

TECHNICKÉ NÁSTROJE NA ZABEZPEČENIE KRYTIA VÝSTUŽE A S TÝM SÚVISIACE ASPEKTY SPOĽAHLIVOSTI ŽELEZO-BETÓNOVEJ KONŠTRUKCIE ■ TECHNICAL TOOLS FOR SUFFICIENT REINFORCEMENT COVER AND RELATED RELIABILITY ASPECTS OF REINFORCED CONCRETE STRUCTURE

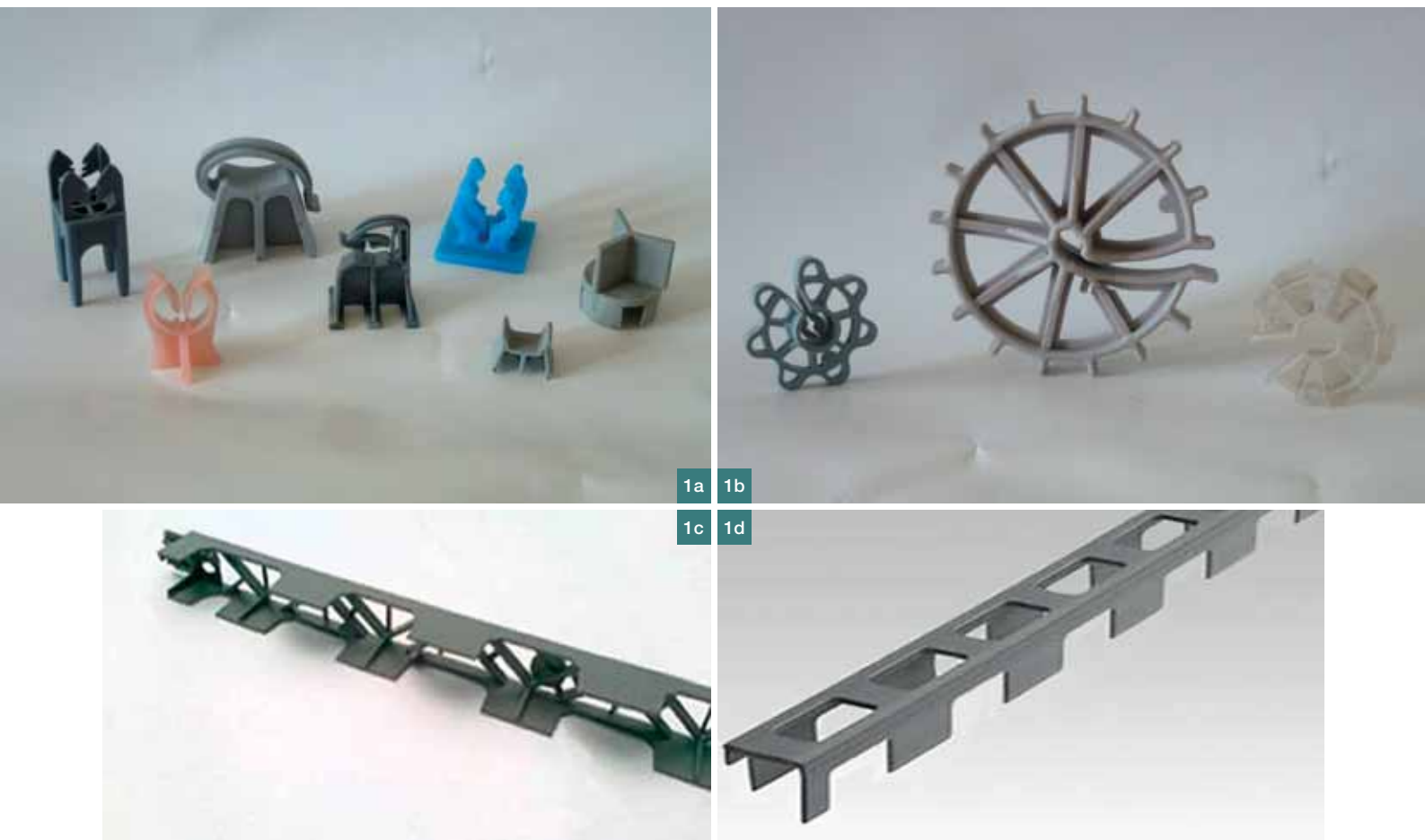
Igor Hudoba

Článok sa zaoberá technickými nástrojmi za zabezpečenie krytia ocelevej prútovej výstuže betónom v železobetónovej konštrukcii a s tým súvisiacimi aspektmi jej spoľahlivosti vo svetle súčasných predpisov a noriem. ■ The article is dealing with the problem of reinforcement cover in reinforced concrete structure and related reliability aspects in the optics of current regulations and standards.

Splnenie podmienok požadovanej spoľahlivosti železobetónovej konštrukcie a jej prevádzkovej životnosti predpokladá zabezpečenie dokonalej ochrany

ocelovej betonárskej výstuže proti účinkom korózie. Tá sa spravidla zabezpečuje dostatočnou hrúbkou krycej vrstvy betónu a jeho kvalitou (trieda betónu) v závislosti na type prostredia podľa platných noriem [1], [2], [3]. Takúto špecifikáciu uvádza projektant v projektovej dokumentácii statiky (výkresy výstuže, resp. technická správa projektu statiky). Je jedným z predpokladov (vstupných parametrov), ktoré projektant statiky zavádza do statického výpočtu. V súčasnosti sa vyrábajú a používajú rôzne typy a druhy sediel a dištančných prípravkov (teliesok) na zabezpečenie požadovanej polohy prútovej výstuže v železo-

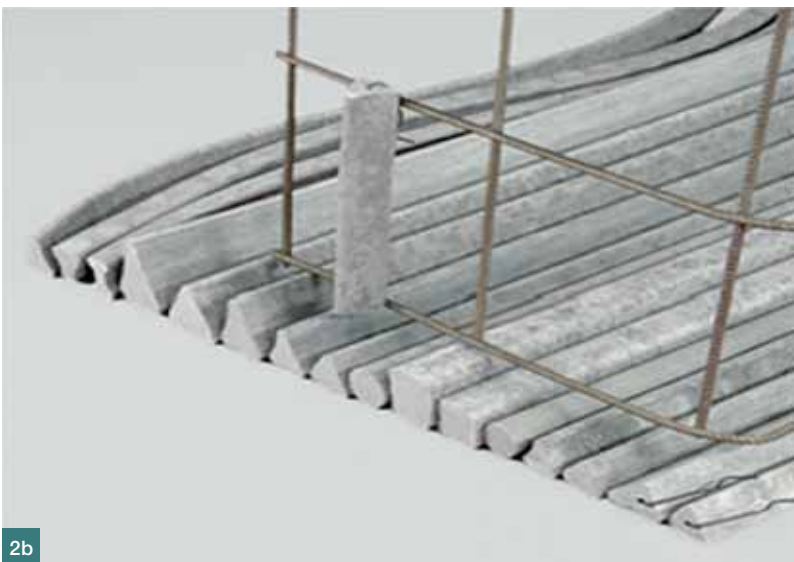
betónových prvkoch a konštrukciách. O použití konkrétneho typu, resp. druhu dištančného telieska (ďalej len DT) z hľadiska materiálu a tvaru a s ohľadom na zhotovovaný typ železobetónovej konštrukcie rozhoduje spravidla zodpovedný pracovník zhotoviteľa stavby. Doterajšie poznatky výskumu a skúsenosti z betonárskej praxe ukázali, že aj pri výbere vhodného druhu a typu DT sa treba riadiť určitými pravidlami. Výber typu DT je v súčasnosti už čiastočne určený platnými normami, ale riadi sa najmä pravidlami (smernicami), ktoré majú spravidla informatívny (odporúčací) charakter.



