



# TECHNOLOGIA NAWIERZCHNI BETONOWYCH

16.11.2023

Tomasz Rudnicki

 A member of  
**LafargeHolcim**

# ZASADY NA SZKOLENIU



Proszę o wyciszenie telefonów –  
oddzwaniamy w czasie przerwy



Zadawaj pytania – bądź aktywny –  
dziel się doświadczeniem



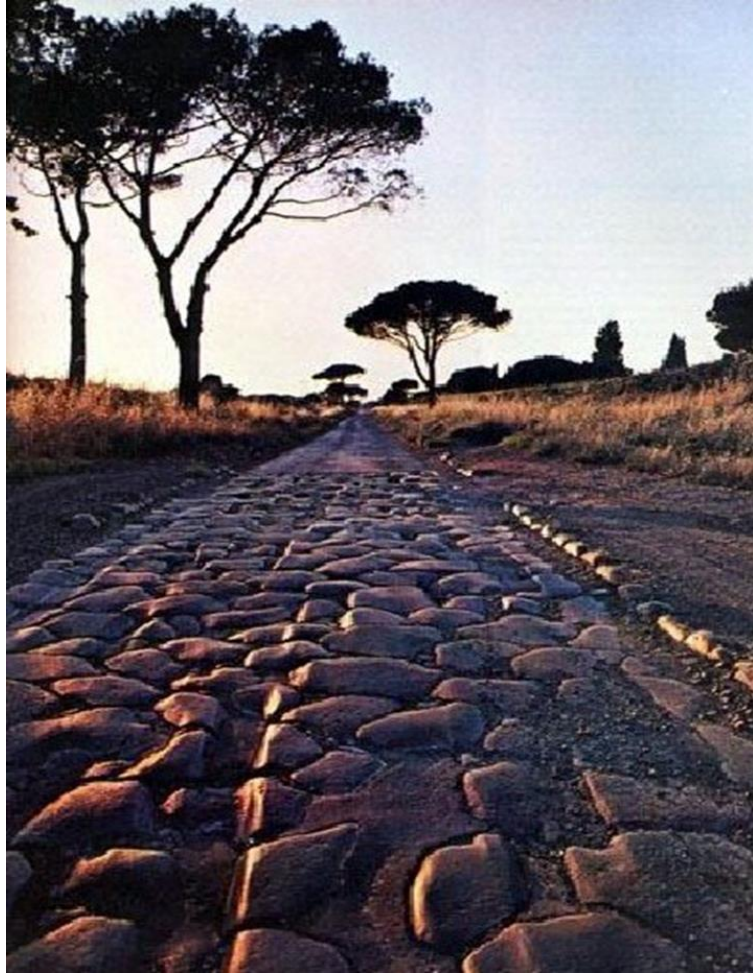
# PLAN SZKOLENIA



1. Historia budowy dróg o nawierzchni betonowej
2. Materiały i wymagania
3. Badania mieszanki i betonu nawierzchniowego
4. Sprzęt (wytwórnice, maszyny do układania nawierzchni)
5. Produkcja i transport mieszanki betonowej
6. Układanie i pielęgnacja nawierzchni betonowej



# HISTORIA BUDOWY DRÓG BETONOWYCH



Via Appia, © internet

## STAROŻYTNY RZYM

Pierwsze drogi powstały w Rzymie

rok 200 n. e. - sieć o dł. 80 000 km

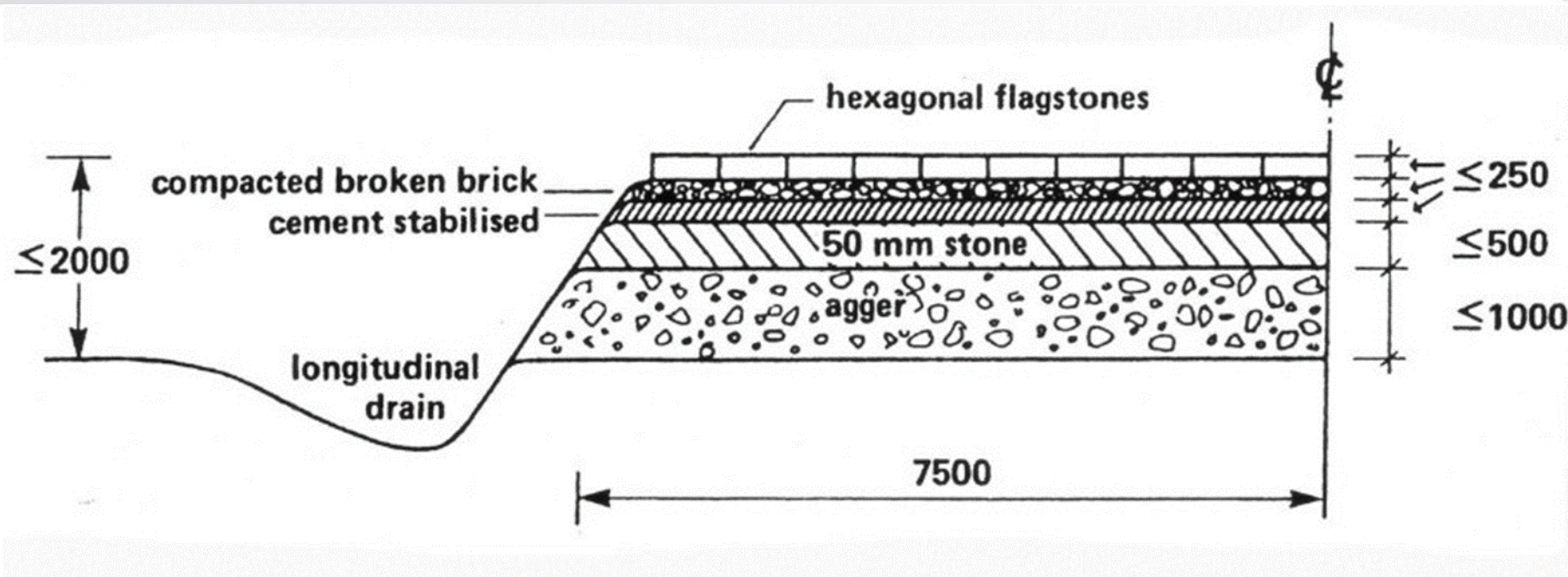
Korona drogi wyniesiona 2 metry ponad teren

Odwodnienie podłużne

Użycie materiałów wiążących (wapno i piasek)  
– brak odporności na wodę

Następnie dodano popiół wulkaniczny – cement puzolanowy –  
od miejscowości Puzzuoli pod Wezuwiuszem

