

MEDZIOŠETROVACÍ PROSTRIEDOK PRE BETÓN – VÝSKUMY NA ZISTENIE JEHO VPLYVU NA POVRCHOVÉ ÚPRAVY PRIEMYSELNÝCH PODLÁH ■ EVAPORATION RETARDANT AND FINISHING AID FOR CONCRETE – RESEARCH LEADING TO FINDING ITS IMPACT ON INDUSTRIAL FLOORS COATS

Iris Marquardt, Finn-Niklas Kratt, Sebastian Dittmar, Martin Schnalke

Pri zhotovovaní priemyselných podláh z betónu je kritickou fázou čas medzi zabudovaním betónu a hladením betónu, resp. leštením podlahy krídlovou hladíčkou. Vysoké teploty a vietor môžu počas tzv. doby odležania viesť k vysokým stratám vody na povrchu betónu, a tým k vzniku poškodení, napr. trhlin alebo odlupovaniu, resp. dutých miest. Poveternostným podmienkam prispôsobené „medziošetrenie“ môže betón účinne ochrániť pred vysušením. Toto bude dosiahnuté nanosením medziošetrovacieho prostriedku (ZNBM – Zwischennachbehandlungsmittel).

■ When constructing industrial floors from concrete, there is one critical phase – the time between placing and finishing the concrete slab or polishing concrete with a trowel. High temperatures and wind lead to rapid drying of the concrete surface and therefore to damages, e.g. cracking, flaking or hollow spots. By applying an “in-between curing agent” (ZNBM – Zwischennachbehandlungsmittel) adjusted to weather conditions, we could protect concrete from drying.

Zhotovenie vysokohodnotných povrchových plôch vyžaduje starostlivé a dostatočne dlhé ošetrovanie betónu. Normatívne stanovisko k téme ochrany betónu v prvých hodinách je uvedené v DIN EN 13670 Zhotovovanie betónových konštrukcií, v článku 8.5, odseku 5 [2] nasledovne: „Po ukončení zhutňovania a úpravy povrchovej plochy betónu je treba povrchovú plochu neodkladne ošetrovať. Ak má byť zabránené vytváraniu trhlin na voľných

povrchových plochách následkom počiatočného zmrašťovania, je treba vykonať medzitým ošetrovanie pred úpravou povrchovej plochy“.

Fólie a tiež tekuté ošetrovacie prostriedky sa všeobecne používajú až potom, keď betón nadobudne matný a vlhký vzhľad alebo je vykonaný posledný krok úpravy povrchu. Medzi uložením betónovej zmesi a úpravou, napr. hladením alebo vykonaním „metličkovej úpravy“, často nie je urobené žiadne ošetrenie a čerstvý, resp. „mladý“ betón je počas tejto doby – doby odležania – nechránený. Podľa klimatických podmienok prebieha v tejto fáze vždy značné odparovanie vody cez povrchovú plochu.

Priemyselné podlahy z betónu vyžadujú v osobitnej miere vzhľadom na ich veľkú plochu a následnú úpravu logisticky správnu koncepciu ošetrovania. Pritom musí – okrem finálneho ošetrovania – byť venovaná zvláštna pozornosť aj prechodnej ochrane pred odparovaním v dobe odležania (tzv. medziošetrovanie) [3], [4].

Význam medziošetrovania naberá na dôležitosť pri vysokej miere odparovania, malom obsahu vody, vysokom obsahu jemných častíc a neskorom tuhnutí.

Doba odležania pri výstavbe priemyselných podláh je spravidla 3 až 5 h, pričom časový rozsah do vykonávania úprav veľmi závisí od teploty betónu, teploty vzduchu, použitého druhu cementu, hodnoty vodného súčiniteľa a použitých prísad do betónu [3].

