – 1. STRATA VODY Z BETÓNU ■ FRESH CONCRETE CURING – 1. WATER LOSS FROM CONCRETE

Peter Briatka, Peter Makýš

Betón, rovnako ako každý iný materiál či látka, podstupuje objemové zmeny. Objemové zmeny súvisia ako s teplotnou rozťažnosťou, tak aj so zmršťovaním, ktorého hlavnou hnacou silou je zmena relatívnej vlhkosti betónu. Konštrukčné riešenia objemových zmien betónu existujú, no ich použitie nie je často možné, ba dokonca ani vhodné. V technológii betónu sa tak pozvoľna vytvorila oblasť zaoberajúca sa ošetrovaním betónu. Ošetrovaním betónu by sa mali potlačiť účinky určitých činiteľov objemových zmien. Táto práca sa zaoberá ošetrovaním betónu, no nie v zmysle záporných teplôt resp. typickej zimnej betonáže. Práca je rozdelená do troch navzájom na seba nadväzujúcich častí. 1. časť sa zaoberá stratou vody z betónu do okolitého prostredia, tj. vysychaním odparovaním. Aj v kruhoch odbornej verejnosti stále pretrvávajú hlboko zakorenená domnienka, že z betónu sa voda iba odparuje a že obvyčajným pokropením betónu vyparenú vodu doplníme a nič sa nedeje. Keby sme túto polopravdu pre zatiaľ aj ignorovali, kto vie určiť, koľko vody je potrebné betónu dodať a v akých časových intervaloch kropenie opakovať? Uvedené parametre súvisia s intenzitou odparovania vody z betónu, ktorej sa venuje táto časť práce. ■ Concrete as well as every other material or stuff undergoes volume changes. The volume changes relate with both thermal expansion and shrinkage of which the main driving force is change in relative humidity of concrete. The structural designs of volume changes of concrete exist, but usage of them is often not feasible, moreover sometimes neither adequate. In concrete technology, there has slowly been created a branch focused on concrete curing. By curing, the effects of certain volume changes agents should be mitigated. This work deals with concrete curing but not in the meaning of low (negative) temperatures or classic winter concreting. The paper is divided into three interlocking parts. The first part is devoted to water loss from concrete into the environment i.e. to drying by evaporation. Even among the vocational community there still persist deep-rooted belief that water from concrete is only being evaporated and by simple sprinkling concrete we refill water lost and nothing is happening. Even if we ignore this misconception for now, who can state how much water has to be supplied to concrete and in how long time intervals to repeat the sprinkling? Mentioned characteristics relate with intensity of water evaporation which this paper is focused on.

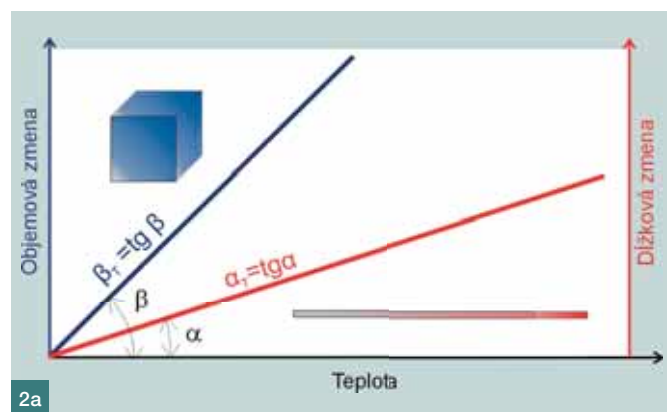
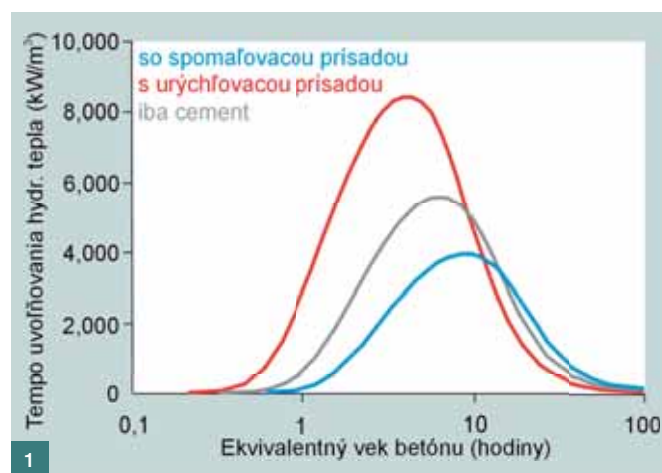
OŠETROVANIE ČERSTVÉHO BETÓNU