# HISTORIA BUDOWY DRÓG BETONOWYCH



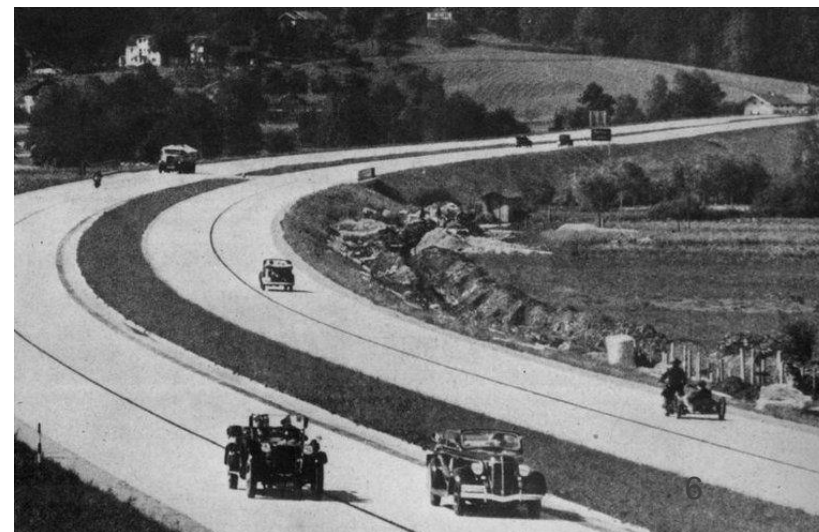
## KONSTRUKCJA DROGI RZYMSKIEJ – TYP LEKKI

- Płyty kamienne na zaklinowanym kruszywie i spoiwie cementowym (stabilizacja)
- Kruszywo drobne gr. 50 cm, kruszywo grube gr. 100 cm
- Ubita glina na podłożu gruntowym

# HISTORIA BUDOWY DRÓG BETONOWYCH



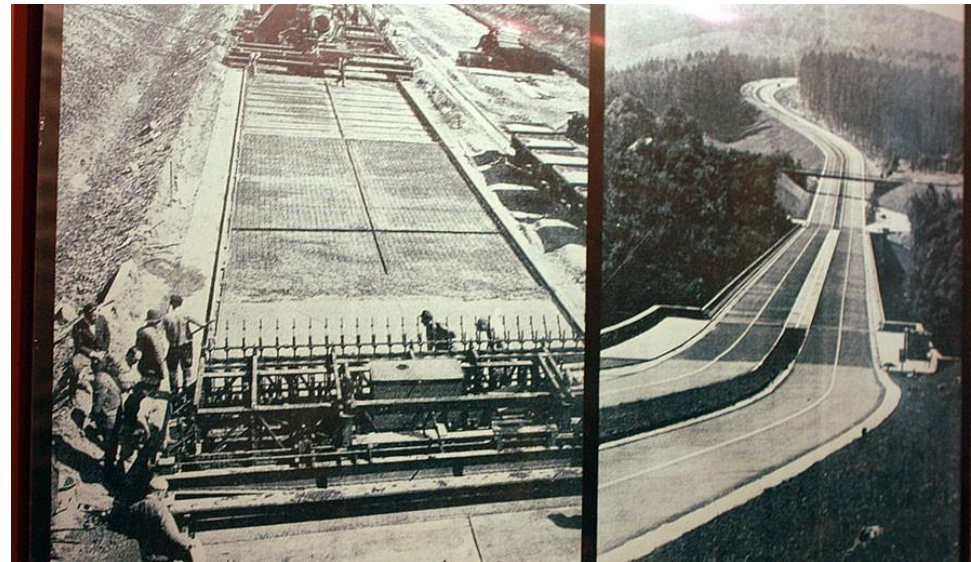
- 1845r. Izaak Johnson USA wynalazł prototyp nowoczesnego cementu a po 40 latach czyli w 1885 powstał pierwszy pojazd samochodowy napędzany silnikiem spalinowym
- 1888r. w Niemczech (m. Wrocław) wybudowano pierwszą nawierzchnię z betonu cementowego (pl. Bluchera)
- 1892r. w stanie Ohio wybudowano pierwszą nawierzchnię z betonu cementowego (cement-piasek-kruszywo łamane) 1:1,5:3. Nawierzchnia z płyt 1,5\*1,5m.  
w 1962r. wykonano odwierty konstrukcji i uzyskano 56 MPa!
- 1909r. W Detroit (kolebka przemysłu samochodowego) wybudowano nawierzchnię o gr 17,5cm szczeliny wypełniano drewnianymi wkładkami co 7,5 metra
- 1926r. Profesor Westergard podał teorię płyt o skończonych wymiarach. Była ona wynikiem wielu doświadczeń i obserwacji. Powstała wtedy zasada, że płyta o grubości 20cm ma długość 6 metrów (dylatacje)



# HISTORIA BUDOWY DRÓG BETONOWYCH



- 1926r. w Niemczech powstały pierwsze wytyczne do budowy nawierzchni z betonu cementowego
- 1933r. Powstał w Niemczech narodowy plan budowy autostrad i pierwsze wytyczne techniczne do budowy autostrad z betonu cementowego o docelowej długości 14 000 km
- 1939r. Wybudowano w Niemczech 52mln m<sup>2</sup> dróg betonowych



# MATERIAŁY I WYMAGANIA



**Beton nawierzchniowy, mosty i tunele** według wymagań WWIORB to **E3, S4**:

**Kategoria środowiska E3:** beton narażony jest na działanie wilgoci z zewnątrz i dodatkowo na czynniki obciążające, takie jak środki odladzające, zamrażanie i rozmrażanie (lub zwilżanie i suszenie w środowisku morskim) lub zmienne obciążenia.

**Klasa obiektu S4** zgodnie z AASHTO R 80-17 konstrukcjach budowlanych i inżynierskich w odniesieniu do wagi konsekwencji wystąpienia reakcji alkalia-kruszywa w betonie, uzależniona od znaczenia danego obiektu budowlanego, projektowanego czasu użytkowania i oczekiwanego poziomu niezawodności; klasa obiektu jest związana z konsekwencjami ekonomicznymi, społecznymi i środowiskowymi wystąpienia uszkodzeń AAR.

Klasa obiektu **S4** – drogi klasy **A, S**, GP, **obiekty mostowe, tunele**, zapory wodne, elektrownie atomowe



# MATERIAŁY I WYMAGANIA



## Cement

- powinien być oznaczony zgodnie z normą PN-EN-197-1
- cementy specjalne których oznaczenie powinno być zgodne z PN-B-19707
- należy stosować cementy klasy wytrzymałości 32,5 lub 42,5 N lub R
- do betonu dolnej i górnej warstwy należy stosować ten sam rodzaj i klasę cementu

### Wymagania dla cementu:

- początek wiązania wg PN-EN 196-3:  $\geq 120$  minut
- stopień zmielenia wg PN-EN 196-6 :  $\leq 3500$  cm<sup>2</sup>/g
- zawartość alkaliów jako Na<sub>2</sub>O<sub>eq</sub>  $\leq 0,80\%$

### Badania cementów:

- wczesnej wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 196-1
- początku czasu wiązania wg PN-EN 196-3
- stałości objętości wg PN-EN 193-3



# MATERIAŁY I WYMAGANIA



## Kruszywa

Do produkcji betonu na nawierzchnię betonową dla KR5÷KR7:

- dla górnej warstwy nawierzchni **GWN** z odkrytym kruszywem frakcje kruszyw o uziarnieniu: **0/2, 4/8** lub **0/2, 5/8** mm
- dla dolnej warstwy nawierzchni **DWN** uziarnienie mieszanki mineralnej w mieszance betonowej **0/16, 0/22** lub **0/31,5** mm,
- GWN z odkrytym kruszywem wymagane jest, aby w stosie okrucowym udział frakcji kruszywa **większego od 4 mm stanowił minimum 68%** mieszanki mineralnej.



