



**STRABAG**  
WORK ON PROGRESS

**bast**  
Bundesanstalt für  
Straßenwesen

## **Nawierzchnie betonowe ze zbrojeniem ciągłym – doświadczenia z Polski i Niemiec**

**X. Śląskie Forum Drogownictwa, Szczyrk**

dr inż. Małgorzata Konopska – Piechurska, TPA  
Dipl.-Ing. Stefan Höller, BAST

## 1. Wprowadzenie

2. Rozwój nawierzchni betonowych ze zbrojeniem ciągłym w USA i późniejszy ich transfer do Belgii

3. Doświadczenia z 10 odcinków próbnych z Polski i z Niemczech

4. Aktualny rozwój i perspektywy



## 1. Wprowadzenie

2. Rozwój nawierzchni betonowych ze zbrojeniem ciągłym w USA i późniejszy ich transfer do Belgii

3. Doświadczenia z 10 odcinków próbnych z Polski i z Niemczech

4. Aktualny rozwój i perspektywy

Wyzwania na dziś i

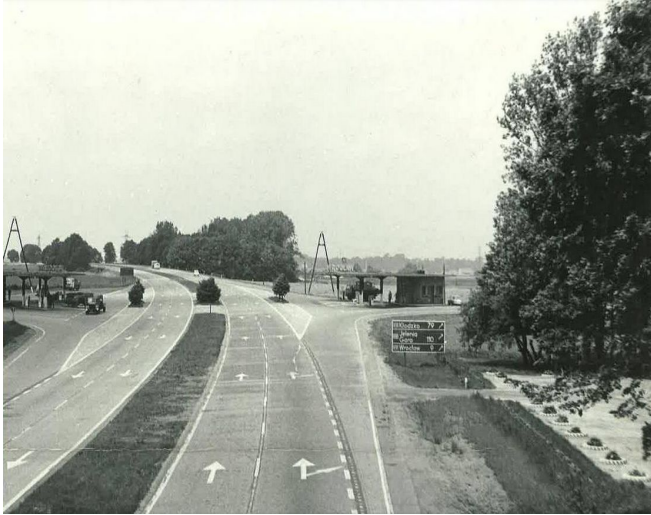
przyszłość

Natężenie ruchu, ruch pojazdów

ciężkich

wcześniej

j



dzisiaj





Wyzwania na dziś i

przyszłość

Sytuacja pracowników wykwalifikowanych w budownictwie



**STRABAG**  
WORK ON PROGRESS

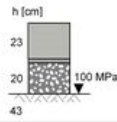
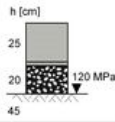
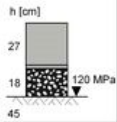
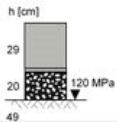



- globalizacja
- potrzeby transportu towarowego
- zrównoważony rozwój
- zmiany technologiczne
- zmiany demograficzne
- zmiany klimatyczne





e

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7	
Ruch projektowy (min osi 100 kN)	≤ 0,15	0,15 - 0,75	0,75 - 6,39	6,39 - 15,99	15,99 - 42,63	42,63 - 101,25	> 101,25	
Ruch projektowy (min osi 115 kN)	≤ 0,06	0,06 - 0,28	0,28 - 2,40	2,40 - 6,00	6,00 - 16,00	16,00 - 38,00	> 38,00	
Typ III	-	-	-					
	-	-	-	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	o ciągłym zbrojeniu
Legenda:								



**STRABAG**  
WORK ON PROGRESS

**bast**  
Bundesanstalt für  
Straßenwesen

Załącznik  
do zarządzenia Nr 30  
Generalnego Dyrektora Dróg  
Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2014 r.

KATALOG TYPOWYCH KONSTRUKCJI  
NAWIERZCHNI SZTYWNYCH



Zeile	Belastungsklasse	Bk100	Bk32	Bk10	Bk3,2	Bk1,8	Bk1,0	Bk0,3
	B [Mio.]	> 32	> 10 - 32	> 3,2 - 10	> 1,8 - 3,2	> 1,0 - 1,8	> 0,3 - 1,0	≤ 0,3
Dicke des frostempfindlichen Oberbaus <sup>1)</sup>								
Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material								
1.1	Betondecke	27	26	25	24	23		
	Vliesstoff <sup>2)</sup>							
	Verfestigung	15	15	15	15	15		
	Schicht aus frostunempfindlichem Material wie oder äquivalent gemäß DIN 18756	120	120	120	120	120		
Dicke der Frostschuttschicht								
1.2	Betondecke	27	26	25	24	23		
	Vliesstoff <sup>2)</sup>							
	Verfestigung	20	15	15	15	15		
	Schicht aus frostunempfindlichem Material wie oder äquivalent gemäß DIN 18756	120	120	120	120	120		
Dicke der Schicht aus Material								
1.3	Betondecke	27	26	25	24	23	20	20
	Vliesstoff <sup>2)</sup>							
	Verfestigung	25	20	20	20	20	15	15
	Schicht aus frostunempfindlichem Material wie oder äquivalent gemäß DIN 18756	120	120	120	120	120	120	120
Dicke der Schicht aus Material								
Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht								
2	Betondecke	26	25	24	23	22		
	Asphalttragschicht	10	10	10	10	10		
	Frostschuttschicht	120	120	120	120	120		
Dicke der Frostschuttschicht								
Schottertragschicht auf Schicht aus frostunempfindlichem Material								
3.1	Betondecke	29	28	27	26	24		
	Schottertragschicht	150	150	150	150	150		
	Schicht aus frostunempfindlichem Material	120	120	120	120	120		
Dicke der Schicht aus Material								
Schottertragschicht auf Frostschuttschicht								
3.2	Betondecke	29	28	27	26	24		
	Schottertragschicht	150	150	150	150	150		
	Frostschuttschicht	120	120	120	120	120		
Dicke der Frostschuttschicht								
Frostschuttschicht								
4	Betondecke						120	100
	Frostschuttschicht						45	45
Dicke der Frostschuttschicht								

1) Bei abweichenden Werten sind die Dicken der Frostschuttschicht bzw. des frostunempfindlichen Materials durch Differenzbildung zu bestimmen, siehe auch Tabelle 8  
 2) Mit runderen Gewebsstrukturen nur bei örtlicher Bewehrung anwendbar  
 3) Nur mit gebrochenen Gesteinskörnungen und bei örtlicher Bewehrung anwendbar  
 4) Nur auszuführen, wenn das frostunempfindliche Material und das zu verfestigende Material als eine Schicht eingebaut werden  
 5) Anstelle des Vliesstoffes kann eine Asphalttragschicht gewiß werden  
 6) Bei örtlicher Bewehrung 25 cm

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen  
 Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement  
 FGSV

Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen  
**R 1**

RStO 12

Ausgabe 2012

Road and Transportation Research Association  
 Working Group Concrete Pavements  
 FGSV

Additional technical conditions of contract and directives for the construction of base courses with hydraulic binders and concrete pavements  
**R 1**

ZTV Beton-StB 07

Edition 2007  
 Translation 2012

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen  
 Arbeitsgruppe Betonbauweisen  
 FGSV

Technische Prüfvorschriften für Tragschichten mit hydraulischen Bindemitteln und Fahrbahndecken aus Beton  
**R 1**

TP Beton-StB 10

Ausgabe 2010

Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen  
 Arbeitsgruppe Infrastrukturmanagement  
 FGSV

Richtlinien für die rechnerische Dimensionierung von Betondecken im Oberbau von Verkehrsflächen  
**R 1**

RDO Beton 09

Ausgabe 2009

Road and Transportation Research Association  
 Working Group Concrete Pavements  
 FGSV

Technical delivery terms for materials and material mixtures for base courses with hydraulic binders and concrete pavements  
**R 1**

