

# MODERNÁ VÝSTAVBA BETÓNOVÝCH VOZOVIEK V NEMECKU MODERN CONSTRUCTION OF CONCRETE ROADS IN GERMANY

THOMAS WOLF, WALTER FLEISCHER

V článku je číselne, grafmi a tabuľkou dokumentovaný nárast intenzity diaľkovej automobilovej dopravy v Nemecku. Je popísaný návrh konštrukcie a výstavby betónových diaľnic, ktoré umožnia bezpečnú, spoľahlivú a rýchlu dopravu. Zvýšená pozornosť je venovaná novým úpravám a technologickým postupom, ktoré prispievajú k pohodlnejšej jazde a znížia únavu vodičov (povrch vozovky, hluková záťaž).

*This article documents the growth of intensity of long-distance motor transport in Germany, using figures, graphs and a table. It describes the design of the road structure and the construction of concrete motorways which will make safe, reliable, and quick transport possible. The paper emphasizes new modifications and technological procedures which will contribute to more comfortable driving and will reduce fatigue of drivers (the road surface, noise load).*

Stavebný materiál – betón je nepostrádateľný pre veľmi zaťažené dopravné plochy ako napr. diaľnice, prevádzkové plochy letísk, pevné dráhy železníc a pre veľmi zaťažené priemyselné plochy. Tieto plochy musia vyhovovať vysokým požiadavkám na úžitkové vlastnosti a na životnosť a majú sa dať hospodárne zhotoviť. Príslušné vysoké požiadavky sú kladené na základné stavebné materiály a na betón, ako aj na personálne a technické zariadenie zhotoviteľa stavby. Betón sa spravidla mieša zariadením na stavenisku. Ukladanie sa uskutočňuje mechanizovane technikou systému posuvného debnenia (finišerom s klznými bočnicami). Prevádzkové plochy z betónu sa na konci ich životnosti recyklujú na vysokohodnotné kamenivá, ktoré sa znovu použijú v nových prevádzkových plochách ako ekologicky nezávadná a hospodárna štrková nosná vrstva pod betónový povrch alebo ako kamenivo nosnej vrstvy s hydraulickým spojivom [1].

## INTENZITA CESTNEJ PREMÁVKY

V Nemecku sa za ostatných tridsať rokov takmer zdvojnásobila intenzita prevádzky na spolkových diaľkových cestách (diaľnicach) (obr. 1).

Priemerná denná intenzita prevádzky na diaľnicach predstavovala v roku 2005 cca 48 300 motorových vozidiel za 24 h pri podiele premávky ťažkých nákladných vozidiel > 3,5 t a autobusov cca. 14,5 %. To zodpovedá približne 7 000 nákladným autám za deň. Na mnohých úsekoch je ale zaťaženie niekoľkonásobne vyššie (obr. 2). Najviac zaťažená nemecká diaľnica je A 100 kolem Berlína [2].

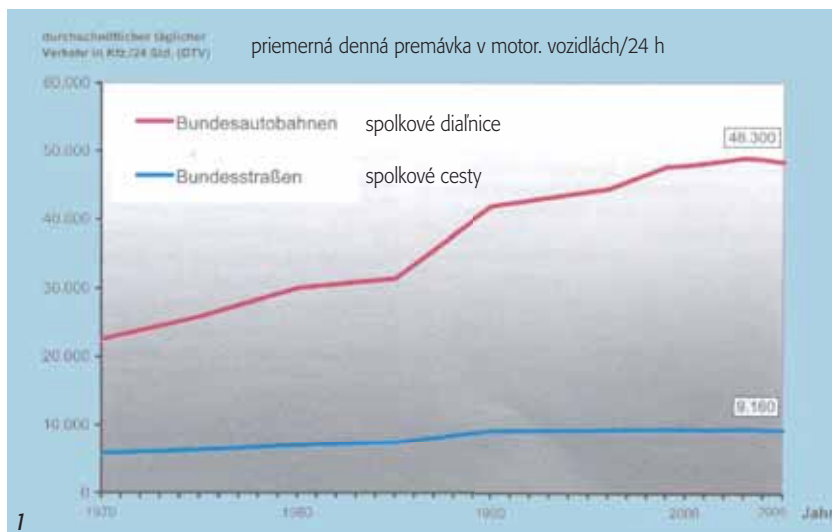
Medzi rokom 2004 a 2005 stúpila nákladná cestná doprava o 3,2 %. Pre rok 2006 bol na základe pozitívneho hospodárskeho rozvoja a silno rastúceho zahraničného obchodu prognózovaný prírastok 4,8 % [3]. Taktiež rozšírenie EÚ resp. stále narastajúca doprava z a do východnej Európy vedú k stále vyššiemu zaťaženiu nemeckých ciest. Podiel zahraničných nákladných vozidiel predstavuje už teraz viac ako 22 %. Tak rastúcou náklad-