Obr. 1 Plastové DT na zabezpečenie polohy prútovej výstuže v železobetónových prvkoch, a) bodové DT pre spodnú výstuž dosák (krytie 10 až 30 mm), b) bodové DT pre výstuž trámov, stĺpov a stien (krytie 10 až 50 mm), c, d) lišty pre spodnú výstuž železobetónových dosiek ■ Fig.1 Plastic spacers for fixing of bar reinforcement position in reinforced concrete elements, a) local plastic spacers for bottom reinforcement of slabs (cover 10 till 30 mm), b) local plastic spacers for reinforcement of beams, columns and walls (cover 10 till 50mm), c, d) plastic strip spacers for bottom reinforcement of reinforced concrete slabs



2a



2b

PROSTRIEDKY NA ZABEZPEČENIE POLOHY PRÚTOVEJ VÝSTUŽE V ŽELEZOBETÓNE

Historický vývoj technických prostriedkov na zabezpečenie potrebného krytia prútovej ocelevej výstuže v betóne je tak starý ako samotný železobetón. Technickým prostriedkom a prípravkom na zabezpečenie polohy prútovej výstuže v železobetónovom prvku sa vždy venovala menšia pozornosť v porovnaní s inými procesmi betonárskych prác. Od čias Hennebiquea až po dnešné dni sa DT zhotovovali z dostupných materiálov. V prípade železobetónových konštrukcií, ktorých povrch sa v minulosti po ich zhotovení spravidla opatrili dodatočnou povrchovou úpravou (napr. omietkou), sa používali ako DT na zabezpečenie požadovaného krytia výstuže odrezky ocele prípadne betónové podložky. S vývojom nových materiálov na báze umelých hmôt sa približne od šesťdesiatych

rokov minulého storočia začali v masívnom meradle využívať DT z plastov. Ich druh a tvar sa postupne prispôboval jednotlivým typom železobetónových prvkov (prútové, plošné, masívne) a požadovanej polohe ocelevej prútovej výstuže v konštrukcii (napr. vodorovná a zvislá poloha) aj s ohľadom na smeru betónovania. Návrh tvarového riešenia DT z plastu spravidla vždy vychádzal z jednoduchosti jeho praktickej aplikácie na prúty ocelevej výstuže a spoľahlivosti udržania sa v požadovanej polohe počas všetkých procesov betonárskych prác (viazanie výstuže, doprava koša výstuže, ukladanie betónu a zhutňovanie). Postupný vývoj tvaru DT z plastu sa riadil zásadou, aby dotyková plocha telieska s formou debnenia bola minimálna (podľa možnosti bodová). Súbežnou požiadavkou betonárskej praxe a podmienkou presadenia sa novo vyvinutých DT na trhu stavebných materiálov a výrobcov vždy bola a je najmä ich nízka ce-

na. V súčasnosti sa vyrába a používa veľké množstvo rôznych druhov sediel a DT. Najčastejšie používanými materiálmi na ich výrobu sú plast, betón, oceľ a ich kombinácia. Najširšie využitie v súčasnej betonárskej praxi zaznamenali DT z plastu. Rozdeľujú sa na bodové (lokálne) a priamkové vo forme líšt. Niektoré typy DT z plastu je vidieť na obr. 1.

V ostatných rokoch sa vyrába a používa aj značné množstvo DT z betónu, resp. vláknobetónu (jemnozrnný kompozit na báze cementu s rozptýlenou vlákňovou výstužou). Podobne ako v prípade DT z plastu sa z betónu vyrábajú DT ako bodové a vo forme dištančných líšt (priamych líšt alebo „hadov“). Na obr. 2 sú uvedené DT z betónu rôzneho typu a tvaru. Na obr. 3 vidieť niektoré typy DT vyrobených kombináciou dvoch druhov materiálov (betón a plast).