Ošetrovanie čerstvého a mladého betónu je súbor opatrení a procesov, ktorých cieľom je umožnenie hydratácie cementu v podmienkach čo najbližších tým ideálnym (20 °C a RH 100 %). Výsledkom by mala byť trvanlivá betónová konštruk-

cia splňajúca pôvodné požadované návrhové parametre. Z iného uhla pohľadu je cieľom ošetrovania betónu dosiahnutie jeho najvyššej možnej pevnosti [1]. Syntézou oboch prístupov dospejeme ku komplexnému významu ošetrovania betónu, ktorým je maximálne využitie potenciálu čerstvého betónu a realizovanej konštrukcie na spoľahlivú funkčnosť počas čo najdlhšieho obdobia. Spomínaný potenciál je determinovaný všetkými doposiaľ vykonanými činnosťami v projektovej príprave ako aj v realizačnej fáze. V zásade je ošetrovanie betónu finálnym procesom zhotovovania betónových konštrukcií. Jeho správna voľba a technologické prevedenie má preto rozhodujúci význam z hľadiska sumy doposiaľ vynaložených prostriedkov na zhotovenie konštrukcie.

Vo všeobecnej rovine je možné ošetrovanie betónu rozdeliť do dvoch základných skupín.

Prvou a tou jednoduchšou je ochrana proti mechanickému poškodeniu statickým zaťažením a proti poškodeniu formujúcej sa štruktúry cementového kameňa účinkami dynamickeho zaťaženia otrasmi alebo vibráciami. V tomto prípade platí, že kryštály vznikajúce z CSH gélu a formujúce budúcu štruktúru cementového kameňa sú náchylné na dynamicke zaťaženia resp. vibrácie. Vnesením takejto formy zaťaženia do tuhnúceho betónu by došlo k zásadnému porušeniu väzieb medzi kryštálmi navzájom a na rozhraní cementový kameň – kamenivo, čo by logicky viedlo k zníženiu výslednej pevnosti betónu. Z hľadiska statického zaťaženia je potrebné poznamenať, že veľkoplošné doskové konštruk-



cie si vyžadujú relatívne včasné zaťaženie pri realizácii úpravy povrchu a prerezaní kontrakčných škár. Z tohto dôvodu je nevyhnutné v každom okamihu zaťaženia mladého betónu spĺňať podmienku $\sigma(t) \leq f_c(t)$.

Druhou skupinou je zabránenie vzniku ťahových alebo tlakových napätí vo vznikajúcej alebo už existujúcej štruktúre betónu, ktorá v danom okamihu nemá dostatočnú pevnosť na to, aby ich dokázala preniesť. Ťahové alebo tlakové napätia vznikajú v dôsledku objemových zmien, samotného materiálu alebo jeho zložiek, vyvolaných nepriaznivým pôsobením vonkajšieho prostredia. Napätia v celom kompozite sú spôsobené objemovými a dĺžkovými zmenami súvisiacimi s priebehom vývinu hydratačného tepla (schematicky podľa obr. 1) a snahou tuhnucej resp. tvrdnúcej konštrukcie o dĺžkovú kontrakciu (obr. 2).

STRATA VLNKOSTI BETÓNU – VYSYCHANIE

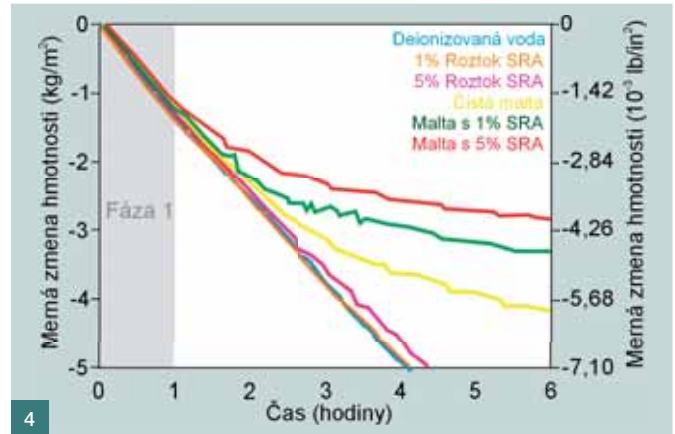
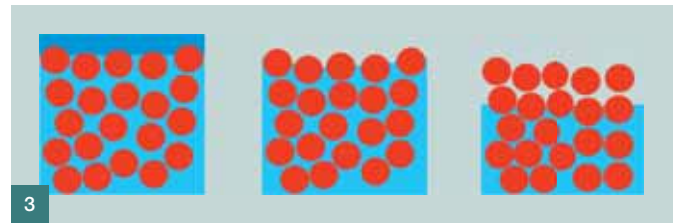
Ďalším faktorom generujúcim ťahové napätia, no pôsobiace len v určitej zložke betónu, je vysychanie cementového tmelu. Vznik a rozvoj napätí týmto mechanizmom súvisí so stratou vody z povrchu konštrukcie (vysychanie) a spotrebou vody na hydratáciu cementu (autogénne vysychanie). Povrchové vysychanie, spôsobené nižšou relatívnou vlhkosťou (*RH*) ako je vlhkosť cementového tmelu, je možné rozdeliť do troch fáz (obr. 3).

