BETONOVÉ VOZOVKY
CONCRETE ROADS
2024



SBORNÍK PŘEDNÁŠEK
CONFERENCE PROCEEDINGS

10. konference s mezinárodní účastí
10th international conference

6. listopadu 2024, Aquapalace Hotel Prague

SVAZ VÝROBCŮ CEMENTU ČR EUROVIA STRABAG WORK ON PROGRESS SKANSKA miROADS

Záštity



Martin Kupka
ministr dopravy

V Praze dne 11-04-2024
Č. j.: MD-13240/2024-072/1

Vážený pane předsedo,

děkuji Vám za informace o přípravě desátého ročníku odborné konference Betonové vozovky, kterou organizujete společně s významnými firmami na našem stavebním trhu. Rozhodl jsem se podpořit Vaši akci udělením čestné záštity. Přihlédl jsem přitom k plánovaným dopravním tématům. Jsem rád, že se zaměříte i na nové perspektivy a inovace, které by mohly přinést pokrok v oblasti silniční infrastruktury.

Přeji Vám, aby se se odborné setkání po všech stránkách vydařilo.

V úctě

Martin Kupka

Vážený pan
Ing. Karel Chuděj
předseda
Svaz výrobců cementu ČR
K Cementárně 1261
153 00 Praha 5 – Radotín



Ministerstvo dopravy

MINISTR DOPRAVY

Martin Kupka

přebírá

ZÁŠTITU

nad 10. ročníkem odborné konference

Betonové vozovky 2024

V Praze dne 2. dubna 2024

Ing. Radek Mátl
generální ředitel
Ředitelství silnic a dálnic ČR

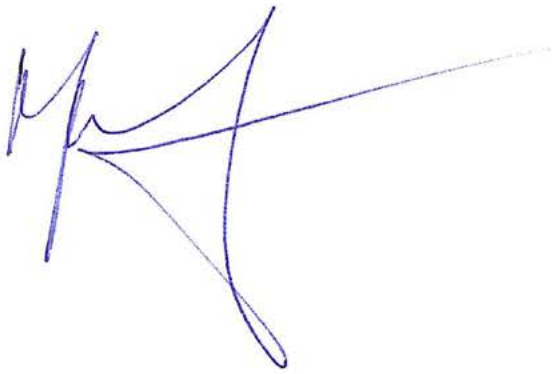
V Praze 26.2.2024

Vážený pane jednateli,

dovolte mi Vás pozdravit a poděkovat za opětovné pozvání na odbornou národní konferenci Betonové vozovky 2024, která bude i tentokrát se zahraniční účastí.

Velmi rád udělím záštitu nad touto konferencí, která bude jistě přínosem pro všechny, kteří se zabývají technologií staveb.

S pozdravem



Ing. Lukáš Peřka
jednatel
Výzkumný ústav maltovin Praha, s.r.o.
Na Cikánce 2
153 00 Praha 5 - Radotín

Obsah

1. blok: Stav a prognóza výstavby betonových vozovek v ČR a zahraničí

Kontrola kvality při výstavbě betonových vozovek 9
Ing. Jiří Hlavatý, Ph.D. – Ředitelství silnic a dálnic s.p.

Polské zkušenosti v oblasti výstavby betonových vozovek *// **Polish experience in concrete pavement construction*** 26
Dr.-Ing. Igor Ruttmar, ***Mr. Łukasz Hirszfeld*** *– STRABAG Poland – TPA*

2. blok: Opravy a údržba – strategie a technologie

Opravy, údržba a opatření k prodloužení životnosti cementobetonových krytů 71
Ing. Jiří Klepáč – Ředitelství silnic a dálnic s.p.

Arlbergtunnel – nejdelší silniční tunel v Rakousku: stávající vlastnosti betonové vozovky po 45 letech provozu a použití CEM II/B v nové vozovce *// **The Arlbergtunnel – the longest road tunnel in Austria: the existing performance of the concrete pavement after 45 years of service and the use of CEM II/B in the new pavement*** 97
Dipl.-Ing. Dr. techn. Michael Steineder – Smart Minerals GmbH

Vývoj hlučnosti povrchu cementobetonového krytu 108
Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D. – Centrum dopravního výzkumu v.v.i.

Nedávné belgické zkušenosti s výstavbou betonových dálnic a sanací povrchu *// **Recent Belgian experiences in concrete motorway construction and surface restoration*** 114
Prof. Anne Beeldens, PhD, eng. – AB-Roads, Belgium

3. blok: Betonové vozovky a ekonomické aspekty

Kompozitní kluzný trn 135
Ing. Ondřej Dolan – EUROVIA CZ a.s.

Retexturování povrchů – způsob, jak zvýšit životnost a udržitelnost betonových vozovek *// **Retexturing of surfaces – a way to increase useful live and sustainability of concrete pavements*** 146
Dipl.-Ing. Tim Alte-Teigeler – Otto Alte-Teigeler GmbH

4. blok: Betonové vozovky a Green Deal

Hodnocení trvanlivosti betonu s portlandským cementem v nově vybudovaných dvouvrstvových dálničních vozovkách ve středovýchodním Polsku *// **Portland cement concrete durability evaluation in new built two-layer highway pavements in central/eastern Poland*** 157

Prof. Michal Glinicki, PhD, DSc – Institute for Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sience Warsaw

Směsné cementy – inovace ve stavebnictví pro silniční a konstrukční betony 166

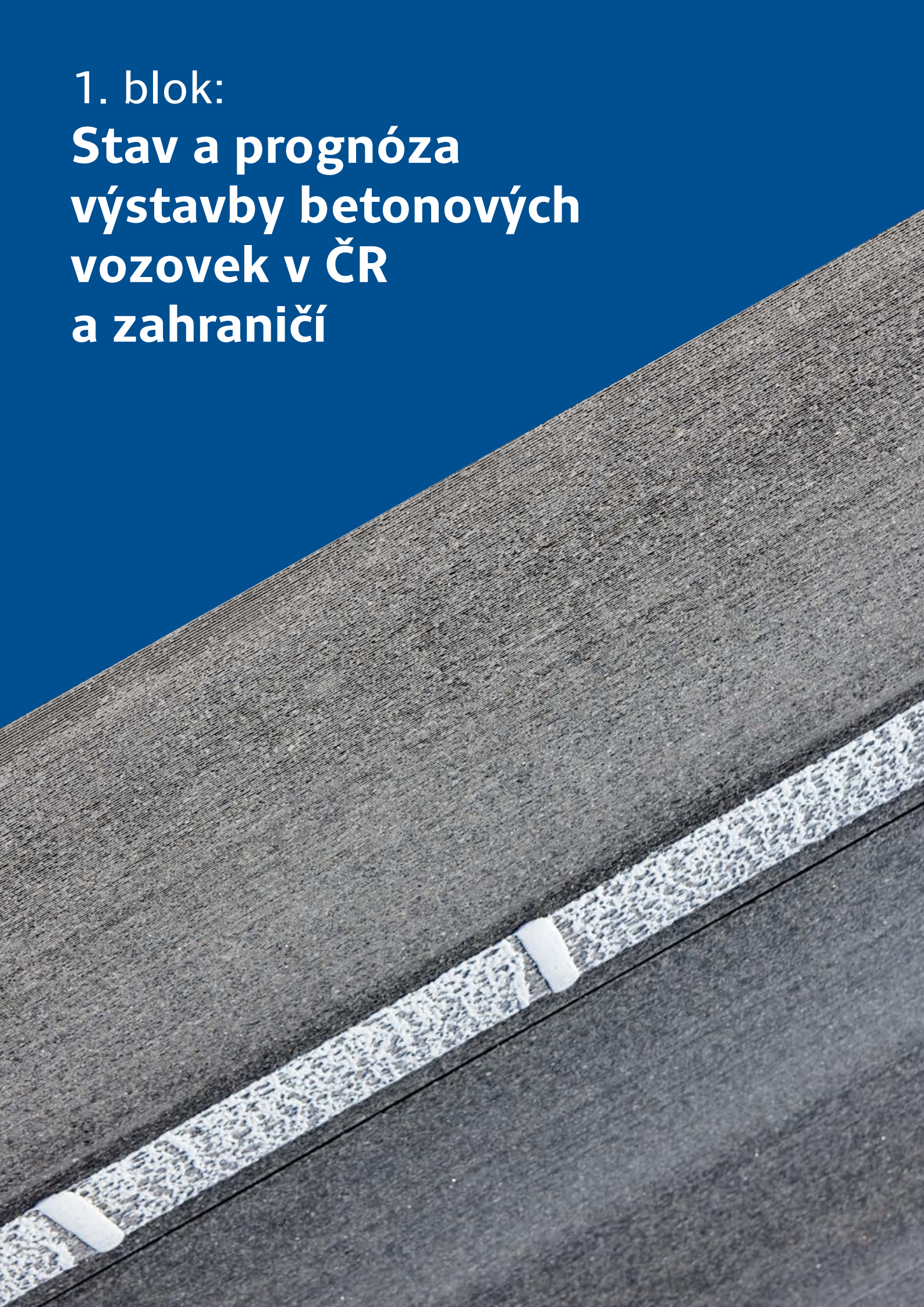
Ing. Jan Gemrich, Ing. Vladimír Veselý – Svaz výrobců cementu ČR

Nové cementy a jejich vhodnost pro cementobetonové kryty 181

*Ing. Bohuslav Slánský, Ph.D., **Ing. Ladislav Vysloužil** – Skanska a.s.*
prof. Ing. Vít Šmilauer, Ph.D. – ČVUT Praha
prof. Ing. Rudolf Hela, CSc. – VUT v Brně
Ing. Jiří Hlavatý, Ph.D. – ŘSD

1. blok:

Stav a prognóza výstavby betonových vozovek v ČR a zahraničí





ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC

BETONOVÉ VOZOVKY 2024

10. Konference s mezinárodní účastí

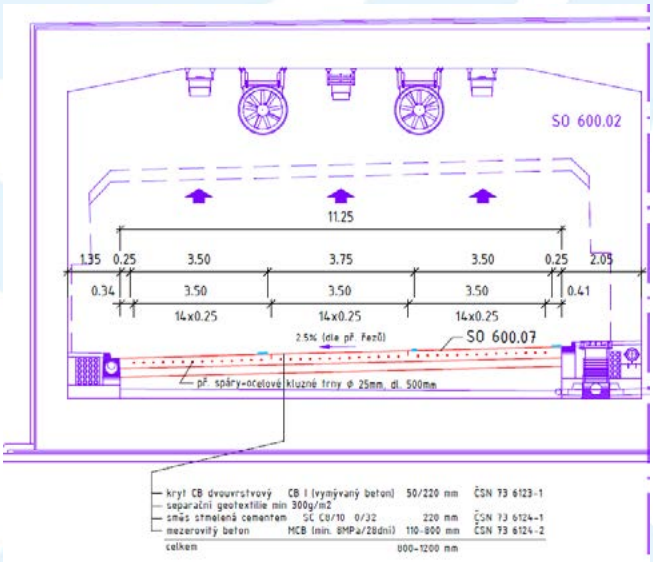
Kontrola kvality při výstavbě betonových vozovek

6. 11. 2024

Ing. Jiří Hlavatý, Ph.D.
ředitel Úseku kontroly kvality staveb

www.rsd.cz

Tunel Pohůrka – D3 0310/I



Popis:

- Hloubený tunel na obchvatu Českých Budějovic
- Dva tubusy délky 995,5m
- Dvouvrstvý vymývaný beton



www.rsd.cz

Kontrola CBK v tunelu Pohůrka laboratoří ŘSD



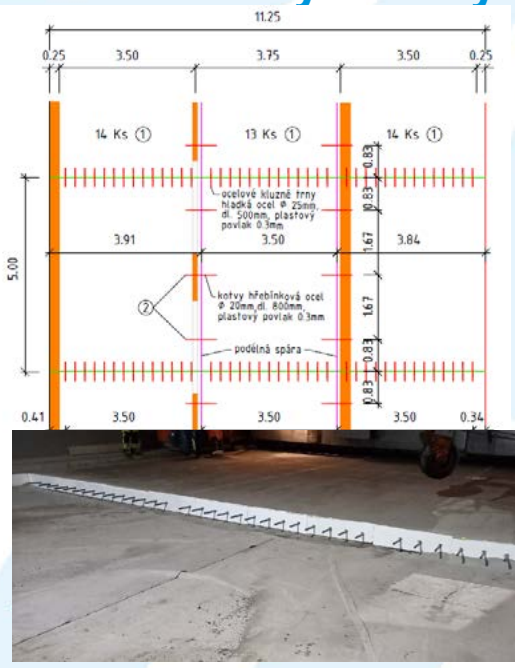
- Celkem 6 výjezdů
- Odebráno celkem 95 vzorků (horní+ spodní beton)

- Prováděné zkoušky:
  - ➢ Konzistence
  - ➢ Obsah vzduchu
  - ➢ Objem. hmotnost čerstvého betonu
  - ➢ Objem. hmotnost ztvrdlého betonu
  - ➢ Krychelná pevnost
  - ➢ Odolnost proti působení chemických rozmrazovacích látek

  - ➢ Kontrola rovnosti povrchu planografem

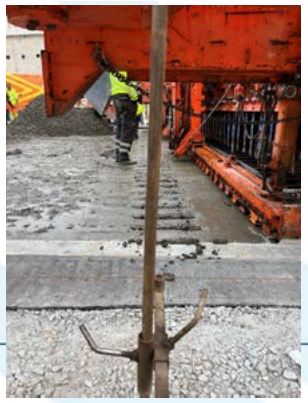
www.rsd.cz

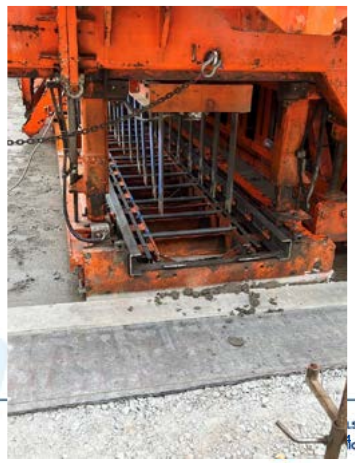
Kluzné trny a kotvy



① KLUZNÉ TRNY
HLADKÁ OCEL (10 216 nebo 11 377) Φ 25mm, DL. 500mm
PO CELÉM POVRCHU OPATŘENY PLASTOVÝM POVLAKEM
KOTVY VÝŠKOVĚ UMÍSTĚNY V 1/2 TLOUŠŤKY DESKY (HORNÍ HRANA)
VÝROBA DLE ČSN-EN 13 877-3

② KOTVY
HŘEBÍNKOVÁ OCEL (10 425 nebo 10 505) Φ 20mm, DL. 800mm
VE STŘEDNÍ ČÁSTI V DÉLCE MIN. 25cm, PO CELÉM POVRCHU
OPATŘENY PLASTOVÝM POVLAKEM
KOTVY UMÍSTĚNY VE 2/3 TLOUŠŤKY DESKY (ODSHORA)
VÝROBA DLE ČSN-EN 13 877-3





www.rsd.cz

Kontrola CBK v tunelu Pohůrka laboratoří ŘSD





Realizace pokládky



www.rsd.cz

Pokládka

- Složitá manipulace s vykládkou betonu vzhledem k nízkému průjezdnému profilu a namontovanému osvětlení a odvětrávání

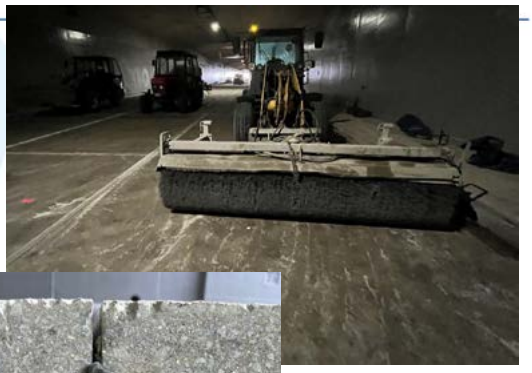




www.rsd.cz

Technologie

- Aplikace postřiku
- Kartáčování povrchu
- Řízená trhlina provedením spárořezu po 5m







www.rsd.cz

Ruční pokládka



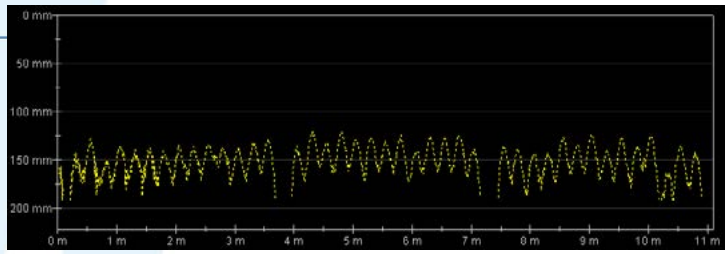
- V rozšíření na výjezdu z Kaplického portálu
- Ručně vkládané kluzné trny
- Navrtané vlepené kotvy (5ks/deska)
- Spodní beton ruční pokládka
- Vrchní beton finišerem



www.rsd.cz

Kontrola laboratoří

- Prováděny odběry ČB
- Měření polohy kluzných trnů
- Vývrty z hotové vrstvy









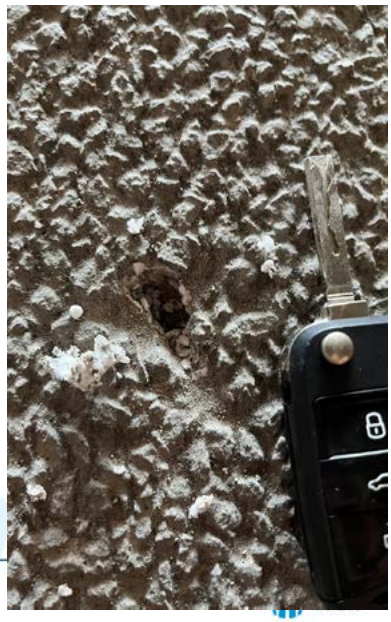
www.rsd.cz

Poruchy

- Polystyren sloužící pro dilataci u štěrbinových žlabů se dostal na části do horní vrstvy CBK
- Odlámané hrany při řezání spárořezu







www.rsd.cz

Poruchy

- Nevyhovující hladký povrch krytu
- Nerovnosti potvrzeny pod latí po výstupu z planografu



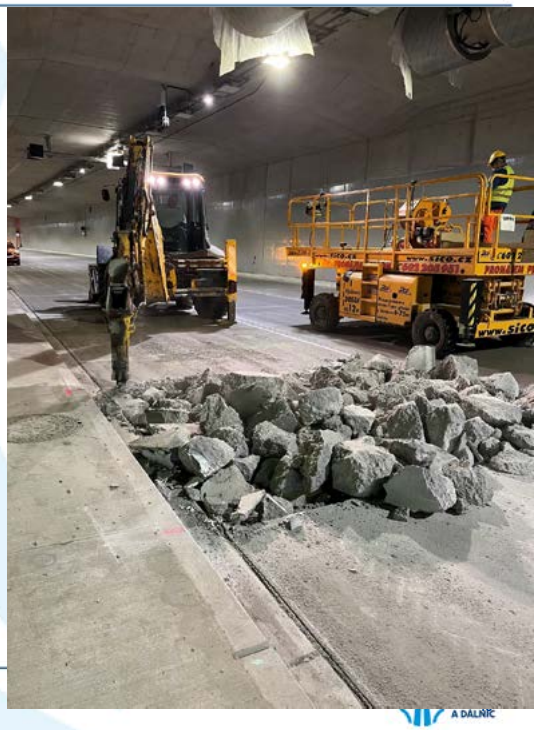


www.rsd.cz

Poruchy

- Kaverny a lokální poruchy na krytu
- Poškozené desky vybourány a ručně dobetonovány





www.rsd.cz

Poruchy

- Poškozené štěrbinové žlaby pojezdem pásů finišerů
- Aktuálně probíhá výměna a sanace









www.rsd.cz

Kontrola CBK na D0 nad Lochkovským tunelem

Část betonáže proběhla za nevhodných klimatických podmínek (příliš vysoké denní teploty), což se nepříznivě projevilo na kvalitě CBK:

- Deformace některých míst podél nižšího okraje CBK.
- Pokles povrchu patrný do vzdálenosti cca 10 – 15 cm od okraje CBK.
- Četné trhliny zpravidla přibližně rovnoběžné s okrajem CBK, šířka těchto trhlin 0,2 – 0,3 mm, délka od 0,2 do 2,0 m.

www.rsd.cz

Kontrola CBK na D0 nad Lochkovským tunelem

Deformace podél nižšího okraje CBK



www.rsd.cz

Kontrola CBK na D0 nad Lochkovským tunelem

- Pokles povrchu patrný do vzdálenosti cca 10 – 15 cm od okraje CBK





www.rsd.cz

Kontrola CBK na D0 nad Lochkovským tunelem

- Pokles povrchu patrný do vzdálenosti cca 10 – 15 cm od okraje CBK

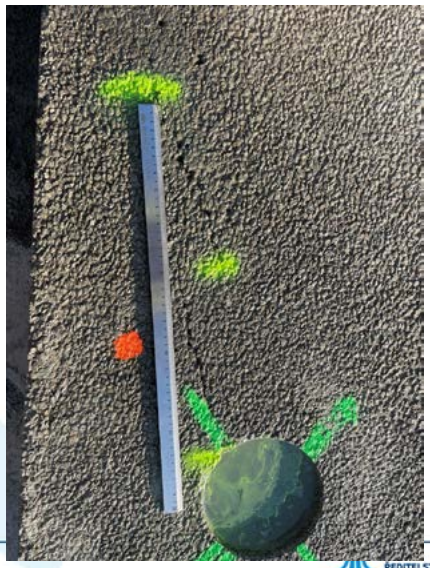


www.rsd.cz

Kontrola CBK na D0 nad Lochkovským tunelem

- Četné trhliny zpravidla přibližně rovnoběžné s okrajem CBK





www.rsd.cz

Kontrola CBK na D0 nad Lochkovským tunelem

- Četné trhliny zpravidla přibližně rovnoběžné s okrajem CBK





www.rsd.cz

Pro sledování kvality betonu

Pro ověřování vlastností betonu akreditovala Laboratoř Praha ŘSD zkoušku statického modulu pružnosti

Akreditovaný subjekt podle ČSN EN ISO/IEC 17025:2018:

Ředitelství silnic a dálnic ČR
objekt číslo 1734, Laboratoř Praha
Na Pankráci 546/56, 140 00 Praha 4 - Nusle

Pořadové číslo[1]	Přesný název zkušebního postupu / metody	Identifikace zkušebního postupu / metody[2]	Předmět zkoušky	Stupně volnosti[3]
41	Stanovení statického modulu pružnosti v tlaku včetně výroby a ošetřování těles	ČSN ISO 1920-10; ČSN EN 12390-2	Ztvrdlý beton	-



www.rsd.cz

Stavba I/68 Třanovice - Nebory

Kaverny na povrchu CB krytu.



www.rsd.cz

Stavba I/68 Třanovice - Nebory

Nefunkční dilatační spáry CBK z důvodu zatečení betonu při pokládce monolitického žlabu - trhliny v rozích sousedních desek CBK (odlomené rohy).

<u>Oprava</u>
V místech výskytu trhlin bude provedeno prořezání do hloubky cca 2 cm a jejich následné vyplnění injektážní pryskyřicí s následnou povrchovou úpravou.





www.rsd.cz

Stavba I/68 Třanovice - Nebory

Příčné trhliny na povrchu CBK vycházející z horní vrstvy.

<u>Oprava</u>
V místech výskytu trhlin bude provedeno prořezání do hloubky cca 2 cm a jejich následné vyplnění injektážní pryskyřicí s následnou povrchovou úpravou.





www.rsd.cz

Stavba I/68 Třanovice - Nebory

Trhlina v sousedních deskách CBK vycházející z příčné spáry, na celou tloušťku krytu, délky cca 1 až 1,5 m.

Zhotovitel bez provedení vývrtu provedl opravu, zapravení trhliny pouze cca 1 cm.





www.rsd.cz

Stavba D4901 Hulín - Fryšták

Trhliny na kraji desek v horní vrstvě tl. cca 5 cm.

Oprava
V místech výskytu trhlin bylo provedeno prořezání do hloubky cca 2 cm a jejich následné vyplnění injektážní pryskyřicí s následnou povrchovou úpravou.





www.rsd.cz

Stavba D48 Bělotín – Rybí I. etapa

Sanace poruchy CBK
Při opravě porucha CBK pokračuje i za vyřezanou část.





www.rsd.cz

Stavba D48 Bělotín – Rybí I. etapa

Při provedení kontrolních zkoušek zhotovitelem na SO 101 a SO 103 byly zjištěny nevyhovující zkoušky odolnosti proti působení vody a CHRL, které byly provedeny v souladu s KZP.

Tímto bylo zjištěno, že část Díla vykazuje vady, resp. nemá Objednatelem požadované vlastnosti. Zhotovitel navrhnul nápravné opatření spočívající v odstranění CBK a jeho opětovném vybudování s užitím nové receptury dodávaného betonu.

Zároveň se Zhotovitel zavázal seznámit Správce stavby s výsledky zbývajících zkoušek odolnosti proti působení vody a CHRL.
S ohledem na výsledky těchto zkoušek Zhotovitel uvedl, že na SO 101 PJP v úseku km 1,915 - 3,150, SO 103 a km 10,168 –11,163, km 11,290 –12,520 provede odstranění CBK v souladu s dříve předloženým TEPŘ a následně opětovně vybuduje nový CBK vozovky s užitím nové receptury dodávaného betonu.

www.rsd.cz

Stavba D48 Bělotín – Rybí I. etapa



www.rsd.cz

Stavba D48 Bělotín – Rybí I. etapa

Zkušební těleso		Odpad v g po n-cyklech [jednotlivě]						Objemový hm.		Nasá-kavost	Odpad v $g.m^{-2}$ po n-cyklech [jednotlivě]					
Označ. tělesa odběr.	Stáří těles v době zahájení zkoušky	25 [g]	50 [g]	75 [g]	100 [g]	125 [g]	150 [g]	Přiroz. vlhkost [$kg.m^{-3}$]	Nasáklé těleso [$kg.m^{-3}$]	[% hm.]	25 [$g.m^{-2}$]	50 [$g.m^{-2}$]	75 [$g.m^{-2}$]	100 [$g.m^{-2}$]	125 [$g.m^{-2}$]	150 [$g.m^{-2}$]
JV502 S	168	2,4	3,6	31,0	146,9	-	-	-	**2410**	-	126	318	1955	9713	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Zkušební těleso		Odpad v g po n-cyklech [jednotlivě]						Objemový hm.		Nasá-kavost	Odpad v $g.m^{-2}$ po n-cyklech [jednotlivě]					
Označ. tělesa odběr.	Stáří těles v době zahájení zkoušky	25 [g]	50 [g]	75 [g]	100 [g]	125 [g]	150 [g]	Přiroz. vlhkost [$kg.m^{-3}$]	Nasáklé těleso [$kg.m^{-3}$]	[% hm.]	25 [$g.m^{-2}$]	50 [$g.m^{-2}$]	75 [$g.m^{-2}$]	100 [$g.m^{-2}$]	125 [$g.m^{-2}$]	150 [$g.m^{-2}$]
JV505 S	166	2,0	2,3	51,4	790,5	-	-	-	**2380**	-	105	225	2938	44698	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Zkušební těleso		Odpad v g po n-cyklech [jednotlivě]						Objemový hm.		Nasá-kavost	Odpad v $g.m^{-2}$ po n-cyklech [jednotlivě]					
Označ. tělesa odběr.	Stáří těles v době zahájení zkoušky	25 [g]	50 [g]	75 [g]	100 [g]	125 [g]	150 [g]	Přiroz. vlhkost [$kg.m^{-3}$]	Nasáklé těleso [$kg.m^{-3}$]	[% hm.]	25 [$g.m^{-2}$]	50 [$g.m^{-2}$]	75 [$g.m^{-2}$]	100 [$g.m^{-2}$]	125 [$g.m^{-2}$]	150 [$g.m^{-2}$]
JV506	139	0,9	1,0	7,4	279,8	-	-	-	**2320**	-	49	100	492	15270	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

www.rsd.cz

Aktuality v systému CES

ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC

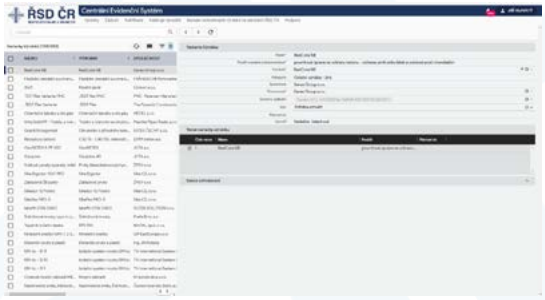
Centrální Evidenční Systém

- **Aktuální informace:**

- Probíhá školení uživatelů – každé pondělí pro nové uživatele, pořádá odbor 18300, **po dohodě**.
- Proběhlo ve spolupráci s SVS školení pro odbornou veřejnost.
- Proběhlo spuštění nových modulů pro sadu nových výrobků asfaltových a **betonových směsí.**
- Bylo dohodnuto přechodné období do konce roku pro schvalování asfaltových a betonových směsí.
- Všechny zaslané body ze SVS jsou již aktuálně zapracovány v systému CES a to v ostrém provozu, nebo v testu a budou po otestováni převedeny do ostrého provozu.

- Celkem schválených materiálů– **3732**
- Celkem výrobků použitých na stavbách ŘSD - **3596**
- Celkem založeno **71** staveb
- Celkem společností (výrobců) - **728**

ces.rsd.cz



32

www.rsd.cz

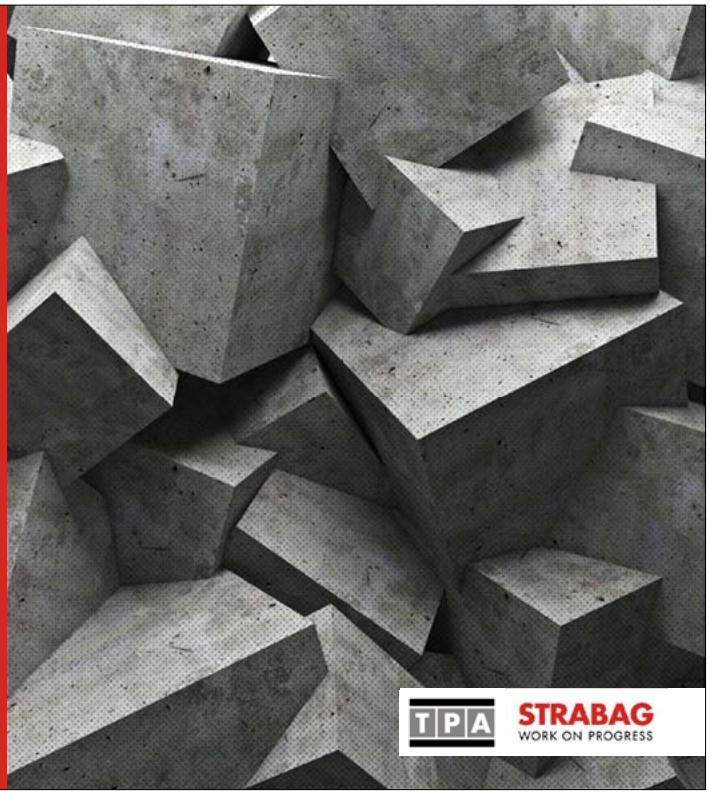
Děkuji za pozornost

Ing. Jiří Hlavatý, Ph.D.
ředitel Úseku kontroly kvality staveb

ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC

POLISH EXPERIENCE IN CONCRETE PAVEMENT CONSTRUCTION

Igor Ruttmar
Łukasz Hirszfeld
06.11.2024





MILESTONES

1. A little bit of history
2. First Recycling
3. Regular Pavement and Monitoring
4. Whitetopping
5. Exposed Aggregate
6. Continuous Reinforcement
7. Challenges






Gdańsk
Elbląg
Olsztyn
Suwałki
Szczecin
Grudziądz
Bydgoszcz
Białystok
Toruń
Gorzów Wlkp.
Poznań
Świecko
Warszawa
Terespol
Zielona Góra
Stryków
Łódź
Zgorzelec
Piotrków Tryb.
Radom
Lublin
Wrocław
Opole
Częstochowa
Kielce
Pyrzowice
Katowice
Kraków
Rzeszów
Korczowa
Rabka


Piotrków Tryb.
Radom
Wrocław
Częstochowa
Kielce
Opole
Pyrzowice
Katowice
Kraków
© STRABAG
Rabka

Wrocław

FIRST „GERMAN" CONCRETE PAVEMENT IN „POLAND"

(then it was part of the German Empire)

1888





Wroclaw (Breslau)

Concrete pavements in Poland


7
Cutting of Joints
Concrete pavements in Poland


8
“Reichsautobahn”
1935, Krzywa – Wrocław


Piotrków
Tryb.
Radom
Wrocław
Opole
Częstochowa
Kielce
Pyrzowice
Katowice
Kraków
© STRABAG
Rabka


Stryków
Łódź
Piotrków
Tryb.
Wrocław
Opole
Częstochowa
Kielce
Pyrzowice
Katowice
Kraków
© STRABAG

Krzywa – Wrocław

FIRST RECYCKLING

1995

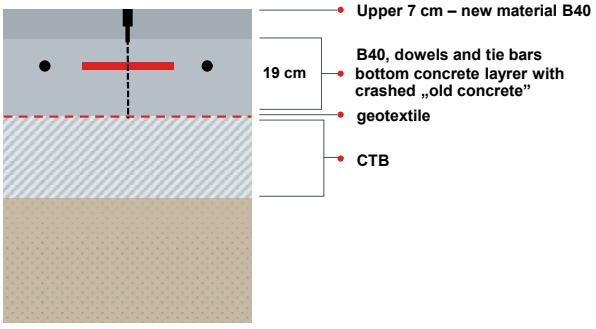




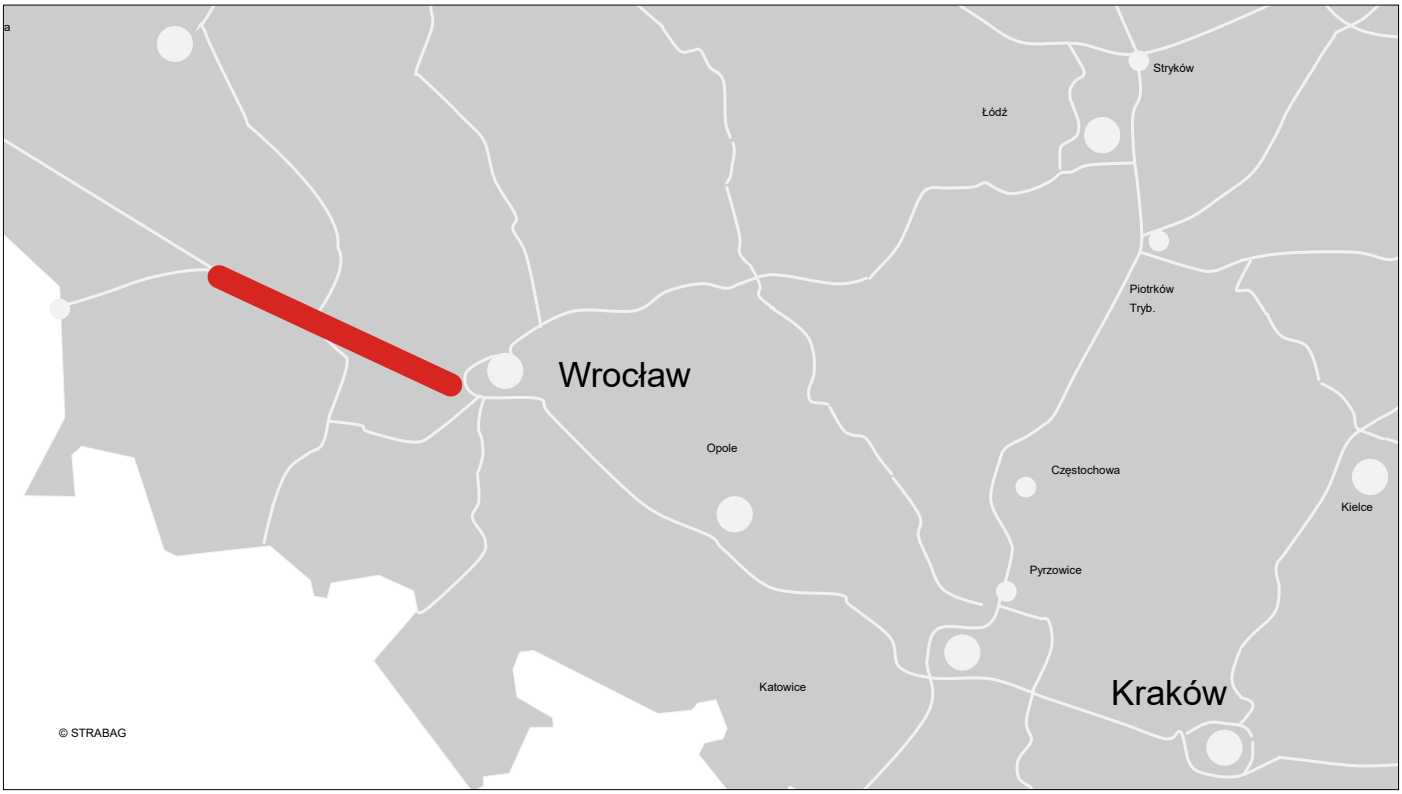
1995

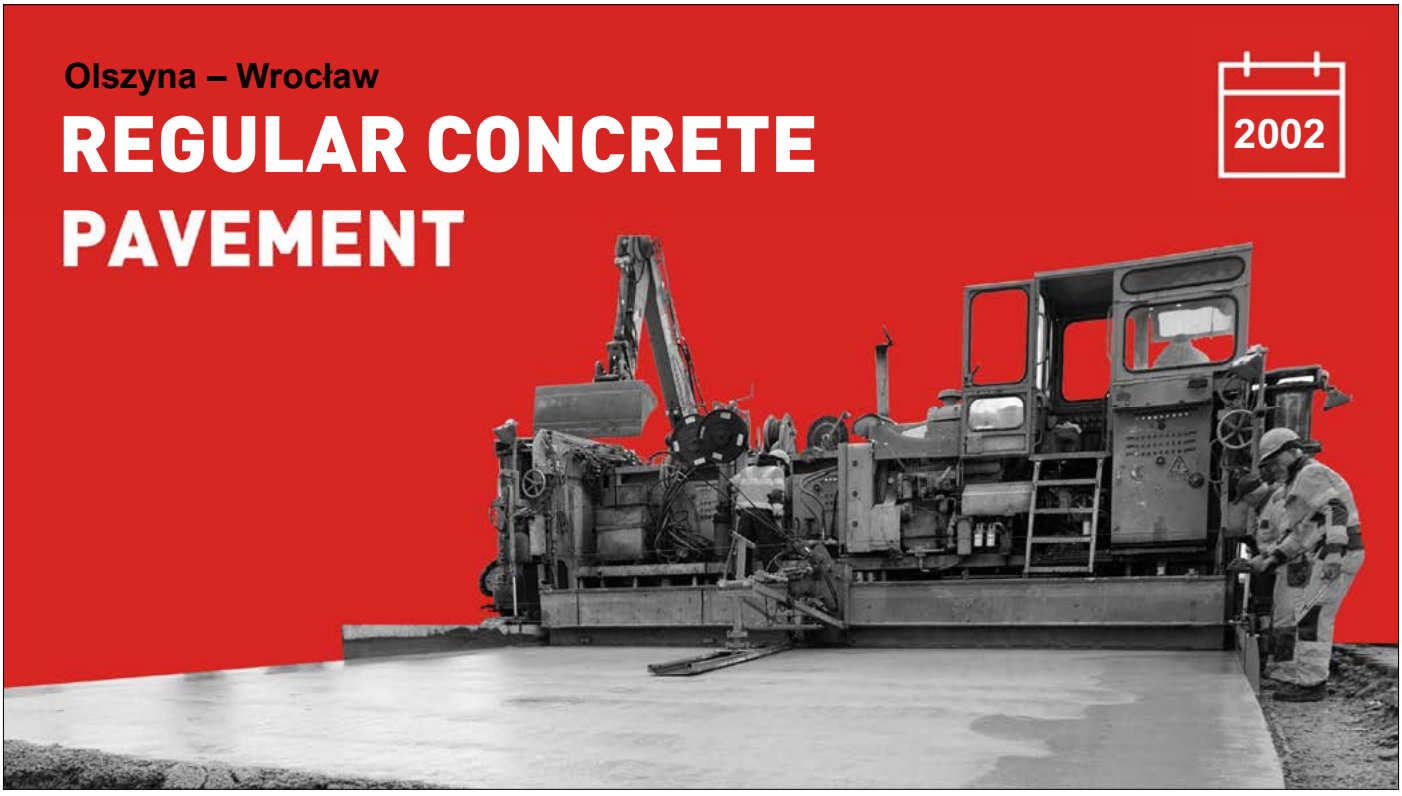
Krzywa – Wrocław, 20km

OLD „GERMAN" ROAD CRUSHED AND REUSED



TPA STRABAG WORK ON PROGRESS


Stryków
Łódź
Piotrków
Tryb.
Wrocław
Opole
Częstochowa
Kielce
Pyrzowice
Katowice
Kraków
© STRABAG

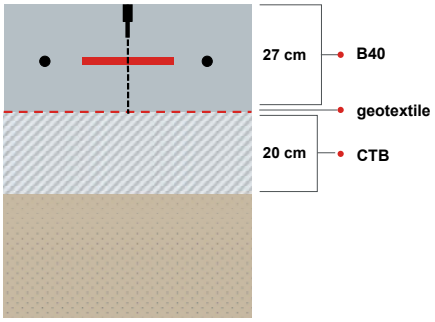

Olszyna – Wrocław
REGULAR CONCRETE
PAVEMENT
2002



2002

Olszyna – Wrocław, 160km

REGULAR CONCRETE PAVEMENT



TPA STRABAG WORK ON PROGRESS



Pressing-in Dowels & Tie bars

A4 / A18 - 160 km


Concrete on geotextile
A4 / A18 - 160 km


18
WROCŁAW
Night shift
A4

Krzywa – Wrocław, trial section (I)

CONTINUOUS REINFORCED CONCRETE PAVEMENT

2005

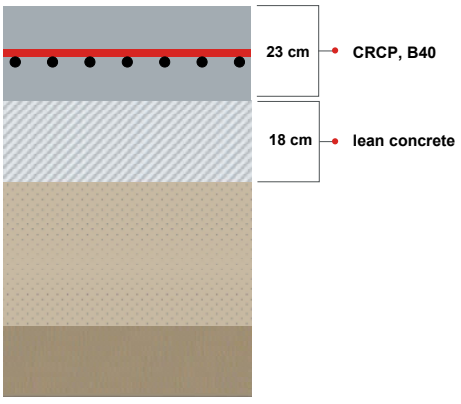




2005

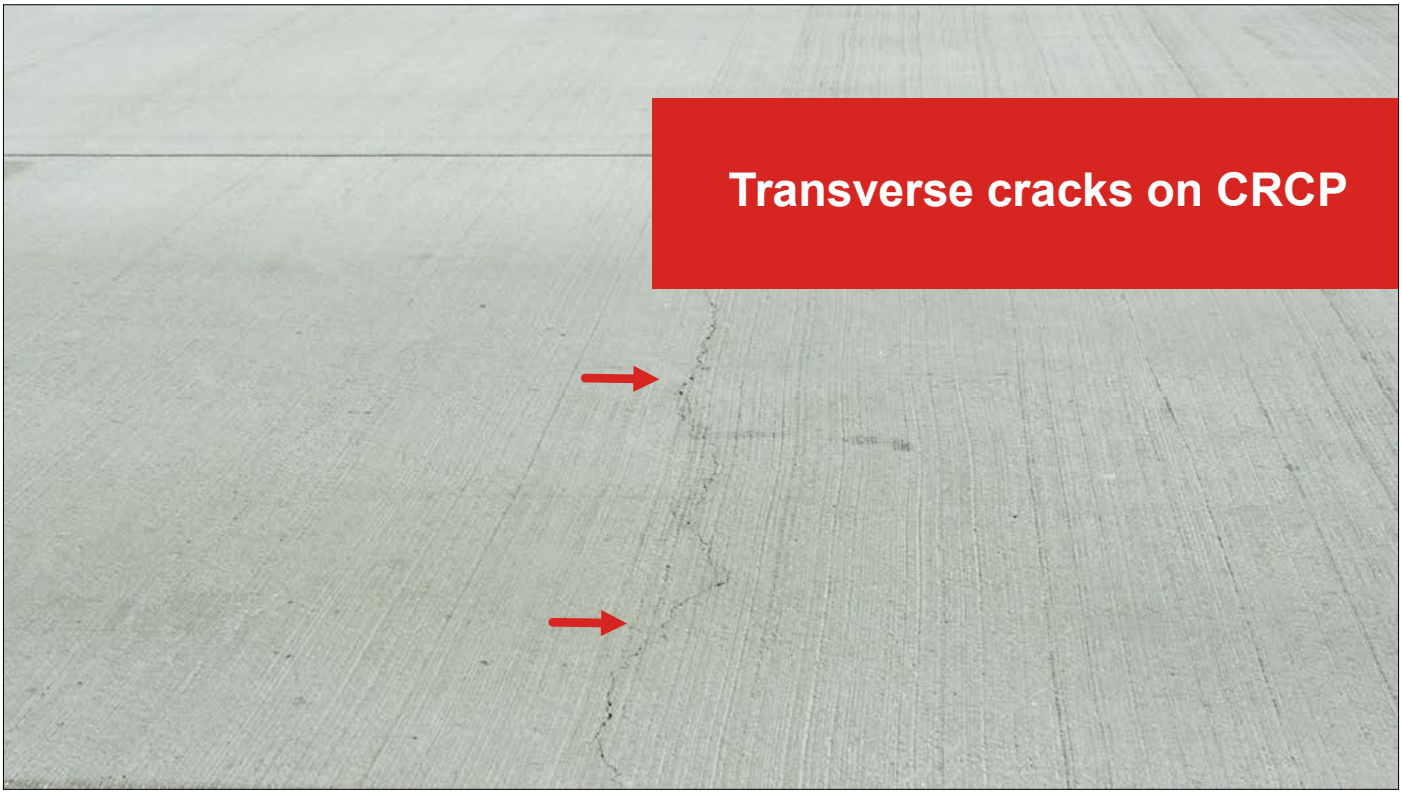
Krzywa – Wrocław, trial section (I)

CONTINUOUS REINFORCED CONCRETE PAVEMENT

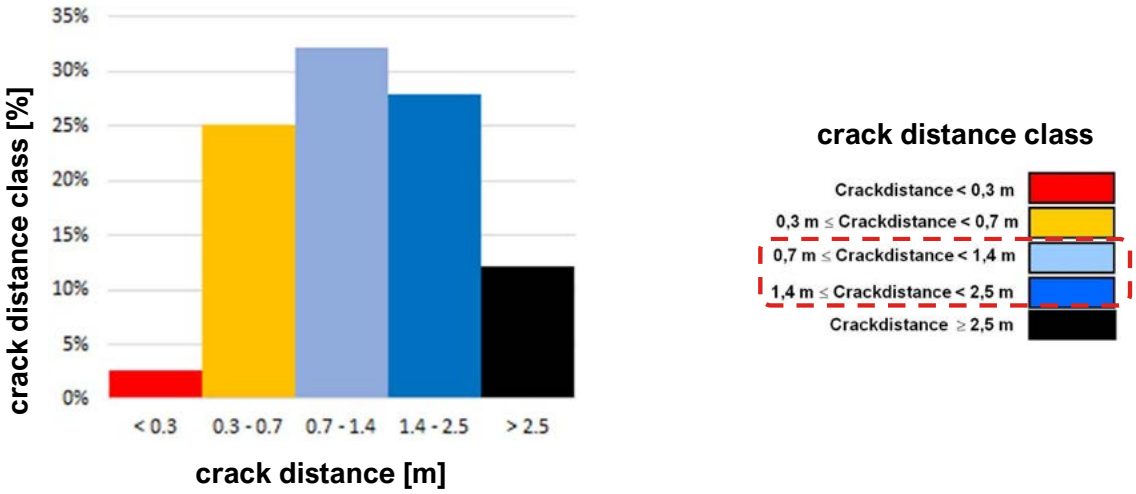


TPA STRABAG WORK ON PROGRESS


Continuos Reinforcement
A4, 1.2 km trial section (I)
longitudinal bars
Ø20, 18 cm
transverse bars
Ø12, 70 cm
Overlap
70 cm


