



Doświadczenia Wydziału Technologii GDDKiA  
Oddział w Lublinie podczas monitorowania  
jakości na drogach o nawierzchni z betonu  
cementowego



## Zakres realizacji nawierzchni w technologii betonu cementowego

Na terenie:

- województwa mazowieckiego – długość całego odcinka: **62,1 km**

### Odcinki realizacyjne:

1. w. Lubelska – pocz. obw. m. Kołbiel **15,2 km**
2. obwodnica m. Kołbiel **8,7 km**
3. Kołbiel (koniec obw.) – Garwolin (pocz. obw.) **13 km**
4. Garwolin (koniec obw.) – Gończyce **12,2 km**
5. Gończyce - granica woj. **13 km**



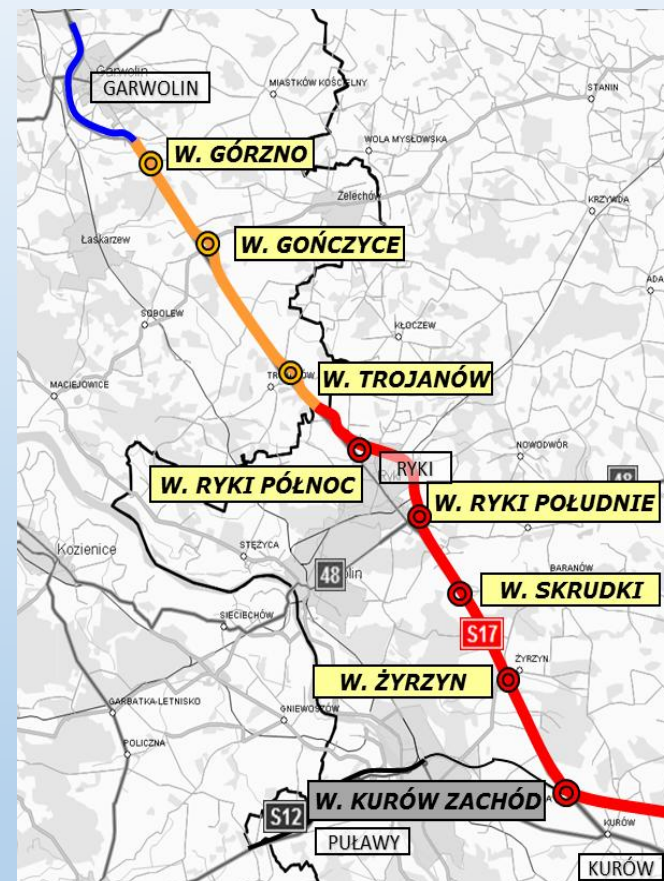
## Zakres realizacji nawierzchni w technologii betonu cementowego

Na terenie:

**województwa lubelskiego** – długość całego odcinka: **33,4 km**

**Odcinki realizacyjne:**

1. gr. woj. – w. Skrudki (wraz z węzłem) **20,2 km**
2. w. Skrudki – w. Kurów Zachód- bez węzła **13,2 km**





## Zaplecze Laboratorium GDDKiA

**Budynek Wydziału Technologii  
Generalnej Dróg Krajowych  
i Autostrad Oddziale w Lublinie-  
stała siedziba przy ulicy  
Olszewskiego 1a w Lublinie**





## Zaplecze Laboratorium GDDKiA

Laboratorium niestacjonarne –  
zlokalizowane w m. Miętne

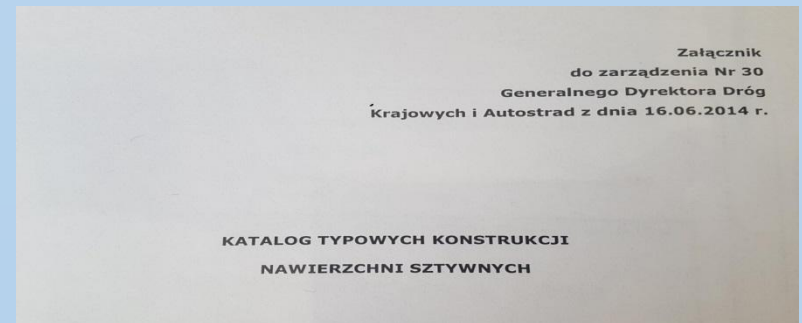
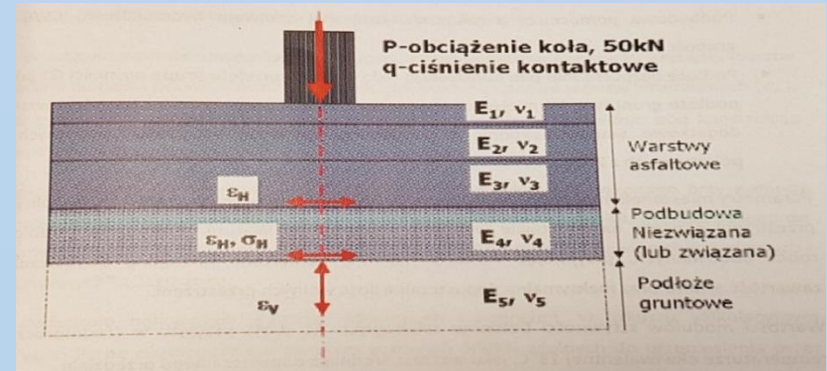
k/Garwolina



# Projektowanie

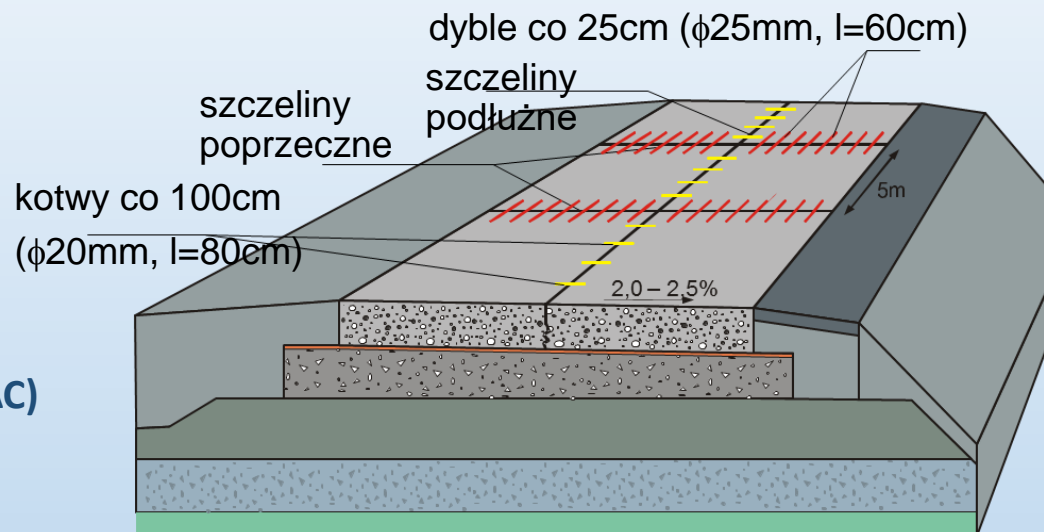
## Założenia PFU

- **Projektowanie Indywidualne – 5 odcinków realizacyjnych zlokalizowanych na terenie woj. mazowieckiego**
- Zgodnie z Katalogiem Typowych Konstrukcji Nawierzchni Sztywnych (załącznik do zarządzenia nr 30 Generalnego Dyrektora Dróg Krajowych i Autostrad z dnia 16.06.2018 r.) – 2 odcinki realizacyjne zlokalizowane na terenie woj. lubelskiego



