

VI KRAKOWSKIE DNI NAWIERZCHNI 2019

13-15 listopada 2019 r.

Aspekty środowiskowe i finansowe w wyborze nawierzchni drogowych

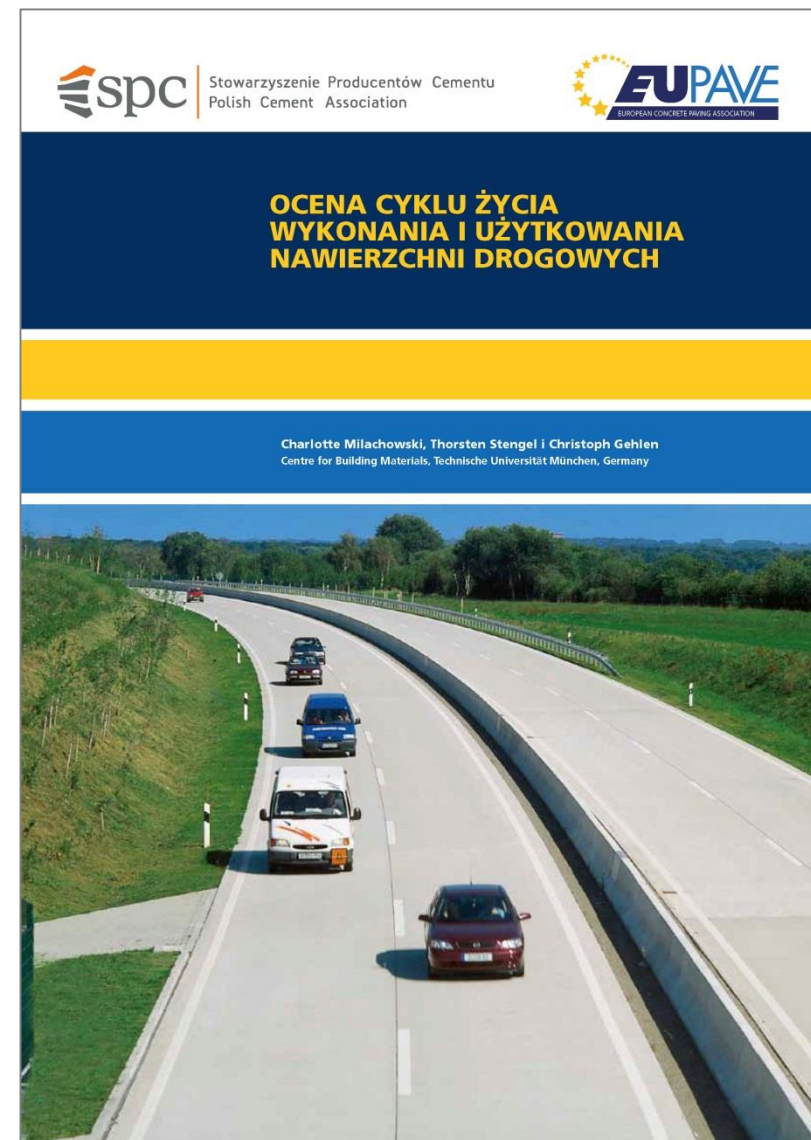
Piotr KIJOWSKI
Stowarzyszenie Producentów Cementu

KONKURENCJA → ROZWÓJ



ZALETY NAWIERZCHNI BETONOWYCH





ŚRODOWISKO



1km autostrady

OCENA WPŁYWU CYKLU ŻYCIA – LCIA

Etap cyklu życia	Rodzaj nawierzchni	Zużycie zasobów energii	Zużycie zasobów mineralnych	Zmiany klimatu	Zakwaszenie	Eutrofizacja	Całkowite odpady	Zanieczyszczenie powietrza cząstkami stałymi (pyły)
		[MJ]	[kg]	[kg równoważnika CO ₂]	[kg równoważnika SO ₂]	[kg równoważnika PO ₄]	[kg]	[kg]
Budowa nawierzchni	asfaltowa	4 731 337,91	11 742 276,00	249 953,59	748,86	125,97	148,89	31,29
	betonowa	6 709 266,35	11 125 154,00	927 364,46	2 143,40	312,99	43,13	1 556,61
Scen. utrzym. USA	asfaltowa	8 464 716,76	17 056 593,55	437 902,68	1 320,10	213,83	242,38	50,04
	betonowa	8 300 546,61	11 997 161,93	1 103 252,33	2 667,48	422,21	47,87	1 779,94
Scen. utrzym. Francja	asfaltowa	15 395 938,36	22 965 201,87	736 862,70	1 759,48	253,52	228,59	46,87
	betonowa	25 433 717,05	29 168 544,53	1 789 868,05	3 981,02	572,83	137,78	1 597,39
Scen. utrzym. Szwajcaria	asfaltowa	15 353 329,93	32 386 352,00	826 750,49	2 476,74	416,81	482,93	103,61
	betonowa	13 228 153,75	17 700 454,00	1 871 980,83	4 474,91	680,12	79,53	3 128,41

Na podstawie uzyskanych wyników nie można jednoznacznie stwierdzić, który wariant technologiczny jest korzystniejszy do zastosowania pod względem ekologicznym.

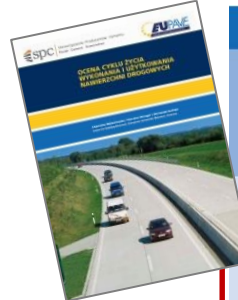


TABELA 4 – WSKAŹNIKI ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO BUDOWY 1 KM AUTOSTRADY

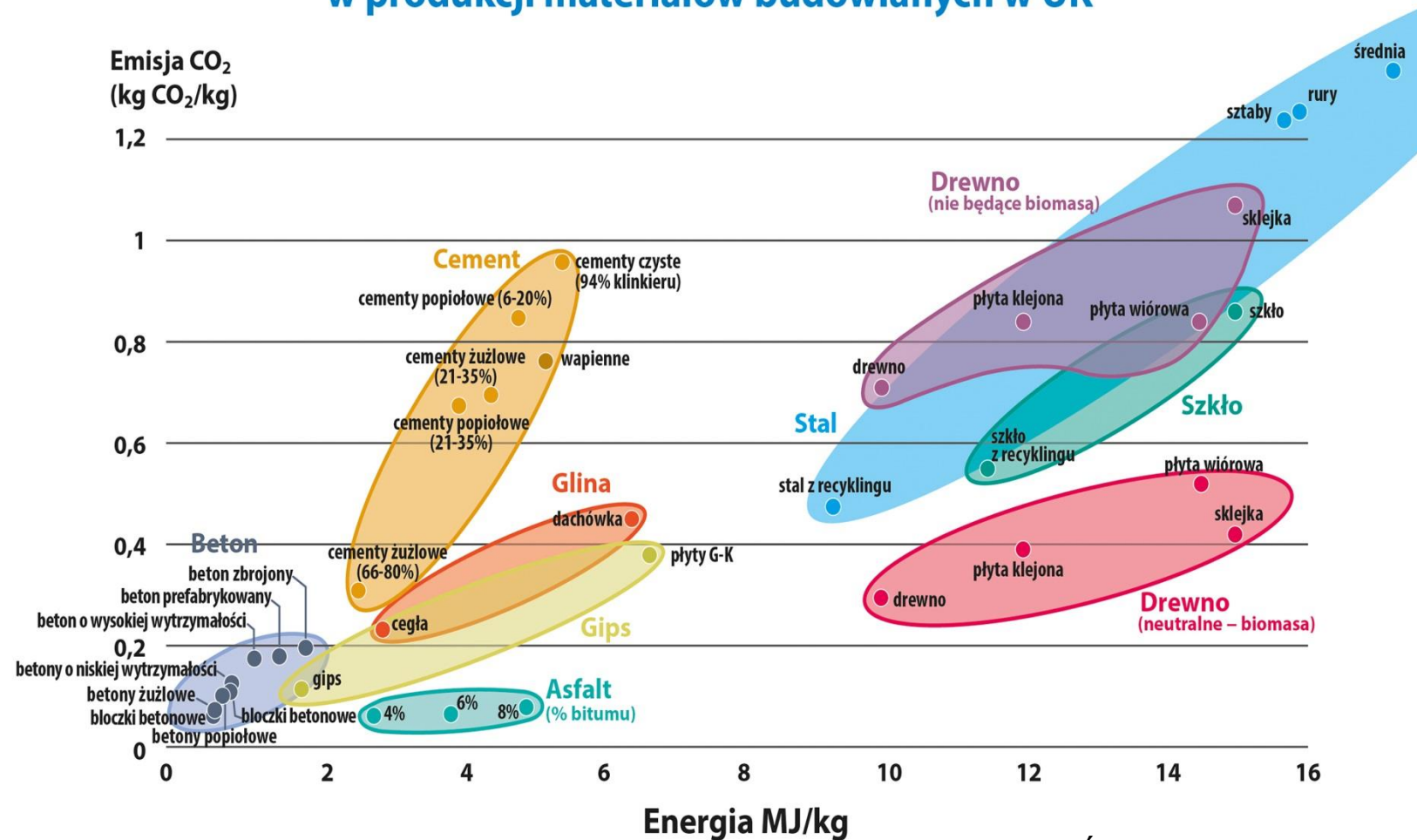
	Potencjał efektu cieplarnianego (GWP)	Potencjał niszczenia stratosferycznej warstwy ozonowej (ODP)	Potencjał syntezy fotoutleniaczy (POCP)	Zakwaszenie - potencjał (AP)	Eutrofizacja - potencjał (EP)
	[kg równoważnika CO ₂]	[kg równoważnika CFC-11]	[kg równoważnika C ₂ H ₄]	[kg równoważnika SO ₂]	[kg PO ₄]
MA scenariusz A	1 694 573	0.39	413	8 191	1 232
MA scenariusz B	1 425 044	0.35	346	6 623	919
PA scenariusz A	1 730 430	0.40	431	8 516	1 264
PA scenariusz. B	1 446 198	0.36	361	6 892	940
tC scenariusz A	2 710 311	0.13	380	6 374	1 084
tC scenariusz B	2 339 814	0.09	308	4 644	742
tC scenariusz C	2 153 620	0.13	344	6 343	1 079
EAC scenariusz A	2 821 219	0.13	389	6 478	1 100
EAC scenariusz B	2 474 597	0.09	317	4 748	758
EAC scenariusz C	2 227 417	0.13	350	6 447	1 094

TABELA 7 – WSKAŹNIKI ODDZIAŁYWANIA NA ŚRODOWISKO REMONTU I UŻYTKOWANIA 1 KM AUTOSTRADY PRZEZ RUCH ULICZNY

	Efekt cieplarniany potencjał (GWP)	Niszczenie warstwy ozonowej stratosfery potencjał (ODP)	Fotoutleniacze - synteza potencjał (POCP)	Zakwaszenie potencjał (AP)	Eutrofizacja potencjał (EP)
	[kg CO ₂ -eq.]	[kg CFC-11-eq.]	[kg C ₂ H ₄ -eq.]	[kg SO ₂ -eq.]	[kg PO ₄ -eq.]
MA scenariusz A	944 116	0.21	272	5 249	723
MA scenariusz B	1 230 617	0.27	352	6 808	943
PA scenariusz A	1 048 154	0.24	316	6 028	764
PA scenariusz B	1 363 116	0.33	423	7 986	3 718
tC scenariusz A	60 520	0.01	46	265	36
tC scenariusz B	170 920	0.01	81	742	110
EAC scenariusz A	63 971	0.01	46	270	37
EAC scenariusz B	181 274	0.01	82	756	113
Scenariusz ruchu A	230 904 557	29.84	167 980	1 066 521	202 078
Scenariusz ruchu B	229 750 034	29.69	167 140	1 061 189	201 067
Scenariusz ruchu C	226 286 466	29.24	164 620	1 045 191	198 036
Scenariusz ruchu D	220 146 604	28.30	166 410	1 008 952	189 865