Obr. 1 Rozvoj intenzity premávky na spolkových diaľkových cestách a na ostatných cestách mimo obce (pred rokom 1995 len staré spolkové krajiny) [3]

Fig. 1 Development of intensity of traffic on German long-distance as well as other roads outside towns (prior to 1995 only old federal state) [3]

Obr. 2 Vzorový priečný rez nevystuženou betónovou diaľnicou s kotvenými priečnymi škárami a s kotvenými pozdĺžnymi škárami priamo na nosnej vrstve s hydraulickým spojivom [1], vrubovanej alebo rezanej v modulovej sieti škár

Fig. 2 Sample cross section of an unreinforced concrete motorway with anchorage transverse joints and anchorage longitudinal joints directly on the load-carrying layer with a hydraulic binding agent [1], ribbed or cut in a modular network of joints



Tab. 1 Desať diaľnic s najrušnejšou premávkou v roku 2005 v Nemecku [2]  
Tab. 1 Ten motorways with the busiest traffic in Germany in 2005 [2]

Diaľnica	Spolková krajina	Úsek	Priemerná denná intenzita prevádzky
A 100	Berlín	Trojuholník Funkturm – Kurfürstendamm	191 400
A 100	Berlín	Kaiserdamm – trojuholník Funkturm	181 500
A 100	Berlín	Trojuholník Charlottenburg - Kaiserdamm	176 700
A 100	Berlín	Kurfürstendamm - Schmargendorf	167 700
A 3	Severné Porýnie-Westfálsko	Kolín Delibrück – Kreuz Kolín-Východ	165 000
A 100	Berlín	Insbrucker Platz – Kreuz Schöneberg	160 500
A 3	Severné Porýnie-Westfálsko	Kolín Mühlheim – Kolín Drellbrück	158 000
A 3	Severné Porýnie-Westfálsko	Kreuz Leverkusen - Leverkusen	152 400
A 5	Hesensko	Frankfurter Kreuz - Zeppelinheim	150 700
A 100	Berlín	Alboinstraße – Tempelhofer Damm	148 400

nou prepravou, ako aj ďalej pribúdajúcou premávkou osobných motorových vozidiel sa situácia dopravných komplikácií na sieti nemeckých diaľnic v ďalších rokoch ešte ďalej vyostří. O to dôležitejšie sú potom výkonné cesty vyžadujúce si iba nízke náklady na údržbu a poskytujúce vysokú životnosť. Tejto požiadavke vyhovujú vo vysokej miere moderné betónové cesty.

Dovolené nápravové tlaky pre nemecké nákladné automobily ležia v súčasnosti pri 11,5 t. Nákladné autá zo susedných štátov, ktoré taktiež používajú nemecké diaľnice, majú niekedy zaťaženie náprav až 13 t. Jedna náprava nákladného vozidla zaťažuje cestu asi tak silno, ako 160 000 náprav osobných vozidiel. Z toho dôvodu sa väčšina veľmi zaťažených diaľnic zhotovuje z betónu [1].