## Technologia

- **Nawierzchnia betonowa z odkrytym kruszywem z betonu C35/45**  
**dyblowana i kotwiona**
- **Warstwa nawierzchniowa – płyta dwuwarstwowa (gr. 28-29cm)**
- **Warstwa poślizgowa (powierzchniowe utwalenie, geowłóknina, mieszanka AC)**
- **Podbudowa zasadnicza C8/10**  
**(gr. 18-20 cm)**
- **whitetopping**





## Warstwa poślizgowa

Pełniąca funkcję drenażową i separacyjną oraz zabezpieczającą przed erozją podbudowy związanej hydraulicznie

- geowłóknina (propylenowa lub polietylenowa, geosyntetyk nietkany odporny na alkalia, wytrzymałość na rozciąganie 20/20 kN/m)
- powierzchniowe utrwalenie
- mieszanka AC 8W o gr. 2 cm



## Warstwa poślizgowa - przykłady



27/WRZ/2018

## Warstwa poślizgowa - przykłady





## Warstwa poślizgowa Warstwa poślizgowa - przykłady



## Whitetopping

- W miejscach, gdzie istniejąca nawierzchnia DK 17 pokrywała się z nowym przebiegiem drogi ekspresowej S17
- 3 odcinki realizacyjne
- całkowita dł. odcinków ok. 15 km





# Whitetopping





# Whitetopping – przykłady z realizacji realizacji





The image displays four trays of aggregate materials, arranged in a 2x2 grid. The top-left and bottom-left trays contain dark grey, angular aggregate. The top-right and bottom-right trays contain light grey, angular aggregate. A central blue banner with white text is overlaid on the image.

## Dobór materiałów do betonu nawierzchniowego

# KRUSZYWA

## Kruszywa

Do produkcji mieszanki betonowej zastosowano kruszywa naturalne pochodzenia mineralnego, spełniające wymagania normy PN-EN 12620 o uziarnieniu :

- dla górnej warstwy nawierzchni z odkrytym kruszywem: 0/8mm
- dla dolnej warstwy nawierzchni: 0/22,4 mm.

Każda mieszanka została zaprojektowana z użyciem min. 3 frakcji kruszyw.



## KRUSZYWA

GWB	DWB
Gabro (Słupiec lub Braszowice),	Granit (Nowa Sobótka, Strzelin),
Amfibolit (Piława Górna, Ogorzelec),	Melafir (Czarny Bór, Grzędy)
Piasek (Zastawie, Gąsów),	Dolomit (Jaźwica)





**Wymagane właściwości i kategorie kruszywa grubego do betonowych nawierzchni drogowych**



Lp.	Właściwość	Metoda badania	DWB		GWB	
1	Uproszczony opis petrograficzny	PN-EN 932-3	deklarowany przez producenta z zastrzeżeniem - w przypadku kruszywa z surowca skalnego ze złoża polodowcowego ziarna magmowe i metamorficzne powinny stanowić co najmniej 75 %		deklarowany przez producenta z zastrzeżeniem - nie dopuszcza się obecności ziaren węgla wapnia	
2	Maksymalny wymiar kruszywa w mieszance betonowej	PN-EN 933-1	D max= 22,4 mm lub D max= 31,5 mm		D max = 8 mm	
3	Uziarnienie w zależności od wymiaru kruszywa, wymagana kategoria	PN-EN 933-1	wymiar D/d > 2 i D > 11,2 mm	GC 90/15	GC 85/20	
			wymiar D/d ≤ 2 lub D ≤ 11,2 mm	GC 85/20		
4	Tolerancja uziarnienia na sitach pośrednich w zależności od wymiaru kruszywa, wymagana kategoria	PN-EN 933-1	D/d < 4 i sito pośrednie D/1,4	GT 15	GT 15	
			D/d ≥ 4 i sito pośrednie D/2	GT 17,5		
5	Zawartość pyłów; wartość nie wyższa niż:	PN-EN 933-1	f1 wartość deklarowana		f1 wartość deklarowana	
6	Kształt kruszywa; kategoria nie wyższa niż:	PN-EN 933-3 lub PN-EN 933-4	FI20 lub SI20		FI15 lub SI15	
7	Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej, kategoria nie niższa:	PN-EN 933-5	C 90/1		C100/0	
8	Odporność kruszywa na rozdrabnianie; kategoria nie wyższa niż:	PN-EN 1097-2	badana na kruszywie o wymiarze 10/14	LA25 1)	badana na kruszywie o frakcji 4/8	LA20



Lp	Właściwość	Metoda badania	DWB		GWB	
9	Odporność na polerowanie; wartość nie niższa niż:	PN-EN 1097-8	brak wymagań		badana na kruszywie o wymiarze 5/8	PSV53 wartość deklarowana
10	Mrozoodporność badana w 1 % NaCl; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1367-6	badana na kruszywie o frakcji 8/16	6	badana na kruszywie o frakcji 4/8	6
11	Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie, nie wyższa niż kategoria:	PN-EN 1744-1	AS 0,8		AS 0,8	
12	Zawartość siarki całkowitej; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1744-1	1		1	
13	Zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1744-1	0,02		0,02	
14	Reaktywność alkaliczna; wartość:	PN-B-06714-34	zwiększenie wymiarów liniowych beleczek nie więcej niż 0,1 %		zwiększenie wymiarów liniowych beleczek nie więcej niż 0,1 %	
15	Potencjalna reaktywność alkaliczna; wartość: <sup>2)</sup>	PN-B-06714-46	stopień reaktywności alkalicznej 0		stopień reaktywności alkalicznej 0	
16	Lekkie zanieczyszczenia; wartość nie wyższa niż w %:	PN-EN 1744-1	0,1		0,1	
17	Gęstość ziaren wysuszonych w suszarce $\rho_{rd}$	PN-EN 1097-6	wartość deklarowana $\pm 30 \text{ kg/m}^3$		wartość deklarowana $\pm 30 \text{ kg/m}^3$	

1) wyłącznie do warstwy dolnej dopuszcza się stosowanie grubego kruszywa o kategorii LA35 pod warunkiem, że jego mrozoodporność, badana w 1 % NaCl na kruszywie o frakcji 8/16, jest nie większa niż 2 %.

2) podczas bieżącej kontroli jakości, w przypadku stwierdzenia, że badane kruszywo odpowiada 1 lub 2 stopniowi potencjalnej reaktywności alkalicznej do oceny reaktywności alkalicznej Zamawiający wykonuje dodatkowe badanie kruszywa metodą beleczkową według [74], z cementem stosowanym przez Wykonawcę. Do betonu nawierzchniowego nie dopuszcza się kruszywa, dla którego oznaczona według [74] po 14 dniach rozszerzalność liniowa beleczek będzie większa niż 0,1%.



## Niezgodności w zakresie badań akceptacyjnych kruszyw

Warstwa	Rodzaj kruszywa	Rodzaj badania	Norma	Wymaganie STWiORB	Wynik
GWB	Gabro 2/5,6 mm poch. Braszowice	Zawartość pyłów [%]	PN-EN 933-1:2012	f1	2,2 (f4) 1,4(f1,5)
GWB	Gabro 2/5,6 mm poch. Słupiec	Zawartość pyłów [%]	PN-EN 933-1:2012	f1	2,7 (f4)
GWB	Gabro 2/5,6 mm poch. Braszowice	Wskaźnik płaskości [%]	PN-EN 933-3:2012	FI 15	26 (FI 35)
GWB	Amfibolit 2/5,6 mm poch. Ogorzelec	Wskaźnik płaskości [%]	PN-EN 933-3:2012	FI 15	17 (FI 20)
GWB	Gabro 2/5,6 mm poch. Słupiec	Wskaźnik płaskości [%]	PN-EN 933-3:2012	FI 15	21 (FI 35)
GWB	Gabro 2/5,6 mm poch. Braszowice	Wskaźnik kształtu [%]	PN-EN 933-4:2008	SI 15	22 (SI 40)
DWB	Melafir 2/8 mm poch. Czarny Bór	Zawartość pyłów [%]	PN-EN 933-1:2012	f1	1,4 (f1,5)
DWB	Dolomit 2/8 mm poch. Jaźwica	Zawartość pyłów [%]	PN-EN 933-1:2012	f1	1,4 (f1,5)
DWB	Dolomit 8/16 mm poch. Jaźwica	Mrozoodporność 1%NaCl [%]	PN-EN 1367-6:2008	<6	6,3