ŚRODOWISKO

Emisja CO₂ i wykorzystanie energii w produkcji materiałów budowlanych w UK



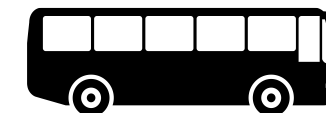
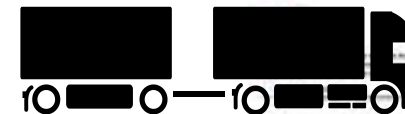
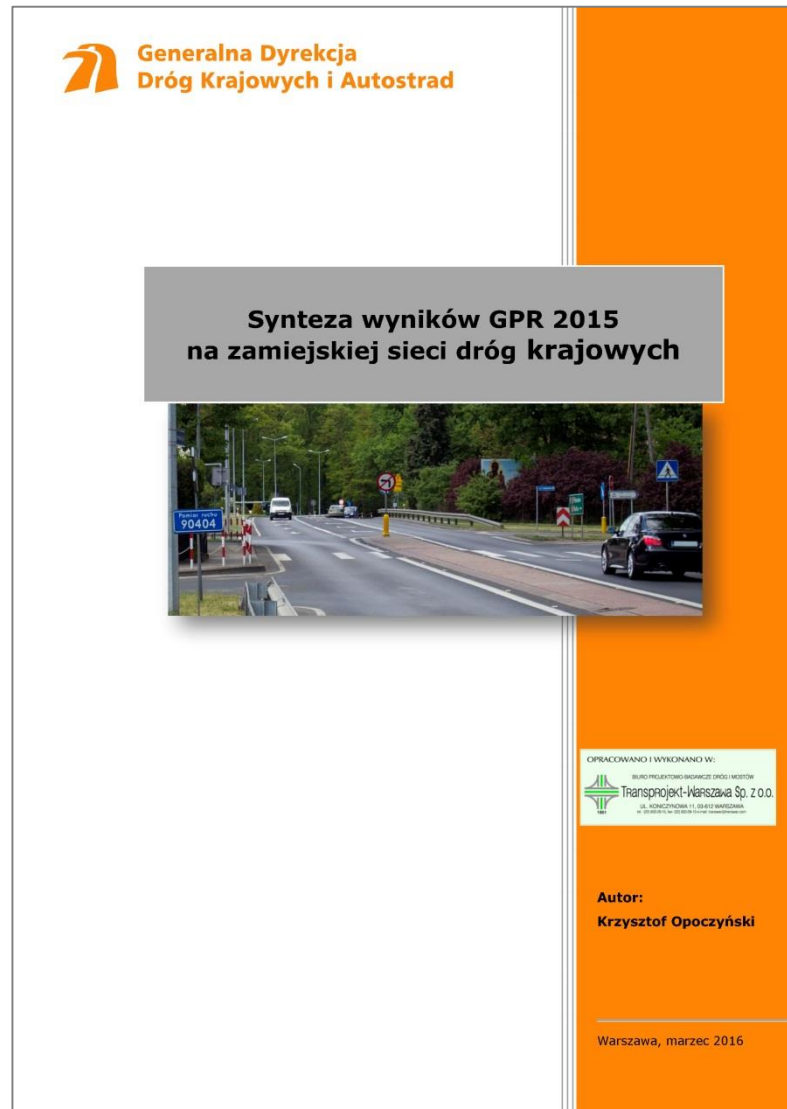
Źródło: The Royal Institute of International Affairs
Chatham House report

ŚRODOWISKO

A black silhouette of a fuel pump nozzle and hose, positioned over a faded background image of a multi-lane highway with cars and trucks.

mniejsze zużycie paliwa
(o 2-3%),
a przypadku samochodów ciężarowych
nawet o kilkanaście procent

Generalny Pomiar Ruchu - 2015



Generalny Pomiar Ruchu - 2015

Kategorie pojazdów	Udział poszczególnych kategorii pojazdów silnikowych w SDRR 2015 na drogach krajowych według klas technicznych							
	A		S		GP		G	
	SDRR (poj./dobę)	(%)	SDRR (poj./dobę)	(%)	SDRR (poj./dobę)	(%)	SDRR (poj./dobę)	(%)
Motocykle	48	0,2	64	0,3	48	0,5	37	0,7
Samochody osobowe	18202	68,5	15489	73,0	7159	71,7	3984	75,9
Lekkie samochody ciężar. (dostawcze)	2250	8,5	1862	8,8	871	8,7	469	8,9
Samochody ciężar. bez przyczep	758	2,9	634	3,0	352	3,5	174	3,3
Samochody ciężar. z przyczepami	5103	19,3	3068	14,4	1472	14,7	539	10,2
Autobusy	148	0,6	114	0,5	83	0,8	44	0,8
Ciągniki rolnicze	-	-	1	0,0	10	0,1	13	0,2
Pojazdy silnikowe ogółem	26509	100,0	21232	100,0	9995	100,0	5260	100,0

Emisja CO₂

Rodzaj pojazdu	CO ₂ [g/km]	SDRR [poj./dobę]	CO ₂ [g/km/dobę]	CO ₂ [kg/km/dobę]	CO ₂ [kg/km/rok]
samochody osobowe	120	18 202	2 184 240	2 184,24	797 247,60
lekke samochody ciężarowe	220	2 250	495 000	495,00	180 675,00
samochody ciężarowe bez przyczep	600	758	454 800	454,80	166 002,00
samochody ciężarowe z przyczepami	650	5 103	3 316 950	3 316,95	1 210 686,75
		26 313	6 450 990	6 450,99	2 354 611,35

Emisja CO₂

Rodzaj pojazdu	CO ₂ [g/km]	SDRR [poj./dobę]	CO ₂ [g/km/dobę]	CO ₂ [kg/km/dobę]	CO ₂ [kg/km/rok]
samochody osobowe	120	18 202	2 184 240	2 184,24	797 247,60
lekke samochody					
ciężarowe	220	2 250	495 000	495,00	180 675,00
samochody ciężarowe bez przyczep	600	758	454 800	454,80	166 002,00
samochody ciężarowe z przyczepami	650	5 103	3 316 950	3 316,95	1 210 686,75
		26 313	6 450 990	6 450,99	2 354 611,35

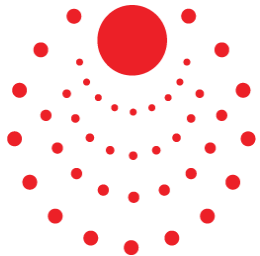


Etap cyklu życia	Rodzaj nawierzchni	Zużycie zasobów energii	Zużycie zasobów mineralnych	Zmiany klimatu	Zakwaszenie	Eutrofizacja		
		[MJ]	[kg]	[kg równoważnika CO ₂]	[kg równoważnika SO ₂]	[kg równoważnika PO ₄]	[kg]	[kg]
Budowa nawierzchni	asfaltowa	4 731 337,91	11 742 276,00	249 953,59	748,86	125,97	148,89	31,29
	betonowa	6 709 266,35	11 125 154,00	927 364,46	2 143,40	312,99	43,13	1 556,61
Scen. utrzym. USA	asfaltowa	8 464 716,76	17 056 593,55	437 902,68	1 320,10	213,83	242,38	50,04
	betonowa	8 300 546,61	11 997 161,93	1 103 252,33	2 667,48	422,21	47,87	1 779,94
Scen. utrzym. Francja	asfaltowa	15 395 938,36	22 965 201,87	736 862,70	1 759,48	253,52	228,59	46,87
	betonowa	25 433 717,05	29 168 544,53	1 789 868,05	3 981,02	572,83	137,78	1 597,39
Scen. utrzym. Szwajcaria	asfaltowa	15 353 329,93	32 386 352,00	826 750,49	2 476,74	416,81	482,93	103,61
	betonowa	13 228 153,75	17 700 454,00	1 871 980,83	4 474,91	680,12	79,53	3 128,41

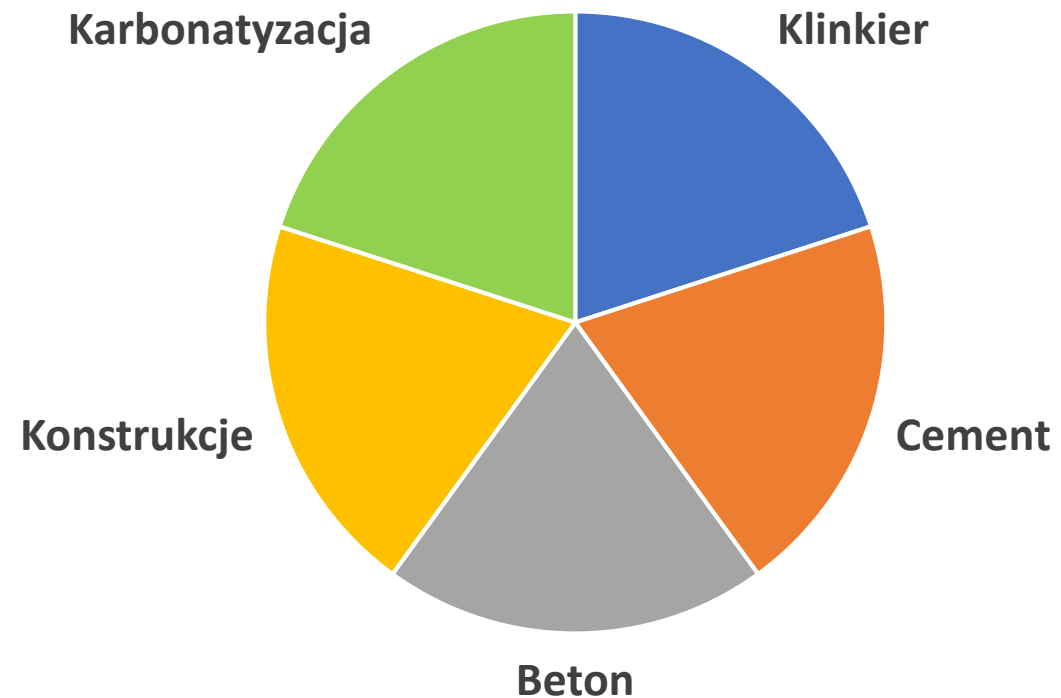
3% - 70 638 kg CO₂/km/rok

ŚRODOWISKO

VALUE CHAIN APPROACH “5 C approach”



CLINKER
CEMENT
CONCRETE
CONSTRUCTION
CARBONATION



ŚRODOWISKO



NAWIERZCHNIA BETONOWA CHARAKTERYZUJE SIĘ WYŻSZĄ JASNOŚCIĄ,

co zapewnia większe
bezpieczeństwo i mniejsze
koszty eksploatacji dzięki:



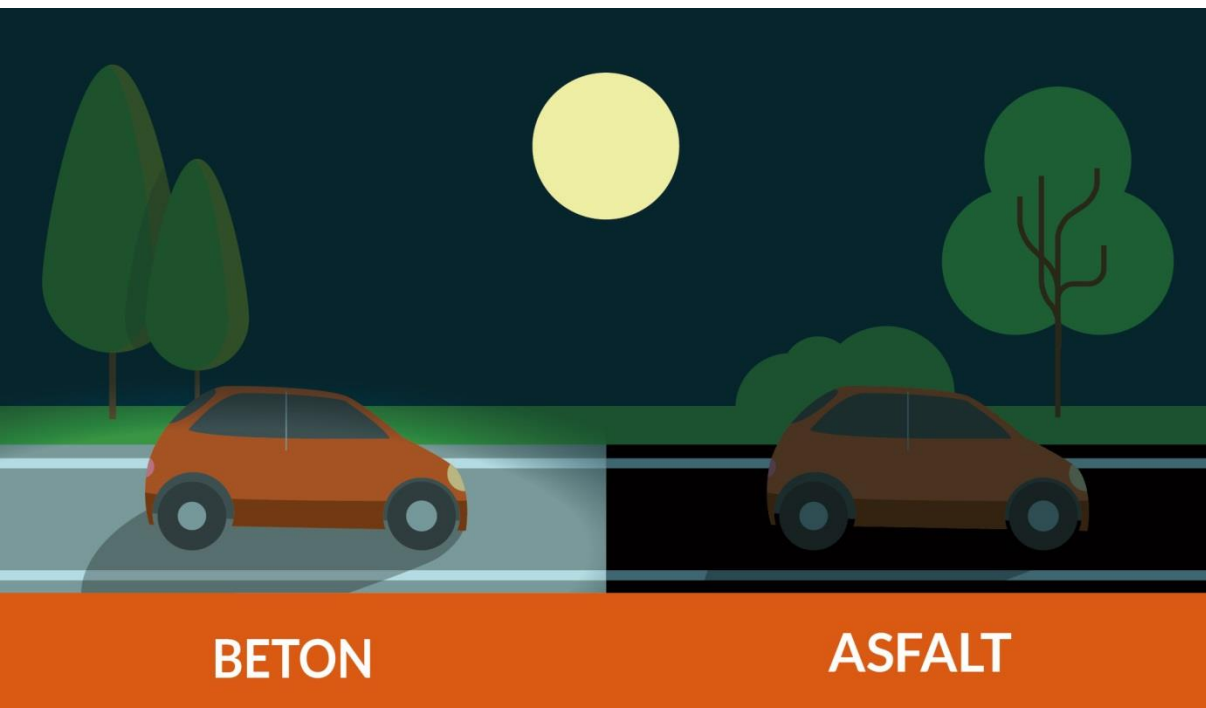
WIĘKSZEJ ROZPOZNAWALNOŚCI
OBIEKTÓW



LEPSZEMU
KONTRASTOWI



NIŻSZYM KOSZTOM
OŚWIETLENIA



WSKAŹNIK WYPADKOWOŚCI



na nawierzchniach betonowych
jest o około **1/3 MNIEJSZY**.



DZIĘKI JAŚNIEJSZEJ BARWIE,
obiekty na drogach betonowych są lepiej widoczne.

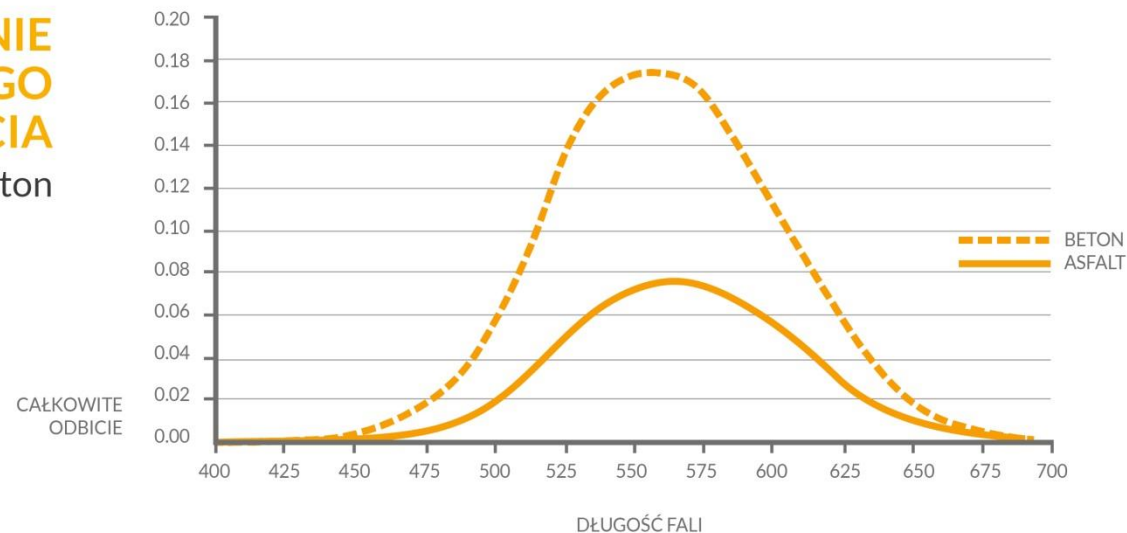
JASNOŚĆ DRÓG BETONOWYCH

ma szczególne znaczenie
w trudnych warunkach pogodowych.

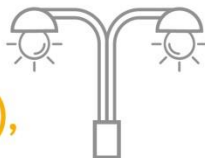


ŚRODOWISKO

**PORÓWNANIE
CAŁKOWITEGO
ODBICIA**
między asfalt i beton



**WEDŁUG DANYCH PCA
(PORTLAND CEMENT ASSOCIATION),**



do oświetlenia **1 km**
drogi betonowej wystarczy

14 lamp
zamiast **22**

**BADANIA WYKONANE W
SZWAJCARII WYKAZAŁY,**



iż koszty oświetlenia dróg o nawierzchniach betonowych stanowią jedynie **43%** kosztów pochłanianych przez oświetlenie dróg o nawierzchniach wykonanych z mieszanek mineralno-asfaltowych.

WYŻSZA JASNOŚĆ DRÓG BETONOWYCH



I NIŻSZE KOSZTY ICH OŚWIE TL ENIA

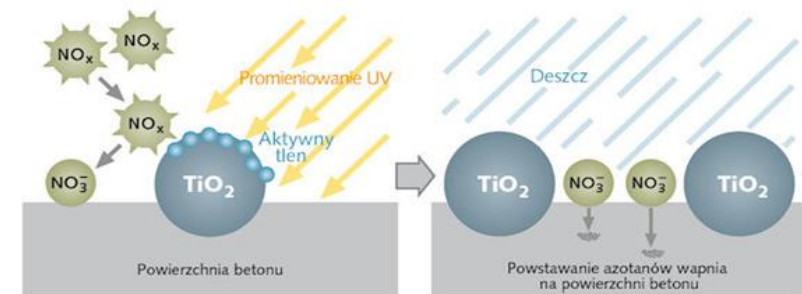
zostały podkreślone także przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad w ramach kryteriów wyboru rodzaju nawierzchni na drogach zarządzanych przez **GDDKIA**.

ŚRODOWISKO

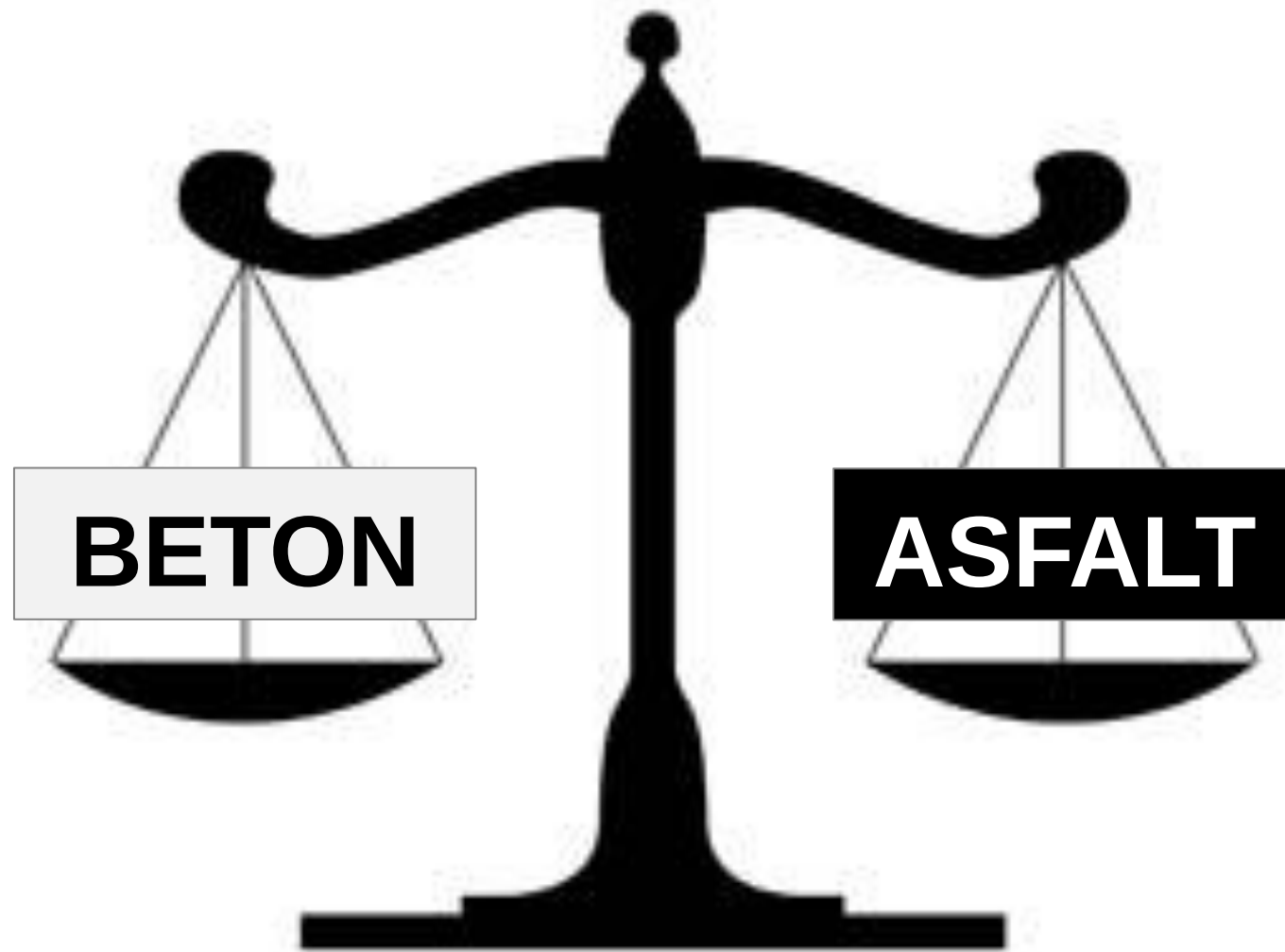
Beton samoczyszczący



Chodnik przy Rondzie Daszyńskiego w Warszawie



KOSZTY





Koszty budowy



Koszty budowy nawierzchni betonowych i asfaltowych dla kategorii ruchu KR1 wraz z wyszczególnieniem kosztów dla poszczególnych warstw

KR1										
Ceny budowy 1 m ² konstrukcji nawierzchni na podłożu G1										
Nawierzchnie podatne							Nawierzchnie sztywne			
Warstwy nawierzchni	Typ A1	Typ A2	Typ A3	Typ B	Typ C	Typ D	Typ I a	Typ I b	Typ II	Typ IV
Warstwa ścieralna	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	3 cm – B.A.				
	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN	31,29 PLN				
Warstwa wiążąca	5 cm – B.A.	5 cm – B.A.	5 cm – B.A.	-	5 cm – B.A.	5 cm – B.A.				
	38,33 PLN	38,33 PLN	38,33 PLN	-	38,33 PLN	38,33 PLN				
Górna warstwa podbudowy	20 cm – Kr. C _{90/3}	22 cm – Kr. C _{50/30}	25 cm – Kr. C _{NR}	10 cm – B.A.	18 cm – M.Z.S.H.	18 cm – G.S.S.H.				
	38,17 PLN	18,00 PLN	18,64 PLN	71,22 PLN	56,72 PLN	33,37 PLN				
Dolna warstwa podbudowy	-	-	-	-	-	-				
	-	-	-	-	-	-				
Nawierzchnia betonowa							22 cm – B.C.	22 cm – B.C.	19 cm – B.C.	18 cm – B.C.
							97,42 PLN	97,42 PLN	85,73 PLN	81,80 PLN
Kotwy i dyble							-	-	-	-
							-	-	-	-
Warstwa poślizgowa							-	-	-	Geo
							-	-	-	8,56 PLN
Podbudowa							30 cm – Kr. C _{50/30}	28 cm – Kr. C _{90/3}	8 cm – B.A.	18 cm – G.S.S.H.
							21,65 PLN	51,51 PLN	56,96 PLN	33,37 PLN
Koszt całkowity (z uwzględnieniem kosztów pośrednich)	120,10 PLN	99,93 PLN	100,57 PLN	114,82 PLN	138,65 PLN	102,99 PLN	119,07 PLN	148,93 PLN	142,69 PLN	123,73 PLN