V prípade bežných železobetónových konštrukcií nachádzajúcich sa v su-



3

Obr. 2 DT z betónu, resp. vláknobetónu na zabezpečenie polohy prútovej výstuže v železobetónových prvkoch, a) bodové DT, b) betónové DT vo forme líšt, resp. „hadov“ rôzneho tvaru priečného rezu ■ Fig. 2 Concrete, resp. fibre concrete spacers for fixing the bar reinforcement position in reinforced concrete elements, a) local spacers, b) concrete spacers in the form of strip, resp. “snake” of different cross section shape

Obr. 3 DT vyrobené kombináciou betónu a plastu ■ Fig. 3 Spacers made in combination of concrete and plastics

Obr. 4 Oceleové sedlá prútovej výstuže s povlakom plastu v mieste styku s formou debnenia ■ Fig. 4 Bar reinforcement steel chairs with plastic protecting coat in the contact place with formwork



4

chom prostredí (trieda X0 a XC1) je možné podľa [3] použiť DT z ocele tak, že sa priamo (bez antikorozynej ochrany) dotýkajú povrchu betónu. Vzhľadom na to, že v súčasnosti sa kladú stále väčšie nároky na kvalitu povrchu betónu hotovej železobetónovej konštrukcie, sa ocelové sedlá prútovej výstuže v mieste dotyku s formou debnenia obalujú vrstvou plastu (obr. 4).

Pri niektorých špecifických druhoch železobetónových konštrukcií vystu-

žených ťažkými, masívnymi košmi výstuže, ako sú napr. podzemné steny a pilotové steny, kde sa požaduje niekoľkonásobne väčšie krytie betónom (napr. od 50 do 100 mm) sa používajú robustnejšie typy DT z betónu. Tieto majú najčastejšie tvar betónových prstencov navlečených na prúty výstužných košov pri ich skladaní, prípadne robustnejších platničiek z betónu, resp. vláknobetónu hrúbky 50 až 100 mm .

KRITÉRIA VHODNOSTI VÝBERU DRUHU SEDIEL A DIŠTANČNÝCH TELIESOK VO VZŤAHU K TYPU ŽELEZOBETÓNOVEJ KONŠTRUKCIE

Dlhoročné skúsenosti zhotoviteľov betónových stavieb overili vhodnosť použitia jednotlivých druhov sediel a DT pre jednotlivé typy železobetónových prvkov a konštrukcií. Prúťová výstuž sa môže teoreticky nachádzať v ľubovoľnej polohe v celom objeme betónového prvku. Vzhľadom na svoju nosnú funkciu sa však v najčastejšie vyskytujúcich železobetónových prvkoch nachádza spravidla pri povrchu betónu. Jej vzdialenosť od povrchu betónu definuje platná norma [1] ako krytie betónom.

Úlohou DT je zabezpečiť požadované krytie betónom práve pre prúty ocelevej výstuže nachádzajúce sa najbližšie pri povrchu betónu. Hlavnú úlohu plnia DT v štádiu zhotovovania železobetónovej konštrukcie. Výrobca DT určitého druhu spravidla uvádza aj odporúčania pre zhotoviteľov železobetónových konštrukcií, čo sa týka množstva (hustoty) aplikácie daného DT, napr. počet kusov na 1 m². Potrebný (odporúčany) po-

23. KONFERENCIA



www.konferenciehydroizolace.cz



5. – 7. PROSINCE 2012
HOTEL KURDĚJOV



HLAVNÍ TÉMATA

Analýza aktuálných problémů při realizaci mostních izolací

Izolace podchodů a přesypaných mostů

Novinky v oboru mostních izolací a vozovek v tuzemsku a zahraničí

Současný stav výstavby silniční, dálniční a železniční sítě v ČR a SR, výhled do příštích let

Rekonstrukce stávajících mostních staveb a jejich izolací

čet DT na jednotku dĺžky železobetónového prvku (napr. trám, stĺp), resp. na jednotku plochy (napr. doska, stena) vychádza z účinkov, ktoré naň pôsobia hlavne počas zhotovovania železobetónovej konštrukcie. DT upevnené na prúte výstuže musia odolať všetkým účinkom zaťaženia a vplyvom prostredia počas betonárskych prác tak, aby prútová výstuž bola fixovaná v projektovanej polohe spĺňajúcej požiadavku tolerancií podľa [3].