TL Beton-StB 07

Edition 2007  
 Translation 2012





Pęknięcia płyt wskutek zanieczyszczeń



Uszkodzenia krawędzi i narożników



Starzenie mas zalewowych



Niewłaściwe wypełnienie masami zalewowymi

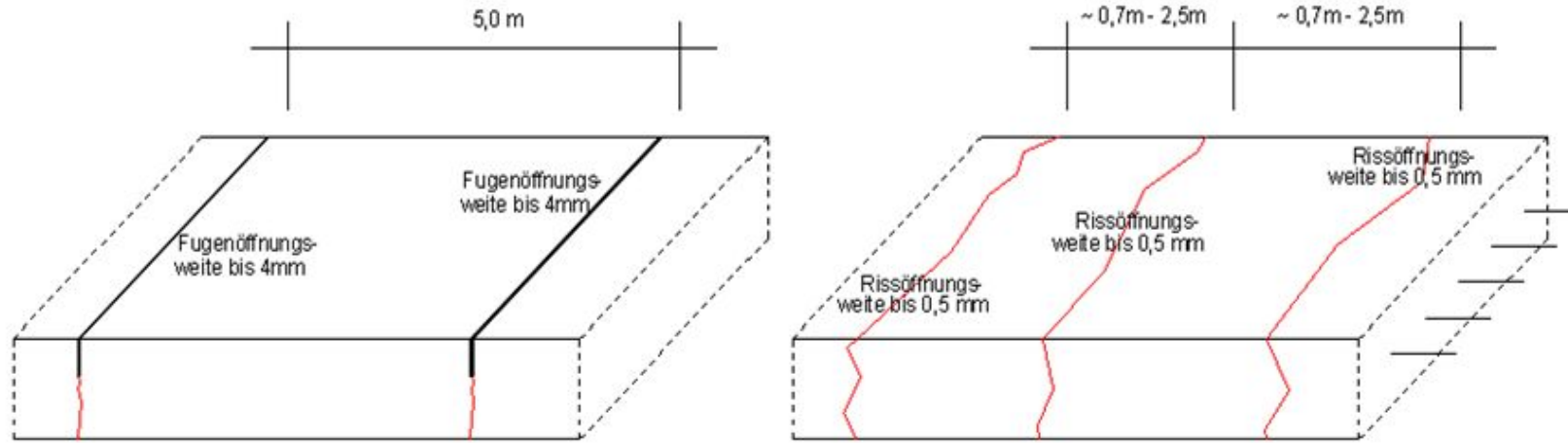
## 1. Wprowadzenie

## 2. **Rozwój nawierzchni betonowych ze zbrojeniem ciągłym w USA i późniejszy ich transfer do Belgii**

## 3. Doświadczenia z 10 odcinków próbnych z Polski i z Niemczech

## 4. Aktualny rozwój i perspektywy





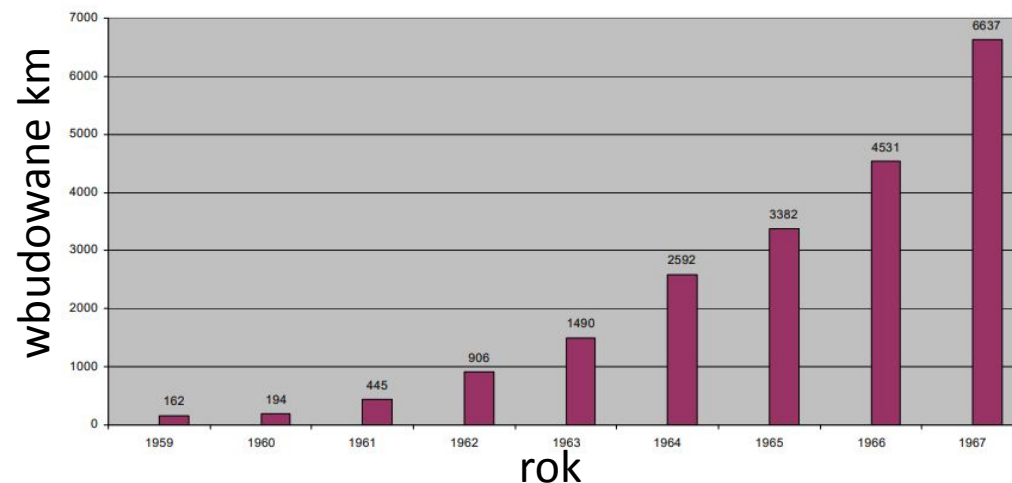
## Dlaczego i gdzie są stosowane nawierzchnie betonowe ze zbrojeniem ciągłym?

- w miejscach szczególnie obciążonych ruchem;
- w celu eliminacji wyzwań związanych z dylatacjami w nawierzchniach kotwionych i dyblowanych;



(1921 do dziś)

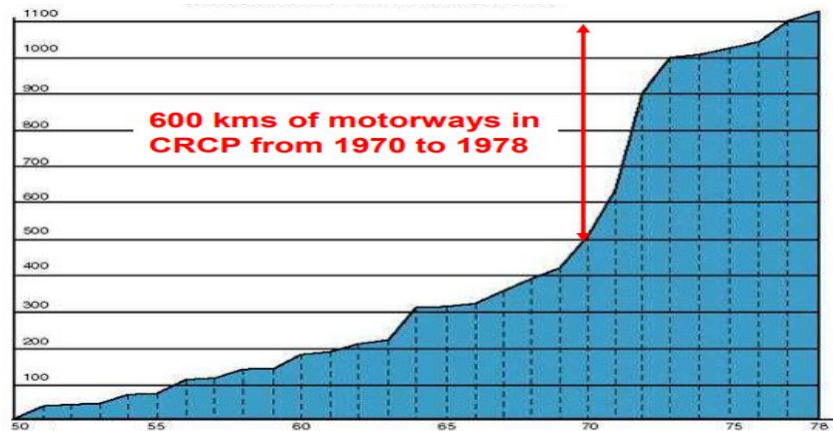
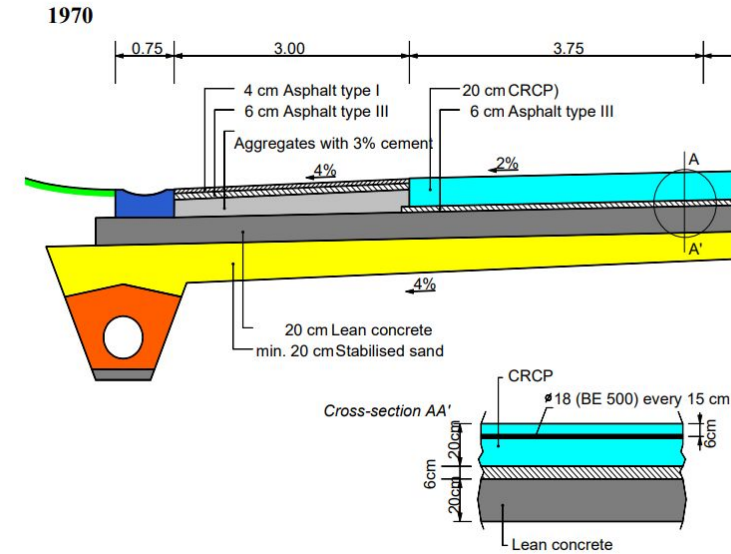
## Projekt budowy Interstate Highway w 1950





# Rozwój nawierzchni betonowych ze zbrojeniem ciągłym w Belgii

(1950 do dziś)



STANDAARBESTEK 250  
voor de wegenbouw  
versie 2.0

Deel I : Hoofdstukken  
I - II - IV - V - VI - VII -  
VIII - IX - X - XI - XII - XIII

## 1. Wprowadzenie

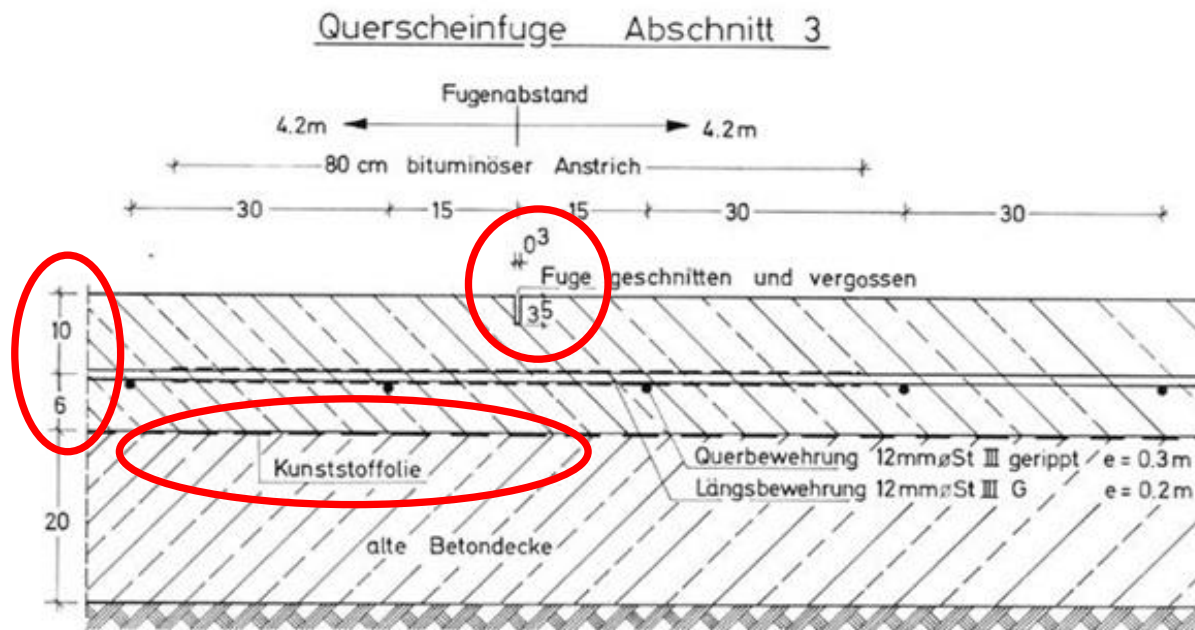
2. Rozwój nawierzchni betonowych ze zbrojeniem ciągłym w USA i późniejszy ich transfer do Belgii

