

# OPATRENIA NA OBMEDZENIE VZNIKU SKORÝCH DELIACICH TRHLÍN V ZÁKLADOVÝCH DOSKÁCH ■ MEASURES TO REDUCE THE FORMATION OF EARLY-AGE THROUGH CRACKS IN FOUNDATION SLABS

Juraj Bilčík, Robert Sonnenschein

Navrhovanie betónových stavieb sa sústreďuje najmä na účinky priameho zaťaženia z hľadiska bezpečnosti konštrukcie. V súvislosti s používaním masívnych betónových konštrukcií a nových technológií (vodonepriepustné betónové konštrukcie, integrované mosty a pod.) narastá potreba zohľadniť aj účinky nepriameho zaťaženia. Vzhľadom na význam presakujúcich trhlín na použiteľnosť a trvanlivosť betónových konštrukcií sa v príspevku analyzujú príčiny vzniku skorých trhlín a opatrenia na ich obmedzenie od objemových zmien betónu. ■ The design of concrete structures is particularly concentrated on the effects of the direct loads in terms of structural safety. In connection with the use of mass concrete structures and new technologies (integral bridges, etc.) there is a growing need to take into account the effects of indirect loads. Considering the importance of leaking cracks on the serviceability and durability of concrete structures the paper analyses the causes of the formation of early-age cracks and measures to reduce their occurrence due to volume changes in concrete.

Funkčná účelnosť – pevnosť, tvarovateľnosť a trvanlivosť – sú hlavné dôvody prečo je betón najpoužívanejší stavebný materiál. Okrem nosnej funkcie sa často využívajú aj jeho ďalšie vlastnosti, ako napr. vodonepriepustnosť alebo odolnosť proti požiaru. Pre podzemné podlažia budov, kde má betón okrem nosnej aj hydroizolačnú funkciu, sa zaužíval názov biele vane. Druhé vydanie nemeckej smernice [1] uvádza pre tento typ konštrukcie výstižnejšie označenie – vodonepriepustné vane (ďalej VV). Výhody VV sú natoľko evidentné, že dosiahli – tak, ako to je už dlhšie v Nemecku a Rakúsku – dominantné postavenie aj pri zakladaní budov v Česku a na Slovensku. Aj napriek dlhoročným skúsenostiam so zhotovovaním VV sa však projektanti i zhotoviteľia často dopúšťajú chýb, ktoré zhoršujú renomé tejto pokrokovej technológie.

V úvode je vhodné uviesť aktuálne platné predpisy pre vodonepriepustné vane. V marci 2012 vydala Slovenská komora stavebných inžinierov Smernicu pre vodonepriepustné betónové konštrukcie – biele vane (SmeBV) [2]. Smernica je kompatibilná s pôvod-

nou nemeckou smernicou [3] a jej komentárom [4] a je doplnená o špeciálne požiadavky súvisiace s navrhovaním, zhotovovaním a skúšaním VV. Od roku 2006 bol v ČR k dispozícii český preklad rakúskej smernice [5]. Česká betonárska spoločnosť vydala v roku 2015 preklad nemeckej smernice [2] a komentára [3] pod názvom TP ČBS 04 Vodonepriepustné betónové konštrukcie [6]. Rakúska a nemecká smernica vychádzajú z čiastočne odlišných predpokladov, preto nie je možné tieto dve smernice kombinovať.

Ako je z uvedeného zrejmé, na navrhovanie vodonepriepustných vaní sa môžu používať viaceré smernice. Pri vyvodzovaní zodpovednosti za chyby a poruchy VV treba kontrolovať dodržiavanie zmluvne dohodnutých smerníc, resp. noriem. Pri hľadaní príčin porúch VV sa návrh a zhotovenie konštrukcie porovnáva s aktuálnym stavom poznania, ktoré sa neustále vyvíja. Druhé vydanie nemeckej smernice [1] zohľadňuje spätnú väzbu na požiadavky a skúsenosti pri zhotovovaní vodonepriepustných vaní a striech, ako aj zmeny v základných normách a národných prílohách.

V masívnom betóne je približne dvadsať percent trhlín vyvolaných účinkami priameho zaťaženia, zvyšok je následok vynútených napätí od objemových zmien betónu [7]. Napätia vyvolávajúce vznik „skorých trhlín“ (štandardne do siedmich dní) sú väčšinou dôsledok teplotných zmien od hydratácie cementu. V tomto relatívne krátkom čase je zmršťovanie od vysychania betónu pomerne malé a prebieha v povrchovej vrstve (plastické trhliny). Autogénne zmršťovanie betónu s pevnostnou triedou do C25/30 je zanedbateľné. Pri hľadaní príčin vzniku skorých deliacich trhlín sa preto treba sústrediť na teplotné účinky a vonkajšie väzby obmedzujúce deformácie betónu. Ak skoré trhliny vznikajú od vynútených napätí pri poklese teploty betónu, tieto často prechádzajú cez celý prierez. Deliace trhliny všeobecne neohrozujú statickú odolnosť betónovej konštrukcie, sú však často príčinou priesaku vody (obr. 1), čím obmedzujú použiteľnosť a trvanlivosť vodonepriepustných konštrukcií.



Na obmedzenie nadmerného množstva presakujúcich trhlín od teplotných zmien betónu sa používajú konštrukčné, technologické a výrobné opatrenia.

## OBMEDZENIE VYNÚTENÝCH NAPÄTÍ V ZÁKLADOVÝCH DOSKÁCH

Základové dosky sú priestorové nosné prvky, ktoré roznášajú zaťaženia z konštrukcie do základovej zeminou. Sú vo vzvislej a vodorovnej interakcii so zemnou. Trhliny vznikajú od ťahových, ohybových alebo šmykových napätí od priamych zaťažení alebo od obmedzenia vynútených deformácií. Pretvorenie základovej dosky je viac či menej obmedzené vonkajšími väzbami (napr. trením so základovou zemnou, pilótami, šachtami) alebo vnútornými väzbami (napr. výstužou, teplotnými rozdielmi po priereze). Pri výskyte silnejších vonkajších väzieb môžu byť účinky vnútorných väzieb zanedbateľné [8].

Počas tuhnutia a tvrdnutia vzniká v dôsledku rozdielných okrajových podmienok, najmä v masívnom betóne, nelineárne rozdelenie teplôt po výške prierezu. Pri analýze s tým súvisiacich pretvorení sa tieto rozdeľujú na vynútené (lineárne zložky) a vlastné (nelineárna zložka) (obr. 2). Pri vyšetrení vzniku a rozvoja deliacich trhlín sú rozhodujúce vynútené pretvorenia. Vlastné pretvorenie vyvoláva najmä povrchové trhliny. Podrobnejšie sa vznikom trhlín od vlastných (samorovnovážnych) napätí zaoberá článok [9].

Na zistenie vplyvu obmedzenia deformácií (pretvorení) v základových doskách vonkajšími väzbami sa najčastejšie používajú dva modely. Prvý mo-