#### SPÔSOBY VÝSTAVBY A KONŠTRUKCIA

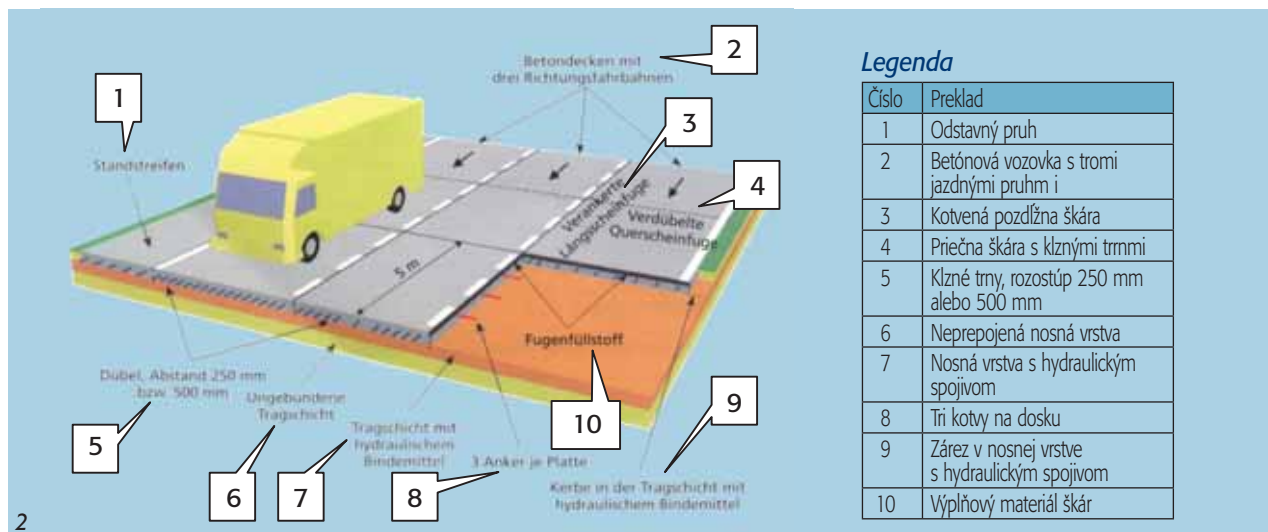
V Nemecku sa dimenzujú betónové vozovky podľa smerníc pre štandardizáciu nosnej časti a povrchu prevádzkových plôch, vydanie 2001 – RStO 01 [4]. V podstate majú

čo priaznivo ovplyvňuje prenos priečných síl následkom prejetých kolies z jednej dosky na druhú vzájomným zakliesnením zrn kameniva v trhlíne (aggregate interlock, concrete joint). Malé svetlé šírky otvorov zvyšujú okrem toho životnosť tesnenia škár. Rozmery dosiek nesmú prekročiť 25násobok (v tuneli 20násobok) hrúbky dosiek [5] a dĺžka strany nesmie byť väčšia ako 7,5 m, aby sa podružné (vynútené) pnutie príliš nezvýšilo.

Aby sa ďalej zvýšil prenos priečnej sily a pre zabránenie škodám z erózie v oblasti škár sa pri nevystužených betónových plochách zabudujú v strede hrúbky dosky do priečných škár plastickou látkou opláštené hladké oceľové kľzné trny ( $d = 25 \text{ mm}$ ,  $l = 500 \text{ mm}$ ) s rozstupom 250 mm (alebo 500 mm pri úspornom spojení kľznými trnmi) (obr. 2). Opláštenie plastickou látkou zabraňuje korózii a znižuje súdržnosť s betónom, takže priečne škáry sa môžu bez obtiaží uvoľniť (odblokovať) a uzatvoriť kľznými trnmi.

Aby sa pozdĺžne škáry pozvoľne neot-

musí uskutočniť v čo najkratšej dobe, aby sa prekážky v doprave obmedzili na minimum. Väčšina stavebných zákaziek je viazaná na prísne termíny a pri ich prekročení vznikajú vysoké penalizačné postihy. Preto je potrebné vyrobiť a ukladať za jeden deň až 3 000 m<sup>3</sup> betónu, aby sa dodržali dohodnuté doby výstavby a aby sa hospodárne využili drahé špeciálne zariadenia. Miestne výrobné transportbetónu nemávajú dostatočnú kapacitu na dodávku tak veľkého množstva betónu, najmä počas dlhšieho obdobia niekoľkých týždňov. Z toho dôvodu sa spravidla zriaďujú špeciálne miešacie stanice priamo na stavbe, aby sa zabezpečilo zásobovanie stavby tak veľkým množstvom vysokokvalitného cestného betónu tuhej konzistencie. Používajú sa buď šaržové miešačky s kapacitou 100 až 300 m<sup>3</sup>/h čerstvého betónu alebo kontinuálne pracujúce miešačky s podobnými výkonmi. Takéto miešacie zariadenia môžu byť rýchlo a hospodárne postavené, demontované a transportova-



#### Legenda

Číslo	Preklad
1	Odstavný pruh
2	Betónová vozovka s tromi jazdnými pruhmi
3	Kotvená pozdĺžna škára
4	Priečna škára s kľznými trnmi
5	Kľzné trny, rozstup 250 mm alebo 500 mm
6	Neprepojená nosná vrstva
7	Nosná vrstva s hydraulickým spojivom
8	Tri kotvy na dosku
9	Zárez v nosnej vrstve s hydraulickým spojivom
10	Výplňový materiál škár

pre zhotovenie betónových krytov vozoviek na diaľnicach praktický význam tri spôsoby výstavby. Betónový kryt sa môže navrstviť na nosnej vrstve s hydraulickým spojivom, na asfaltovej nosnej vrstve alebo na štrkovej podkladovej vrstve.