3. **Doświadczenia z 10 odcinków próbnych z Polski i z Niemczech**

4. Aktualny rozwój i perspektywy



1. Odcinek próbny (z dylatacją) na autostradzie  
A1 koło Sittensen (Hamburg) 1973 (white topping)

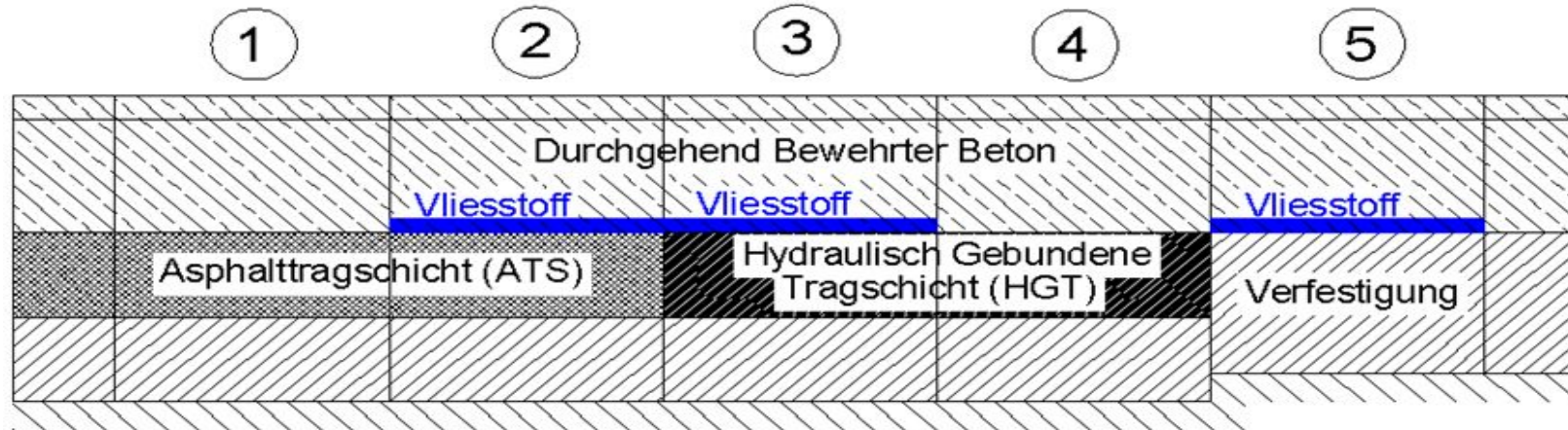


## 2. Odcinek próbny (bez dylatacji) na drodze ekspresowej B56 koło Düren (1997/98)





## 3. Odcinek próbny na autostradzie A5 koło Darmstadt (2004)



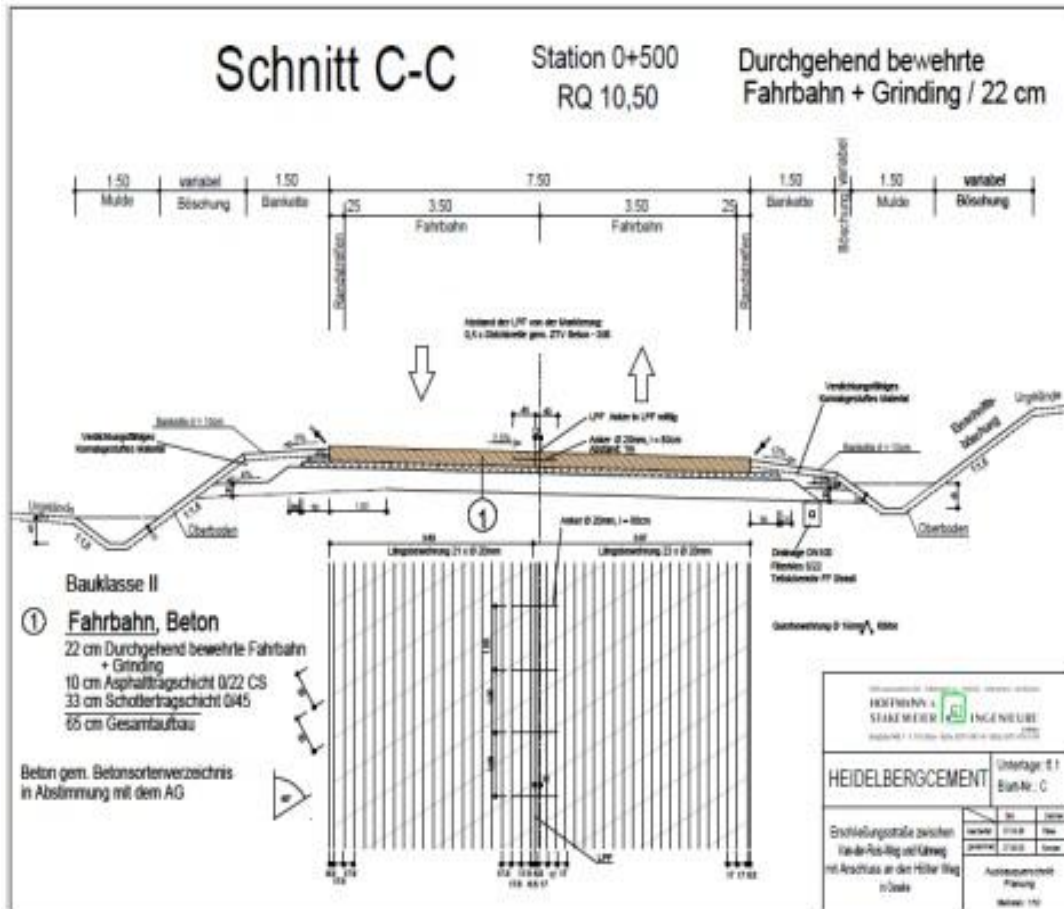


## 4. Odcinek próbny na autostradzie A4 Kąty Wrocławskie (2005)



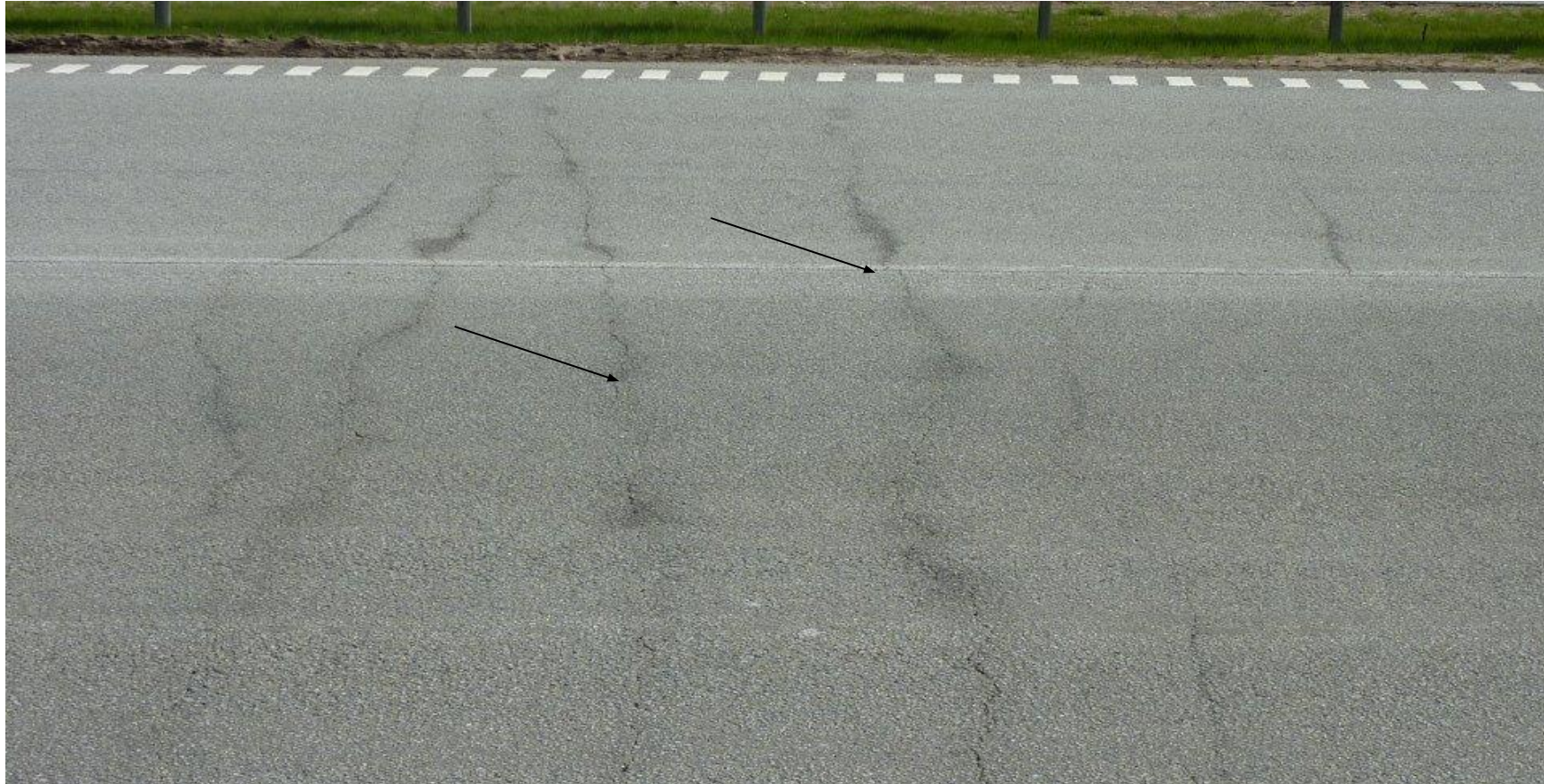


## 5. Odcinek próbny na drodze wewnętrznej koło Geseke / NRW (2009)



6. Odcinek próbny na autostradzie A2

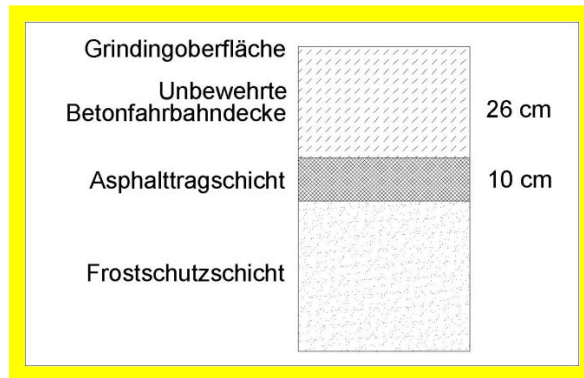
Nowy Tomyśl – Świecko, ok 1 km (2011) (White Topping)