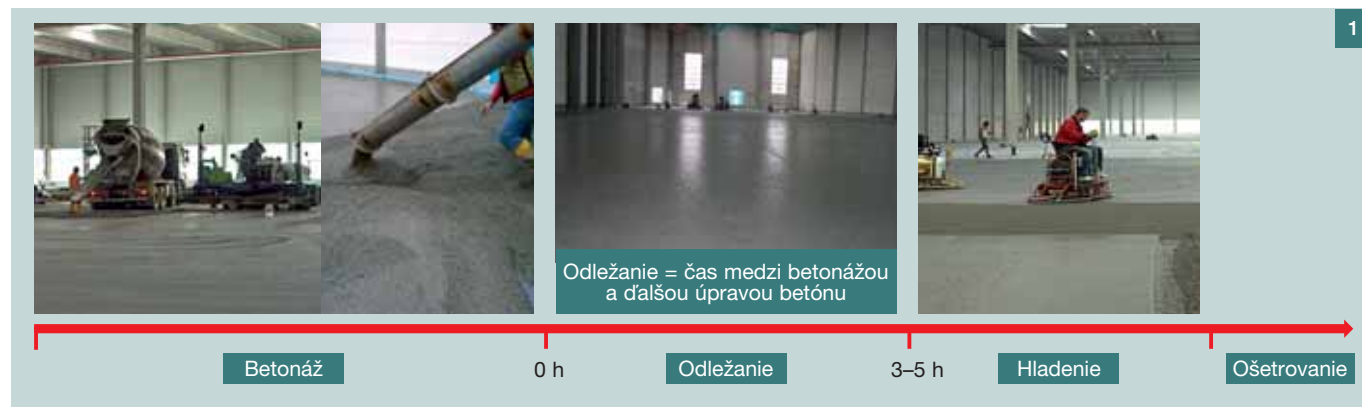
V princípe vzniká podľa okolitých pod-

mienok (teplota, relatívna vlhkosť vzduchu, vietor) menej alebo viacej intenzívne odparovanie na povrchu betónu. Napr. pri teplote betónu 20 °C, relatívnej vlhkosti 50 % (objemových) a rýchlosti vetra 20 km/h sa odparuje cca 0,6 kg vody z 1 m² počas 1 h [5]. V mnohých prípadoch zabraňuje len „krvácenie“ betónu temer úplnému vysušeniu betónovej plochy počas doby odležania.

Zvýšením požiadaviek na betón pri výstavbe priemyselných podláh v minulých rokoch a s tým spojené zmeny zloženia betónu, ako napr. používané nízke hodnoty vodného súčiniteľa, sa tento jav ešte viac vyostřil. Ďalej vedie zvýšené používanie jemne mletých cementov a prímiesí do betónu k separovaniu vody, tzv. „krvácaniu“ povrchu betónu. Podľa [6], ak sa nedosiahne k ochrane betónu počas doby odležania na povrchovej ploche vyžadované separované množstvo vody od 0,3 do 0,5 % (objem.) betónu, nemusí vzniknúť žiadne separovanie vody.

V takomto prípade je povrchová plocha betónu už krátky čas po zabetónovaní vysušená a môžu sa objaviť prvé trhliny z vysušovania (obr. 2).

Na povrchovej ploche vysušený betón sa nedá už neskôr odborne upraviť a nie je už k dispozícii ani voda potrebná pri posype povrchu betónu tvrdým materiálom. Týmto podstatne stúpa riziko poškodení, medzi iným odlupnutia hladených vrstiev, resp. vznik dutín. Pomocou spoľahlivého medziošetrovania betónu sa môžu v tejto fáze výrazne zmierniť dôsledky škôd na priemyselných podlahách.





2

Obr. 1 Priebeh zhotovenia a priebeh úprav priemyselnej podlahy z betónu ■

Fig. 1 Construction and curing of a concrete industrial floor

Obr. 2 Vytváranie trhlin v počiatocnom štádiu (< 12 h) na vysušenej povrchovej betónovej ploche s posypom z tvrdého materiálu ■ Fig. 2 Cracks in incipient stage (< 12 h) on dried concrete slab surface with spread of hard material

Obr. 3 Vplyv medziošetrovacieho prostriedku na odparovanie vody (relatívna vlhkosť vzduchu 65 %, teplota 24 °C) ■ Fig. 3 Impact of an in-between curing agent on water evaporation (air: relative humidity 65 %, temperature 24 °C)

Obr. 4 Zadržiací účinok [%] na betónovej ploche v prvých 4 h v štandardnom prostredí (relatívna vlhkosť vzduchu 65 %, teplota 20 °C) a za podmienok odležania podľa TL NMB-StB 09 [7] (relatívna vlhkosť vzduchu 40 %, teplota 30 °C) ■ Fig. 4 Retention impact [%] on a concrete slab during the first 4 hours in standard environment (air: relative humidity 65 %, temperature 20 °C) and under conditions for seasoning acc. to TL NMB-StB 09 [7] (air: relative humidity 40 %, temperature 30 °C)

Spôsob pôsobenia medziošetrovacích prostriedkov

Pri medziošetrovacom prostriedku ide o rozstrekovania schopnú ochranu pred odparovaním vody, ktorá sa priamo po zabudovaní betónu dá veľmi jednoducho pomocou vysokotlakového postrekovacieho prístroja aplikovať na povrchovú plochu betónu.