Transverse cracks on CRCP

A4 Distance between cracks



Latest findings on the construction type „Continuously reinforced concrete pavement", S.Höller (http://crcpavement.org/2010/10/latest-findings-on-the-construction-type-continuously-reinforced-concrete-pavement/)

© STRABAG

TPA STRABAG WORK ON PROGRESS



Krzywa – Wrocław, trial section (II)

THICK CONCRETE SLABS

2005

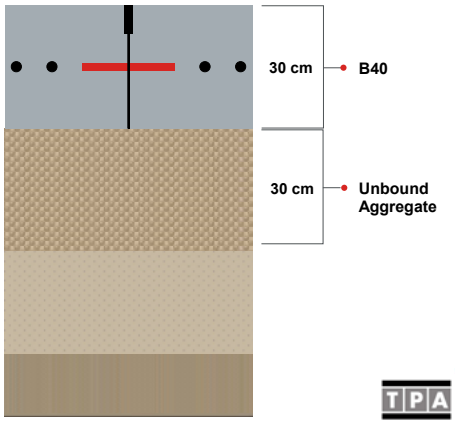




2005

Krzywa – Wrocław, trial section (II)

THICK CONCRETE SLABS ON AGGREAGTE SUB-BASE



TPA STRABAG WORK ON PROGRESS

A18, A4

NON-DESTRUCTIVE TESTING PROGRAMM

2006





A18, A4

2006
2007

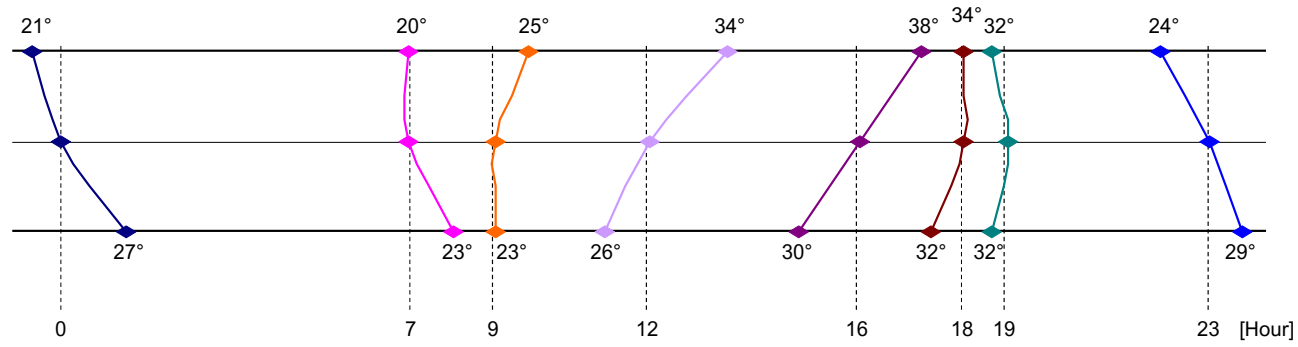
NON-DESTRUCTIVE TESTING PROGRAMM

1. Concrete strength by sclerometric method
2. Concrete strength by ultrasonic method.
3. Deflection measurements by FWD
4. Temperature and deformation monitoring by sensors

TPA STRABAG WORK ON PROGRESS

Examplary temperature distribution

A4 A18

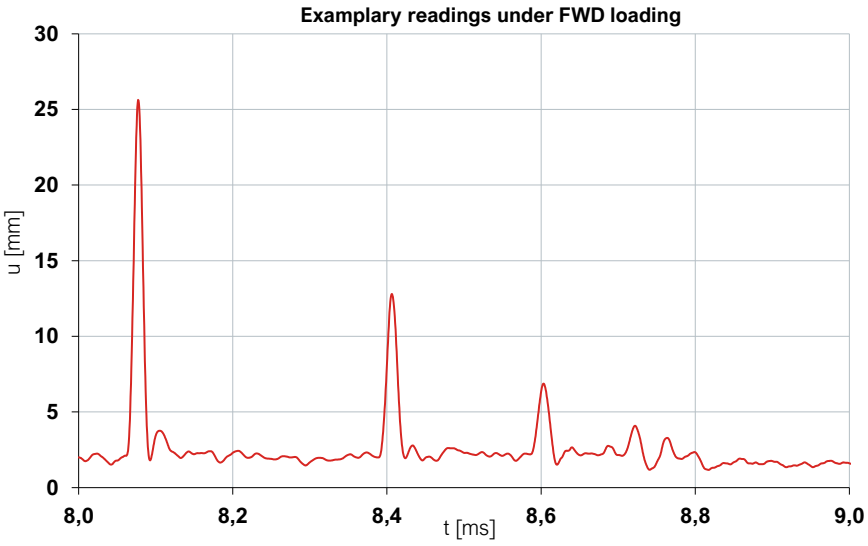


© STRABAG

TPA STRABAG WORK ON PROGRESS

H-Shaped horizontal strain gages

A4 A18

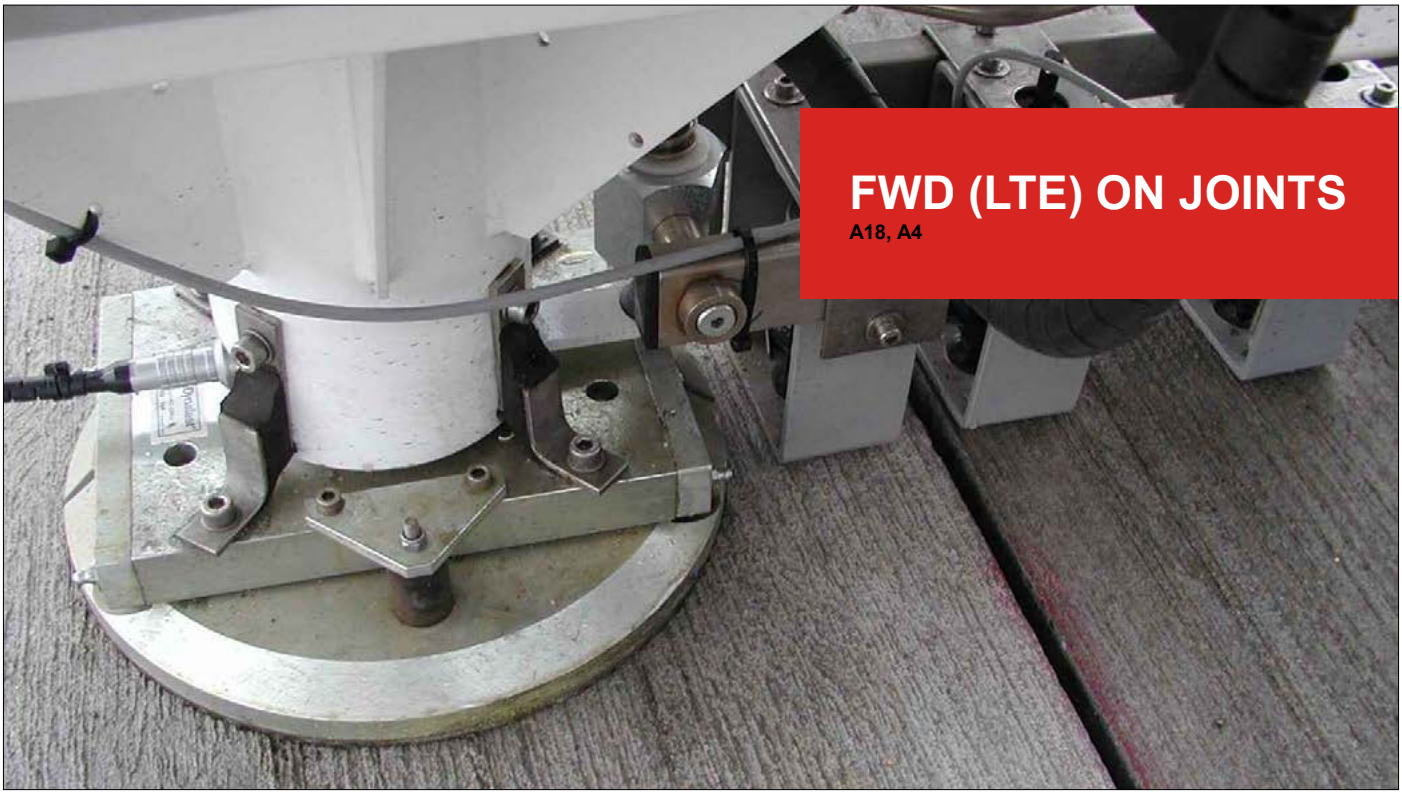






© STRABAG

TPA STRABAG WORK ON PROGRESS



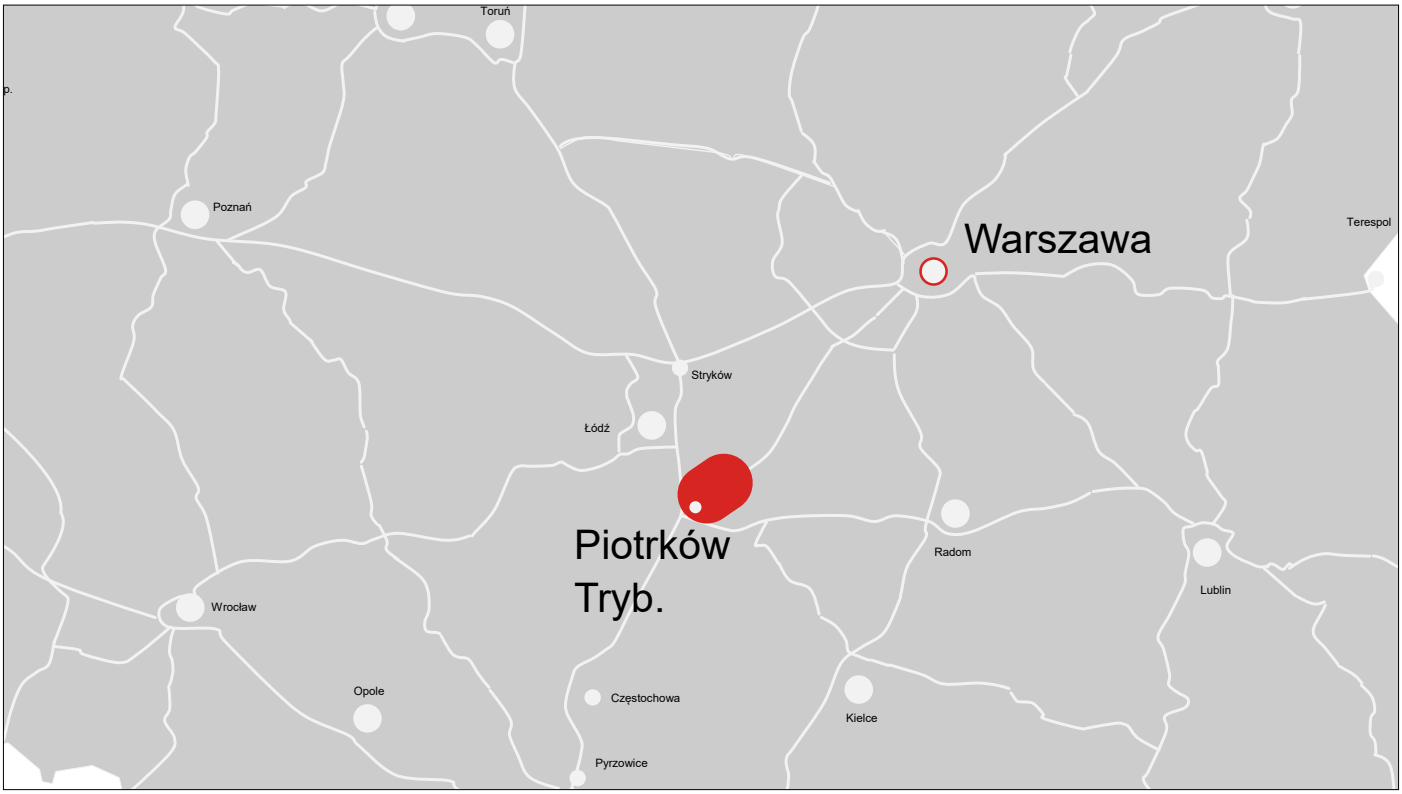
FWD (LTE) ON JOINTS

A18, A4





TPA STRABAG WORK ON PROGRESS


Toruń
Poznań
Warszawa
Terespol
Stryków
Łódź
Piotrków
Tryb.
Radom
Lublin
Wrocław
Opole
Częstochowa
Kielce
Pyrzowice


DK8 Wolibórz – Polichno
„WHITETOPPING"
2002
2003



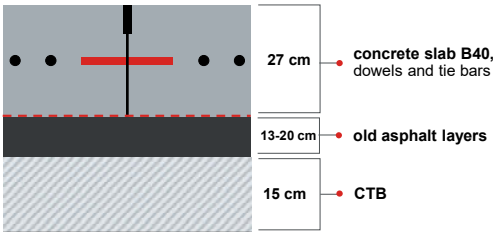
2002
2003

HEILIT+WOERNER

DK8 Wolibórz – Polichno

„WHITETOPPING"

one of the first **whitetopping** pavements in Poland



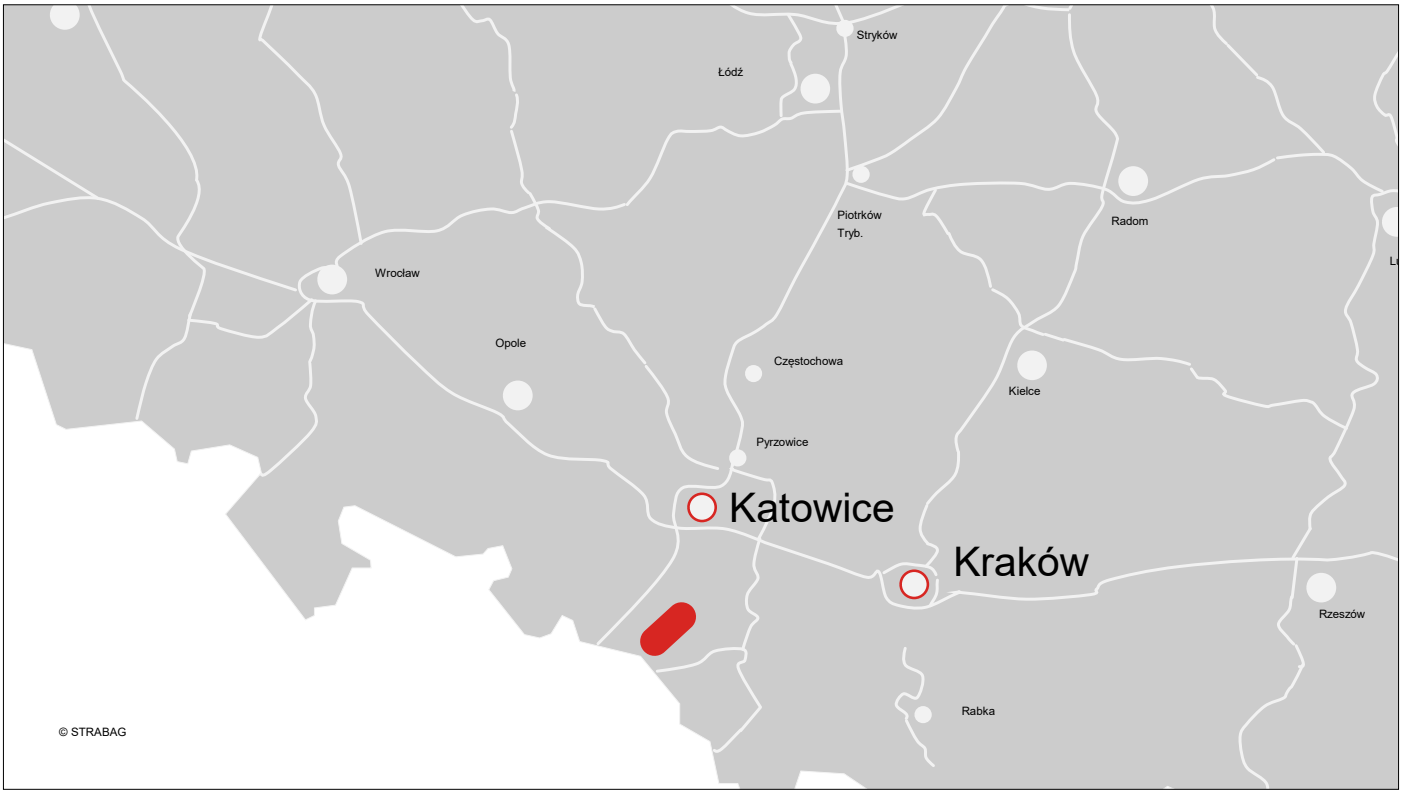
TPA STRABAG WORK ON PROGRESS







TPA STRABAG WORK ON PROGRESS



DK81 Żory, 7 km

„WHITETOPPING"

2007

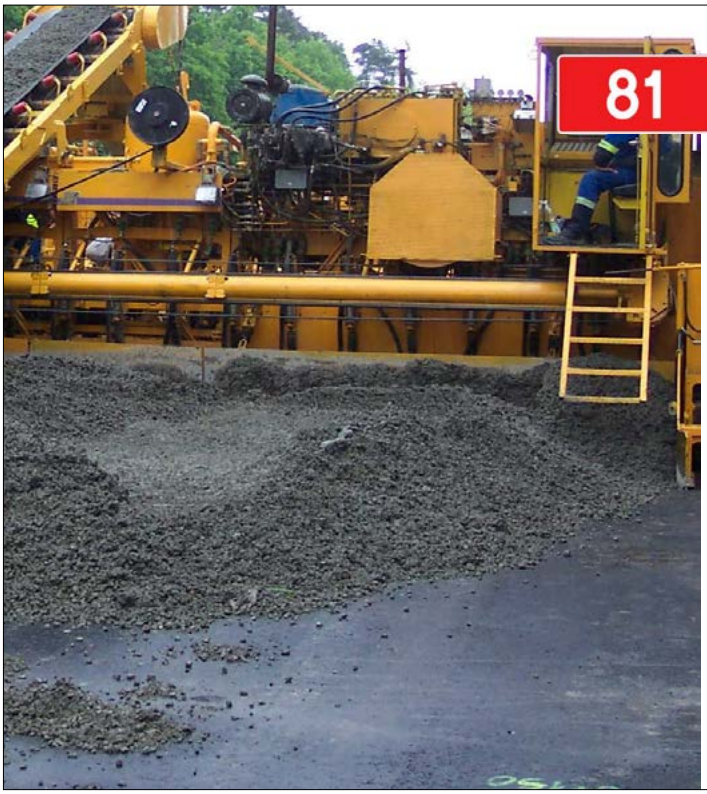






Old aspahlt pavement

DK81, 7km, Whitetopping



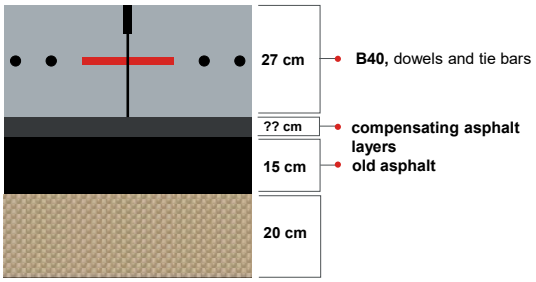
2007

HEILIT+WOERNER

DK81 Żory, 7 km

„Whitetopping"

another **whitetopping** application in Poland

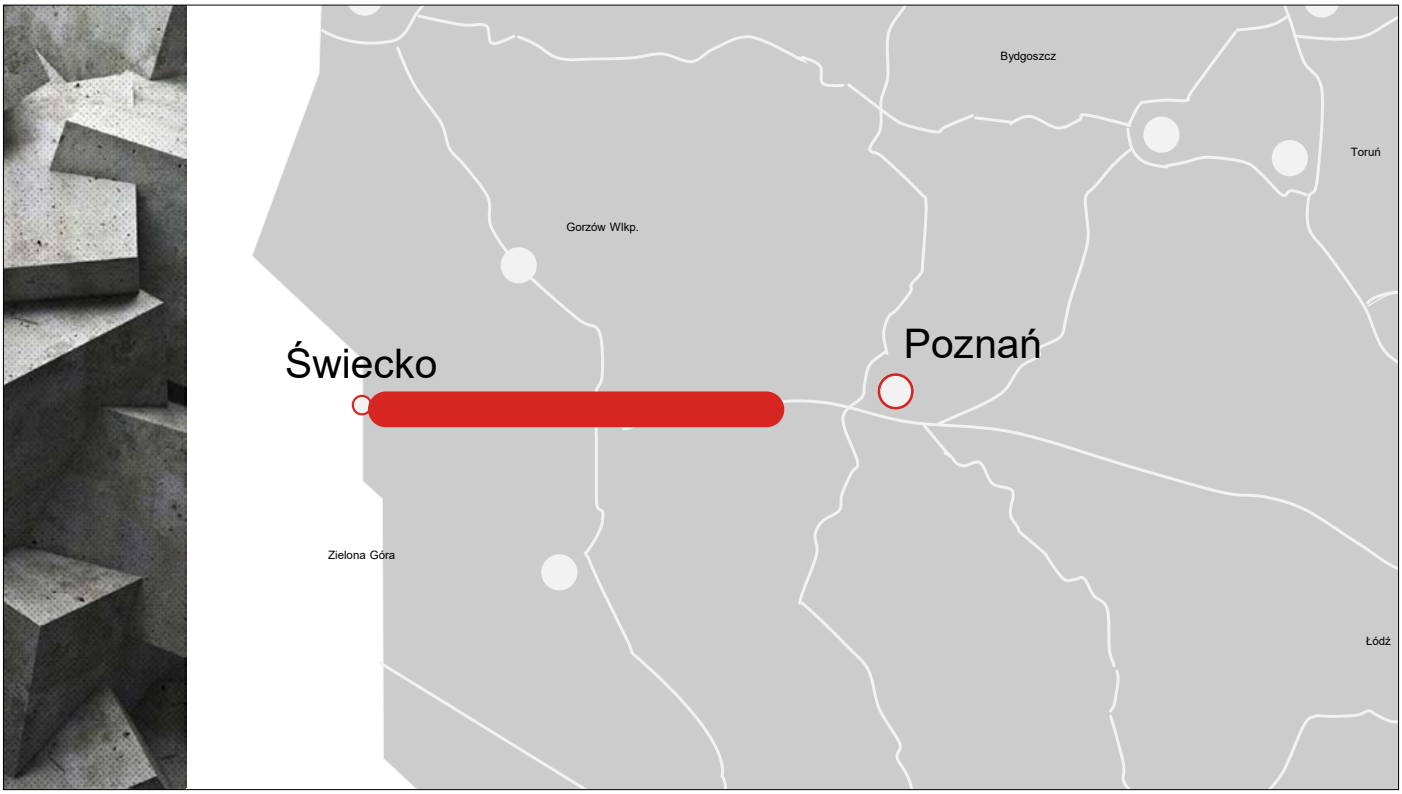


TPA STRABAG WORK ON PROGRESS





TPA STRABAG WORK ON PROGRESS



A2 Nowy Tomyśl – Świecko

2011

PPP WITH FIRST EXPOSED AGGREGATE CONCRETE (EAC)

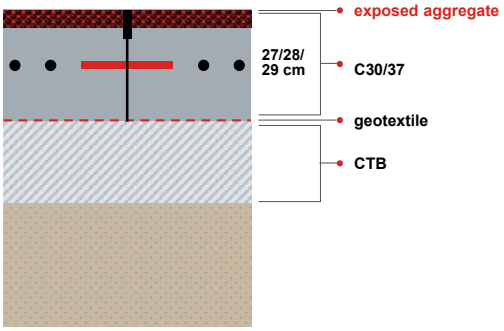




2011

Nowy Tomyśl – Świecko

PPP WITH FIRST EXPOSED AGGREGATE CONCRETE (EAC)



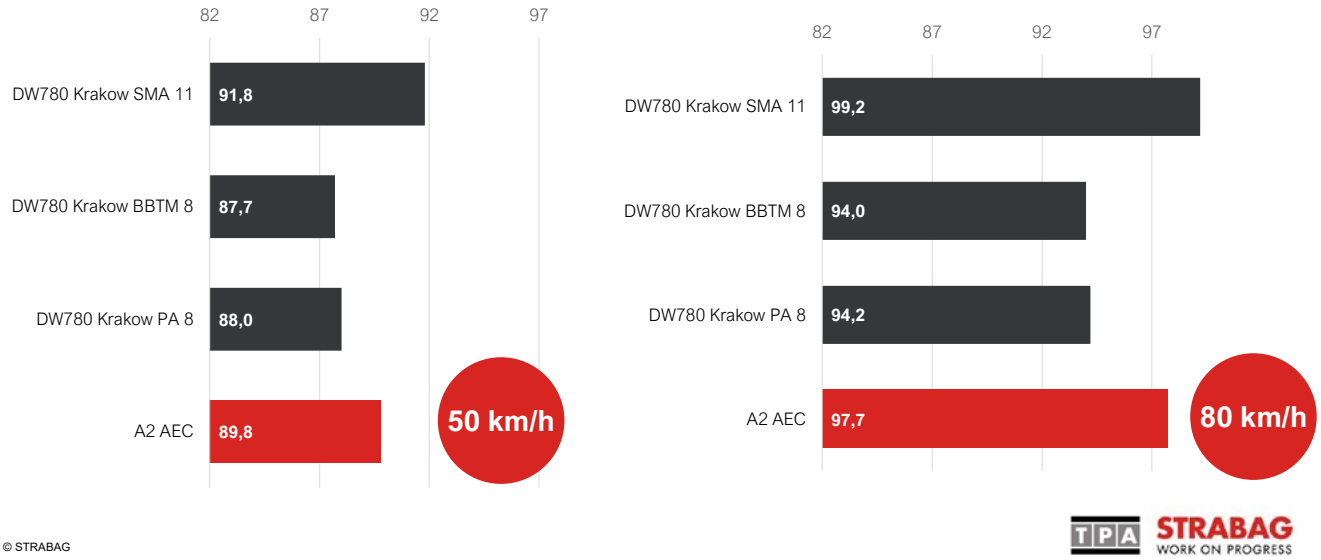
TPA STRABAG WORK ON PROGRESS




„How do you know it's right time to brush?"
„I have to be very sensible!"


Exposed aggregate vs Surface brushing

Noise measurements – CPXI





A2 segment II, 1 km

WHITETOPPING USING CRCP AND EAC

2012



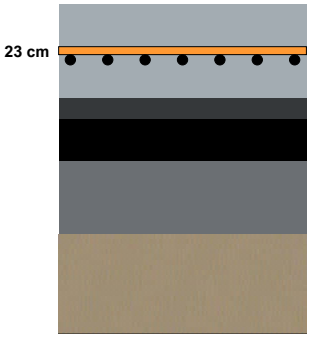


A2 segment II, 1 km

WHITETOPPING USING CRCP AND EAC

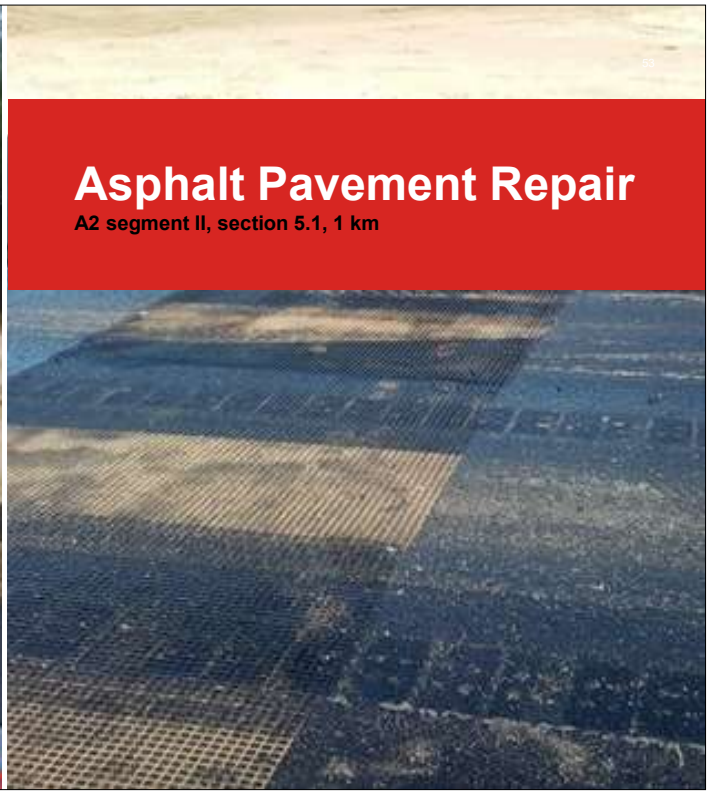
2011

HEILIT+WOERNER



TPA STRABAG WORK ON PROGRESS





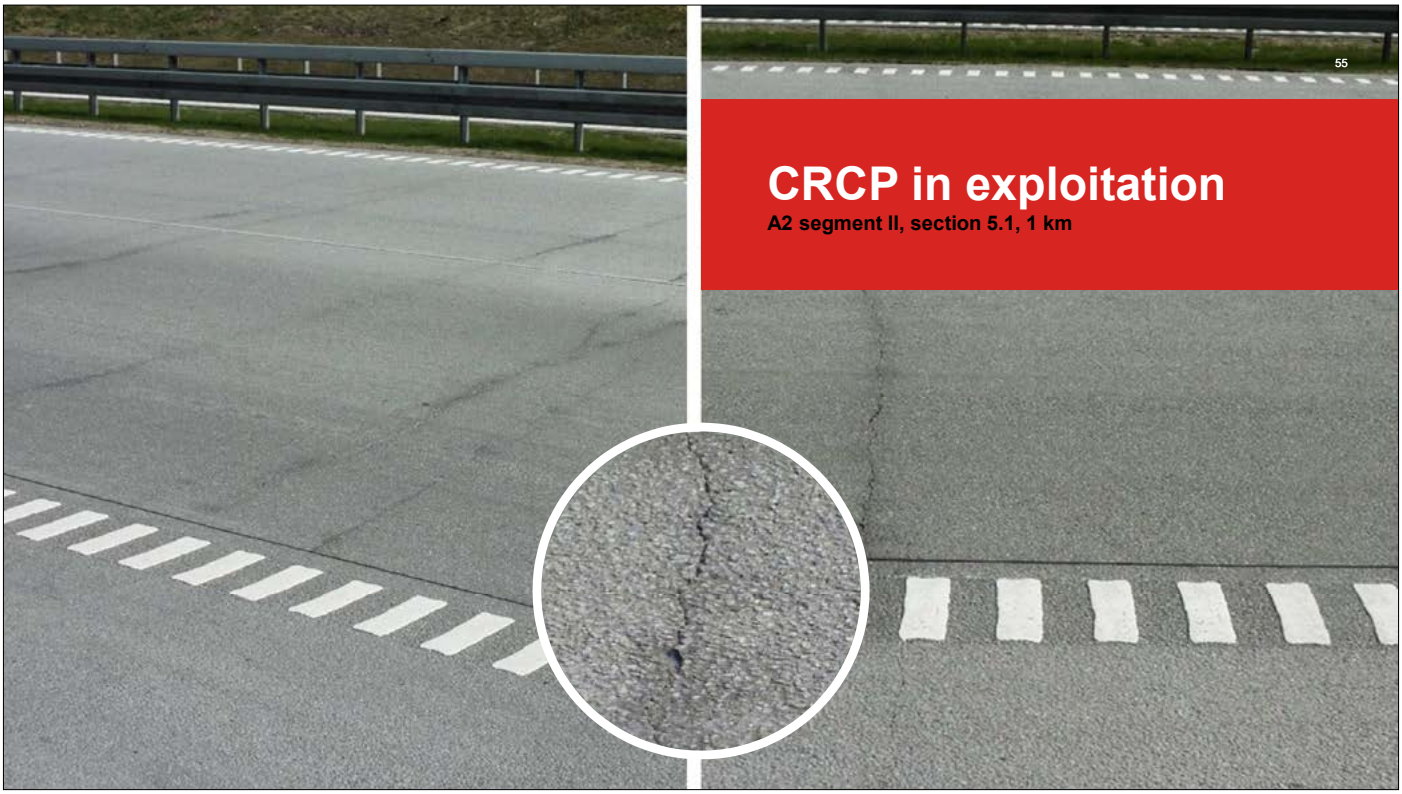
Asphalt Pavement Repair

A2 segment II, section 5.1, 1 km

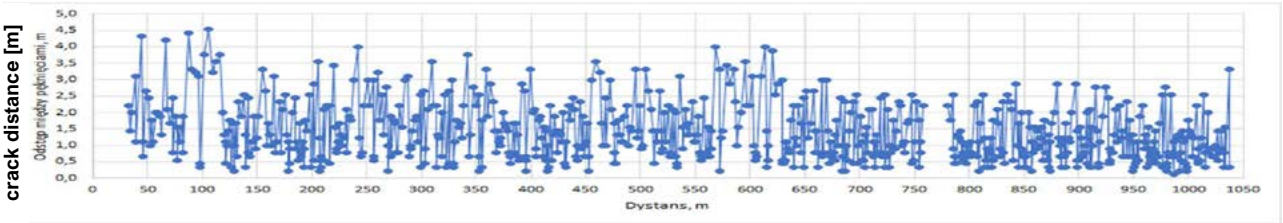


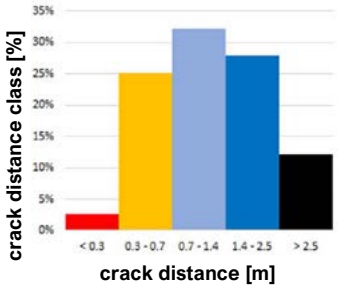
CRCP during construction

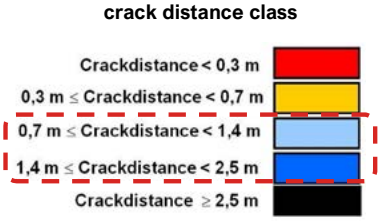
A2 segment II, section 5.1, 1 km



A2 Distance between cracks







© STRABAG

TPA STRABAG WORK ON PROGRESS




Gdańsk
Elbląg
Olsztyn
Suwałki
Szczecin
Grudziądz
Bydgoszcz
Białystok
Toruń
Gorzów Wlkp.
Poznań
Świecko
Warszawa
Terespol
Zielona Góra
Stryków
Łódź
Zgorzelec
Piotrków Tryb.
Radom
Lublin
Wrocław
Opole
Częstochowa
Kielce
Pyrzowice
Katowice
Kraków
Rzeszów
Korczowa
Rabka


Stryków
Łódź
Radom
Piotrków Tryb.
Wrocław
Częstochowa
Opole
Kielce
Pyrzowice
Katowice
Kraków
Rzeszów
© STRABAG

A1 Rest Area „Starcza-Wschód"

CRCP WITH GFRP

2019



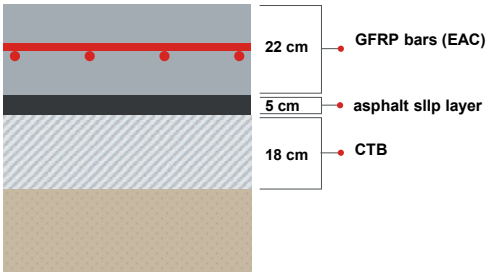


2019

A1 Rest Area „Starcza-Wschód"

CRCP WITH GFRP

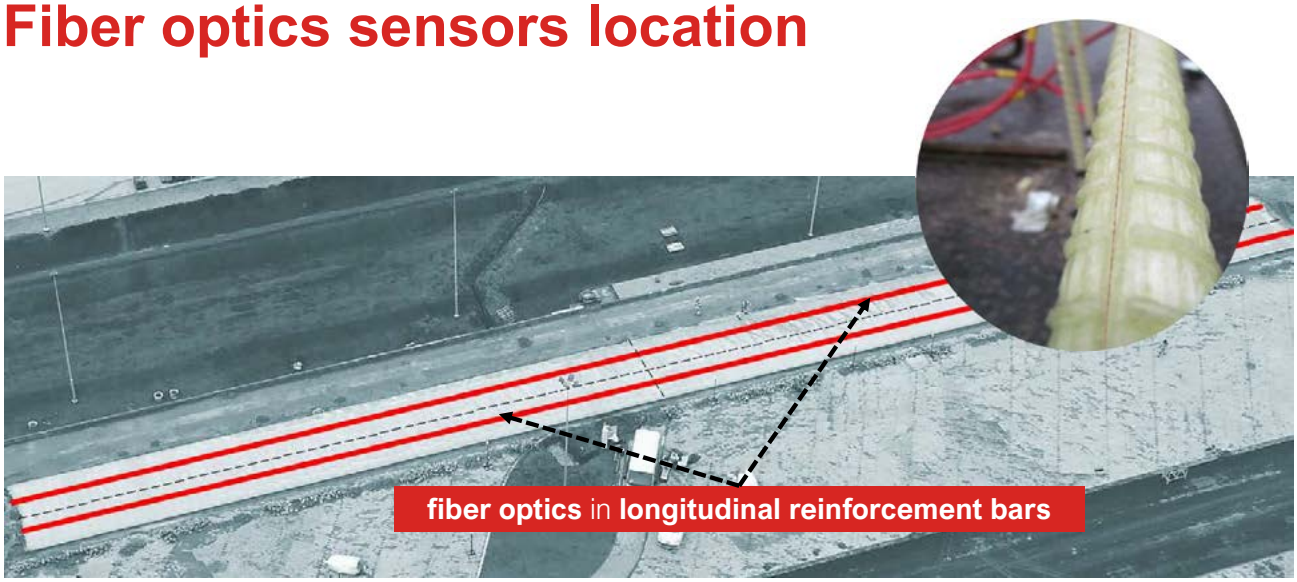
GFRP (glass-fiber reinforced polymer) bars
2 subsections with different reinforcement degree



TPA STRABAG WORK ON PROGRESS



Fiber optics sensors location

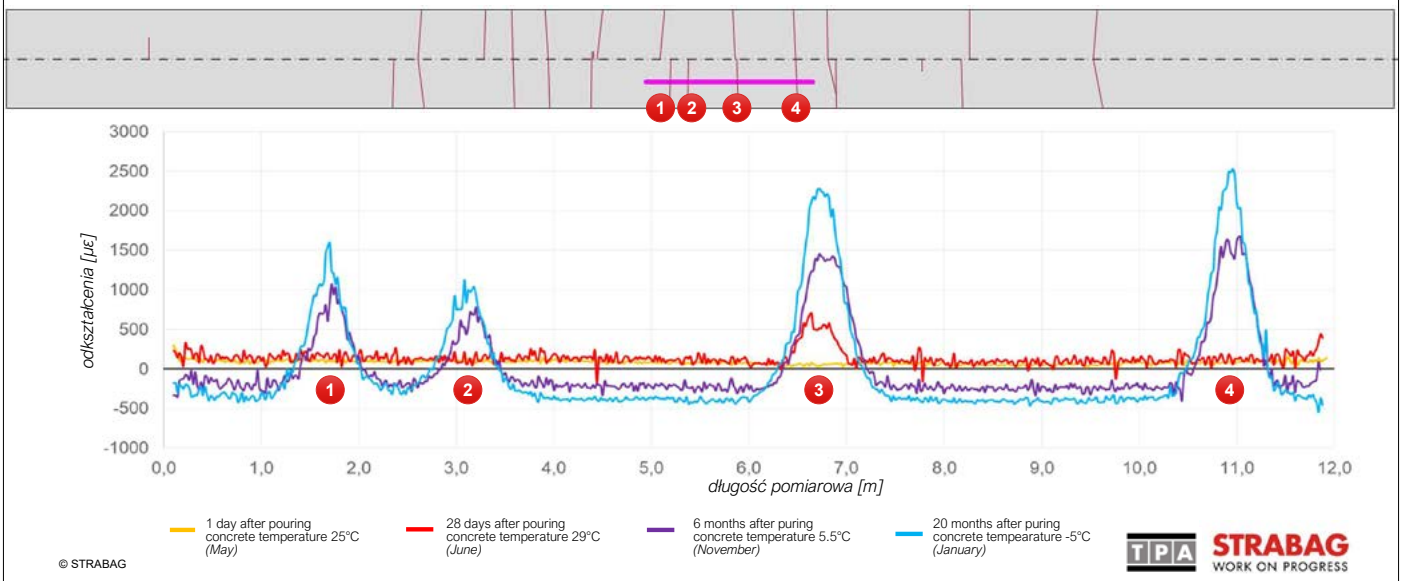


© STRABAG

TPA STRABAG WORK ON PROGRESS

Fibre optics sensors (cracks monitoring)

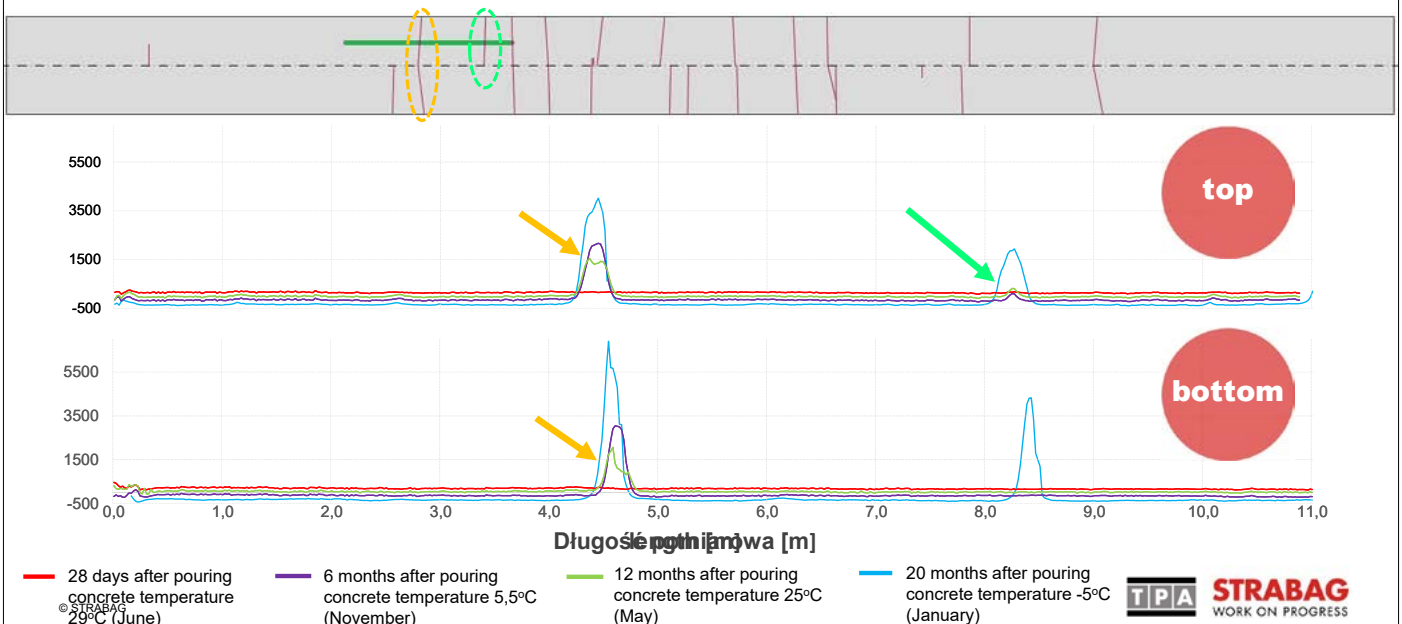
63



© STRABAG

STRABAG WORK ON PROGRESS

Fibre optic sensors (cracks appearance)

