

# POVZETEK PREDAVANJ 7. MEDNARODNE KONFERENCE O BETONSKIH VOZIŠČIH V PRAGI

DRI upravljanje investicij, Družba za razvoj infrastrukture, d.o.o.

Kotnikova ulica 40  
SI-1000 Ljubljana

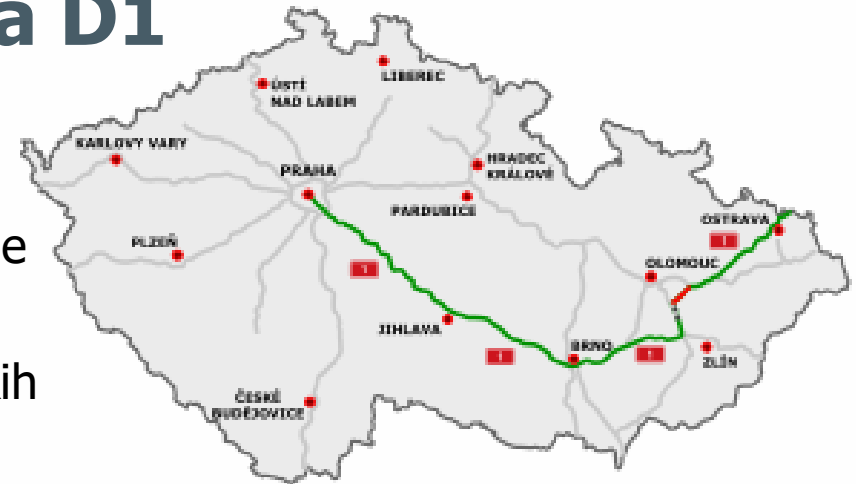


info@dri.si www.dri.si

# 1. Modernizacija avtocestnega odseka D1

(Ing. Radek Matl, Direkcija za cestni promet in AC v ČR)

- Leta 2011 leti začeli modernizacijo odseka D1. (Praga-Brno-Ostrava, 351 km, 1970), sedaj so glede na obnovljene km na polovici. Skupna dolžina nadgradnje je sicer 161,6 km.
- Težave z voziščem pred nadgradnjo: razpoke, premikanje betonskih plošč, razpadanje površine,...
- Problemi tekom gradnje: veliko odpadnega materiala, zastoji, nedoseganje zahtev nosilnosti ( $E_{vd}$ ), nekvalificirana delavna sila, neizvedeni oz. nedokumentirani preskusi tekom gradnje (SE, WA, f, MS,...), vgradnja neodobrenih materialov, tehnični predpisi ne vsebujejo vseh zahtev za materiale,...
- Uporaba reciklatov: beton in asfalt so reciklirali, recikliran asfalt vgradijo v robne pasove.
- Metoda izpostavljenih zrn, tudi krtačenje, dve plasti betona.
- Leta 2015 vzpostavili sistem za opazovanje vozišč celotne AC mreže, ki je osnovan na nemškem sistemu. Z LCMS (laser crack measurement system) enkrat letno ocenijo stike med ploščami. Ugotovili, da že po 5-ih letih 13 % cest v razredu 2 (od treh).
- Izkazalo se je, da ASR ni edini problem BV, ampak predvsem absorbcija vode na stikih in kvaliteta gradnje.



## 2. Pomen razpoložljivosti avtocestnega omrežja iz vidika njegovega upravljalca (Dr. Johannes Steigenberger, ASFINAG, Avstrija)

- ASFINAG je 100 % državni lasti, vendar pa so v celoti financirani le iz dohodka od cestnin.
- Imajo 2.223 km cestnega omrežja (AC in HC) od tega 51.3 km<sup>2</sup> cest, 5.6 km<sup>2</sup> mostov in 284 tekočih km predorov.
- 1/3 betonskih vozišč, načrtovana življenjska doba BV 30 let.
- Strategija ohranjanja-cilji: maksimalna razpoložljivost omrežja z minimalnimi stroški vzdrževanja, varnost prometa, trajnostna raba finančnih sredstev, skladnost procesov, usposobljeni delavci.
- S pomočjo programskega orodja se odločijo o izbira tehnologije gradnje po RVS 08.03.63 (asfalt/beton). Uporablja se za novogradnjo in rekonstrukcijo. Zlasti jih zanima podatek o stroških celotnega življenjskega cikla, oceni tveganja in operativnih stroških.
- Vhodni podatki: primarno: razred obremenitve, vrsta objekta, cena na m<sup>2</sup> in tip zg. plasti (asfalt/beton), sekundarno: delež težkega prometa, št. pasov, širna pasu,...
- Rezultat: primerjava skupne končne vrednosti različnih variant voziščne konstrukcije.