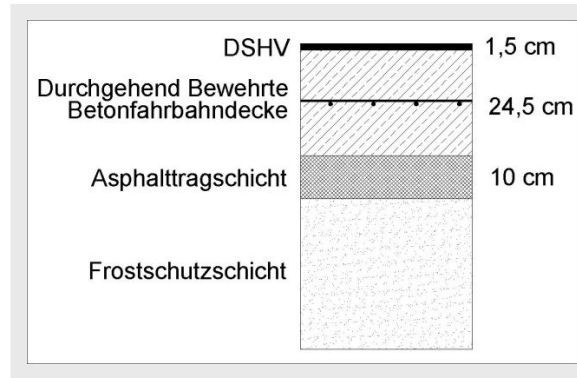


## 7. Odcinek próbny na autostradzie A94 koło Forstinning (2011) (Black Topping)

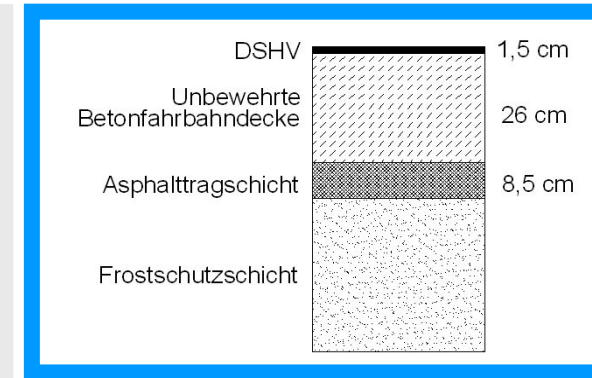
### Abschnitt 3



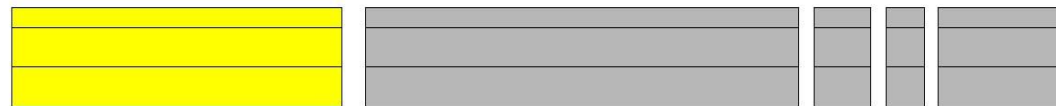
### Abschnitt 1



### Abschnitt 2



nach München



~ 2km

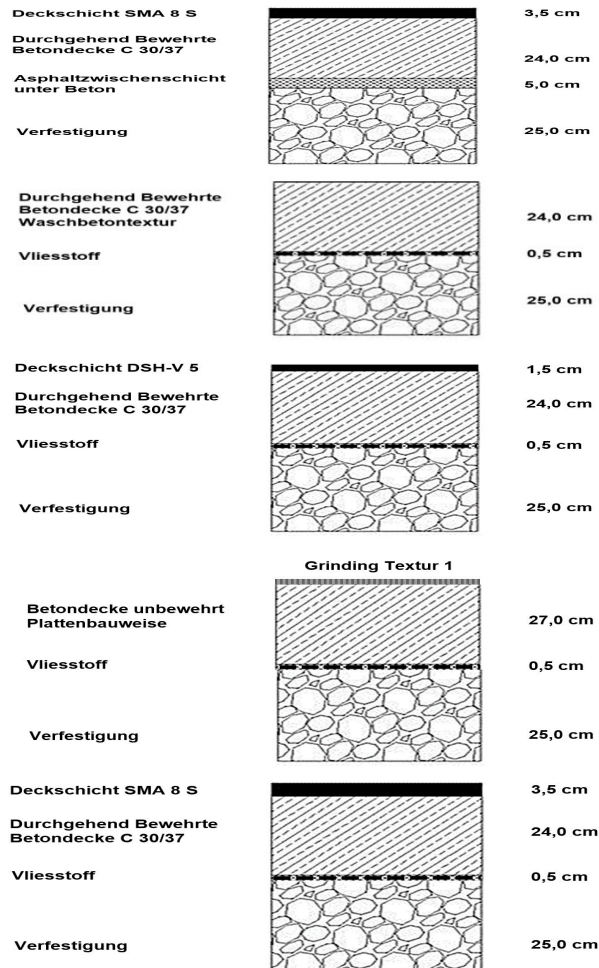
~ 4km



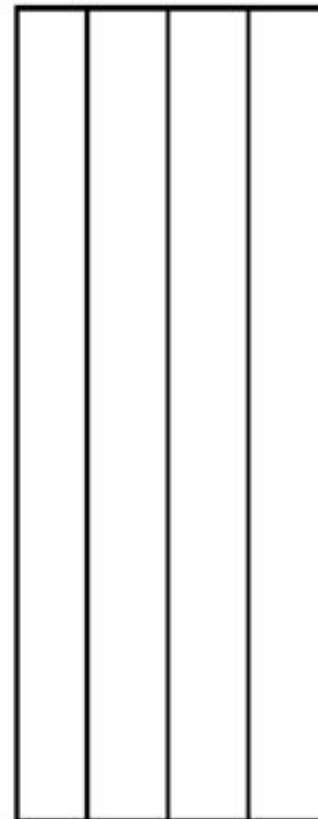
nach Passau



## 8. Odcinek próbny na autostradzie A5 koło Bruchsal / Karlsruhe (2015)



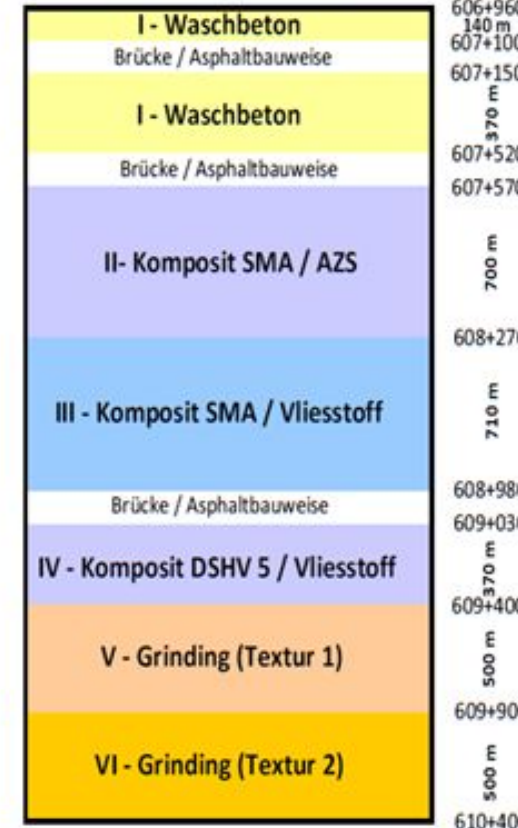
von Norden - Bruchsal



Seitenstreif 1. Fahrstreif 2. Fahrstreif 3. Fahrstreif

nach Süden - Karlsruhe

nach Norden - Bruchsal



3. Fahrstreif 2. Fahrstreif 1. Fahrstreif Seitenstreif