# MATERIAŁY I WYMAGANIA



## Kruszywa

Do produkcji betonu na nawierzchnię betonową dla KR5÷KR7:

Cecha	DWN	GWN
Reaktywność alkaliczna według procedury PB1 i PB2	R0	R0
Opis petrograficzny według procedury PB3		
Zawartość pyłu wg PN-EN 933-1	f 1,5	f 1,5
Kształt kruszywa grubego wg PN-EN 933-3 lub wg PN-EN 933-4	SI 20, FI 20	SI 15, FI 15
Odporność kruszywa na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2	LA 35	LA 25
Odporność na polerowanie wg PNEN 1097-8		PSV 50
Mrozoodporność wg PN-EN 1367-6 badana w 1 % NaCl	F NaCl 6	F NaCl 6



# MATERIAŁY I WYMAGANIA



## Kruszywa 0/2 piasek

Do produkcji betonu na nawierzchnię betonową dla KR5÷KR7:

- Zawartość pyłu wg PN-EN 933-1 – f 3
- PB1 i PB2 według procedury badawczej GDDKiA – R0
- Opis petrograficzny według procedury PB3
- Badanie pod mikroskopem polaryzacyjnym na cienkich szlifach pozwoli odróżnienie i rozpoznanie ortokwarcytu i metakwarcyt
- **R0** 29/300 przebadanych piasków – tylko **9,6%**



# MATERIAŁY I WYMAGANIA



## Kruszywa reaktywność

	R0	R0	R1	R1	R2	R2	R3	R3
	Kruszywo drobne	Kruszywo grube	Kruszywo drobne	Kruszywo grube	Kruszywo drobne	Kruszywo grube	Kruszywo drobne	Kruszywo grube
PB1	$\leq 0,15$	$\leq 0,10$	$> 0,15;$ $\leq 0,30$	$> 0,10;$ $\leq 0,30$	$> 0,30;$ $\leq 0,45$	$> 0,30;$ $\leq 0,45$	$> 0,45$	$> 0,45$
PB2	$\leq 0,04$	$\leq 0,04$	$> 0,04;$ $\leq 0,12$	$> 0,04;$ $\leq 0,12$	$> 0,12;$ $\leq 0,24$	$> 0,12;$ $\leq 0,24$	$> 0,24$	$> 0,24$

**Max ilość alkaliów w m<sup>3</sup> betonu to 2,4 kg**



# MATERIAŁY I WYMAGANIA



## Woda do mieszanki betonowej:

- ❑ Zarówno do wytwarzania mieszanki betonowej jak i do pielęgnacji wykonanej nawierzchni betonowej należy stosować wodę spełniającą wymagania wody wodociągowej według PN-EN 1008
- ❑ Nie dopuszcza się wody pochodzącej z recyklingu

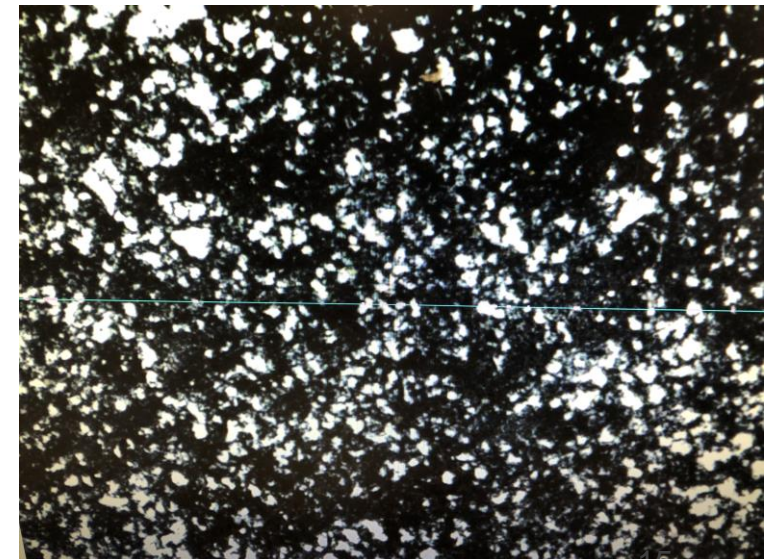


# MATERIAŁY I WYMAGANIA



## Domieszki i dodatki do betonu:

- ❑ Do napowietrzania mieszanki betonowej należy stosować domieszki napowietrzające LPA oraz plastyfikatory BV
- ❑ Należy pamiętać, że wytrzymałość końcowa betonu napowietrzonego ulegnie obniżeniu (ok. 10%) i fakt ten przy opracowaniu receptury należy uwzględnić
- ❑ Zastosowanie domieszki uplastyczniającej BV pozwala na utrzymanie właściwości reologicznych (konsystencji) przez nawet 90 minut

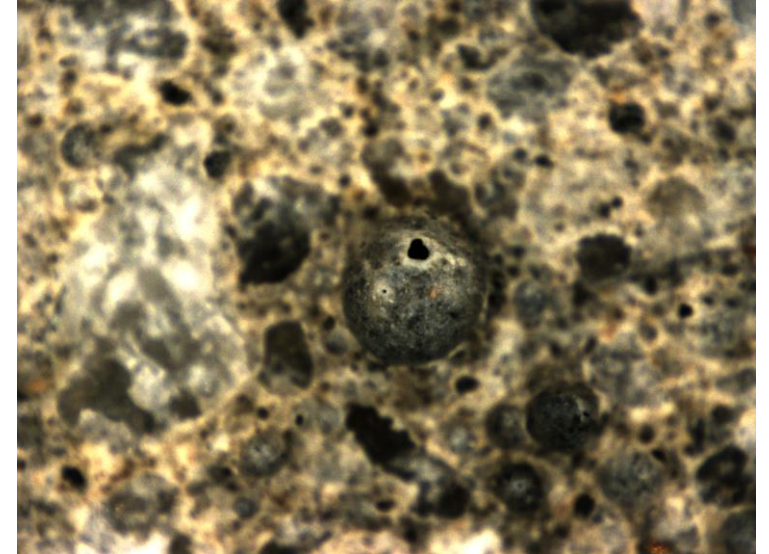


# MATERIAŁY I WYMAGANIA



## Domieszka uplastyczniająca

- ❑ efektywnie redukuje ilość wody niezbędną do otrzymania określonej konsystencji w zakresie 5-12%
- ❑ zwiększa konsystencje mieszanki betonowej przy stałym wskaźniku w/c
- ❑ obniżenie ilości wody i utrzymanie konsystencji pozwala na zwiększenie wytrzymałości betonu a także poprawia jego trwałość poprzez zwiększenie mrozoodporności, szczelności i obniżenie nasiąkliwości
- ❑ plastyfikator dodajemy w ilości 0,1-1,0 % w stosunku do masy cementu
- ❑ Przy doborze domieszki należy uwzględnić jej zgodność z cementem (kompatybilność)