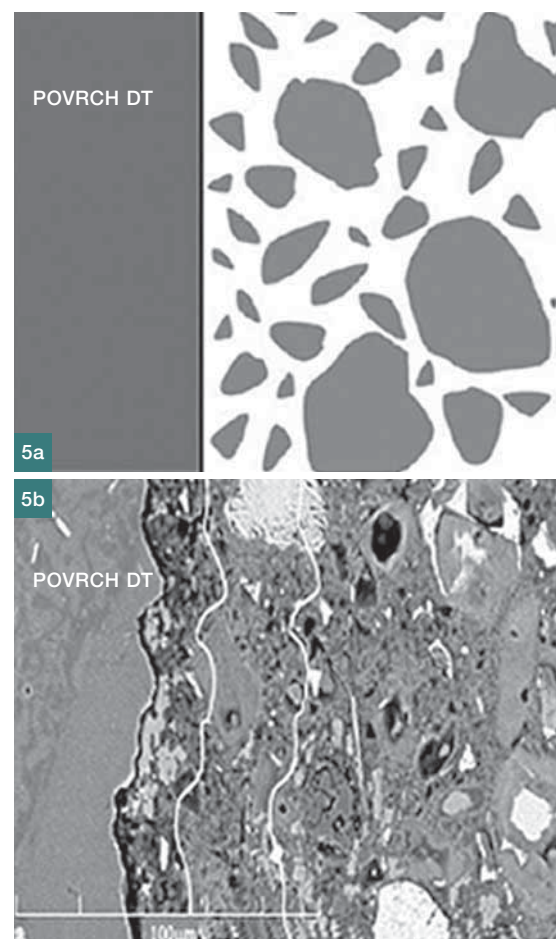
Tvar a veľkosť DT vo vzťahu k veľkosti prierezu železobetónového prvku musí byť taká, aby jeho prítomnosť v betóne nosného prvku nespôsobovala žiadne imperfekcie. Toto riziko niekedy hrozí najmä pri použití DT vo forme lišt z betónu, ktoré napr. pri železobetónových doskách malej hrúbky a väčšom krytí betónom môžu v mieste lišty spôsobovať vrubový efekt. Preto je treba v takýchto prípadoch DT vo forme lišt venovať zvýšenú pozornosť pri ich kladení (poloha lišty k prútu výstuže) a pred začiatkom betonáže (dôkladné kropenie vodou, aby nastala súdržnosť betónu dištančnej lišty s betónom prvku). Tento efekt sa spravidla neprejavuje na odolnosti prvku voči zaťaženiu (jeho bezpečnosti), ale môže nepriaznivo ovplyvňovať schopnosť prevádzky železobetónovej konštrukcie napr. pri požiadavkách na jej nepriepustnosť kvapalín a plynov (jej použiteľnosť a prevádzkovú životnosť).

VPLYV VOĽBY DRUHU DIŠTANČNÝCH TELIESOK NA SPOLAHLIVOSŤ ŽELEZOBETÓNOVEJ KONŠTRUKCIE

Doterajšie výsledky výskumov a skúsenosti z betonárskej praxe v oblasti možného nepriaznivého vplyvu dištančných teliesok na niektoré typy železobetónových konštrukcií sa v súčasnosti využívajú hlavne formou odporúčaní. Tie sa aplikujú najmä u železobetónových plošných konštrukcií, ktoré počas prevádzkovej životnosti prichádzajú priamo do styku s okolitým prostredím. Ako príklad sa dá uviesť železobetónová dosko-stenová konštrukcia typu „bielej vane“ (ďalej len BV), pri ktorej jednotlivé časti (napr. základová doska a steny) zabezpečujú vodonepriepustnosť bez akýchkoľvek ďalších hydroizolačných vrstiev. Pre takéto typy železobetónových konštrukcií v súčasnosti existujú predpisy vo forme smerníc, ktoré