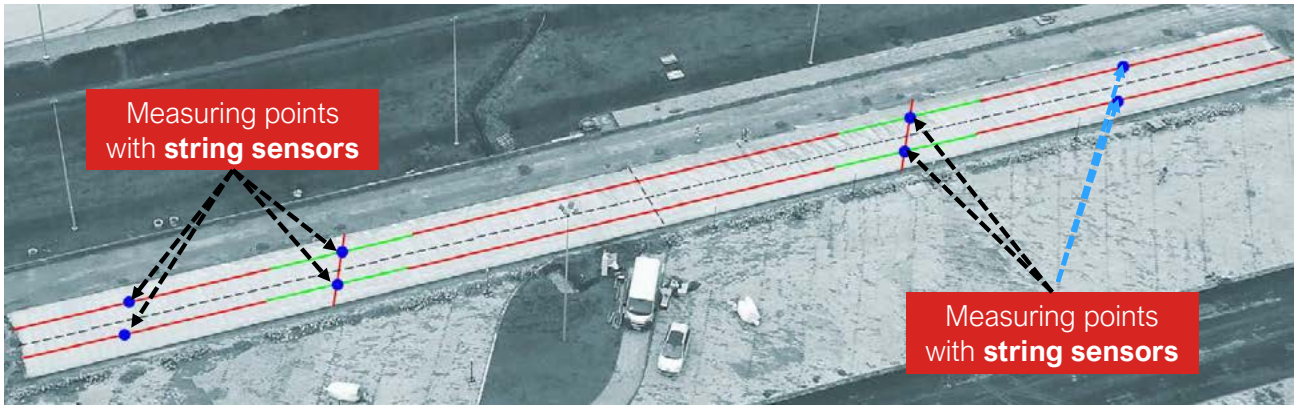


© STRABAG

STRABAG WORK ON PROGRESS

String sensors location

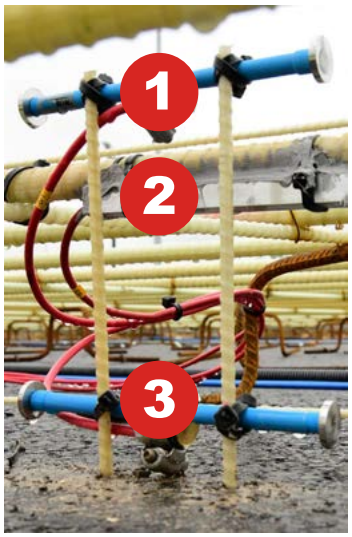


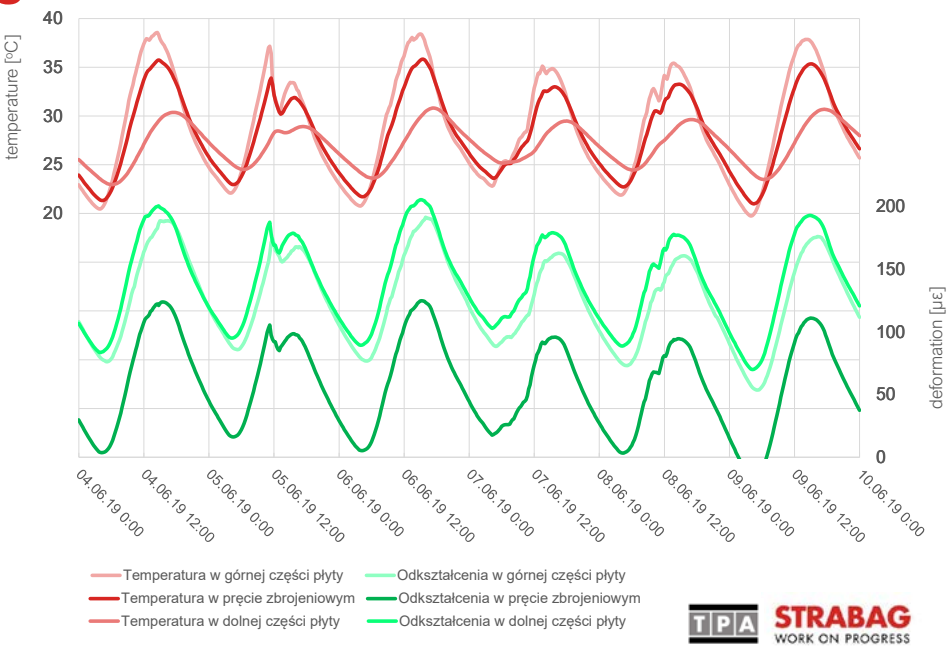


© STRABAG

TPA STRABAG WORK ON PROGRESS

String sensors

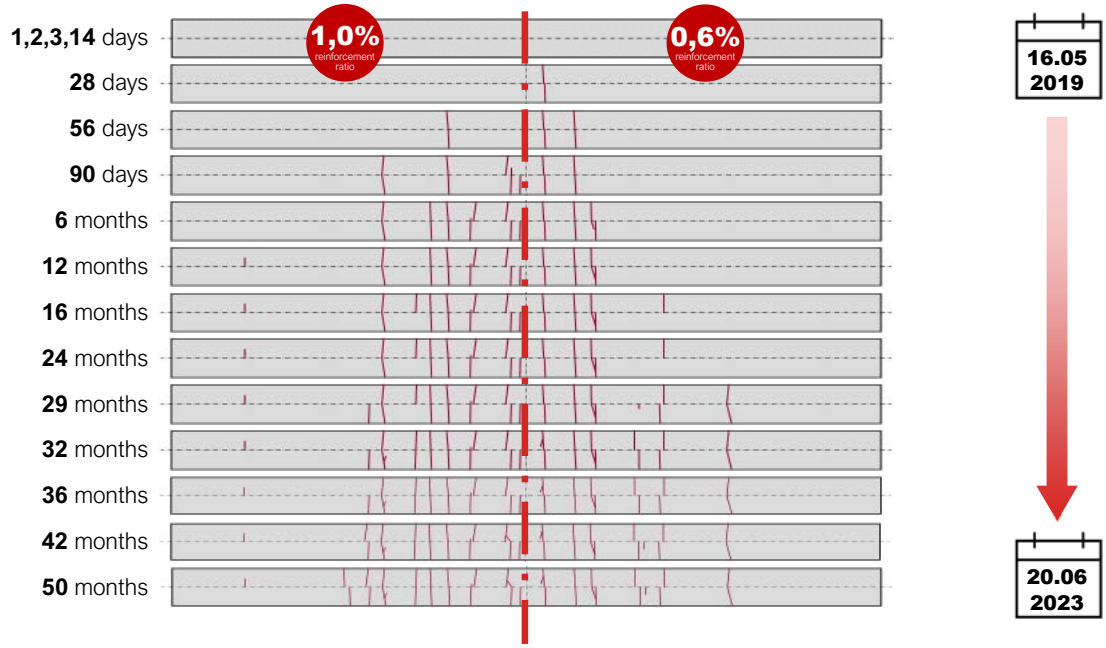




© STRABAG

TPA STRABAG WORK ON PROGRESS

Transverse cracks development

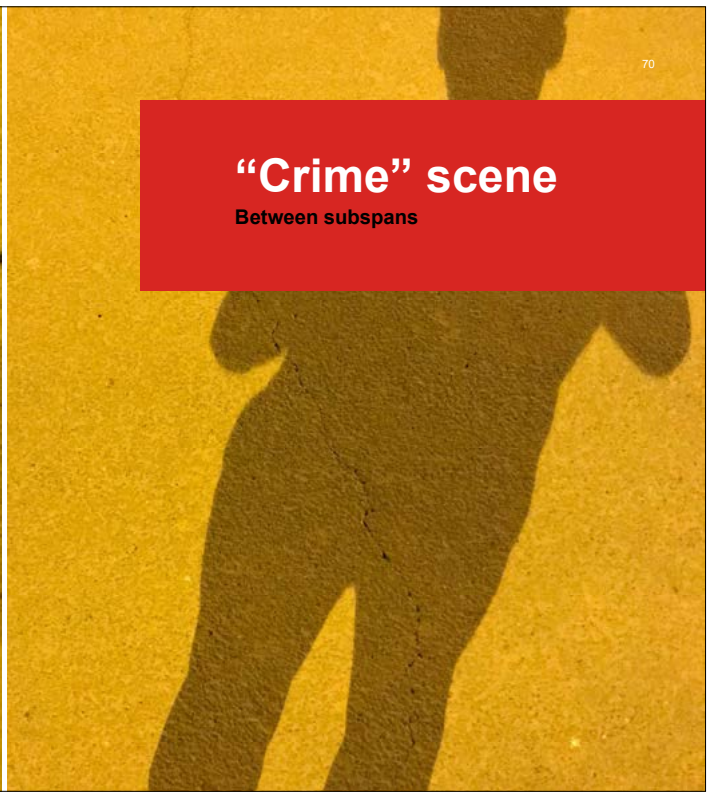


© STRABAG




69
Observation in progress
A1 Rest Area




70
“Crime” scene
Between subspans





TPA STRABAG WORK ON PROGRESS



S7 Pieńki - Płońsk

CRCP WITH CUTS ON EDGES

2022

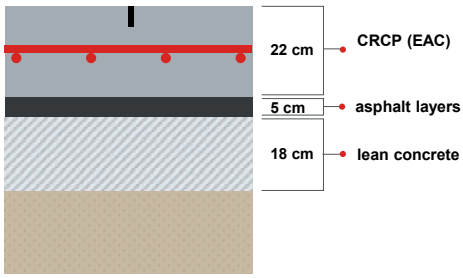




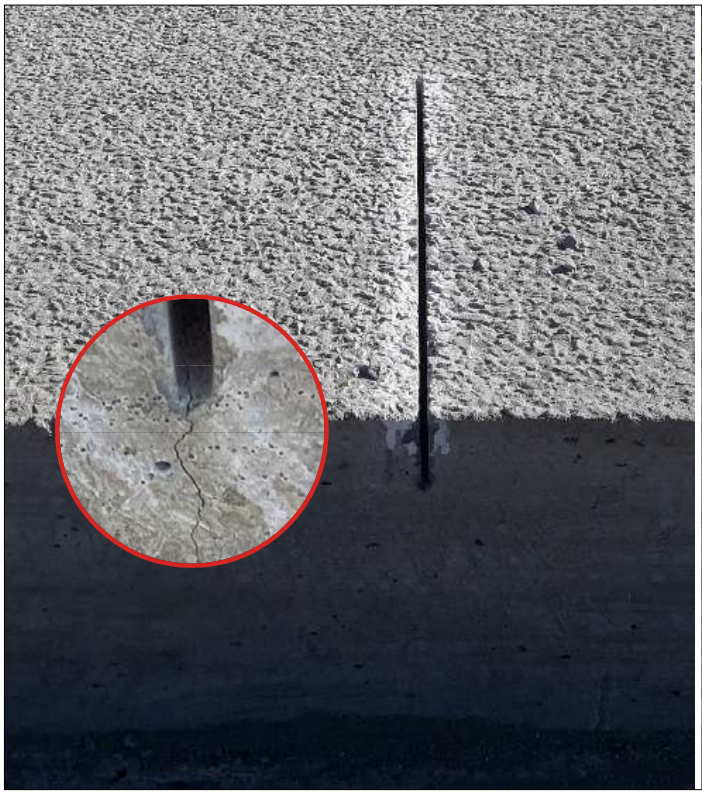
2022

S7 Pieńki - Płońsk

CRCP WITH CUTS ON EDGES



TPA STRABAG WORK ON PROGRESS





Cuts on pavement edges

150 m with and 150 m without





2022

Pieńki - Płońsk

MONITORING:
- CORROSION “DIACORR”
- STRAIN SENSORS







TPA STRABAG WORK ON PROGRESS


CRCP on bridges


CP on bridges


CP on bridges
LISSMAC


CO_2 reduction

CHALLANGES



© STRABAG

TPA STRABAG WORK ON PROGRESS




83
Durable Joint Sealing


84
Perfect dowel position





Black & White

Existing highways and expressways with **asphalt pavements**

Existing highways and expressways with **cement concrete pavement**

Roads under construction
Roads under tender and preparation

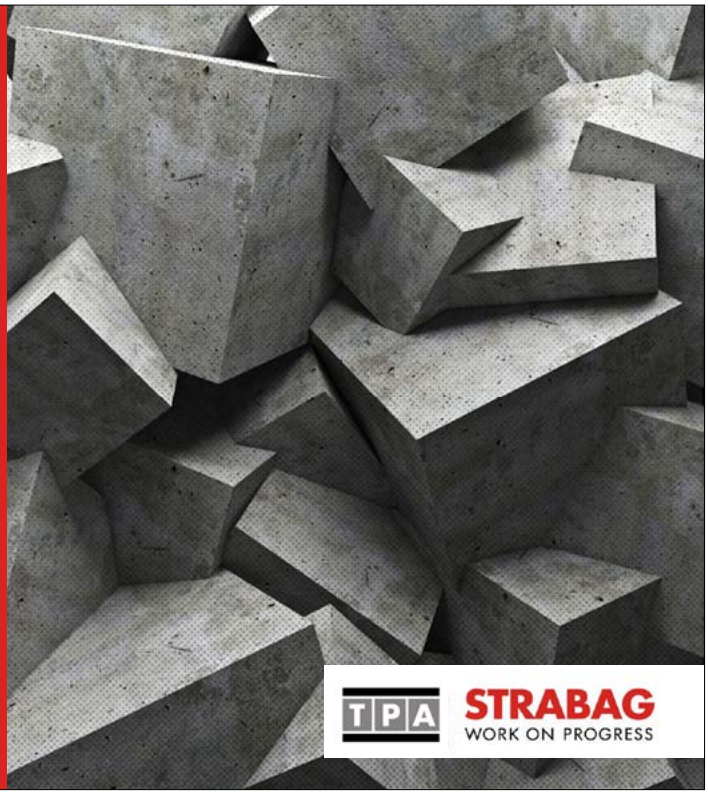
© STRABAG

TPA STRABAG WORK ON PROGRESS

THANKS FOR YOUR ATTENTION

Igor Ruttmar
Łukasz Hirszfeld

06.11.2024



2. blok:

Opravy a údržba – strategie a technologie



ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC

Betonové vozovky 2024

Opravy, údržba a opatření k prodloužení životnosti CBK

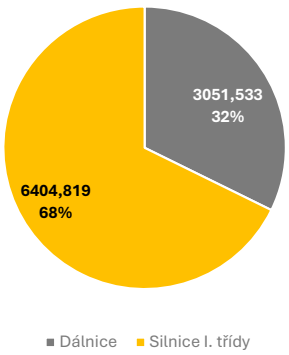


Ing. Jiří Klepáč
Ředitel Provozního Úseku ŘSD s. p.

Vozovky ve správě ŘSD s. p.

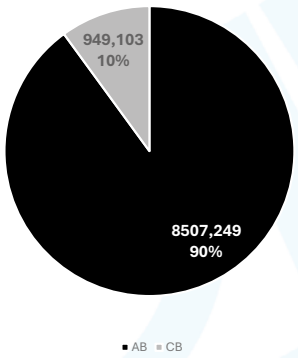
Počet pásokm ve správě ŘSD s. p.	
Dálnice	3051,533
Silnice I. třídy	6404,819

Poměr dálnic a I. tříd

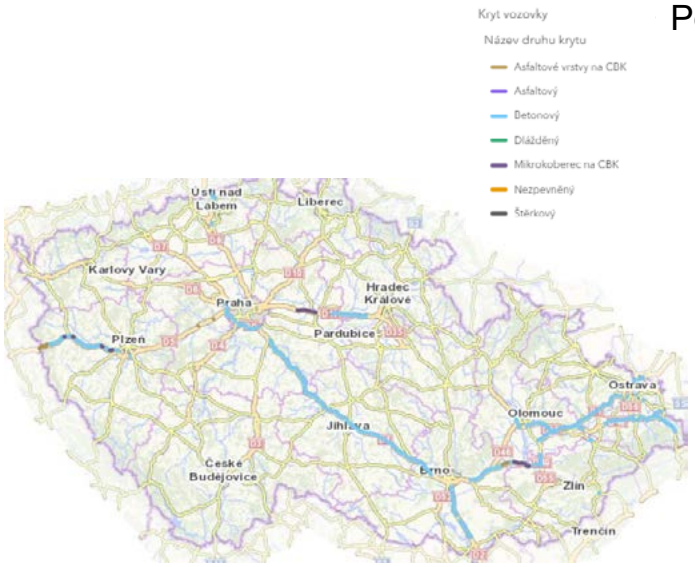


Povrch	Asfaltový	Betonový
Celkem ŘSD	8507,249	949,103
Celkem ŘSD [%]	89,96%	10,04%

Poměr CB a AB

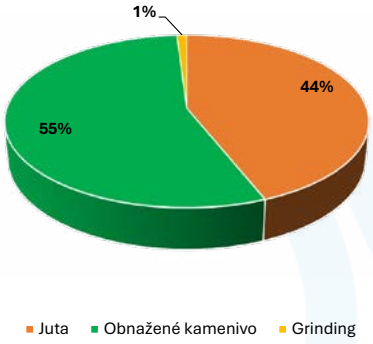


CBK ve správě ŘSD s. p.



Ředitelství silnic a dálnic / www.rsd.cz

Povrchová úprava CBK





Bezpečnost
Životnost
Hospodárnost
KVALITA

Vady díla z realizace

- Rovinatost
- Makrotextura
- PVV

- Poruchy a vadné provádění
  - Trhliny
  - Spárořez a těsnění spár
  - Dilatační a pracovní spáry



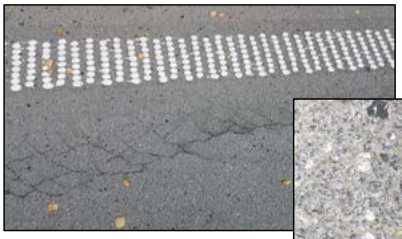
Vady díla z realizace - trhliny

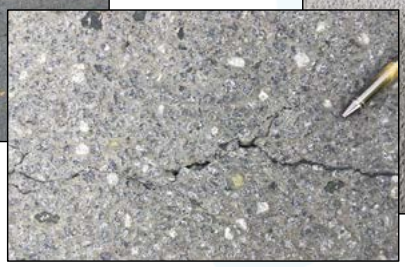




Předcházení problému:

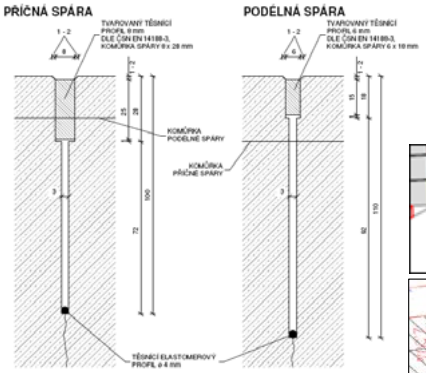
- Koncipování směsi a jejím zrání a náběhům pevnosti a doba zpracovatelnosti betonu pro spodní o horní vrstvu CBK a koordinace pokládky CBK
- Koordinace činností na stavbě s optimální průběh betonáže
- Zohlednění klimatických vlivů, noční betonáž v letních měsících







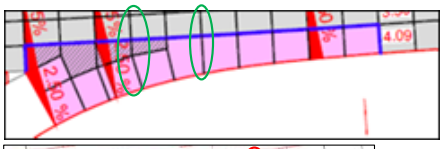
Vady díla z realizace - spárořez a těsnění spár

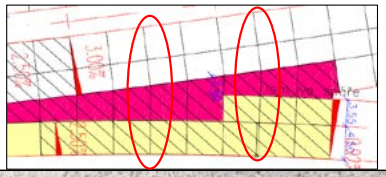




Předcházení problému:

- Technologická kázeň
- Koordinace činností na stavbě
- Dodržování TePř
- Správné koncipování spárořezu



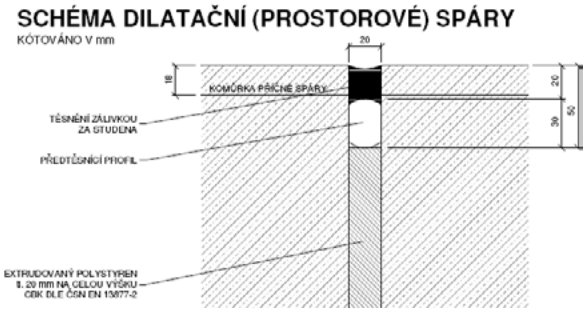


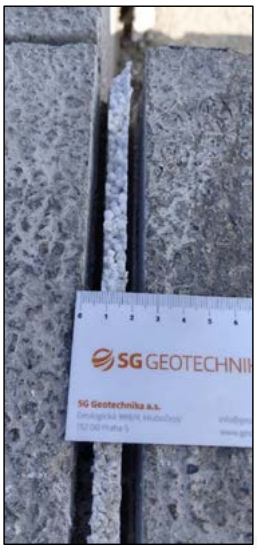






Vady díla z realizace - dilatační a pracovní spáry







Předcházení problému:
- Použití adekvátních materiálů
- Technologická kázeň
- Kvalita, důraz na detail

Vady díla v záruční době

- Olámáné hrany na sparách
- Trhliny
- Poruchy těsnění
- Styk CB x AB
- Poruchy pracovních spár
- Pokles desky

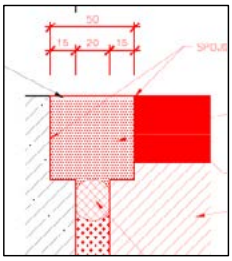




Vady díla v záruce - Styk CB x AB

- EMZ komůrka optimálně max. 70x50 mm, při větších rozměrech vzniká vyšší riziko vyjíždění nerovností
- Nerovnosti na AB vozovce – pokles AHV – trvalá deformace (podélná nerovnost), která podněcuje dynamický účinek (nepříznivě ovlivňující vznik dalších poruch a zhoršování deformací vozovky a poškození styku CB/AB.
- Nejčastěji vede k poškození poslední CB desky (poruchy na hraně)









Vady díla v záruce - poruchy pracovních spár

- Poruchy CBK na dilatačních spárách zejména po kontinuální betonáži, kdy je extrudovaný polystyren pouze ve spodní vrstvě CBK a těsnění nevyplní výšku horního CBK.
- Stržení polystyrenu – posunem při kontinuální betonáži, tedy od začátku je komůrka širší než dle PD.
- Variantou je řešení pomocí jemnozrnného EMZ na šířku 50 mm
- Extrudovaný polystyren při kontinuální pokládce - nutno kvalitně a dostatečně přikotvit XPS s kluznými trny k podkladní vrstvě









- Propadlé nebo nefunkční těsnění
- Olámané hrany CBK





Vady díla v záruce – pokles desky

- Poklesy desek u dilatačních spár
- Technologická nekázeň – absence kotvení, šikmost kluzných trnů a kotev, v rozporu s ČSN 736123-1
- poškození těsnění, separace
- může docházek k zatékání, následuje propad, pumpování – částečné narušení horní vrstvy SC
- měříme skokovou nerovnost na příčné ale i na podélné spáře
- většinou u přídatných pruhů u dodatečné betonáže
- Zaznamenáno i na řezané spáře
- dochází k propadu desky pomalého pruhu
- buď zhoršená kvalita podkladní vrstvy nebo chybné uložení kotev (chybí nebo špatná poloha – vyšší riziko u navrtávaných).
- Dynamický účinek pak vede k prasknutí desky (pokles v rozmezí 10-15 mm)







Vady díla v záruce – trhliny v CBK

Síť trhlin již z realizace/opravy CBK:

- technologická nekázeň a nezvládnutá logistika na stavbě
- použití betonu za hranou zpracovatelnosti (čerstvý spodní beton a zralý horní beton, který čekal)
- provázeno atypicky i deformacemi –mikrotrhliny

Sanace trhlin:

- Epoxidová pryskyřice
- Impregnační postřik
- Výměna CBK



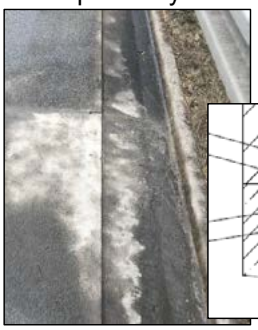


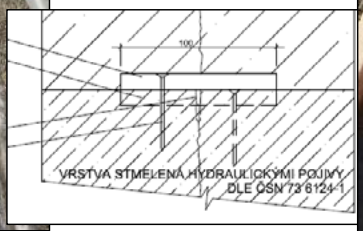




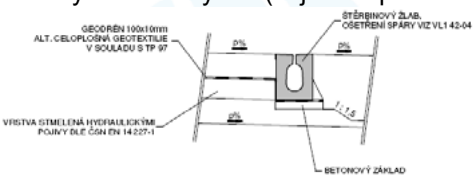
Vady díla v záruce – nefunkční ododnění CBK

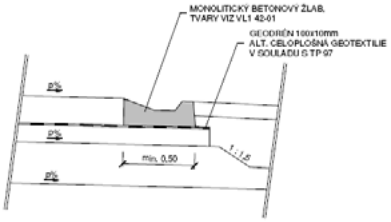
- Cílem je eliminovat zatékání vody do konstrukce vozovky (zejména přes spárořez) a zároveň systém odvodňovacích prvků z podkladní vrstvy pod CBK tak, aby bylo eliminováno riziko objemových změn v rámci mrazových cyklů v zimním období a následnému vzniku trhlin a odlomených rohů na okraji CBK u monolitického žlabu.
- Zásadním je také dodržování realizace požadovaného detailu zatmelení příčných spár z boku na horní hraně CBK u SDP, aby se do příčných spár nedostávala voda, kterou může být SDP nasycen (zejména při přívalových deštích).











„Vše jsme provedli správně, jezdila tam doprava, proto se to rozpadlo.“

„Prováděla se zimní údržba“

Zhotovitelova reakce na reklamační dopis
Cíl Objednatele: Maximální kvalita díla, prodloužení životnosti CBK

Údržba CBK po záruční době do konce jeho životnosti

- Předpisy
- Směrnice státního podniku
- Technologie údržby CBK

Technické podmínky (TP)

- TP 92 - Navrhování údržby a oprav vozovek s cementobetonovým krytem (revize)
- TP 62 - Katalog poruch vozovek s cementobetonovým krytem (revize)
- TP 80 - Elastický mostní závěr



Směrnice státního podniku

- 10-S-12.4 - Údržbové opravy vozovek

Údržba CBK – Směrnice 10-S-12.4 Údržbové opravy vozovek

Technologie upravované touto směrnicí

- Provádění asfaltových zálivek
- Přetěsnění spárořezu
- Sanace rohů plastbetonem
- Oprava materiálem pro EMZ
- Oprava výtluků pomocí MA
- Oprava výtluků asfaltovou hutněnou směsí
- Oprava výtluků pomocí modifikované asfaltové směsi za studena
- Výměna CB desek





Porucha CBK	Trhliny, nefunkční zálivky, nefunkční těsnění spárořezu	Poruchy, olámané hrany	Výtluky	Havarijní výtluky a další poruchy	CBK			
Technologie opravy	Provádění asfaltových zálivek	Přetěsnění spárořezu	EMZ	Plastbeton	Opravy pomocí MA ❄	Opravy asf. hutněnou směsí ❄	Směs vyráběná za studena ❄	Výměna CB desky ❄	Výměna CB desky za AHV

Údržba CBK – poruchy v druhé polovině životnosti

- Rychlá degradace CBK
- Šíření poruch
- Opakování poruch i po opravě





Údržba CBK
Oprava výtluků pomocí asfaltové směsi za studena









- Oprava v potřebném rozsahu
- Odstranění poruchy až do oblasti kompaktního CBK
- Nutné mírně nadvýšení asfaltové směsi (problémy s následným dohutněním)

Údržba CBK
Oprava výtluků pomocí MA - litého asfaltu



- Oprava většího rozsahu poruch
- Vice desek nebo větší výtluky
- 1-2 vrstvy v ploše dle potřeby



Údržba CBK – poruchy v druhé polovině životnosti

Vystřelení CB desek

- potvrzuje nutnost realizace dilatačních spár
- nejčastěji sanované, oslabené spáry, nejslabší místo
- Roli hraje i čas realizace a dodržení technologické přestávky
- Týká se i curb-kingu





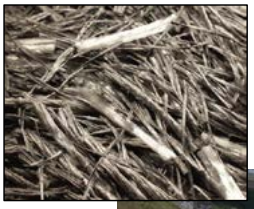






Údržba CBK - výměna CB desek







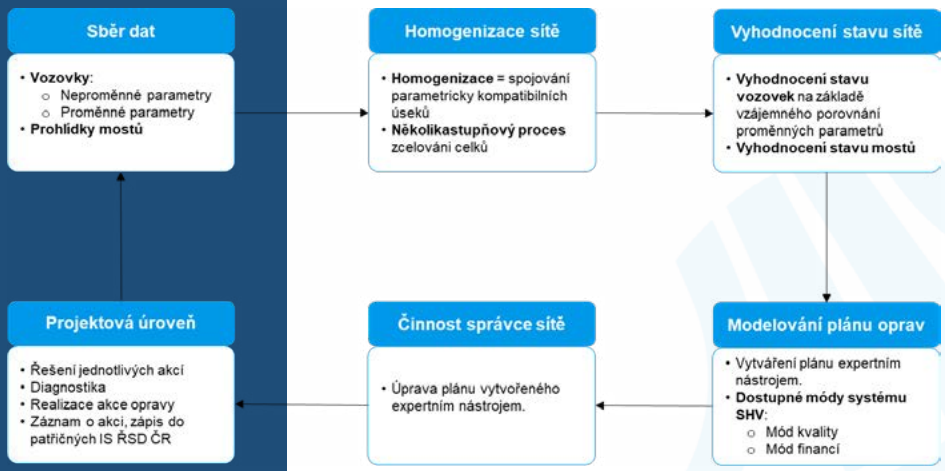


- Maximální doba dopravního omezení pro realizaci včetně tuhnutí nesmí překročit 48 hodin.
- Pro uvedení opravovaného úseku do provozu je nutno dosáhnout pevnosti betonu min. 30 MPa.
- Požadované náběhy pevnosti betonu musí splnit pevnosti po 12 hod. od betonáže, za zhoršených klimatických podmínek pak po 24 hodinách.



Systém hospodaření s vozovkou

- Co je to SHV ?



SHV - vybrané funkcionality

Poskytování informací o aktuálním stavu majetku



Predikce vývoje stavu majetku



Predikce vývoje nákladů na opravy

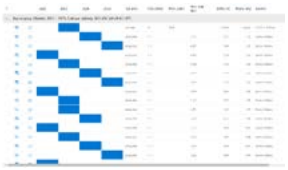


Manažerský a reportingový nástroj

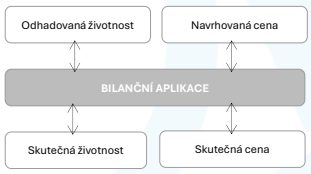


- *Jednotný mapový podklad*
- *Sledování parametrů přes jednotlivé Správy, Závody a SSÚD*
- *Skupiny majetku ve vrstvách*
- *Integrace s dalšími systémy ŘSD ČR (ISSDS, CEV, JSIVV další)*

Synchronizace akcí oprav



Bilanční aplikace
Porovnání predikovaných a aktuálních parametrů



SHV – celkový index stavu vozovky

- Pro vyhodnocení stavu vozovky je určen **celkový index stavu vozovky GPI** (General Performance Index). Jeho určujícím rysem je kombinace všech kombinačních indexů a tím i propojení všech proměnných parametrů vozovky, které vstupují do kombinačních indexů různou vahou. Tím je nastaven přesný kombinační řád, který určuje celkový stav vozovky pro zájmové potřeby správců pozemních komunikací a pro účastníky silničního provozu.
- **Celkový index vozovky je bezrozměrný index, do kterého jako proměnné vstupují kombinační indexy komfortu, bezpečnosti a porušení, které mají přiděleny váhy (VC,j) dle jejich vlivu na GPI.**

Kombinační index bezpečnosti
Hloubka vyjetých kolejí
Střední hloubka profilu
Hloubka vody v kolejích
Protismykové vlastnosti

Kombinační index komfortu
Podélná nerovnost
Hloubka vyjetých kolejí
poruchy typu defekty povrchu vozovky

Kombinační index porušení
Podélná nerovnost
Kombinační index bezpečnosti
Hloubka vyjetých kolejí
Poruchy vozovky typu trhliny a defekty povrchu

Celkový index stavu vozovky	Váha indexu
Kombinační index komfortu	0,5
Kombinační index bezpečnosti	0,6
Kombinační index porušení	1

SHV – homogenizace sítě

Obecný popis

Homogenizační proces sleduje úseky na definované silnici a rozhoduje o možném spojení s navazujícím úsekem. Pokud navazující úsek je parametricky kompatibilní, po stránce proměnných i neproměnných parametrů, s aktuálním úsekem, systém spojí tyto dva úseky v jeden nový delší.

1. stupeň homogenizace

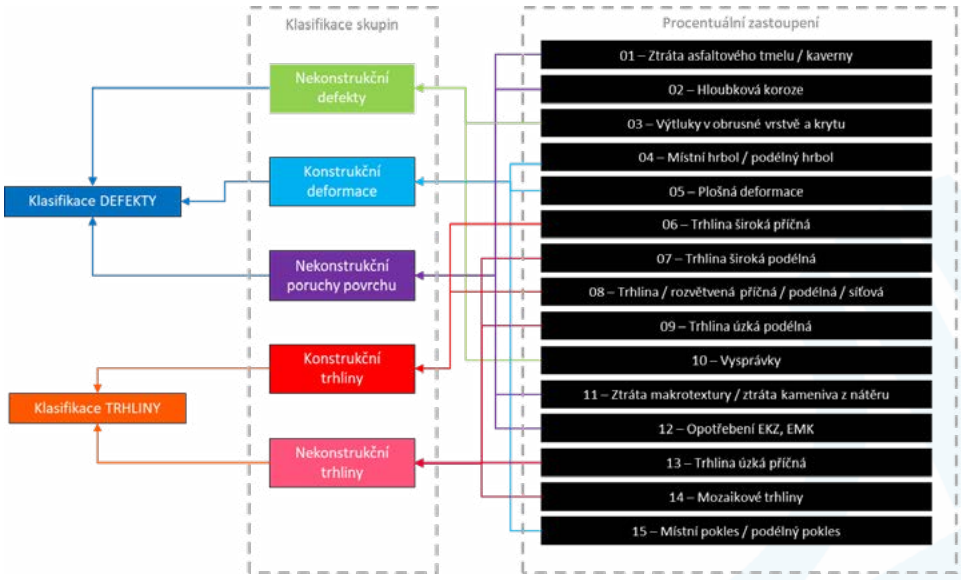
- Defaultní naplnění 100m dlouhými sekcemi. Sekce se liší v případě kdy dochází ke změně v:
  - Rozhraní krytu
  - Intravilán/extravilán,
  - Správní celky
  - Tahy

Další stupně homogenizace

- Cílem dalších stupňů homogenizace je vytvořit min. 300m dlouhé úseky.
- Porovnávají se hodnoty proměnných parametrů a poruch, rozdíl mezi jednotlivými parametry musí být v určitém intervalu aby byla splněna podmínka spojení.

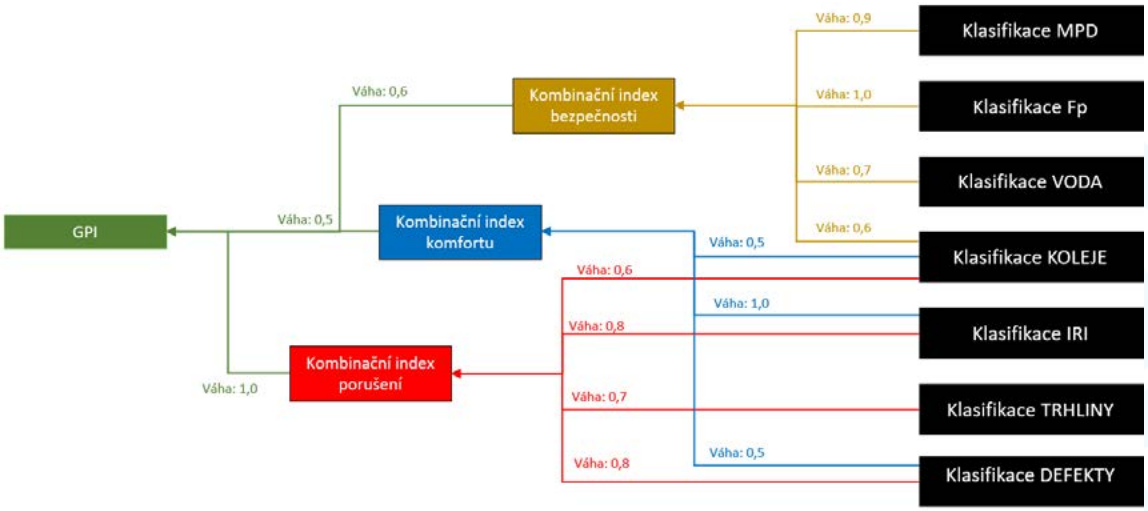
Homogenní sekce je v dalších částech procesu dlouhodobého plánování oprav nejmenší část sítě.

SHV – přepočet poruch na popisné indexy



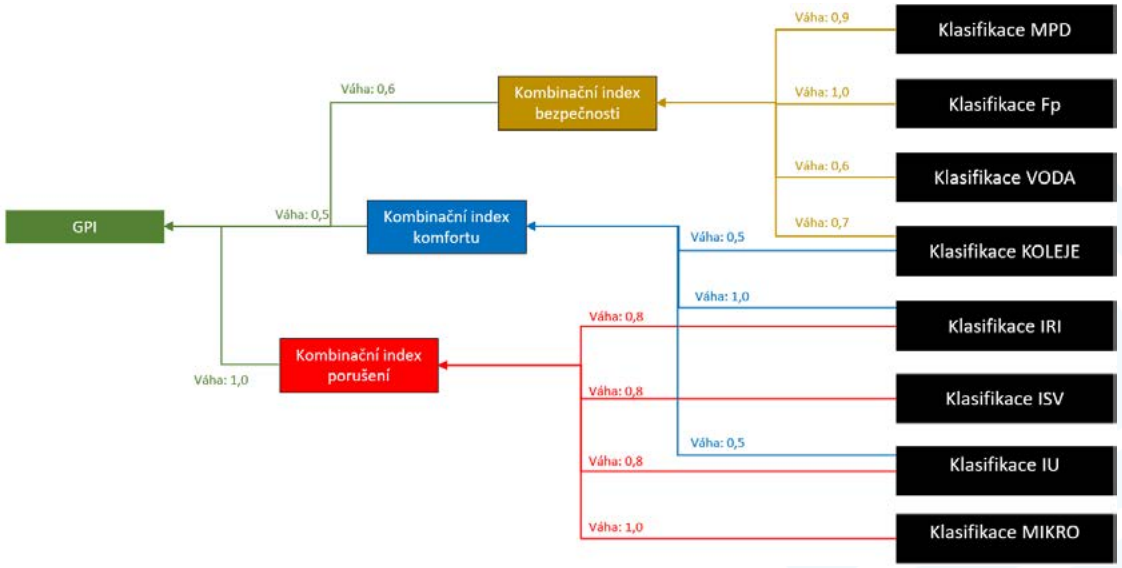
Přepočet popisných indexů na kombinační indexy a GPI

Vozovky s asfaltovým krytem



Přepočet popisných indexů na kombinační indexy a GPI

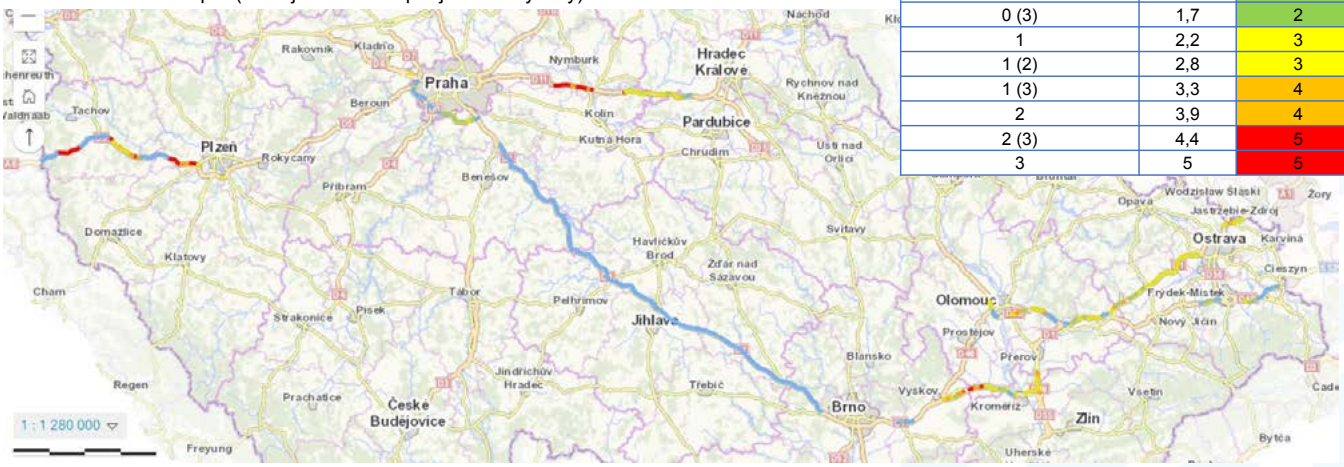
Vozovky s cementobetonovým krytem



Kategorizace mikrotrhlin a vyhodnocení úseků

- metodika údržby CBK
- provazujeme s obnovou PVV (často havarijní protismykové vlastnosti a sítě trhlin)
- Nepotvrdilo se ASR, ale kombinace více reakcí – síranová, etringitová a alkalická sekundárně
- v půlce životnosti dochází k rozvoji sítě trhlin a tvorbě poruch v oblasti příčné spáry nebo na křížení spár (rozvoj trhlin se stupňuje až ve výtluky)

Číselná hodnota a návrh klasifikace 20m úseků (1-5)		
Možné kombinace hodnocení úseků délky 20m (hodnota)	Číselná hodnota	Klasifikace 20m (klasifikace)
0	0	1
0 (1)	0,5	1
0 (2)	1,1	2
0 (3)	1,7	2
1	2,2	3
1 (2)	2,8	3
1 (3)	3,3	4
2	3,9	4
2 (3)	4,4	5
3	5	5



Kategorizace mikrotrhlin a vyhodnocení úseků

Kategorizace LCMS snímků v závislosti na poškození CB krytu do 3 kategorie poškození:

I. Začínající trhliny (zabarvení v oblasti příčných spár, začínající tvorba síťových trhlin, začínající tvorba podélných trhlin na příčných spárách, a/nebo tvorba tangenciálních trhlin v oblasti křížení spár)

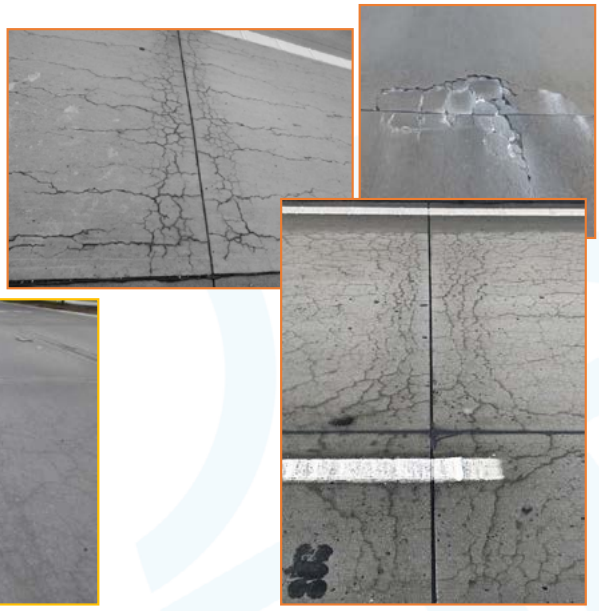




II. Výrazné trhliny (výrazná tvorba síťových trhlin, výrazná tvorba podélných trhlin na příčných spárách, další příčné trhliny rovnoběžné se spárou, další tvorba podélných trhlin v jízdních kolejích, nedochází ke ztrátě hmoty)

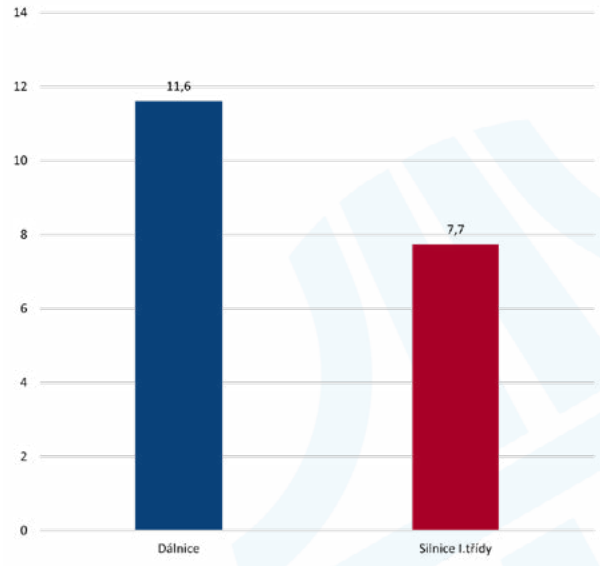


III. Úbytek betonové hmoty (silná poškození povrchu betonu, výlomy v oblasti příčných spár, začínající tvorba „betonové štěrku“, ztráta hmoty)



Stáří a stav CB vozovek

Průměrné stáří CB krytu

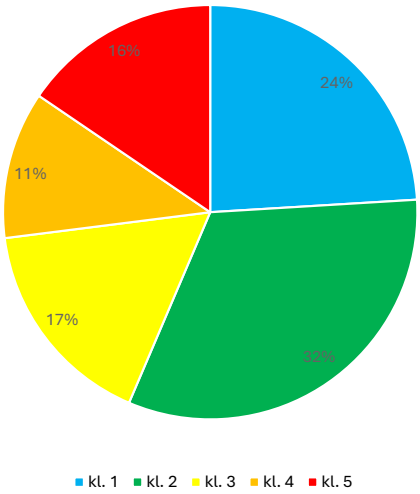


SHV – systém hospodaření s vozovkou – stav sítě PK

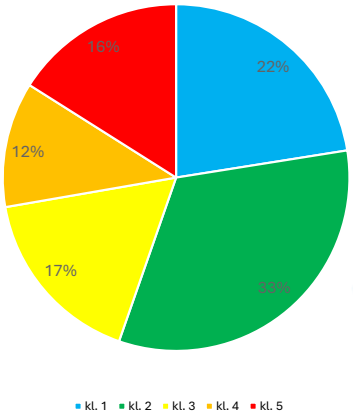


Celkový stav CB vozovek

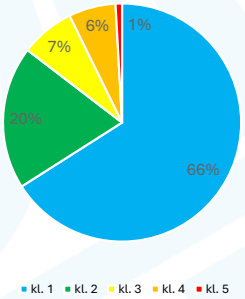
Celá síť – CB vozovky – 949 km



CB – Dálnice – 915 km

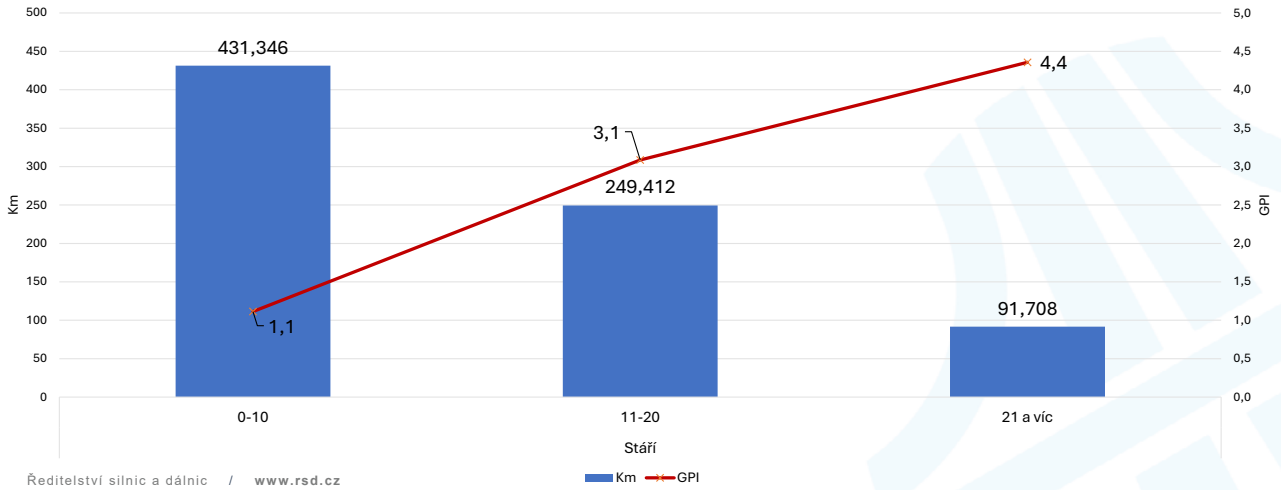


CB - Silnice I. Třídy – 34 km



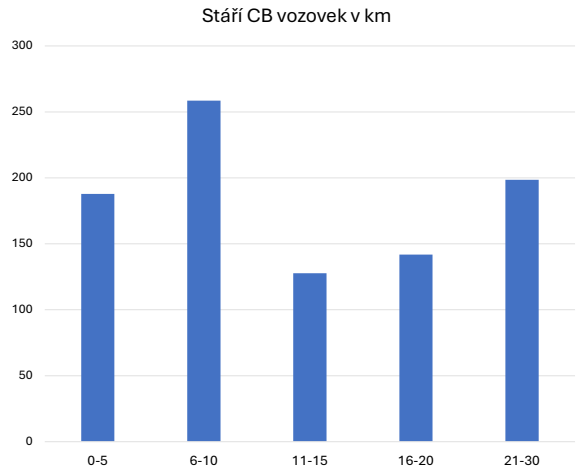
Stáří dálničních CB vozovek v síti ŘSD s. p.

stáří	Km	%	GPI
0–10	446,244	49%	1,3
11–20	269,503	29%	3,1
21 a víc	198,587	22%	4,4

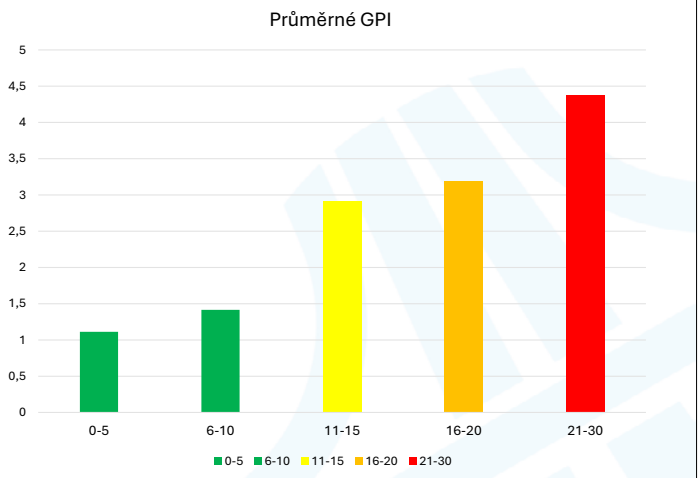


Stáří dálničních CB vozovek v síti ŘSD s. p.