V prvej fáze sa z povrchu odparuje tenká vrstvička „vypotenej“ vody. Táto fáza nie je ničím zaujímavá, nakoľko sa jedná o klasické odparovanie vody z voľnej vodnej hladiny, čo potvrdzuje aj obr. 4, kde je jasne vidno konštantnú a zhodnú rýchlosť odparovania vody počas prvej fázy.

Akonáhle sa ale vypotená voda úplne odparí, odparovanie prechádza do fázy číslo dva. Oblasť odparovania sa presúva do najvrchnejšej vrstvičky tuhých častíc, kde sa stratou vody začínajú formovať kapilárne menisky. S prebiehajúcim odparovaním sa polomery meniskov zmenšujú. V pórovom roztoku tak vznikajú ťahové napätia. Zatiaľ neexistuje pevná štruktúra cementového tmelu, a preto ťahové napätia spôsobujú kolaps systému. Viskózný systém sa zmršťuje prevažne v smere pôsobiacej gravitácie a pevné častice klesajú nižšie (konsolidujú), čo vytláča pórový roztok do vrchných vrstiev a odparovanie pokračuje ďalej. Konsolidáciou systému sa zvyšuje difúzny odpor proti stúpaniu pórového roztoku k povrchu konštrukcie. Zároveň sa znižuje aj stlačiteľnosť systému. Z tohto dôvodu vznikajú väčšie kapilárne napätia, ktoré ťahajú pórový roztok ku povrchu. Vyšším napätiam pevné častice opäť podliehajú a ich kostra sa stáva výrazne hutnejšou. Keď už systém nie je schopný konsolidácie (kritický bod), oblasť odparovania sa presúva do vnútra cementového tmelu. V tomto bode vznikajú trhliny, keď už systém nie je schopný ďalšieho sadania (konsolidácie) a kapilárne napätia dosahujú najvyššie hodnoty.

Odparovanie však pokračuje ďalej treťou fázou. Oblasť odparovania sa presúva hlbšie do cementového tmelu, čo znamená neustále spomaľovanie jeho tempa, pretože sa „stráca“ priamy kontakt kapilárnych pórov s okolitým prostredím. Je potrebné poznamenať, že prechod z druhej do tretej fázy nie je možné jednoznačne určiť, pretože, zatiaľ čo veľké póry na povrchu sú vyprázdnené, malé póry zostávajú nasýtené a vodu k odparovaniu uvoľňujú až neskôr. Spôsobené je to spojitým rozdelením veľkostí zŕn cementu, a tým pádom aj spojitým rozdelením veľkosti pórov.

Strate vody z betónu sa venuje a v súčasnosti sa naďalej venuje veľká pozornosť, obzvlášť na teoretickej úrovni a skú-



Obr. 1 Tempo uvoľňovania hydratačného tepla [2] | Fig. 1 Rate of heat liberation [2]

Obr. 2 a) Schematická objemová a dĺžková teplotná rozťažnosť, b) objemová zmena betónu v praxi | Fig. 2 a) Schematic volume and length thermal expansion, b) concrete volume change in practice

Obr. 3 Tri fázy straty vody odparovaním do okolitého prostredia | Fig. 3 Three phases of water loss by evaporation into the environment

Obr. 4 Špecifické množstvo odparenej vody [3] | Fig. 4 Specific water loss by evaporation [3]

maním v laboratórnych podmienkach simulujúcich reálne podmienky na stavenisku. Ako si teda stratu vody zo systému (z betónovej konštrukcie) vysvetliť?

Strata vody z betónu je reakcia na určitý podnet z okolia konštrukcie, ktorého účinok sa v čase mení. Podnetom sa v tomto prípade rozumie stav prostredia charakterizovaný relatívnou vlhkosťou (*RH*), teplotou tesne nad povrchom betónovej konštrukcie (*T_S*) a rýchlosťou prúdenia vzduchu (*v_w*) tiež v oblasti tesne nad konštrukciou.