# MATERIAŁY I WYMAGANIA



- ❑ Gęstość, tolerancja w stosunku do betonu wg zatwierdzonej recepty  $\pm 3,0 \%$
- ❑ Klasa wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 206-1, nie niższa niż:
  - dla kategorii ruchu KR1÷KR4 **C30/37**
  - dla kategorii ruchu KR5÷KR7 **C35/45**
- ❑ Wytrzymałość betonu na zginanie w 28 dniu twardnienia (średnia z trzech próbek), nie niższa niż:
  - dla kategorii ruchu KR1÷KR4 **4,5 MPa**
  - dla kategorii ruchu KR5÷KR7 **5,5 MPa**
- ❑ Wytrzymałość betonu na rozciąganie przy rozłupywaniu w 28 dniu twardnienia (średnia z trzech próbek sześciennych), nie niższa niż:
  - dla kategorii ruchu KR1÷KR4 **3,0 MPa**
  - dla kategorii ruchu KR5÷KR7 **3,7 MPa**

# MATERIAŁY I WYMAGANIA



- ❑ Kategoria mrozoodporności wg PN-EN 13877-2, nie niższa niż:
  - dla betonów w klasie ekspozycji XF3 **FT1**
  - dla betonów w klasie ekspozycji XF4 **FT2**
- ❑ Charakterystyka porów powietrznych w betonie:
  - zawartość mikroporów o średnicy poniżej 0,3 mm (A300), **≥ 1,5 %**
  - wskaźnik rozmieszczenia porów w betonie :
    - dla betonów w klasie ekspozycji XF3 **≤ 0,250 mm**
    - dla betonów w klasie ekspozycji XF4 **≤ 0,200 mm**
- ❑ Odporność na wnikanie benzyny i oleju **≤ 30 mm**
- ❑ Mrozoodporność F150, przy badaniu metodą bezpośrednią (dla DWN)
  - ubytek masy próbki, nie więcej niż, **5 %**
  - spadek wytrzymałości na ściskanie, nie więcej niż, **20 %**

# MATERIAŁY I WYMAGANIA



## ☐ Zawartość cementu:

- w przypadku betonu dla dróg kategorii ruchu tj. KR3÷KR7 zawartość cementu nie może być mniejsza niż **360** kg/m<sup>3</sup>
- przy wykonywaniu nawierzchni z betonu z odkrytym kruszywem zawartość cementu w górnej warstwie betonu dla zapewnienia wymaganych właściwości nie może być mniejsza niż **420** kg/m<sup>3</sup>

## ☐ Wskaźnik w/c:

- wskaźnik wodno-cementowy w/c nie może przekroczyć **0,45**
- niedopuszczalne jest doliczanie dodatków do betonu do wskaźnika w/c

# Badania mieszanki i betonu nawierzchniowego



## Zakres badań dla mieszanki betonowej:

- konsystencja wg metody odpowiedniej do uzyskanej konsystencji PN-EN 12350-2, PN-EN 12350-3, PN-EN 12350-4, PN-EN 12350-5,
- zawartość powietrza wg PN-EN 12350-7,
- gęstość wg PN-EN 12350-6.

## Konsystencja

Konsystencja mieszanki betonowej powinna być dostosowana do:

- warunków transportu,
- technologicznych warunków układania i zagęszczania,
- czynników pogodowych,
- aby nie dochodziło do segregacji a podczas zagęszczania i transportu.

# Badania mieszanki i betonu nawierzchniowego



## Zawartość powietrza w mieszance betonowej

Zawartość powietrza badana na etapach:

- projektowania składu mieszanki betonowej,
- zatwierdzania recepty i próby technologicznej,
- kontroli jakości robót,

<b>Maksymalny wymiar ziaren kruszywa</b>	<b>Projektowanie składu mieszanki betonowej</b>	<b>Zatwierdzanie recepty, próba technologiczna, kontrola jakości robót</b>
mm	% objętości	% objętości
<b>8,0</b>	<b>5,0 ÷ 6,5</b>	- 0,5 +1,0
<b>16,0; 22,4</b>	<b>4,5 ÷ 6,0</b>	- 0,5 +1,0
<b>31,5</b>	<b>4,0 ÷ 5,5</b>	- 0,5 +1,0

# Badania mieszanki i betonu nawierzchniowego



## Zakres badań stwardniałego betonu nawierzchniowego

- gęstość wg PN-EN 12390-7,
- wytrzymałość na ściskanie wg PN-EN 12390-3,
- wytrzymałość na zginanie wg PN-EN 12390-5,
- wytrzymałość na rozciąganie przy rozłupywaniu wg PN-EN 12390-6,
- odporność na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli odladzającej wg PKN-CEN/TS EN 12390-9,
- mrozoodporność F150 wg PN-B-06250
- charakterystyka porów powietrznych w betonie wg PN-EN 480-11,
- odporność na wnikanie benzyny i oleju \* zgodnie z PN-EN 13877-2 Zał. B

**Czas wykonywania badań w zależności od zastosowanego cementu**

**CEM I – 28 dni**

**CEM II – 56 dni**

**CEM III – 90 dni**



# Badania mieszanki i betonu nawierzchniowego



## Etap realizacji podbudowy

- najważniejsze parametry podczas produkcji to **zawartość powietrza i konsystencja**
- przy założeniu że transport od momentu wyprodukowania do wbudowania wynosi ok **45 minut** to:
- zawartość powietrza musi wynosić ok **8,5% na wytwórni** aby na budowie uzyskać **5,5%**
- konsystencja mieszanki musi wynosić **od 5 do 8 sekund** na wytwórni aby na budowie uzyskać **15-20 sekund**

		Pomiary mieszanki							
		Wytwórnia				Budowa			
		Zaw. powietrza		Konsystencja		Zaw. powietrza		Konsystencja	
		Od	do	Od	do	Od	do	Od	do
DWB	Dzień:	7,0%	8,5%	5 sek	7 sek	4,5%	6,0%	14 sek	19 sek
	Noc:	6,0%	7,5%	8 sek	10 sek	4,5%	6,0%	14 sek	16 sek
GWB	Dzień:	7,5%	9,5%	opad 2cm	3sek	5,0%	6,5%	9 sek	12 sek
	Noc:	7,0%	8,5%	2 sek	5 sek	5,0%	6,5%	7 sek	10 sek