## Reaktywność alkaliczna kruszyw

Metody badania reaktywności alkalicznej ujęte w dokumentach kontraktowych

1. Reaktywność alkaliczna wg **PN-B-06714-34** – ustalanie zmian liniowych i zmian destrukcyjnych wywołanych reakcjami alkalicznymi pomiędzy kruszywem a alkaliami zawartymi w cemencie, czas trwania 180 dni
2. **ASTM C 1260-14 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method)** - przyspieszona 14 dniowa metoda badania ekspansji zaprawy.
3. Potencjalna reaktywność alkaliczna wg **PN-B-06714-46** – określenie stopnia potencjalnej reaktywności na podstawie oznaczenia ubytku masy kruszywa pod działaniem wodorotlenku sodu, metoda szybka





## Doświadczenia podczas badań reaktywności

- Zidentyfikowano 1 przypadek, którym kruszywo poddane badaniu zgodnie z normą PN-B-06714-46 wykazało potencjalną reaktywność (1 stopień – 0,86; 1,38)
  - kruszywo naturalne 0/2 mm z lokalnej kopalni
- Zlecone zostały dalsze badania materiału zgodnie z normą ASTM C 1260-14 Standard Test Method for Potential Alkali Reactivity of Aggregates (Mortar-Bar Method) oraz  
wg **PN-B-06714-34**
- Obecnie trwają badania wszystkich kruszyw, które biorą udział w receptach



## Wymagania dla cementu

Rodzaje nawierzchni	Rodzaj cementu	Wymagania normowe	Wymagania specjalne	Kategorie ruchu
1	2	3	4	5
Nawierzchnia betonowa (obie warstwy)	cement portlandzki CEM I: 32,5 R lub N 42,5 R lub N	PN-EN 197-1	<ul style="list-style-type: none"> <li>właściwa ilość wody wg PN-EN 196-3 <math>\leq 28,0\%</math></li> <li>wytrzymałość po 2 dniach wg PN-EN 196 -1 <math>\leq 29,0</math> MPa</li> <li>początek wiązania wg PN-EN 196-3 <math>\geq 120</math> minut</li> <li>zawartość alkaliów <math>\text{Na}_2\text{O}_{\text{eq}}</math> wg PN-EN 196-2 <math>\leq 0,80</math></li> <li>stopień zmielenia wg PN-EN 196-6 <math>\leq 3500</math> <math>\text{cm}^2/\text{g}</math> – dot. CEM I 32,5</li> </ul>	KR5÷KR7



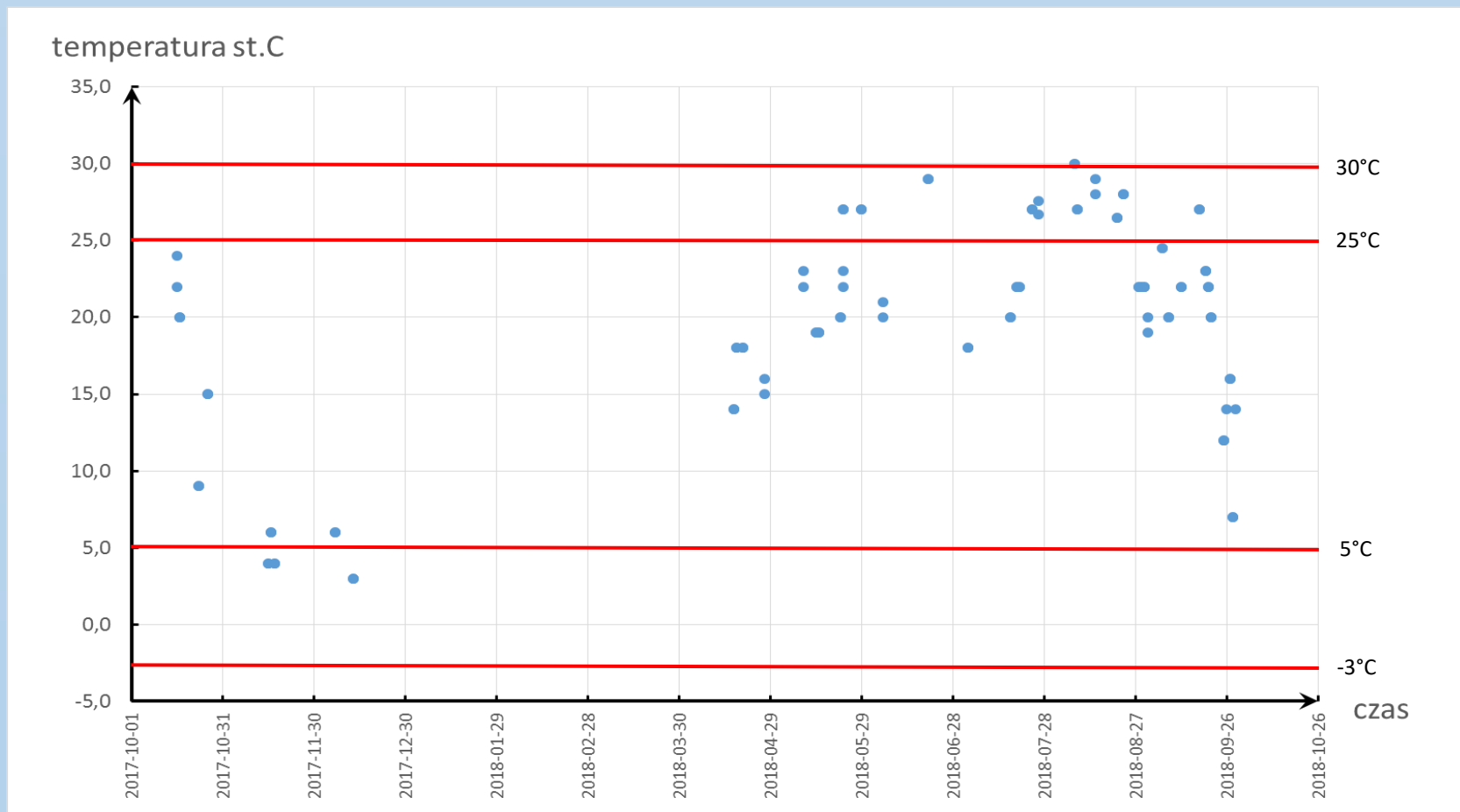
## Wymagania wobec projektowanego betonu nawierzchniowego

Lp.	Właściwość betonu	Wymagania
1	2	3
1	Gęstość, tolerancja w stosunku do betonu wg zatwierdzonej recepty	$\pm 3,0 \%$
2	Klasa wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 206, nie niższa niż:	C35/45
3	Wytrzymałość betonu na zginanie w 28 dniu <sup>(2)</sup> twardnienia (średnia z trzech próbek), nie niższa niż:	5,5 MPa
4	Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu w 28 dniu <sup>(2)</sup> twardnienia (średnia z trzech próbek sześciennych), nie niższa niż:	3,5 MPa
5	Górna warstwa Odporności na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem soli odladzającej (m56 - średni ubytek masy na jednostkę powierzchni po 56 dniach, m28 - średni ubytek masy na jednostkę powierzchni po 28 dniach), wartości wymagane nie większe niż:	$m56 \leq 0,5 \text{ kg/m}^2$ $m56 / m28 \leq 2$
6	Dolna warstwa Charakterystyka porów powietrznych w betonie: - zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 mm (A300), nie mniej niż - wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie i*, nie więcej niż:	1,8 % 0,18 mm
7	Górna warstwa Odporność na wnikanie benzyny i oleju <sup>(1)</sup> , nie więcej niż:	30 mm
8	Dolna warstwa Mrozoodporność F150 <sup>(3)</sup> , przy badaniu metodą bezpośrednią - ubytek masy próbki, nie więcej niż: - spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż:	5 % 20 %