Průměrné stáří CB krytu



Průměrné stáří CB - GPI



Stav CBK – ŘSD

Popisky řádků	Průměr z vážený GPI	Sum of Delka	Součet z wDelkaGPI	Průměr z vážený MT	Součet z wDelkaMT
Správa dálnice Čechy	2,66	352,37	352,37	2,82	350,62
D0 1	2,49	23,70	23,70	2,70	23,70
D0 2	2,50	23,96	23,96	2,13	23,96
D1 1	1,27	60,95	60,95	0,97	60,95
D1 2	1,40	60,87	60,87	0,92	60,87
D11 1	3,69	32,96	32,96	5,95	32,96
D11 2	3,71	32,95	32,95	4,61	32,95
D5 1	2,83	58,25	58,25	3,26	58,25
D5 2	4,48	51,66	51,66	4,20	51,66
D8 1	1,94	3,53	3,53	1,98	2,65
D8 2	2,07	3,54	3,54	0,85	2,67
Správa dálnice Morava	1,76	468,26	468,26	2,32	349,77
35	3,72	0,39	0,39	0,00	0,00
D1	1,34	3,72	3,72	0,00	0,00
D1 1	1,83	178,98	178,98	2,94	156,54
D1 2	1,88	181,89	181,89	2,34	157,88
D2 1	0,91	33,58	33,58	0,00	0,00
D2 2	0,92	34,34	34,34	0,00	0,00
D35 1	2,51	17,77	17,77	4,50	17,77
D35 2	2,43	17,59	17,59	3,01	17,59
Správa Olomouc	2,52	0,71	0,71	4,25	0,36
35 H1	2,89	0,36	0,36	8,45	0,36
35 H2	2,14	0,35	0,35	0,00	0,00
Správa Ostrava	1,60	83,60	83,49	1,30	36,79
11	2,34	0,05	0,04	0,00	0,00
45	1,93	0,10	0,10	0,00	0,00
58	3,07	0,45	0,45	0,00	0,00
59	3,24	0,28	0,28	0,00	0,00
67	3,56	0,34	0,34	0,00	0,00
68	2,56	2,73	2,63	0,00	0,00
11 1	4,33	0,02	0,02	0,00	0,00
11 2	3,52	0,02	0,02	0,00	0,00
57 H	1,91	0,08	0,08	0,00	0,00
68 1	0,69	9,17	9,17	0,00	0,00
68 2	0,98	9,30	9,30	0,00	0,00
D48 1	1,81	30,57	30,57	1,90	18,74
D48 2	1,71	30,51	30,51	1,67	18,05
Správa Praha	2,51	0,92	0,92	6,50	0,92
D6 1	2,55	0,46	0,46	6,48	0,46
D6 2	2,47	0,46	0,46	6,52	0,46
Správa Zlín	2,82	6,16	6,16	1,79	2,67
49	3,02	0,07	0,07	0,00	0,00
57	3,11	0,24	0,24	0,00	0,00
35 1	1,80	1,59	1,59	0,00	0,00
35 2	1,96	1,60	1,60	0,00	0,00
D55 1	4,08	1,33	1,33	5,25	1,33
D55 2	3,73	1,33	1,33	3,00	1,33
Závod Brno - PÚ	2,76	0,23	0,23	0,00	0,00
54	2,76	0,23	0,23	0,00	0,00
Celkový součet	2,10	912,25	912,14	2,42	741,12

Plán oprav CBK - SHV



Koncepce návrhu SHV – technologie oprav AHV

- Obnova PVV
- Regenerační postřik
- Mikrokoberec
- Výměna obrusné vrstvy
- Výměna krytu
- Výměna AHV
- Výměna AHV včetně podkladních vrstev

- Obnova PVV
  - v případech dobrého stavu vozovky bez poruch v kombinaci se špatnými PVV (i výhledově)
- Regenerační postřik
  - po 5 letech
  - v případě aplikace se prodlouží životnost obrusné vrstvy o 3 roky
- Mikrokoberec
  - po AHV nebo krytu po 8 letech
  - v případě aplikace regeneračního postřiku po 11 letech
  - prodlouží se životnost vozovky o 6 let.

Technologie	Varianta_1	Varianta_2	Varianta_3	Varianta_4
AHV	0	0	0	0
Obrus	10	10	-	-
Kryt	20	-	15	-
AHV	30	20	25	17

Koncepce návrhu SHV – technologie oprav CBK

- Obnova PVV
- Impregnace
- Mikrokoberec
- Revitalizace CBK (sanace, grinding, přetěsnění)
- Výměna obrusné vrstvy CBK za AB (blacktopping)
  - (frézování + 1x AB, zachování nivelety, jen jízdní pruhy)
- Výměna obrusné vrstvy CBK za AB kryt (blacktopping)
  - (frézování + 2x AB, navýšení nivelety, celý pás)
- Výměna CBK

- U CB nejsou striktně nastaveny roky
- Hlavní podíl na rozhodování má stav poruch a mikrotrhlin
- Současně je nastavena posloupnost:

- Nový CBK
- -> Impregnace (3.rok)
- -> Mikrokoberec nebo revitalizace (10. – 15. rok)
- -> Výměna obrusné vrstvy za obrusnou AB nebo kryt AB (15 – 20. rok)
- -> Výměna CBK (nejdříve po 20. roce)

Impregnace CBK a směrnice 10-S-18.6 (SGŘ č. 1/2017)

Směrnice SGŘ 1/2017

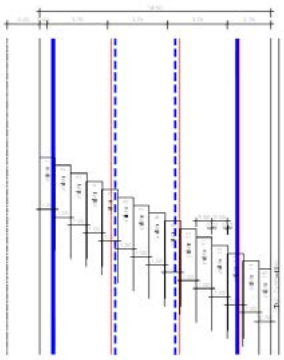
- Stanovení min. hodnot nasákavosti pro impregnaci CBK
  0,040 l.m-2 (tažená juta), 0,025 l.m-2 (obnažené kamenivo)
  0,025 l.m-2 (obnova impregnace po cca 3 až 5 letech, všechny typy povrchů)
- Požadavek na čištění před aplikací prostředku
- Požadavek na povětrnostní podmínky (teplota a relativní vlhkost vzduchu)
- Požadavek na ověření účinnosti impregnačního prostředku (snížení V_{30} o min. 50%)
- Požadavek na homogenní aplikaci prostředku (např. aby postřikovač disponoval snímačem průtoku)
- Specifikace požadavku na zakrytí postřikovače
- Požadavky na provádění zkoušek a vyhodnocení (akreditovaná nebo odborně způsobilá laboratoř)



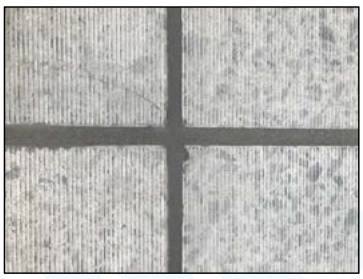
Revitalizace CBK - grinding

- D0 - REVITALIZACE CBK NA SOKP 516 V KM 23,2 - 26,0 P a L – realizace 2021

Hlučnost [dB]	Povrch vozovky	
	Grinding 3,2/1,6	Grinding 2,8/2,0
Původní (tažená juta)	99,2	
Revitalizace (grinding)	96,50	98,85









Rozdílné osazení válců mělo za následek dva viditelně odlišné typy povrchů

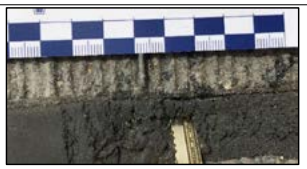


S proměnou a konstantní výškou výstupků původního povrchu.

Revitalizace CBK – GRINDING

Vady a poruchy při realizaci

- Homogenita makrotextury – z hlediska zhotovitele a rovinatosti
- Riziko příčných nerovností (přesahy záběrů, nerovnoměrné opotřebení kotoučů)
- Silikonová zálivka (životnost 10-12let, 3x dražší, poškození vysokotlakým čištěním vodou před pokládkou VDZ)
- Riziko poškození CBK (styk CB x AB, lokální nerovnosti)
- Riziko podélných nerovností způsobených vadou stroje, technologickou nekázní









Defekt v makrotextuře povrchu v místě přesahu záběru u jednoho ze strojů



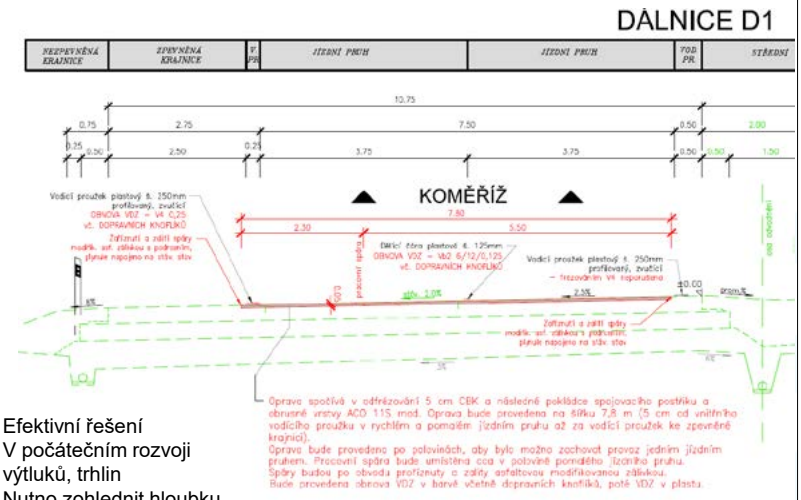
Provádění silikonové zálivky v místě křížení spár odlišné šířky



Výměna obrusné vrstvy CBK za asfaltovou Blacktopping

D1 CB desky - náhrada 5 cm CB za AB - vybraný úsek - 239,02 - 237,8 L - realizace 2019





- Efektivní řešení
- V počátečním rozvoji výtluků, trhlin
- Nutno zohlednit hloubku porušení
- Hloubka kotevního systému (dostatečné krytí)

Výměna obrusné vrstvy CBK za asfaltovou Blacktopping

D1 Oprava CB vozovky km 235,5 - 241,5 vpravo – realizace 2020









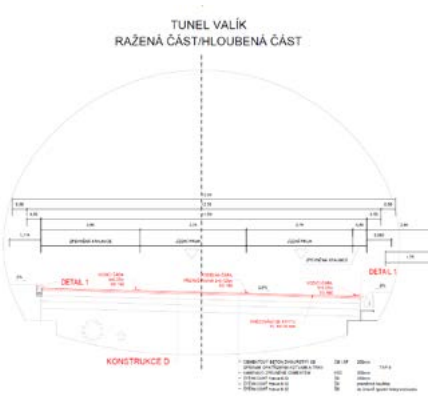
- Snížení efektivity v případě větší četnosti hlubších poruch
- Vyšší četnost sanací po frézování
- Nižší životnost opravy

Výměna obrusné vrstvy CBK za asfaltovou Blacktopping

D5 oprava CB vozovky tunel Valík – realizace 2024

KONSTRUKCE D - OPRAVA VOZOVKY V TUNELU VALÍK:

Asfaltový beton pro velmi tenké vrstvy	BBTM 8 A S PMB 45/80-55	25mm	ČSN EN 13108-1; ČSN EN 736121 s
posypem předobaleným kamenivem fr. 2/4		1,5 kg/m^2	
Postřik spojovací modifikovanou asfaltovou emulzí	PS - CP	0,35kg/m	ČSN EN 73 6129; ČSN EN 13808
Asfaltový beton pro ložní vrstvy	ACL 16S PMB 25/55-60	50mm	ČSN EN 13108-1; ČSN EN 736121
Postřik infiltrační modifikovaný	PI - CP	0,60kg/m	ČSN EN 73 6129; ČSN EN 13808







Výměna obrusné vrstvy CBK za asfaltovou Blacktopping

D5 oprava CB vozovky tunel Valík – realizace 2024







- Nezbytná diagnostika hloubky uložení kotevního systému
- V optimálním případě s minimem potřeby sanací poruch po odfrézování porušené vrstvy

Přetah CBK

S fragmentací / bez, s možností opětovné obnovy téže technologie (pokud dovolí stav CBK)







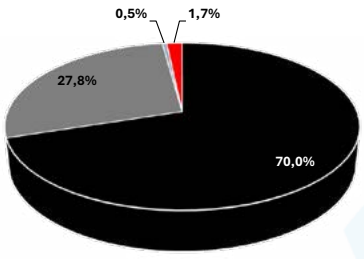
- Obnova přetahu bez fragmentace
- Včetně reprofilace příčného sklonu
- Souvrství SAL, ACL, SMA

Porovnání CB a AB vozovek

GPI	
CB	2,15
AB	2,07

	CBK		AB		celkem	
GPI	počet km	GPI	počet km	GPI	počet km	GPI
ŘSD	949,10	2,15	8 507,25	2,08	9 456,35	2,09
Dálnice	914,95	2,19	2 136,59	1,64	3 051,53	1,81
Silnice I. třídy	34,16	1,17	6 370,66	2,22	6 404,82	2,22

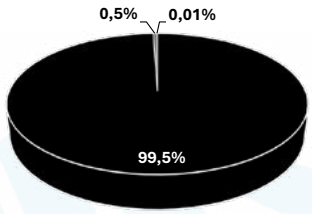
Dálnice



Asfaltový Betonový
Asfaltové vrstvy na CBK Mikrokoberec na CBK

	AB	CB	AB na CBK	EMK na CBK	Celkem
Celkem ŘSD	2136,586	849,495	14,218	51,234	3051,533
Celkem ŘSD [%]	70,0%	27,8%	0,5%	1,7%	

Silnice I. třídy



Asfaltový Betonový Dlážděný

	AB	CB	Dlážděný	Celkem
Celkem ŘSD	6370,663	33,579	0,577	6404,819
Celkem ŘSD [%]	99,5%	0,5%	0,01%	

Porovnání nákladovosti na opravy CB a AB

	Strategie CB 1		Strategie CB 2		Strategie CB 3		strategie CB 4	
rok		Kč/m2		Kč/m2		Kč/m2		Kč/m2
0	Výměna CBK včetně podkladní vrstvy	4754	Výměna CBK včetně podkladní vrstvy	4754	Výměna CBK včetně podkladní vrstvy		Výměna CBK včetně podkladní vrstvy	
5								
10			revitalizace CBK	1052	revitalizace CBK	1052		
15							mikrokoberec	412
20					blacktopping	824		
25	Výměna CBK	3239					přetah CBK - fragmentace	2211
30			Výměna CBK	3239				
35		4754			Výměna CBK	3239		
40								
45	Výměna CBK včetně podkladní vrstvy		revitalizace CBK	1052			Výměna asfaltového krytu	1947
50					revitalizace CBK	1052		
70	Výměna CBK	3239	Výměna CBK včetně podkladní vrstvy	4754	blacktopping	824	Výměna CBK včetně podkladní vrstvy	4754
		15986		14851		6991		9324

	Strategie AB 1		Strategie AB 2		Strategie AB 3		Strategie AB 4	
rok		Kč/m2		Kč/m2		Kč/m2		Kč/m2
0	výměna AHV včetně podkladní vrstvy	3514	výměna AHV včetně podkladní vrstvy	3514	výměna AHV včetně podkladní vrstvy	3514	výměna AHV včetně podkladní vrstvy	3514
5							Regenerační postřik	63
10			mikrokoberec AB	319	Výměna obrusné vrstvy	855		
15							Výměna obrusné vrstvy	855
20	Výměna asfaltového krytu	1947	Výměna asfaltového krytu	1947				
25					Výměna asfaltového krytu	1947		
30			mikrokoberec AB	319				
35	Výměna asfaltového souvrství	3360					Výměna asfaltového krytu	1947
40					Výměna asfaltového souvrství	3360	Regenerační postřik	63
45			Výměna asfaltového souvrství	3360				
50	výměna AHV včetně podkladní vrstvy	3514						
	Ředitelství silnic a dálnic / www.rsd.cz		Výměna obrusné vrstvy	855	Výměna obrusné vrstvy	855	Výměna asfaltového souvrství	3360
70	Výměna asfaltového krytu	1947	výměna AHV včetně podkladní vrstvy	3514	Výměna asfaltového krytu	1947	Výměna obrusné vrstvy	855
		14282		13828		12478		10657

Porovnání výhodnosti CB a AB

- Nutno zohlednit aspekty:
  - Doba realizace opravy
  - Možnost realizace opravy po polovinách, náročnost DIO
  - Náročnost údržbových oprav (časová i finanční)
  - Intenzita dopravy a podíl TNV

- **Schopnost zhotovitelů dodat dílo v požadované kvalitě s požadovanou životností**





Děkuji za pozornost

+420 954 902 111

jiri.klepac@rsd.cz

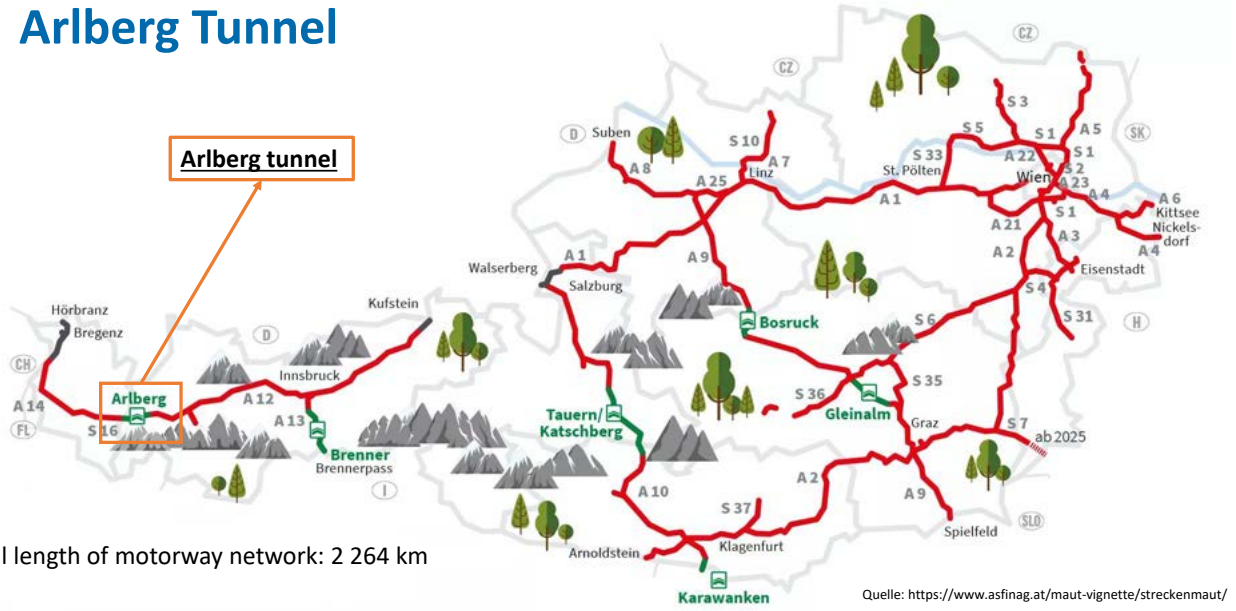
Čerčanská 2023/12, Krč, 140 00 Praha 4

Arlberg Tunnel

Masterpiece in concrete road construction

Dipl. Ing. Dr. tech. Michael Steineder, BSc.
steineder@smartminerals.at

Arlberg Tunnel



Total length of motorway network: 2 264 km

Quelle: https://www.asfinag.at/maut-vignette/streckenmaut/

Outline of the presentation

- **Introduction Arlberg Tunnel**
  - History
  - Data and facts
- **Existing performance of the concrete pavement after 45 years of service**
  - Chemical properties
  - Physical properties
- **Use of CEM II/B in concrete pavements in Austria**

History of Arlberg Tunnel

- **Start of construction: June 1974**
- **Opening: December 1978**
- **Over 80 million vehicles passed since opening**
- **ATS 4.8 billion ≈ EUR 977 million**
- **Longest road tunnel in the world at opening**
- **Longest road tunnel in Austria**
- **Modernization: 2004 - 2007 & 2014 - 2017**
- **2023 – 2024: Renewal of concrete pavement**



Helmut Klapper, Vorarlberger Landesbibliothek

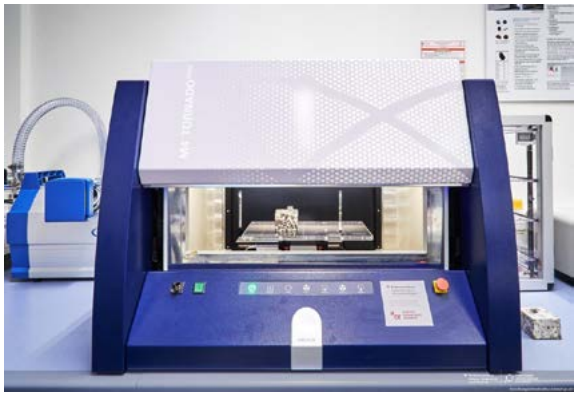
Data and facts

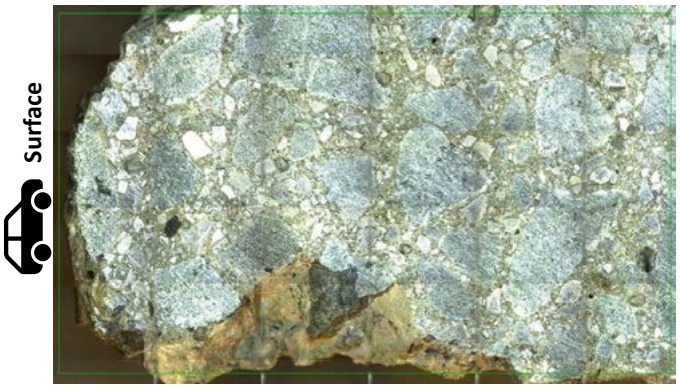
- Length of the Arlberg tunnel: 13,972 meters
- Width of the tunnel: 9.40 meter
- Daily traffic in the tunnel: 9,000 vehicles/24 hours
- Limit of traffic in the tunnel: 1800 vehicles/hour
- Costs of refurbishment 2023-2024: EUR 75 million
- 23,500 m³ concrete pavement
- 105,000 m² asphalt base layer
- 110,000 m² tunnel coating



Durability after 45 years

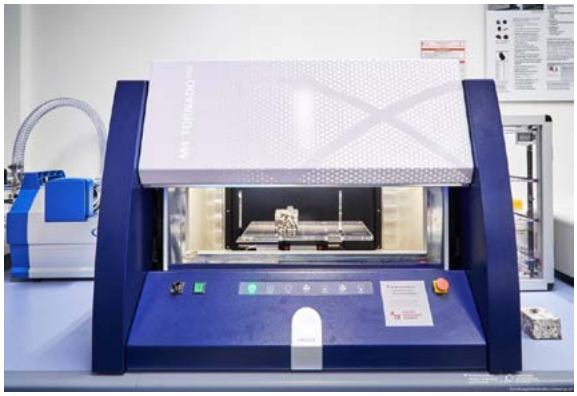
Microscopic X-ray fluorescence analysis (µXRF)

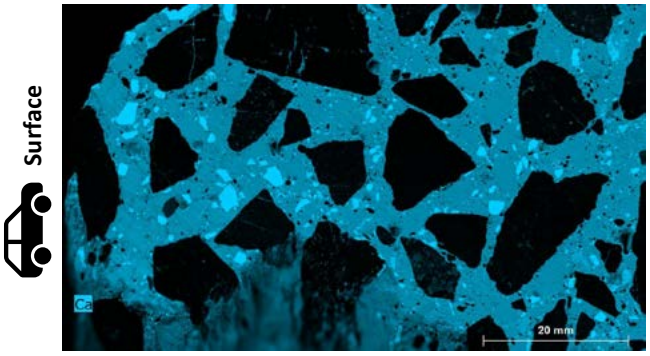




Durability after 45 years

Microscopic X-ray fluorescence analysis (µXRF)

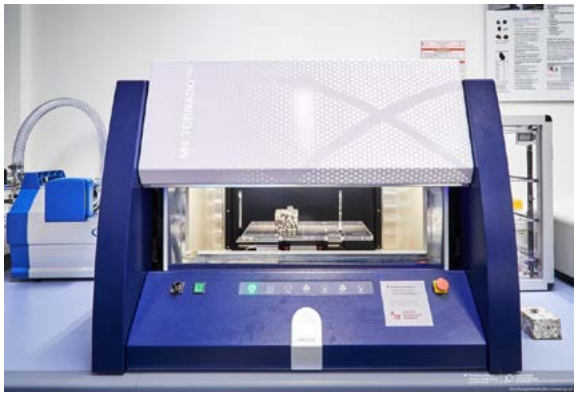


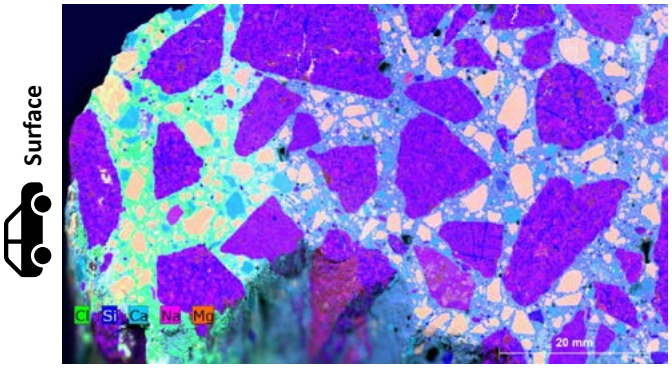


Sand and filler: limestone/dolomite

Durability after 45 years

Microscopic X-ray fluorescence analysis (µXRF)

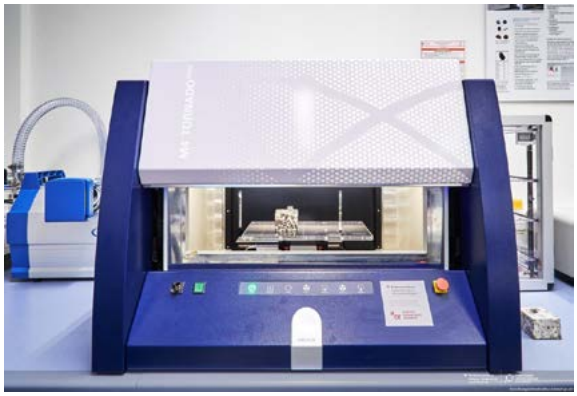


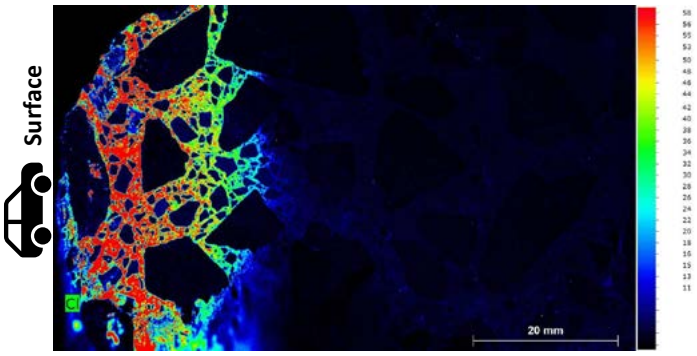


Coarse aggregates: metamorph

Durability after 45 years

Microscopic X-ray fluorescence analysis (µXRF)





Chloride penetration depth

Durability after 45 years

Freeze-thaw resistance with de-icing salts

Drill core (test results after 56 cycles*)	**134 g/m² 132 g/m² 41 g/m² 79 g/m²**
Requirement RVS 08.17.02 (current guideline)	-
Requirement RVS 8.632 (guideline from 1972)	-

* Requirement ÖNORM B 4710-1 ≤ 300 g/m²



Durability after 45 years

Freeze-thaw resistance with de-icing salts

Drill core (test results after 56 cycles)	**9 g/m² 41 g/m² 11 g/m² 30 g/m²**
Requirement RVS 08.17.02 (current guideline)	**-**
Requirement RVS 8.632 (guideline from 1972)	**-**



Durability after 45 years

Air void characteristics

Drill core(test results) micro air content A300 Spacing factor	**2,3 % 0,13 mm**
Requirement RVS 08.17.02 (current guideline) micro air content A300 Spacing factor	**> 1,8 % < 0,21 mm**
Requirement RVS 8.632 (guideline from 1972) micro air content A300 Spacing factor	**-**



Durability after 45 years

Tensile splitting strength

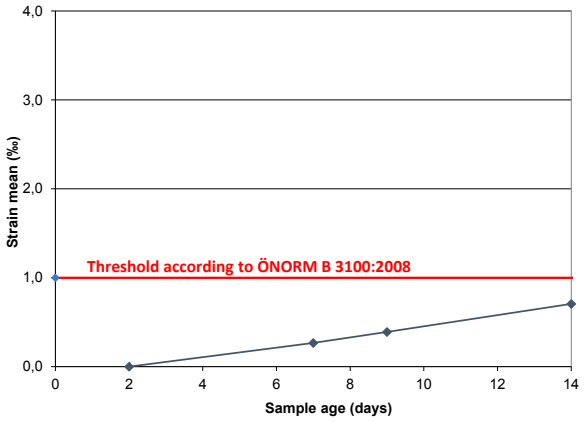
Drill core (test results)	**5,7 MPa**
Requirement RVS 08.17.02 (current guideline)	**> 4,2 MPa**
Requirement RVS 8.632 (guideline from 1972)	**> 5,5 MPa**



Durability after 45 years

Alkali silica reactivity

Drill core (test results with crushed cores)	**0,71 ‰**
Requirement RVS 08.17.02 (current guideline)	**≤ 1,0 ‰**
Requirement RVS 8.632 (guideline from 1972)	**-**



Use of CEM II/B in concrete pavements in Austria

Motorway and Expressway – 1969



Quelle: Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Use of CEM II/B in concrete pavements in Austria

Motorway and Expressway – 1979



Quelle: Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

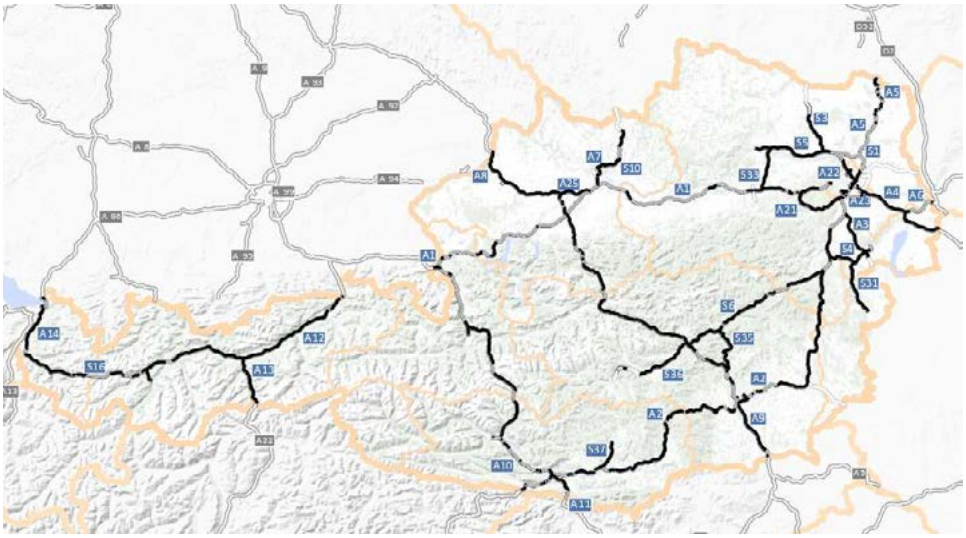
Use of CEM II/B in concrete pavements in Austria

Motorway and Expressway – 1989



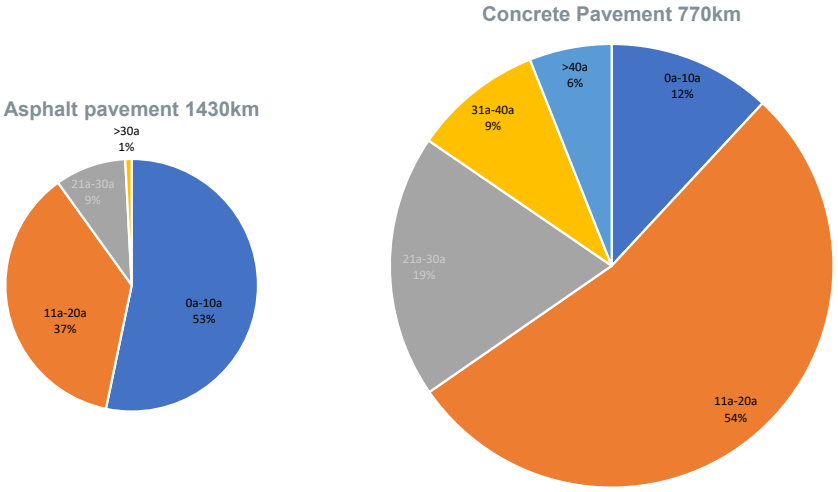
Quelle: Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Use of CEM II/B in concrete pavements in Austria



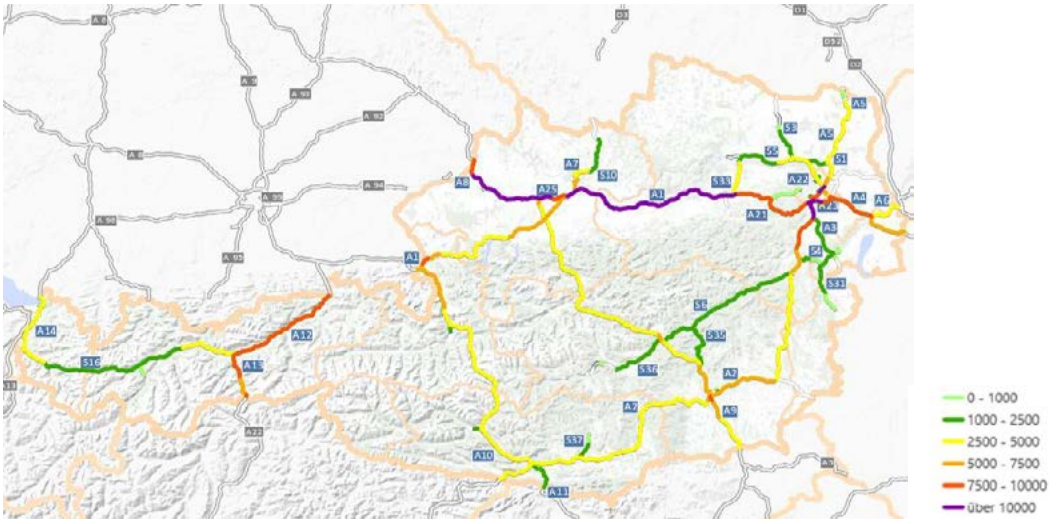
Quelle: Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Use of CEM II/B in concrete pavements in Austria



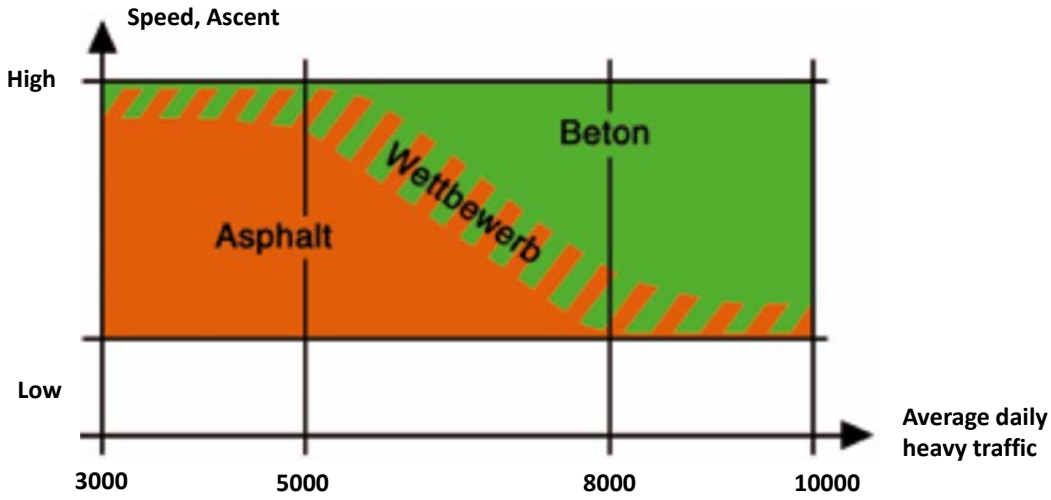
Quelle: Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Use of CEM II/B in concrete pavements in Austria



Quelle: Autobahnen- und Schnellstraßen-Finanzierungs-Aktiengesellschaft

Use of CEM II/B in concrete pavements in Austria



Quelle: Dr. Breyer „Entscheidungskriterien für den Bau von Betonfahrbahndecken in Österreich"



Have a good drive!

Smart Minerals GmbH
Dipl. Ing. Dr. tech. Michael Steineder, BSc.
steineder@smartminerals.at

CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

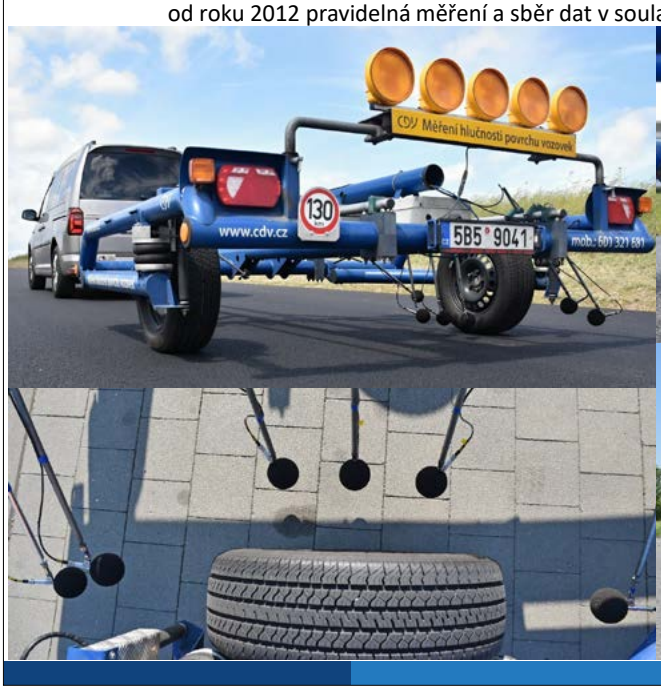
DOPRAVA PRO BUDOUCNOST

Vývoj hlučnosti povrchu cementobetonového krytu

Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D.
Výzkumný pracovník, akustik
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
6. 11. 2024

Měření pozemních komunikací metodou CPX

Přívěs CPX vyvinut v CDV v roce 2009, ověřován 2010 – 2011 (mezinárodní ověření v rámci projektu CESTI 2013 - 2018), od roku 2012 pravidelná měření a sběr dat v souladu s aktuálně platnou mezinárodní normou ISO 11819-2, ISO 11819-3.









Měření pozemních komunikací metodou CPX – využití výsledků

Uplatnění (mezinárodní):

- Směrnice END 2002/49/EC (*Environmental Noise Directive*) + směrnice *CNOSSOS-EU* 2015/966/EC (*Common NOise aSSessment methOdS*)
- *Road Surface Labelling (*UNECE - The United Nations Economic Commission for Europe – regional commission of the United Nations)
- *Road and airfield surface characteristics — Characterisation of the acoustic properties of road surfaces (CEN/TC 227/WG 5)*

Uplatněné poznatky a výsledky v rámci ČR:

- *Technické podmínky Ministerstva dopravy č. 259 Asfaltové směsi pro obrusné vrstvy se sníženou hlučností (2017)*
- *Certifikovaná metodika Ministerstva dopravy ČR: Dlouhodobé hodnocení hlučnosti povrchů vozovek (2017)*
- *Technických podmínek Ministerstva dopravy č. 219 Dopravně inženýrská data pro kvantifikaci vlivů automobilové dopravy na životní prostředí (2019)*
- *Výpočet hluku z automobilové dopravy – aktualizace metodiky, manuál 2018 (2020)*
- *ČSN 73 6120 Stavba vozovek – Ostatní asfaltové vrstvy – Provádění a kontrola shody* (2021)
- *Dopravní politiky ČR 2021-2027 s výhledem do roku 2050*“ v rámci části *„1.3.3 další vlivy na životní prostředí“* požadavek *„1.3.3.8 Pokračovat ve výzkumu všech povrchů pozemních komunikací včetně nízkohlučných“ (2021)*
- *Certifikovaná metodika Ministerstva dopravy ČR: Dlouhodobé dopady změn hluku nízkohlučných vozovek pro územní plánování (2022)*
- *Technické kvalitativní podmínky staveb pozemních komunikací Ministerstva dopravy TKP 7 Hutněné asfaltové směsi (2023)*
- *Akustické vlastnosti nejpoužívanějších povrchů v ČR a jejich implementace do výpočtové metodiky CNOSSOS-EU (2023)*

Měření pozemních komunikací metodou CPX – využití v TKP 7

Data z projektů:

Využita datová základna:

- TAČR č. TA01030459 „Změna hluku povrchů vozovek v průběhu několika let používání“ (2011 - 2014)
- TAČR č. TA04021486 „Nástroje pro analýzu a hodnocení environmentálních dopadů hluku vozovek“ (2015 – 2018)
- TAČR č. 2012TE01020168 „Centrum pro efektivní a udržitelnou dopravní infrastrukturu“ (2013 - 2019)
- MD Analýza a monitoring hlučnosti povrchů pozemních komunikací. (2018 - 2022)
- TAČR č. TL02000258 „Rozvoj území s využitím nízkohlučných vozovek“ (2019 - 2022)

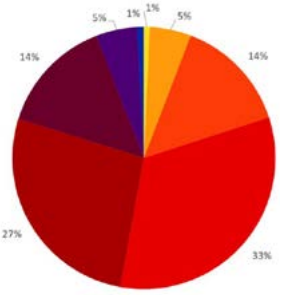
Tabulka P6.2 – Průměrné hodnoty snížení hlučnosti asfaltových obrusných vrstev se sníženou hlučností vůči stanovené referenční hodnotě pro rychlost 80 km/h (informativní)

Rychlost 80 km/h	Stáří			
Povrch:	0 roků	2 roky	5 let	10 let
ACO 11	−1,0	0,0	+0,5	+2,5
ACO 16	-0,5	+0,5	+1,5	+3,5
BBTM 5 NH	X	X	X	X
BBTM 8 NH	−3,5	−2,0	X	X
CBK – juta	−2,0	−1,5	−1,0	0,0
CBK – striáž	+0,5	+1,0	+2,0	+3,5
CBK – negativní striáž	0,0	+0,5	+1,0	X
CBK – vymývaný povrch	−0,5	+0,5	+1,5	X
Dlažební kostky	X	X	+6,5	+7,5
EMK	+1,0	+1,5	X	X
PA 8	−4,0	−2,0	-0,5	X
SMA 8	-1,0	-0,5	+1,0	X
SMA NH 8	−4,0	−2,0	X	X
SMA 11	−0,5	+0,5	+1,5	+3,0
Zámková dlažba	X	X	X	X
POZN.: Z hlediska hluku Tabulka P6.2 nerozlišuje, zda se jedná o ACO 11 (bez označení), „+“ nebo „S“, neboť rozdíly v hodnotách hlukové emise jsou mezi jednotlivými kvalitativními třídami minimální. Obdobně platí i pro další typy asfaltových směsí nebo betonů.				