# Badania mieszanki i betonu nawierzchniowego



## □ A2 nawierzchnia C35/45

### Etap realizacji odcinka próbnego:

- wykonanie testów produkcji na wytwórni oraz odcinka próbnego na budowie
- pomiar wilgotności kruszywa 3 razy na dobę
- badanie konsystencji i zawartości powietrza w mieszance betonowej do ustabilizowania produkcji i co 100 m<sup>3</sup>
- kontrola wytrzymałości na ściskanie R<sub>7</sub> i R<sub>28</sub> co 150 m<sup>3</sup> dla każdej warstwy
- pobór prób na określenie pozostałych parametrów raz dziennie
- raz na 50 tys. m<sup>2</sup> pobranie prób na odporność na działanie mrozu
- uzyskane wyniki spełniały wymagania kontraktu – zatwierdzenie receptury





# SPRZĘT – WYTWÓRNIE I UKŁADARKI



## Wytwornie betonu

Do produkcji mieszanek betonowych powinny być stosowane wytwornie o pracy cyklicznej wyposażone:

- a) automatyczne urządzenie (sterowane elektroniczne) wagowego dozowania wszystkich składników określone w PN-EN 206
- b) komputerowy system sterowania zgodny z wymaganiami PN-EN 206
- c) system pomiaru wilgotności kruszywa drobnego przed mieszaniem
- d) oddzielne dozowniki dla każdej domieszki



# SPRZĘT – WYTWÓRNIE I UKŁADARKI



## Układarki nawierzchni betonowej



# SPRZĘT – WYTWÓRNIE I UKŁADARKI



## Układarki nawierzchni betonowej



# SPRZĘT – WYTWÓRNIE I UKŁADARKI



## Układarki nawierzchni betonowej



# SPRZĘT – WYTWÓRNIE I UKŁADARKI



## Układarki nawierzchni betonowej

Do układania dolnej warstwy nawierzchni, wyposażona m.in. w: stół układający mieszankę na całej szerokości zaprojektowanej jezdni; deskowanie ślizgowe; zespół wibratorów wgłębnych rozmieszczonych co 40 cm o częstotliwości 200 Hz), urządzenie do wwibrowywania dybli i kotew, zespół napędowy podwozia gąsienicowego.

Do układania górnej warstwy nawierzchni, wyposażona m.in. w: stół układający mieszankę na całej szerokości zaprojektowanej jezdni; zespół wibratorów wgłębnych; mechaniczną zacieraczkę poprzeczną; mechaniczną zacieraczkę wzdłużną; deskowanie ślizgowe; zespół napędowy podwozia gąsienicowego.

# SPRZĘT – WYTWÓRNIE I UKŁADARKI



## Układarki nawierzchni betonowej

Maszyna z pomostem do wykańczania nawierzchni:

- mechaniczne urządzenie do spryskiwania (nanoszenia) preparatów o działaniu chemicznych hydrofobowym, chemicznym opóźniającym hydratację cementu w przypadku odkrytego kruszywa;
- pomost roboczy umożliwiający wykonywanie ręcznie poprawek



# PRODUKCJA I TRANSPORT



## Odcinek próbny

Jest wymagany przed przystąpieniem wykonawcy do robót.

Jest on też nazywany próbą technologiczną, w ramach której dokonuje się kontroli:

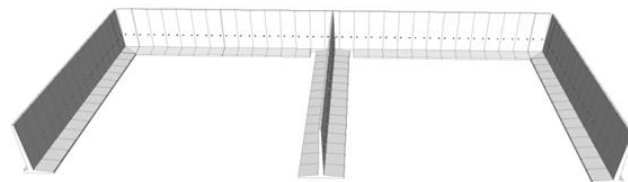
- prawidłowości przygotowania procesu technologicznego budowy nawierzchni i uzyskanie dla niej pozytywnego wyniku
- odebrania przez Inżyniera wytwórni mieszanek betonowych
- zaakceptowania maszyn i urządzeń do wykonywania nawierzchni betonowej,
- zatwierdzeniu receptury betonu nawierzchniowego,
- korekty składu w recepturze oraz ewentualnej zmiany receptury,
- dobrania odpowiedniej ilości środków transportu.



# PRODUKCJA I TRANSPORT



- Zasięki na kruszywo powinny być czytelnie oznaczone i oddzielone od siebie przegrodami,
- Wagi do odważania kruszywa, cementu, wody i domieszek chemicznych powinny być wzorcowane i posiadać legalizację,
- Wydajność wytwórni powinna być jak największa (mieszalnik),
- Musi być bieżąca kontrola produkcji.



© 2015 SIDOR | www.fp1ider.pl | www.muzyporizone.pl | FP Sidor W. Ronek sp. z o.o. | tel. 604 404 144

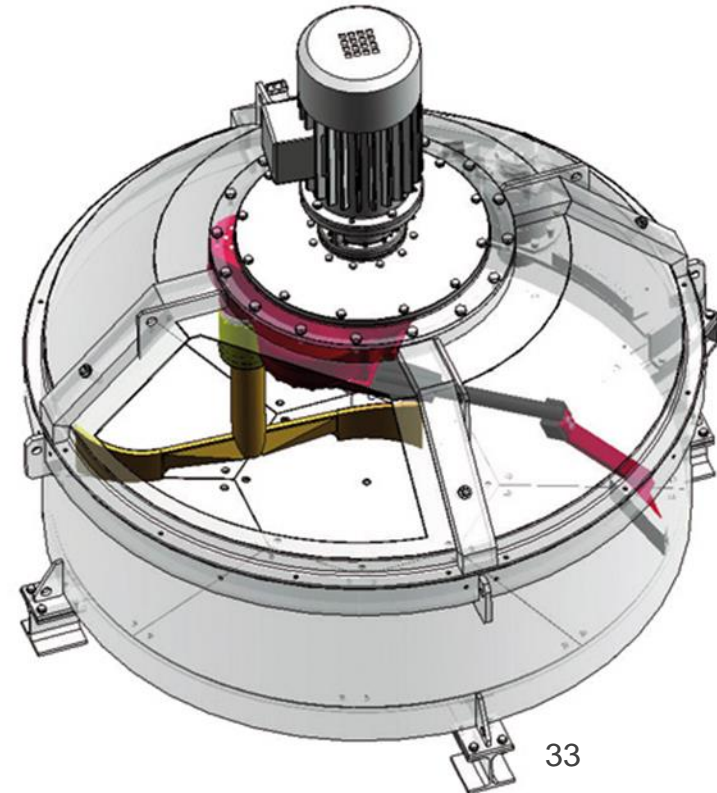






## Technologia produkcji mieszanki betonowej

- ❑ Czas mieszania w mieszalnikach o mieszaniu wymuszonym powinien wynosić co najmniej 45 sekund,
- ❑ Czas mieszania musi zapewnić jednorodność i stabilność urabialności mieszanki betonowej,
- ❑ W przypadku stosowania domieszki uplastyczniającej lub upłynniającej należy przestrzegać właściwej kolejności dozowania,
- ❑ Kolejność i moment dozowania domieszek należy ustalić doświadczalnie podczas próby technologicznej i zgodnie z zaleceniami producenta,
- ❑ Recepta powinna być korygowana na bieżąco o wartości wilgotności kruszyw,
- ❑ Producent betonu powinien zapewnić niezbędną obsługę laboratoryjną.