Na ohraňenie napätí z gradientov teploty a vlhkosti na nekritickú mieru sa pri diaľnicach (kryt vozovky do 300 mm) osvedčili rozstupy priečných škár 5 m. Rozstupy pozdĺžnych škár sú – prispôbené šírke vozovky – v tom istom rozmedzí, aby sa vytvorili približne štvorcové dosky. Navyše sa pri takých rozstupoch priečne škáry otvárajú len nepatrne,

várali vzájomným oddelovaním sa pásov dosiek, zabudujú sa v 5 m dlhej škáre v dolnom tretinovom bode tri kotvy (pri pozdĺžnych tesných škárach a pri druhu konštrukcie „betónová vozovka na štrkovej podlažie“ päť kotiev) z rebrovanej stavebnej ocele ( $d = 20 \text{ mm}$ ,  $l = 80 \text{ mm}$ ) (obr. 2). Z dôvodov ochrany pred koróziou sú takisto v strednej tretine (teda pod škárou) opláštené plastickou hmotou [1].

#### ZHOTOVENIE BETÓNOVEJ VOZOVKY

##### Miešacie zariadenia

Výstavba prevádzkových zariadení sa

né [1]. Obr. 3 ukazuje moderné miešacie zariadenie Heilit+Woerner v normovanej veľkosti námorného kontajnera ISO.

##### Finišer s kľznými bočnicami

V súčasnosti je ekonomické zhotovenie plôch z betónu možné len mechanizovanou technikou posuvného systému debnenia. Tak ako miešacie zariadenia sa dajú moderné finišery s bočnými kľznými bočnicami ľahko a hospodárne inštalovať, demontovať a prepraviť trajlermi.

Pomocou moderných finišerov nie sú žiadnou výnimkou výkony uklada-  
nia 800 bm za jeden deň. Šírky ukla-



dania do 16,75 m a pre osobitné plochy do 18 m sú u firmy Heilit-Woerner obvyklé. Hrúbky ukladania sú pre diaľnice až do 300 mm. Zabudovanie nevystužených prevádzkových plôch z betónu prebieha spravidla nasledovne. Betón sa dopravuje obvyklými cestnými nákladnými vozidlami (v súčasnosti väčšinou štvornápravové vozidlá) alebo, keď sa nemusia použiť verejné cesty, dopravuje sa dumpermi (obr. 3) od miešačky na miesto ukladania a pred finišerom sa čerstvý betón vyklopí [1]. Transport čerstvého betónu v hliníkových korbách je neprípustný, aby sa zabránilo poškodeniu betónového povrchu tvorbou vodíka v dôsledku vylučovania hliníka [5].

Betónový kryt môže byť po celej jeho hrúbke vytvorený z rovnakého betónu (jednovrstvový spôsob stavby). Obidva druhy betónov dvojvrstvového spôsobu výstavby sa odlišujú hlavne druhom kameniva. Pre podkladový betón sa môže použiť výlučne štrk, keďže požiadavky na kamenivo pre podkladový betón sú nižšie ako pre vrchný betón (napr. čo sa týka odolnosti proti mrazu a obrusovaniu, tvaru zrna a pod.).

Vo februári 2006 bol zavedený spôsob stavania vymývaným betónom vo Všeobecnom obežníku Cestné stavitelstvo (ARS) č. 5/2006 Spolkového ministerstva pre dopravu, výstavbu a rozvoja miest (BMVBS) [6] ako nová norma pre hluk znižujúce betónové vozovky v Nemecku. Od tej doby bola pri nových zmluvách na výstavbu diaľnic stanovená takmer výlučne stavebná technológia vymývaného betónu. Zatiaľ bude táto metóda stavania predstavovať aj v Nemecku štandardnú metódu stavania vozoviek z betónu. V ďalšom texte je popísaný len tento spôsob vytvárania povrchu betónovej vozovky.