Prvotný koncept odparovania vody z betónu predstavil Menzel a vyjadruje ho vzťah (1). V tomto modeli je podnetom rozdiel tlakov vodnej pary medzi betónom a okolitým prostredím a rýchlosťou prúdenia vzduchu. Rozdiel tlakov v sebe zahŕňa aj teplotu prostredia v zmysle závislosti relatívnej vlhkosti od teploty ovzdušia. Tento model prešiel určitým vývojom, výsledkom ktorého je, v súčasnosti, dobre známy a odbornou verejnosťou akceptovaný nomogram straty vody z betónu v dôsledku odparovania (obr. 5).

$$E_E = 0,44 \cdot (\rho_{VS} - \rho_{VA}) \cdot (0,253 + 0,096 \cdot v_w) \quad [\text{lb} \cdot \text{ft}^{-2} \cdot \text{hr}], \quad (1)$$

kde *E_E* značí intenzitu odparovania vody [*lb*·ft⁻²·hr], *ρ_{VS}* parciálny tlak nasýtenej vodnej pary na povrchu konštrukcie [*psi*], *ρ_{VA}* parciálny tlak vodnej pary vo vzduchu [*psi*], *v_w* rýchlosť prúdenia vzduchu vo výške 20 in. nad konštrukciou [*mph*].

$$\rho_S = 0,61 \cdot e^{\left(\frac{17,3 \cdot T}{273,3 + T}\right)} \quad [\text{kPa}], \quad (2)$$

kde *ρ_S* je tlak nasýtenej vodnej pary [*kPa*] a *T* teplota [*°C*]. Intenzitu odparovania vody *E_E* v anglosaských jednotkách

(vzťah 1) možno jednoduchým prepočtom vyjadriť aj v metrických jednotkách pomocou zmeny koeficientov ako je to uvedené vo vzťahu (3).

$$E_E = 0,313 \cdot (\rho_{SS} - r \cdot \rho_{SA}) \cdot (0,253 \cdot 0,06 \cdot v_W) \quad [\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})], \quad (3)$$

kde ρ_{SS} značí tlak nasýtenej vodnej pary na povrchu betónu [kPa] zo vzťahu 2, ρ_{SA} tlak nasýtenej vodnej pary vo vzduchu [kPa] zo vzťahu 2, r vlhkosť vzduchu vyjadrená ako $RH/100$, v_W rýchlosť prúdenia vzduchu vo výške 0,5 m nad konštrukciou [km/h].

Pre jednoduchšie výpočty priamo na stavenisku bol odvodený vzťah 4, ktorým je možné vypočítať intenzitu odparovania vody bez výpočtov tlakov vodných pár.

$$E_E = (T_S^{2,5} - r \cdot T_A^{2,5}) \cdot (1 + 0,4 \cdot v_W) \cdot 10^{-6} \quad [\text{kg}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})] \quad (4)$$

V zjednodušenom vzťahu (4) vystupuje premenná T_S , čo je teplota povrchu betónu, resp. teplota tesne nad povrchom. Teplota v tejto oblasti je v skutočnosti ovplyvnená nielen teplotou prostredia (T_A), ale aj intenzitou slnečného žiarenia (I_{GR}) (priameho aj difúzneho) a pohltivosťou betónu.

Pohltivosť betónu sa v jeho skorom veku výrazne mení a to skoro skokom medzi dvomi štádiami. V prvom štádiu je na povrchu betónu tenká vrstvička tzv. vypotenej vody, ktorá zabezpečuje výraznú reflexiu slnečného žiarenia, preto je pohltivosť relatívne nízka. Keď sa ale „vypotená“ voda odparí, absorpcia žiarenia výrazne vzrastie a teplota betónu aj vzduchu v jeho tesnej blízkosti sa zvýši.

Menzelov model matematicky nezahŕňal vplyv slnečného žiarenia na intenzitu odparovania vody, no v reálnych podmienkach je potrebné tento faktor zakomponovať do výpočtu. Prvotnou myšlienkou je, že časť slnečného žiarenia je absorbovaná betónom, tým betón prijíma energiu absorbovaných fotónov a zvyšuje svoju vnútornú energiu. Zvýšenie vnútornej energie sa prejaví zvýšením teploty. Ako prvá sa od slnečného žiarenia zvýši povrchová teplota a následne, v závislosti od teplotného gradientu po výške prierezu, dochádza ku zmene tepelného toku v priereze. Pre odparovanie vody z betónu podľa vzťahu (4) má význam zaoberať sa len zvýšením povrchovej teploty betónu. Zohľadnením vplyvu slnečného žiarenia je potom možné povrchovú teplotu betónu T_S vyjadriť vzťahom (5) [6].

$$T_S = T_A + \frac{c_a \cdot I_{GR}}{h_{S,cv}} - \frac{v_0}{h_{S,cv}} \quad [^\circ\text{C}], \quad (5)$$

kde c_a označuje koeficient pohlcovania slnečného žiarenia ($c_a = 1 - c_r$), I_{GR} je intenzita globálneho žiarenia [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$], $h_{S,cv}$ koeficient prestupu tepla [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$] a v_0 teplo vydávané na povrchom konštrukcie [$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$].