upravujú aj vhodnosť použitia niektorých typov dištančných teliesok [4] až [7]. Tieto však majú spravidla len odporúčací charakter. Tak napr. rakúske smernice pre BV [4] v ods. 6.7 Výstuž – uvádzajú, že „dištančné telieska z plastu sa nesmú použiť“. Toto odporúčanie, ktoré betonárska prax v prípade BV spravidla dodržiava, vychádza s poznatkov výskumu. V prípade DT z plastu sa v styku cementovej matrice s plastovou plochou telieska vytvára tzv. „stenový efekt“, ktorý spočíva vo vytvorení tenkej kontaktnéj (prenosovej) vrstvy pozostávajúcej z najjemnejších častíc cementu a jemného kameniva (obr. 5). Táto vrstva sa zvykne označovať ako „styková prenosová zóna“ (v angl. Interfacial Transition Zone – ITZ) [9]. Jej hrúbka je taká, aká je veľkosť zrna cementu, to znamená približne do 100 µm. Táto sa vyznačuje vysokou pórovitosťou, a tým aj veľkou mierou nasiakavosti (vzlínavosti) v porovnaní s okolitým betónom. Prienik vody s obsahom možných agresívnych látok touto vrstvou k ocelevej výstuži môže byť príčinou jej korózie. Tento jav sa nevyskytuje pri použití DT z materiálov na báze cementu. To znamená, že v styku takéhoto typu DT s okolitým betónom sa stenový efekt nevytvára.

Požiadavky (normatívne) súčasnej normy [3] v čl. 6, ods. (7) hovoria, že „dištančné telieska vyrobené z betónu alebo materiálov na báze cementu musia mať aspoň takú pevnosť a musia byť aspoň tak odolné proti korózii, ako je betón samotnej konštrukcie“. Príloha D (informatívna) v čl. D 6.2, ods. 2 uvádza odporúčania, že „pri výbere vhodných dištančných teliesok sa musí uvažovať so zaťažením počas ukladania výstuže, a betónu. Dištančné telieska nesmú viesť k vytváraniu vzduchových dutín, rozvoju trhlin, prietoku vody alebo poškodeniu výstuže, a tým k ovplyvneniu navrhovanej prevádzkovej životnosti konštrukcie. Dlhé priebežné podperné sedlá výstuže (lišty) môžu byť príčinou vzniku trhlin, a preto ich použitie je vhodné v korozívnom prostredí“. Poslednou vetou sa myslí použitie priamych lišt umiestnených kolmo na výstuž, to znamená v smere potenciálnych trhlin. Preto sa krycie lišty spodnej výstuže z materiálu na báze cementu majú ukladať šikmo k výstuži alebo sa tvarujú do zvlnenej formy „hada“ (lišty z vláknotbetónu). Ich



Obr. 5 a) Znárodnenie tzv. „stenového efektu“ na styku povrchu DT z plastu s betónom, b) podrobnosť tohto miesta pri pohľade cez rastrovací elektrónový mikroskop [9]

■ Fig. 5 a) Illustration of so called „wall effect“ in the contact place of plastic spacer with concrete, b) the detail of this place through the electronics microscope [9]

efekt je však pri dodržaní týchto zásad rovnaký. Rakúske smernice pre BV [4] v čl. 6.7 považujú „použitie takýchto dištančných telies z betónu alebo vláknotbetónu za rovnocenné“. Rovnakú zásadu prevzali aj české smernice pre BV [6] v ods. 6.7 a slovenské smernice pre vodonepriepustné betónové konštrukcie – BV [7] v ods. 6.6.