Keďže pri použití metódy vymývaného betónu sú požiadavky na východiskové materiály a na betón vyššie ako pri tradičnom vrchnom betóne, sa vozovky z vymývaného betónu z ekonomických hľadísk zhotovujú výlučne ako dvojvrstvé, s výnimkou malých plôch kde to nie je možné z dôvodov použitia technického zariadenia. Firma Heilit-Woerner používa pre dvojvrstvové ukladanie dva oddelené finišery s kľznými bočnicami (obr. 4). Prvý finišer ukladá podkladový betón v požadovanej hrúbke a výškovej polohe. Betón je zhutňovaný ponornými vibrátormi. Následne sa automatic-

ky zavibrujú kľzné trny a kotvy do zhutneného podkladového betónu.

Vrchný betón je ukladajú na zhutnený podkladový betón podľa pomerov na stavenisku buď čelným zavážacím zariadením ponad finišerom pre podkladový betón a/alebo bagrom z boku. Tento druhý finišer s kľznými bočnicami ukladá vrchný betón v plánovanej hrúbke a výškovej polohe. Potom vyrovná čerstvý betónový povrch v priečnom i pozdĺžnom smere. Uklada-

krytu vozovky len 50 mm. Väčšia hrúbka nie je technicky a ekonomicky účelná. Hrúbka podkladového betónu sa mení v závislosti od stavebného pásma podľa RStO 01 [4] medzi 170 a 250 mm.

Pre zloženie vymývaného betónu ako aj pre používané kamenivá platia, analogicky ku konštrukcii s tenkým vrchným betónom, zvýšené požiadavky v porovnaní k obvyklým cestným betónom. Tie sú definované v prílohe G, stĺpec „Vrchný



3



4

nie vrchného betónu sa musí uskutočniť na zhutnenom podkladovom betóne „čerstvý do čerstvého“, aby sa dosiahlo trvanlivé spojenie medzi obidvomi betónmi [1].

**Výstavba a betonársko-technologické zloženie vozoviek s povrchom z vymývaného betónu**

Hrúbka vrchného betónu – v tomto prípade vymývaného betónu – predstavuje v porovnaní s tradičnou konštrukciou

betón“ 0/8 Technických dodacích podmienok pre kamenivá pre cestné stavby (TL Gestein-StB 04) [7]. Kamenivá so zrnom väčším ako 4 mm do max. 8 mm musia pozostávať výlučne z drvených kamenív kategórie C<sub>100/0</sub> a musia, čo sa týka tvaru zrna, vyhovovať kategórii S<sub>15</sub> (charakteristické číslo tvaru zrn) alebo F<sub>15</sub> (charakteristické číslo plochosti zrn).

Okrem toho musia tieto kamenivá vykazovať vysokú odolnosť proti obrusova-

niu. Odchylne od doterajšej štandardnej stavebnej metódy s vrchným betónom 0/22 alebo 0/32 sa pre povrchy z vymývaného betónu vyžadujú vyššie hodnoty PSV, a to najmenej PSV<sub>53</sub>.

Pri stavebnej technológii vymývaného betónu, ako aj pri technológii s tenkým vrchným betónom, sú pre zabezpečenie potrebných vlastností potrebné vyššie obsahy cementu od cca. 420 do 430 kg/m<sup>3</sup> (spravidla CEM I 32,5R

nom betóne spravidla nenachádza frakcia zrnitosti 2/5 (nespojité zrnitosť) [8]. Čiara zrnitosti vymývaného betónu prebieha preto približne pozdĺž normálnej čiary zrnitosti U8 podľa DIN 1045-2 [9.]

#### **Ukladanie betónu, úprava kefami a ošetrovanie povrchov vymývaného betónu**

Podkladový a vrchný betón sa pri stavebnej technológii „exposed-concrete“ ukla-

ho betónu. Odporúčané množstvo je podľa jednotlivých výrobcov cca. 200 až 250 g/m<sup>2</sup>. Keďže hĺbka odstraňovania kefami závisí okrem iného aj od zloženia betónu, musí sa pre každé stavebné opatrenie skúškami na stavenisku určiť ideálne množstvo nanášaného spomaľovacieho prostriedku. Ak nanesené množstvo je príliš malé alebo keď sa kombinovaný spomaľujúci a ošetrovací prostriedok nenastrieka rovnomerne a nepokrýva celú plochu, môžu nastať problémy pri odstraňovaní kefami a následne môže napr. dochádzať k „hladkým miestam“.

Hneď ako je betón celkovo dostatočne zatvrdnutý a zjazdový, sa nezatvrdnutá povrchová malta odstráni kefou a dočistí motorom poháňanou oceľovou kefou, takže vznikne vyrovnaná plocha z vymývaného betónu, na ktorej sa teraz objaví hrubé kamenivo, napríklad frakcia 5/8 (obr. 6) [10].