Oznaczenia:

B.A. – beton asfaltowy
Kr. C_{90/3} – kruszywo C_{90/3}
Kr. C_{50/30} – kruszywo C_{50/30}
Kr. C_{NR} – kruszywo C_{NR}

M.Z.S.H. – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym
G.S.S.H. – grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym
Geo – geowłóknina
B.C. – beton cementowy

Koszty budowy nawierzchni betonowych i asfaltowych dla kategorii ruchu KR2 wraz z wyszczególnieniem kosztów dla poszczególnych warstw

	KR2									
	Ceny budowy 1 m ² konstrukcji nawierzchni na podłożu G1									
	Nawierzchnie podatne						Nawierzchnie sztywne			
Warstwy nawierzchni	Typ A1	Typ A2	Typ A3	Typ B	Typ C	Typ D	Typ I a	Typ I b	Typ II	Typ IV
Warstwa ścieralna	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.				
	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN				
Warstwa wiążąca	8 cm – B.A.	8 cm – B.A.	8 cm – B.A.	6 cm – B.A.	7 cm – B.A.	7 cm – B.A.				
	61,30 PLN	61,30 PLN	61,30 PLN	45,98 PLN	53,63 PLN	53,63 PLN				
Górna warstwa podbudowy	20 cm – Kr. C _{90/3}	22 cm – Kr. C _{50/30}	25 cm - Kr. C _{NR}	8 cm – B.A.	20 cm - M.Z.S.H.	20 cm – G.S.S.H.				
	38,17 PLN	18,00 PLN	18,64 PLN	56,96 PLN	63,02 PLN	37,06 PLN				
Dolna warstwa podbudowy	-	-	-	-	-	-				
	-	-	-	-	-	-				
Nawierzchnia betonowa							24 cm – B.C.	24 cm – B.C.	20 cm – B.C.	19 cm – B.C.
Kotwy i dyble							105,21 PLN	105,21 PLN	89,61 PLN	85,73 PLN
							-	-	-	-
Warstwa poślizgowa							-	-	-	Geo
							-	-	-	8,56 PLN
Podbudowa							30 cm – Kr. C _{50/30}	28 cm – Kr. C _{90/3}	8 cm - B.A.	18 cm – G.S.S.H.
							21,65 PLN	51,51 PLN	56,96 PLN	33,37 PLN
Koszt całkowity (z uwzględnieniem kosztów pośrednich)							143,07PLN	122,90PLN	123,54PLN	146,54PLN

Oznaczenia:

B.A. – beton asfaltowy
Kr. C_{90/3} – kruszywo C_{90/3}
Kr. C_{50/30} – kruszywo C_{50/30}
Kr. C_{NR} – kruszywo C_{NR}

M.Z.S.H. – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym
G.S.S.H. – grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym
Geo – geowłóknina
B.C. – beton cementowy

Koszty budowy nawierzchni betonowych i asfaltowych dla kategorii ruchu KR3 wraz z wyszczególnieniem kosztów dla poszczególnych warstw

KR3								
Ceny budowy 1 m ² konstrukcji nawierzchni na podłożu G1								
Nawierzchnie podatne					Nawierzchnie sztywne			
Warstwy nawierzchni	Typ A1	Typ A2	Typ B	Typ C	Typ I a	Typ I b	Typ II	Typ IV
Warstwa ścieralna	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.				
	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN				
Warstwa wiążąca	5 cm – B.A.	5 cm – B.A.	8 cm – B.A.	5 cm – B.A.				
	38,31 PLN	38,31 PLN	61,30 PLN	38,31 PLN				
Górna warstwa podbudowy	7 cm – B.A.	7 cm – B.A.	10 cm – B.A.	6 cm – B.A.				
	50,09 PLN	50,09 PLN	71,22 PLN	42,95 PLN				
Dolna warstwa podbudowy	20 cm – Kr. C _{90/3}	22 cm – Kr. C _{50/30}	-	20 cm – M.Z.S.H.				
	38,17 PLN	18,00 PLN	-	63,02 PLN				
Nawierzchnia betonowa					25 cm – B.C.	25 cm – B.C.	21 cm – B.C.	22 cm – B.C.
					109,13 PLN	109,13 PLN	93,51 PLN	97,42 PLN
Kotwy i dyble					9,11 PLN	9,11 PLN	9,11 PLN	9,11 PLN
Warstwa poślizgowa					-	-	-	Geo
					-	-	-	8,56 PLN
Podbudowa					32 cm – Kr. C _{50/30}	30 cm – Kr. C _{90/3}	8 cm – B.A.	18 cm – G.S.S.H.
					23,10 PLN	55,19 PLN	56,96 PLN	33,37 PLN
Koszt całkowity (z uwzględnieniem kosztów pośrednich)	170,17 PLN	150,00 PLN	176,12 PLN	187,88 PLN	141,34 PLN	173,43 PLN	159,58 PLN	148,46 PLN

Oznaczenia:

B.A. – beton asfaltowy
Kr. C_{90/3} – kruszywo C_{90/3}
Kr. C_{50/30} – kruszywo C_{50/30}
Kr. C_{NR} – kruszywo C_{NR}

M.Z.S.H. – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym
G.S.S.H. – grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym
Geo – geowłóknina
B.C. – beton cementowy

Koszty budowy nawierzchni betonowych i asfaltowych dla kategorii ruchu KR4 wraz z wyszczególnieniem kosztów dla poszczególnych warstw

	KR4							
	Ceny budowy 1 m ² konstrukcji nawierzchni na podłożu G1							
	Nawierzchnie podatne				Nawierzchnie sztywne			
Warstwy nawierzchni	Typ A1	Typ A2	Typ B	Typ C	Typ I a	Typ I b	Typ II	Typ III
Warstwa ścieralna	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	-			
	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN				
Warstwa wiążąca	6 cm – B.A.	6 cm – B.A.	8 cm – B.A.	6 cm – B.A.				
	45,98 PLN	45,98 PLN	61,30 PLN	45,98 PLN				
Górna warstwa podbudowy	10 cm – B.A.	10 cm – B.A.	14 cm – B.A.	8 cm – B.A.				
	71,58 PLN	71,58 PLN	99,69 PLN	57,26 PLN				
Dolna warstwa podbudowy	20 cm – Kr. C _{90/3}	22 cm – Kr. C _{50/30}	-	22 cm - M.Z.S.H.				
	38,17 PLN	18,00 PLN	-	69,34 PLN				
Nawierzchnia betonowa	-							
					113,05 PLN	113,05 PLN	101,34 PLN	101,34 PLN
Kotwy i dyble					10,20 PLN	10,20 PLN	10,20 PLN	10,20 PLN
Warstwa poślizgowa					-	-	-	Geo
					-	-	-	8,56 PLN
Podbudowa					32 cm – Kr. C _{50/30}	30 cm – Kr. C _{90/3}	8 cm - B.A.	18 cm – G.S.S.H.
					23,10 PLN	55,19 PLN	56,96 PLN	33,37 PLN
Koszt całkowity (z uwzględnieniem kosztów pośrednich)	199,33 PLN	179,16 PLN	204,59 PLN	216,18 PLN	146,35 PLN	178,44 PLN	168,50 PLN	153,47 PLN

Oznaczenia:

B.A. – beton asfaltowy
Kr. C_{90/3} – kruszywo C_{90/3}
Kr. C_{50/30} – kruszywo C_{50/30}
Kr. C_{NR} – kruszywo C_{NR}

M.Z.S.H. – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym
G.S.S.H. – grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym
Geo – geowłóknina
B.C. – beton cementowy

Koszty budowy nawierzchni betonowych i asfaltowych dla kategorii ruchu KR5 wraz z wyszczególnieniem kosztów dla poszczególnych warstw

	KR5											
	Ceny budowy 1 m ² konstrukcji nawierzchni na podłożu G1											
	Nawierzchnie podatne				Nawierzchnie sztywne							
Warstwy nawierzchni	Typ A1	Typ A2	Typ B	Typ C		Typ I	Typ II	Typ III				
Warstwa ścieralna	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.								
	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN								
Warstwa wiążąca	8 cm – B.A.	8 cm – B.A.	8 cm – B.A.	8 cm – B.A.								
	61,30 PLN	61,30 PLN	61,30 PLN	61,30 PLN								
Górna warstwa podbudowy	12 cm – B.A.	12 cm – B.A.	18 cm – B.A.	8 cm – B.A.								
	85,89 PLN	85,89 PLN	128,18 PLN	57,26 PLN								
Dolna warstwa podbudowy	20 cm – Kr. C _{90/3}	22 cm – Kr. C _{50/30}	-	22 cm - M.Z.S.H.								
	38,17 PLN	18,00 PLN	-	69,34 PLN								
Nawierzchnia betonowa										28 cm – B.C.	25 cm – B.C.	25 cm – B.C.
										141,33 PLN	127,42 PLN	127,42 PLN
Kotwy i dyble						11,25 PLN	11,25 PLN	11,25 PLN				
Warstwa poślizgowa						-	-	Geo				
						-	-	8,56 PLN				
Podbudowa						30 cm – Kr. C _{90/3}	10 cm - B.A.	20 cm – G.S.S.H.				
						55,19 PLN	71,22 PLN	37,06 PLN				
Koszt całkowity (z uwzględnieniem kosztów pośrednich)	228,96 PLN	208,79 PLN	233,08 PLN	231,50 PLN		207,77 PLN	209,89 PLN	184,29 PLN				

Oznaczenia:

B.A. – beton asfaltowy
Kr. C_{90/3} – kruszywo C_{90/3}
Kr. C_{50/30} – kruszywo C_{50/30}
Kr. C_{NR} – kruszywo C_{NR}

M.Z.S.H. – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym
G.S.S.H. – grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym
Geo – geowłóknina
B.C. – beton cementowy

Koszty budowy nawierzchni betonowych i asfaltowych dla kategorii ruchu KR6 wraz z wyszczególnieniem kosztów dla poszczególnych warstw