von Süden - Karlsruhe



Korozja na zbrojeniu

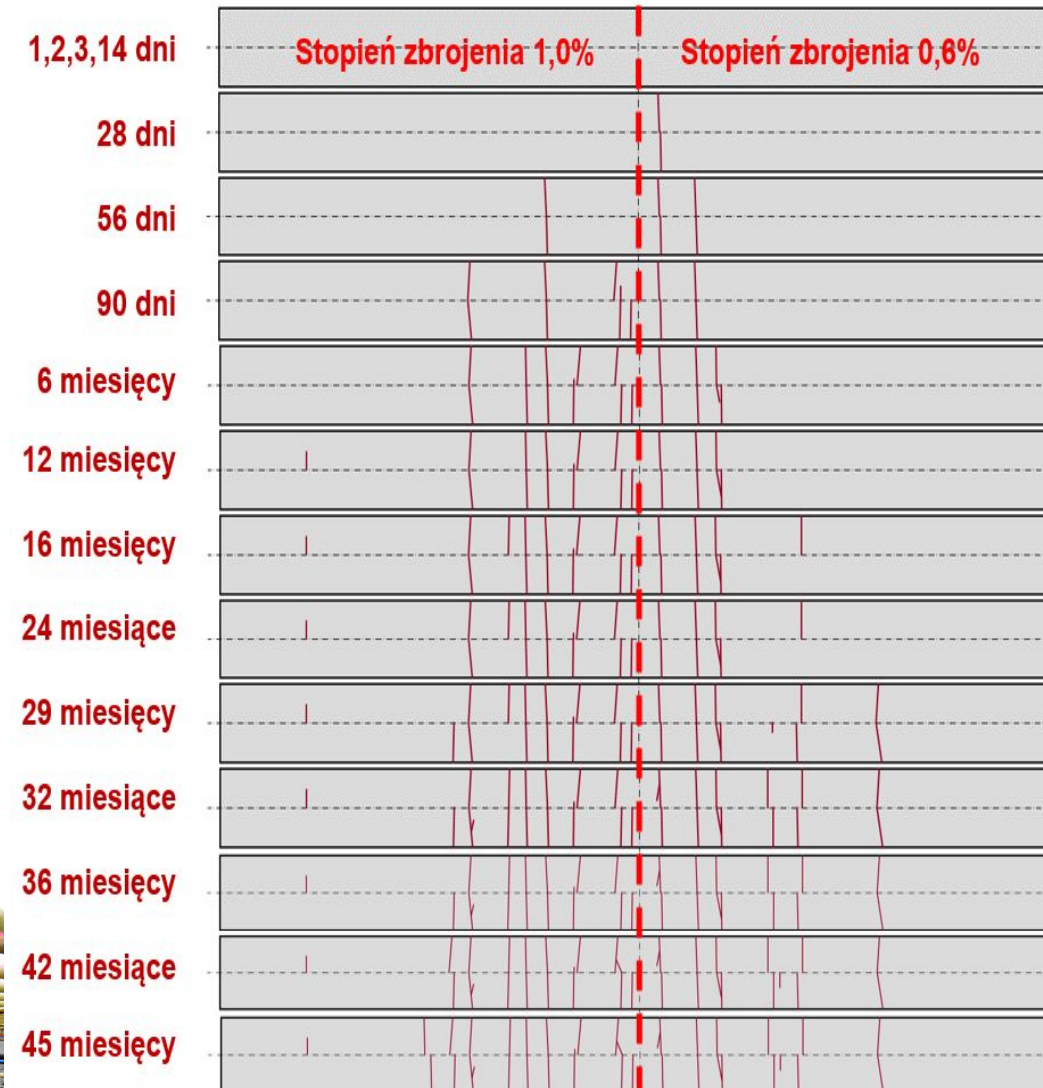




## 9. Odcinek próbny na MOPie przy A1 koło Częstochowy (2019)

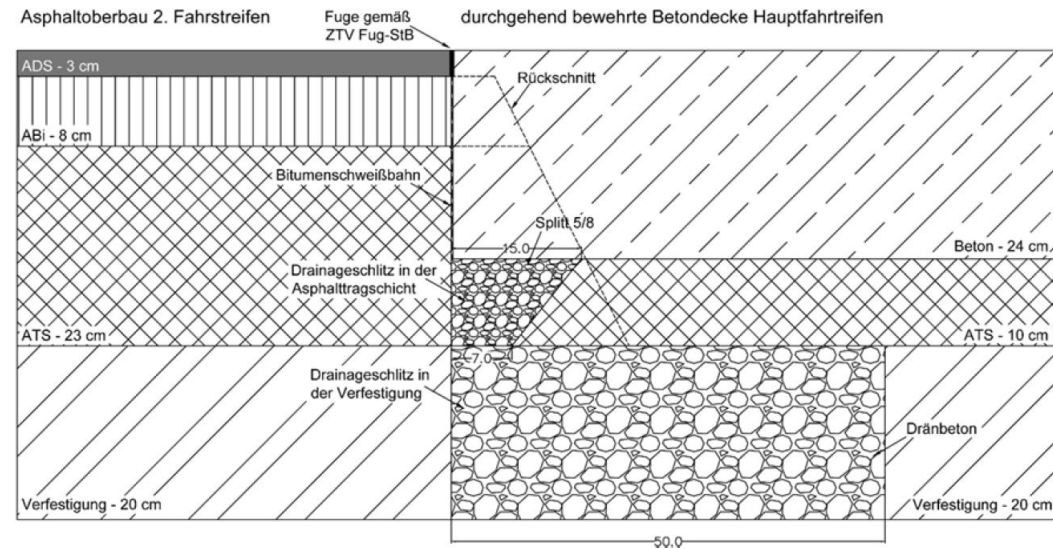


CZUJNIKI  
STRUNOWE  
ORAZ  
ŚWIATŁO-WOD  
OWE





## 9. Odcinek próbny na autostradzie A61 koło Boppard (2021)



	<u>Von Bau-km</u>	<u>bis Bau-km</u>	<u>Oberbau</u>
1	0+000,000	0+080,000	Asphaltbauweise
2	0+080,000	3+220,000	Durchgehend bewehrte Betondecke
1	3+220,000	3+260,000	Asphaltbauweise
3	3+260,000	3+720,000	Betondecke Plattenbauweise



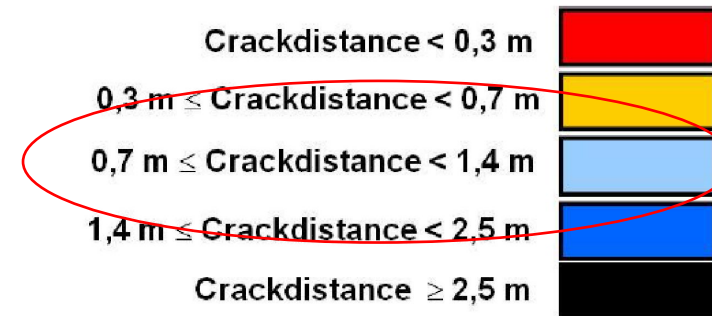
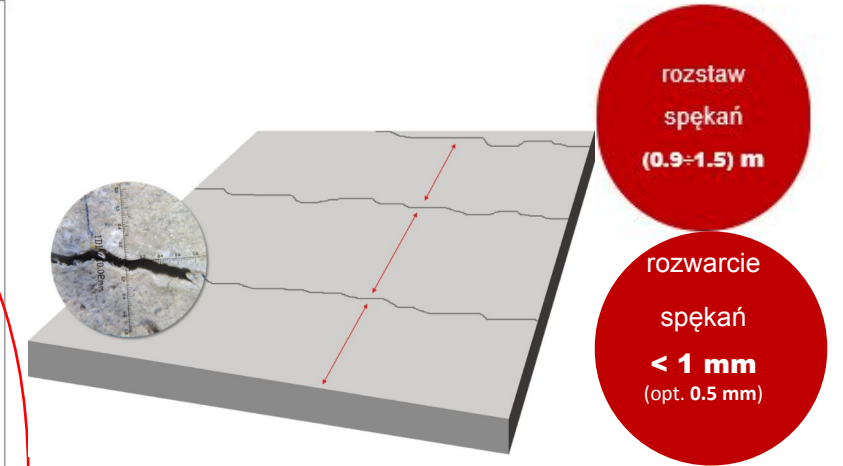
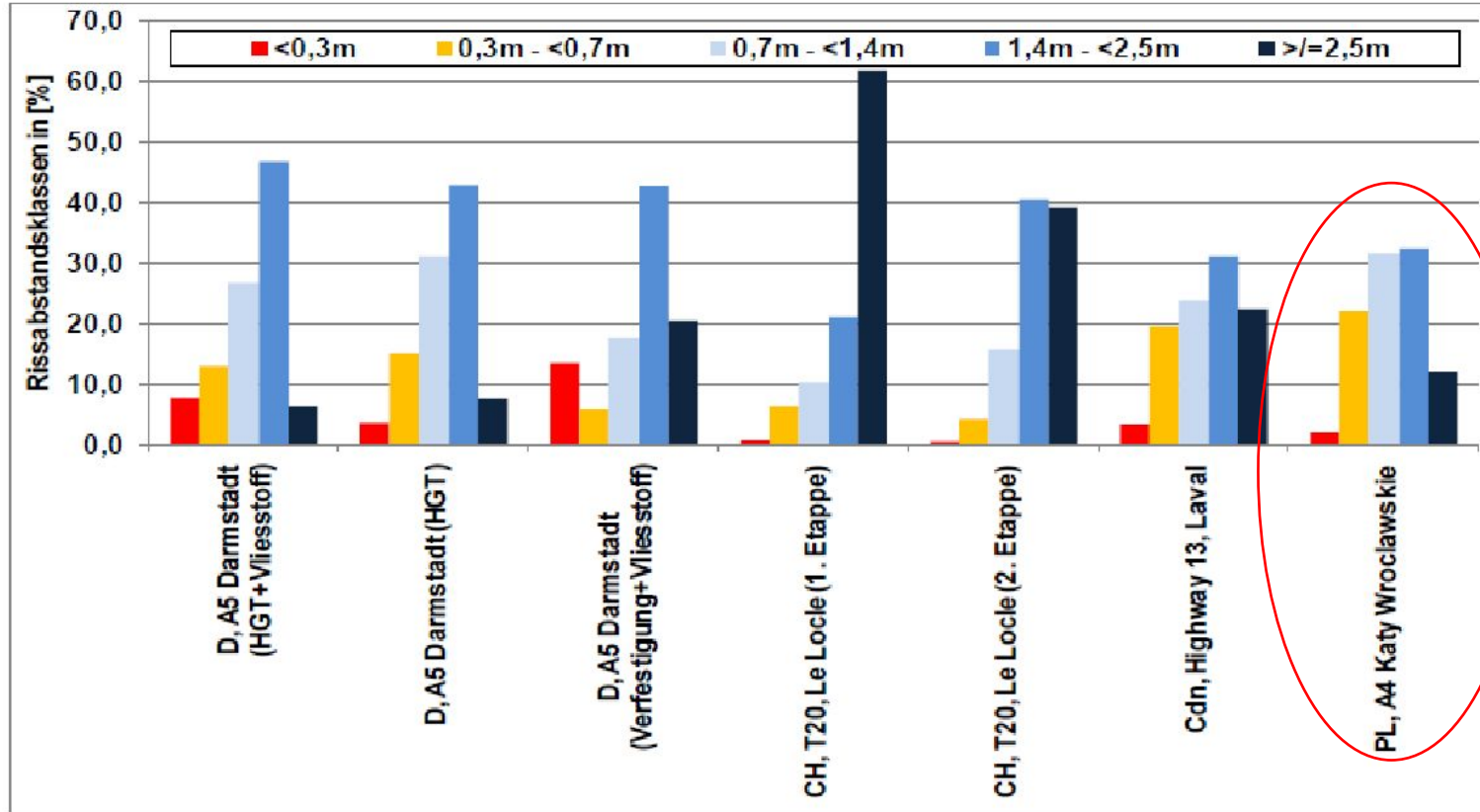