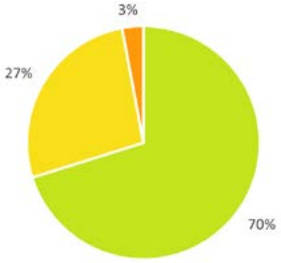
Str. 42: https://pjpk.rsd.cz/data/USR_001_2_6_TKP/TKP_kapitola_7___final_20230323.pdf

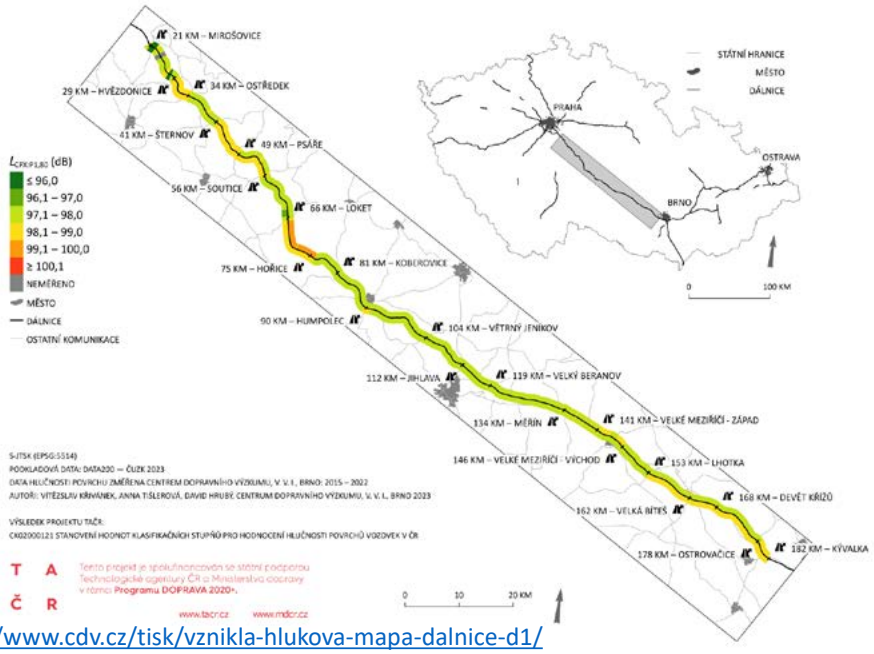
Měření pozemních komunikací metodou CPX – hlučnost D1

2013



Po rekonstrukci



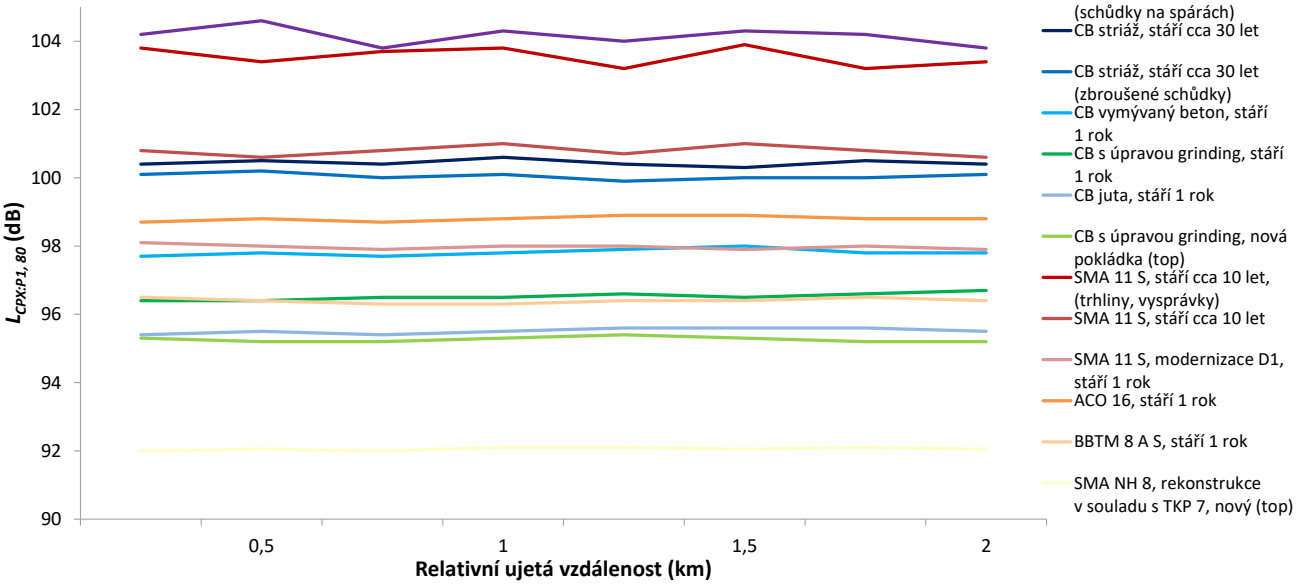


https://www.cdv.cz/tisk/vznikla-hlukova-mapa-dalnice-d1/

Měření pozemních komunikací metodou CPX

Ukázka hlučnosti povrchů vybraných úseků pozemní komunikace D1, D0, D5

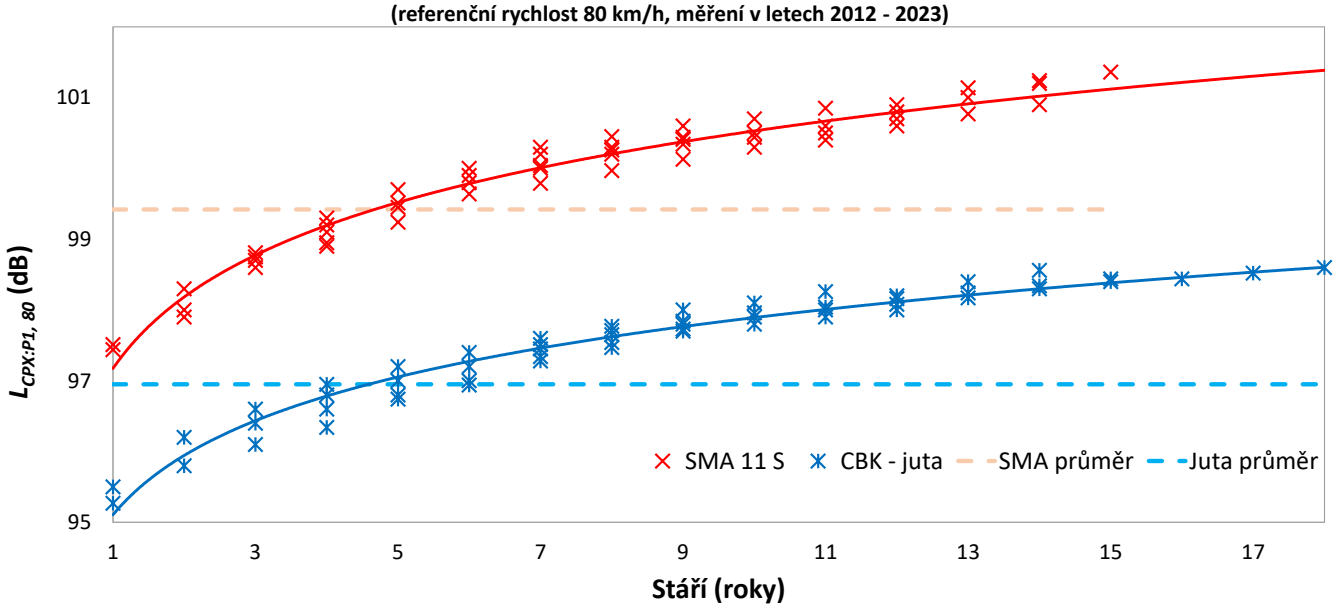
(referencováno na rychlost 80 km/h a teplotu 20°C)



CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

Měření pozemních komunikací metodou CPX

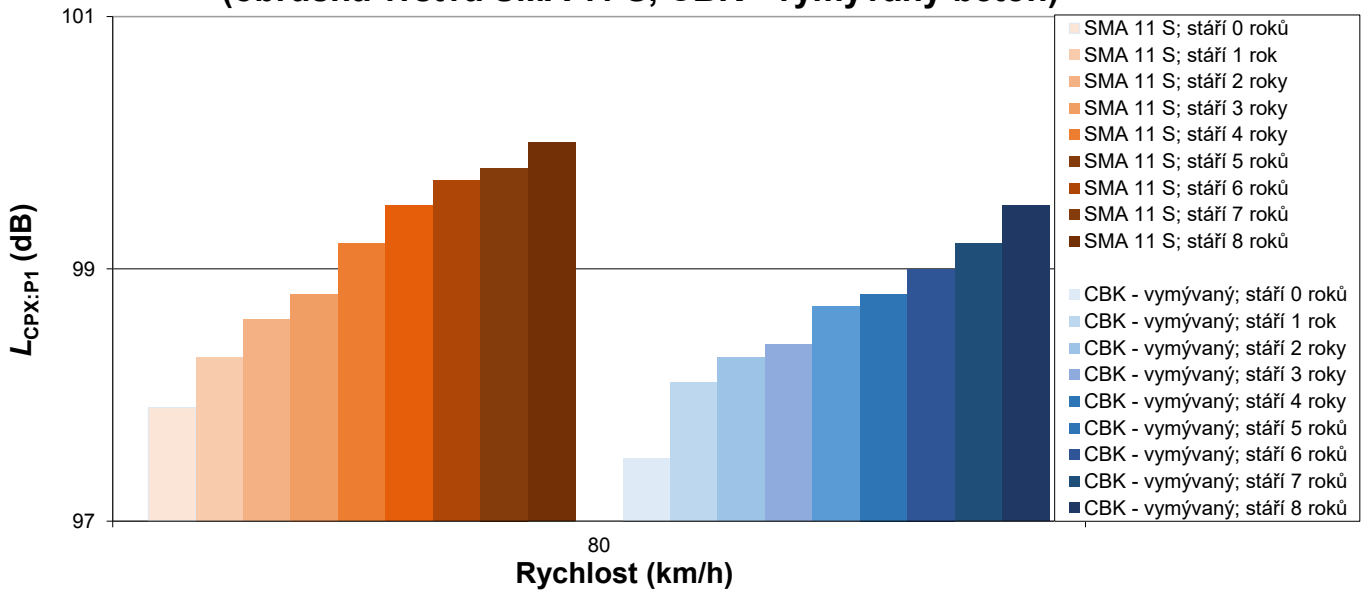
Vývoj hlučnosti komunikace D1, úsek Vyškov - Hladké Životice
(referenční rychlost 80 km/h, měření v letech 2012 - 2023)



CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

Měření pozemních komunikací metodou CPX

Vývoj hlučnosti vozovky pozemní komunikace
(obrusná vrstva SMA 11 S, CBK - vymývaný beton)

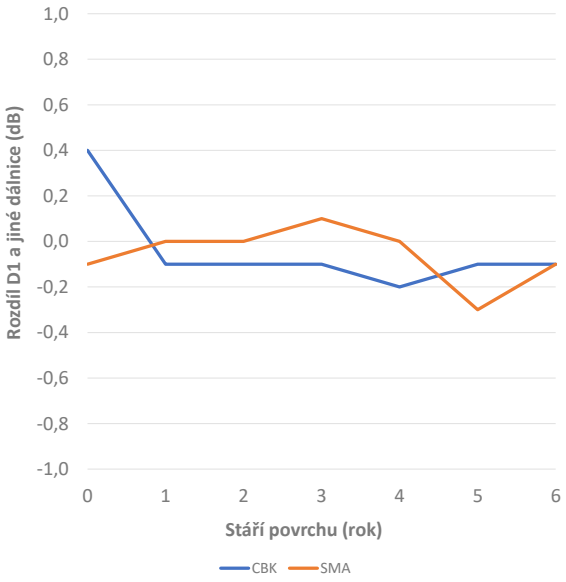


CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

Měření pozemních komunikací metodou CPX

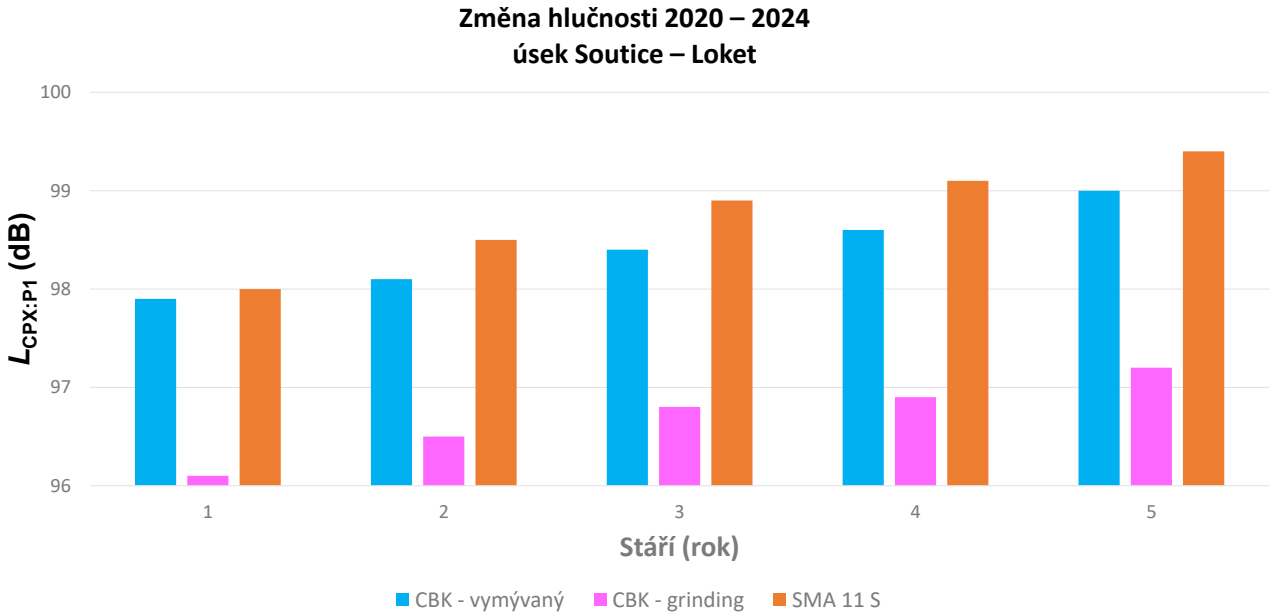
Povrch	Stáří v letech a odpovídající hlučnost v decibelech, modernizace D1						
	0	1	2	3	4	5	6
CBK - vymývaný (průměr)	**97,6**	**98,0**	**98,4**	**98,8**	**99,0**	**99,2**	**99,5**
CBK - vymývaný (minimum)	96,7	97,1	97,7	97,8	98,0	98,2	99,3
CBK - vymývaný (maximum)	98,7	99,1	99,3	99,5	99,6	99,7	99,8
CBK - vymývaný (rozdíl)	2,0	2,0	1,6	1,7	1,6	1,5	0,5
SMA 11 S (průměr)	**97,7**	**98,2**	**98,5**	**98,8**	**99,1**	**99,2**	**99,5**
SMA 11 S (minimum)	97,4	97,7	98,1	98,4	98,6	98,8	99,2
SMA 11 S (maximum)	98,2	98,8	99,1	99,2	99,5	99,5	99,7
SMA 11 S (rozdíl)	0,8	1,1	1,0	0,8	0,9	0,7	0,5
Počet měřených úseků	12	28	26	18	12	8	6

Povrch	Stáří v letech a odpovídající hlučnost v decibelech, jiné dálnice						
	0	1	2	3	4	5	6
CBK - vymývaný (průměr)	**97,2**	**98,1**	**98,5**	**98,9**	**99,2**	**99,3**	**99,6**
CBK - vymývaný (minimum)	97,0	97,6	98,0	98,7	99,0	99,1	99,5
CBK - vymývaný (maximum)	97,3	98,6	98,8	99,0	99,3	99,4	99,7
CBK - vymývaný (rozdíl)	0,3	1,0	0,8	0,3	0,3	0,3	0,2
Počet měřených úseků	2	12	7	5	4	5	2
SMA 11 S (průměr)	**97,8**	**98,2**	**98,5**	**98,7**	**99,1**	**99,5**	**99,6**
SMA 11 S (minimum)	97,6	97,8	98,2	98,5	98,9	99,4	99,6
SMA 11 S (maximum)	97,9	98,5	98,6	98,8	99,4	99,5	99,6
SMA 11 S (rozdíl)	0,3	0,7	0,4	0,3	0,5	0,1	0,0
Počet měřených úseků	3	10	5	2	4	2	1



CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

Měření pozemních komunikací metodou CPX



CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

Měření pozemních komunikací metodou CPX

Závěr:

- Vývoj hlučnosti asfaltového koberce mastixového (SMA 11 S) a cementobetonového krytu s povrchem s obnaženým kamenivem (CBK vymývaný) je v průběhu prvních osmi let sledování na dálniční síti v ČR přibližně stejný (mírně lépe je na tom CBK vymývaný).
- Použije-li se místo technologie vymývaného povrchu technologie tvorby textury povrchu CBK vlečením jutového pásu, lze dosáhnout snížení hluku až o 3,0 dB.
- Všechny technologie CBK bude vhodné z dlouhodobého hlediska dále sledovat, a to i ve vztahu k trvanlivosti protismykových vlastností povrchů vozovek.
- Na rozdíl od asfaltových vozovek nemají vozovky s CBK v současné době v ČR předpis uvádějící požadavky z hlediska hluku (v analogii na TKP 7). Obecně však lze říci, že by bylo vhodné nastavit podmínky/parametry pro všechny typy povrchů, než jen specializovaně pro úzkou skupinu „nízkohlučných povrchů“.
- **Ze statistického hlediska je stále nedostatek dat, na základě nízkého počtu lokalit a měření lze uvést následující hypotézy:**
  - V případě využití technologie grindingu s **vhodným** nastavením brusných kotoučů (místo technologie vymývaného betonu) se na nově pokládaném CBK na některých místech podařilo dosáhnout snížení až cca o 3,0 dB. Pokud by se provedlo hodnocení v souladu s TKP 7 pro asfaltové obrusné vrstvy, **lze pro některé případy již prohlásit technologii grindingu na CBK za nízkohlučnou**.
    - V rámci nejstaršího úseku CBK s technologií grinding, je nárůst hlučnosti za prvních 5 let cca o 1,5 dB – odpovídá nárůstu hlučnosti pro běžný CBK vymývaný.
    - Nárůst hlučnosti nízkohlučných asfaltových vrstev, které jsou v souladu s TKP 7 (historicky TP 259) za prvních pět let na dálnicích v ČR se průměrně pohybuje v úrovni 2 – 4 dB. (Nové NH asfaltové vrstvy, však snižují hlučnost i o více jak 6 dB.)

CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

Děkuji Vám za pozornost.

Ing. Vítězslav Křivánek, Ph.D.

vitezslav.krivanek@cdv.cz

telefon: +420 541 641 711
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Líšeňská 33a, 636 00 Brno
www.cdv.cz

Recent Belgian experiences in concrete motorway construction and surface restoration

The ring road of Antwerp

ANNE BEELDENS
AB-ROADS

LUC RENS
FEBELCEM

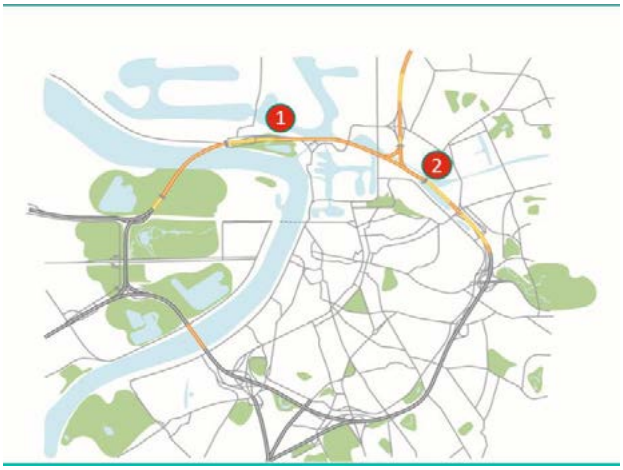
Case study: the Oosterweel-link
Closing of the Ring Road of Antwerp

Demands for better quality of life => tunnels and trenches instead of viaducts

Reducing traffic noise and giving green area back to the city

Completion of the ring road of Antwerp

Replacement of the current ring road viaduct by tunnels



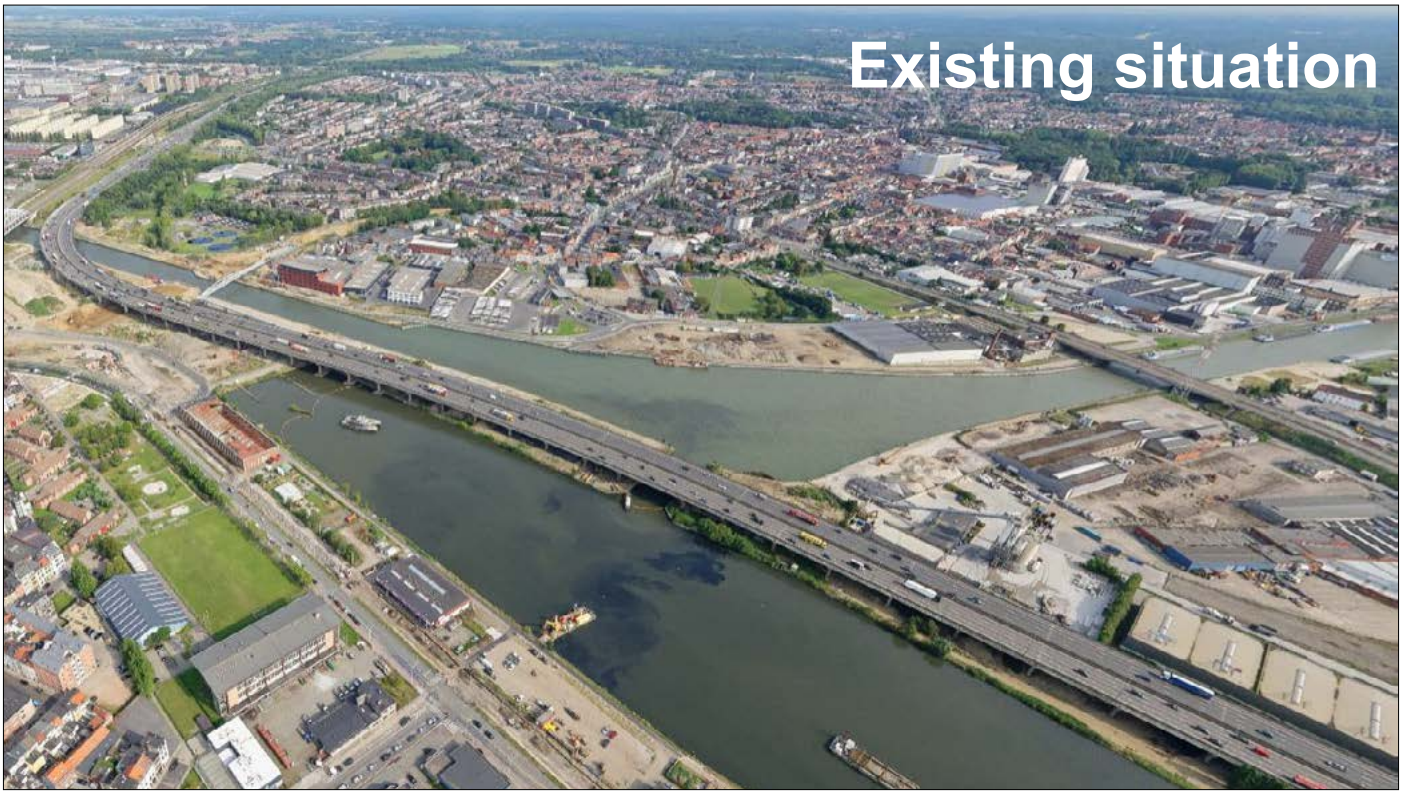
https://www.oosterweelverbinding.be/het-project










Existing situation


New situation




Before
After

The choice for CRCP on the ring road

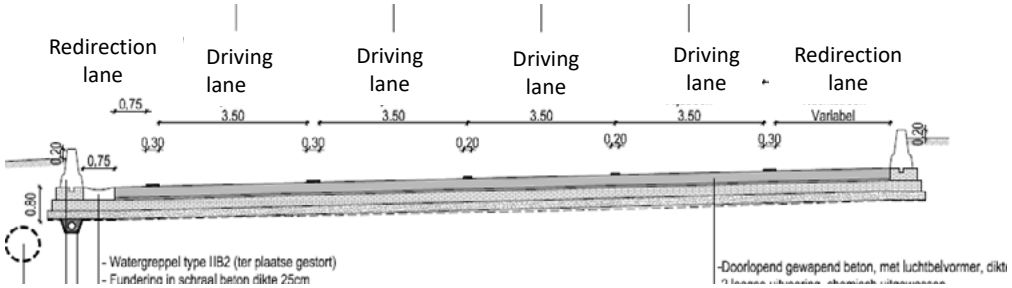
Durable

Low maintenance

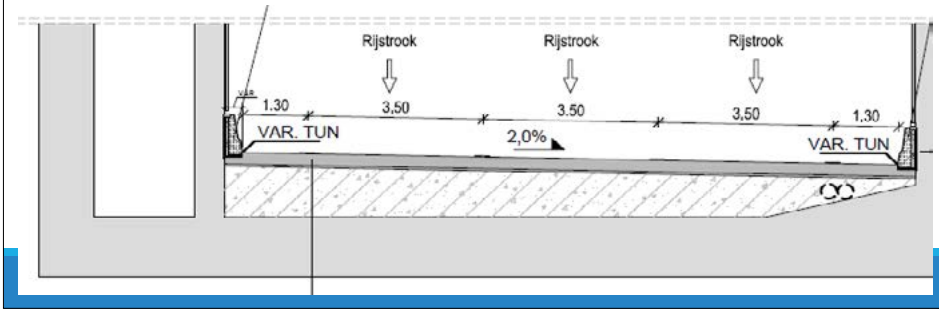
Higher reflection in tunnels and trenches, influence on lighting



8



- 25 cm CRCP – two lift
- 5 cm asphalt interlayer
- 25 cm lean concrete or 20 cm roller compacted concrete
- 20 cm drainage layer



- 25 cm CRCP – **one** layered
- 5 cm asphalt interlayer
- Impermeable sheet

9



Existing ring road of Antwerp: 160.000 vehicles per day, up to 25% of heavy traffic





Principles of CRCP

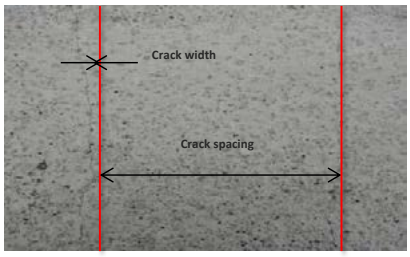
Absence of transverse joints

Shrinkage controlled by longitudinal reinforcement
- 0.60 to 0.85 %
- In Belgium today : 0.75 %

Long. bars supported by transverse reinforcement
- Transverse bars at an angle of 60°

Network of fine cracks
- Ideal distance between cracks 0.60 to 1.50 m
- Crack width limited to 0.50 mm





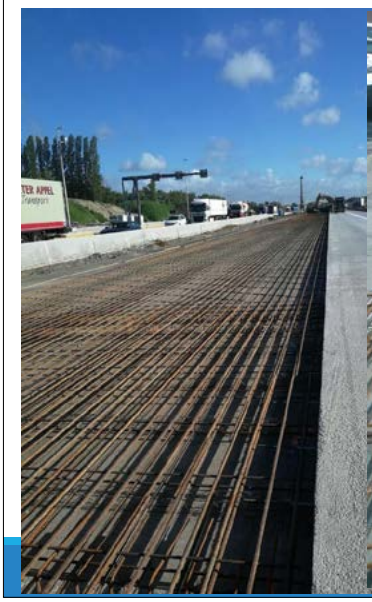
CRCP principles



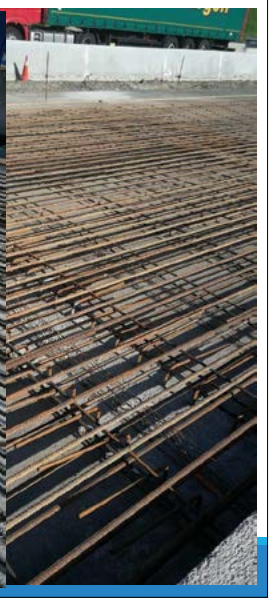


14

End lug with 6 ribs, double longitudinale reinforcement







Two layered CRCP





16

Adapted design for two lift CRCP

- Reinforcement 1 cm lower (9 cm from surface, 4 cm from interface between bottom and top layer)
- Active crack control (induced cracking) at one side of each concreting track
- Bottom layer with aggregates size 0 to 31,5 mm
- Top layer with aggregates size 0 to 6,3 mm, 50 mm thick

- No recycled concrete aggregate
- No air entrainer in bottom layer



Active crack control of CRCP

Sawcut at the edge of the concrete strip :

- 40 cm long
- 3 to 6 cm deep
- spaced at 1.20 m
- within 24 hours after concreting (when brushing off the concrete mortar for exposed aggregate finishing)



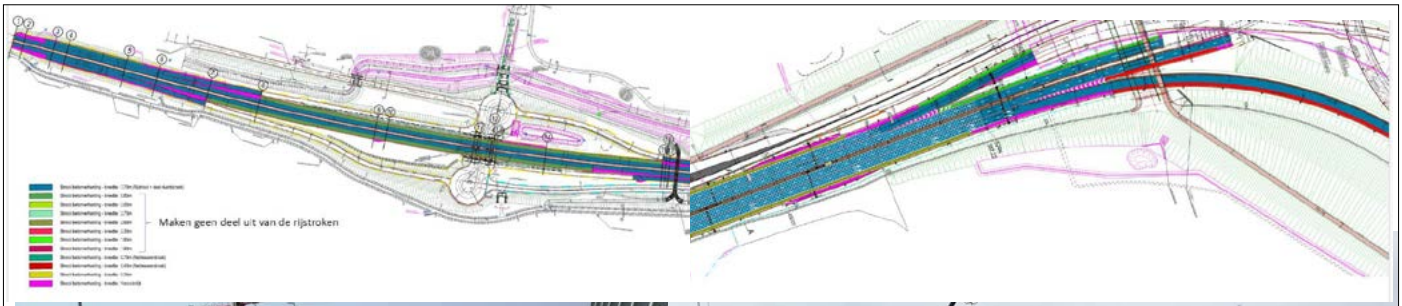



Active crack control





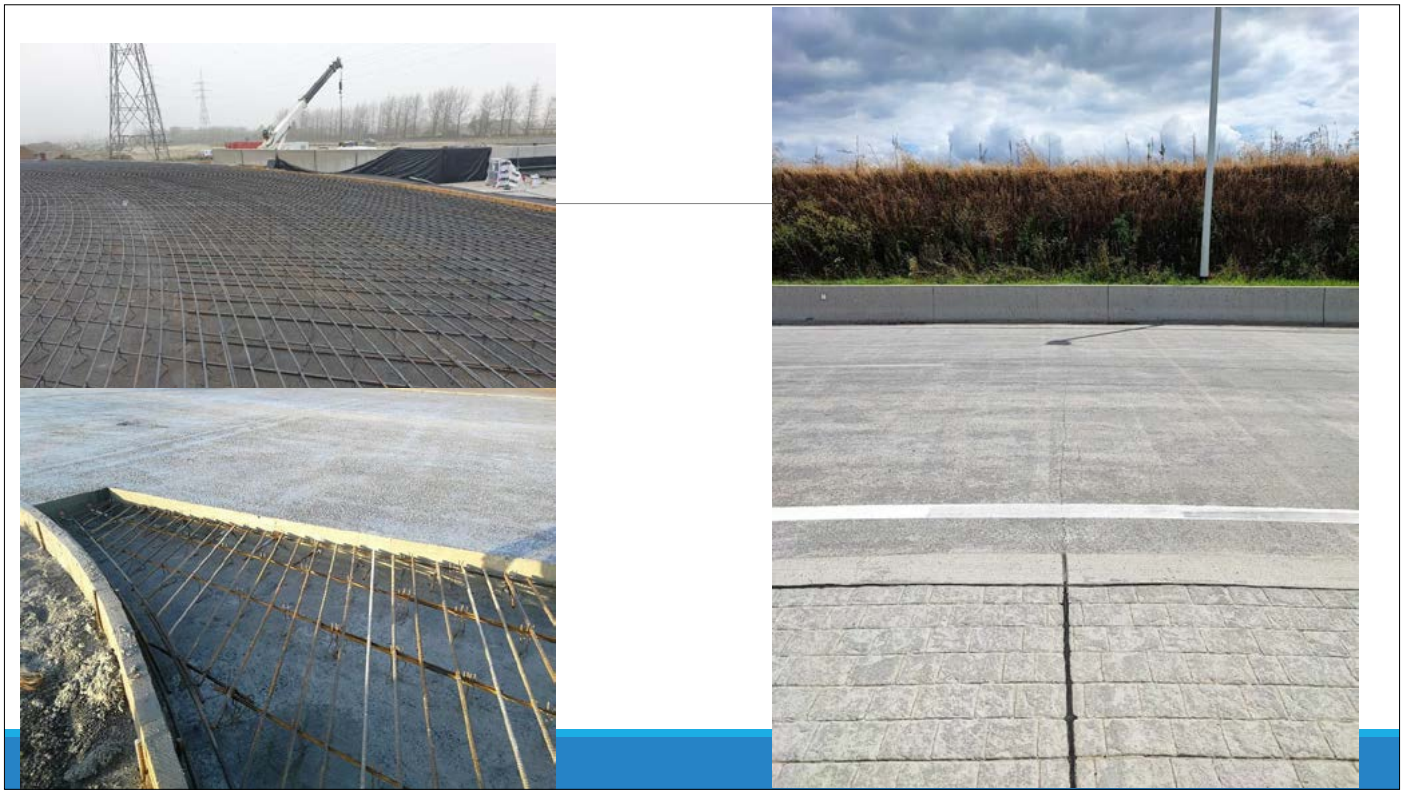
20








Before
After



Two lift CRCP noise reduction and good skid resistance

Evenness (ARAN) & Skid resistance (SCRIM)

	Evenness – 2,5 m wavelength	Evenness – 10 m wavelength	Evenness – 40 m wavelength	Skid resistance (Transverse friction coefficient)
Requirements	≤ 35	≤ 70	≤ 140	≥ 0,48
A14 – single lift	13	33	111	0,67
A13 – double lift	13	35	137	0,69

Construction related – extremely good results !!

Next Generation Concrete Surface (NGCS)

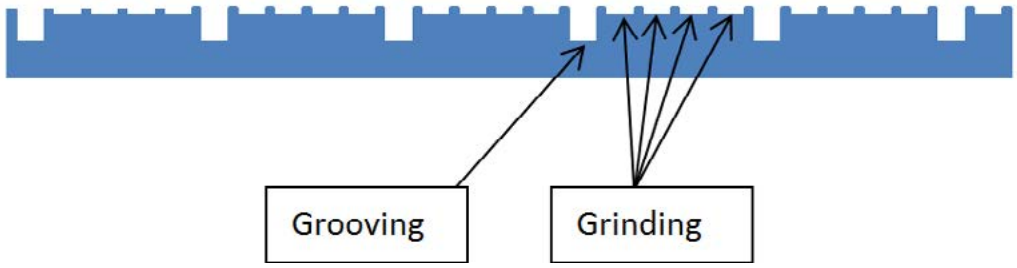
= New surface finishing technique on old (or new) concrete roads





Next Generation Concrete Surface (NGCS)

Longitudinal grooving + diamond grinding:



26

Trial section NGCS - Belgium



N44 Maldegem

Existing jointed concrete road (1958)

Exposed aggregate surface

Thickness: 23-25 cm

Carried out in October 2015

2 different profiles

Length: 2 x 100 m



27

Trial section NGCS - Belgium

Profile 1



Profile 2



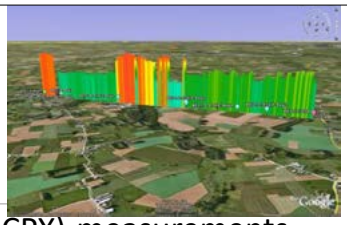
28

Trial section NGCS - Belgium

Profile	Longitudinal grooving: Segment blade	Diamond grinding: Segment blade	Spacer
1	Thickness: 2.8 mm Diameter: 363 mm Depth groove: ± 4 mm	Thickness: 2.8 mm Diameter: 356 mm Depth groove: ± 1 mm	1.5 mm
2	Thickness: 2.8 mm Diameter: 363 mm Depth groove: ± 4 mm	Thickness 2.8 mm Diameter: 356 mm Depth groove: ± 1 mm	3.0 mm

29

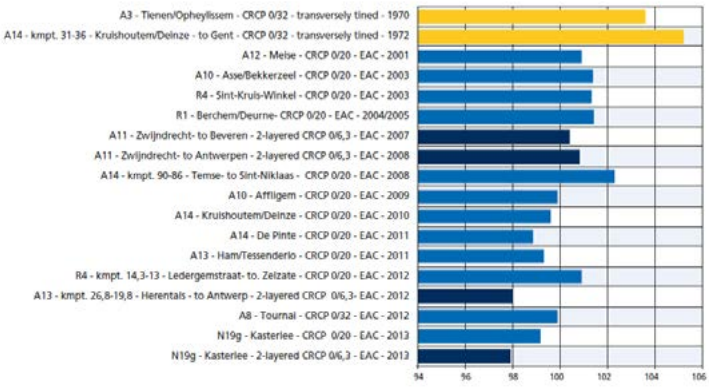
Noise measurements



Close Proximity (CPX)-measurements

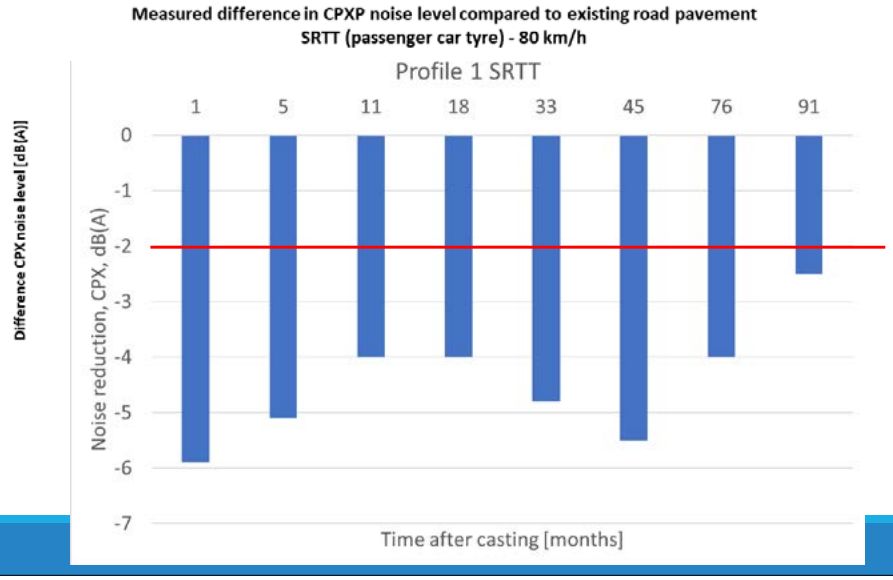






Statistical Pass-By (SPB)-measurements

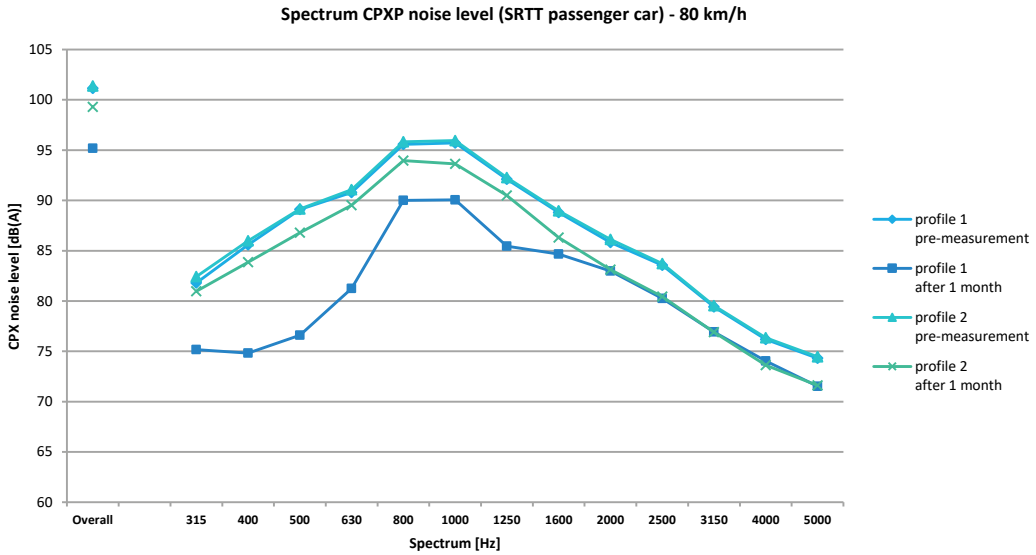
CPX results profile 1: passenger car tyres



→ Compared to existing road pavement

→ Compared to Belgian reference SMA-C (= stone mastic asphalt with maximum aggregate size of 10 mm)

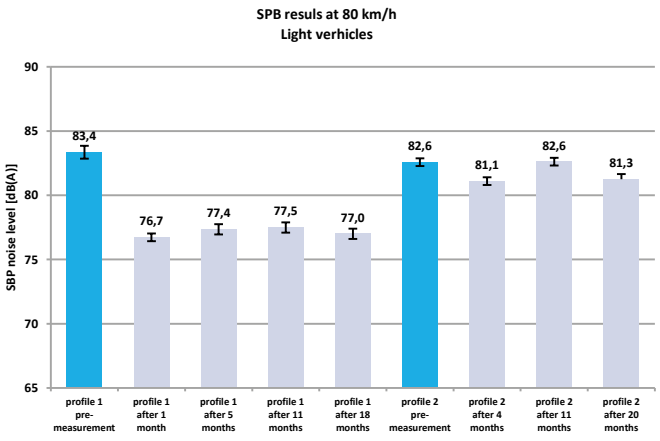
CPX results: spectrum passenger cars

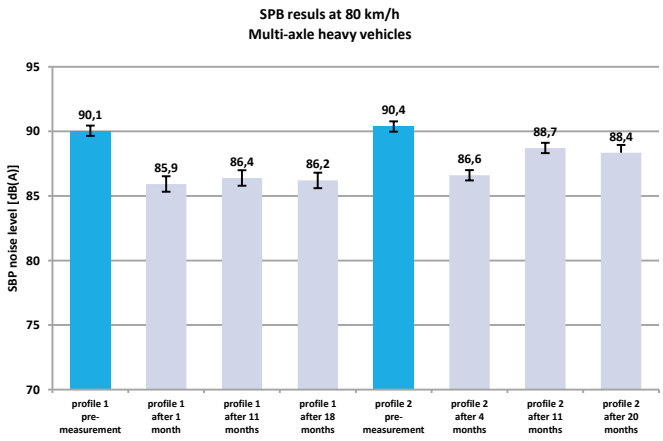


before and straight after NGCS treatment

32

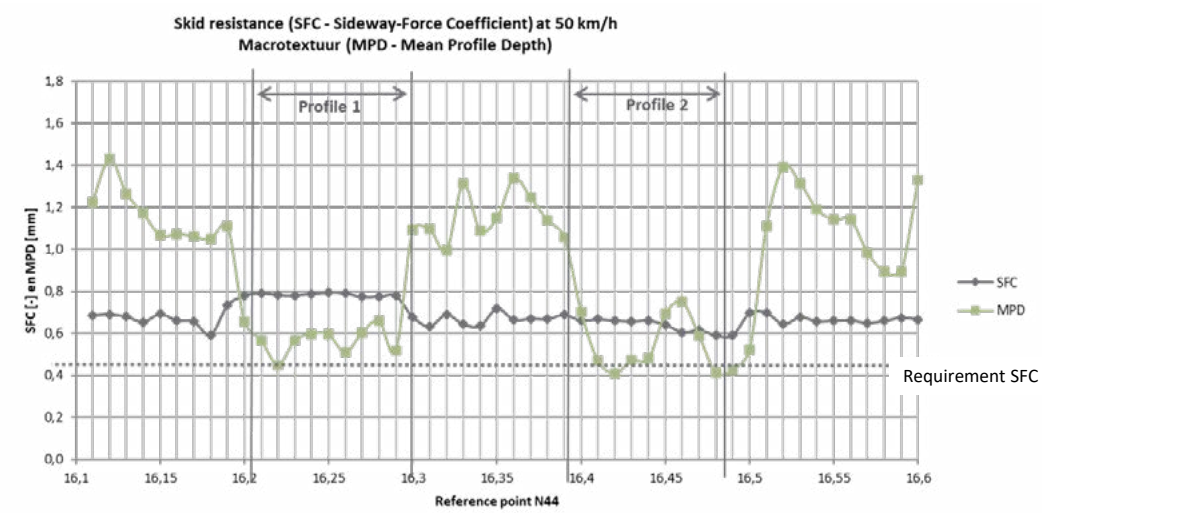
SPB results: light and heavy vehicles





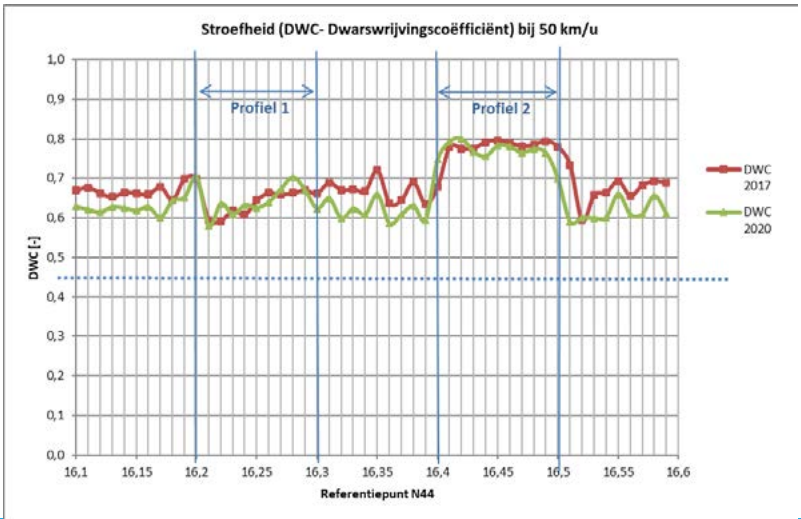
33

Measurements skid resistance and macrotexture



34

Evolution of skid resistance over time



Measurements of the rolling resistance:

Profile 1 at 50 km/hour: 6,8% less

Profile 2 at 50 km/hour: 2,7% less

Profile 1 at 80 km/hour: 5,5% less

Profile 2 at 80 km/hour: 0,8% less

Compared to the reference in concrete slabs with an exposed aggregate surface

=> -1,4% fuel consumption for profile 1 at 50 km/hour (factor of +/- 5)

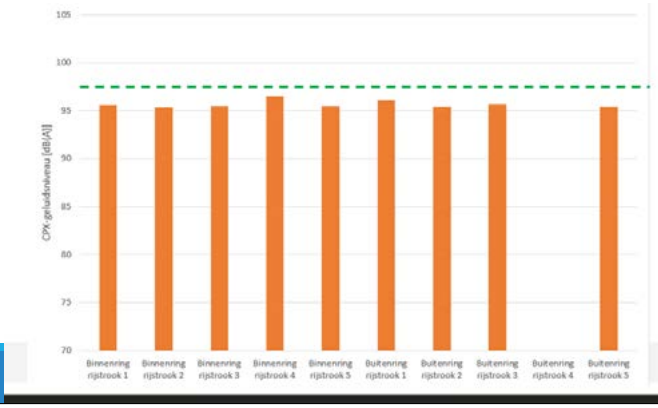
35

NGCS on the ring road of Antwerp



- 3,6 dB(A) compared to SMA-C reference
- 1,6 dB(A) compared to SMA-D

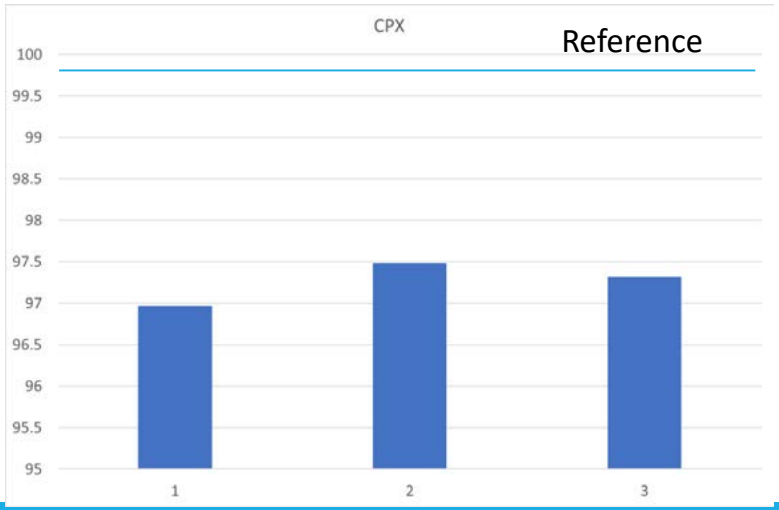
Average: 95,7 dB(A)



NGCS on the E313 in Lummen

- 2,5 dB(A) after grinding

Higher than the limit: 97 dB(A)



Conclusions

The application of NGCS technique on an existing old concrete pavement result in:

- A decreased rolling noise (measured with SPB as well as with CPX)
- An increased or similar skid resistance
- A decreased fuel consumption due to the lower rolling resistance

After 7 years of monitoring, the durability of this surface is good and noise reductions are maintained

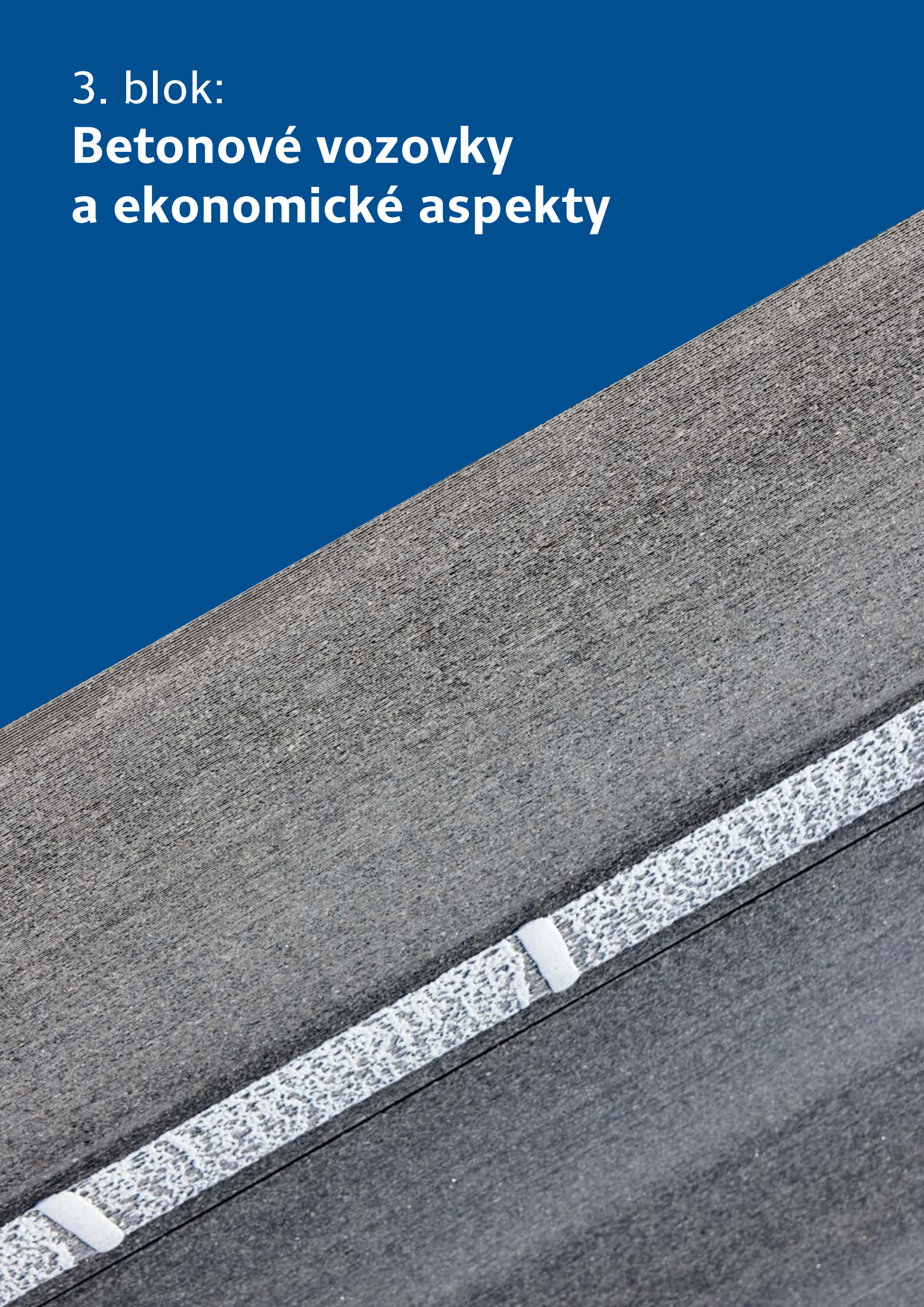
But not all results are as good… execution is important

38



3. blok:

Betonové vozovky a ekonomické aspekty



Betonové vozovky 2024

Kompozitní kluzný trn

Ondřej Dolan | 06. 11. 2024



Kompozitní kluzný trn je nový výrobek, který si poslední dva roky vydobyl své pevné místo v oblasti realizace cementobetonových krytů v ČR. Jeho zavedení do běžné praxe nebylo snadné, jelikož bylo potřeba překonat, jak počáteční nedůvěru investorů, tak zároveň některé legislativní překážky. Příspěvek má za cíl se ohlédnout za tímto obdobím, vyzdvihnout jeho přednosti a představit některé úspěšné realizace v rámci výstavby dálničních vozovek a ostatních betonových ploch.