$$h_{S,cv} = (5,3 + 3,6 \cdot v_W + 4) \cdot 1,162 \quad [\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})], \quad (6)$$

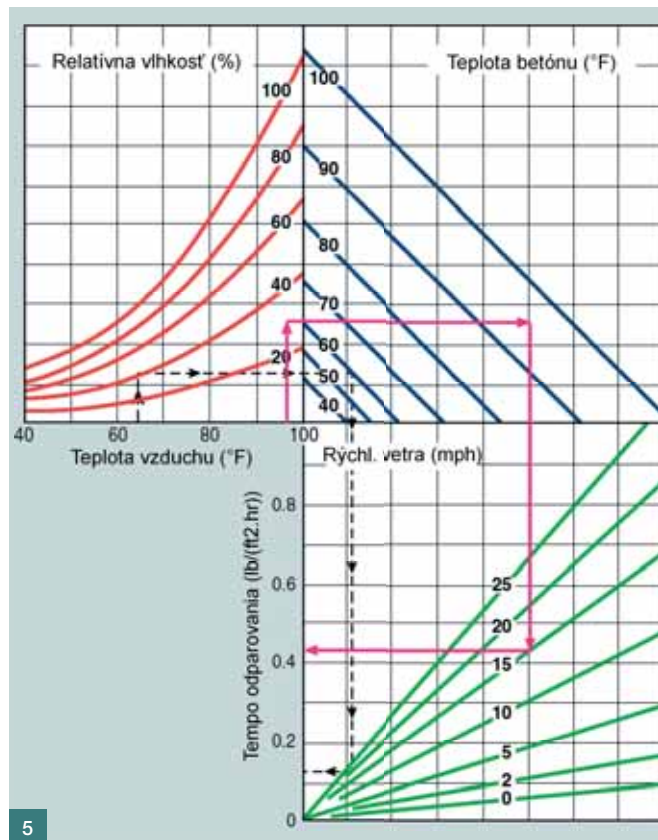
kde v_W je rýchlosť prúdenia vzduchu vo výške 0,5 m nad konštrukciou [m/s].

Pri výpočte teploty tesne nad povrchom konštrukcie (T_S) je potrebné zohľadniť nielen kladné prírastky spôsobené slnečným žiarením ale aj záporné prírastky vplyvom odparovania vody. Záporný prírastok, čiže pokles teploty, je ekvivalentný skupenskému teplu vyparovania L_E vzťah (7).

$$L_E = m \cdot I_E \quad [\text{J}], \quad (7)$$

kde L_E značí skupenské teplo vyparovania [J], m hmotnosť odpareného pórového roztoku [kg] a I_E merané skupenské teplo vyparovania [J/kg] – pre vodu (2 257 kJ/kg).

Odtiaľ sa dá pomocou meranej tepelnej kapacity betónu c



[J/(kg.K)] vyjadriť pokles teploty ΔT_E podľa vzťahu (8), kde m [kg] je hmotnosť betónu. Merná tepelná kapacita sa udáva 900 až 1 000 J/(kg K), no uvedená hodnota je platná pre zatvrdnutý betón, čo však nie je možné použiť do výpočtov pre čerstvý resp. mladý betón. Po zistení skutočnej mernej tepelnej kapacity čerstvého (mladého) betónu sa dá vyjadriť ΔT_E a následne doplniť do vzťahu pre výpočet teploty tesne nad povrchom konštrukcie, čím sa získava vzťah (9) s možnosťou aplikácie do vzťahu (4) alebo do grafického vyjadrenia intenzity odparovania pomocou nomogramu (obr. 5). Treba však poznamenať, že očakávaný prínos spresnenia teploty povrchu konštrukcie je minimálny vzhľadom na vysoké teploty prostredia.

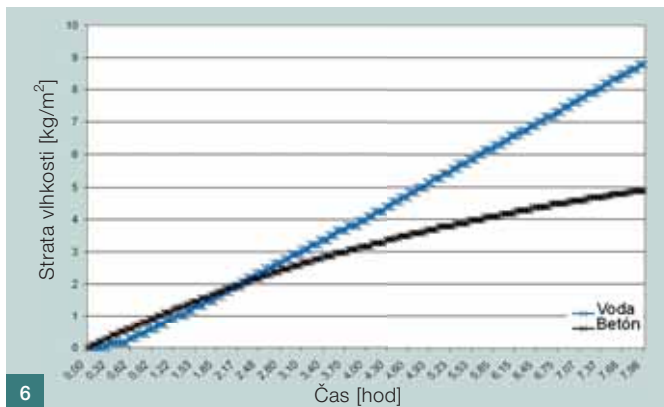
$$\Delta T_E = \frac{L_E}{c \cdot m} \quad [^\circ\text{C}] \quad (8)$$

$$T_S = T_A + \frac{c_a \cdot I_{GR}}{h_{S,cv}} - \frac{v_0}{h_{S,cv}} - \Delta T_E \quad [^\circ\text{C}] \quad (9)$$