Pomocou špeciálneho postrekovača sa rozstreknú účinné látky na vodný film na povrchovej ploche betónu, rozložia sa na povrchovej ploche a vytvoria monomolekulárnu vrstvu na hraničnej ploche vzduch/voda. Uzatvárací účinok tejto vrstvy značne zníži odparovanie a umožní týmto efektívnu úpravu v relevantných prvých hodinách.

Finálny ošetrovací prostriedok sa výrazne odlišuje svojím zložením a koncentráciou od medziošetrovacieho prostriedku. Jeho nanášanie sa vykonáva na matne vlhkú povrchovú plochu betónu. Pri aplikácii na čerstvú betónovú plochu s vodným filmom vzniknú výrazné a nekontrolovateľné straty účinku. Okrem toho nie je možné ich nanášanie vo forme vrstvy, alebo je to možné len s dodatočnou povrchovou úpravou.

Účinok medziošetrovacieho prostriedku môže byť dokázaný meraním odparovania v miske doplnovanej vody. Obr. 3 ukazuje, že meraná miera

odparovania počas doby 7 h pri 24 °C a 65 % (objem.) relatívnej vlhkosti sa dá výrazne zmierniť. Pri nanesenom množstve 170 g/m² bola po 6 h nameraná miera odparovania 25 g (m².h) oproti 55 g (m².h) nameraným na referenčnej vzorke.

Obr. 4 ukazuje uzatvárací (zadržiací) účinok na betónovej povrchovej ploche pri nanesenom množstve 170 g/m². Počas bežnej doby odležania do 4 h je preto zadržiací koeficient v štandardnom prostredí 80 až 90 %. Pri zvýšených požiadavkách predpisu TL NMB-StB 09 [7] pri 30 °C a 40 % (objem.) relatívnej vlhkosti je zaznamenaný rovnako dobrý zadržiací účinok v prvých 4 h. Principiálne sa zvyšuje účinok medziošetrovacieho prostriedku s vysušovaním povrchovej plochy pri zvlášť extrémnych podmienkach (40 % relatívna vlhkosť vzduchu, 30 °C). Pretože sa toto spravidla zhoduje so začiatkom úpravy povrchovej plochy, nie je to relevantné na ochranu povrchovej plochy.

Zriedenie medziošetrovacieho prostriedku na stavbe znižuje obsah účinnej látky. Toto vedie k výraznému zníženiu zadržiacieho účinku, a preto sa neodporúča.

Súhrne sa dá povedať, že medziošetrovací prostriedok, resp. ochrana pred odparovaním musí vykazovať nasledujúce vlastnosti:

- rovnomerné rozloženie na vlhkej povrchovej ploche betónu,
- kombinovaný účinok ako pomôcky pri hladení povrchovej plochy betónu,
- výrobok sa musí nechať ľahko zapracovať do povrchovej plochy a nesmie vytvárať žiadne narušenie súdržnosti v betóne alebo príľnavosti k nasledujúcej poťahovej vrstve,
- zadržiací účinok by mal počas doby odležania byť porovnateľný s účinkom prostriedku na finálnu úpravu.

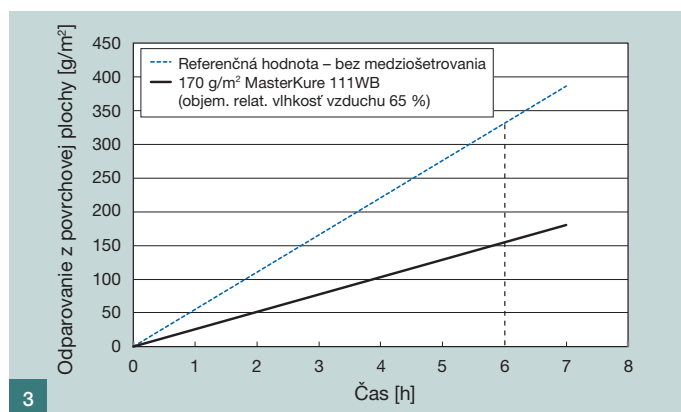
Najmä ohľadom vplyvu medziošetrovacieho prostriedku na súdržnosť neskoršie aplikovanej povrchovej úpravy trvala u užívateľov doposiaľ určitá neistota. Predkladaný príspevok ukazuje výsledky výskumov k tomuto problému. Výskumy boli vykonané s použitím na trhu už mnohokrát použitého medziošetrovacieho prostriedku.