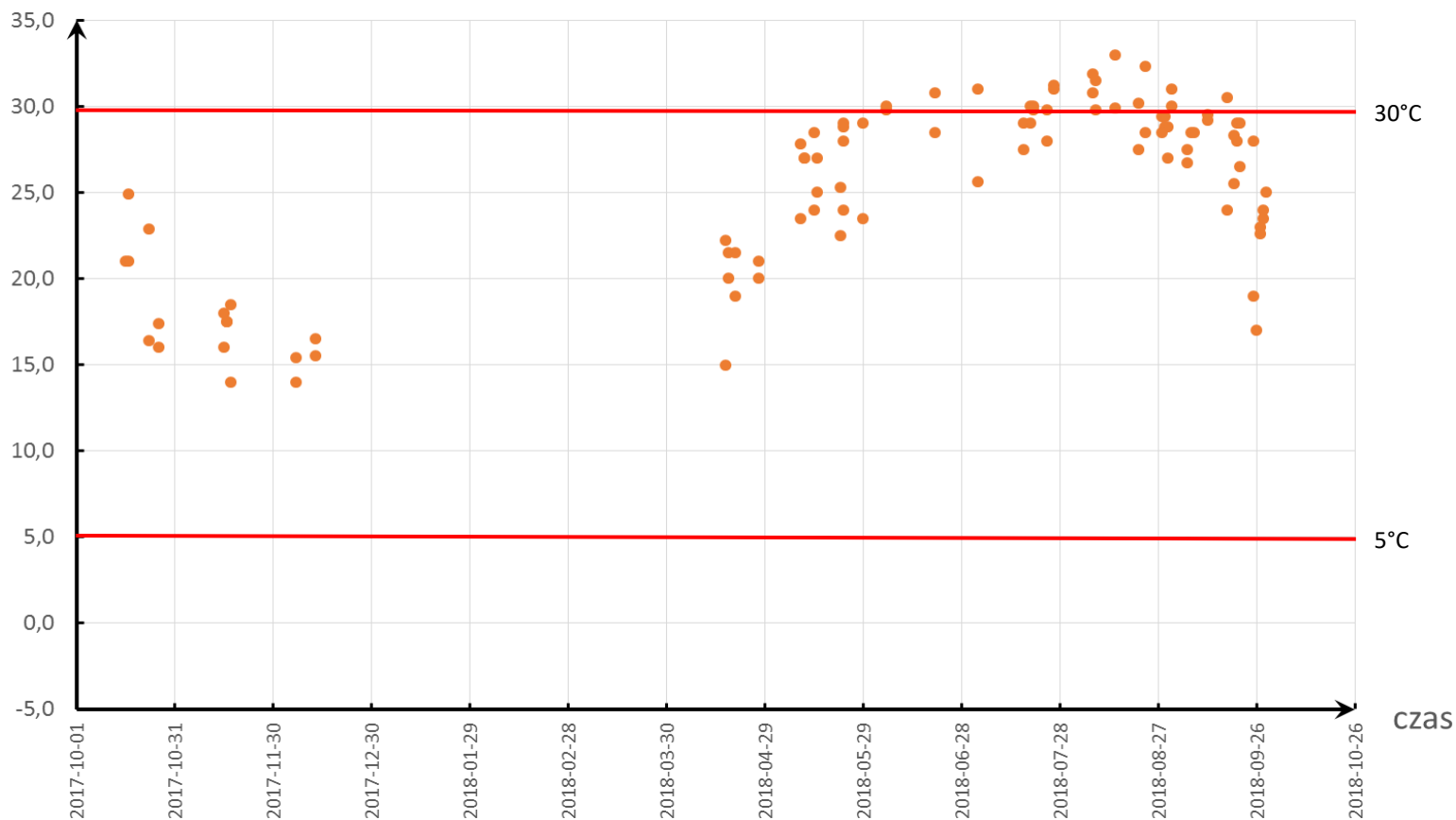


## S17 Beton nawierzchniowy. Temperatura powietrza w czasie pobierania próbek



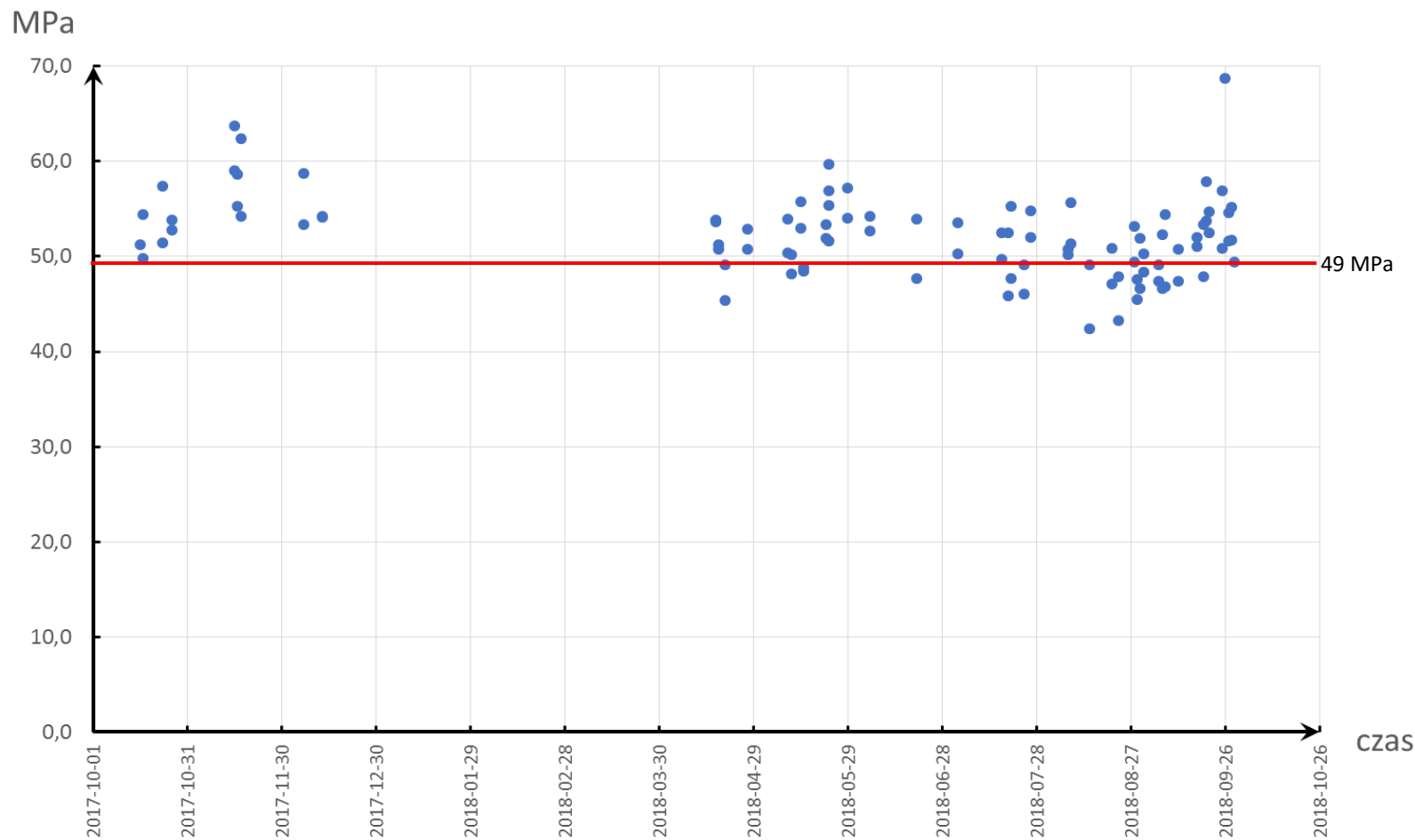
# S17 Beton nawierzchniowy. Temperatura układanej mieszanki betonowej