Keďže ochrana proti odpareniu, nanosená v kombinácii so spomaľovačom sa s povrchovou maltou odstráni kefami, je nutné nadväzujúce ošetrenie. Z toho dôvodu sa hneď na to nastrieka z mobilného nosníkového zariadenia zaužívaný ošetrovací prostriedok (obr. 7). Pri vys-



Obr. 3 Miešacia stanica Heilit-Woerner v normovanej veľkosti námorného kontajnera ISO

Fig. 3 Heilit-Woerner mixing plant in a standard size of a sea container ISO

Obr. 4 Dvojvrstvové ukladanie dvomi finišermi Heilit+Woerner s klznými bočnicami

Fig. 4 Double-layer laying with two Heilit+Woerner finishers with trailing side-forms

Obr. 5 Nastriekanie kombinovaného retardačného a ošetrovacieho prostriedku z pracovnej plošiny

Fig. 5 Spraying of combined retarding and curing agent from the working platform

Obr. 6 Odstraňovanie povrchovej malty kefami a motorom hnanou oceľovou metlou a upravený povrch vozovky s viditeľným kamenivom 5/8

Fig. 6 Removal of surface mortar with brushes and engine-driven steel broom, and the finished road surface with visible aggregate 5/8

alebo CEM I 42,5N). Pre dosiahnutie konzistencie, potrebnej na ukladanie, je spravidla potrebné použiť superplastifikátor. Minimálny obsah vzduchu čerstvého betónu sa nastaví podľa tabuľky 2 ZTV Beton-StE 01 [5]. Pri najväčšom zrne 8 mm a pri súčasnom použití superplastifikátora znamená to 6,0 obj. % pre jednotlivé hodnoty a 6,5 obj. % v dennom priemere. V protiklade k tenkému vrchnému betónu 0/8 mm sa vo vymýva-

dajú, zhutnia a vyrovnajú ako zvyčajne, pričom musí byť obzvlášť vibračné zariadenie na zhutňovanie vrchného betónu prispôbené jeho malej hrúbke (napr. malá vibračná energia).

Hneď na to sa z pracovnej plošiny najčastejšie nastrieka kombinovaný spomaľujúci a ošetrovací prostriedok (obr. 5), ktorý časovo predlžuje hydratáciu cementu v najvyššej vrstve (milimetrová oblasť) a súčasne zabráni vysychaniu čerstvé-





Obr. 7 Nadväzujúce ošetrovanie kefami upraveného povrchu vozovky nastriekaním bežného ošetrovacieho prostriedku z mobilného nosníkového zariadenia

Fig. 7 Subsequent treatment of the brushed road surface by spraying common curing agent from a mobile trabeated facility

Obr. 8 Namerané hodnoty hluku, vyšetrené meracou metódou blízkeho poľa pri 80 km/h [dB(A)] [12]

Fig. 8 Measured values of noise, examined by the measurement method of the surrounding field at 80 km/h [dB(A)] [12]

Obr. 9 Namerané SCRM-hodnoty k prevzatíu

Fig. 9 Measured SCRM values prepared for assumption

kých teplotách a/alebo vysokých rýchlostiach vetra má sa navyše vykonať ošetrovanie povrchu betónu.

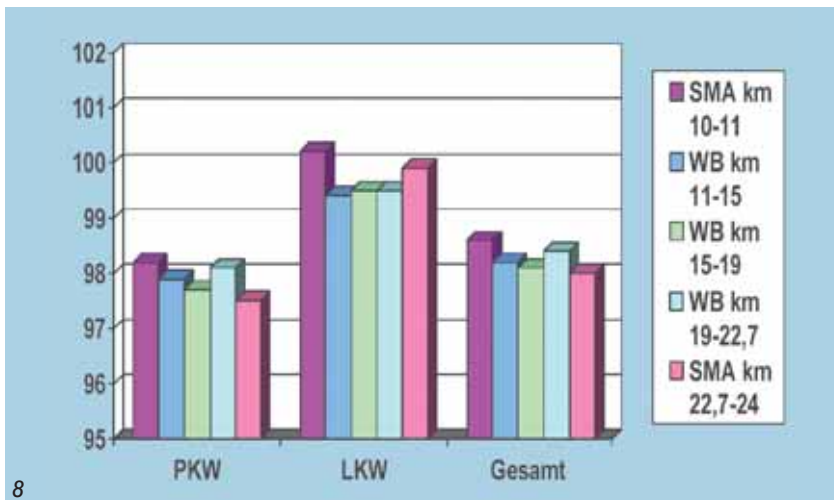
### Škárý

Bezprostredne po odstránení povrchovej malty kefami musia sa vyhotoviť rezy pre priečne škárý a takmer súčasne aj pre pozdĺžne škárý. Šírka rezu je okolo 3 mm, hĺbka rezu pre priečne škárý 25 až 30 % hrúbky betónu a 40 až 45 % pre pozdĺž-