SAMOTNÝ VÝSKUM

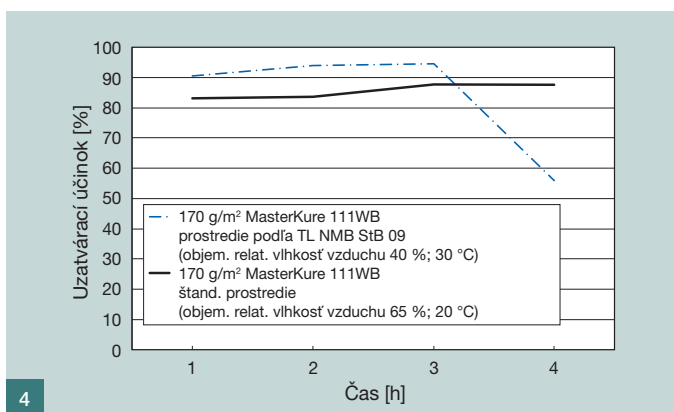
Použité materiály

Betónové platne, ktoré slúžili ako skúšobné polia, boli zhotovené z (nevystuženého) transportbetónu vhodného pre priemyselné podlahy s konzistenciou F4. Maximálne zrno kameniva bolo 16 mm.

Ako medziošetrovací prostriedok (ZNBM) bol použitý roztok MasterKure 111WB [8]. Bol nanesený v množstve 100, resp. 200 g/m² na čerstvú betó-



3



4

novú plochu ihneď po uložení betónu. Použité systémy povrchových úprav sú uvedené v tab. 1.

Výskumný program

V rámci výskumného programu boli betónové skúšobné polia zhotovené bez a s použitím medziosetrovacieho prostriedku. Okrem rôznych nanosených množstiev bol zohľadnený aj vplyv hľadania povrchu tým, že pri nanesenom množstve 200 g/m² bol medziosetrovací prostriedok na jednej strane iba nastriekaný a na druhej strane bol do betónovej povrchovej plochy zapracovaný pomocou hladenia.

Celkovým počtom skúmaných kombinácií bolo 20 skúšobných polí. Na odhad vhodnej doby na hladenie a na analýzu chýb boli plánované ďalšie skúšobné polia. Na každej skúšobnej ploche boli vykonané tri skúšky na zistenie povrchovej pevnosti, resp. pevnosti v súdržnosti. Rozmiestnenie polí (400 × 400 mm) sa realizovalo na dvoch betónových platniach s rozmermi 2 × 1,2 × 0,1 m.

Zhotovenie skúšobných polí

Pri zhotovovaní betónových platní bol transportbetón privezený, uložený a zhutnený v dvoch preglejkových debnách natretých fenolovou živicom (obr. 5). Následne boli betónové povrchové plochy stiahnuté vodovážnou latou.

Priamo v nadväznosti na uloženie betónu nasledovalo nanosenie medziosetrovacieho prostriedku na čerstvú betónovú plochu, na jednej strane s naneseným množstvom 100 g/m² a na druhej strane s 200 g/m².

Moment pre začatie hľadania betónu bol určený pomocou merania hĺbky vniknutia tzv. „HUMM sondy“ (obr. 6). Pri tomto skúšobnom postupe je kovová tyčka so závažím prstencovitého tvaru (s hmotnosťou 1 kg) kolmo vtlačaná do betónu až po prvú značku (hĺb-

Obr. 5 Zabudovanie čerstvého betónu ■
Fig. 5 Building in concrete

Obr. 6a,b Stanovenie časového bodu pre začiatok hladenia betónu pomocou „HUMM sondy“ ■ Fig. 6a,b Setting the time for beginning of trowelling concrete with the „HUMM probe“

Obr. 7 Prístroj na meranie súdržnosti a nalepená skúšobná doštička ■
Fig. 7 Device for measuring cohesion and glued-on test plate

ka vniknutia 10 mm). Následne sa nechá závažie padnúť 25x. Pritom sonda preniká stále viac do betónu. Pri hĺbke vniknutia od 55 do 45 mm je dosiahnutý moment, pri ktorom je betón spravidla pochôdzny a vhodný na začatie hľadania.

Pri dosiahnutí momentu pre začatie hľadania betónu boli skúšobné polia ručne, pomocou hladidla kruhovými pohybmi hladené a týmto spôsobom obohatené cementovou pastou a pastou z jemného materiálu. Súčasne bol vtieraný medziosetrovací prostriedok – ak to bolo plánované na danom skúšobnom poli. Pozitívne bolo pri tom zistené, že skúšobné polia s medziosetrovacím prostriedkom môžu byť ľahšie vyhladené ako skúšobné polia bez tohto prostriedku.