temperatura st.C



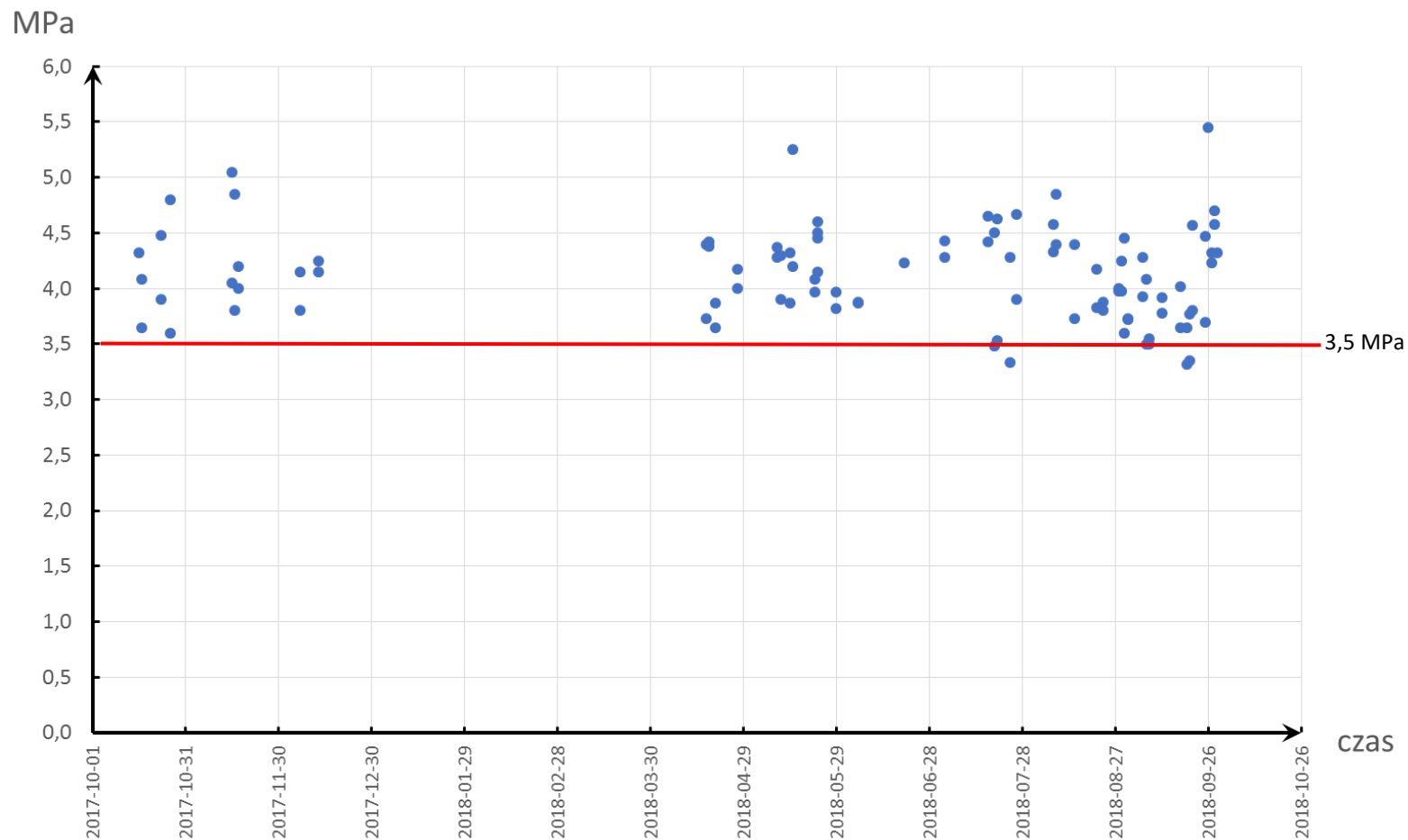
# S17 Beton nawierzchniowy

## Klasa C35/45 średnia 28-dniowa wytrzymałość betonu na ściskanie

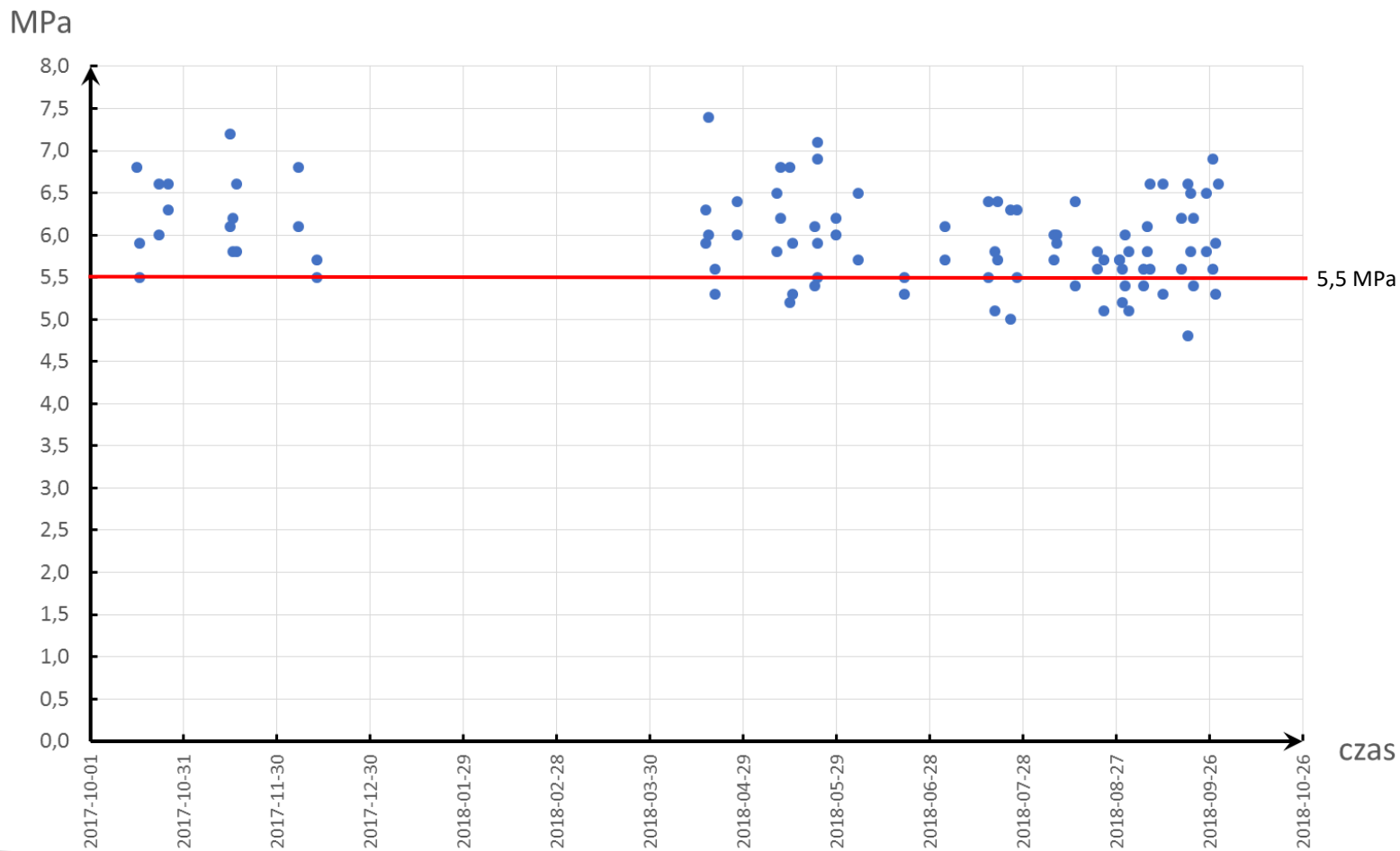




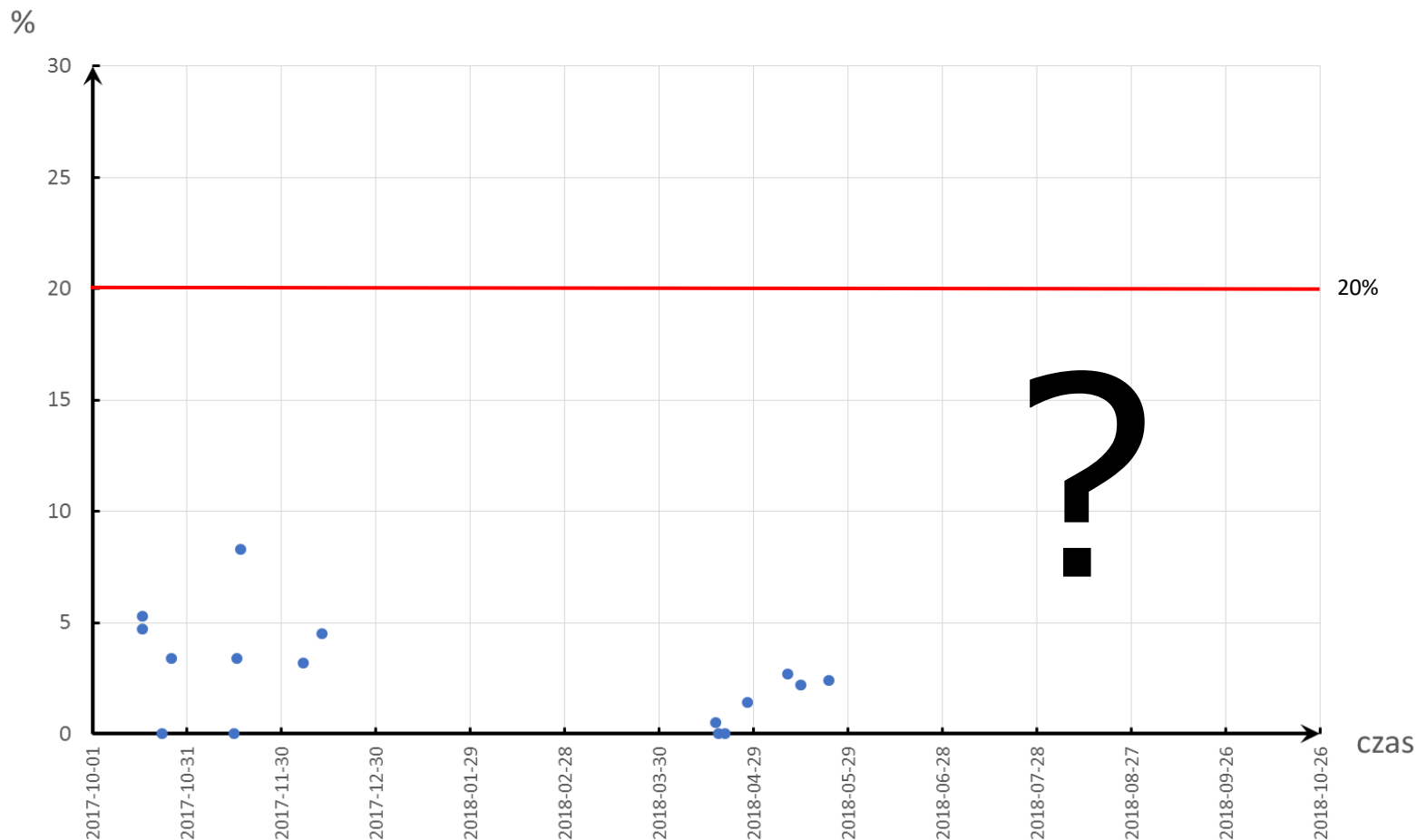
# S17 Beton nawierzchniowy. Średnia 28-dniowa wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu



# S17 Beton nawierzchniowy. Średnia 28-dniowa wytrzymałość betonu na zginanie (schemat 4-punktowy)



# S17 Beton nawierzchniowy. Dolna warstwa. Spadek wytrzymałości na ściskanie po 150 cyklach zamrażania-odmrażania





## Wymagania funkcjonalne wobec warstwy nawierzchniowej

Lp.	Właściwości	Wymagania	Metoda badania
1	2	3	4
Wytrzymałość nawierzchni betonowej			
1	dolna warstwa klasa wytrzymałości na ściskanie betonu wg PN-EN 13877-2, nie niższa niż:	CC 40	PN-EN 12390-3
Grubość nawierzchni betonowej			
2	Kategoria tolerancji grubość warstwy wg PN-EN 13877-2, nie mniejsza niż:	T4	PN-EN 13877-2 pkt. 4.4
Gęstość nawierzchni betonowej			
3	dolna warstwa Gęstość betonu nawierzchniowego w odniesieniu do próbek referencyjnych, nie mniejsza niż:	95 %	PN-EN 12390-7
Odporność betonu na zamrażanie i odmrażanie			