## 2. Pomen razpoložljivosti avtocestnega omrežja iz vidika njegovega upravljalca (Dr. Johannes Steigenberger, ASFINAG, Avstrija)

Vstupní hodnoty variant vozovky dle RVS 03.08.63			Vyměřovací tabulky RVS <span>OK</span>		
Konstrukce vozovky podle podmínek výběrového řízení			Alternativní konstrukce vrchní stavby		
Třída zatížení	<input type="text" value="82"/>	(podle příl. 1)	Třída zatížení	<input type="text" value="89"/>	(podle příl. 1)
Typ stavby	<input type="text" value="AS2"/>	<input checked="" type="radio"/>	Typ stavby	<input type="text" value="BE1"/>	<input checked="" type="radio"/>
Jednotková cena	<input type="text" value="60"/>	€/m2 (dle nabídky)	Jednotková cena	<input type="text" value="60"/>	€/m2 (dle nabídky)
Kryt	<input type="text" value="Asfalt (SMA)"/>	<input checked="" type="radio"/>	Kryt	<input type="text" value="BETON"/>	<input checked="" type="radio"/>
Normovaná změna zatížení (přípustná)	<input type="text" value="82"/>	mil. (dle RVS 03.08.63)	Normovaná změna zatížení (přípustná)	<input type="text" value="89"/>	mil. (dle RVS 03.08.63)

# 3. Alkalno-silikatna reakcija (ASR) v betonskih voziščih v Nemčiji (Prof. dr. Breitenbücher, Univerza Bochum)

- V Nemčiji se soočajo s problemom ASR že 30 let, resen problem pa od konca 90-ih. V l. 1996 začeli opazovati in preučevati prve poškodbe kot so razpoke in obarvanje stikov betonskih plošč.
- V zadnjih 10-ih do 15-ih letih opravili številne preiskave (z ultrazvočnimi meritvami določili  $E_{din}$  → večja kot je izguba  $E_{din}$ , večje so poškodbe betona). Ugotovili, da k ASR ne pripomore le reaktivnost agregata, vendar tudi ciklična obtežba, klimatske razmere in alkalije v sredstvih za tajanje.
- Za ASR je potrebno: reaktiven agregat ( $SiO_2$ ), alkalije ( $Na_2O/K_2O$ ) in voda ( $H_2O$ ). Dobimo: alkalno-silikatni gel, ki s povečanjem volumna povzroči napetosti okoli agregata do 20 MPa, kar presega natezno trdnost betona in zlahka povzroči razpoke po celotni betonski strukturi.
- L. 2005 pripravili smernico, ki jo redno posodablajo (zadnja veljavna iz leta 2013) od takrat tudi ni več znanih novih primerov poškodb zaradi ASR.
- Pripravili seznam ustreznih agregatov (brez  $SiO_2$ ) in določili preskuse agregatov (ASR Performance test),  $T_{sv.bet.} \leq 20^\circ C$ ,  $Na_2O$  v cementu  $\leq 0,8\%$  na maso cementa.
- Maksimalne napetosti zaradi ciklične obtežbe  $\leq 40\%$  upogibne trdnosti betona (večja debelina in površina plošč) → manj razpok, manj možnosti za vstop alkalij in nastanek ASR.

### 3. Alkalno-silikatna reakcija (ASR) v betonskih voziščih v Nemčiji (Prof. dr. Breitenbücher, Univerza Bochum)



# 4. Betonska vozišča v urbanih naseljih

(Dr. Peyerl, Smart Minerals GmbH, Avstrija)

- Projekt EcoRoads (izziv: določiti zahteve za lastnosti površine, za trajnost in za **visoko zgodnjo trdnost**, hkrati pa zagotoviti nizke stroške z uporabo prilagojenih betonskih receptur in konstrukcijskih metod).
- < 0,1% lokalnih cest in < 1% glavnih cest je betonskih.
- Namen: z uporabo lokalnih materialov in prilagojenimi konstr. metodami graditi kvalitetna, trajna in cenovno ugodna BV v urbanih območjih.
- Ustvarili so 4 nove cemente, jih preskusili na upogibno in tlačno trdnost (SIST EN 196-1) ter na odpornost na ASR reakcijo (ÖNORM B 3100). Najbolje so se izkazali cementi z dodanim visokotrdnostnim klinkerjem in žlindro.
- Nove cemente potrebovali zaradi visoke zgodnje tlačne trdnosti, saj morajo na podeželskih cestah promet spusti že po 24 urah.
- Preskusi na betonih: tlačno in razcepno trdnost, modul elastičnosti, pore v strjenem betonu, zmrzlinško odpornost.