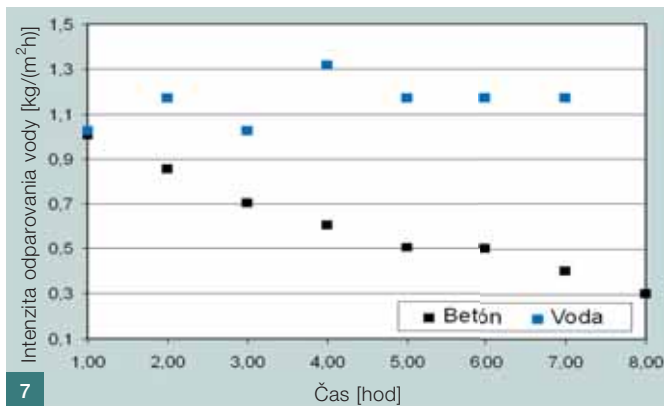
ZISTENIA

Zo vzťahu (4) resp. príslušného nomogramu (v metrických jednotkách) vyplýva intenzita odparovania vody z betónu do okolitého prostredia. Pri laboratórnych skúškach plastickeho zmrašťovania podľa ASTM C 1579-06, kedy sa sledoval aj úbytok hmotnosti vzorky (množstvo odparenej vody), sa ukázalo, že pri daných normových okrajových podmienkach prostredia ($T_A = 36 \pm 3 \text{ }^\circ\text{C}$; $RH = 30 \pm 10 \%$ a $v_W = 24 \pm 2 \text{ km/h}$) sa nezhoduje výpočtová intenzita straty vody $0,2 \text{ kg}/\text{m}^2$ (obr. 5) so skutočne nameranou $1 \text{ kg}/\text{m}^2$ (obr. 6 a 7).

Výrazná diferencia vo výsledkoch je badateľná najmä v prvej fáze odparovania voľnej vody z povrchu čerstvého betónu. Vieme, že v počiatočnej fáze sa odparuje voľná voda z povrchu konštrukcie, a preto nie je zistenie vôbec prekvapivé. Presunom oblasti odparovania hlbšie do cementového tmelu sa meraná intenzita odparovania vody z čerstvého



6



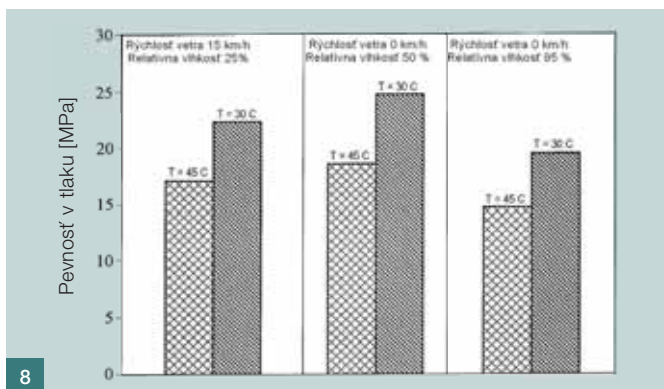
7

Obr. 5 Nomogram intenzity odparovania vody z povrchu betónovej konštrukcie [4] | Fig. 5 Nomograph of intensity of water evaporation from the surface of concrete structure [4]

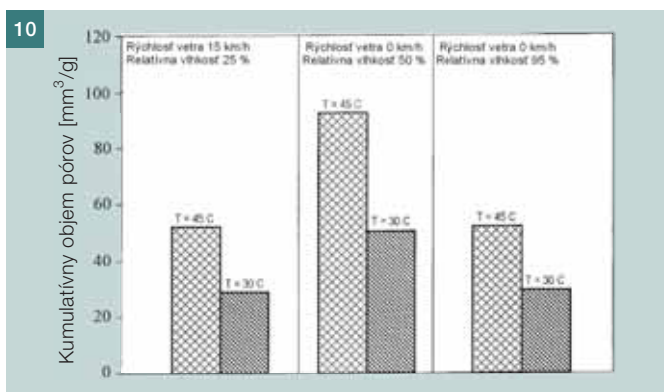
Obr. 6 Nameraný priebeh straty vody (odparovanie) | Fig. 6 Measured curve of water loss (evaporation)

Obr. 7 Intenzita straty vody odparovaním ako funkcia času | Fig. 7 Intensity of water loss by evaporation as a function of time

Obr. 8 Vplyv podmienok prostredia na pevnosť betónu v tlaku [5] | Fig. 8 Influence of the environmental conditions on compressive strength [5]



8



10

betónu ešte viac znižuje, čo vyvoláva približovanie očakávanej intenzity odparovania ku skutočne nameranej.