Ďalej na príslušných skúšobných poliach bola rovnomerne na povrch betónu nanosená cementom viazaná suchá zmes so vsypom (HS) v množstve 3 kg/m². Nadväzne boli povrchové plochy zahladzované hladidlom, až kým nevznikla hladká, lesklá povrchová plocha.

Po zahladení nasledovalo ošetrovanie úplným pokrytím betónových platní polyetylénovou fóliou. Trvanie ošetrovania bolo stanovené podľa DIN 1045-3, tab. 5.NA [9].

Zodpovedajúco programu výskumu boli aplikované rozličné systémy na-



nesenia vrstvy na povrch betónu. Pri systémoch viazaných epoxidovou živicom (EP1) to bol dvojvrstvový systém, pozostávajúci zo základného náteru s opieskovaním a krycej vrstvy. Trojvrstvový systém viazaný epoxidovou a polyuretánovou živicom (EP2) obsahoval navyše opieskovanú posypovú vrstvu. Cementom viazaný systém na vytvorenie vrstvy „Z“ sa skladal zo základného náteru a cementom viazanej vyrovnávacej vrstvy.

Obsah vody v betóne je pre aplikáciu polyméromi viazaných povrchových úprav ohraničený maximálnou hodnotou 4 % (hmotn.). Skúška sa vykonávala metódou vysušovania. Pred nanosením vrstvy bol povrch betónu skúšobného polia očistený (resp. odprášený) pomocou priemerného vysávača od uvoľnenej špiny, aby sa tak umožnila optimálna adhézia (prilnavosť) vrstvy, resp. základného náteru.

Z dôvodu chýb pri spracovaní nezatvrdla dvojzložková krycia vrstva z epoxidovej živice, ktorá bola plánovaná pre oba polyméromi viazané systémy nanosenia vrstvy EP1 a EP2. Aby sa v niektorých častiach odstránila nezatvrdnutá krycia vrstva, bol použitý materiál Isopropanol ako rozpúšťadlo. Pri EP1 bol týmto spôsobom obnažený základný náter a pri EP2 posypaná vrstva. Základný náter a posypaná vrstva nevykázali žiadne chyby a kontaktná zóna s betónom bola nedotknutá, a tak bol vylúčený eventuálny nepriaznivý účinok na následné skúšky súdržnosti.

Skúšky povrchovej pevnosti a pevnosti v súdržnosti

Na skúšobných poliach boli vykonané skúšky na stanovenie pevnosti v súdržnosti, resp. povrchovej pevnosti v ťahu betónu [10], [11], [12].

Na skúšobných poliach so systémami s úpravou povrchu a na skúšobných poliach so systémami s nanosením vrstvy na povrch betónu bola skúšaná

Tab. 1 Systémy povrchových úprav ■
Tab. 1 System adjustments to surface area and coating systems

Označenie	Systém	Použitie
HS	Vsyp (posyp) z jemného tvrdého materiálu ako cementom spájaná suchá stavebná hmota	Úprava povrchovej plochy pre zvýšenie odolnosti proti obrusu a tvrdosti povrchovej plochy, nanosené množstvo 3 kg/m ²
EP1	Epoxidovou živicom spájaná vrstva	OS 8 – tuhá vrstva pre pojazdné, mechanicky stredne až ťažko zaťažené plochy, hrúbka vrstvy cca 2 mm
EP2	Epoxidovou a polyuretánovou živicom spájaná vrstva	OS 8 – tuhá vrstva pre pojazdné, mechanicky stredne až ťažko zaťažené plochy, hrúbka vrstvy cca 3 mm
Z	Prísadami modifikovaná špeciálna cementová maľta	Samonivelizačná, podlahu vyrovnávajúca hmota, hrúbka vrstvy cca 10 mm



6a



6b



7

pevnosť v súdržnosti, ktorá okrem iného charakterizuje adhéziu rôznych systémových vrstiev, príp. adhéziu v hraničných plochách danej vrstvy k betónu. Na bežných skúšobných poliach bez systému úpravy povrchu a bez systému s nanosením vrstvy na povrch betónu bola naproti tomu meraná povrchová pevnosť v ťahu betónu, ktorá popisuje kohéziu okrajovej zóny betónu pri ťahovom namáhaní.

Na každom skúšobnom poli bola stanovená priemerná pevnosť v súdržnosti, resp. povrchová pevnosť v ťahu betónu na základe troch skúšobných výsledkov. Za tým účelom bola na skúšobné plochy nalepená skúšobná doštička s priemerom 50 mm na plochu ohraničenú vyvrtanou kruhovou drážkou. Aby sa v prípade chybného merania alebo neúplného nalepenia mohlo vykonať ďalšie meranie, bola na každom skúšobnom poli ako rezerva vyvrtaná štvrtá kruhová drážka (ohraničujúca ďalšiu plochu na príp. nalepenie skúšobnej doštičky o priemere 50 mm).