ne škárý [5]. Nateraz sa používajú vodou chladené diamantové pílové listy. Moderné rezačky škárý odsávajú priamo pri reze vyskytujúci sa rezný kal [1].

Pred zaplnením škárý musí sa rez rozšíriť podľa druhu škárý a plniva škárý [11]. Ako plnivo sa v súčasnosti používajú horúce a studené zálievkové hmoty, ako aj elastické profily [1]. Keď sa priečne a pozdĺžne škárý uzatvárajú použitím profilov je problémová zóna v priesečníkoch.

Často dochádza napriek ochrane proti natiahnutiu (rozduťiu) k pretrhnutiu profilov a následkom toho k netesnostiam. Z toho dôvodu by sa mali prednostne používať pre priečne škárý profily a pre pozdĺžne škárý zálievkové hmoty.



8

### ÚŽITKOVÉ VLASTNOSTI BETÓNOVÝCH KRYTOV VOZOVIEK

#### Drsnosť povrchu a hluk pneumatík a vozovky

Podstatné výhody systému vymývaného betónu sú vo vysokej a trvanlivej drsnosti pri súčasne nízkej emisii zvuku. Vo viacerých domácich i zahraničných skúmaniach sa dalo pomocou metódy CPX preukázať, že vymývaný betón s maximálnym zrnom 8 mm je, čo sa týka emisie hluku, rovnako hodnotný ako drtvový asfaltový mastix [8]. Namerané hodnoty z diaľnice Inntal A93 pri Kiefersfelden, vybudované v roku 2004, potvrdili veľmi dobré



9

Literatúra:

- [1] *Fleischer W, Wagner R.*: Beton für hochbelastete moderne Verkehrsflächen (Teile 1 und 2). Beton 53 (2003) H. 11, S. 536–538, H. 12, S. 592–597
- [2] Spitzenbelastungen auf Autobahnen, Asphalt 42 (2007) H. 4, S. 4
- [3] Straßenbaubericht 2006, Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Berlin, im Dezember 2006
- [4] Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen, Ausgabe 2001, RStO 2001. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e. V., Köln, FGSV Verlag, 2001
- [5] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Bau von Fahrbahndecken aus Beton, ZTV Beton-StB 2001, Ausgabe 2001. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Betonstraßen, Köln 2001
- [6] Allgemeines Rundschreiben Straßenbau Nr. 5/2006: Richtlinien für den Lärmschutz an Straßen – RLS 90. Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Bonn, 17. 2. 2006
- [7] Technische Lieferbedingungen für Gesteinskörnungen im Straßenbau, TL Gestein-StB 04, Ausgabe 2004
- Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Mineralstoffe im Straßenbau, Köln 2005
- [8] *Sulten P, Wolf T.*: Waschbeton – Eine alternative Betonoberfläche. Straße+Autobahn 57 (2006) H. 4, S. 210–218
- [9] Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton, Teil 2: Beton – Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität, Anwendungsregeln zu DIN EN 206-1. Normenausschuß Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V., Juli 2001
- [10] *Fleischer W, Wolf T.*: Die Griffigkeit von Fahrbahndecken aus Beton (Teil 2). Beton 54 (2004) H. 12, S. 610–614
- [11] Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Fugenfüllungen in Verkehrsflächen, Ausgabe 2001, ZTV Fug-StB 2001. Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen, Abteilung Straßenbau. Köln: FGSV Verlag, 2001
- [12] *Schmerbeck R.*: Anwendung von Funktionsbauperträgen in Bayern. Tagungsband der FGSV-Betonstraßentagung 2005, Essen, S. 54-59. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Schriftenreihe der Arbeitsgruppe „Betonstraßen“, H. 27, Köln 2006

betón je prakticky nehorľavý. Nie bez dôvodu sa v Rakúsku predpisujú pri cestných tuneloch s dĺžkou väčšou ako 1 km pri rizikovej triede III a IV betónové kryty vozoviek.