Z pozorovaní vyplýva, že model možno relatívne spoľahlivo aplikovať pri návrhu ošetrovania betónu až po približne desiatej až dvanásť hodine veku betónu. Ošetrovanie betónu do tejto doby je nutné navrhovať na základe straty vody vypočítanej iným spôsobom. Ak teda chceme dôsledne a efektívne ošetrovať betón vo veľmi skorom veku a zabrániť tak prejavom negatívnych vplyvov straty vody z betónu v čase začínajúceho a pokračujúceho tuhnutia musíme poznať a zohľadniť všetky technológie ošetrovania betónu v horúcom počasí.

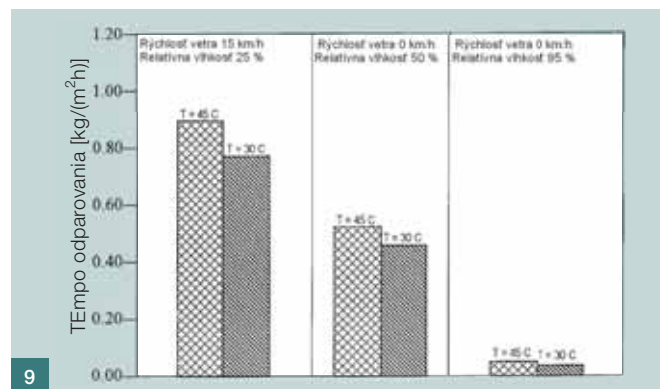
VÝZNAM OŠETROVANIA BETÓNU V HORÚCOM POČASÍ

Vysokou teplotou sa pre účely tuhnutia, tvrdnutia a ošetrovania betónu rozumie teplota prevyšujúca teplotný interval bežných podmienok, tj. $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ a obzvlášť teplota nad 30°C . Ako už bolo uvedené, betón je potrebné ochraňovať pred účinkami vysokej teploty z dôvodu, že expozícia betónu takýmto podmienkam vyvoláva nielen nadmernú stratu vody (obr. 9), ale aj radikálne zvyšuje tempo hydratácie. To negatívne vplyva na štruktúru kryštalických produktov hydratácie a zmenšením ich špecifického povrchu znižuje dlhodobé pevnosti (obr. 8) a naopak zvyšuje permeabilitu betónu (pôsobí aj vznik pórov (obr. 10) stratou vody z cementového tmelu).

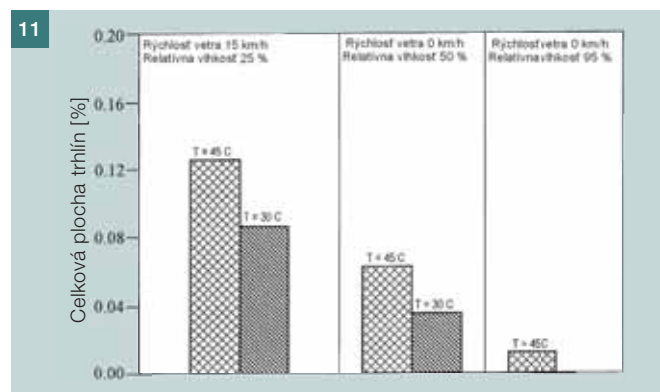
Obr. 9 Vplyv podmienok prostredia na tempo odparovania vody [5] | Fig. 9 Influence of the environmental conditions on rate of water evaporation [5]

Obr. 10 Vplyv podmienok prostredia na tvorbu pórov [5] | Fig. 10 Influence of the environmental conditions on pores development [5]

Obr. 11 Vplyv podmienok prostredia na tvorbu trhlin [5] | Fig. 11 Influence of the environmental conditions on cracks formation [5]



9



11

Obrázky 8 až 11 dokumentují vplyv teploty a relativnej vlhkosti prostredia ako i rýchlosti prúdenia vzduchu na vlastnosti zatvrdnutého betónu resp. na procesy, ktoré majú priamy vplyv na úžitkové vlastnosti betónu. Pri ošetrovaní betónu teda zohrávajú nezanedbateľnú, skôr naopak významnú, úlohu. Pretransformovaním teploty T , relativnej vlhkosti RH a rýchlosti prúdenia vzduchu v_w ako podmienok prostredia, do jednej reprezentatívnej veličiny sa dá návrh metódy ošetrovania a príslušných parametrov podstatne zjednodušiť. Za najvhodnejšiu veličinu sa považuje tempo odparovania vody z jednotky plochy povrchu konštrukcie. Za predpokladu, že sa nevykonajú opatrenia zabraňujúce odparovaniu vody platí, že odparené množstvo vody má byť do betónu naspäť dodané. Množstvo vody potrebnej na jednotku plochy ošetrovaného betónu sa určí z už prezentovaného výpo-

čtu alebo nomogramu, ktoré (ak sa jedná o ošetrovanie vo veľmi skorom veku) by mali byť upravené resp. spresnené. Druhým prístupom k ošetrovaniu betónu je vytvorenie takých podmienok, aby ku strate vody nedochádzalo alebo aby bola čo najmenšia.