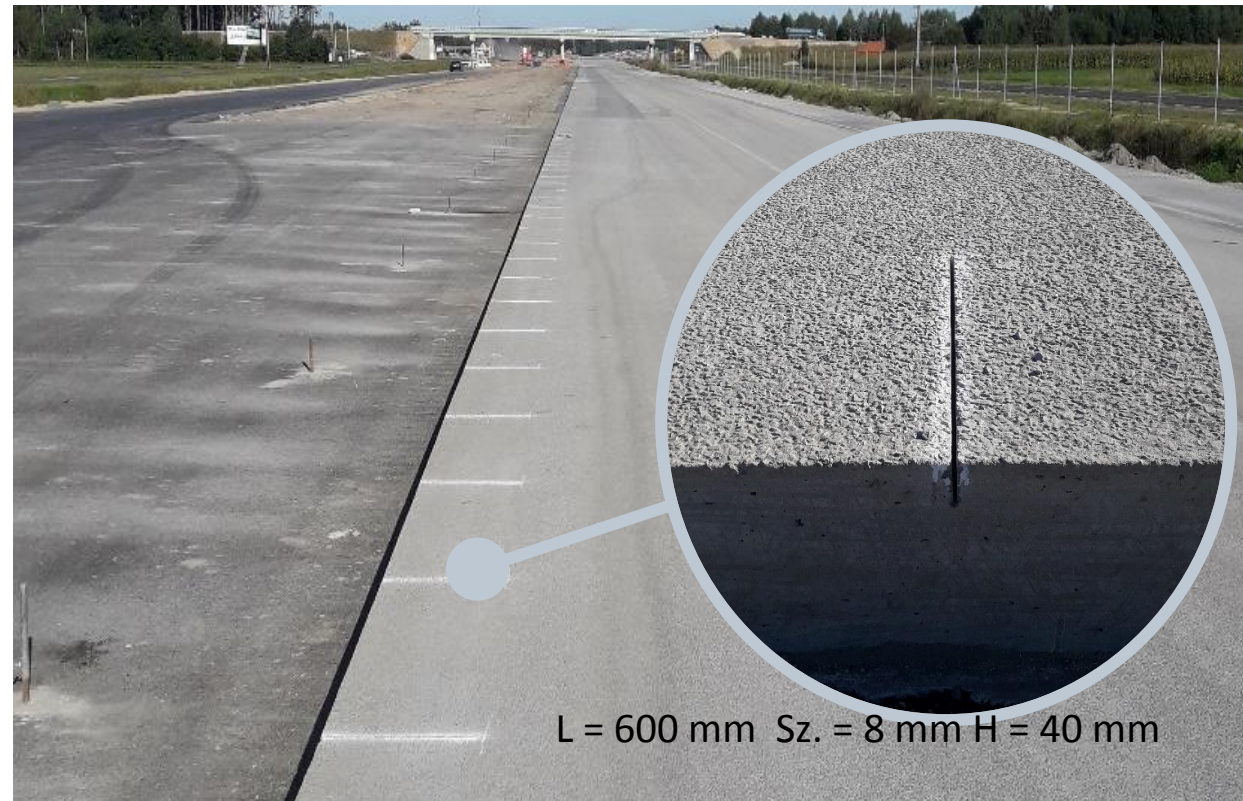
Figure 10 - CRCP on base courses with hydraulic binders- classified crack distances

Figure 2 - Crack distance classification

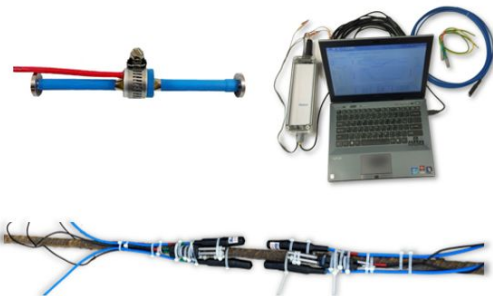
Źródło: Latest findings on the construction type „Continuously reinforced concrete pavement”, S.Höller  
(<http://crcpavement.org/2010/10/latest-findings-on-the-construction-type-continuously-reinforced-concrete-pavement/>)



## 10. Odcinek próbny na drodze ekspresowej S7, Pieńki-Płońsk 2 km (2022)

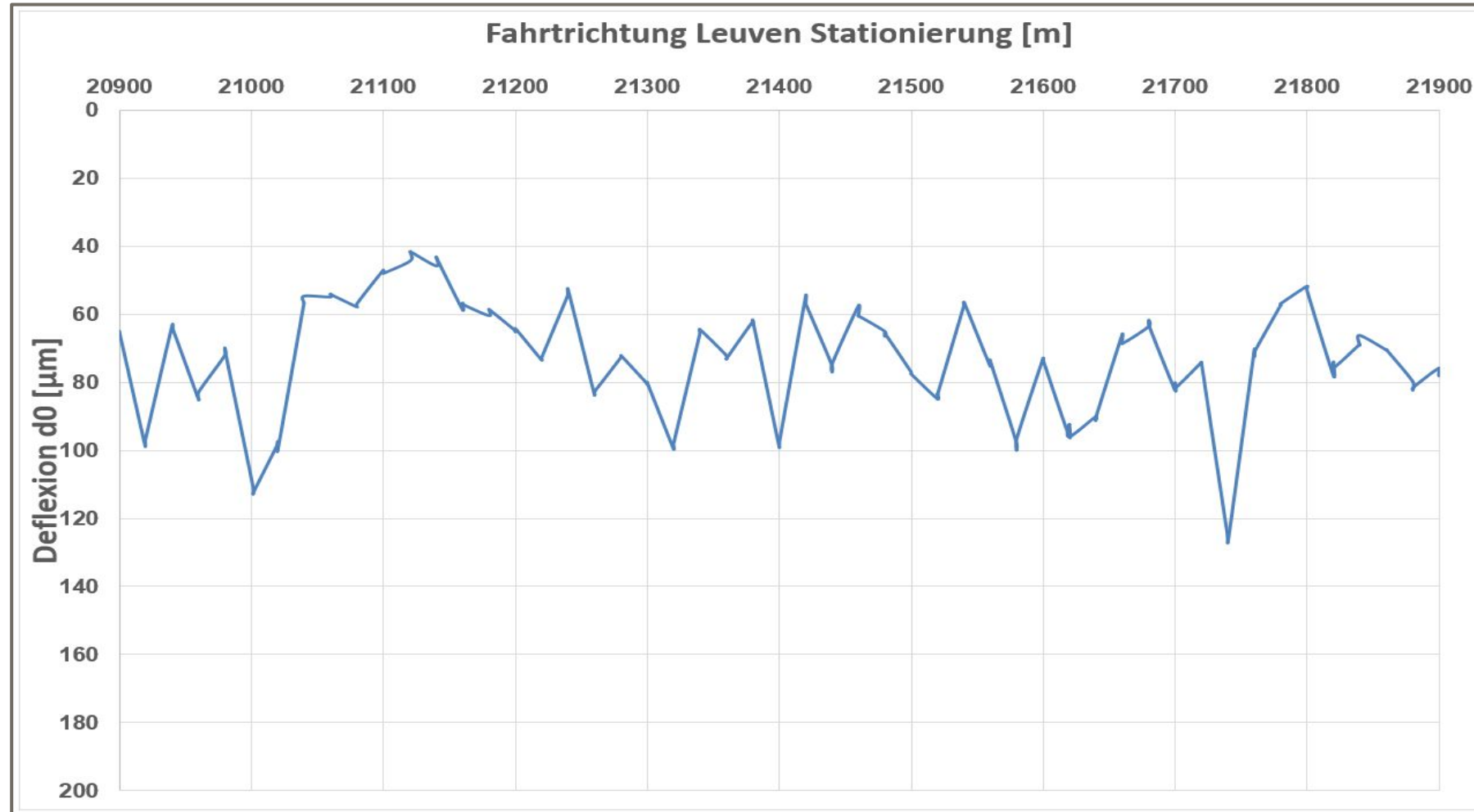


L = 600 mm Sz. = 8 mm H = 40 mm



- Betonowanie obiektu inżynierskiego z nawierzchnią ze zbrojeniem ciągłym
- Dodatkowo w nawierzchni i na obiekcie zmontowane czujniki strunowe i urządzenie DiaCorr do pomiaru korozji stali zbrojeniowej

Porównanie z odcinkiem E40 koło Leuven (1972)  
na podstawie FWD (50 kN)