Literatúra:

- [1] STN EN 1992-1-1: Navrhovanie betónových konštrukcií. Časť 1: Obecné pravidlá a pravidlá pre budovy, 2006
- [2] STN EN 206-1: Betón. Časť 1: Špecifikácia, vlastnosti, výroba a zhoda, 2002
- [3] STN EN 13670: Zhotovovanie betónových konštrukcií, 2010
- [4] Richtlinie: Wasserundurchlässige Betonbauwerke – Weiße Wannen. Österreichische Vereinigung für Beton- und Bautechnik, März 2009, 76 S.
- [5] Erläuterungen zur DAfStb-Richtlinie wasserundurchlässige Bauwerke aus Beton, Deutscher Ausschuss für Stahlbeton, Berlin 2006, 52 S.
- [6] TP ČBS 02: Bílé vany – Vodonepropustné betonové konštrukcie, 2007
- [7] Smernice pre vodonepriepustné betónové konštrukcie – biele vane, SKSI, Bratislava 2012
- [8] *Lohmeyer G., Ebeling K.*: Weiße Wannen – einfach und sicher. Verlag Bau+Technik GmbH, 2009, 461 S.
- [9] *Scrivener K. L., Crumby A. K., Laugesen P.*: The interfacial transition zone (ITZ) between cement paste and aggregate in concrete, Interface science 12, pp. 411–421, ©Kluwer Academic Publication 2004

ZÁVER

Z vyššie uvádzaných informácií vyplýva, že súčasná platná európska norma [3] vo svojej normatívnej (povinnej) časti nepredpisuje žiadne podrobné povinnosti zhotoviteľovi pri výbere dištančných teliesok na zabezpečenie krycej vrstvy výstuže. V prípade dištančných teliesok z betónu alebo materiálu na báze cementu požaduje len ich porovnateľné pevnostné charakteristiky s betónom samotnej konštrukcie. Odporúčania normy [3] v Prílohe D – Pokyny pre výstuž, problém vhodnosti použitia toho ktorého materiálu pre DT neriešia. Ostatné dostupné predpisy najmä vo forme smerníc pre BV [4] až [7] obsahujú pokyny pre použitie DT len vo forme odporúčaní. Pravidlo pre nepoužívanie DT z plastov rôzneho typu a druhu betonárska prax vo všeobecnosti v prípade železobetónových konštrukcií BV akceptuje. Použitie DT z betónu, resp. vláknobetónu v prípade železobetónovej konštrukcie BV sa považuje za rovnocenné. V prípade použitia dištančných prvkov vo forme líst je dôležité venovať dostatočnú pozornosť ich rozmiestneniu (polohe a hustote) vo vzťahu k nosnej prútovej

výstuži a neklásť ich v smere kolmom na pruhy výstuže.

Správnym použitím vhodného typu DT, dodržaním odporúčaní výrobcu pri ich aplikácii na pruhy výstuže v potrebnom množstve, resp. hustote sa docieľajú požadované krytie betónom a vysoká kvalita povrchu hotovej betónovej konštrukcie.

Tento príspevok vznikol za finančnej podpory vedeckého projektu VEGA č.01/0180/10 – Faktory ovplyvňujúce využitie vysokohodnotného betónu v nosných betónových prvkoch a konštrukciách.

Prof. Ing. Igor Hudoba, PhD.

Stavebná fakulta STU
Katedra betónových konštrukcií
a mostov
Radlinského 11, 813 68 Bratislava
e-mail: igor.hudoba@stuba.sk



NAŠIM SPOLEČNÝM CÍLEM JE PŘEDEVŠÍM VAŠE SPOKOJENOST!

Asociace českých betonářů bude vždy usilovat o to, aby záruky námi dané byly pro Vás tou pravou jistotou.

www.asociacebetonaru.cz

Z Á R U K A

KVALITY

SOLIDNOSTI

VÝHODNOSTI



Není tak špatné být na dlažbě