4	górną warstwą Odporności na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem soli odladzającej (m56 - średni ubytek masy na jednostkę powierzchni po 56 dniach, m28 - średni ubytek masy na jednostkę powierzchni po 28 dniach), wartości wymagane nie większe niż:	$m_{56} \leq 0,5 \text{ kg/m}^2$ i $m_{56} / m_{28} \leq 2$	PKN-CEN/TS 12390-9 (metoda „slab test’)
5	dolna warstwa Charakterystyka porów powietrznych w betonie: – zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 mm (A300), nie mniej niż: – wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie, nie więcej niż:	1,5 %  0,20 mm	PN-EN 480-11



## Badania wykonanej warstwy nawierzchniowej /cechy eksploatacyjne

Cecha	Norma/przepis	Wymaganie	Wynik
Właściwości przeciwpoślizgowe (miarodajny współczynnik tarcia)	Zał. nr 6 do Rozporządzenia MTiGM Dz.U. nr 43 z 1999, Dz.U. nr 12 z 2002, Dz.U. 2016 poz. 124	≥ <b>0,49</b> (przy prędkości 60 km/h)/pasy zasadnicze, dodatkowe, awaryjne	0,49 – 0,52
			<b>0,36 – 0,47</b>
Makrotekstura MTD	PN-EN ISO 13473-1:2005	pasy ruchu zasadnicze i dodatkowe, pasy awaryjne <b>0,5 ÷ 1,5 mm</b> - dla pojed. wyników	brak miejsc, spełnienie wymagań
		<b>0,6 ÷ 1,1 mm</b> - dla średnich wyników	1,0 – 1,1
Równość podłużna profilograf laserowy RSP (wskaźnik IRI co 50 m)	PN-EN 13036-6:2008	Pasy ruchu zasadnicze, awaryjne, dodatkowe, włączenia i wyłączenia, jezdnie łącznic, nie więcej niż IRI śr – <b>1,3</b> [mm/m]	1,05 – 1,27
		IRI max – <b>2,4</b> [mm/m]	1,52 – 2,20