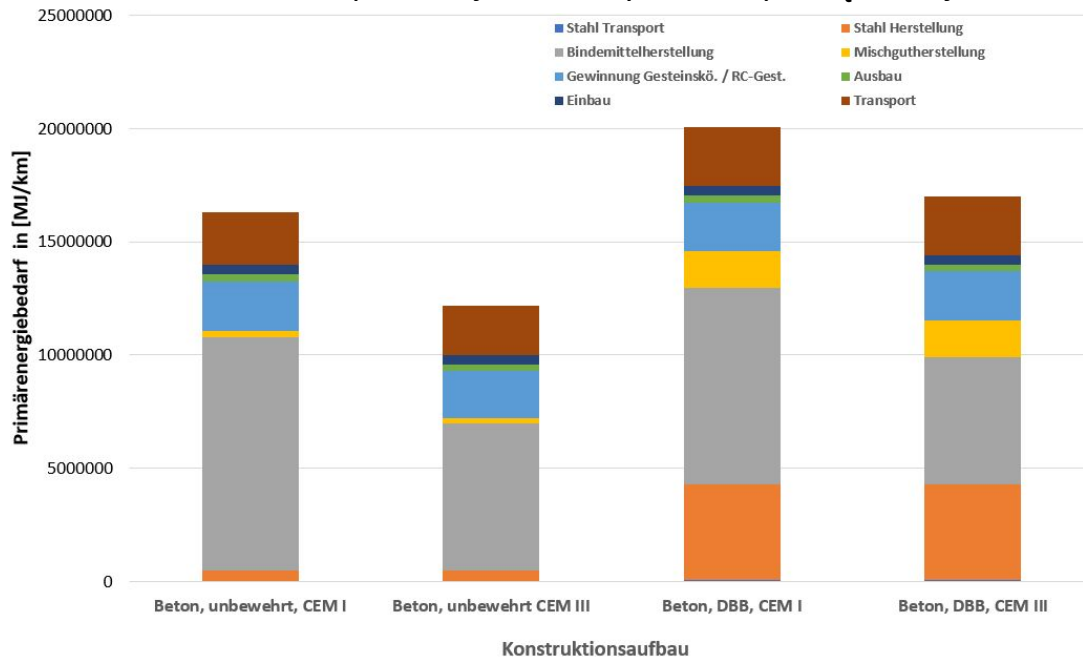
## 1. Wprowadzenie

2. Rozwój nawierzchni betonowych ze zbrojeniem ciągłym w USA i późniejszy ich transfer do Belgii

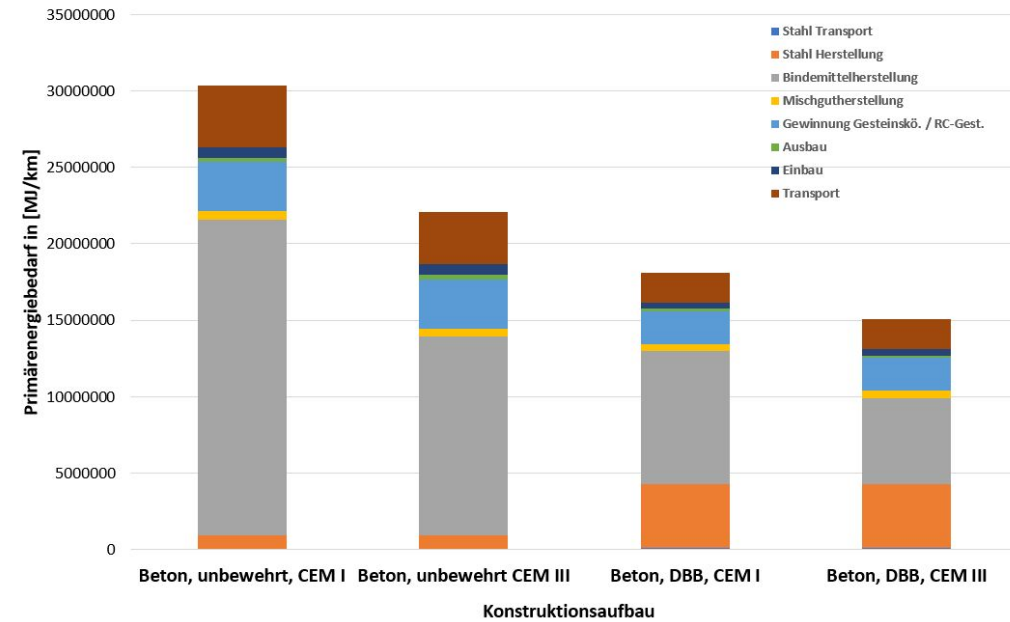
3. Doświadczenia z 10 odcinków próbnych z Polski i z Niemczech

4. **Aktualny rozwój i perspektywy**

Zapotrzebowanie na energię pierwotną do produkcji i budowy w fazie początkowej



Zapotrzebowanie na energię pierwotną do produkcji i budowy przez 60 lat

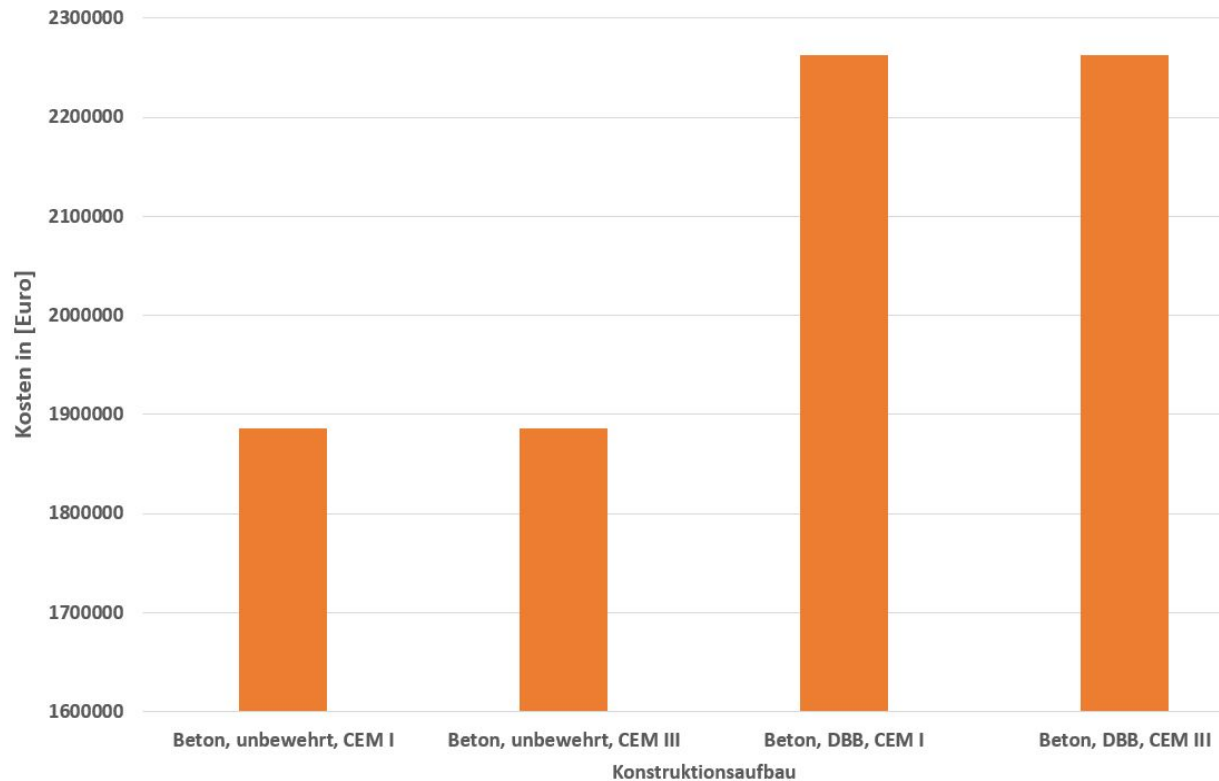


Schemat powstał na podstawie danych z [1] i został rozszerzony o część „beton zbrojony w sposób ciągły”.

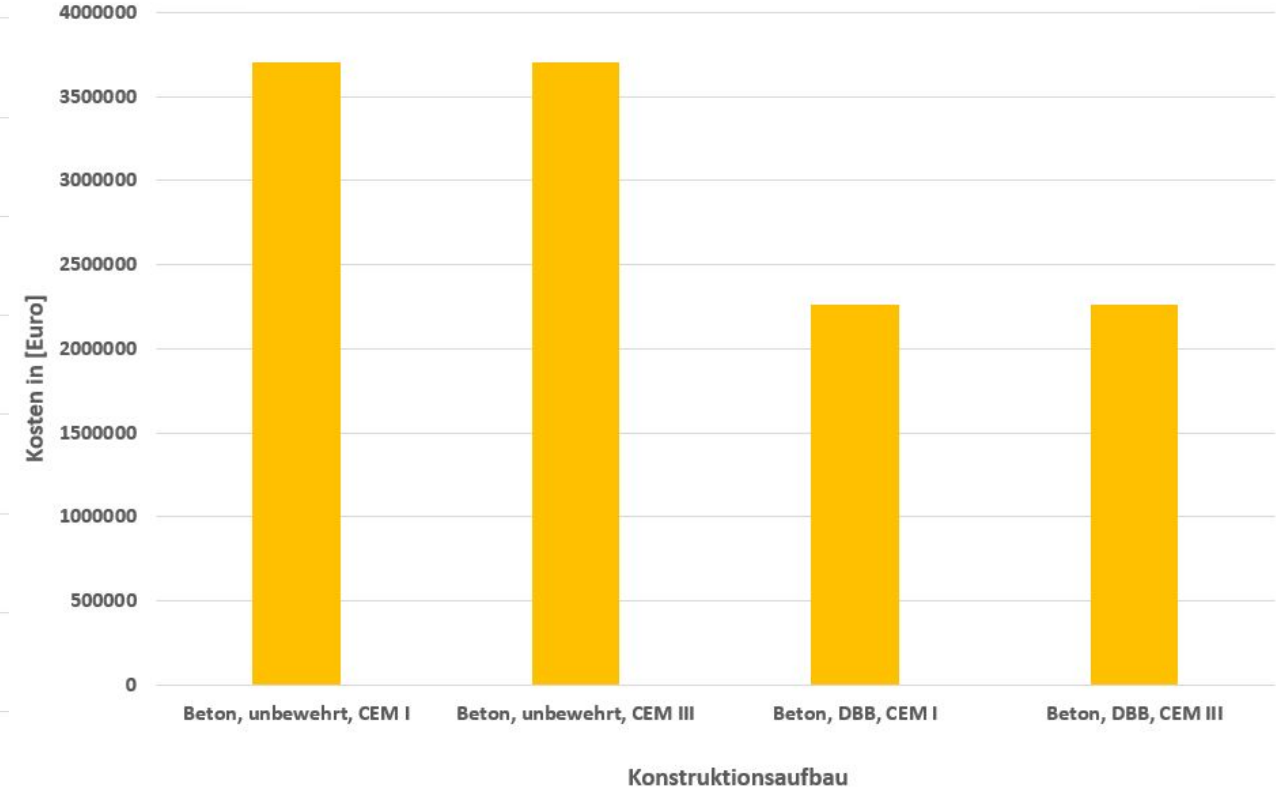
[1] Eko profil do asfaltowej i betonowej budowy dróg, Durth Roos Consulting GmbH na zlecenie Niemiec Stowarzyszenie Asfaltowe e.V. (DAV) Dr.-Ing. Christian Holldorb, Karlsruhe, listopad 2003