Kompozitní kluzný trn



Kompozitní kluzný trn s ocelovou výztuží / Ocelový kluzný trn se silnostěnným povlakem:

- Trn je vyráběn ve standartních rozměrech 500 x 25 mm
- Kompozit tvoří jádro z betonářské žebírkové oceli B500B o průměru 16 mm, které je obaleno speciálním karbonovými vlákny vyztuženým polymerem Polimid B 30 GF.
- Toto inovativní řešení přináší zajímavou úsporu váhy prvku při současném zachování či vylepšení požadovaných vlastností, které jsou na kluzné trny kladené.



Kompozitní kluzný trn

- Při stejných rozměrech a zachování všech požadovaných vlastností, je nový kompozitní kluzný trn oproti celo ocelovému lehčí, což se kladně projevuje v navýšeném množství kusů v jednom balíku a tím pádem také na paletě. To přináší úspory při převozu a manipulaci.
- Díky menšímu ocelovému profilu použitému při výrobě nového kluzného trnu, je méně náchylný na výkyvy světových cen oceli a zároveň tím zanechává menší uhlíkovou stopu plynoucí z ocelářského průmyslu.
- Výhodou je dále automatizovaná a efektivnější výroba, využívající moderních a bezpečných technologických zařízení.



Kompozitní kluzný trn

Vývoj a testování:

- Výborné výsledky experimentální zkoušky kompozitního kluzného trnu vůči cyklickému smykovému namáhaní potvrdily, že spolupůsobení obou částí kompozitu funguje bez výjimky a rovněž odolnost polymerového obalu proti mechanickému poškození je výrazně lepší, než u PU povlaku ocelového trnu.
- Zároveň je však zachována dostatečná kluznost trnu zabudovaného v mase betonu.







Kompozitní kluzný trn

- Z povedených zkoušek i námi provedené experimentální strojní pokládky vyplývá, že tento výrobek fakticky splňuje všechny technické požadavky pro použití ve spárách cementobetonových krytů.
- Z legislativního hlediska, jelikož nejsou zhotoveny z hladké oceli, nesplňují tedy současnou harmonizovanou evropskou normu ČSN EN 13877-3 Cementobetonové kryty – Část 3: Specifikace pro kluzné trny.
- Vydání příslušného STO od TZÚS, pro využití výrobku v rámci staveb v ČR.
- Evropské technické posouzení ETA, pro využití výrobku v rámci celé EU.
- V časopise Silnice Mosty 3/2023 vyšel k vývoji a zkušební aplikaci článek:

„Kompozitní kluzný trn s ocelovou výztuží – od nápadu k prvnímu experimentálnímu strojnímu uložení do cementobetonového krytu v rámci dálniční sítě v ČR“



Kompozitní kluzný trn
Ověření funkčních požadavků v praxi

Kompozitní kluzný trn

Experimentální automatické strojní uložení:

- Proběhlo tzv. odzkoušení "na sucho", kde bylo ověřeno, že zařízení DBI osazené na finišeru WIRTGEN SP 154i je schopné s tímto typem trnu pracovat a distribuce trnů je bezproblémová a plynulá.





Kompozitní kluzný trn

Experimentální automatické strojní uložení:

- Experimentální ověření možnosti automatického vkládání provedeno v rámci projektu dálnice D48 Frýdek – Místek, Obchvat - II. etapa. v červnu 2023.







Kompozitní kluzný trn

Zkušební úsek:

- Realizace zkušebního úseku v km 4,685 – 4,860L o celkové délce 175 m dne 8.6.2023.
- Uloženo bylo celkem 1326 ks kompozitních trnů v 34 příčných spárách.





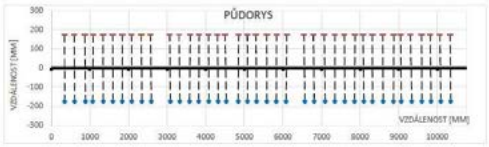
Kompozitní kluzný trn

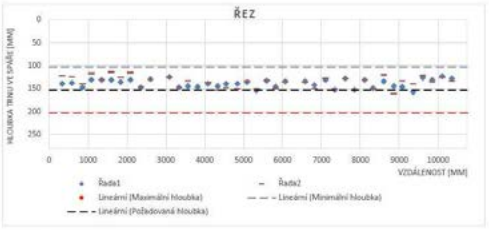
Zkušební úsek:

- Měření polohy georadarem km 5,050

Příčná spára - kluzné trny
Staničení: km 5,050

Kluzný trn číslo	Staničení trnu [mm]	Hloubka trnu ve spáře [mm]	Hloubka trnu - 175mm [mm]	Hloubka trnu +175mm [mm]	Sikmá poloha ve vert. Směru [mm]	Sikmá poloha v horiz. Směru [mm]	Odchylka od hloubky uložení [mm]	Podélný posun [mm]
1	337	131	140	123	24	7	21	~ 75mm
2	588	131	138	124	20	11	22	~ 75mm
3	859	144	148	140	11	18	9	~ 75mm
4	1090	124	131	117	20	-11	28	~ 75mm
5	1348	131	132	131	1	-7	22	~ 75mm
6	1601	123	132	114	25	-7	30	~ 75mm
7	1839	131	146	126	15	0	22	~ 75mm
8	2094	123	131	116	22	-11	29	~ 75mm
9	2358	147	148	147	1	-18	5	~ 75mm
10	2604	130	130	131	1	-24	23	~ 75mm
11	3093	125	125	126	1	-18	27	~ 75mm
12	3341	148	148	148	1	-22	4	~ 75mm
13	3570	139	145	134	13	18	13	~ 75mm
14	3818	150	146	155	10	7	3	~ 75mm
15	4085	138	140	137	4	-8	14	~ 75mm
16	4332	149	145	153	13	-18	4	~ 75mm
17	4551	144	140	148	13	-35	9	~ 75mm
18	4840	145	140	150	15	-9	8	~ 75mm
19	5089	155	136	134	4	-7	18	~ 75mm
20	5328	152	154	150	6	-18	0	~ 75mm
21	5590	133	133	132	1	-7	20	~ 75mm
22	5825	148	146	150	6	7	4	~ 75mm
23	6072	135	135	135	1	18	17	~ 75mm
24	6579	135	135	135	1	-23	17	~ 75mm
25	6821	146	143	150	10	-22	6	~ 75mm
26	7106	129	132	127	6	-24	23	~ 75mm
27	7345	151	153	150	4	0	1	~ 75mm
28	7613	129	128	129	1	-14	24	~ 75mm
29	7847	152	153	152	1	15	0	~ 75mm
30	8116	131	135	131	1	-24	25	~ 75mm
31	8327	150	149	150	1	-7	3	~ 75mm
32	8603	128	135	121	20	-13	25	~ 75mm
33	8862	153	143	162	24	7	1	~ 75mm
34	9076	140	146	134	18	-17	13	~ 75mm
35	9359	149	137	160	24	-38	4	~ 75mm
36	9607	124	127	122	6	-13	28	~ 75mm
37	9850	133	132	133	6	-23	19	~ 75mm
38	10103	125	123	126	3	-24	28	~ 75mm
39	10356	131	128	134	8	-15	22	~ 75mm





Požadavky na uložení kluzných trnů *)

Tloušťka CB krytu:	280 mm
Požadovaná hloubka uložení:	153 mm
Minimální požadovaná hloubka uložení:	103 mm
Maximální požadovaná hloubka uložení:	203 mm
Délka kluzných trnů:	500 mm
Průměr kluzných trnů:	25 mm
Průměrná hloubka uložení:	138 mm
Minimální hloubka uložení:	123 mm
Maximální hloubka uložení:	153 mm

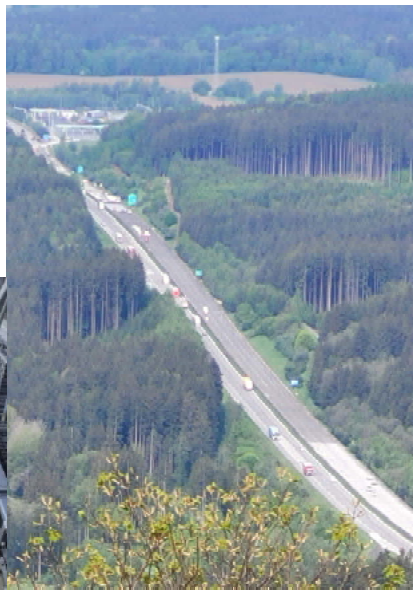
*) Požadavky dle projektové dokumentace, ČSN 73 6123-1, čl. 5.3.7.2

Kompozitní kluzný trn
Přehled realizovaných projektů

Kompozitní kluzný trn

Realizované stavby:

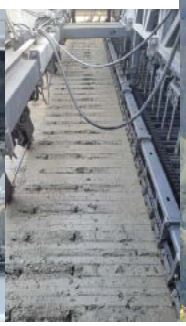
- D5 Oprava CB vozovky v km 136,150 – 144,200 vpravo
- Realizace duben – červen 2024
- Sdružení EUROVIA – STRABAG - REKMA











Kompozitní kluzný trn

Realizované stavby:

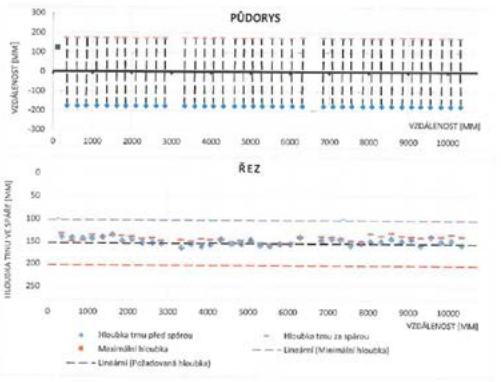
- D5 Oprava CB vozovky v km 136,150 – 144,200 vpravo
- Použito cca 72 000 ks kompozitních kluzných trnů



Příčná spára - kluzné trny
Staničení: km 141,300

Kluzný trn číslo	Staničení trnu [mm]	Hloubka trnu ve spáře [mm]	Hloubka trnu - 175mm [mm]	Hloubka trnu +175mm [mm]	Šikmá poloha ve vert. Směru [mm]	Šikmá poloha v horiz. Směru [mm]	Odchylka od kloubky uložení [mm]	Podélný posun [mm]
1	336	136	139	132	11	8	12	< 75mm
2	594	145	141	149	11	7	3	< 75mm
3	855	145	143	147	6	-22	3	< 75mm
4	1096	139	143	135	11	3	8	< 75mm
5	1357	140	139	140	1	-3	8	< 75mm
6	1600	136	134	137	4	11	12	< 75mm
7	1841	143	148	137	16	-21	5	< 75mm
8	2085	142	145	139	8	11	6	< 75mm
9	2336	148	151	144	11	18	0	< 75mm
10	2592	147	151	142	13	7	1	< 75mm
11	2817	150	153	147	9	7	3	< 75mm
12	3317	154	162	146	23	7	6	< 75mm
13	3567	152	155	149	9	23	4	< 75mm
14	3830	152	160	144	23	-3	4	< 75mm
15	4050	151	157	145	16	7	4	< 75mm
16	4307	145	146	144	4	-14	3	< 75mm
17	4577	153	153	153	6	16	5	< 75mm
18	4816	151	155	147	11	4	4	< 75mm
19	5066	148	146	151	6	-19	1	< 75mm
20	5297	155	158	152	9	-28	8	< 75mm
21	5542	158	160	156	6	-3	10	< 75mm
22	5793	155	155	156	1	-7	8	< 75mm
23	6052	154	155	152	4	-12	6	< 75mm
24	6293	140	141	139	4	22	8	< 75mm
25	6830	142	146	139	11	7	5	< 75mm
26	7085	142	143	140	4	-18	6	< 75mm
27	7307	143	145	142	4	19	4	< 75mm
28	7561	152	157	147	14	-18	4	< 75mm
29	7824	150	151	149	4	21	3	< 75mm
30	8052	140	148	132	23	14	8	< 75mm
31	8321	143	148	137	16	-21	5	< 75mm
32	8577	137	143	130	18	4	11	< 75mm
33	8833	143	148	137	16	18	5	< 75mm
34	9073	142	145	139	8	17	6	< 75mm
35	9307	148	157	140	23	15	1	< 75mm
36	9562	138	138	139	1	-10	9	< 75mm
37	9816	143	148	139	13	18	4	< 75mm
38	10073	140	146	134	18	-4	8	< 75mm
39	10332	147	156	139	24	-20	0	< 75mm

PROTOKOL č.: 4438 / 01 / KZ / 2024



Požadavky na uložení kluzných trnů *)

Tloušťka CB krytu:	270 mm
Požadovaná hloubka uložení:	148 mm
Minimální požadovaná hloubka uložení:	98 mm
Maximální požadovaná hloubka uložení:	198 mm
Délka kluzných trnů:	500 mm
Průměr kluzných trnů:	25 mm
Průměrná hloubka uložení:	146 mm
Minimální hloubka uložení:	136 mm
Maximální hloubka uložení:	158 mm

*) Požadavky dle projektové dokumentace, ČSN 73 6123-1, čl. 5.3.7.2.

Kompozitní kluzný trn

Realizované stavby:

- PPP D4, úsek 05 – Čimelice-Mirotice, odpočívky Krsice
- Realizace srpen – říjen 2024
- DIVia stavební s.r.o.





Kompozitní kluzný trn

Realizované stavby:

- PPP D4, úsek 05 – Čimelice-Mirotice, odpočívky Krsice
- Použito cca 12 000 ks kompozitních kluzných trnů





Kompozitní kluzný trn

Realizované stavby:

- Letiště Leoše Janáčka Ostrava, Výstavba odbavovací plochy APN S3
- Realizace říjen 2023 – září 2024
- EUROVIA CZ a.s.







17

VINCI CONSTRUCTION | EUROVIA

Kompozitní kluzný trn

Realizované stavby:

- Letiště Leoše Janáčka Ostrava, Výstavba odbavovací plochy APN S3
- Použito cca 26 000 ks kompozitních kluzných trnů





18

VINCI CONSTRUCTION | EUROVIA

Kompozitní kluzný trn

Realizované stavby:

- Letiště Brno- Rozšíření plochy APN M
- Realizace březen – květen 2024
- EUROVIA CZ a.s.





Kompozitní kluzný trn
Zhodnocení dosavadních zkušeností

Závěrečné shrnutí

- Provedená experimentální strojní pokládka potvrdila, že kompozitní kluzný trn lze bez problémů při pokládce finišerem používat.
- V únoru 2024 bylo v TZÚS dokončeno posuzovaní výrobku a vydáno příslušné STO.
- V rámci revize normy ČSN 73 6123-1 bylo doplněno ustanovení umožňující použití také kompozitního kluzného trnu, který nesplňuje všechny požadavky harmonizované normy ČSN EN 13877-3.
- Koncem roku 2024 je očekáváno vydání příslušného Evropského technického posouzení ETA, pro využití inovativního výrobku v rámci celé EU
- V souvislosti s tím jsou podnikány kroky na podporu využití v okolních státech EU, jako jsou jednání s tamními partnery, příprava zkušebních úseků (Německo)
- Na výrobek byla podána žádost o patentovou ochranu u úřadu průmyslového vlastnictví.



TECHNICKÝ A ZKUŠEBNÍ ÚSTAV STAVEBNÍ PRAHA, s.p.
Technical and Test Institute for Construction Prague, SOE

Autorizovaná osoba 204 podle rozhodnutí ÚNMZ č. 5/2017
Pobočka 0600 – Brno

STAVEBNÍ TECHNICKÉ OSVĚDČENÍ

č. 060-057050

Kluzný trn jmenovitého průměru 25 mm
se silnostěnným povlakem

Kluzný trn pro cementobetonové kryty vozovek,
zhotovený z žebírkové oceli 10500 o průměru 16 mm,
s povlakem z kompozitu jmenovité tloušťky 4,5 mm

LIKAL s.r.o.

Ing. Pavel Juránek Ph.D.

Ing. Miroslav Procházka

Brno, 5. února 2024

VINCI CONSTRUCTION | EUROVIA

Děkuji za pozornost!

VINCI CONSTRUCTION

Retexturing of surfaces
a way to increase the useful life and sustainability of concrete pavements

green tech solutions



Tim Alte-Teigeler

Agenda

- Sustainability
- Surface characteristics
- Selected methods of surface texturing
  - Filling-up methods
  - Removing methods
- Addressing of surface and texture
- Conclusions

Sustainability



- Reduce consumption in order not to use more than the environment can sustain
  - Material consumption for construction
  - Energy consumption during useful life (fuel, illumination,…)
- Long-lasting measures
  - Few interventions reduce traffic disruption, congestion and economic costs
- What options do we have in terms of road maintenance?

Surface characteristics



- Evenness
- Skid resistance
- Drainage
- Tyre-road noise
- Rolling resistance
- Reflexion and absorption properties
- Wear of tyres/road (micro plastic)
- …



Technologies



- Micro surfacing hot/cold
- Coating systems

} Filling-up methods (mm up to cm)

- Grinding
- Grooving
- Horizontal grinding
- Texturing by high pressure water jetting

} Removing methods (1/10 mm up to several mm)

- High pressure water jetting — Cleaning of textures, removal of road markings

→ Road substance is the base for a durable surface and texture

→ Usually a project specific solution is necessary

Filling-up methods

- Application of an additional layer (renewable "wear layer")
- Protection against loss of substance due to degradation
- Sealing against surface water penetration
- Increasing skid resistance
- Increasing wear resistance of the surface
- Brightening of the surface (reflection, night visibility, heating)
- Reduction of tyre-road noise
- Minimum application quantities → conservation of resources

Filling-up methods – DSK (micro surfacing, cold applied)







Filling-up methods – coating system with reactive resin





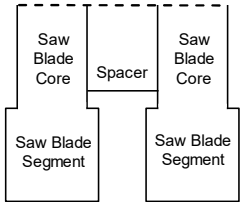


Removing methods

- Improvement of skid resistance
- Improvement of drainage capacity (grooving, texturing by high pressure water jetting)
- Improvement of evenness (evenness grinding)
- Reduction of tyre-road noise (grinding, horizontal Grinding)
- Texture can be renewed several times if sufficient pavement substance (grinding, horizontal grinding)

Removing methods – grinding / grooving

- Grinding / texture grinding
- Grooving
- Combined grinding / grooving









Removing methods – horizontal grinding (exposed aggregate concrete)

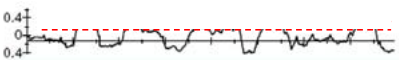
- Horizontal grinding (improving noise reduction)
- Testing area B15n (Bavarian state ministry of housing, building and transport) and research project horizontal grinding A72 (BASt)



Removing methods – horizontal grinding (exposed aggregate concrete)

- Horizontal grinding (improving noise reduction)
- Testing area B15n (Bavarian state ministry of housing, building and transport) and research project horizontal grinding A72 (BASt)







Removing methods – high pressure water jetting

- Texturing by high pressure water jetting (controlled production of macro texture)
- Linear or planar high pressure water jetting (removal of road marking, surface cleaning)







Addressing of surface and texture

- (Sand patch test)
- Laser measurement (ELAtexture, ELAlinear)
- SKM / grip measurement
- SRT-Pendulum + Flow meter
- Planograph / IRI
- Rated longitudinal profile…

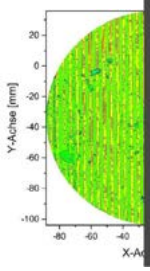


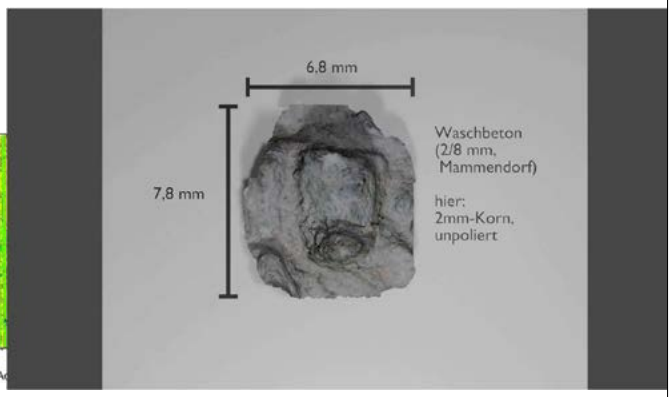


Addressing of surface and texture (new)

- 3D-laser scanner, 3D-photography



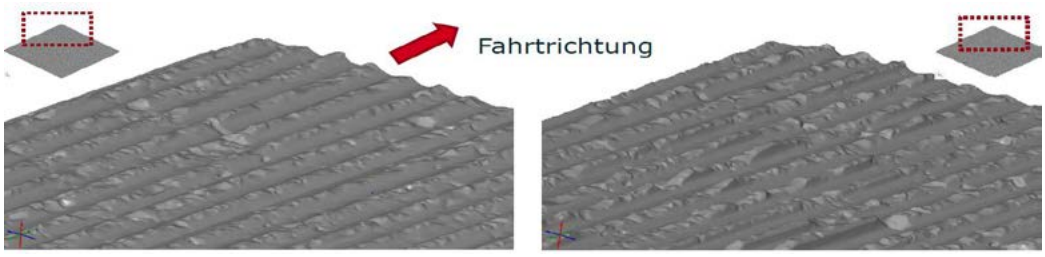




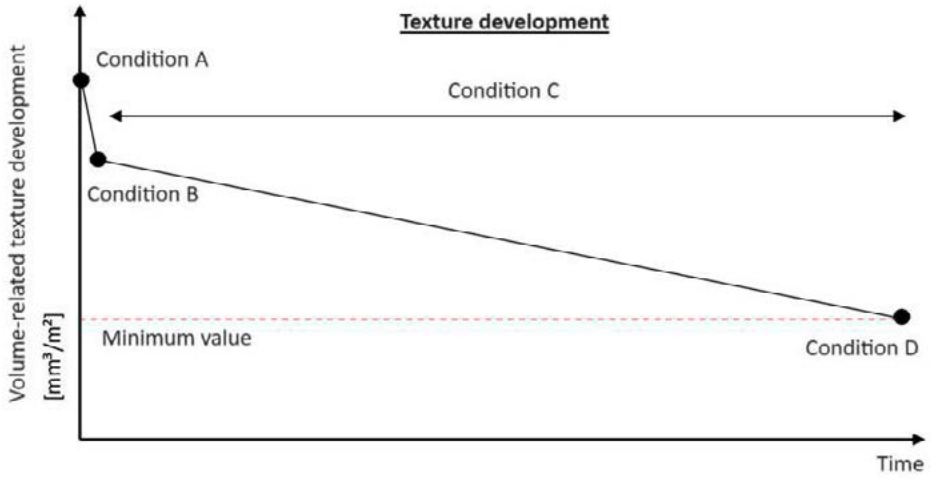
source: IWS Messtechnik

Addressing of surface and texture – monitoring

- Topographic/volumetric consideration
- Timeline of the development of textural reserves
- Forecast of critical moment



Monitoring – texture volume



Conclusions

- Wide range of construction methods for retexturing road surfaces
- Different requirements can be met by individual application or combination
- Longer service life due to high-performance building materials or renewal of the texture
- Expertise in determining needs, selecting of method and executing is indispensable
- A good surface needs a solid substance
- The right application at the right time helps to increase sustainability(conservation of resource, high availability, reduction of emissions)

There is the right texture for every traffic area- it only has to be defined and manufactured according to requirements

OAT
GREEN TECH SOLUTIONS GMBH
Obere Hardt 13
76467 Bietigheim/Baden
Germany
T +49 7245 9260-0
F +49 7245 9260-70
www.green-tech-solutions.de
tat@green-tech-solutions.de

4. blok:

Betonové vozovky a Green Deal





PORTLAND CEMENT CONCRETE DURABILITY EVALUATION IN NEWLY BUILT TWO-LAYER HIGHWAY PAVEMENTS IN CENTRAL/EASTERN POLAND

Michal A. Glinicki

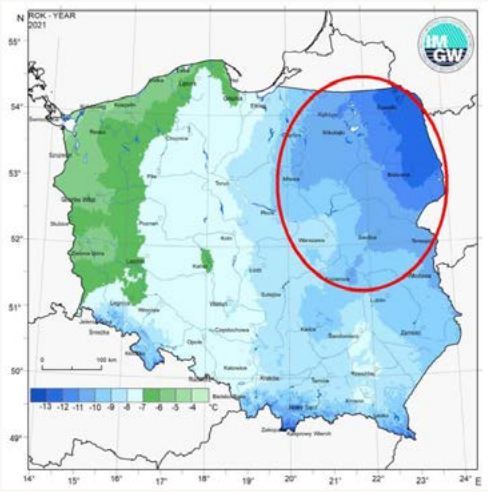
Institute of Fundamental Technological Research, Polish Academy of Sciences, Warsaw, Poland

Objective

a review of material aspects of concrete durability at selected pavement sections of new built expressways constructed in the central/eastern part of Poland



Weather conditions



- ‘wet-freeze’ region with more continental type of climate than in other regions of Poland
- the earlier beginning of winter season, more freezing days and more precipitation

Pavement design

- Thickness design - based on catalogue solutions
- Traffic classification - KR6 and KR7 category (16-38 millions and > 38 millions of 115 kN axle load passagess, respectively)
- Design service life of 30 years
- Jointed plain concrete pavement with exposed aggregate surface
- Slip-form paving technology in two concrete layers wet-on-wet on cement-bound base layer



Environmental exposure conditions and designed strength

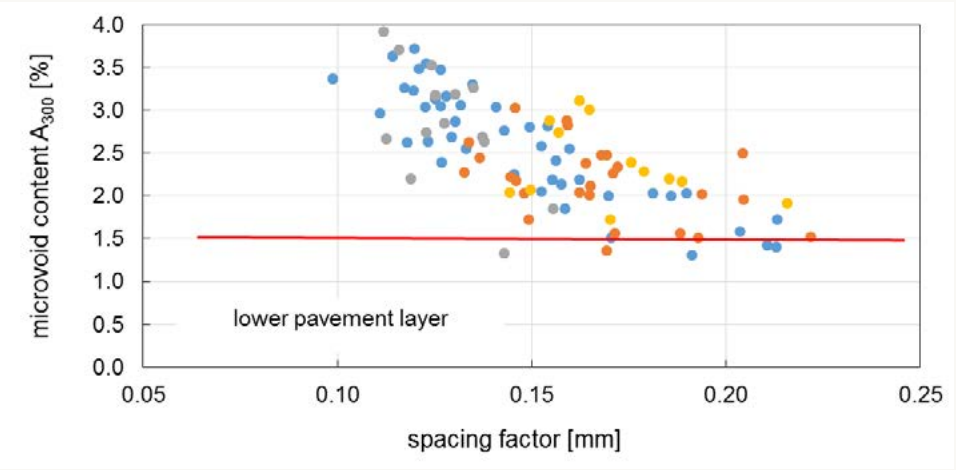
Concrete layer	Class of exposure PN-EN 206	Environmental category CEN/TR 16349
upper	**XF4, XM2**	**E3**
lower	**XF4**	**E3**

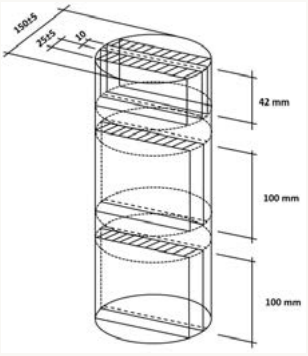
Strength of concrete (both layers)	Criteria	Test method
Compressive strength class as per PN-EN 206	C35/45	PN-EN 12390-3
Flexural strength at 28 days of curing	5.5 MPa	PN-EN 12390-5
Splitting strength at 28 days of curing	3.5 MPa	PN-EN 12390-6

XF4 durability criteria for concrete placed in two-layer pavement

Concrete in pavement layers	Criteria	Test method
Both layers: Air void characteristics in concrete: - microvoids content (A_{300}), not less than - spacing factor $\bar{L}$, not more than	 1.5 % 0.20 mm	PN-EN 480-11
The upper layer: Scaling resistance: S_{56} – the average mass of scaled material after 56 F-T cycles, S_{28} – the average mass of scaled material after 28 F-T cycles	$S_{56} < 0.50$ kg/m^2 and $S_{56} / S_{28} < 2$	PKN-CEN/TS 12390-9

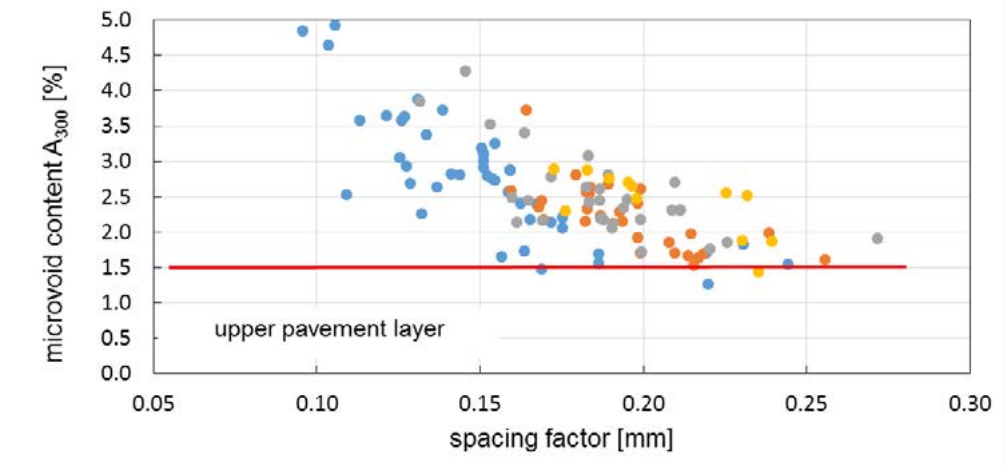
Air void characteristics





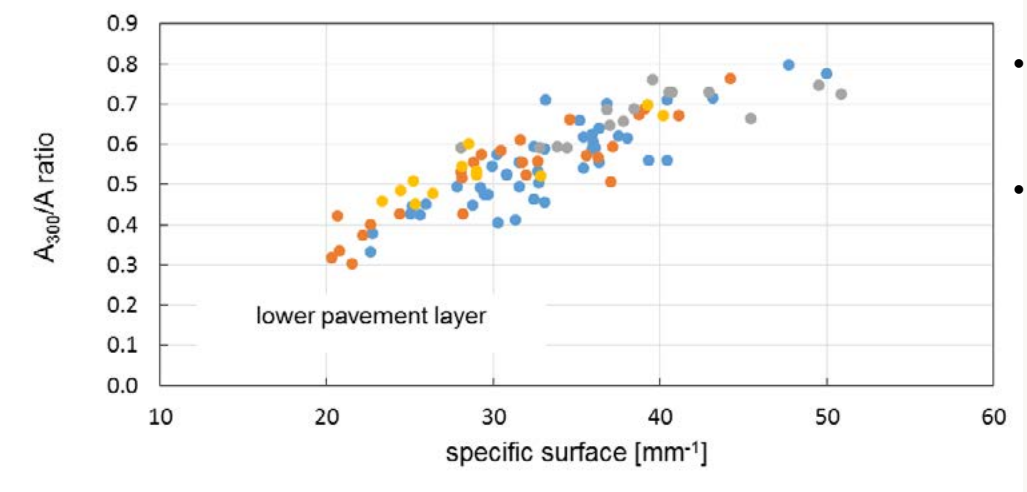
sampling of cores

Air void characteristics



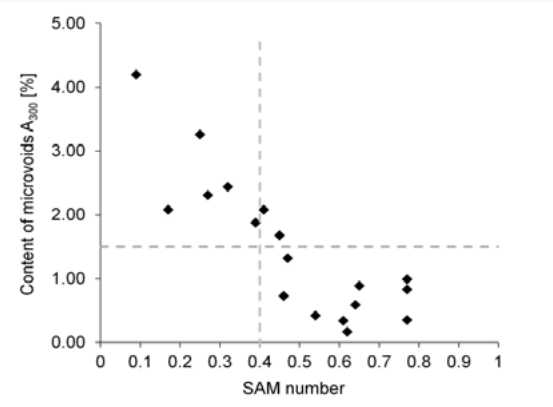
- Paste content: 26-27.5% lower 28.5-31% upper
- Total air void content 3-7.5%, smaller in the lower layer

Air void characteristics

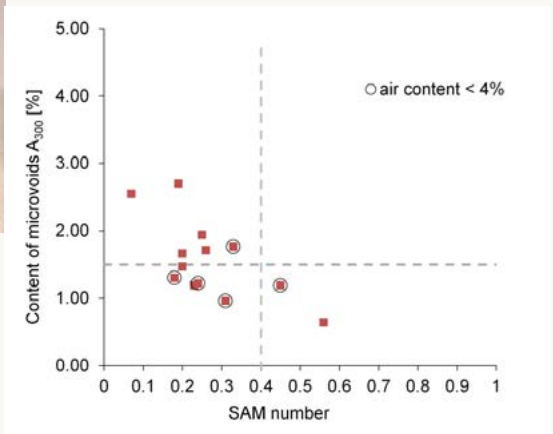


- Specific surface: 25-45 mm^{-1}
- High share of microvoids < 300 μm

Super Air Meter at construction jobsite

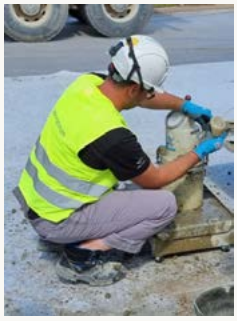






Practical air entrainment issues

Air voids content before and after paving machine pasasage







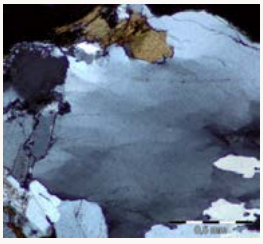
Early issues with excessive air voids escaping concrete

Aggregate selection and concrete mix design for ASR durability

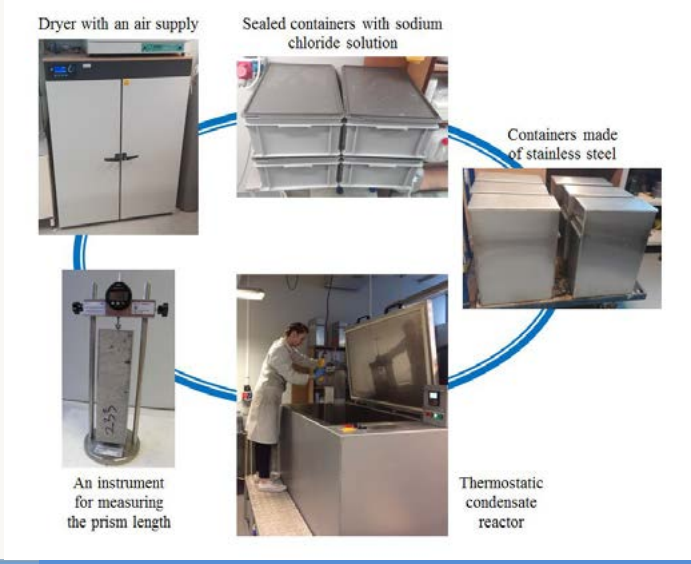
Non-reactive aggregate selection based on:

- Petrographic analysis
- Expansion testing on concrete (52 weeks) and mortar (2 weeks) specimens

Limited total alkali content in concrete mix for the most severe environmental exposure

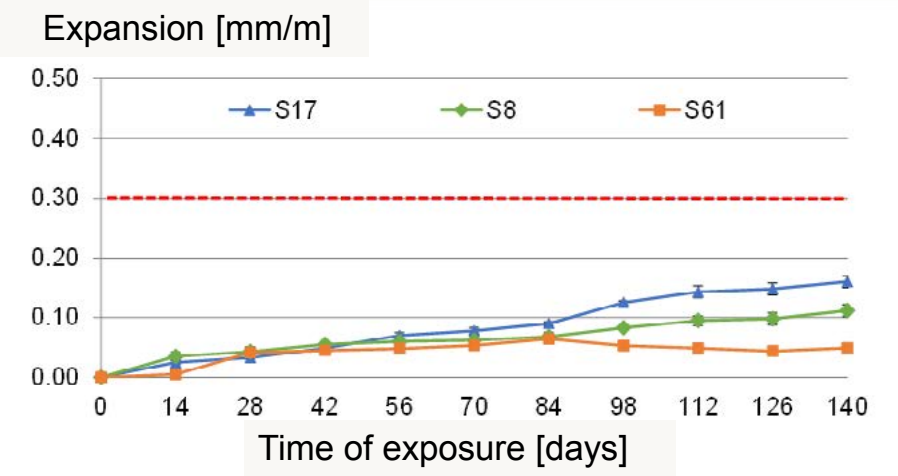


Cyclic exposure at external alkali supply and simulated traffic loads



- ASR performance testing - TP B-StB (2018) and RILEM AAR-12
- External deicing solution 3% NaCl
- 10 cycles = 20 weeks

Expansion at cyclic exposure - RILEM AAR-12 and TP B-StB



- Job site mixtures – specimens manufactured on construction site
- External deicing solution 3% NaCl

Further characterization of pavement job mixes and altentaive constituents

- Effects of CEM II/A-V and CEM II/A-S cements on air void characteristics of concrete and its freeze-thaw resistance
- Effects of CEM II/A-V and CEM II/B-S cements on ASR performance of concrete at external 3% NaCl solution for aggregate blends of borderline reactivity

Concrete expansion due to ASR at external alkali supply (NaCl)

aggregate of borderline reactivity

Coarse aggregate	Concrete expansion after 20 weeks for cement type		
	CEM I 42.5 R	CEM II/A-V 42.5 N	CEM II/B-S 42.5 N
Crushed granite GT1	0.459 mm/m	-46%	-30%
Crushed granite GT3	0.462 mm/m	-33%	-11%
Crushed gravel PD1	1.119 mm/m	-63%	-56%
Crushed gravel PD3	0.416 mm/m	-22%	-12%

Only moderate efficiency of CEM II/A-V 42.5 N and CEM II/B-S 42.5 N to mitigate the damage due to ASR with external deicing salt

Concluding remarks

- Several sections of jointed plain concrete pavements, constructed for heavy traffic in the ‘wet-freeze’ region with the designed durability for the environmental aggression class XF4, XM2 and E3.
- Uniform air void system with proper spacing and microvoids content revealed on cores from the pavements (both the upper and lower layer).
- Aggregate selection in respect to ASR risk verified using comprehensive test methods including the performance testing with external deicer solution and simulated traffic loads.
- Durability verification methods applied for exploration of alternative paving materials, particularly local mineral aggregate and blended cements.



SVAZ VÝROBCŮ CEMENTU ČR

SVB

SMĚSNÉ CEMENTY

INOVACE VE STAVEBNICTVÍ PRO SILNIČNÍ A KONSTRUKČNÍ BETONY

SVC ČR A SVB ČR 2024



Cementárna 21. století

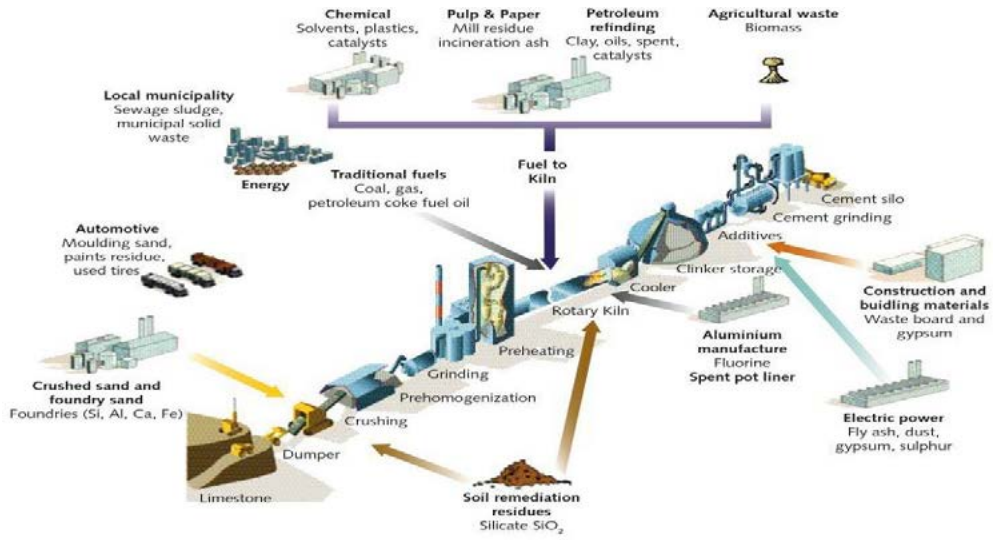


Schéma výroby cementu

Základní fáze suchého způsobu výroby cementu:

I. Skladba surovinové směsi na výpal slínku

- těžba a drcení nízkoprocentních a vysokoprocentních vápenců
- úprava surovinové směsi korekčními složkami – železité a hlinité kyzy, popílky, sádrovce
- homogenizace surovinové směsi tak, aby odpovídala předepsaným modulům - S_{LP}, M_A, M_S
- mletí připravené surovinové směsi na požadovanou jemnost

II. Výpal a chlazení slínku

- předkalcinace surovinové směsi ve vícestupňovém výměníků – dochází k částečnému rozkladu vápence
- výpal v rotační peci s vícehořákovým systémem – současnost cca 25% klasických paliv (uhlí) a 75% alternativních paliv s významným biomasovým podílem (CO_2 neutrální)
- chlazení na roštovém chladiči tak, aby vzniklý slínek měl odpovídající složení alitu C_3S 45-65%, belitu C_2S 15-30% a C_3A 1-8%

III. Mletí cementů

- semílání s hlavními a vedlejšími složkami dle EN 197-1, -5 a -6, zejména vysokopecní granulovanou struskou, popílky a vápenci (možné jsou další přísady), vč. sádrovce jako regulátoru tuhnutí
- nejvíce požadované portlandský cement CEM I, portlandský cement struskový CEM II/B-S
- nejekologičtější cementy vápencové CEM II/A-LL

Základní fáze suchého způsobu výroby cementu

TECHNICKÉ A EKONOMICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ A DRUHOTNÝCH SUROVINOVÝCH MATERIÁLŮ A PALIV CIRCULAR ECONOMY

	Data 2021	a	2022
- dekarbonizované surovinové složky	3,8 %		5,5 %
- tuhá alternativní paliva	78,6 %		86,5%
- náhrada slínku ve směsných cementech	19,1 %		25,5 %

SVAZ VÝROBCŮ CEMENTU ČR

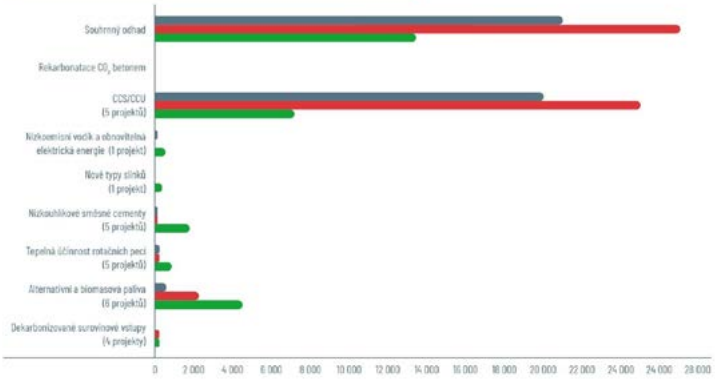
DATA 2023



Rok / Year	1990	2000	2010	2016	2018	2020	2021	2022	2023
Měrná emise CO_2 na slínek / *Specific emissions CO_2 to clinker* (t/t)	0,883	0,849	0,802	0,770	0,795	0,734	0,744	0,704	0,707
Měrná emise CO_2 na cement / *Specific emissions CO_2 to cement* (t/t)	0,659	0,728	0,659	0,623	0,647	0,579	0,575	0,549	0,546

SVAZ VÝROBCŮ CEMENTU ČR

Dekarbonizační projekty a investice
Decarbonisation projects and investments

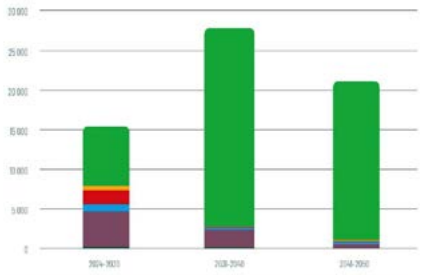


Investice pro r. 2041–2050	21 090 (mil. Kč)
Investice pro r. 2031–2040	27 783 (mil. Kč)
Investice pro r. 2024–2030	15 415 (mil. Kč)

DATA 2023

SVAZ VÝROBCŮ CEMENTU ČR

Investiční akce ke snížení emisí CO_2
Investment actions to reduce CO_2 emissions



Investiční akce ke snížení emisí CO_2 (stav ke 30. 6. 2024)	Investice (mil. CZK)		
	2024–2030	2031–2040	2041–2050
CCS/CCU (5 projektů)	7 500	25 000	20 000
Nízkoemisní vodík a obnovitelná elektrická energie (1 projekt)	520	20	120
Nízkouhlíkové směsné cementy (5 projektů)	1 780	180	110
Tepelná účinnost rotačních pecí (5 projektů)	870	200	250
Alternativní a biomasová paliva (6 projektů)	4 510	2 280	600
Dekarbonizované surovinové vstupy (4 projekty)	235	193	10

DATA 2023

Základní hlavní složky současnosti – struska, popílek, vápenec

I. Vysokopecní granulovaná struska

- jedna z hlavních složek cementu a po semletí i jako příměs do betonu
- pozitivní vliv na alkalicko křemičitou reakci
- snižuje hydratační teplo cementu v betonu, zvyšuje odolnost proti penetraci chloridů a vlivu síranů
- snahy zkoušet slévárenské a ocelářské strusky

II. Popílek

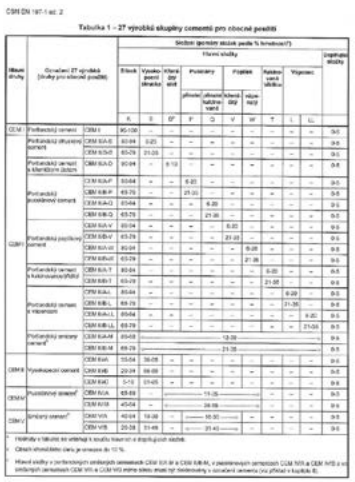
- možnost využívat křemičitý i vápenatý popílek
- kombinace hydraulických vlastností i jemného kameniva pro reologii čerstvého betonu
- limitující obsah ztráty žíháním a volného uhlíku
- nižší počáteční pevnosti, dlouhá doba zpracovatelnosti, pomalejší vývoj pevností, tvorba hutného betonu

III. Vápenec

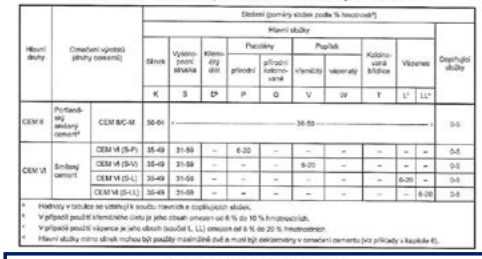
- důležité je i mineralogické složení, obsah jílových podílů a jemnost
- obvyklé použití do 20 hm.%
- úprava vlastností cementů a betonu plastifikátory pro vyhovující mrazuvzdornost
- významný ekologický a ekonomický přínos

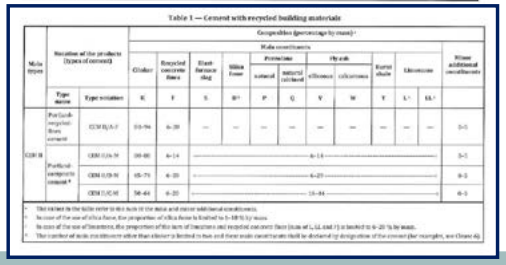
Vlastnosti strusky, popílku a vápence

Standards EN 197-1, -5, -6



Tabulka 1 – Portlandský směsný cement CEM II/C-M a Směsný cement CEM VI





Cement standards EN 197-1, EN 197-5, EN 197-6

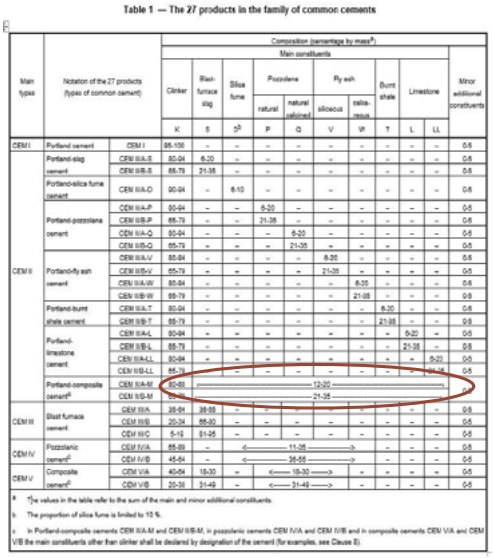


Table 1 — The 27 products in the family of common cements

Main types	Notation of the 27 products (types of common cement)		Composition (percentage by mass[a]) Main constituents: Clinker K	Blast-furnace slag S	Silica fume D^b	Pozzolana: natural P	Pozzolana: natural calcined Q	Fly ash: siliceous V	Fly ash: calcareous W	Burnt shale T	Limestone: L	Limestone: LL	Minor additional constituents
CEM I	Portland cement	CEM I	95-100	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
CEM II	Portland-slag cement	CEM II/A-S	80-94	6-20	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-S	65-79	21-35	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
	Portland-silica fume cement	CEM II/A-D	90-94	–	6-10	–	–	–	–	–	–	–	0-5
	Portland-pozzolana cement	CEM II/A-P	80-94	–	–	6-20	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-P	65-79	–	–	21-35	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/A-Q	80-94	–	–	–	6-20	–	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-Q	65-79	–	–	–	21-35	–	–	–	–	–	0-5
	Portland-fly ash cement	CEM II/A-V	80-94	–	–	–	–	6-20	–	–	–	–	0-5
		CEM II/B-V	65-79	–	–	–	–	21-35	–	–	–	–	0-5
		CEM II/A-W	80-94	–	–	–	–	–	6-20	–	–	–	0-5
		CEM II/B-W	65-79	–	–	–	–	–	21-35	–	–	–	0-5
	Portland-burnt shale cement	CEM II/A-T	80-94	–	–	–	–	–	–	6-20	–	–	0-5
		CEM II/B-T	65-79	–	–	–	–	–	–	21-35	–	–	0-5
	Portland-limestone cement	CEM II/A-L	80-94	–	–	–	–	–	–	–	6-20	–	0-5
		CEM II/B-L	65-79	–	–	–	–	–	–	–	21-35	–	0-5
		CEM II/A-LL	80-94	–	–	–	–	–	–	–	–	6-20	0-5
		CEM II/B-LL	65-79	–	–	–	–	–	–	–	–	21-35	0-5
	Portland-composite cement[c]	CEM II/A-M	80-94										0-5
		CEM II/B-M	65-79										0-5
CEM III	Blast furnace cement	CEM III/A	35-64	36-65	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM III/B	20-34	66-80	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM III/C	5-19	81-95	–	–	–	–	–	–	–	–	0-5
CEM IV	Pozzolanic cement[c]	CEM IV/A	65-89	–						–	–	–	0-5
		CEM IV/B	45-64	–						–	–	–	0-5
CEM V	Composite cement[c]	CEM V/A	40-64	18-30	–					–	–	–	0-5
		CEM V/B	20-38	31-49	–					–	–	–	0-5

[a] The values in the table refer to the sum of the main and minor additional constituents.
[b] The proportion of silica fume is limited to 10 %.
[c] In Portland-composite cements CEM II/A-M and CEM II/B-M, in pozzolanic cements CEM IV/A and CEM IV/B and in composite cements CEM V/A and CEM V/B the main constituents other than clinker shall be declared by designation of the cement (for examples, see Clause 8).