# Przykłady z realizacji



## Warstwa poślizgowa (wady na powierzchni warstwy poślizgowej)



















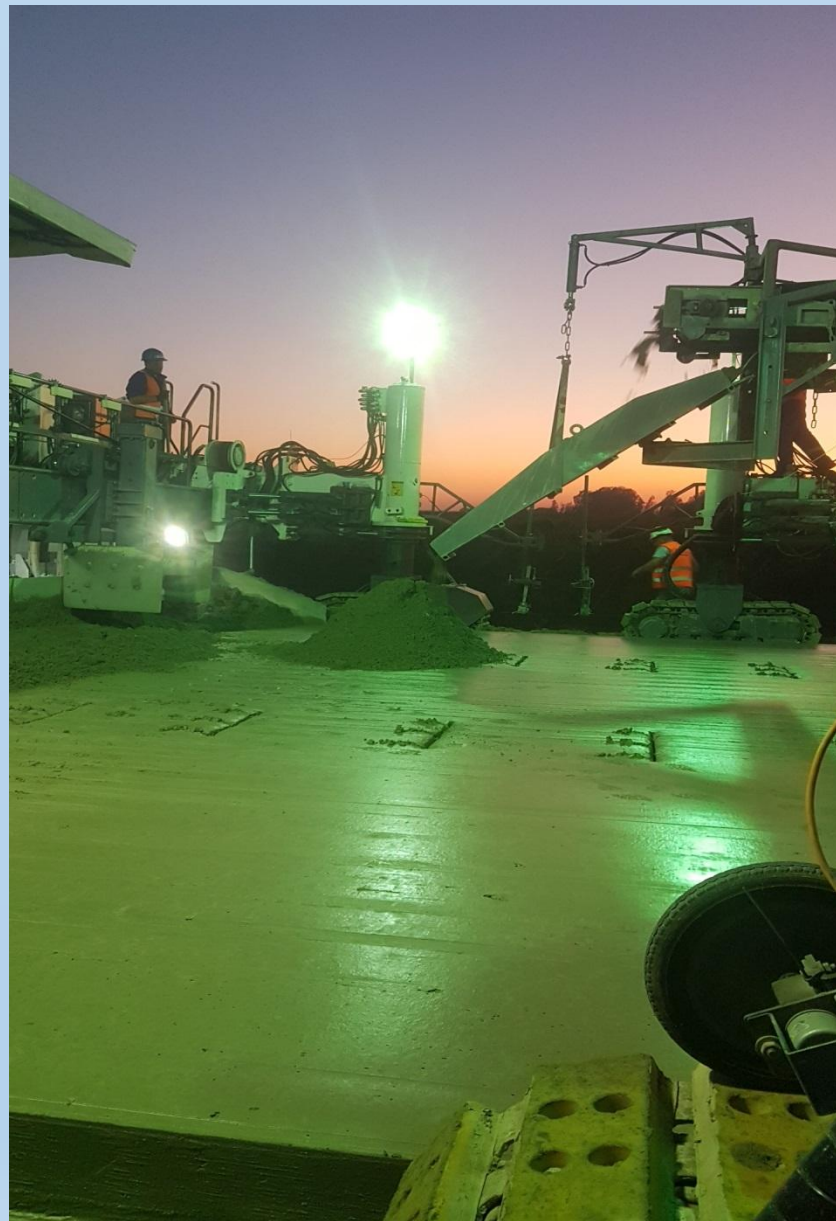
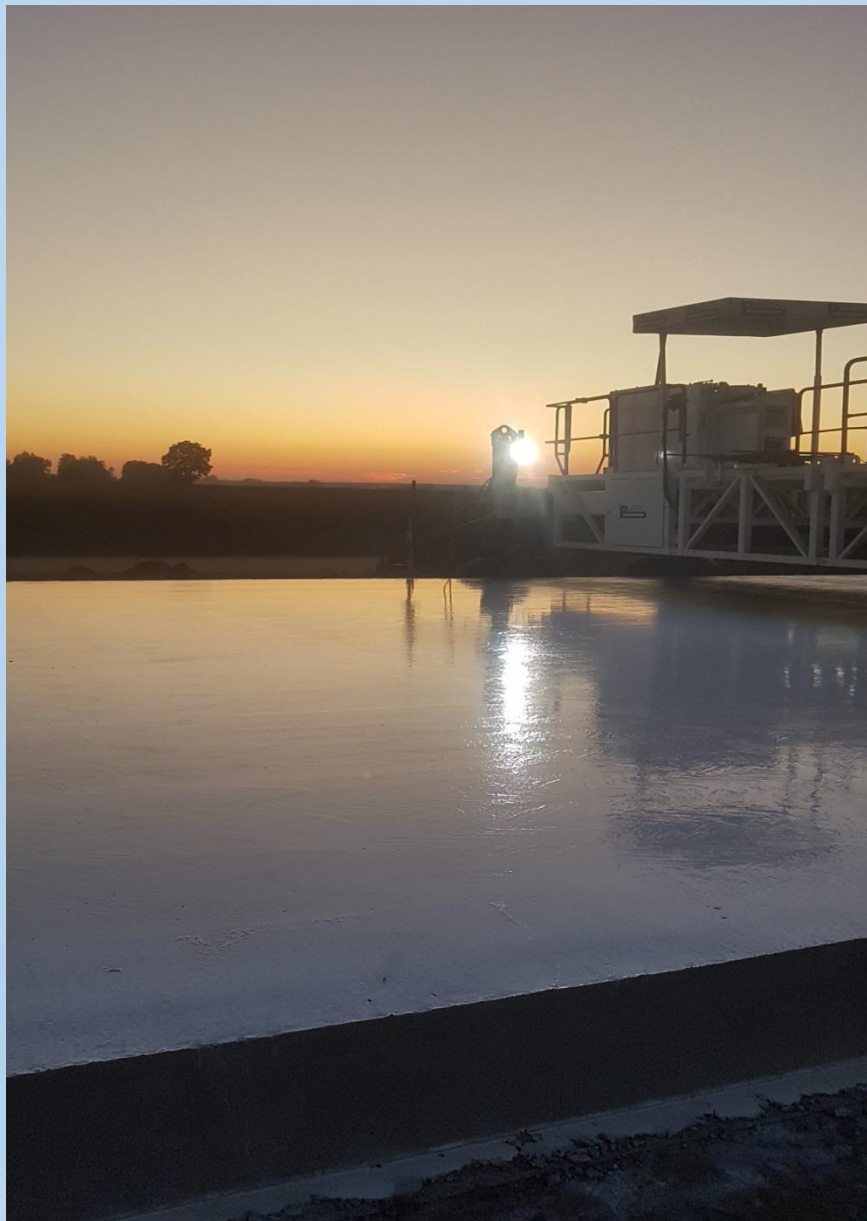