Koszty do produkcji i budowy 1 km autostrady w fazie początkowej



Koszty do produkcji i budowy 1 km autostrady przez 60 lat

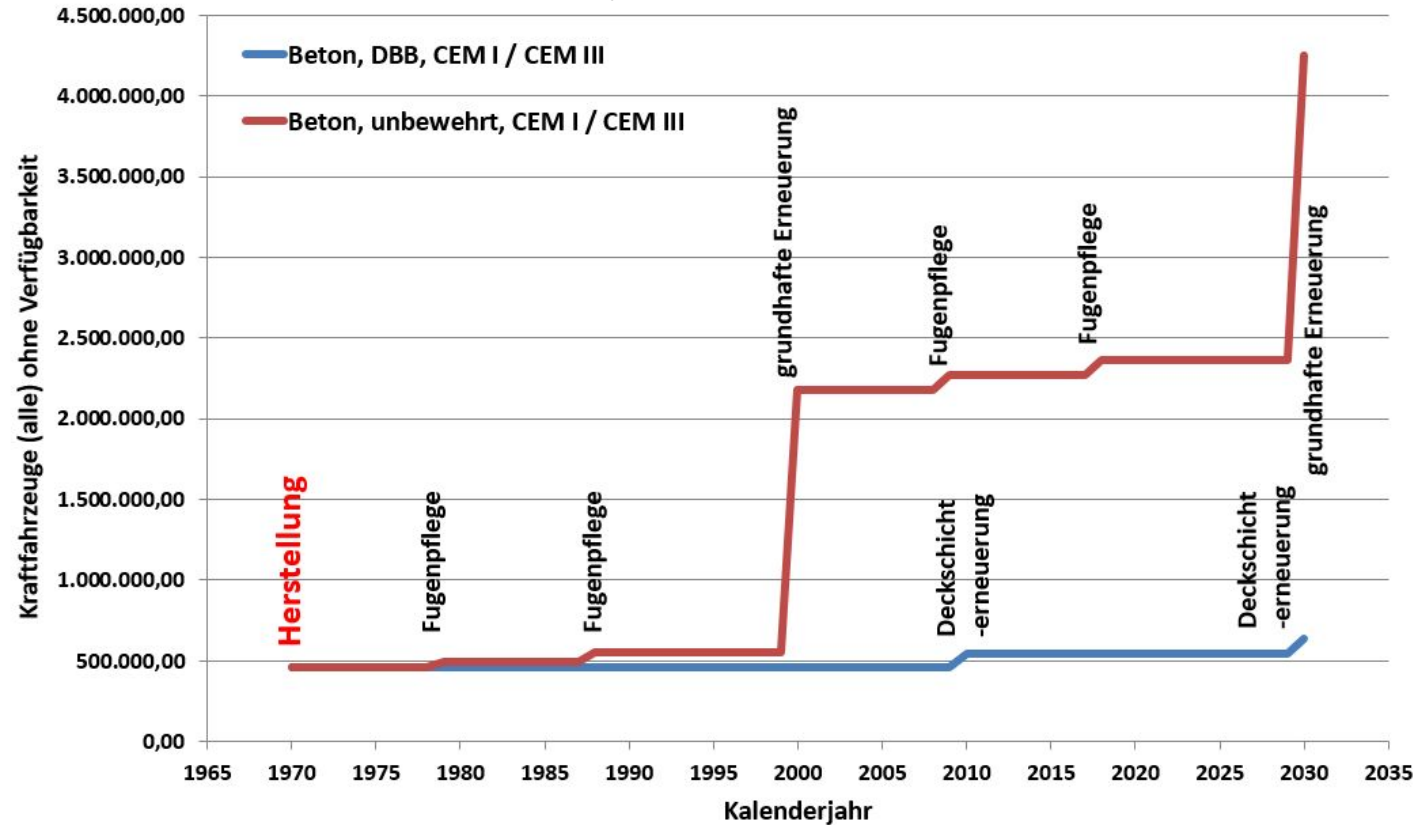


Wykresy powstały na podstawie danych z [2] i [3].

[2] Analiza kosztów cyklu życia nawierzchni żelbetowej ciągłej, AB Roads na zlecenie Instytutu im Zbrojenie stalowe e.V. (ISB), prof. inż. Anne-Beeldens, Bruksela, Düsseldorf 2022

[3] Cienkie nawierzchnie asfaltowe na betonowych nawierzchniach drogowych (DAB), zrównoważone budownictwo przyszłości Betonmarketing West GmbH, magazyn specjalistyczny Beton, Dipl.-Ing. Rolf Kampen, Düsseldorf, listopad 2010

## Fazy bez/z ograniczoną dostępnością - społeczne związane z pojazdami (wszystkie)



Wykresy powstały w oparciu o dane z [4] – [6].

[4] Wytyczne dotyczące standaryzacji nawierzchni obszarów ruchu (RStO), FGSV Kolonia, 2012

[5] Arkusze informacyjny dotyczący utrzymania konstrukcji betonowych obszarów komunikacyjnych (M BEB), FGSV Kolonia, 2009

[6] Informacje dotyczące nawierzchni drogowej z betonu zbrojonego ciągłego (H DBB) FGSV Kolonia, 2020



## w Niemczech

(Dickenangaben in cm;  $E_{ct}$ -Mindestwerte in MPa)

Zeile	Belastungsklasse	Bk100	Bk32
1	<b>Asphalttragschicht auf Frostschuttschicht</b>		
	Betondecke DBB		
	Asphalttragschicht Frostschuttschicht		
2	<b>Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln / HVT auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material</b>		
	Betondecke DBB		
	Asphaltzwischen-schicht Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT) / HVT Frostschuttschicht		
3	<b>Tragschicht mit hydraulischen Bindemitteln / HVT auf Frostschuttschicht bzw. Schicht aus frostunempfindlichem Material</b>		
	Betondecke DBB		
	Vliesstoff Hydraulisch gebundene Tragschicht (HGT) / HVT Frostschuttschicht		

## w Polsce

Kategoria ruchu	KR1	KR2	KR3	KR4	KR5	KR6	KR7
Ruch projektowy (min osi 100 kN)	≤ 0,15	0,15 - 0,75	0,75 - 6,39	6,39 - 15,99	15,99 - 42,63	42,63 - 101,25	> 101,25
Ruch projektowy (min osi 115 kN)	≤ 0,06	0,06 - 0,28	0,28 - 2,40	2,40 - 6,00	6,00 - 16,00	16,00 - 38,00	> 38,00
Typ III	-	-	-				
	-	-	-	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona	dyblowana i kotwiona

Legenda:

- warstwa nawierzchniowa z betonu cementowego
- warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C<sub>30/37</sub>
- warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C<sub>20/25</sub>
- warstwa posłizgowa: geowłókna
- warstwa posłizgowa: beton asfaltowy
- wymagany wlotny moduł odkształcenia E<sub>t</sub>



WR-M-61 (w przygotowaniu)

Katalog typowych konstrukcji nawierzchni jezdni na drogowych obiektach mostowych









**STRABAG**  
WORK ON PROGRESS



- Wymagania i wytyczne dla nawierzchni betonowych ze zbrojeniem ciągłym (beton, zbrojenie, warstwa poslizgowa, ogólna konstrukcja, szczegóły konstrukcyjne) zostały potwierdzone praktyką.
- Firmy wykonawcze zapoznały się z technologią budowy i można ją stosować w warunkach drogowych i pogodowych panujących w Polsce i Niemczech.
- Na 10 odcinkach próbnych zbudowanych w Polsce i Niemczech w których eksploatacja wynosi nawet 27 lat nie doszło do żadnych uszkodzeń. Nawierzchnie te nie wymagały żadnych działań i zabiegów ochronnych.
- W dłuższej perspektywie realistyczne są wysokie nośności i trwałość nawierzchni ze zbrojeniem ciągłym wynosząca 50 lat lub więcej.
- Pod względem zrównoważonego rozwoju nawierzchnie ze zbrojeniem ciągłym mają wyraźną przewagę nad obecnymi standardowymi konstrukcjami (nawierzchni kotwionych i dyblowanych).
- Kolejnymi krokami będzie wprowadzenie jej jako nowej, standardowej technologii budowy.

Pytania?

Chętnie!

dr inż.  
Małgorzata KONOPSKA - PIECHURSKA  
Technolog ds. betonu / Ekspert ds. zrównoważonego rozwoju i ESG

TPA Sp. z o.o.  
ul. Parzniewska 8  
05-800 Pruszków / Polska  
Tel.: +48 (0)22 / 738 22 04  
Fax.: +48 (0)22 / 738 22 01  
Mobil: +48 883 343 245  
[malgorzata.konopska@tpaqi.com](mailto:malgorzata.konopska@tpaqi.com), [www.tpaqi.com](http://www.tpaqi.com)

Oberregierungsrat  
Dipl.-Ing. Stefan Höller  
Referat S6 Analyse und Entwicklung von Straßenoberbauten  
Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt)  
Brüderstraße 53, 51427 Bergisch Gladbach  
Telefon 02204 43-7608,  
[hoellers@bast.de](mailto:hoellers@bast.de), [www.bast.de](http://www.bast.de)