# PRODUKCJA I TRANSPORT



## Warunki pogodowe

- Nawierzchnie betonowe powinny być wykonywane w temperaturze powietrza nie niższej niż  $+5^{\circ}\text{C}$  i nie wyższej od  $+25^{\circ}\text{C}$  ( w ciągu całej doby),
- Dopuszcza się wykonywanie nawierzchni betonowej w temperaturze powyżej  $+25^{\circ}\text{C}$  pod warunkiem, że temperatura mieszanki betonowej nie przekroczy  $+30^{\circ}\text{C}$ ,
- W przypadkach koniecznych dopuszcza się wykonywanie nawierzchni betonowej w temperaturze powietrza poniżej  $+5^{\circ}\text{C}$  pod warunkiem stosowania zabiegów specjalnych pozwalających na utrzymanie temperatury mieszanki betonowej powyżej  $+5^{\circ}\text{C}$  przez okres co najmniej 3 dni,
- Przy temperaturze powietrza poniżej  $-3^{\circ}\text{C}$  betonowanie należy przerwać.  
Betonowania nie należy wykonywać podczas opadów deszczu.

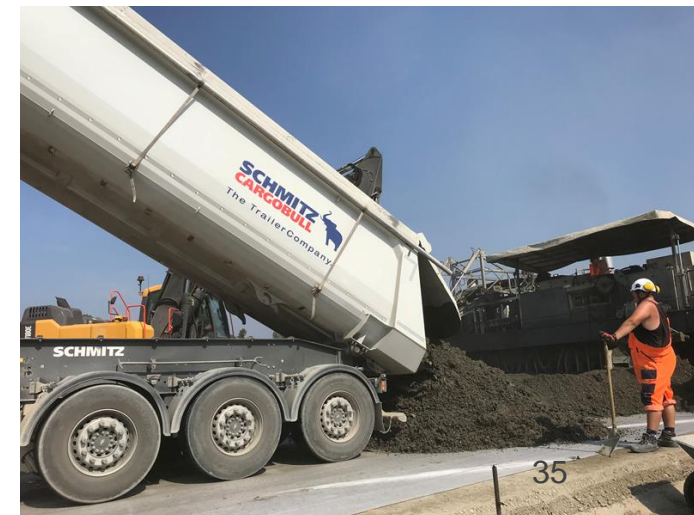


# PRODUKCJA I TRANSPORT



## Transport mieszanki betonowej

- ❑ Transport mieszanki betonowej (z uwagi na konsystencje betonu drogowego) powinien odbywać się samochodami ze skrzyniami stalowymi,
- ❑ Nie należy stosować samochodów ze skrzyniami aluminiowymi, gdyż podczas transportu oraz rozładunku, starte (przez kruszywo w betonie) cząstki aluminium wchodzi w reakcję z wodorotlenkiem wapnia zawartym w betonie i wydziela się wodór który to wywiera ciśnienie w zaprawie i przemieszcza się ku powierzchni pozostawiając kanał w świeżym betonie,
- ❑ Czas transportu od wytwórni do miejsca jej wbudowania powinien być uzależniony od właściwości mieszanki betonowej i temperatury otoczenia.,
- ❑ Mieszanki betonowe na górną i na dolną warstwę muszą być transportowane oddzielnymi samochodami,



# PRODUKCJA I TRANSPORT



## Logistyka dostaw

zużycie materiałów w ciągu doby		
NAWIERZCHNIA	800 mb	8800 m <sup>2</sup>
BETON	2550 m <sup>3</sup>	250 aut
CEMENT	1000 ton	38 aut
KRUSZYWO	4720 ton	190 aut



# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



- ❑ W przypadku ręcznego układania mieszanki betonowej należy ją wbudowywać nie powodując segregacji i powstania stref o nierównomiernym zagęszczeniu,
- ❑ Mieszankę betonową układaną ręcznie należy zagęszczać listwami wibracyjnymi na całej szerokości płyty i wibratorami wgłębnymi w pobliżu dekowań lub krawędzi wcześniej ułożonych płyt.
- ❑ W przypadku mechanicznego układania mieszanki betonowej zagęszczenie masy betonowej było równomierne na całej szerokości i grubości wbudowywanego betonu,
- ❑ Ruch układarki powinien być płynny, bez zatrzymań, co zabezpiecza przed powstawaniem nierówności,
- ❑ Zalecana prędkość przesuwu układarki powinna wynosić ok. 1,5 m/min,

# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



- ❑ Proces wbudowywania i zagęszczania powinien być zakończony przed rozpoczęciem wiązania cementu,
- ❑ W przypadku nieplanowanej przerwy w betonowaniu należy wykonać szczelinę konstrukcyjną,
- ❑ Powierzchnia ułożonej mieszanki musi być równa i zamknięta,
- ❑ Zraszanie jej wodą może nastąpić po zakończeniu procesu wiązania,
- ❑ Miejsca połączeń nawierzchni betonowej z elementami infrastruktury drogowej (np. studzienki kanalizacyjne, telefoniczne, elementy prefabrykowane, krawężnik), należy uszczelnić na całej grubości nawierzchni betonowej np.: taśmami bitumicznymi samoprzylepnymi o grubości 10mm,