Warstwy nawierzchni	KR6							
	Ceny budowy 1 m ² konstrukcji nawierzchni na podłożu G1							
	Nawierzchnie podatne				Nawierzchnie sztywne			
	Typ A1	Typ A2	Typ B	Typ C		Typ I	Typ II	Typ III
Warstwa ścieralna	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.				
	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN				
Warstwa wiążąca	8 cm – B.A.	8 cm – B.A.	8 cm – B.A.	8 cm – B.A.				
	61,30 PLN	61,30 PLN	61,30 PLN	61,30 PLN				
Górna warstwa podbudowy	16 cm – B.A.	16 cm – B.A.	22 cm – B.A.	10 cm – B.A.				
	114,50 PLN	114,50 PLN	156,65 PLN	71,58 PLN				
Dolna warstwa podbudowy	20 cm – Kr. C _{90/3}	22 cm – Kr. C _{50/30}	-	24 cm – M.Z.S.H.				
	38,17 PLN	18,00 PLN	-	75,63 PLN				
Nawierzchnia betonowa						30 cm – B.C.	27 cm – B.C.	27 cm – B.C.
						150,59 PLN	136,68 PLN	136,68 PLN
Kotwy i dyble						12,35 PLN	12,35 PLN	12,35 PLN
Warstwa poślizgowa						-	-	Geo
						-	-	8,56 PLN
Podbudowa						30 cm – Kr. C _{90/3}	10 cm – B.A.	18 cm – G.S.S.H.
						55,19 PLN	71,22 PLN	33,37 PLN
Koszt całkowity (z uwzględnieniem kosztów pośrednich)	257,57 PLN	237,40 PLN	261,55 PLN	252,11 PLN		218,13 PLN	220,25 PLN	190,96 PLN

Oznaczenia:

B.A. – beton asfaltowy
Kr. C_{90/3} – kruszywo C_{90/3}
Kr. C_{50/30} – kruszywo C_{50/30}
Kr. C_{NR} – kruszywo C_{NR}

M.Z.S.H. – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym
G.S.S.H. – grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym
Geo – geowłóknina
B.C. – beton cementowy

Koszty budowy nawierzchni betonowych i asfaltowych dla kategorii ruchu KR7 wraz z wyszczególnieniem kosztów dla poszczególnych warstw

	KR7							
	Ceny budowy 1 m ² konstrukcji nawierzchni na podłożu G1							
	Nawierzchnie podatne				Nawierzchnie sztywne			
Warstwy nawierzchni	Typ A1	Typ A2	Typ B	Typ C	Typ I	Typ II	Typ III a	Typ III b
Warstwa ścieralna	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.	4 cm – B.A.				
	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN	43,60 PLN				
Warstwa wiążąca	8 cm – B.A.	8 cm – B.A.	8 cm – B.A.	8 cm – B.A.				
	61,30 PLN	61,30 PLN	61,30 PLN	61,30 PLN				
Górna warstwa podbudowy	18 cm – B.A.	18 cm – B.A.	24 cm – B.A.	12 cm – B.A.				
	128,82 PLN	128,82 PLN	170,90 PLN	85,89 PLN				
Dolna warstwa podbudowy	20 cm – Kr. C _{90/3}	22 cm – Kr. C _{50/30}	-	24 cm - M.Z.S.H.				
	38,17 PLN	18,00 PLN	-	75,63 PLN				
Nawierzchnia betonowa					32 cm – B.C.	29 cm – B.C.	29 cm – B.C.	22 cm – B.C.
					159,86 PLN	145,96 PLN	145,96 PLN	113,51 PLN
Kotwy i dyble					13,42 PLN	13,42 PLN	13,42 PLN	65,99 PLN
Warstwa poślizgowa					-	-	Geo	5 cm – B.A.
					-	-	8,56 PLN	35,61 PLN
Podbudowa					30 cm – Kr. C _{90/3}	10 cm - B.A.	20 cm – G.S.S.H.	18 cm – G.S.S.H.
	55,19 PLN	71,22 PLN	37,07 PLN	33,37 PLN				
Koszt całkowity (z uwzględnieniem kosztów pośrednich)	271,89 PLN	251,72 PLN	275,80 PLN	266,42 PLN	228,47 PLN	230,60 PLN	205,01 PLN	248,48 PLN

Oznaczenia:

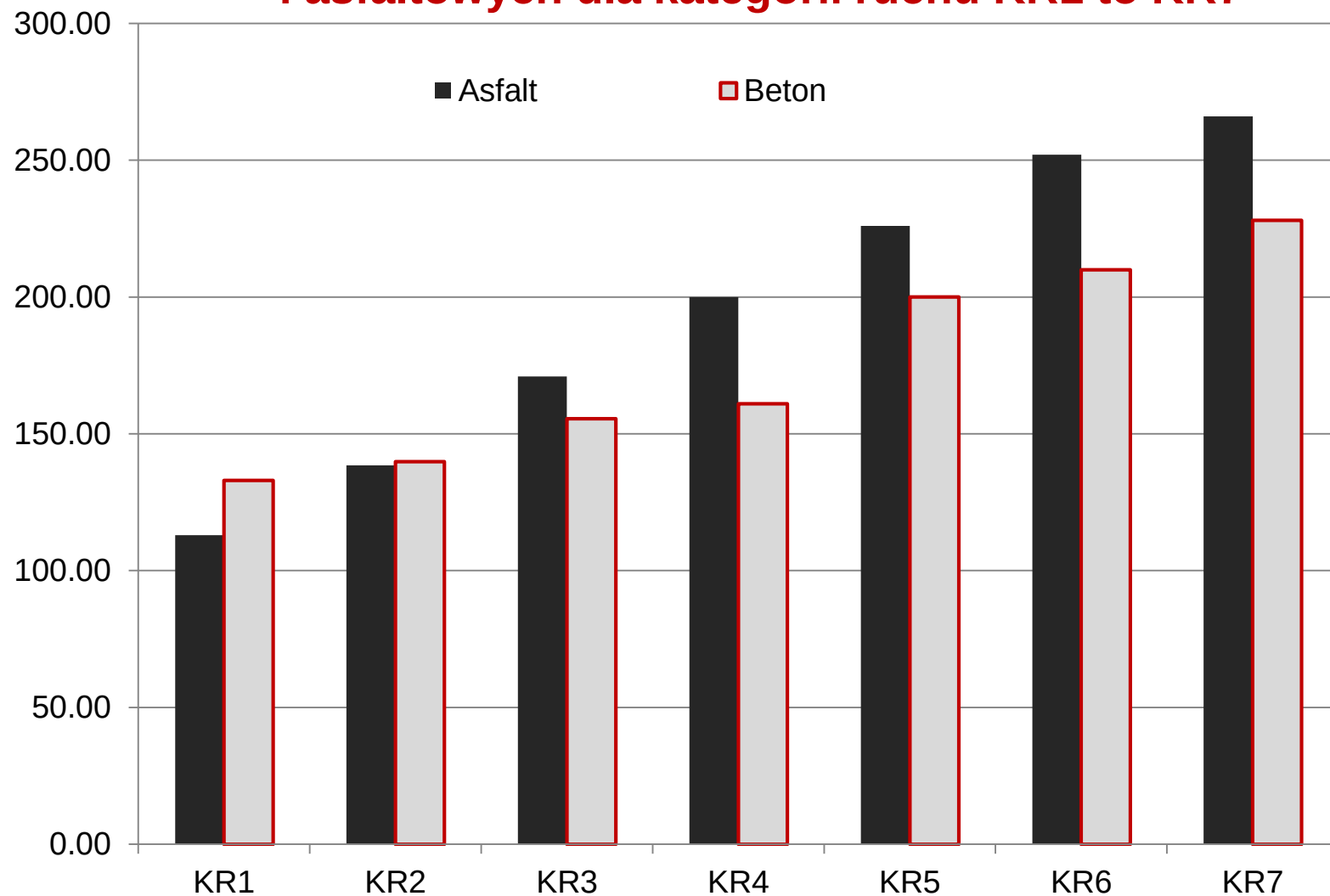
B.A. – beton asfaltowy
Kr. C_{90/3} – kruszywo C_{90/3}
Kr. C_{50/30} – kruszywo C_{50/30}
Kr. C_{NR} – kruszywo C_{NR}

M.Z.S.H. – mieszanka związana spoiwem hydraulicznym
G.S.S.H. – grunt stabilizowany spoiwem hydraulicznym
Geo – geowłóknina
B.C. – beton cementowy

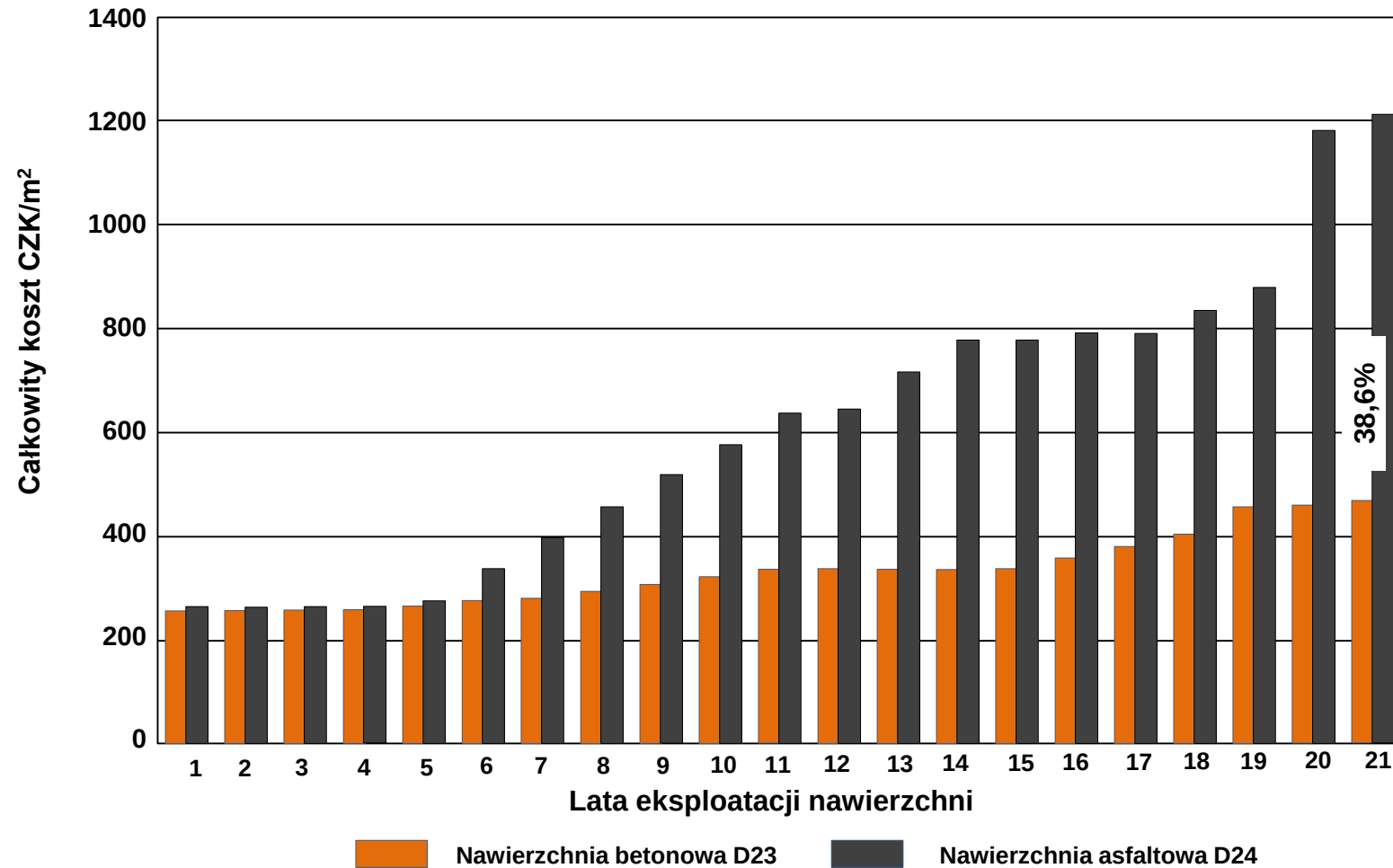
Łączne zestawienie kosztów budowy nawierzchni betonowych i asfaltowych dla kategorii ruchu od KR1 do KR7 (dane w PLN)