VÝSLEDKY POKUSOV A ICH VYHODNOTENIE

Podklady

Medziošetrovací prostriedok sa nachádza len na povrchovej ploche betónu, resp. v okrajovej zóne v blízkosti povrchu. Mohol teda ovplyvňovať hraničnú plochu medzi betónom a systémom pre vytváranie vrstvy a/alebo hornými 2 až 3 mm betónu. Dôležité informácie o pevnostnom chovaní sa rôznych systémov a poprip. o vplyve medziošetrovacieho prostriedku vyplývajú preto z pri skúškach sa vyskytujúcich prípadov oddelenia, resp. spôsobov porušenia (zlyhania).

Ak sa odtrhnutie nachádza v betóne, bude nameraná povrchová pevnosť v ťahu β_{OZ} betónu („prípady oddelenia A“). Pevnosť v súdržnosti β_{HZ} bude naproti tomu stanovená, ak sa odtrhnutie

vyskytne v hraničnej ploche medzi povrchom betónu (A) a systémom s úpravou povrchu alebo so systémom s nanosením vrstvy na povrch betónu (B) – („prípady oddelenia A/B“). Porušenie (zlyhanie) vo vrstve – („prípady oddelenia B“) pripúšťa jednako záver, že povrchová pevnosť v ťahu a pevnosť v súdržnosti v hraničnej ploche A/B sú s veľkou pravdepodobnosťou väčšie ako namerané hodnoty, pretože odtrhnutie vždy nastáva na najslabšom mieste.

Vyhodnotenie výsledkov výskumov

Pri skúškach povrchovej pevnosti v ťahu a pevnosti v súdržnosti sa v podstate vyskytovali dva spôsoby prípadov oddelenia, a to odtrhnutia v betóne – „prípady oddelenia A“ – a čiastočne odtrhnutia v komponentoch systémov pre vytváranie vrstvy – „prípady oddelenia B“. Prípady oddelenia v hraničných plochách medzi betónom a systémom s úpravou povrchu alebo so systémom s nanosením vrstvy – „prípady oddelenia A/B“ neboli zistené.

Pri spôsoboch oddelenia A nastali odtrhnutia v o niečo hlbšie ležiacej zóne do $t = 10$ mm, ale nenastali v horných 3 mm betónu. Z toho sa dá dedukovať, že pevnosť v hornej okrajovej zóne betónu je s veľkou pravdepodobnosťou prinajmenšom rovnako vysoká ako v hlbšie položených oblastiach betónu. Zníženie pevnosti použitím medziošetrovacieho prostriedku nebolo teda znateľné.

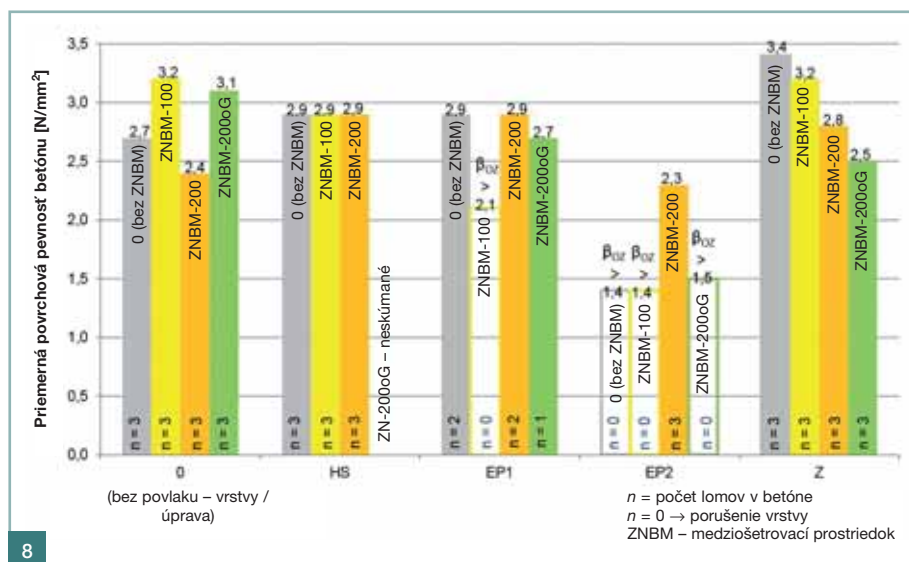
Na vzájomné porovnávanie povrchovej pevnosti v ťahu a pevnosti v súdržnosti boli brané do úvahy prípady oddelenia rovnakým spôsobom. Relevantné pre postavenie tejto otázky sú len odtrhnutia v betóne („prípady oddelenia A“), pretože tu medziošetrovací prostriedok mohol mať poprip. vplyv na pevnosť. Obr. 8 ukazuje pri použití „prípady oddelenia A“ (lom v betóne) získané priemerné povrchové pevnosti v ťahu