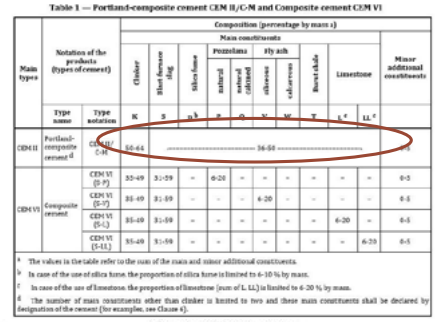
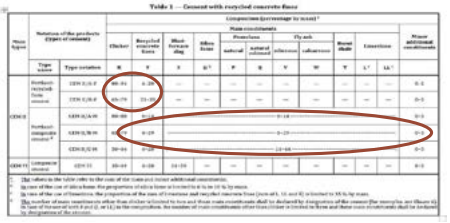


Table 1 — Portland-composite cement CEM II/C-M and Composite cement CEM VI

Main types	Notation of the products (types of cement)		Composition (percentage by mass a) Main constituents: Clinker K	Blast-furnace slag S	Silica fume D^b	Pozzolana: natural P	Pozzolana: natural calcined Q	Fly ash: siliceous V	Fly ash: calcareous W	Burnt shale T	Limestone L	Limestone LL	Minor additional constituents
	Type name	Type notation											
CEM II	Portland-composite cement d	CEM II/C-M	50-64										0-5
CEM VI	Composite cement	CEM VI (S-P)	35-49	31-59	–	6-20	–	–	–	–	–	–	0-5
		CEM VI (S-Q)	35-49	31-59	–	–	6-20	–	–	–	–	–	0-5
		CEM VI (S-L)	35-49	31-59	–	–	–	–	–	–	6-20	–	0-5
		CEM VI (S-LL)	35-49	31-59	–	–	–	–	–	–	–	6-20	0-5

a The values in the table refer to the sum of the main and minor additional constituents.
b In case of the use of silica fume the proportion of silica fume is limited to 6-10 % by mass.
c In case of the use of limestone the proportion of limestone (sum of L LL) is limited to 6-20 % by mass.
d The number of main constituents other than clinker is limited to two and these main constituents shall be declared by designation of the cement (for examples, see Clause 6).



Cement standards EN 197-1, EN 197-5, EN 197-6

Standardizační možnosti

- hEN 197-1 **Složení, specifikace a kritéria shody cementů pro obecné použití**

- v r. 2024 byla zahájena revize Standardization Request (Mandátu M/114), která by měla sloučit existující hEN i non-hEN do jednoho dokumentu – r. 2026 a dále.

Beze změny Mandátu (Standardization Request) nelze měnit kapitolu Scope harmonizovaných norem a tím pádem ani kategorie Essential Characteristics, Classes a Thresholds.

- non-hEN 197-5 **Portlandský směsný cement CEM II C-M a Směsný cement CEM VI**

- vydána v r. 2021 a zavádí ternární cementy CEM II/C-M a CEM VI založené na všech hlavních složkách specifikovaných v EN 197-1, s jediným omezením pro podíl vápence v CEM II/C-M do 20 % hm.

- non-hEN 197-6 **Cement s recyklovanými stavebními materiály**

- vydána v r. 2023 a zavádí novou hlavní složku cementu F - **jemný betonový recyklát (Recycled Concrete Fines – RCF).**

Nové druhy cementů

- **preferování výroby cementů druhu B-S a A-LL**
- **příprava výroby cementů se složkou Q – kalcinované pucolány**
- **příprava výroby cementů se složkou F – jemný betonový recyklát**

Standardizace cementů 2021 - 2024

Tabulka 3 – Doplňující vlastnosti cementů do vozovkových betonů

Druh zkoušky	Parametr pro skupinu cementobetonových krytů	
	CB I	CB II, CB III
Ztráta žíháním	max. 3 % hmotnosti cementu[3)]	Bez požadavku
Obsah trikalciumaluminátu C_3A ve slínku ($C_3A = 2{,}65\ Al_2O_3 - 1{,}69\ Fe_2O_3$)	max. 8 %[3)]	Bez požadavku
Počátek tuhnutí	min. 2 h	
Jemnost mletí (Blaine): - pro CEM I - pro CEM II/A-S[1)] - pro CEM II/B-S[1)] - pro CEM I pro kombinaci s příměsí (MGVS)[2)]	max. 300 $m^2.kg^{-1}$ max. 350 $m^2.kg^{-1}$ max. 400 $m^2.kg^{-1}$ max. 340 $m^2.kg^{-1}$	
Na_2O_{ekv} platí pro CEM I	max. 0,80 %	Bez požadavku

[1)] Za předpokladu, že mletá granulovaná vysokopecní struska obsažená v portlandském struskovém cementu má jemnost mletí (Blaine) v rozmezí 420 až 500 $m^2.kg^{-1}$.

[2)] Pro kombinaci CEM I s příměsí mleté granulované vysokopecní strusky musí hmotnost MGVS tvořit 15 – 40 % z celkové hmotnosti pojiva.

[3)] Požadováno pouze pro CEM I.

Požadavky:
- ztráta žíháním
- obsah C_3A

- Blaine CEM II

- Blaine smíchaného cementu

SVAZ VÝROBCŮ CEMENTU ČR 2024



NOVÝ SILNIČNÍ CEMENT - CEM II/A-S 42,5 N (SC)

- Vyšší trvanlivost betonových konstrukcí = snížení vývinu hydratačního tepla, vyšší odolnost vůči trhlinkování.
- Technické parametry byly připravovány ve spolupráci s Ředitelstvím silnic a dálnic, výrobci cementobetonových krytů, akademickou sférou a výrobci cementu, a to v souladu s dlouhodobými zkušenostmi a normativními požadavky v zahraničí.
- Splňuje všechny aktuální požadavky TKP staveb pozemních komunikací, proto je možné tento cement použít.
- Snížení emisí CO_2 téměř o 20 % = snižování uhlíkové stopy a podpora udržitelného rozvoje
- Zahájení výroby a prodeje CEM II/A-S 42,5 N (sc) od srpna 2024
- Ukončení výroby a prodeje CEM I 42,5 R (sc) od ledna 2025

Složení cementu

- 76,3 % slínek
- 19,1 % struska

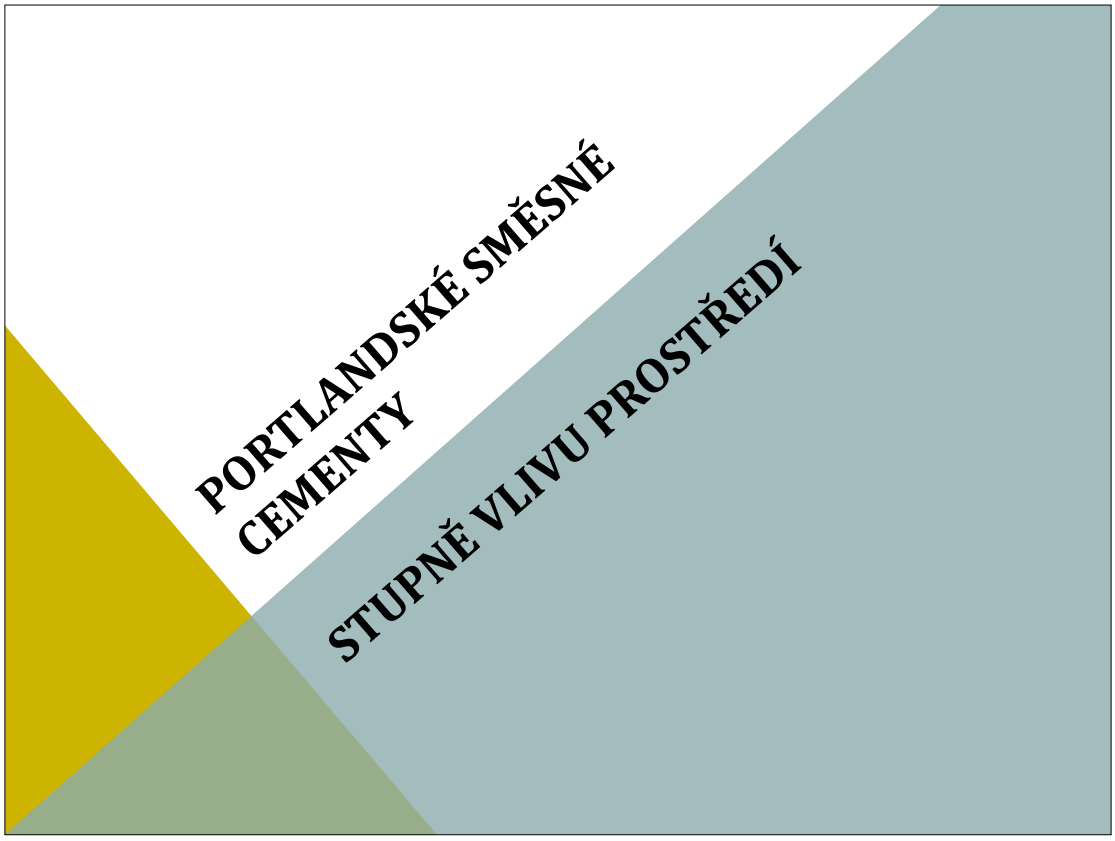
Vlastnosti cementu

- Blaine: 310 m^2/kg - 340 m^2/kg
- 2D pevnost v tlaku: 19 – 23 MPa
- 28D pevnost v tlaku: 52 – 56 MPa
- C_3A ve slínku < 8 %





Informační podpora – www.svcement.cz



SMĚSNÉ CEMENTY
A JEJICH PŘÍMÁ DODATKOVÁ CERTIFIKACE
PRO OBECNÉ POUŽITÍ V BETONECH
V KONKRÉTNÍCH STUPNÍCH VLIVU PROSTŘEDÍ

- výběr zkušebních metod a rozsahu zkoušení společně se systémem hodnocení shody směsných cementů pro stupně vlivu prostředí
- provedení srovnávacích zkoušek zvolených cementů v betonech pro jednotlivé stupně vlivu prostředí
- vyhodnocení a návrh hodnocení shody
  (a) k referenčnímu cementu, nebo **(b) podle definovaných hodnot**

VÝBĚR ZKUŠEBNÍCH METHOD, ROZSAH ZKOUŠENÍ SPOLEČNĚ SE SYSTÉMEM PRO HODNOCENÍ SHODY SMĚSNÝCH CEMENTŮ PRO STUPNĚ VLIVU PROSTŘEDÍ

Stanovení zejména v rozsahu EN 12390 zkoušení ztvrdlého betonu

Základní zkoušky mechanicko-fyzikálních parametrů

- Část 3: Pevnost v tlaku zkušebních těles
- Část 5: Pevnost v tahu ohybem zkušebních těles
- Část 7: Objemová hmotnost ztvrdlého betonu
- Část 16: Stanovení smrštění betonu

Vybrané zkoušky odolnosti betonu proti vlivům prostředí

- Část 8: Hloubka průsaku tlakovou vodou
- Část 12: stanovení odolnosti betonu proto karbonataci – Metoda zrychlené karbonatace
- Část 11: Stanovení odolnosti betonu proti chloridům, jednosměrná difúze
- Část 18: Stanovení koeficientu migrace chloridů
- EN 14630 Výrobky a systému pro ochranu a opravy betonových konstrukcí
- Zkušební metody – Stanovení hloubky zasažení karbonatací v zatvrdlém betonu pomocí fenolftaleinové metody
- ČSN 73 1322 Stanovení mrazuvzdornost betonu
- ČSN 73 1326 Stanovení odolnosti povrchu cementového betonu proti působení vody a chemických rozmrazovacích látek

Tabulka F.3.1: Oblast použití cementů podle ČSN EN 197|1 ed.2 pro výrobu betonu podle ČSN P 73 2404

ČSN P 73 2404

Stupeň vlivu prostředí																		
Cementy podle ČSN EN 197-1 ed. 2	bez nebezpečí koroze nebo narušení	Koroze výztuže							Koroze betonu									Slučitelnost s předpínací výztuží
		Koroze způsobená karbonatací				Koroze vlivem chloridů, ne však z mořské vody			Působení mrazu a rozmrazování (mrazové cykly) s rozmrazovacími prostředky nebo bez nich				Chemické působení			Koroze vlivem mechanického působení (obrus)			
	X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2[a)]	XA3[a)]	XM1	XM2	XM3	
CEM I	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CEM II/A, B-S	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CEM II/A-D	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CEM II/A, B-P, Q	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	X	P	X	X	X	X	X	X	0
CEM II/A, B-V	X[f)]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CEM II/A-W	X[f)]	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0
CEM II/B-W	X[f)]	P	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0
CEM II/A, B-T	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
CEM II/A-LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X[b)]	X[b)]	X	X	X	X
CEM II/B-LL	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P[b)]	P[b)]	P	P	P	X
CEM II/A-L	X	X	X	X	X	X	X	X	P	P	P	P	X	X[b)]	X[b)]	X	X	X	X
CEM II/B-L	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P[b)]	P[b)]	P	P	P	X
CEM II/A- M[f),g)]	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P[b)]	P[b)]	P	P	P	0
CEM II/B- M[f),g)]	X	P	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P[b)]	P[b)]	P	P	P	0
CEM III/A	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X[h)]	X	X	X	X	X	X	X
CEM III/B	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X[i)]	X	X	X	X	X	X	X
CEM III/C	X	P	X	P	P	P	X	P	P	P	P	P	X	X	X	P	P	P	0
CEM IV[f),g)]	X	P	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0
CEM V[f),g)]	X	P	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0

EN 197-1 cementy pro jednotlivé stupně vlivu prostředí v ČSN P 73 2404:2024

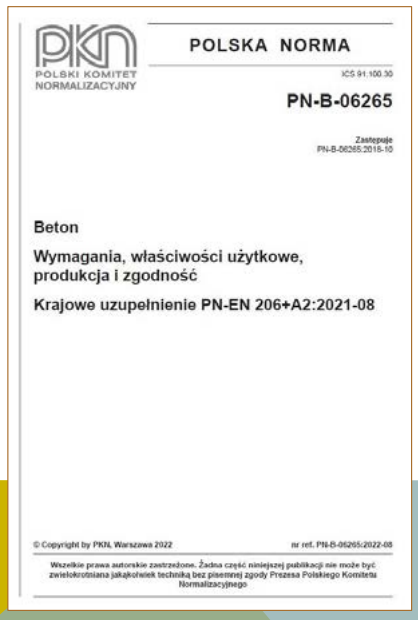
ČSN P 73 2404

Tabulka F.3.2: Oblast použití cementů podle ČSN EN 197-1 (upřesnění pro cementy CEM II/A,B - M se třemi hlavními složkami) a cementy podle ČSN EN 197-5 pro výrobu betonu podle ČSN P 73 2404

Stupeň vlivu prostředí																			
Cementy podle ČSN EN 197-1 ed. 2 a ČSN EN 197-5	Obsahuje slínek a kombinaci dvou dalších uvedených hlavních složek	bez nebezpečí koroze nebo narušení	Koroze výztuže: Koroze způsobená karbonatací				Koroze výztuže: Koroze vlivem chloridů, ne však z mořské vody			Koroze betonu: Působení mrazu a rozmrazování (mrazové cykly) s rozmrazovacími prostředky nebo bez nich				Koroze betonu: Chemické působení			Koroze betonu: Koroze vlivem mechanického působení (obrus)			Slučitelnost s předpínací výztuží
		X0	XC1	XC2	XC3	XC4	XD1	XD2	XD3	XF1	XF2	XF3	XF4	XA1	XA2[a)]	XA3[a)]	XM1	XM2	XM 3	
CEM II/A-M	S-D; S-T; S-LL; D-T; D-LL; T-LL; S-V[f)]; V-T[f)]; V-LL[f)]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X[b)]	X[b)]	X	X	X	X
	S-P; D-P; D-V[f)]; P-V[f)]; P-T; P-LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	X	P	X	X[b)]	X[b)]	X	X	X	X[c)]
CEM II/B-M	S-D; S-T; D-T; S-V[f)]; V-T[f)]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	S-P; D-P; D-V[f)]; P-T; P-V[f)]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	X	P	X	X	X	X	X	X	X[c)]
	S-LL[e)]; V-LL[e)]; T-LL[e)]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	P	P	X	X[b)]	X[b)]	X	X	X	X[c)]
	S-LL; D-LL; P-LL; V-LL[f)]; T-LL	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P[b)]	P[b)]	P	P	P	X[c)]
CEM II/C-M	S-V[e,f)]	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	P	P	X	X	X	X	X	X	X[c)]
	S-LL	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	P	P	X	X[b)]	X[b)]	X	X	X	X[c)]
	V[e,f)]-LL	X	X	X	P	P	X	P	P	X	P	P	P	X	X[b)]	X[b)]	P	P	P	X[c)]
	S-W[e,f)]	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P[b)]	P[b)]	P	P	P	0
	P-W[e]	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	0
	W[e,f)]-LL	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P[b)]	P[b)]	P	P	P	0
	V[e,f)]-D, V[e,f)]-P, Q-LL, P-LL	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P[b)]	P[b)]	P	P	P	0
CEM IV/B	(P[h)])	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	X	P	X	X	X	X	P	P	0
CEM V/A, B	(S-P[i)])	X	X	X	X	X	X	X	X	X	P	X	P	X	X	X	X	P	P	0
CEM VI	S-V[e)]	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	X	X	X	P	P	P	0
	S-LL	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P[b)]	P[b)]	P	P	P	0
	S-P	X	X	X	P	P	P	P	P	P	P	P	P	X	X	X	P	P	P	0

EN 197-1 a EN 197-5 cementy (se třemi hlavními složkami) pro jednotlivé stupně vlivu prostředí dle ČSN P 73 2404:2024

Polsko schválilo národní dodatkovou normu k EN 206+A2



POLSKA NORMA

ICS 91.100.30

PN-B-06265

Zastępuje PN-B-06265:2018-10

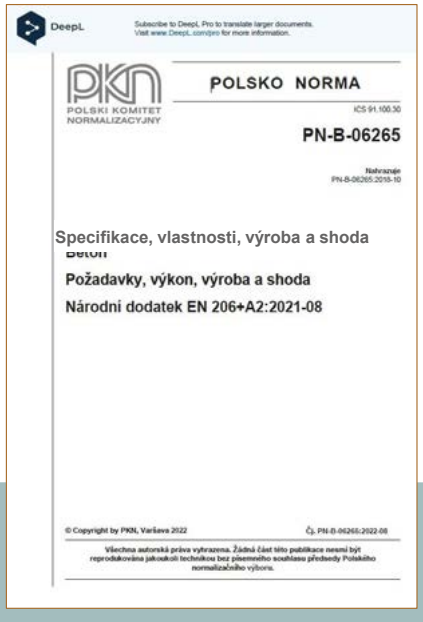
Beton

Wymagania, właściwości użytkowe, produkcja i zgodność

Krajowe uzupełnienie PN-EN 206+A2:2021-08

© Copyright by PKN, Warszawa 2022 nr ref. PN-B-06265:2022-08

Wszelkie prawa autorskie zastrzeżone. Żadna część niniejszej publikacji nie może być zwielokrotniana jakąkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego



DeepL Subscribe to DeepL Pro to translate larger documents. Visit www.DeepL.com/pro for more information.

POLSKO NORMA

ICS 91.100.30

PN-B-06265

Nahrazuje PN-B-06265:2018-10

Specifikace, vlastnosti, výroba a shoda

Požadavky, výkon, výroba a shoda

Národní dodatek EN 206+A2:2021-08

© Copyright by PKN, Varšava 2022 Čj. PN-B-06265:2022-08

Všechna autorská práva vyhrazena. Žádná část této publikace nesmí být reprodukována jakoukoli technikou bez písemného souhlasu předsedy Polského normalizačního výboru.

Specifikace kritérií trvanlivosti betonu pro daný stupeň vlivu prostředí a jejich následné ověření předepsanými zkušebními postupy může přispět k ekonomicky a environmentálně lepšímu řešení použití betonu ve stavbách.

Table 6.3 (NDP) — Minimum concrete cover $c_{min,dur}$ for carbon reinforcing steel — Carbonation

ERC	Exposure class (carbonation)							
	XC1		XC2		XC3		XC4	
	Design service life (years)							
	50	100	50	100	50	100	50	100
XRC 0,5	10	10	10	10	10	10	10	10
XRC 1	10	10	10	10	10	15	10	15
XRC 2	10	15	10	15	15	25	15	25
XRC 3	10	15	15	20	20	30	20	30
XRC 4	10	20	15	25	25	35	25	40
XRC 5	15	25	20	30	25	45	30	45
XRC 6	15	25	25	35	35	55	40	55
XRC 7	15	30	25	40	40	60	45	60

NOTE 1 XRC classes for resistance against corrosion induced by carbonation are derived from the carbonation depth [mm] (characteristic value 90 % fractile) assumed to be obtained after 50 years under reference conditions (400 ppm CO_2 in a constant 65 %-*RH* environment and at 20 °C). The designation value of XRC has the dimension of a carbonation rate [mm/$\sqrt{}$(years)].

NOTE 2 The recommended minimum concrete cover values $c_{min,dur}$ assume execution and curing according to EN 13670 with at least execution class 2 and curing class 2.

NOTE 3 The minimum covers can be increased by an additional safety element $\Delta c_{dur,\gamma}$ considering special requirements (e.g. more extreme environmental conditions).

Hodnoty pro třídy s.v.p. XRC vycházejí z výsledků zkoušek hloubky karbonatace podle EN 12390-10

Table 6.4 (NDP) — Minimum concrete cover $c_{min,dur}$ for carbon reinforcing steel — Chlorides

ERC	Exposure class (chlorides)											
	XS1		XS2		XS3		XD1		XD2		XD3	
	Design service life (years)						Design service life (years)					
	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100	50	100
XRDS 0,5	20	20	20	30	30	40	20	20	20	30	30	40
XRDS 1	20	25	25	35	35	45	20	25	25	35	35	45
XRDS 1,5	25	30	30	40	40	50	25	30	30	40	40	50
XRDS 2	25	30	35	45	45	55	25	30	35	45	45	55
XRDS 3	30	35	40	50	55	65	30	35	40	50	55	65
XRDS 4	30	40	50	60	60	80	30	40	50	60	60	80
XRDS 5	35	45	60	70	70	—	35	45	60	70	70	—
XRDS 6	40	50	65	80	—	—	40	50	65	80	—	—
XRDS 8	45	55	75	—	—	—	45	55	75	—	—	—
XRDS 10	50	65	80	—	—	—	50	65	80	—	—	—

NOTE 1 XRDS classes for resistance against corrosion induced by chloride ingress are derived from the depth of chlorides penetration [mm] (characteristic value 90 % fractile), corresponding to a reference chlorides concentration (0,6 % by mass of binder (cement + type II additions)), assumed to be obtained after 50 years on a concrete exposed to one-sided penetration of reference seawater (30 g/l NaCl) at 20 °C. The designation value of XRDS has the dimension of a diffusion coefficient [10^{-12} m^2/s].

NOTE 2 The recommended minimum concrete cover values $c_{min,dur}$ assume execution and curing according to EN 13670 with at least execution class 2 and curing class 2.

NOTE 3 The minimum covers can be increased by an additional safety element $\Delta c_{dur,\gamma}$ considering special requirements (e. g. more extreme environmental conditions).

Hodnoty pro třídy s.v.p. XRDS vycházejí z výsledků zkoušek difuze chloridů podle EN 12390-11

Working Draft 14 EN 206 Part 100 Exposure Resistance Classes

XC1, 2, 3, 4
→ XRC 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 9, 12

XD1, 2, 3, ; XS1, 2, 3
→ XRDS 0,5, 1, 1,5, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 15, 25, 50

1 Zulassungsgegenstand und Verwendungsbereich

1.1 Zulassungsgegenstand

Der Zulassungsbescheid erstreckt sich auf Beton nach DIN EN 206-1[1] in Verbindung mit DIN 1045-2[2] unter Verwendung von Portlandkompositzement CEM II/B-M (S-LL) (az) "Burglengenfeld", der nach DIN EN 197-1[3] hergestellt, überwacht und zertifiziert sein muss.

Für die Verwendung des Portlandkompositzement CEM II/B-M (S-LL) (az) "Burglengenfeld" gelten die in Anlage 1 zusammengestellten Produktmerkmale, die durch die Leistungserklärung nach EU-BauPVO und die zugehörige Technische Dokumentation nachgewiesen sein müssen.

1.2 Verwendungsbereich

1.2.1 Beton, Stahlbeton und Spannbeton nach DIN EN 206-1[1] in Verbindung mit DIN 1045-2[2] mit dem Portlandkompositzement CEM II/B-M (S-LL) (az) "Burglengenfeld" darf unter den Bedingungen dieser allgemeinen bauaufsichtlichen Zulassung in folgenden Expositionsklassen verwendet werden:

X0
XC1 bis XC4,
XD1 bis XD3, XS1 bis XS3,
XF1 bis XF4,
XA1 bis XA3[4],
XM1 bis XM3

Allgemeine bauaufsichliche Zulassung - General technical approval

Karbonatace ČSN EN 12390

Část 10: Stanovení odolnosti betonu proti karbonataci při atmosférické koncentraci oxidu uhličitého

Měření se provádí na sadě vzorků ve stáří 3 - 6 - 12 měsíců (alternativně 24 měsíců)



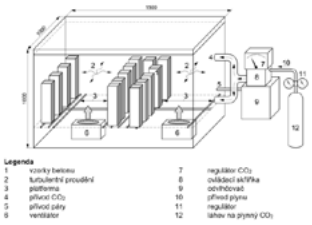
Komora s řízenou klimatizací



Uložení v přirozeném prostředí

Část 12: Stanovení odolnosti betonu proti karbonataci – Metoda zrychlené karbonatace

Vzorky se uloží do zkušební komory s koncentrací oxidu uhličitého (3,0±0,5) % objemu v obvyklých podmínkách (1013 mbar při 25 °C), teplotě (20±2) °C, relativní vlhkosti (57±3) % po dobu až 70 dní





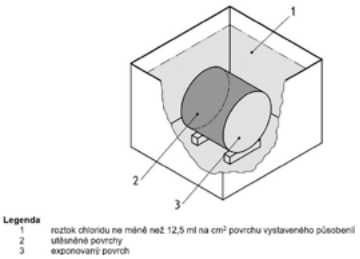
Výsledek zkoušky
rychlost karbonatace vyjádřená jako
mm/√a
(a – doba expozice v rocích)

Výsledek zkoušky
Měřeními na vzorcích provedenými ve stanovených časech se stanoví rychlost karbonace vyjádřená v mm/√den

Difuze chloridů ČSN EN 12390

Část 11: Stanovení odolnosti betonu proti chloridům, jednosměrná difuze

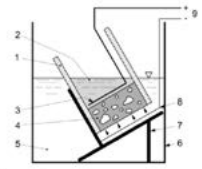
Vzorek se uloží do 3% roztoku NaCl na dobu 90 dní, Poté se z něho obrousí stanovený počet rovnoběžných vrstev ve kterých se stanoví obsah chloridů.

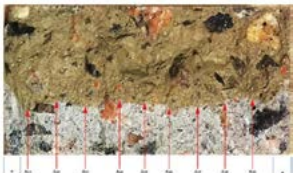


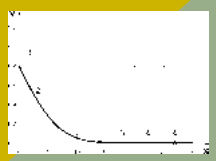
Uložení vzorku v roztoku NaCl

Část 18: Stanovení koeficientu migrace chloridů

Vzorek se umístí v pryžovém pouzdru do nádoby mezi dva roztoky anolyt (například 0,2 N KOH) a katolyt (například referenční 5 % roztok NaCl - 50 g NaCl na 950 g 0,2 N KOH). Nucený pohyb iontů do vzorku je iniciován stejnosměrným el. Proudem.







Výsledek zkoušky
Pomocí nelineární analýzy se stanoví obsah chloridu v exponovaném povrchu (C_s) a koeficient nerovnoměrné difuze chloridů (D_{nss})

Výsledek zkoušky
Koeficient migrace chloridů vypočítaný na základě naměřené hloubky průniku, velikosti aplikovaného napětí a dalších parametrů.

Časová náročnost provádění nových zkoušek odolnosti betonu proti karbonataci a difuzi chloridů

		doba trvání ve dnech (bez vyhodnocení a protokolu)							
		výroba těles	uložení	příprava vzorků	1. měření	2. měření	3. měření	Celkem dnů (min.)	
ČSN EN 12390-10 karbonatace	Komora	2	27		92	92	181	394	možno prodloužit o dalších 365 dní
	Volné uložení	2	2 - 4 - 7					369-371-374	
ČSN E 12390-11 chloridy	uložení v roztoku	2	28	2	90	-	-	122	možnost prodlužovat v 90 denních intervalech
ČSN E 12390-12 karbonatace zrychlená	Zkušební komora	2	28	14	2	5	63	100	nedá se použít v případě hloubky karbonatace ≤ 4 mm
ČSN E 12390-18 chloridy koeficient migrace	Migrační komora	2	28	1	1 - 7			31 - 37	
Kvalita vrstvy	Torrent permeability tester	2	28	1	1	volitelné		32 - ..	vhodné pro srovnávací zkoušky

Zkoušky dle ČSN EN 12390 - 10, 11, 12 a 18
nejsou prozatím zkušebními laboratořemi v ČR zavedeny

Cement – změna systému použití cementu do betonu v ČSN EN 206+A2

- **Stávající systém**

- **prokazování shody pro cementy přímo nepoznačené pro obecné použití zajišťuje <u>výrobce betonu</u>**
- **velký počet betonáren, aktuálně je v ČR 462 betonáren, a z toho plynoucích počet možných kombinací základních materiálů**
- **náročnost na počet zkoušek**
- **deklarace obecného použití**

- **Připravovaný systém**

- **prokazování shody cementy přímo nepoznačené pro obecné použití zajišťuje <u>výrobce cementu</u>, aktuálně je 6 výroben v ČR**
- **musí být vypracován systém zkoušek a metodika posuzování**
- **výrobek (cement) získá schválení pro obecné použití**
- **zjednoduší se provádění PZ výrobci betonu**

Systém je používán v okolních zemích EU

Cement – změna systému použití cementu do betonu v ČSN EN 206+A2

Nově připravovaný postup pro ČSN EN 206+A2 a ČSN P 73 2404

Cementy dle ČSN EN 197-1
ČSN P 73 2404
Tabulka F3.1

Cementy dle ČSN EN 197-5 a dle ČSN EN 197-1 se třemi hlavními složkami
ČSN P 73 2404
Tabulka F3.2

X
Použitelný pro daný stupeň vlivu prostředí

P
Použitelnost cementu do betonu vůči s.v.p. musí být prokázána **výrobcem cementu** příslušným postupem

0
Použití pro daný stupeň vlivu prostředí není obecně prokázáno

DĚKUJEME ZA POZORNOST



Ing. Vladimír Veselý
Svaz výrobců betonu ČR

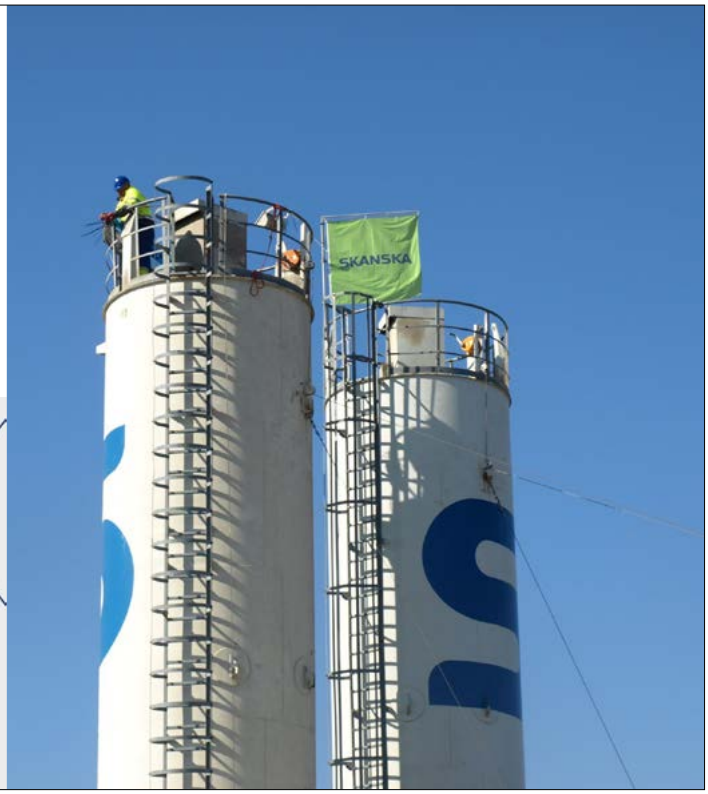
Ing. Jan Gemrich
Svaz výrobců cementu ČR

SVC ČR A SVB ČR 2024

SKANSKA

Nové cementy a jejich vhodnost pro CB kryty

Ladislav Vysloužil, Bohuslav Slánský,
Vít Šmilauer, Rudolf Hela, Jiří Hlavatý
6.11.2024



Obsah prezentace

- Ověření nových cementů pro betony CBK (výzkumný úkol ŘSD)
- Grant LCBK – přehled dosavadních výsledků
- Příprava nového silničního cementu CEM II/A-S 42,5 N Mokrá
- Zkušenosti s novým silničním cementem

ČVUT ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA stavební ústav technologie stavebních hmot a dílců

SKANSKA

ŘSD ČR ŘEDITELSTVÍ SILNIC A DÁLNIC ČR

Heidelberg Materials

SVAZ VÝROBCŮ CEMENTU ČR

Ověření nových cementů pro betony CBK (výzkumný úkol ŘSD)

Vybrané cementy:

Českomoravský cement – závod Mokrá

- **CEM I 42,5 R (sc)**
- **CEM II/A-S 42,5 R**
- **CEM II/A-S 42,5 N (testovací vzorek)**
- **CEM II/B-S 32,5 R (testovací vzorek)**

Českomoravský cement – závod Radotín

- **CEM II/A-LL 42,5 R**
- **CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N**

Cement Hranice

- **CEM II/B-M 42,5 N (S-LL)**
- **CEM II/C-M (S-LL) 42,5 N**
- **CEM III/A 42,5 N**



Realizace 2022

Základní normové zkoušky cementů

Cement a výrobce	Složení	Blaine (m^2/kg)	Vicat konec tuhnutí (h:m)	Pevnost v tlaku 2 d (MPa)	Pevnost v tlaku 28 d (MPa)	Na_2O (%)	K_2O (%)
*CEM I 42.5 R (sc) Mokrá	-	263	8:05	25.5	57.4	0.12	0.76
CEM II/A-S 42.5 R Mokrá	~15% struska	457	7:25	24.6	59.4	0.15	0.75
*CEM II/A-S 42.5 N Mokrá	15.5% struska	343	8:00	17.4	51.7	0.18	0.84
*CEM II/B-S 32.5 R Mokrá	29.2% struska	331	9:10	13.4	46.5	0.26	0.67
CEM II/A-LL 42.5 R Radotín	13.4% vápenec	460	6:40	30.7	56.2	0.08	0.62
CEM II/B-M (S-LL) 42.5 N Radotín	18.8% struska, 14.4% vápenec	391	8:10	21.9	49.5	0.15	0.74
CEM II/B-M (S-LL) 42.5 N Hranice	15% struska, 15% vápenec	403	6:30	21.0	49.3	0.18	0.76
CEM II/C-M (S-LL) 42.5 N Hranice	25% struska, 16% vápenec	516	6:05	19.8	50.8	0.26	0.79
CEM III/A 42.5 N Hranice	55% struska	408	6:40	15.2	55.2	0.27	0.62

Zkoušky cementů, cementových past a malt

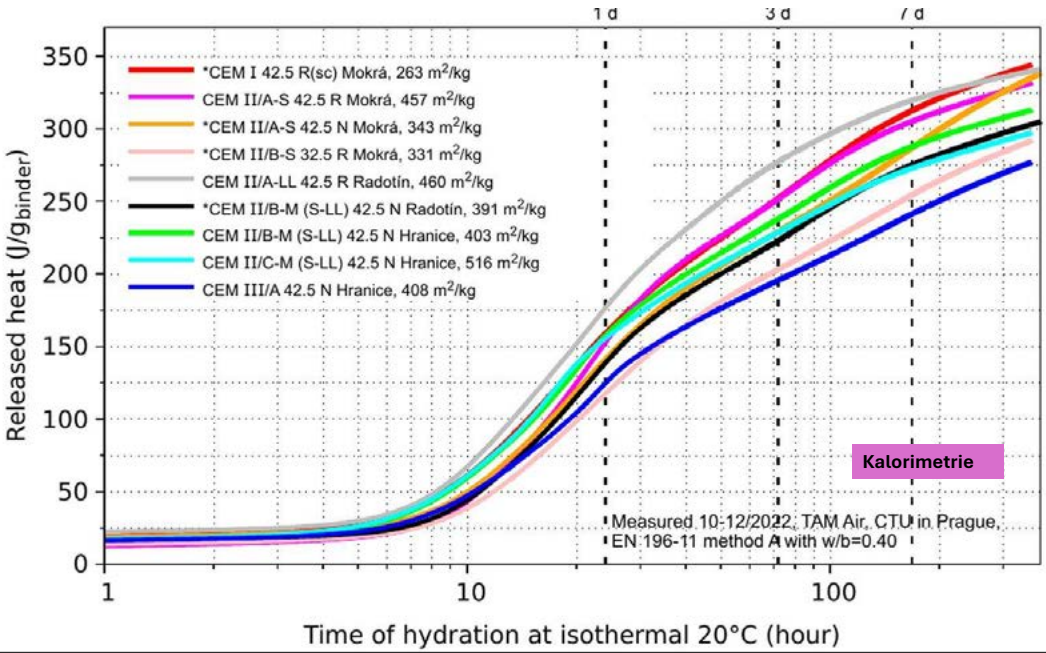
- ČVUT – prof. Vít Šmilauer

  - Izotermální kalorimetrie
  - Měření na smršťujících prstencích
  - Autogenní smrštění
  - Smrštění při vysychání
  - Pevnosti, doby tuhnutí cementu

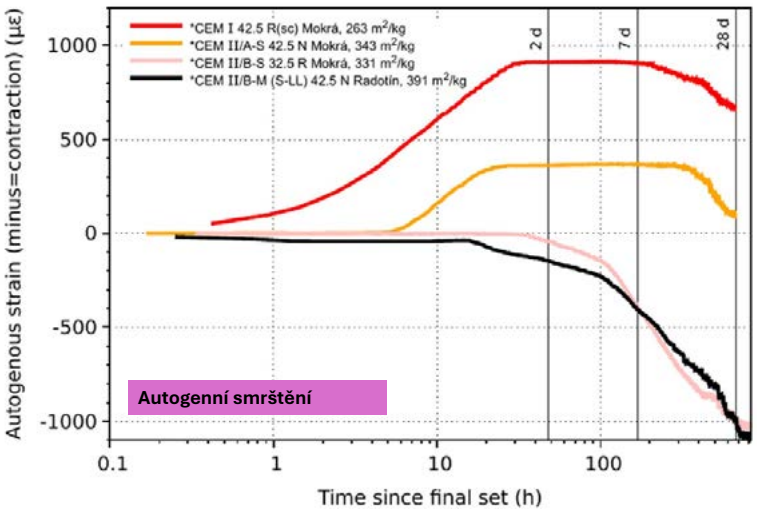
- Ing. Zdeněk Nevosád
  - Koláčková zkouška (nenormová zkouška)