Kategoria ruchu	Nawierzchnie podatne						Nawierzchnie sztywne				
	Typ A1	Typ A2	Typ A3	Typ B	Typ C	Typ D	Typ I	Typ II	Typ III		Typ IV
KR1	120,10	99,93	100,57	114,82	138,65	102,99	119,07	148,93	142,69	-	123,73
KR2	143,07	122,90	123,54	146,54	160,25	134,29	126,86	156,72	146,57	-	127,66
KR3	170,17	150,00	-	176,12	187,88	-	141,34	173,43	159,58	-	148,46
KR4	199,33	179,16	-	204,59	216,18	-	146,35	178,44	168,50	153,47	-
KR5	228,96	208,79	-	233,08	231,50	-	207,77	209,89	184,29	-	
KR6	257,57	237,40	-	261,55	252,11	-	218,13	220,25	190,96	-	
KR7	271,89	251,72	-	275,80	266,42	-	228,47	230,60	205,01	248,48	-

Porównanie kosztów budowy nawierzchni betonowych i asfaltowych dla kategorii ruchu KR1 to KR7



Niższe „whole life costs”



Źródło: Dyrekcja Dróg i Autostrad, Brno, Republika Czeska

prof. Antoni Szydło
dr inż. Piotr Mackiewicz



Badania i analizy kosztów budowy i utrzymania nawierzchni betonowych i asfaltowych



Politechnika Wroclawska

Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego
Zakład Dróg i Lotnisk

Koszty budowy nawierzchni

Jak wynika z porównania **aktualnie budowanych konstrukcji** drogi betonowe są tańsze od asfaltowych już na etapie budowy. Koszt budowy 1 km drogi ekspresowej dwupasmowej:

Nawierzchnia asfaltowa



2 719 300,00 PLN

Nawierzchnia betonowa

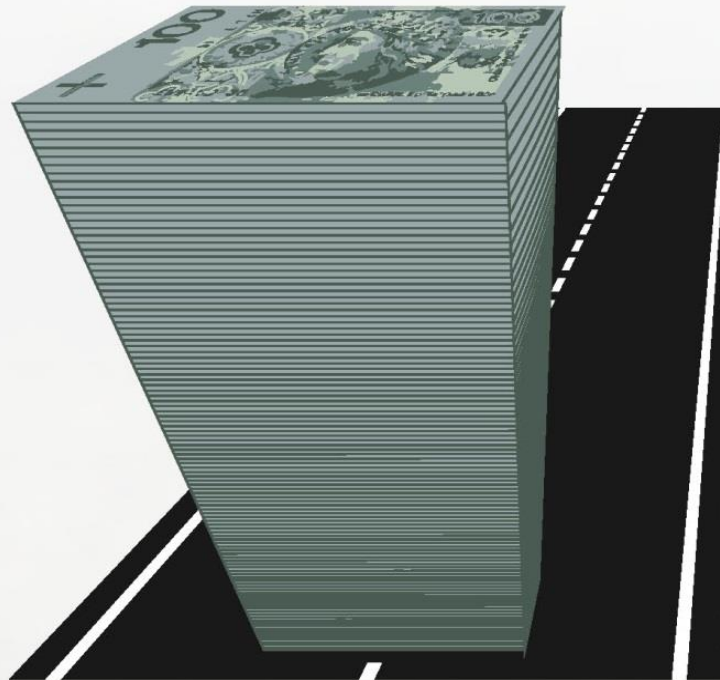


1 936 979,90 PLN

Koszt utrzymania nawierzchni

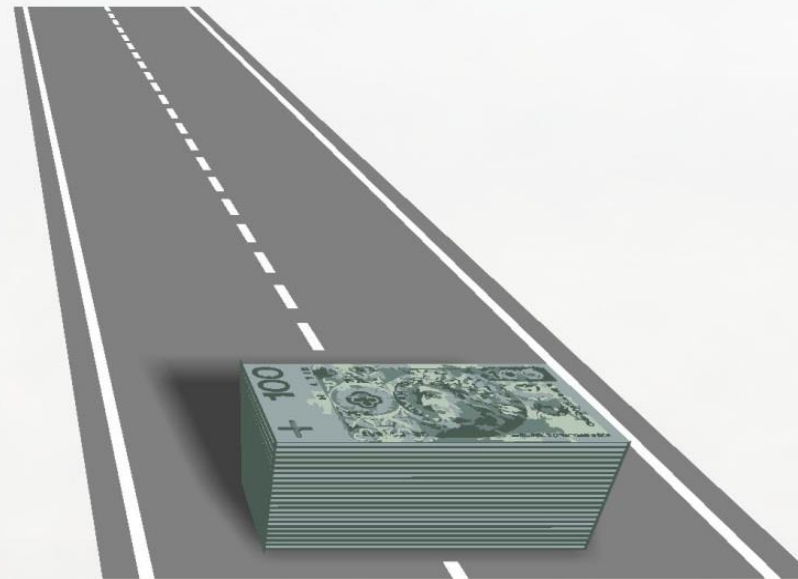
asfaltowych i betonowych dla 1 km drogi
ekspresowej dwupasmowej na przestrzeni 30 lat:

**Nawierzchnia
asfaltowa**



2 618 300,00 PLN

**Nawierzchnia
betonowa**



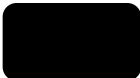
495 474,44 PLN

Koszty całkowite

Zestawienie łącznych kosztów budowy, remontu oraz utrzymania przez okres 30 lat 1 km drogi ekspresowej dwupasmowej pokazuje, że nawierzchnie betonowe są dwa razy tańsze od asfaltowych

Koszt budowy



 **Asfalt**

Koszt utrzymania



 **Beton**

Koszt całkowite



Różnica 54,4%

dodatek



„VIA CARPATHIA? – VIA ASPHALTICA!”

REKOMENDUJE POLSKIE STOWARZYSZENIE WYKONAWCÓW
NAWIERZCHNI ASFALTOWYCH



W dniach 25-27 października odbyło się XXXVII Seminarium Techniczne Polskiego Stowarzyszenia Wykonawców Nawierzchni Asfaltowych. Patronat honorowy nad wydarzeniem objął Generalny Dyrektor Dróg Krajowych i Autostrad. Tematem otwarcia była Via Carpatia, jeden

z najambitniejszych projektów infrastrukturalnych w Unii Europejskiej w ostatnich latach oraz priorytet inwestycyjny w Rządowym Programie Budowy Dróg Krajowych na lata 2014-2023 (z perspektywą do 2025).

68

Polskie Drogi

dodatek

wymaga gruntownego remontu po 10 latach użytkowania, choć ich trwałość oceniana była na przynajmniej trzy dekady. Drogi dotknięte „skiem” nie da się wyremontować, tak jak ma to miejsce w przypadku pękających jezdni asfaltowych. Konieczne jest całkowite wyrzucenie wierzchni i jej wymiana. Co więcej, wyrzucenie betonu jest trudny w użyciu – zainfekowane fragmenty rozprzestrzeniają się i mogą „zarazić” kolejną budowlę i użycia go ponownie. Dodatkowo, pod wpływem wysokich temperatur na beton pod nazwą „blow-up”, polega ono na wypiętrzaniu nowych autostradach – zachodzi zjawisko znane cyfrych. Na skutek tych pęknięć nawierzchni dyktanice jest wprowadzenie ograniczeń prędkości, a zwłaszcza motocyklistów, lub nawet zamknięcie odcinka autostrady, tym bardziej że miał już miejsce wypadek śmiertelny spowodowany tymi sprężaniami.

Problem ten dotknął także naszych sąsiadów. Główna magistrała Czech, autostrada D-1 prowadząca z Pragi do Brna została nazwana niechlubnie „drogą śmierci” oraz „betonową śmiercią”, ponieważ ze względu na postępującą degradację powierzchni często dochodziło do groźnych wypadków a betonowe dziury dla ratowania sytuacji zalewane były mieszaniną mineralno-asfaltową. Ponieważ główna trasa

rozprzestrzeniała się remont, który odbył się w 2013. Ich koszt szacowano na 100 milionów zł. W ubiegłym roku trwały prace na Ostrawie – Olomoucu. Nasz spidek betonowych i nowych są budowane w Nowym Mieście. W okresie postępującego zjawiska „blow-up” – drogi zostały zamknięte. Do wszystkich możliwych dróg

Według informacji: <http://www.pswna.pl>

72

Polskie Drogi

dodatek

Badanie: Drogi krajowe

Kategoria Ruchu 7 (KR7)

TYP	Przebieg konstrukcyjny	Wyszczególnienie kosztów	Stronny (cm)	Koszt (PLN/m²)	Koszt - suma (PLN/m²)
TYP A1 asfalt W1		Wyszczególnienie kosztów			
		Wartość wyliczenia SMA II	8	4104	
		Wartość wyliczenia AC 13W	8	4104	
		Wartość wyliczenia AC 22S	10	4104	
		Wartość wyliczenia z materiałów pomocniczych (C 10/12)	20	134,29	297,46 zł
TYP B1 beton W1		Wyszczególnienie kosztów			
		Wartość wyliczenia C20/25	20	20,26	
		Wartość wyliczenia C25/30	20	20,26	
		Wartość wyliczenia z materiałów pomocniczych (C 10/12)	20	134,29	334,29 zł

Wybór dróg asfaltowych na drogach o KR7 pozwoli zaoszczędzić aż 17% kosztów

Koszty wykonania 1 metra kwadratowego nawierzchni przy budowie drogi zdolnej przenosić najbardziej intensywny ruch (KR7 – kategoria Ruchu 7; najwyższa w 7-stopniowej skali) w technologii asfaltowej – 297,46 zł. Natomiast przy użyciu technologii betonowej – 334,29 zł. Przyliczając ponad 700 kilometrów inwestycji, której minimalne wymiary to dwa pasy ruchu po 3,75 m i pas awaryjny szerokości 3 metrów w każdą stronę, różnica te składają się na gigantyczne oszczędności.

Oprócz badań naukowych, dane rynkowe o kosztach budowy realizowanych już odcinków polskich dróg, pochodzące z ofert rozstrzygniętych przetargów, również wskazują, że drogi asfaltowe są po prostu tańsze w wykonaniu. Bazyując na przykładzie drogi ekspresowej, gdyby takie rozwiązania są brane pod uwagę w przypadku Via Carpatia – średni koszt budowy jednego kilometra asfaltowej drogi ekspresowej SS w województwie kujawsko-pomorskim okazał się o 18,4% niższy od budowy jednego kilometra betonowej drogi o tych samych parametrach.