skúšobných polí v závislosti od rôznych povrchov, príp. od rôznych systémov s úpravou povrchu alebo od rôznych systémov s nanosením vrstvy na povrch betónu. V päte príslušného stĺpčeka je daný počet n lomov v betóne, a tým počet nameraných hodnôt použitých pre výpočet priemernej hodnoty. Pri stĺpčekoch (bez zafarbenia) s $n = 0$ boli len lomy vo vrstve. Preto tu môže byť uvedené len, že povrchová pevnosť v ťahu β_{OZ} je s veľkou pravdepodobnosťou vyššia ako zistená hodnota. Pri priemernej hodnote, ktorá bola vypočítaná na základe jednej alebo dvoch nameraných hodnôt ($n = 1$, resp. 2), je výpovedná hodnota oproti trom nameraným hodnotám ($n = 3$) nutne znížená.

Vzniknuté „prípady oddelenia B“ (porušenie vo vrstve) sa môžu čiastočne vzťahovať k zvyškom nezatvrdnutej krycej vrstvy z epoxidovej živice (skúšobné polia EP1 a EP2). U „prípady oddelenia B“ boli namerané výrazne nižšie pevnosti ako pri „prípadoch oddelenia A“. Pri skúšobných poliach, na ktorých sa vyskytli tri „prípady oddelenia B“, môže byť z toho odvodené, že povrchová pevnosť v ťahu β_{OZ} a pevnosť v súdržnosti β_{HZ} medzi povrchom betónu (A) a vrstvou (B) je s veľkou pravdepodobnosťou väčšia ako zistená hodnota (obr. 8; $n = 0 \rightarrow$ porušenie vo vrstve).

V „prípadoch oddelenia A“ ležia namerané priemerné povrchové pevnosti v ťahu medzi 2,3 a 3,4 N/mm² a týmto sú podstatne vyššie nad často požadovanú hodnotu vzťahovanú na povrchové systémy – 1,5 N/mm². Rozsah kolísania výsledkov zodpovedá bežnému rozpätiu skúšobnej metódy.

Z výsledkov môže byť odvodené, že skúšaný medziošetrovací prostriedok nemá žiadny negatívny vplyv na okrajovú zónu betónu v blízkosti jeho povrchu. Oveľa viac budú v tejto oblasti povrchové pevnosti v ťahu ovplyvnené charak-



Obr. 8 Priemerné povrchové pevnosti v ťahu β_{OZ} skúšobných polí | Fig. 8 Average surface tensile strength of test fields β_{OZ}

betónu. Pred použitím medziošetrovacieho prostriedku sa všeobecne odporúča vypracovať technologický predpis, čo sa týka nanášaného množstva a odborného použitia. Optimálne je odsúhlasenie koncepcie dodatočnej úpravy pre priemyselné podlahy pozostávajúcej z medziošetrenia v dobe odležania a finálnej úpravy (zodpovedajúcej DIN 1045-3) po ukončení úpravy povrchu.

Použitím vhodného medziošetrovacieho prostriedku môže byť zvýšená kvalita priemyselných podláh z betónu a podstatne môže byť znížený potenciál škôd spôsobený nepostačujúcou ochranou betónového povrchu v dobe odležania medzi zabudovaním betónu a úpravou povrchu.

teristikou betónu a jeho spracovaním pri zhotovovaní povrchovej plochy. Pri skúšobných plochách so vsypom (posypom) z tvrdého materiálu „HS“ napr. viedli skúšky nezávisle od medziošetrovacieho prostriedku a jeho nanášaného množstva k rovnakej povrchovej pevnosti v ťahu. Vsyp (posyp) a intenzívne dodatočné spracovanie viedli týmto často ku konsolidácii hodnôt.

KONEČNÉ ZÁVERY A ODPORÚČANIA PRE PRAX

Medziošetrovací prostriedok nanášaný na ešte vlhký povrch betónu chráni betón v kritickej dobe odležania medzi zabudovaním betónu a jeho následnou úpravou a znižuje pravdepodobnosť skoršej tvorby trhlin. Účinnosť môže byť zistením „uzatvárajúceho koeficientu“ potvrdená v prvých relevantných hodinách.