Cementy - výsledky



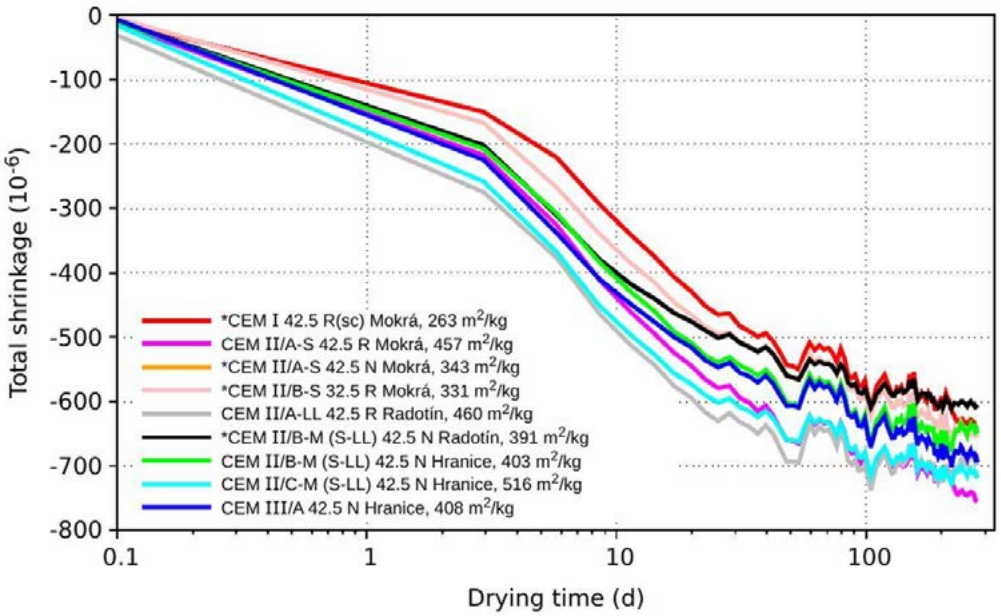
Cementy - výsledky



Autogenní smrštění



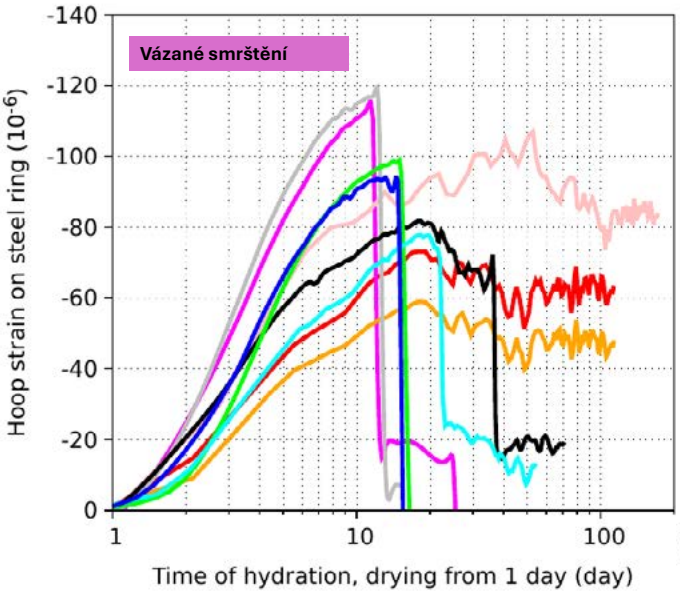
Cementy - výsledky



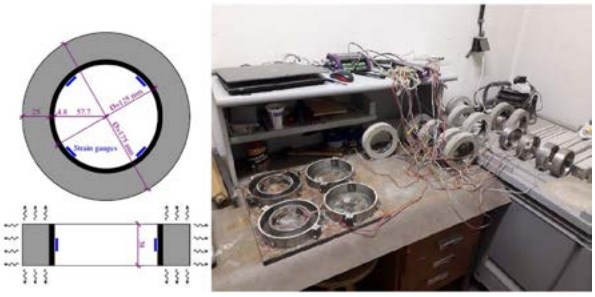


Celkové smrštění

Cementy - výsledky



- *CEM I 42.5 R(sc) Mokrá, 263 m^2/kg
- CEM II/A-S 42.5 R Mokrá, 457 m^2/kg
- *CEM II/A-S 42.5 N Mokrá, 343 m^2/kg
- *CEM II/B-S 32.5 R Mokrá, 331 m^2/kg
- CEM II/A-LL 42.5 R Radotín, 460 m^2/kg
- *CEM II/B-M (S-LL) 42.5 N Radotín, 391 m^2/kg
- CEM II/B-M (S-LL) 42.5 N Hranice, 403 m^2/kg
- CEM II/C-M (S-LL) 42.5 N Hranice, 516 m^2/kg
- CEM III/A 42.5 N Hranice, 408 m^2/kg



Cementy - výsledky







Cement a výrobce	Kalorimetrie	Vysychání hranoly 30x30x500, 10 dní (με)	Doba porušení prstence (d)	Koláčková zkouška
*CEM I 42.5 R (sc) Mokrá	Vyhovuje	-320	>115	Vyhovující (#6)
CEM II/A-S 42.5 R Mokrá	Ne	-430	8	Podmíněně vyhovující (#8)
*CEM II/A-S 42.5 N Mokrá	Vyhovuje	-	>118	Podmíněně vyhovující (#9)
*CEM II/B-S 32.5 R Mokrá	Vyhovuje	-360	>170	Vyhovující (#3)
CEM II/A-LL 42.5 R Radotín	Ne	-460	8	Objemově nestálý – trhliny (#1)
*CEM II/B-M (S-LL) 42.5 N Radotín	Vyhovuje	-400	>35	Téměř vyhovující (#5)
CEM II/B-M (S-LL) 42.5 N Hranice	Ne	-410	14	Téměř vyhovující (#4)
CEM II/C-M (S-LL) 42.5 N Hranice	Ne	-470	23	Podmíněně vyhovující (#2)
CEM III/A 42.5 N Hranice	Ne	-480	10	Objemově nestálý – trhliny (#7)



Vhodnost cementů na základě předchozích testů:

Výrobce	Zkratka	Druh cementu	Výroba	Jemnost Blaine (m²/kg)	C3A slínek (%) (<8%)	Koláčková zkouška (Ing. Z. Nevosád)	Prstence - doba porušení (>4(	Kalorimetrie	Vysychání hranoly 30x30x500, 10 dní	Autogenní smrštění (v/c=0.40)	Vicat počátek (v/c=0.40), minut	Vicat konec (v/c=0.40), minut
Mokrá	CMP	CEM I 42,5 R (sc)	12.8.2022	263	6.1	**Vyhovující (#6)**	**>115**	**Vyhovuje**	-320 με	700 με @ 28 d	365	485
Mokrá	CMAS1	CEM II/A-S 42,5 R	12.8.2022	457	6.74	Podmíněně vyhovující (#8)	8	NE	-430 με		375	445
Mokrá	CMAS2	CEM II/A-S 42,5 N	11.10.2022	343	6.9	**Podmíněně vyhovující (#9)**	**>118**	**Vyhovuje**	-	100 με @ 28 d	385	480
Mokrá	CMBS	CEM II/B-S 32,5 R	8.8.2022	331	6.8	**Vyhovující (#3)**	**>170**	**Vyhovuje**	-360 με	-1000 με @ 28 d	460	550
Radotín	CRA	CEM II/A-LL 42,5 R	10.8.2022	460	8.2	Objemově nestálý – trhliny (#1)	8	NE	-460 με		335	400
Radotín	CRB	CEM II/B-M (S-LL) 42,5 I	10.8.2022	391	8.2	**Téměř vyhovující (#5)**	**35**	**Vyhovuje**	-400 με	-1000 με @ 28 d	410	490
Hranice	CHBM	CEM II/B-M (S-LL) 42,5 I	5.9.2022	403	7.4	**Téměř vyhovující (#4)**	14	NE	-410 με		330	390
Hranice	CHCM	CEM II/C-M (S-LL) 42,5 I	4.10.2022	516	9.78	Podmíněně vyhovující (#2)	23	NE	-470 με		290	365
Hranice	CH3A	CEM III/A 42,5 N	5.9.2022	408	13.2	Objemově nestálý – trhliny (#7)	10	NE	-480 με		355	400

11

Návrh receptur betonu, zkoušky betonů, optimalizace receptur

8 receptur = 4 perspektivní cementy x 2 varianty (SV+HV) +1 nevhodný cement dodatečně

- Objemová hmotnost ČB v čase
- Obsah vzduchu v čase
- Konzistence v čase (zpracovatelnost)
- Pevnost v tlaku 2, 7, 28, 60 dnů
- Pevnost v příčném tahu, pevnost v tahu ohybem
- CHRL – A, 150cyklů
- Smršťování v čase (zařízení viz. obrázek)
- Mrazuvzdornost 150c
- Statický modul pružnosti

- *Umístění vzorků do reálných podmínek vozovky*



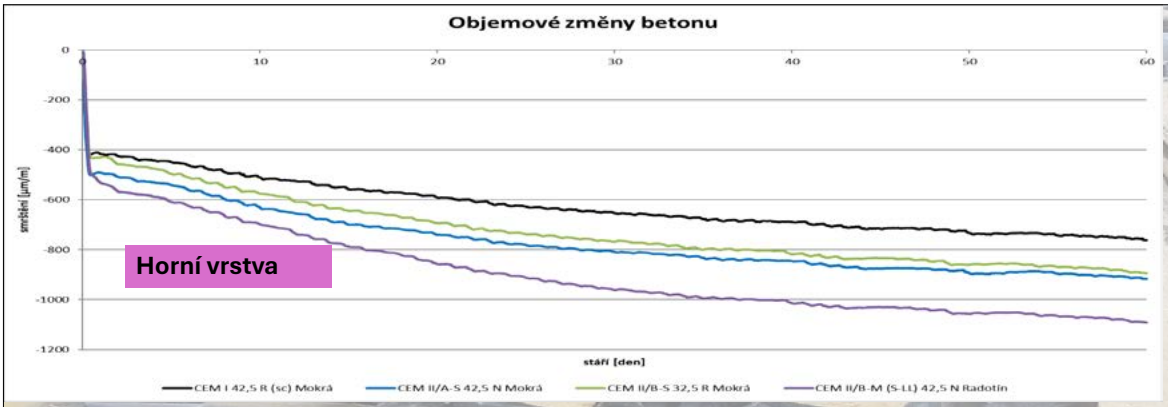


Receptura - CB I spodní	CEM I 42,5 R (sc) Mokrá	CEM II/A-S 42,5 N Mokrá	CEM II/B-S 32,5 R Mokrá	CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N Radotín
Parametry ČB				
Teplota ČB [°C]	15,7	17,4	14,6	15,0
Sednutí - 5 minut [mm]	**20**	**40**	**40**	**40**
Sednutí - 60 minut [mm]	20	30	30	30
Obsah vzduchu v ČB - 5 minut [%]	**5,2**	**5,1**	**5,0**	**4,8**
Obsah vzduchu v ČB - 60 minut [%]	5,1	5,0	4,9	4,8
OH ČB - 5 minut [kg/m³]	2280	2260	2280	2270
OH ČB - 60 minut [kg/m³]	2290	2300	2300	2290
Parametry ZB				
OH ZB - 2D [kg/m³]	2300	2280	2310	2260
Pevnost v tlaku - 2D [MPa]	22,2	15,5	9,8	11,7
OH ZB - 7D [kg/m³]	2290	2300	2300	2280
Pevnost v tlaku - 7D [MPa]	33,1	25,8	20,5	27,4
OH ZB - 28D [kg/m³]	2310	2310	2310	2270
Pevnost v tlaku - 28D [MPa]	**44,5**	**40,8**	**37,1**	**36,8**
OH ZB - 60D [kg/m³]	2320	2340	2300	2290
Pevnost v tlaku - 60D [MPa]	**47,5**	**56,8**	**47,6**	**44,5**
Pevnost v příčném tahu - 28D [MPa] (krychle 150 mm)	**3,75**	**3,70**	**3,30**	**3,35**
Pevnost v tahu ohybem - 28D [MPa] (Trámec 100/100/400)	**6,3**	**5,4**	**4,6**	**5,3**
Modul pružnosti - 28D [GPa] (Trámec 100/100/400)	31,9	28,5	27,3	28,3
Mrazuvzdornost T150 [%] (změna hmotnosti/index v ohybu/index v tlaku)	-0,17/1,02/1,13	-0,28/1,16/1,21	-0,28/1,08/1,14	-0,40/1,23/1,24
CHRL A 25 c - 28D [g/m²]	89,3	98,7	141,6	86,7
CHRL A 50 c - 28D [g/m²]	132,7	183,4	364,2	275,0
CHRL A 75 c - 28D [g/m²]	172,4	362,6	660,2	560,9
CHRL A 100 c - 28D [g/m²]	217,4	570,3	998,7	867,7
CHRL A 125 c - 28D [g/m²]	320,4	1146,0	1490,9	1253,4
CHRL A 150 c - 28D [g/m²]	**420,7**	**1598,2**	**2100,1**	**1633,2**
Smrštění - 28D [mm/m]	0,246	0,318	0,385	0,480
Smrštění - 60D [mm/m]	0,357	0,433	0,497	0,590

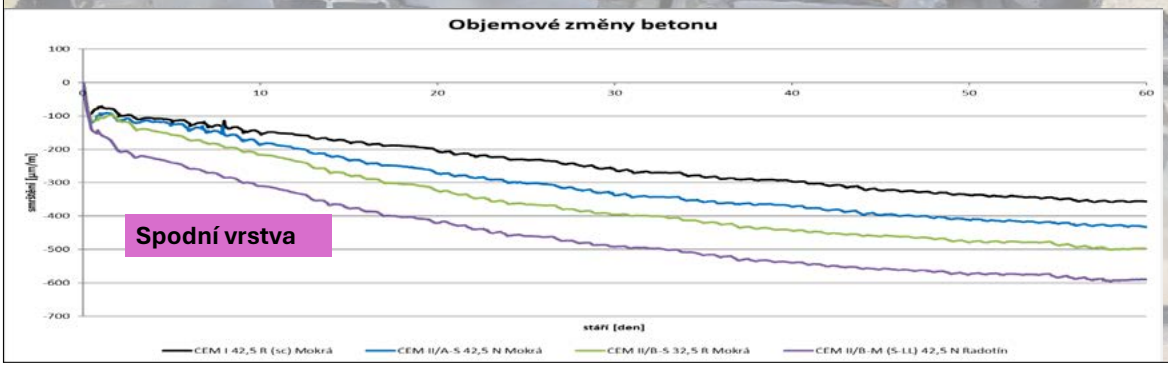
Spodní vrstva

Receptura - CB I horní	CEM I 42,5 R (sc) Mokrá	CEM II/A-S 42,5 N Mokrá	CEM II/B-S 32,5 R Mokrá	CEM II/B-M (S-LL) 42,5 N Radotín	CEM II/A-LL 42,5 R Radotín
Parametry ČB					
Teplota ČB [°C]	33,1	33,6	34,0	33,2	20,4
Sednutí - 5 minut [mm]	**20**	**30**	**30**	**40**	**40**
Sednutí - 60 minut [mm]	5	0	0	20	20
Obsah vzduchu v ČB - 5 minut [%]	**5,6**	**6,0**	**5,3**	**5,7**	**6,5**
Obsah vzduchu v ČB - 60 minut [%]	4,7	1,6	3,2	4,3	6,3
OH ČB - 5 minut [kg/m³]	2400	2380	2380	2350	2340
OH ČB - 60 minut [kg/m³]	2440	2440	2450	2400	2380
Parametry ZB					
OH ZB - 2D [kg/m³]	2420	2460	2440	2410	2310
Pevnost v tlaku - 2D [MPa]	28,1	21,1	13,8	17,8	19,2
OH ZB - 7D [kg/m³]	2430	2460	2450	2420	2340
Pevnost v tlaku - 7D [MPa]	44,4	38,4	30,5	36,6	34,7
OH ZB - 28D [kg/m³]	2420	2470	2450	2420	2390
Pevnost v tlaku - 28D [MPa]	**52,5**	**57,1**	**48,6**	**48,5**	**47,6**
OH ZB - 60D [kg/m³]	2420	2460	2450	2420	2420
Pevnost v tlaku - 60D [MPa]	**57,2**	**65,7**	**59,1**	**52,8**	**51,1**
Pevnost v příčném tahu - 28D [MPa] (krychle 150 mm)	**4,20**	**4,15**	**3,80**	**3,70**	**3,40**
Pevnost v tahu ohybem - 28D [MPa] (Trámec 100/100/400)	**7,1**	**7,0**	**7,1**	**7,3**	**5,5**
Modul pružnosti - 28D [GPa] (Trámec 100/100/400)	36,5	34,1	33,4	31,9	32,7
Mrazuvzdornost T150 [%] (změna hmotnosti/index v ohybu/index v tlaku)	-0,13/0,90/1,13	-0,18/1,04/1,17	-0,17/1,00/1,15	+0,41/1,11/1,06	1,1
CHRL A 25 c - 28D [g/m²]	54,8	124,2	104,3	185,2	360,6
CHRL A 50 c - 28D [g/m²]	86,0	221,7	286,6	570,3	948,0
CHRL A 75 c - 28D [g/m²]	113,0	316,0	549,3	1016,3	1628,4
CHRL A 100 c - 28D [g/m²]	152,8	439,2	868,6	1549,7	2198,6
CHRL A 125 c - 28D [g/m²]	187,0	537,9	1130,5	1958,0	2836,7
CHRL A 150 c - 28D [g/m²]	**240,8**	**689,4**	**1474,9**	**2307,5**	**3419,4**
SF - A [%]	7,30	5,80	6,07	5,66	-
SF - A300 [%]	4,00	3,46	3,16	3,33	-
SF - L [mm]	**0,15**	**0,17**	**0,18**	**0,18**	-

Horní vrstva

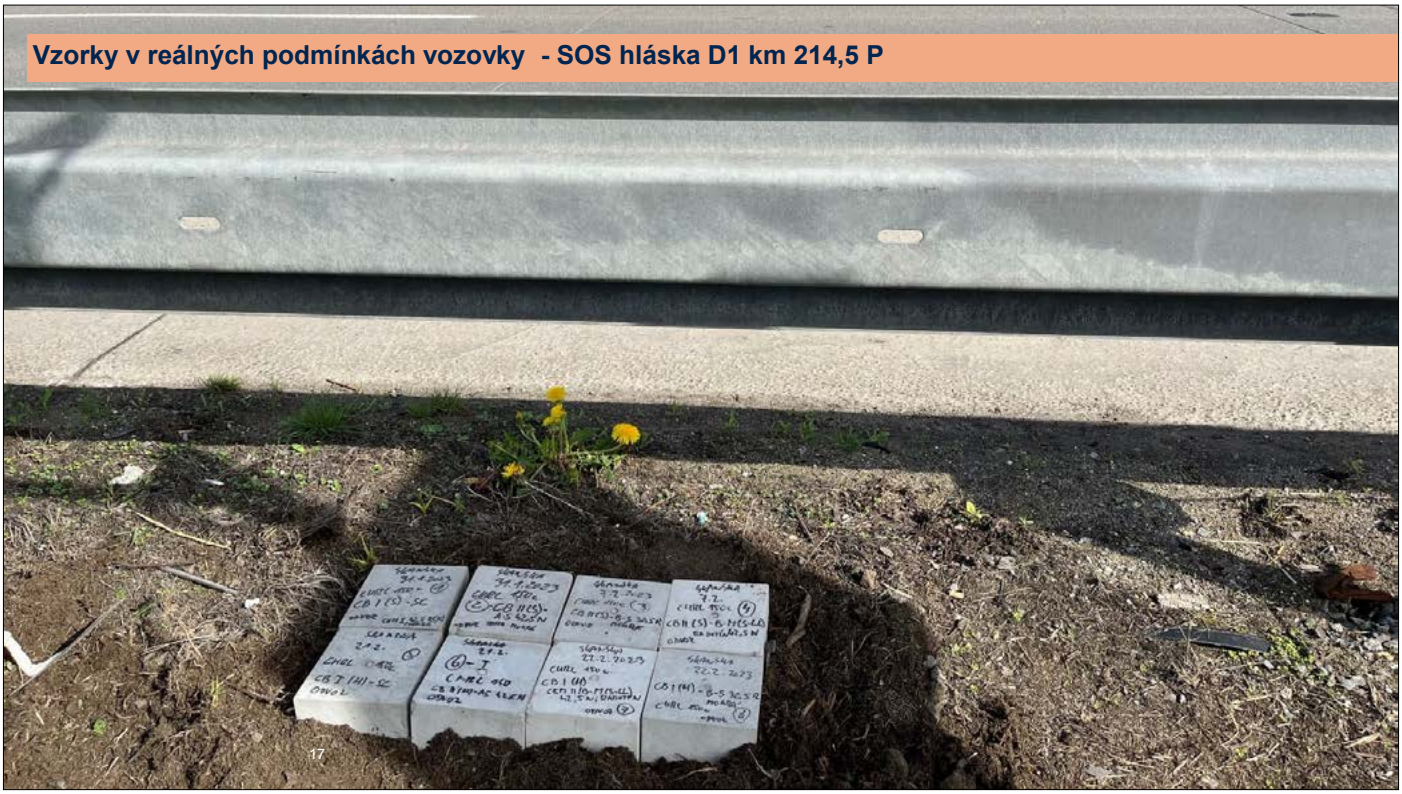


Spodní vrstva





Vzorky v reálných podmínkách vozovky - SOS hláska D1 km 214,5 P



17

Závěry z výzkumného úkolu:

Nejlepší výsledky dosahovali hruběji mleté cementy v kombinaci s použitím vysokopecní granulované jemně mleté strusky do 35%.

Doporučení nepoužívat vápencové cementy.

Modifikovat zkoušku stanovení mrazuvzdornosti betonu a porovnávat zmrazovanou sadu s referenční sadou ve stejném stáří.

18

Výzkumný program DOPRAVA 2020+

Název projektu: **Vývoj nízkouhlíkových trvanlivých cementobetonových krytů vozovek (LCBK)**

Kód projektu:CK04000162

Realizace 01/2023-12/2025

Účastníci: Výzkumný ústav maltovin Praha s.r.o., Vysoké učení technické v Brně, Skanska a.s.

T A
Č R

Výzkumný program DOPRAVA 2020+

Přehled dosavadních výsledků betonů CB I

	CEM III/A 42,5 N Hranice						CEM I 42,5 R (ra) Prachovice						CEM II/A-S 42,5 N (sc) Mokrá						CEM II/B-S 20% strusky			CEM II/B-S 30% strusky		
	SV-1	SV-2	SV-3	HV-1	HV-2	HV-3	SV-1	SV-2	SV-3	HV-1	HV-2	HV-3	SV-1	SV-2	SV-3	HV-1	HV-2	HV-3	HV-1	HV-2	HV-3	HV-1	HV-2	HV-3
Konzistence (mm)	30	44	17	30	50	20	17	25	30	29	40	35	10	15	15	35	40	40	22	60	30	60	30	60
Konzistence 60min. (mm)	x	25	x	x	12	x	x	x	x	x	6	x	x	x	0	5	x	x	x	10	x	10	x	x
Teplota ČB (°C)	*x*	*24*	*24,2*	*22,8*	*22,5*	*22,5*	*24,7*	*26*	*25,6*	*26*	*25,7*	*26,6*	*30,4*	*30,2*	*30,2*	*30,7*	*30*	*29,8*	*26,4*	*26,1*	*26,1*	*25,6*	*25,6*	*24*
Vzduch ČB (%)	4,4	5,5	4,3	5,6	8	4,5	4,5	4,4	6,5	5	7,8	5,2	3,6	4,4	4,7	6,7	6	5,9	4,7	7,4	4,2	6,2	5,1	5,9
Vzduch ČB 60min. (%)	x	5,1	x	x	5,3	x	x	x	x	x	3,6	x	x	x	3	5,4	x	x	x	4,3	x	3,9	x	x
Objemovka 2d (kg/m-3)	2340	2320	2360	2400	2440	2450	2280	2280	2280	2430	2410	2400	2310	2310	2310	2350	2360	2360	2410	2410	2410	2410	2420	2400
		2340			**2430**			**2280**			**2410**			**2310**			**2360**			**2410**			**2410**	
Objemovka 7d (kg/m-3)	2330	2320	2350	2390	2420	2430	2290	2330	2290	2420	2430	2380	2350	2360	2340	2370	2390	2410	2420	2430	2410	2440	2430	2390
		2330			**2410**			**2300**			**2410**			**2350**			**2390**			**2420**			**2420**	
Objemovka 28d (kg/m-3)	2340	2350	2340	2400	2430	2450	2290	2300	2280	2430	2420	2390	2370	2330	2350	2370	2410	2420	-	-	-	-	-	-
		2340			**2430**			**2290**			**2410**			**2350**			**2400**			-			-	
Objemovka 60d (kg/m-3)	2340	2320	2350	2430	2430	2460	2290	2300	2260	2420	2430	2400	2380	2360	2330	2380	2410	2440	-	-	-	-	-	-
		2340			**2440**			**2280**			**2420**			**2350**			**2410**			-			-	
Pevnost v tlaku 2d (MPa)	15,3	15,2	17,8	15,2	15,8	16,3	25,2	26,6	26,6	31,7	29,8	30,7	26,2	22,7	24,4	22,2	21,3	20,3	26,1	26,7	25,6	23,1	24,4	21,6
		16,1			**15,8**			**26,1**			**30,7**			**24,4**			**21,3**			**26,1**			**23**	
Pevnost v tlaku 7d (MPa)	29,3	29,1	32,6	30,3	30,5	32,3	33,4	37,8	36,8	43	45,4	41,4	39,4	38,5	37,9	38,1	37,9	38,9	38	39,9	37,8	36,5	38,6	32,8
		30,3			**31**			**36**			**43,3**			**38,6**			**38,3**			**38,6**			**36**	
Pevnost v tlaku 28d (MPa)	45	47,1	53,2	52,5	54,8	57,3	39,8	42,2	42,6	51,2	53	51,8	53	49,4	49,7	49,6	56,5	56,5	-	-	-	-	-	-
		48,4			**54,9**			**41,5**			**52**			**50,7**			**54,2**			-			-	
Pevnost v tlaku 60d (MPa)	50,7	52,2	59,5	57,1	59	63,1	44,4	45,3	42	57,8	59,4	58,7	55	53	55,1	57,1	59,6	61,6	-	-	-	-	-	-
		54,1			**59,7**			**43,9**			**58,6**			**54,3**			**59,4**			-			-	
CHRL 28d - 100c (g/m-2)	858,9	937,2	803,9	1333,3	1298	949	74,3	94,1	164,7	125,5	576,5	102	66,9	35,3	66,7	39,2	35,3	46,9	-	-	-	-	-	-
		866,7			**1193,4**			**111,0**			**268,0**			**56,3**			**40,5**			-			-	
CHRL 28d - 150c (g/m-2)	976,5	1115,9	929,4	1560,8	1533,3	1058,8	109,5	149	207	172,5	721,6	239,2	86,5	51	82,4	54,9	54,9	62,5	-	-	-	-	-	-
		1007,3			**1384,3**			**155,2**			**377,8**			**73,3**			**57,4**			-			-	
CHRL 60d - 100c (g/m-2)	760,8	771	1247,1	1764,7	2222,7	1502,8	164,7	149	274,5	572,5	453,8	223,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		926,3			**1830,1**			**196,1**			**416,6**						-			-			-	
CHRL 60d - 150c (g/m-2)	992,2	920,5	1498	2121,6	2533,4	1624,7	203,9	176,5	317,6	702	599,8	270,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		1136,9			**2093,2**			**232,7**			**524,1**			-			-			-			-	



Nový silniční cement - CEM II/A-S 42,5 N (sc) – Svaz Výrobců Cementů

- Vyšší trvanlivost betonových konstrukcí = snížení vývinu hydratačního tepla, vyšší odolnost vůči trhlinkování.
- Technické parametry byly připravovány ve spolupráci s Ředitelstvím silnic a dálnic, výrobci cementobetonových krytů, akademickou sférou a výrobci cementu, a to v souladu s dlouhodobými zkušenostmi a normativními požadavky v zahraničí.
- Splňuje všechny aktuální požadavky ZTKP staveb pozemních komunikací, proto je možné tento cement použít.
- Snížení emisí CO_2 téměř o 20 % = snižování uhlíkové stopy a podpora udržitelného rozvoje
- Zahájení výroby a prodeje CEM II/A-S 42,5 N (sc) od srpna 2024
- Ukončení výroby a prodeje CEM I 42,5 R (sc) od ledna 2025

Složení cementu

- 76,3 % slínek
- 19,1 % struska
- 4,6 % sádrovec

Vlastnosti cementu

- Blaine: 310 m^2/kg - 340 m^2/kg
- 2D pevnost v tlaku: 19 – 23 MPa
- 28D pevnost v tlaku: 52 – 56 MPa
- C_3A ve slínku < 8 %

Vývoj nového směsného silničního cementu - Skanska



2017 První diskuse nad požadavky na nový druh silničního cementu

Spolupráce na projektech, které vedly ke zpřesnění požadavků

2022 Finální verze s požadavky na směsné cementy v ZTKP

Další testování vytipovaných cementů B-S a A-S

2023 Širší diskuse s výrobci CB krytů a akademickou sférou nad výsledky

2024 Výroba a prodej **CEM II/ A-S 42,5 N**



Zkušenosti s novým silničním cementem CEM II/A-S 42,5 N (sc)

- Použito na stavbě D0 Oprava AB vozovky v km 13,443 - 16,100 vpravo a vlevo
- Pilotní projekt Heidelberg Materials a Skanska
- Vyrobeno v květnu 2024, celkem 3500 tun
- Průkazní zkoušky konec května
- Pokládka srpen-září 2024

Receptury

Spodní vrstva

- CEM II/A-S 42,5 N
- 0/4, 8/16, 16/22
- MC Bauchemie
- w/c=0,43



Horní vrstva

- **CEM II/A-S 42,5 N**
- **0/1, 0/4, 4/8 (alter. 8/11)**
- **MC Bauchemie**
- **w/c=0,44**

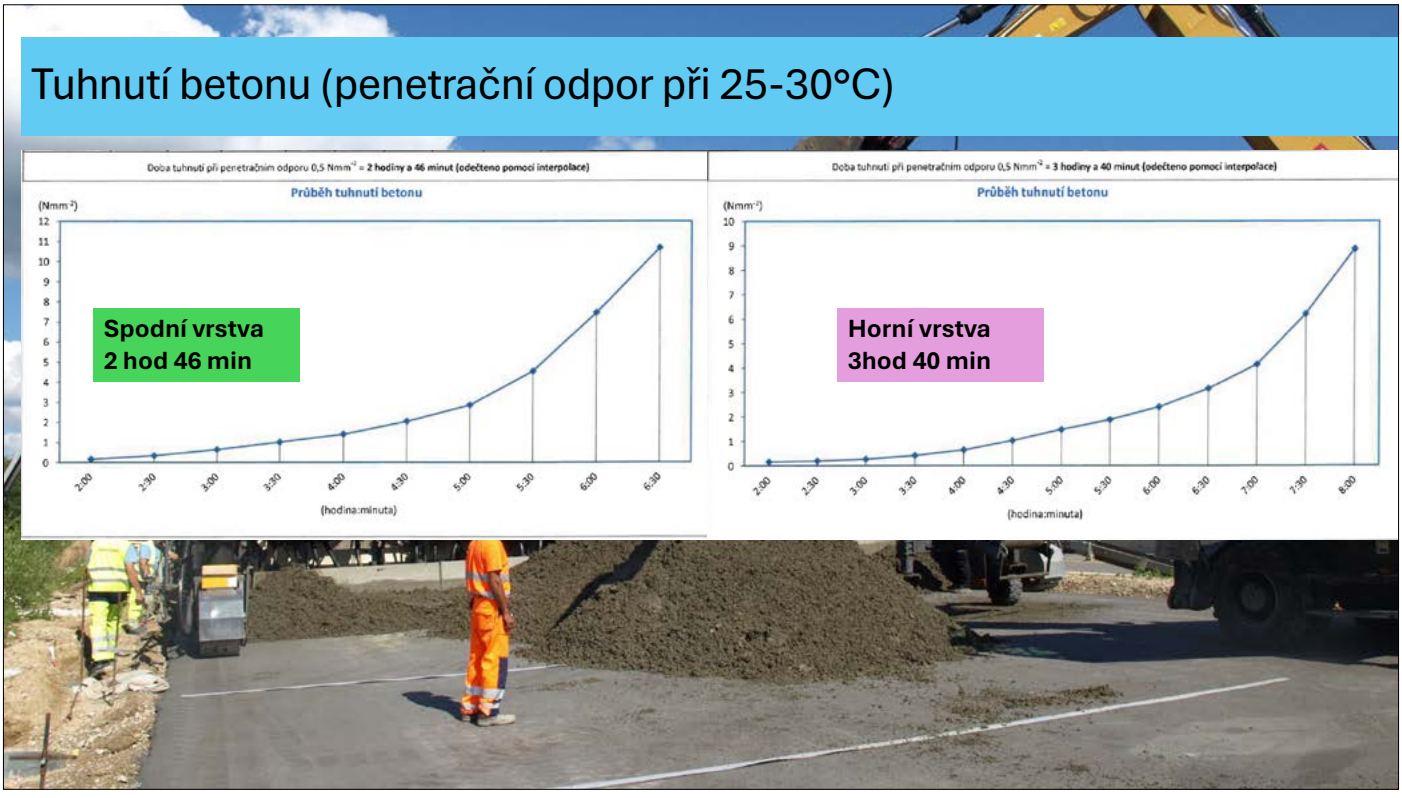
Beton pro spodní vrstvu

Stanovení konzistence čerstvého betonu- zkouška sednutím dle ČSN EN 12350-2 **Stanovení obsahu vzduchu v čerstvém betonu dle ČSN EN 12350-7** **Stanovení objemové hmotnosti čerstvého betonu dle ČSN EN 12350-6**		*1.záměs*
	Konzistence v mm	50
	Obsah vzduchu v %	6,0
	Objem. hmot. v kg/m^3	2300
		2.záměs
	Konzistence v mm	30
	Obsah vzduchu v %	4,8
	Objem. hmot. v kg/m^3	2340
		3.záměs
	Konzistence v mm	20
	Obsah vzduchu v %	4,2
	Objem. hmot. v kg/m^3	2360
Zpracovatelnost v čase	Konzistence v mm po namíchání / po 90 min	30/5
Parametr	*Požadavek*	*Výsledek*
Pevnost v tahu ohybem dle ČSN EN 12390-5 obr.1 na trámcích 150/150/700	ČSN 73 6123 příloha A A3 min. 5,175 MPa	5,2
Pevnost v tlaku dle ČSN EN 12390-3 po 7 dnech zrání	bez požadavku	34,4
Pevnost v tlaku dle ČSN EN 12390-3 po 28 dnech zrání	ČSN 73 6123 příloha A4 min. 42,55 MPa	48,9
Pevnost v tlaku dle ČSN EN 12390-3 po 56 dnech zrání	ČSN 73 6123 příloha A4 min. 42,55 MPa	52,4
Odolnost vůči působení vody a CHRL dle ČSN 73 1326 po 28 dnech zrání	ČSN 73 6123 příloha A6 max. A-1000g/m^2-150 cyklů	756,9
Maximální součinitel prostorového rozložení vzduchových pórů	ČSN 73 6123 příloha A7 max 0,24	0,14

Beton pro horní vrstvu

Stanovení konzistence čerstvého betonu-zkouška sednutím dle ČSN EN 12350-2 **Stanovení obsahu vzduchu v čerstvém betonu dle ČSN EN 12350-7** **Stanovení objemové hmotnosti čerstvého betonu dle ČSN EN 12350-6**		1.záměs		
	Konzistence v mm	15	25	
	Obsah vzduchu v %	6,6	6,2	
	Objem. hmot. v kg/m^3	2260	2270	
		2.záměs		
	Konzistence v mm	15	60	
	Obsah vzduchu v %	4,5	4,6	
	Objem. hmot. v kg/m^3	2330	2300	
		3.záměs		
	Konzistence v mm	50	30	
	Obsah vzduchu v %	4,9	5,2	
	Objem. hmot. v kg/m^3	2300	2290	
Zpracovatelnost v čase	Konzistence v mm po namíchání / po 90 min	45/15	40/15	
Parametr	Požadavek	Výsledek		
Pevnost v tahu ohybem dle ČSN EN 12390-5 obr.1 na trámcích 150/150/700	ČSN 73 6123 příloha A A3 min. 5,175 MPa	5,3	5,4	
Pevnost v tlaku dle ČSN EN 12390-3 po 7 dnech zrání	bez požadavku	33,3	35,2	
Pevnost v tlaku dle ČSN EN 12390-3 po 28 dnech zrání	ČSN 73 6123 příloha A4 min. 42,55 MPa	50,1	53,2	
Pevnost v tlaku dle ČSN EN 12390-3 po 56 dnech zrání	ČSN 73 6123 příloha A4 min. 42,55 MPa	52,8	56,1	
Odolnost vůči působení vody a CHRL dle ČSN 73 1326 po 28 dnech zrání	ČSN 73 6123 příloha A6 max. A-1000g/m^2-150 cyklů	839,2	790	
Maximální součinitel prostorového rozložení vzduchových pórů	ČSN 73 6123 příloha A7 max 0,24	0,16	0,16	
Průměrná hloubka textury MDT	ČSN 73 62123-1čl.A9 doporučená hodnota 0,6-1,1 mm	0,9	1,0	

Tuhnutí betonu (penetrační odpor při 25-30°C)





Vymetání

Začátek vymetání po 11 hodinách od pokládky při teplotě betonu 27°C



Řezání spár

Začátek řezání po 20 hodinách od pokládky při teplotě betonu 27°C

Bilance CO_2

Úspora 11,6 % CO_2 ve srovnání se standartním CEM I (sc)

I.Etapa

4233 m^3 betonu SV

920 m^3 betonu HV

Úspora 208 tun CO_2



Závěr

- **Nově vyvinutý cement pro cementobetonové kryty CEM II/A-S 42,5 N z cementárny Mokrá reflektuje veškeré dosavadní výzkumné projekty a nejlépe vyvažuje požadavky na trvanlivost, udržitelnost a technologické zvyklosti realizačních firem.**

Prezentace organizátorů a partnerů



EUROVIA





NA SPOLEČNÉ CESTĚ

Jsme součástí největší stavební skupiny v Česku a na Slovensku VINCI Construction CS. Patříme mezi nejvýznamnější firmy v oblasti dopravně-inženýrského stavitelství a své služby nabízíme zákazníkům už 70 let.



Pověst společnosti EUROVIA CZ stojí na kvalitní, včasné a odborně odvedené práci. Naše stavby realizují vysoce kvalifikovaní a zkušení zaměstnanci.



eurovia.cz



Součást Skupiny | VINCI CONSTRUCTION



MI ROADS JE DYNAMICKOU A EFEKTIVNÍ FIRMOU SE ZAMĚŘENÍM NA VÝSTAVBU SILNIC A MOSTŮ

- Jsme stavební společnost působící v segmentu silniční dopravní infrastruktury s vlastními kapacitami personálu, strojů a inovativními technologiemi.
- Realizujeme jak regionální stavby, tak infrastrukturní projekty s celostátním významem.
- Pracujeme s maximálním ohledem na efektivitu, kvalitu, životní prostředí a bezpečnost.
- Základním kamenem společnosti jsou naši lidé.
- Usilujeme o dlouhodobé férové vztahy se zákazníky i dodavateli.

MI Roads a.s.
Koželužská 2450/4
180 00 Praha 8 – Libeň

tel.: (+420) 722 244 547
email: info@mi-roads.cz

www.mi-roads.cz

miROADS

mi

jsme my

Se silnými týmy aktivně utváříme stavebnictví budoucnosti.

STRABAG a.s.
Kačírkova 982/4
158 00 Praha 5 – Jinonice







Věříme, že klíčovým faktorem úspěchu je vysoká profesionalita našich pracovníků, jejich nadšení pro společný cíl a schopnost spolupráce.

Pokládka cementobetonových vozovek je jednou z našich specializací v oboru dopravního stavitelství. Naši odborníci mají bohaté zkušenosti s výstavbou vozovek i letištních ploch. V tomto oboru patříme ke světové špičce, náš tým realizuje pokládky betonových vozovek nejen na stavbách v České republice, ale i v zahraničí. Podle druhu stavby a potřeb zákazníka provádíme nejrůznější druhy povrchové úpravy betonu. Spektrum našich služeb zahrnuje také zhotovení monolitických svodidel a různé profily betonových odvodňovacích prvků.

www.strabag.cz

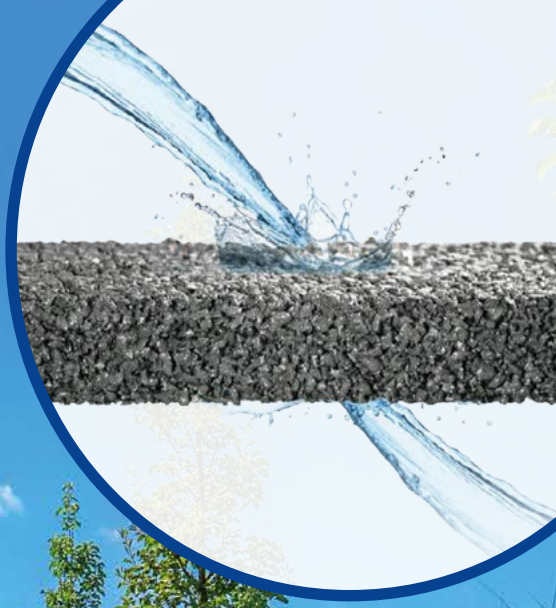
STRABAG
WORK ON PROGRESS

PerVia

Vodopropustný beton

Vodopropustný drenážní beton pro efektivní hospodaření s dešťovou vodou.

Vhodný k provádění povrchových vrstev vozovek, parkovišť, chodníků.



- Reguluje zatížení komunikací přívalovými dešti.
- Minimalizuje vznik kaluží a ledových ploch.
- Podporuje přirozený proces čištění vody.
- Nevyžaduje provádění kanalizační sítě.
- Umožňuje přístup kyslíku a vláhy ke kořenům městské zeleně.
- V létě umožňuje regulovat teplotu a vlhkost prostředí.
- V zimě snižuje požadavky na údržbu a zvyšuje bezpečnost.
- Ideální podklad pod sportovní povrchy, dlažbu a dřevo.

Kontaktujte nás:
800 11 12 12 • info@cemex.cz
www.cemex.cz

CEMEX

HOLCIM (Česko) a.s.



Holcim Česko patří již více než 125 let mezi významné výrobce stavebních materiálů vyráběných v čížkovické cementárně. Jsme součástí skupiny Holcim, světové jedničky v inovativních a udržitelných stavebních řešení, která působí ve čtyřech obchodních segmentech: cement, hotový beton, kamenivo a řešení a produkty.

Dekarbonizace budov v celém životním cyklu a cirkulární ekonomika

Celosvětově jsme průkopníky v našem odvětví - od nízkouhlíkových výrobků po energetickou účinnost a renovaci. Na český trh jsme uvedli ekologický cement ECOPlanet, při jehož výrobě se vyprodukuje o 30 % méně emisí CO2 než u jiných produktů na místním trhu.

Posouváme hranice inovativních řešení a produktů

Vyvíjíme ekologické portfolio cementů s využitím alternativních materiálů, jako jsou například kalcinované jíly nebo stavební materiál z demolicí. Tyto cementy budou mít až o 50 % nižší uhlíkovou stopu a využívají principů cirkulární ekonomiky.

holcim.cz

HOLCIM

Heidelberg Materials



Nový cement
pro cementobetonové kryty

Portlandský struskový cement CEM II/A-S 42,5 N (sc) závod Mokrá

- Vyšší trvanlivost betonových konstrukcí = snížení vývinu hydratačního tepla, vyšší odolnost vůči trhlinkování.
- Technické parametry byly připravovány ve spolupráci s Ředitelstvím silnic a dálnic, výrobci cementobetonových krytů, akademickou sférou a výrobci cementu, a to v souladu s dlouhodobými zkušenostmi a normativními požadavky v zahraničí.
- Splňuje všechny aktuální požadavky TKP staveb pozemních komunikací, proto je možné tento cement použít.
- Snížení emisí CO_2 téměř o 20 % = snižování uhlíkové stopy a podpora udržitelného rozvoje
- Zahájení výroby a prodeje od srpna 2024

ALPAM

NAŠE CESTA MÍŘÍ ZA HORIZONT



Špičková kvalita výrobních zařízení je základním předpokladem dobře odvedeného díla. ALPAM poskytuje moderní stavební technologie, které v oboru dopravních staveb udávají směr. Jsou typické svou spolehlivostí a technickou vyspělostí, využívající ověřené metody a postupy a přesto inovativní. Takové jsou mobilní betonárny SBM i přísady do betonových směsí BT3. Technologie, které pomáhají stavět cesty vedoucí za horizont.

ALPAM | SBM MINERAL PROCESSING | BT3 betontechnik gmbh

www.alpam.cz







COLAS

OTEVÍRÁME CESTY



QUALIFORM®



Akreditovaná zkušební laboratoř

Zajišťujeme provádění fyzikálních a mechanických zkoušek v celé České republice prostřednictvím sítě akreditovaných zkušebních laboratoří. Jsme připraveni vyhovět specifickým potřebám našich klientů.

www.qualiform.cz

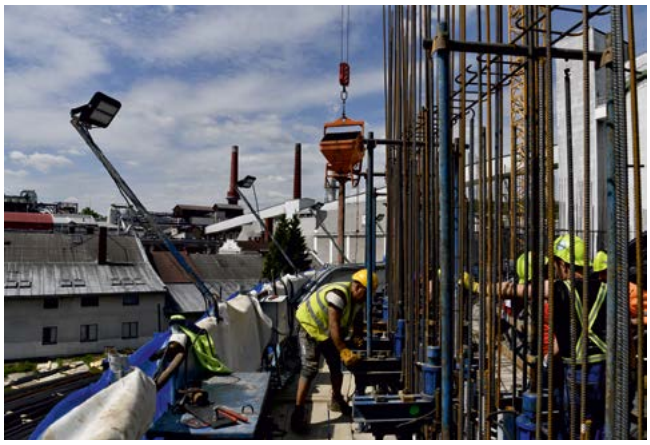
stachema

Společnost STACHEMA je předním výrobcem a dodavatelem kompletního sortimentu stavební chemie, materiálů pro povrchové úpravy fasád, chemických přípravků a speciálních hmot.

Rozsáhlý sortiment zahrnuje přísady do betonů a malt, systémy určené k ochraně a povrchové úpravě fasád, ocelových a stavebních konstrukcí, omítek, betonu i zateplovacích systémů a také výrobky pro úpravu povrchů interiérů, materiály pro impregnaci a povrchovou úpravu dřeva, užitkovou chemii a lepidla.



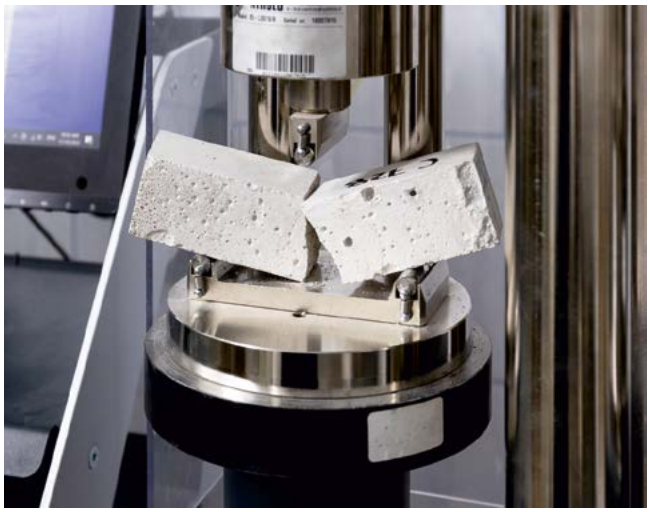
- Superplastifikační přísady
- Přísady pro vibrolisované výrobky
- Provzdušňovací přísady
- Přísady pro stříkané betony
- Urychlovače tuhnutí a tvrdnutí betonu
- Zpomalující přísady
- Odformovací prostředky
- Vlákna pro modifikované malty a betony
- Pigmenty



Pro rozšíření a zkvalitnění služeb v oblasti technického servisu pro odběratele a obchodní partnery disponuje zázemím vlastní laboratoře s akreditací ČSN EN ISO/IEC 17025.

Akreditovaná zkušební laboratoř Zibohlavy

Zkušební laboratoř společnosti STACHEMA CZ s.r.o. Zibohlavy slouží především jako prostředek pro další rozšíření a zkvalitnění služeb v oblasti technického servisu poskytovaného našim odběratelům a obchodním partnerům v oblasti výroby betonu.



stachema

STACHEMA CZ s.r.o.
DIVIZE STAVEBNÍ CHEMIE
Hasičská 1, Zibohlavy
280 02 Kolín
stavebnichemie@stachema.cz
tel.: +420 321 722 335

www.stachema.cz

Mediální partneři

BETON

časopis stavebnictví

materiály pro stavbu

silnice + mosty

STAVITEL

silniční obzor

Svaz výrobců cementu ČR
K Cementárně 1261, 153 00 Praha 5

EUROVIA CZ a.s.
U Michelského lesa 1581/2, 140 00 Praha 4

STRABAG a. s.
Kačírkova 982/4, 158 00 Praha 5

Skanska a. s.
Křižíkova 682/34a, 186 00 Praha 8

MI Roads a.s.
Koželužská 2246/5, 180 00 Praha 8

Vydal: Výzkumný ústav maltovin Praha, s.r.o.,
Na Cikánce 614/2, 153 00 Praha 5
www.vumo.cz