Inwestycję tę, na etapie rozpraszania przetargów, podzielono na siedem odcinków, z których 4 powstają w technologii asfaltowej a 3 w betonowej. Wszystkie siedem odcinków spełniać ma identyczne parametry techniczne. Umowy na budowę wszystkich siedmiu odcinków zostały zawarte w 2015 roku, a realizacja projektów trwa,

Rys. 2 Broszura „Zrównoważony rozwój dróg publicznych w Polsce”, badanie „Koszt budowy dróg w dwóch technologiach nawierzchni” PSWNA, 2017, w całości dostępna na stronie: www.pswna.pl

Kwestia trwałości

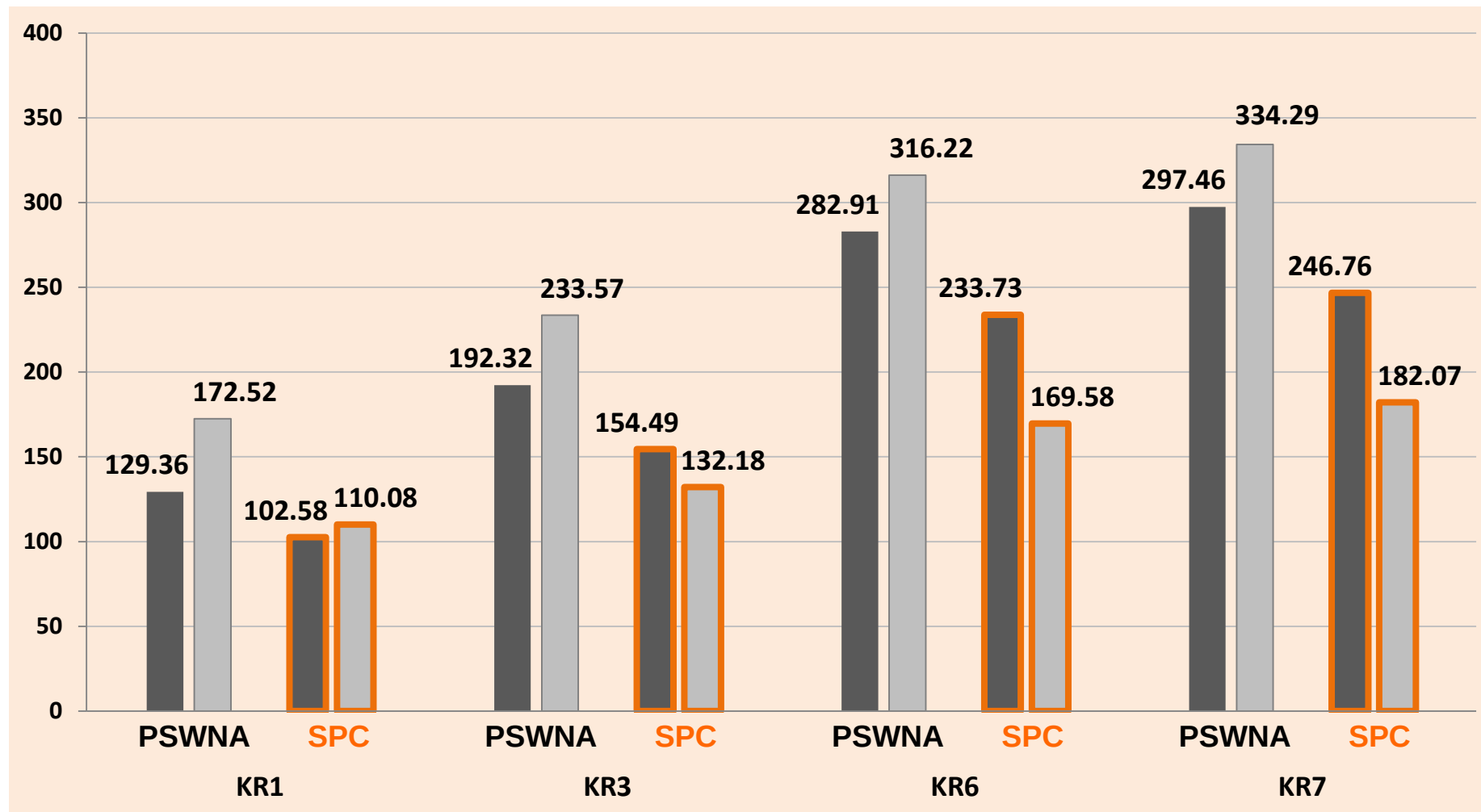
Samo zbudowanie drogi jest oczywiście ogromnym przedsięwzięciem kosztowym i logistycznym. Jednak nie mniej istotnym wyzwaniem jest długotrwałe utrzymanie infrastruktury, która ze względu na intensywną eksploatację zużywa się, a z upływem czasu narasta jest na szereg zewnętrznych czynników.

Obiegowa opinia dotycząca trwałości nawierzchni betonowych, wsparta wizerunkiem „piętnych, niemieckich autostrad” została ostatnio poddana ciężkiej próbie ze względu na toczące się w naszym kraju dyskusje do opisanego „raka betonu” – zauważa Andrzej Wyżyski z PSWNA – To mało wiarygodne określenie, które ulegało drogi betonowej pod wpływem kon-taktu z wodą. Gdy dochodzi do reakcji, w parach drogi powstaje żel, który swoim ciśnieniem rozsiera betonowe autostrady zmieniając je w gruz. Z powodu „raka betonu” ponad 300 kilometrów autostrad na terenie środkowych Niemiec

71

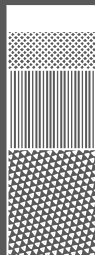
Polskie Drogi

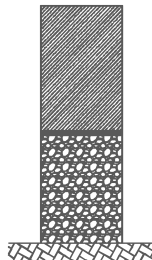
Koszt budowy 1 m² nawierzchni



Dane: Sekocenbud I kw. 2017

Kategoria Ruchu 7 (KR7)

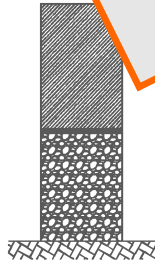
				PSWNA	SPC
TYP	Przekrój konstrukcji	Wyszczególnienie warstw	Grubość (cm)	Koszt (PLN/m ²)	Koszt (PLN/m ²)
TYP A1 asfalt W1		warstwa ścieralna SMA 11	4	49,04	39,59
		warstwa wiążąca AC 16W	8	70,11	55,32
		warstwa podbudowy AC 22P	18	134,70	117,01
		warstwa podbudowy z mieszanki niezwiązanej C90/3	20	43,61	34,84
Koszt –suma (PLN/m ²)				297,46	246,76

				PSWNA	SPC
TYP	Przekrój konstrukcji	Wyszczególnienie warstw	Grubość (cm)	Koszt (PLN/m²)	Koszt (PLN/m²)
TYP III WII beton		warstwa nawierzchniowa C35/45 (dyblowana i kotwiona)	29	236,26	141,39
		warstwa poślizgowa geowłóknina	0	15,67	7,64
		warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C 8/10	20	82,36	33,04
	Koszt –suma (PLN/m²)				334,29

Dane: Sekocenbud I kw. 2017

Kategoria Ruchu 7 (KR7)

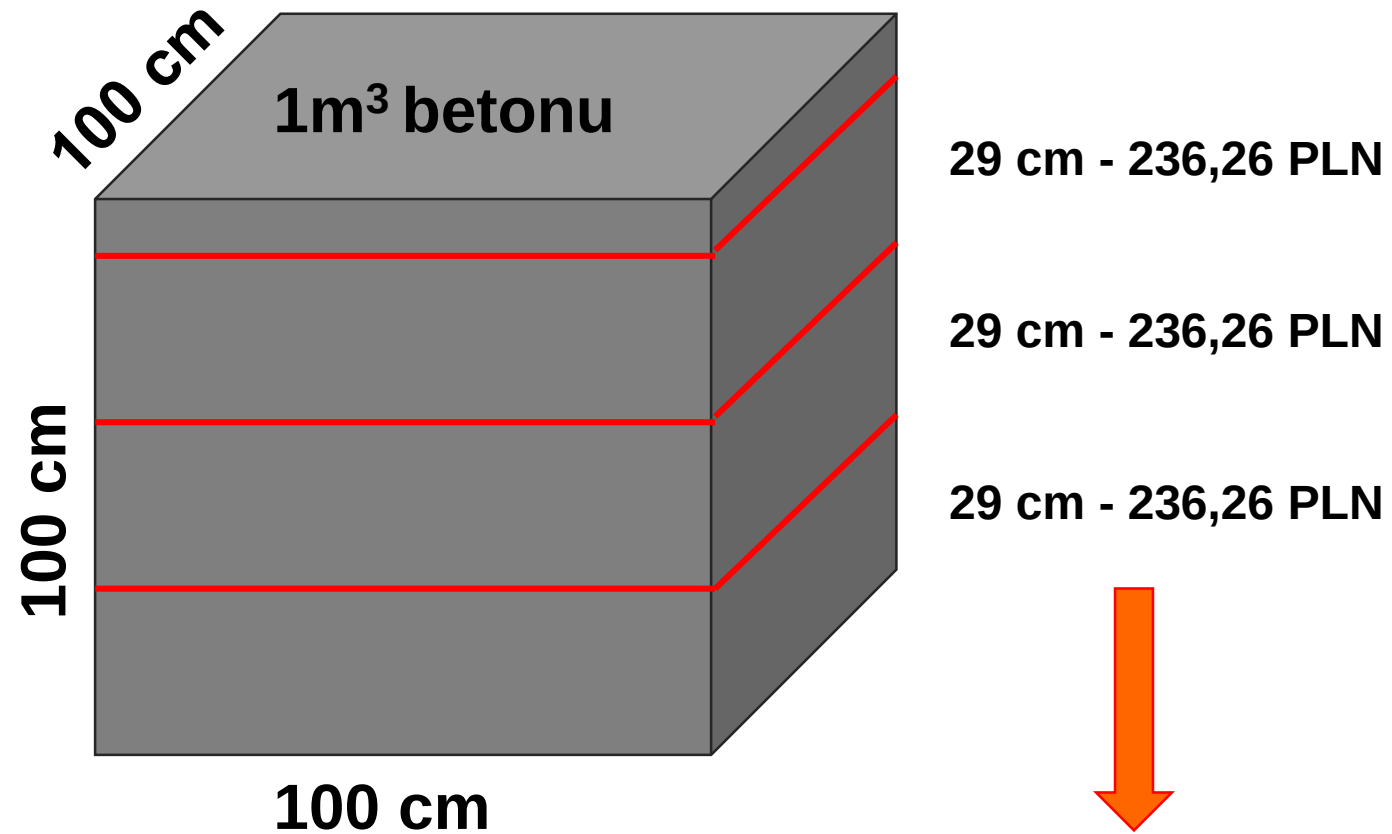
				PSWNA	SPC
TYP	Przekrój konstrukcji	Wyszczególnienie warstw	Grubość (cm)	Koszt (PLN/m²)	Koszt (PLN/m²)
TYP A1 asfalt W1		warstwa ścieralna SMA 11	4	49,04	39,59
		warstwa wiążąca AC 16W	8	70,11	55,32
		warstwa podbudowy AC 22P		134,70	117,01
		warstwa podbudowy z mieszanką niezwiązaną C90/3		43,61	34,84
Koszt –suma (PLN/m²)				297,46	246,76

				PSWNA	SPC
TYP	Przekrój konstrukcji	Wyszczególnienie warstw	Grubość (cm)	Koszt (PLN/m ²)	Koszt (PLN/m ²)
TYP III WII beton		warstwa nawierzchniowa C35/45 (dyblowana i kotwiona)	29	236,26	141,39
		warstwa poślizgowa geowłóknina	0	15,67	7,64
		warstwa podbudowy zasadniczej z mieszanki związanej spoiwem hydraulicznym C 8/10	20	82,36	33,04
Koszt –suma (PLN/m ²)				334,29	182,07