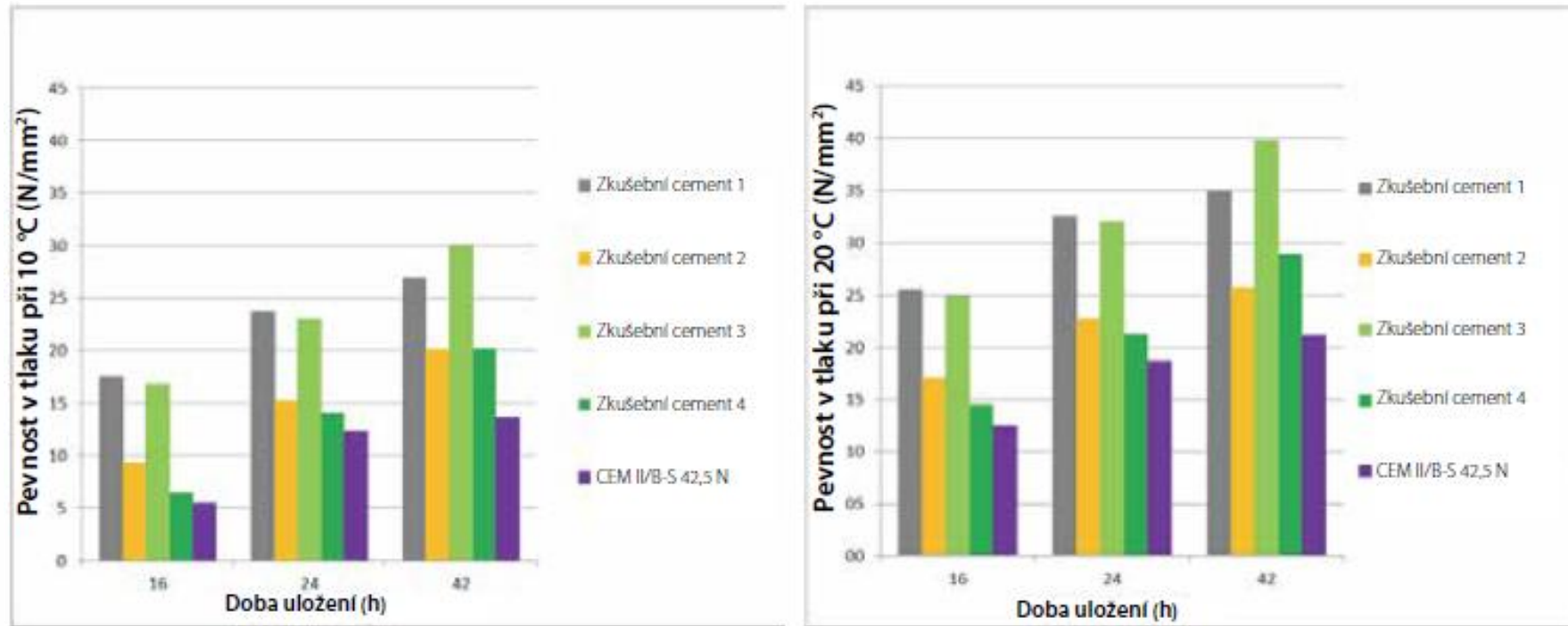
Raw material	Amount
Cement	350 kg/m <sup>3</sup>
Aggregate 0/4	765 kg/m <sup>3</sup>
Aggregate 4/8	310 kg/m <sup>3</sup>
Aggregate 8/16	290 kg/m <sup>3</sup>
Aggregate 16/32	456 kg/m <sup>3</sup>
Water	150 kg/m <sup>3</sup>
W/C ratio	0,43
Air content in fresh concrete	4 - 6%



# 4. Betonska vozišča v urbanih naseljih

(Dr. Peyerl, Smart Minerals GmbH, Avstrija)

- Vsi cementi so dali boljše rezultate zgodnje trdnosti kot CEM II/B-S 42,5 N.
- Dve izmed mešanic sta pri 10°C po 24 urah že presegli 20 MPa.