Ďalej bolo pri existujúcich výskumoch dokázané, že nenastáva žiadne porušenie súdržnosti medzi betónom, ktorý bol ošetrený medziošetrovacím prostriedkom MasterKure 111WB, a systémom s úpravou povrchu alebo systémom s nanosením vrstvy na povrch betónu. Hraničná plocha medzi betónom a vrstvou nebola použitím medziošetrovacieho prostriedku negatívne ovplyvnená.

Za určitých, predtým uvedených, okolností vznikajú ojedinele porušenia vo vrstvách. V prevažnej väčšine boli porušenia zistené v betóne, v hĺbke podstatne väčšej ako 3 mm. Adekvátne vykazovali okrajové zóny betónu v blízkosti jeho povrchu ($t \leq 3$ mm) pod systémami s úpravou povrchu alebo systémami s nanosením vrstvy na povrch betónu, nezávisle od medziošetrovania, s veľkou pravdepodobnosťou vyššie

pevnosti ako hlbšie ležiace oblasti betónu do $t = 10$ mm. Toto dovoľuje urobiť záver, že medziošetrovací prostriedok nemá žiaden negatívny vplyv na povrchovú pevnosť v ťahu hornej okrajovej zóny betónu do hĺbky 3 mm. Ale ukazuje sa, že kvalita betónu v okrajovej zóne betónu v blízkosti povrchu bude skôr zlepšená. Súčasne sa nevyskytlo žiadne narušenie adhézie medzi betónovým podkladom a na povrch naneseným upravujúcim systémom alebo systémom s nanosením vrstvy na povrch betónu.

Výskumy ďalej ukázali, že tu skúmaný medziošetrovací prostriedok môže prispieť k zlepšeniu spracovateľnosti

Prof. Dr. Iris Marquardt
Fachhochschule Lübeck

M. Eng. Finn-Niklas Kratt
Altus Bau GmbH

Dipl.-Ing. Sebastian Dittmar
BASF Construction Solutions GmbH

Dr. Martin Schnalke
BASF Construction Solutions GmbH

Literatúra:

- [1] KRATT, F.-N. *Einfluss eines Zwischennachbehandlungsmittels auf die Haftzugfestigkeit von Oberflächenvergütungs- und Beschichtungssystemen für Industrieböden aus Beton*. Lübeck, 2015. Diplomová práca. Odborná škola Lübeck.
- [2] DIN EN 13670. *Ausführung von Tragwerken aus Beton*. 2011. V spojení s DIN 1045-3 *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670*.
- [3] DEUTSCHE BAUCHEMIE. *Anwendung von Fließmitteln auf PCE-Basis im Industriebodenbau*. Informačný spis. 1. vydanie. Frankfurt: Deutsche Bauchemie e.V. (Nemecká stavebná chémia, registrované združenie), 2011.
- [4] KRELL, J. *Oberfläche und Nachbehandlung von Industrieböden aus Beton*. In: *Tagungsband 4. Symposium Baustoffe und Bauwerkserhaltung – Industrieböden aus Beton*. Karlsruhe: Universitätsverlag Karlsruhe, 2007.
- [5] Zement-Merkblatt Betontechnik B 8. *Nachbehandlung und Schutz des jungen Betons*. Düsseldorf: Verein Deutscher Zementwerke e. V. (Združenie nemeckých cementární, registrované združenie), 2014.
- [6] Krell-consult. *Aus Wissen wird Nutzen*. Beton 2014. Hilden, 2014.
- [7] TL NBM StB 09. *Technische Lieferbedingungen für flüssige Betonachbehandlungsmittel*. 2009.
- [8] BASF. *Technisches Merkblatt MasterKure 111WB*. Technické upozornenie (inštruktážny list). Ludvigshafen: BASF Construction Solutions GmbH, 2013.
- [9] DIN 1045-3. *Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 3: Bauausführung – Anwendungsregeln zu DIN EN 13670*. 2012.
- [10] DIN EN 1542. *Produkte und Systeme für den Schutz und die Instandsetzung von Betontragwerken, Prüfverfahren Messung der Haftfestigkeit im Abreißversuch*. 1999.
- [11] DIN EN 13892-8. *Prüfverfahren für Estrichmörtel und Estrichmassen – Teil 8: Bestimmung der Haftzugfestigkeit*. 2003.
- [12] DIN 1048-2. *Prüfverfahren für Beton; Festbeton in Bauwerken und Bauteilen*. 1991.