**ZÁVER**

Betón je ideálnym riešením pre veľmi zaťažené diaľnice, ale tiež pre prevádzkové plochy letísk, pre pevné dráhy železníc alebo priemyselné plochy – najmä pre jeho úžitkové vlastnosti – životnosť, hospodárnosť a ochrana životného prostredia. Aktuálne smernice [4] predpokladajú pri betónových cestách tridsaťročnú životnosť. Zo skúsenosti z praxe sa dá očakávať ešte dlhšia životnosť. Keďže betónové cesty v prvých 15 až 20 rokoch vyžadujú len zriedka opatrenia na údržbu a opravy, poskytujú vysokú mieru použiteľnosti a zapríčinia len nepatrné obmedzenie dopravy údržbárskymi prácami.

Pri odbornom projektovaní a primeranom vyhotovení poskytuje prevádzková plocha z betónu trvale úžitkové vlastnosti. To znamená únosnosť, odolnosť proti deformácii, rovnosť, svetlosť, vysokú drsnosť a malý hluk pneumatík a vozovky. K tomu pristupuje recyklovateľnosť starých betónových plôch, čo chráni životné prostredie úsporou nepoužitých stavebných látok, skladovacích priestorov a transportov. Na základe týchto kladov je stavanie betónom predurčené pre funkčnú stavebnú zmluvu a PPP projekty – verejno-súkromné partnerstvo (Public Private Partnership), pri ktorých je podnikateľ dvadsať alebo tridsať rokov zodpovedný za udržiavanie a musí zabezpečiť takzvané funkcionálne požiadavky [1]. Nie bez dôvodu boli v Nemecku až doteraz uzatvorené zmluvy na stavbu diaľnic zväčša vyhotovené pre realizáciu z betónu. Aj pre budúce modely PPP, pokiaľ projekčné okolnosti nevyžadujú výstavbu s asfaltom, treba vychádzať z toho, že stávanie s betónom dostane prednosť.

Dipl.-Ing. Thomas Wolf

e-mail: thomas.wolf@heiwoe.com

Dr.-Ing. Walter Fleischer

e-mail: walter.fleischer@heiwoe.com

oba: Heilit+Woerner Bau GmbH

Mies-van-der-Rohe-Straße 6, 80807 München

tel.: +49 89 360 555-5730

fax: +49 89 360 555-5790

www.heiwoe.de

hlukové a nekľzavé vlastnosti povrchov z vymývaného betónu O/8. Povrch bol skúmaný v apríli 2005 takzvanou meracou metódou blízkeho poľa (merací prívies huku) na ich hluk znižujúci účinok (obr. 8).

Bolo evidentné, že frekvenčné zloženie vymývaného betónu (WB) a príslahlého drvového asfaltového mastixu O/8 S (SMA) sa len nepatrne odlišujú. Znižovanie hluku vymývaného betónu sa nachádza takisto v rozmedzí SMA [12]. Z meraní bolo ďalej zjavné, že hluk znižujúci účinok povrchov vymývaného betónu je pri pneumatikách nákladných vozidiel ešte markantnejší ako pri pneumatikách osobných vozidiel.

Aj čo sa týka drsnosti boli dosiahnuté vynikajúce výsledky značne nad úrovňou požiadaviek (modrá čiara) (obr. 9). Iba v stometrovej oblasti nespĺňal požiadavky. To však bolo zdôvodnené problémami s prístrojom počas zhotovovania.

**Pozdĺžna a priečna rovnosť, jasnosť, reakcia pri požiari**

Moderné betónové vozovky vykazujú pri odbornom vyhotovení od začiatku dobrú rovnosť v pozdĺžnom aj priečnom smere. Tie zostávajú zachované počas doby životnosti betónového povrchu vozovky pri každej teplote a pri každom zaťažení. V tom spočíva veľká výhoda tohto spôsobu betónovania. Vodičmi motorových vozidiel tak obávané vyjazdené koľaje, podmienené dopravou a teplotou, sa nevyskytujú.

Okrem toho sú betónové vozovky v porovnaní s asfaltovými vozovkami znateľne svetlejšie, čo sa kladne prejaví najmä pri daždi a v noci na jazdné vlastnosti, a tým samozrejme na bezpečnosť premávky. Betónovými krytmi vozoviek v tuneloch možno ušetriť náklady na osvetlenie a navyiac sa výrazne zníži potenciál nebezpečenstva v prípade požiaru (požiarne zaťaženie), keďže