- Dodatni test na gradbišču: kako to hitro vezanje betona vpliva na časovno izvedbo reg in na možnost priprave površine po metodi izpostavljenih zrn.



## 5. Brušenje – nova metoda za izvedbo tihih betonskih površin (g. Ralf Alte-Teigeler, Otto Alte-Teigeler GmbH, Nemčija)

- Do sedaj (> 15 let) se je predvsem uporabljala za izboljšanje ravnosti oz. enakomernosti betonskih površin in za izboljšanje odpornosti na zdrs.
- Brušenje: globina zarez je 3-5 mm, razmik rezil je večinoma tudi 3 mm. Površina tal, ki nastane je sestavljena iz utorov in območij med zaporednimi utori.
- Želbljenje: rezila so narazen vsaj 10 mm, globina utorov pa je 3-6 mm. Ta metoda se je prvotno uporabljala za drenažo betonskih površin.



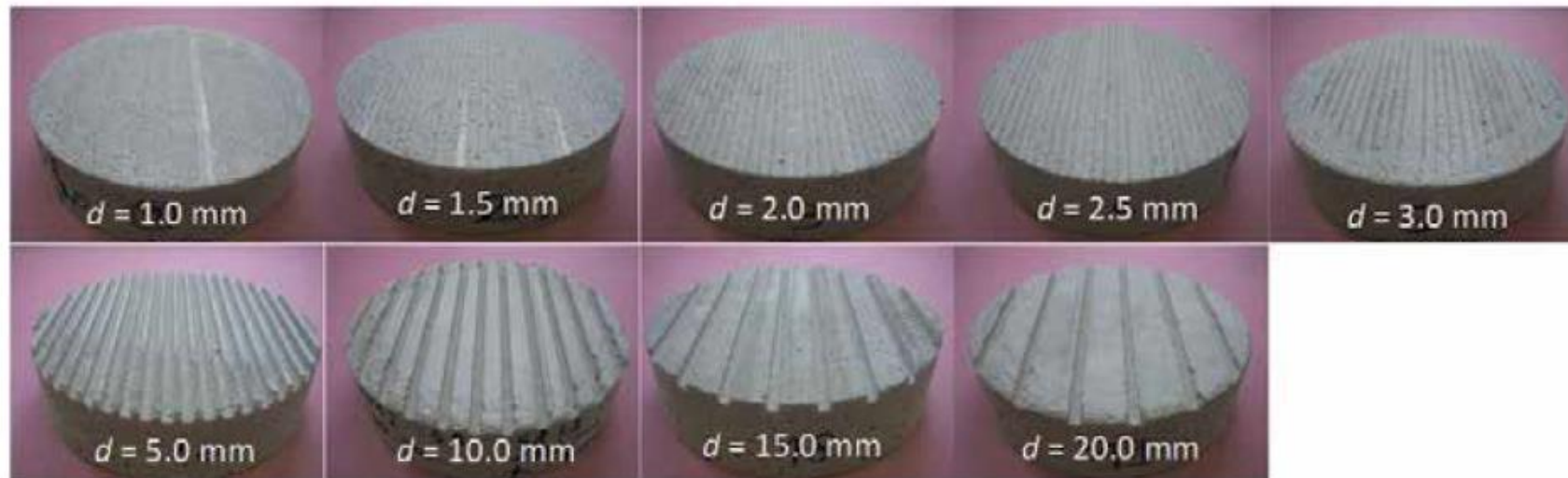
## 5. Brušenje – nova metoda za izvedbo tihih betonskih površin (g. Ralf Alte-Teigeler, Otto Alte-Teigeler GmbH, Nemčija)

- Več senzorjev konstantno nadzira višino glave, da se zagotovi željena enakomernost in ravnost površine.
- S pomočjo vakuumskega odsesavanja se sproti odstranjujejo ostanki brušenja, dodatno čiščenje ni potrebno in cesta je lahko takoj odprta za promet.
- Leta 2010 in 2011 so izvedli preiskave nivoja hrupa na več že obstoječih AC odsekih, ki so bili v sklopu vzdrževanja obdelani z brušenjem. Merili so vozila pri 120km/h in ugotovili, da se z brušenjem nivo hrupa zniža za 2,4 dB(A) - 3 dB(A).
- Preiskovali so tudi drsnost vozišč v odvisnosti od preteka let od izvedbe brušenja. Vsi odseki dosegajo minimalni kriterij drsnosti 0,4.