KONVENČNÉ OŠETROVANIE

- Prekrývanie alebo postrek povrchu konštrukcie materiálmi s vysokým difúznym odporom či už vo forme výrobkov (fólie) alebo hmôt (polymérne postreky).
- Prekrývanie konštrukcie materiálmi nasiaknutými vodou pôsobiacimi ako bariéra v odparovaní vody z betónu a zároveň schopnými udržiavať povrch betónu nasiaknutý vlastnou vlhkosťou.
- Vlhčenie povrchu betónu postrekom vodou alebo ošetrovanie pomocou tzv. generátorov hmly.
- Chránenie konštrukcie pred priamym slnečným žiarením a intenzívnym prúdením vzduchu.

PROGRESÍVNE OŠETROVANIE

- Vnútrotné ošetrovanie betónu nahradením určitého množstva hutného kameniva nasiaknutým pórovitým kamenivom „SLWA“.
- Vnútrotné ošetrovanie dodávaním vody z nasiaknutých superabsorpčných polymérov „SAP“ pridaných do betónu.

Literatúra:

- [1] Českomoravský beton: Beton – suroviny, výroba, vlastnosti, 2. vydanie, 2005
- [2] Schindler A. K.: Prediction of concrete setting, Department of civil engineering, Auburn university, USA, 2003
- [3] Lura P., Pease B., Mazzotta G. B., Rajabipour F., Weiss J.: Influence of shrinkage-reducing admixtures on development of plastic shrinkage cracks, Technical paper, ACI Materials Journal / March-April, ACI, USA, 2007
- [4] Wylie K.: Cold-Weather Concreting, NMRMCAA meeting in Albuquerque, USA, November 7, 2007
- [5] Almusallam A. A.: Effect of environmental conditions on the properties of fresh and hardened concrete, Cement & Concrete Composites, 23, USA, 2001, pp. 353-361
- [6] Halahya M. a kol.: Stavebná tepelná technika, osvetlenie a akustika, 1. vydanie; Alfa, Bratislava, 1970
- [7] ASTM C 1579-06 Standard test method for evaluating plastic shrinkage cracking of restrained fiber reinforced concrete (Using a steel form insert)
- [8] Wylie K.: Cold-Weather Concreting, NMRMCAA meeting in Albuquerque, USA, November 7, 2007

Ing. Peter Briatka
Technický a skúšobný ústav stavebný
Studená 3, 821 04 Bratislava
e-mail: briatka.p@gmail.com



Doc. Ing. Peter Makýš, PhD.
Stavebná fakulta STU
Katedra technológie stavieb
Radlinského 11, 813 68 Bratislava



OMLUVA

V minulém čísle jsme opomenuli uvést jméno autora fotografií k článku Nový farní kostel Sv. Jakuba v italském Folignu uveřejněném na stranách 21 až 23. Je jím pan **Moreno Maggi**, za opomenutí se mu velice omlouváme.

Současně v článku Beton pro nejvyšší průmyslové budovy v České republice byly v tab. 4 Sledování vývoje tekutosti tří směsí v čase na straně 43 uvedeny chybné hodnoty teplot posuzovaných směsí (o jeden řád vyšší). Uvádíme tabulku se správnými hodnotami a zároveň se velice omlouváme autorovi článku.

Tab. 4 Sledování vývoje tekutosti tří směsí v čase (rozlív cementového tmelu z kužele výšky 90 mm) ■ Tab. 4 Monitoring of development of consistency of 3 mixes in time

Označení receptury		Doba zrání [min]							
		15	30	60	90	120	150	365	409
1 – se zpomalovačem	teplota směsi [°C]	23,6	22,2	22,0	22,0	21,2	20,9	–	20,7
	rozlív (průměr koláče) [mm]	230	238	248	250	243	235	–	213
2 – základní	teplota směsi [°C]	23,3	22,9	22,7	21,9	21,3	20,9	20,7	–
	rozlív (průměr koláče) [mm]	235	240	248	243	248	245	220	–
3 – s upravenými dávkami jemných příměsí	teplota směsi [°C]	26,8	25,0	23,9	23,2	22,7	22,2	–	–
	rozlív (průměr koláče) [mm]	223	233	240	240	235	230	–	–