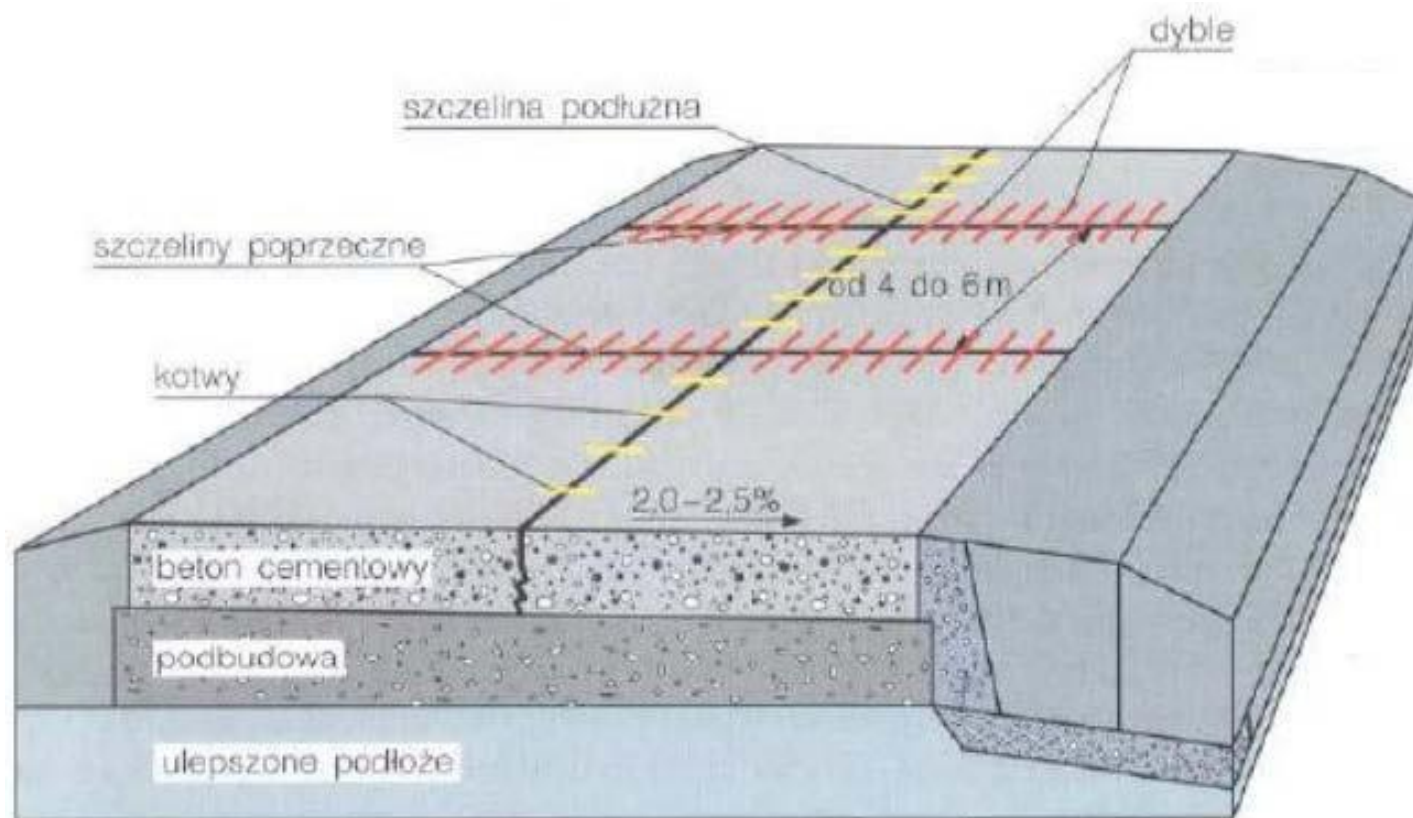
# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



Nawierzchnia powinna być uzbrojona w dyble i kotwy a sposób ich wmontowania w nawierzchnię może być:

- mechaniczny poprzez wwibrowywanie przez urządzenie znajdujące się na pierwszej maszynie zestawu,
- ręczny (określony przez projektanta),
- Pierwsza maszyna (z zestawu) - układa mieszankę betonowa w warstwie dolnej o określonej grubości a na jej powierzchni, urządzenie automatycznie wwibrowuje dyble równoległe do osi jezdni - w miejscach gdzie na powierzchni górnej warstwy (nad dyblami w połowie ich długości) będą nacinane szczeliny poprzeczne skurczowe,

# UKŁADANIE I PIEŁĘGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ





# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



- Druga maszyna (z zestawu) - układa górną warstwę nawierzchni i zawibrowuje ją belką porzeczną,
- Powierzchnia ułożonej nawierzchni powinna być zatarta mechaniczną zacieraczką,
- Na zakończenie każdej działki roboczej ( na całej szerokości układanego przekroju poprzecznego), ułożony beton powinien być zabezpieczony (przed osiadaniem krawędzi) belką drewnianą o wymiarach równych grubości nawierzchni,
- Po stwardnieniu betonu i odjęciu belki, w ściance należy wywiercić otwory o średnicy odpowiadającej grubości dybli i głębokości równej połowie ich długości,
- Rozpoczynając układanie mieszanki na dalszym ciągu, należy pamiętać o dokładnym rozprowadzeniu mieszanki wzdłuż wcześniej wykonanej nawierzchni.

# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



- Trzecia maszyna (z zestawu układającego nawierzchnie betonową) spryskuje środkami chemicznymi (glukozą lub opóźniaczami oraz preparat powłokowy zabezpieczający beton przed utratą wilgoci i nadmiernemu osuszeniu nawierzchni,
- W zależności od warunków pogodowych, po upływie od 12-24 godzin powinno nastąpić teksturowanie poprzez usuwanie zaprawy za pomocą mechanicznych kolumnowych szczotek obrotowych lub wodą pod ciśnieniem.

# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



- ❑ Teksturowanie ma na celu podwyższenie współczynnika szczyepności kół pojazdu z nawierzchnią i tym samym poprawę bezpieczeństwa ruchu,
- ❑ Teksturę powierzchni jezdnej można wykonać niżej przedstawionymi metodami:
  - ciągniętej tkaniny jutowej w kierunku podłużnym (równoległym do osi jezdni,
  - przecierania świeżo ułożonej mieszanki betonowej stalową szczotką (w kierunku prostopadłym do osi jezdni
  - rowkowania poprzecznego widełkami metalowymi,
  - opóźnienia hydratacji cementu a następnie usunięcia nie związanej warstwy zaprawy cementowej w następstwie czego powstaje powierzchnia z odkrytym kruszywem o głębokości makrotekstury do 1,5 mm,

# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ

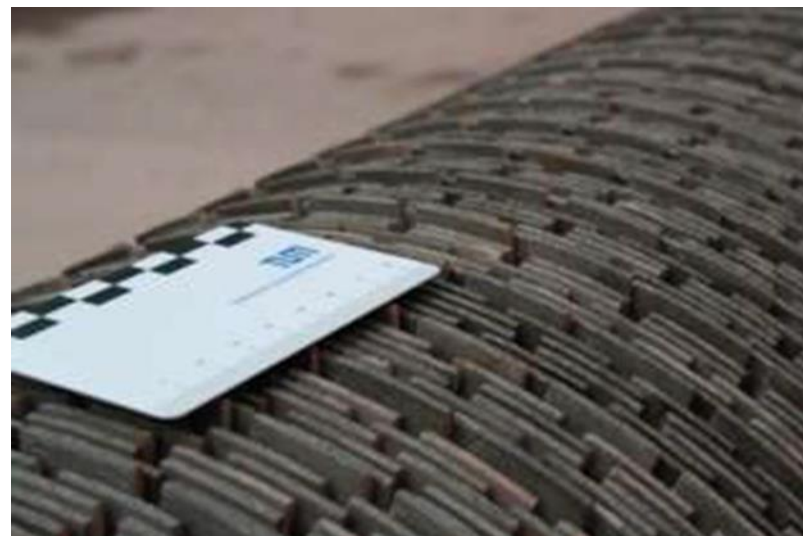


# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ





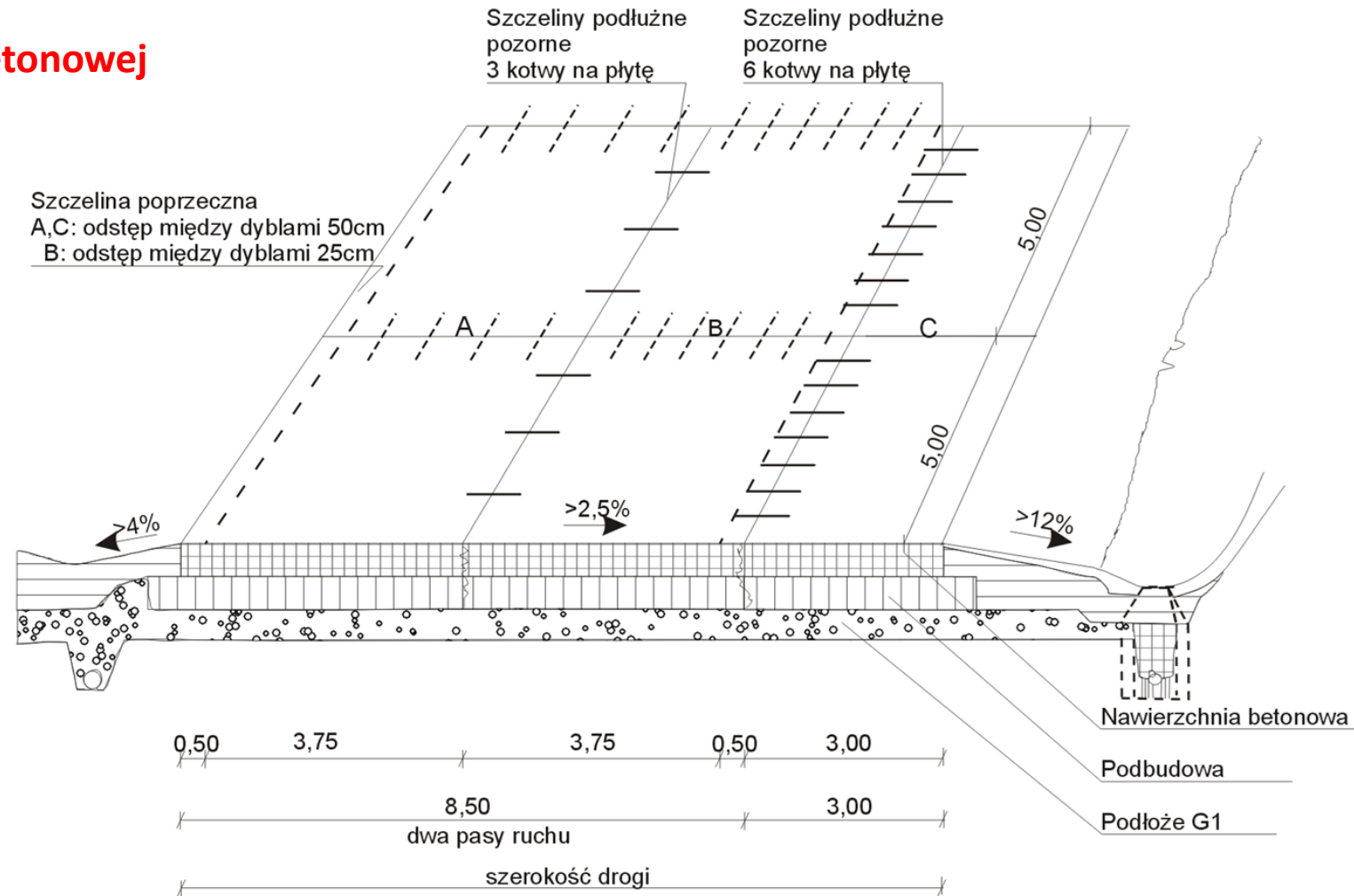
# UKŁADANIE I PIEŁĘGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



## Szczeliny w nawierzchni betonowej



Rys. 5.14 Przekrój konstrukcyjny nawierzchni betonowej oraz rozmieszczenie dybli w szczelinach.



## Szczeliny w nawierzchni betonowej

- Ze względu na usytuowanie, szczeliny dzielą się na podłużne i poprzeczne,
- Szczeliny podłużne** (skurczowe pozorne) stosuje się przypadku jezdni o szerokości większej od 6,0 m,
- Rozstaw szczelin podłużnych powinien być zgodny z Dokumentacją Projektową,
- Szczelina podłużna nie powinna pokrywać się ze śladami kół i oznakowania poziomego,
- Szczeliny podłużne należy wykonywać przez nacinanie stwardniałego betonu tarczowymi piłami mechanicznymi,



## Szczeliny w nawierzchni betonowej

- Nacinanie szczelin powinno się odbywać w dwóch etapach,
- Pierwsze cięcie, w czasie od 8 do 24 godzin po ułożeniu nawierzchni (gdy beton uzyskuje wytrzymałość od 8 do 10 MPa) wykonuje się tarczą grubości 3 mm na głębokość 1/3 grubości nawierzchni, tj. 10 cm,
- Drugie cięcie, mające na celu poszerzenie szczeliny, wykonuje się w terminie późniejszym gdy beton osiągnie wytrzymałość powyżej 12 MPa do szerokości 8 mm i głębokości 27 mm.

# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



## Szczeliny w nawierzchni betonowej

Średnia temperatura powietrza w °C	5	od 5 do 15	od 15 do 25	od 25 do 30
Ilość godzin od ułożenia mieszanki do osiągnięcia przez beton wytrzymałości <b>10 MPa</b>	od 20 do 30	od 15 do 20	od 10 do 15	od 6 do 10

# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



## Szczeliny w nawierzchni betonowej



# UKŁADANIE I PIELEGNACJA NAWIERZCHNI BETONOWEJ



## Szczeliny w nawierzchni betonowej



# SZYBKA NAPRAWA NAWIERZCHNI BETONOWEJ – SPRINT 8



## BETON SZYBKOSPRAWNY

1. Wysoka wczesna wytrzymałość po:  
8 h – 23 MPa, 24 h – 42 MPa,
1. Urabialność do 2 godzin,
2. Produkcja Odlany 01.08 płyta próbna 6m<sup>3</sup>,
3. Korzystna relacja ceny do właściwości,
4. Zamówienie na 100 m<sup>3</sup> z OAT na realizację remontu obwodnicy Młodzieszyna DK50 – zrealizowane pozytywnie





**Dziękujemy za uwagę**

**TOMASZ RUDNICKI**

**HEAD of TECHNOLOGY**

tel.: +48 502 786 982

mail: [tomasz.rudnicki@lafarge.com](mailto:tomasz.rudnicki@lafarge.com)

[www.lafarge.pl](http://www.lafarge.pl)