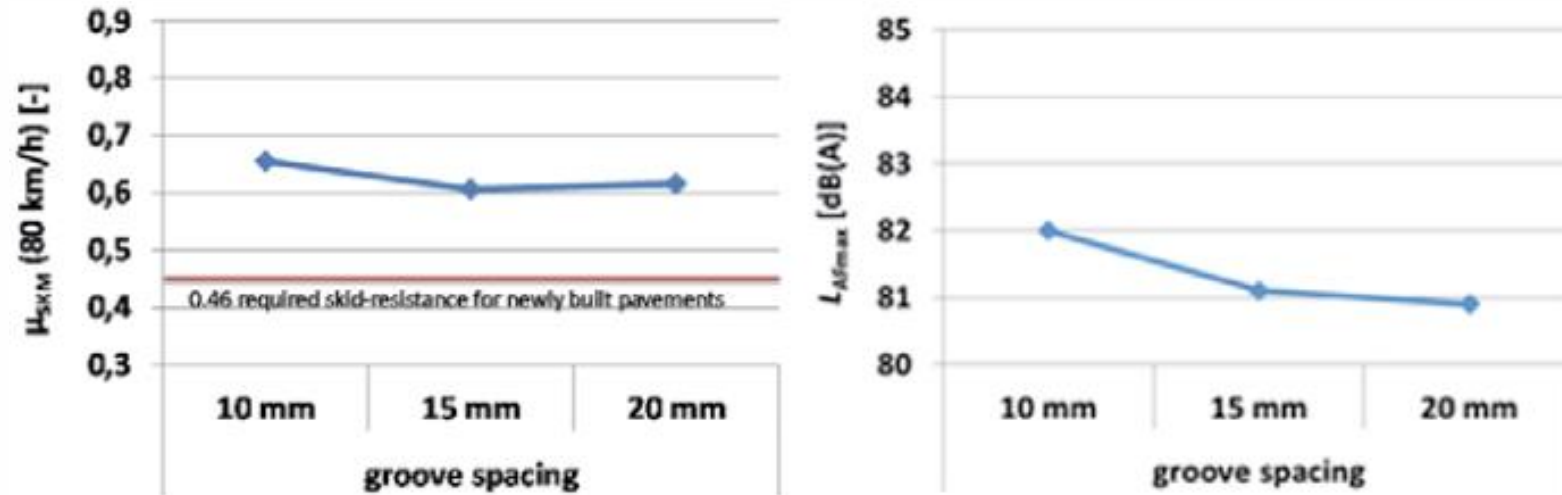
Year of grinding	Age of grinding [years]	$\mu_{SKM}$ (80km/h)
2010	1	0.84
2009	2	0.71
2005	6	0.63
2001	10	0.66
2004	7	0.55

## 5. Brušenje – nova metoda za izvedbo tihih in ravnih betonskih površin (g. Ralf Alte-Teigeler, Otto Alte-Teigeler GmbH, Nemčija)

- Laboratorijske preiskave in testna polja: spreminjali so debelino distančnikov, da bi ugotovili učinek geometrije podlage na hrupnost vozišča, konstantni pa sta bili globina zarez 3 mm in širina segmenta 3,2 mm. Na 12 let starem vozišču so izvedli kombinacijo žlebljenja in brušenja. Utori so bili narejeni na različnih razdaljah.



## 5. Brušenje – nova metoda za izvedbo tihih betonskih površin (g. Ralf Alte-Teigeler, Otto Alte-Teigeler GmbH, Nemčija)



- Rezultati preiskav: **hrup se manjša z naraščanjem prostora med utori**, saj ima zrak zaradi večje razdalje manj možnosti za pretok. Pri razdalji 20 mm je bila raven hrupa 80,9 dB(a), kar je glede na referenčno vrednost 85,2 dB(A), 4,3 dB(A) manj. Najboljše drsne lastnosti so se pokazale pri utorih na 10 mm, to pripisujejo temu, da ima pri tej razdalji vozišče najboljše drenaže lastnosti.
- **Zaključek:** V naslednji izdaji nemške smernice ZTV Beton-StB bo brušena površina ena izmed možnosti obdelave betonske površine pri novogradnjah. Zadnje raziskave kažejo, da naj bi brušenje izboljšalo tudi kotalni upor koles, posledično porabo goriva in izpust CO<sub>2</sub>.



**Hvala za pozornost.**

**Pripravila:  
Karmen Jazbec, univ.dipl.inž.grad.**