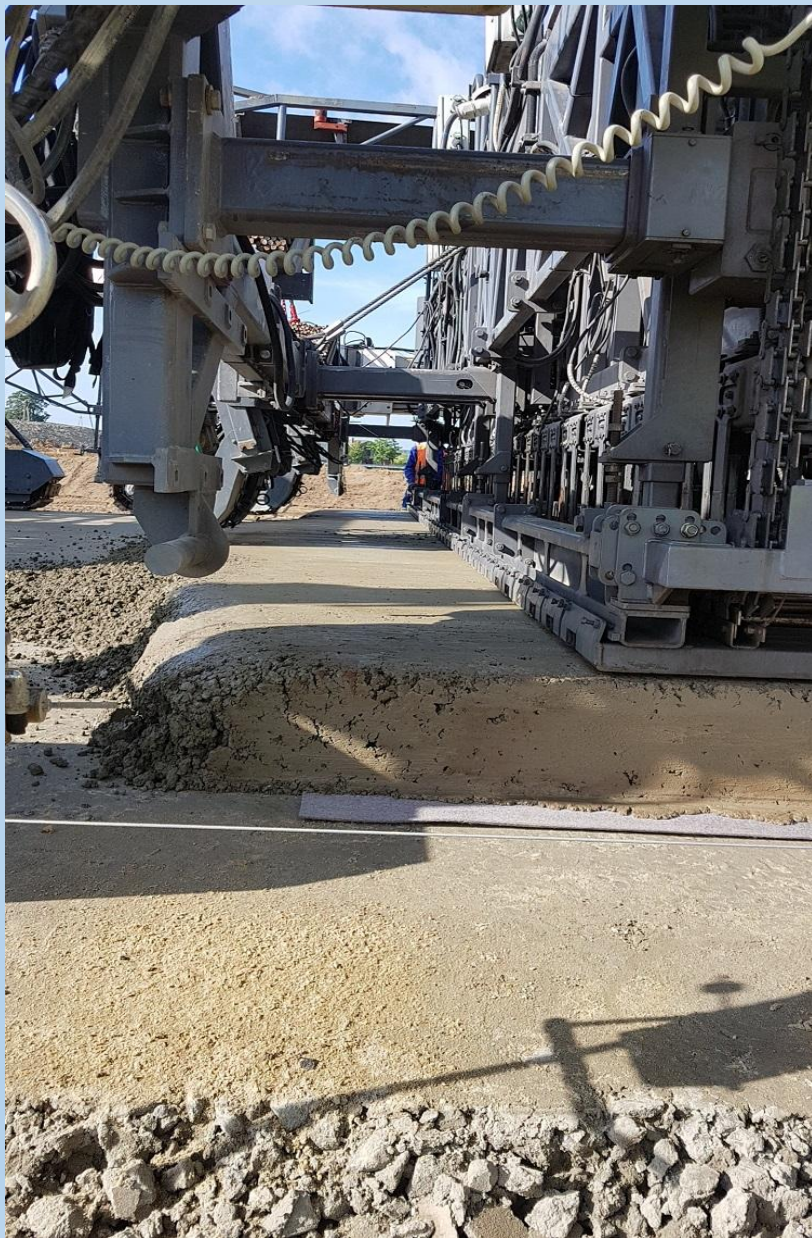










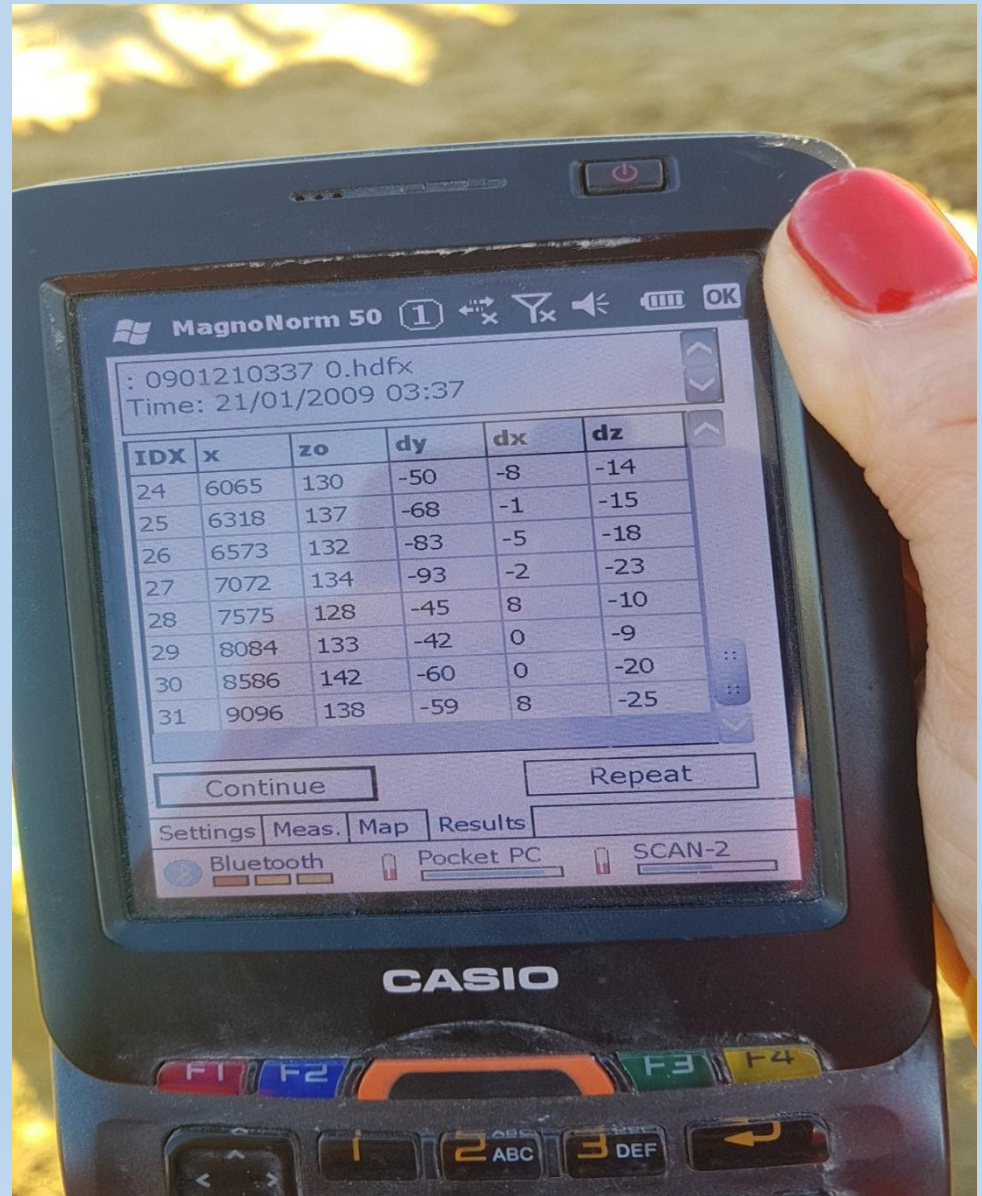
















12:39 26/PAZ/2017

























# Wnioski

- **Technologia trudna nie wybacząca błędów.**
- **Konieczność kontroli na każdym etapie jej realizacji.**
- **Wymagane parametry wytrzymałościowe betonu nawierzchniowego produkowanego i układanego w okresach wysokich temperatur mogą być uzyskiwane dopiero po dłuższych okresach dojrzewania (dłuższych niż standardowe 28 dni).**
- **Napotykaemy problemy z uzyskaniem właściwych wymagań w zakresie szorstkości nawierzchni. Możliwy jest tutaj wpływ preparatów powłokotwórczych na powierzchni kruszywa, który powinien zanikać w trakcie użytkowania nawierzchni. Powyższe wymaga powtórnych badań.**





# Wnioski

- Zastosowanie geowłókniny do wykonania warstwy poślizgowej nie jest rozwiązaniem doskonałym.

Występują deformacje uniemożliwiające spełnienie roli jaką ma ona spełniać tj. odprowadzanie wody w przekroju poprzecznym poza konstrukcję nawierzchni. W miejscach zdeformowanych, może się gromadzić uwieczona woda, która w sposób destrukcyjny może oddziaływać na nawierzchnię jak również na podbudowę. Sfałdowania mogą powodować zmniejszenie przekroju poprzecznego płyty i w tych miejscach mogą powstawać pęknięcia.

Należy rozważyć wprowadzenie do praktycznego stosowania, warstwę poślizgową droższą, ale pewniejszą, w postaci powierzchniowego utrwalenia z podwójnym ułożeniem kruszywa lub warstwę z betonu asfaltowego.

- Nawierzchnie betonowe będą trwałe i bezpieczne, jeżeli w trakcie realizacji będą przestrzegane reżimy technologiczne oraz spełniane wymagania wskazane w Specyfikacjach Technicznych.



Dziękuję za Państwa uwagę





# Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad

ul. Ogrodowa 21

20-075 Lublin

tel. 81 532 70 61

e-mail: [sekretariat\\_lublin@gddkia.gov.pl](mailto:sekretariat_lublin@gddkia.gov.pl)

[www.gddkia.gov.pl](http://www.gddkia.gov.pl)

[www.facebook.com](http://www.facebook.com)

[www.twitter.com/gddkia](http://www.twitter.com/gddkia)