814,69 PLN / m³

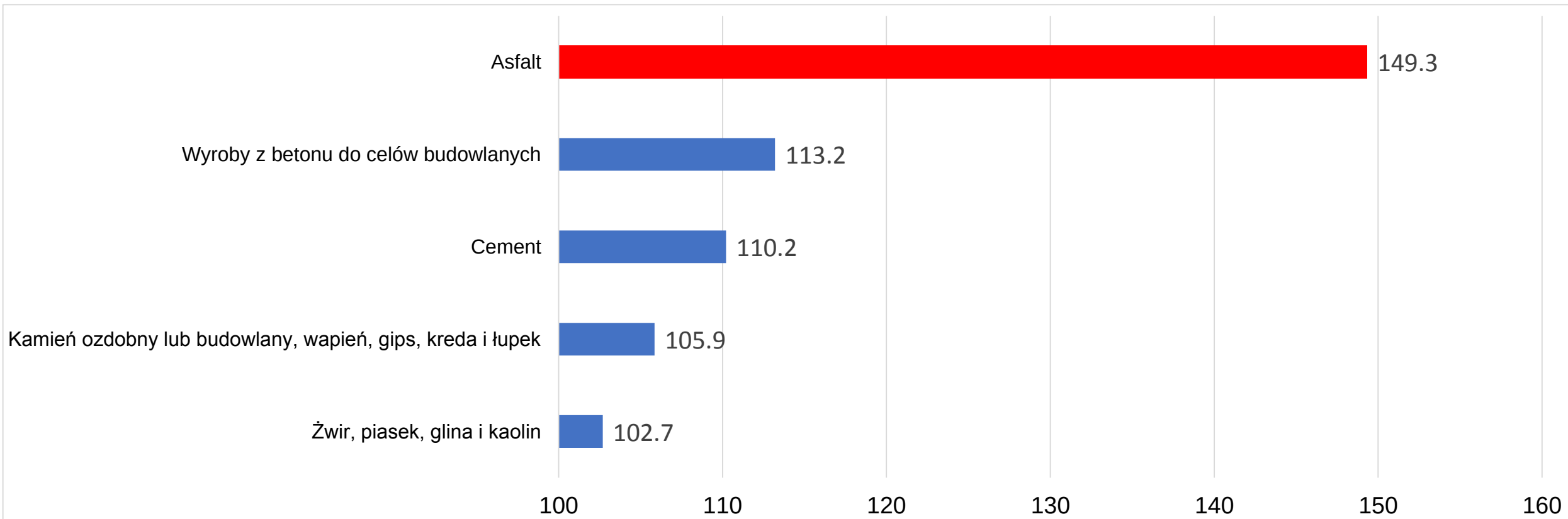
Dane: Sekocenbud I kw. 2017

Założenia kosztorysowe PSWNA



814,69 PLN / m³

Wskaźniki cen produkcji sprzedanej wyrobów przemysłowych powiązanych z budową dróg – w październiku 2018 roku (grudzień 2016 = 100)



Źródło: Opracowanie IPAG na podstawie bazy danych GUS

BTA

Budownictwo • Technologie • Architektura

Nr 4/2018 • październik – grudzień

043

Cena 15 zł (w tym 8% VAT)

ISSN 1644-745X

9 781644 745183

kod do strony: bta-czasopismo.pl





DNI BETONU 2018
Rekordowa liczba 1060 uczestników wzięła udział w dziesiątej, jubileuszowej konferencji Dni Betonu w Warszawie. STR. 6



Final Power Concrete
Final konkursu Power Concrete 2018 został rozegrany 8 października na oczach uczestników konferencji Dni Betonu w Warszawie. STR. 14



Warsztaty betonowe dla studentów architektury
W ciągu pięciu dni studenci architektury z całej Polski zaproszeni do warsztatów „Tronów Królów Ładu”, wykonali szalunki i zbrojenia, a następnie przygotowane formy wypełnił mieszaniną betonową. STR. 34



Osiedle w nowoczesnej technologii prefabrykacji
Pod koniec pierwszego kwartału 2018 roku rozpoczęto w Poznaniu budowę osiedla składającego się z sześciu budynków mieszkalnych wykonanych w technologii prefabrykacji. STR. 40

Studium idei rozwoju betonu w XXI wieku

Pierwsze dwudziestolecie XXI wieku przyniosło wiele działań istotnych dla rozwoju technologii betonu – znaczących w odbiorze ogólnospołecznym. STR. 18



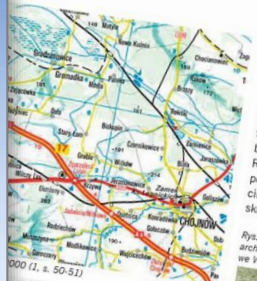
www.bta-czasopismo.pl

POLSKI
CEMENT



Autosstrada A-18 (dawniej A-12) Historia i terażniejszość

Autosstrada A-18 jest najkrótszą drogą tego typu w Polsce. Artykuł przedstawia jej historię od roku 1936. Pokazuje technologię przebudowy, wykonaną w latach 1994-1996. Była to pierwsza w Polsce, nawierzchnia betonowa, która wykorzystane materiały z recyklingu. Pokazuje także aktualny stan techniczny oraz koszty.



Wprowadzenie
Autosstrada A-18 jest najkrótszą drogą tego typu w Polsce. Jej długość to 5591 m (od km 70+878 do km 76+469), łączy węzeł Goliniec z węzłem Krzyżowa. Pozostaje w administracji GDDKiA Oddziału we Wrocławiu.
W latach 1936-1945 był to fragment autostrady Reichsautobahn 9 (RAB 9), która łączyła Berlin z Wrocławiem (Breslau). Po roku 1945 wchodziła w skład drogi krajowej nr 12, łączącej przejście graniczne w Olsztynie (granica z NRD) z autostradą A-4 (Krzyżowa). Od 1985 do 2000 roku autostrada nosiła numer A-12 i obejmowała odcinek ponad 17 km, od Golinca do węzła Krzyżowa. Od początku XXI wieku nosi numer A-18.

1. Historia budowy i eksploatacji autostrady A-12
W ramach niemieckiego programu budowy autostrad, 27 listopada 1937 roku, po dwuletniej budowie, został otwarty liczący 17,1 km odcinek RAB 9. Był to fragment Reichsautobahn 9, który łączył Lipiany z Krzywą, wówczas jedyny odcinek dwujezdniowy z wszystkimi bezkolizyjnymi skrzyżowaniami.

Rys. 3. Pierwotna konstrukcja RAB 9 (fotografia z zasobów archiwum Wydziału Technologii – Laboratorium Drogowego wrocławskie)



Standardem jest eksploatacja przez 20 lat. Nawierzchnia betonowa odznacza się trwałością na odkształcenia w pełnym zakresie temperatur. Nie dochodzi do powstawania pęknięć, jej jasny kolor przyczynia się do zwiększenia bezpieczeństwa ruchu drogowego (3, s. 14). W eksploatacji A-18, eksploatowana już przez ponad 20 lat, zauważalne są zmiany w strukturze i użyciu warstw wykonanych z betonu. Oczywiście pojawiają się uszkodzenia, które jednak nie wpływają na trwałość konstrukcji. W tym czasie dla nawierzchni betonowej gromadzą się wody opadające z nieba, powodując gromadzenie się wody pod powierzchnią. Dodatkowo woda może być przetransportowana przez warstwę nawierzchni betonowej, bez konieczności wymiany.



Rys. 12. Naprawione odcinki nawierzchni na jezdni północnej autostrady A-18 (fotografie autora 2018 r.)

Warto zauważyć, że autostrada A-18 w roku 2019 zostanie wytypowana przez Centralę GDDKiA do wykonania eksperymentalnego rowkowania podłużnego na górnej warstwie nawierzchni betonowej (grooving i grinding).

Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad
zastępca dyrektora ds. technologii
Arkadiusz Polecki
Oddział we Wrocławiu

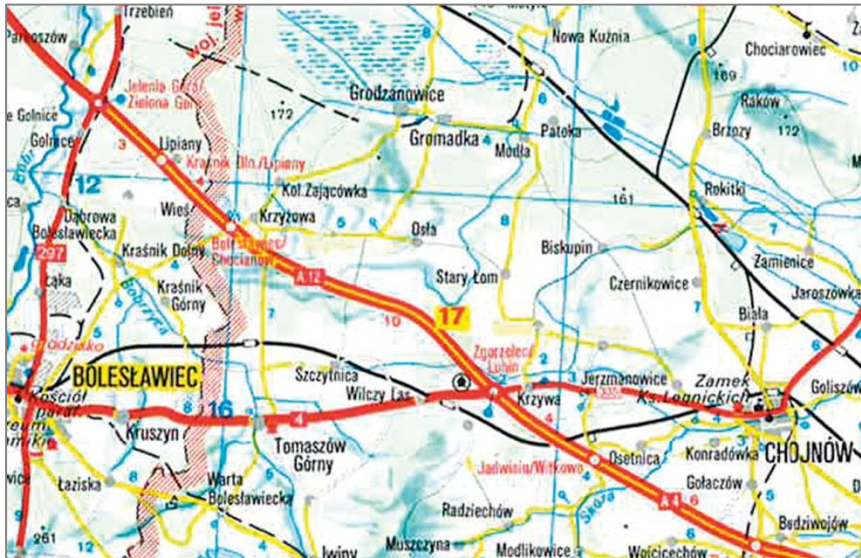


Bibliografia:
1. Atlas samochodowy „Euro Atlas, Shell 96/97”. Verlagstravertag GmbH, München, Stuttgart 11/98.
2. A. Kobylski, K. Sokalski, „Nawierzchnie betonowe”. Biblioteka Inżyniera i Technika Drogowego 10.
3. A. Szpil, „Nawierzchnie drogowe z betonu cementowego”. Polski Cement Sp. z o.o. Kraków 1995.
4. Mapa Sieci Drogowej Województwa Dolnośląskiego. GDDKiA Oddział we Wrocławiu. Eko-Graf Wrocław 2018.
5. Wydział Technologii – Laboratorium Drogowe GDDKiA Oddział we Wrocławiu. Archiwum podręczne. „A-12 Kontrakt 8C dokumenty przetargowe”. A-12 Kontrakt 8C”. Wrocław 1993 – 1996.
6. www.fotopolska.eu
7. www.picclick.de

47

Autostrada A-18 (dawniej A-12)

Obecnie jest fragmentem autostrady
Reichsautobahn 9 (RAB 9), która
łączyła Berlin z Wrocławiem (Breslau)



Budowa 1936r.



Przebudowa A18 lata 1994-1996

Eksploatacja – 22 lata

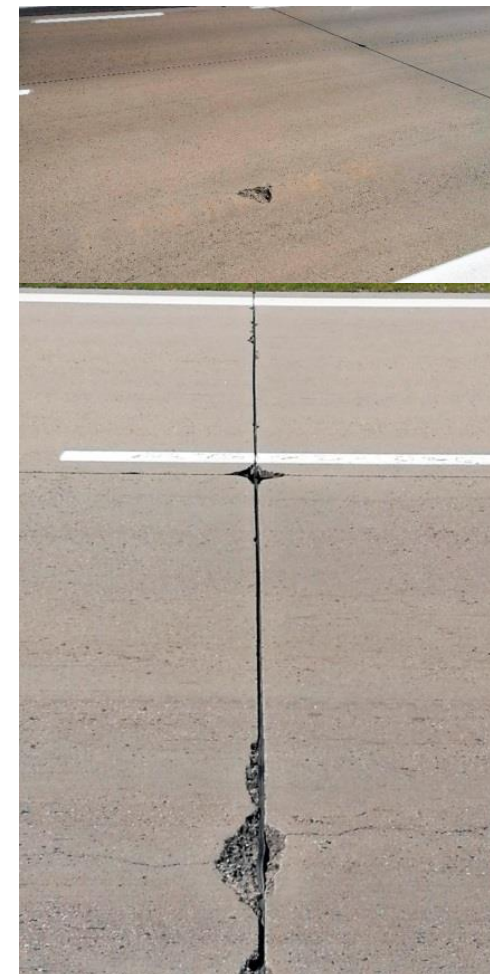


Roczny koszt utrzymania jednej jezdni – 7.146,37 PLN/1km

Roczny koszt utrzymania jednej jezdni – 39.955,35 PLN/5,591km

Powierzchnia (8,25m x 5591m) – 46.125,75 m²

**Uszkodzenia po
22 latach eksploatacji**



Roczny koszt utrzymania 1m² – 0,87 PLN < 0,5% kosztów budowy



dziękuję za uwagę ...

Obwodnica Świdnicy