



PRZYKŁADY STOSOWANIA WYPEŁNIACZA MIESZANEGO DO MIESZANEK MINERALNO-ASFALTOWYCH

Ireneusz Strugała, Dominik Małasiewicz

IV Śląskie Forum
Drogownictwa
Chorzów, 13 kwietnia 2016

TUGA przez wiele lat wykonuje nawierzchnie z mma w których, jako „środek adhezyjny” poprawiający m.in. **odporność na działania wody i mrozu** stosuje

wypełniacz mieszany o różnych proporcjach / składzie:

→ *mączka wapienna CaCO_3 + wapno hydratyzowane Ca(OH)_2*

W latach 2010-2011, 2015

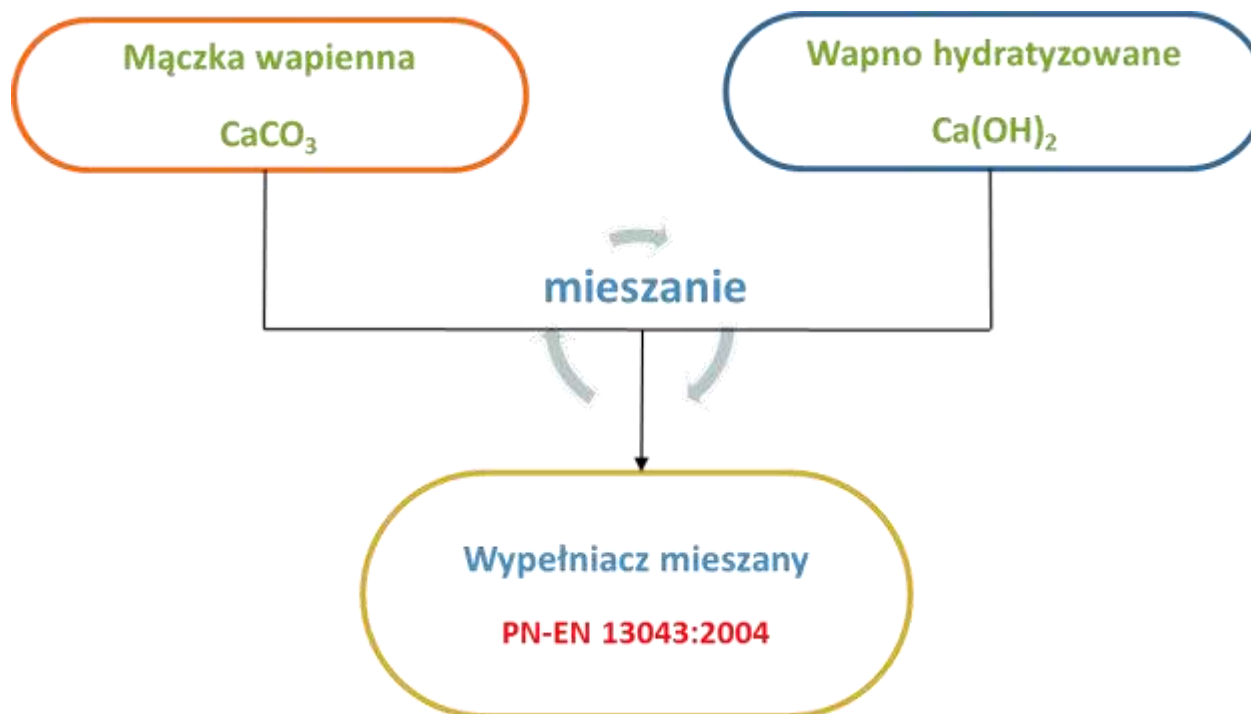
do produkcji ~35000 Mg mma zużyto ponad 2500 Mg wypełniacza mieszanego, produkując mma do warstw ścieralnych:

- **AC 11 S,**
- **MNU 8 SMA 11 S**
- **SMA 16 JENA**

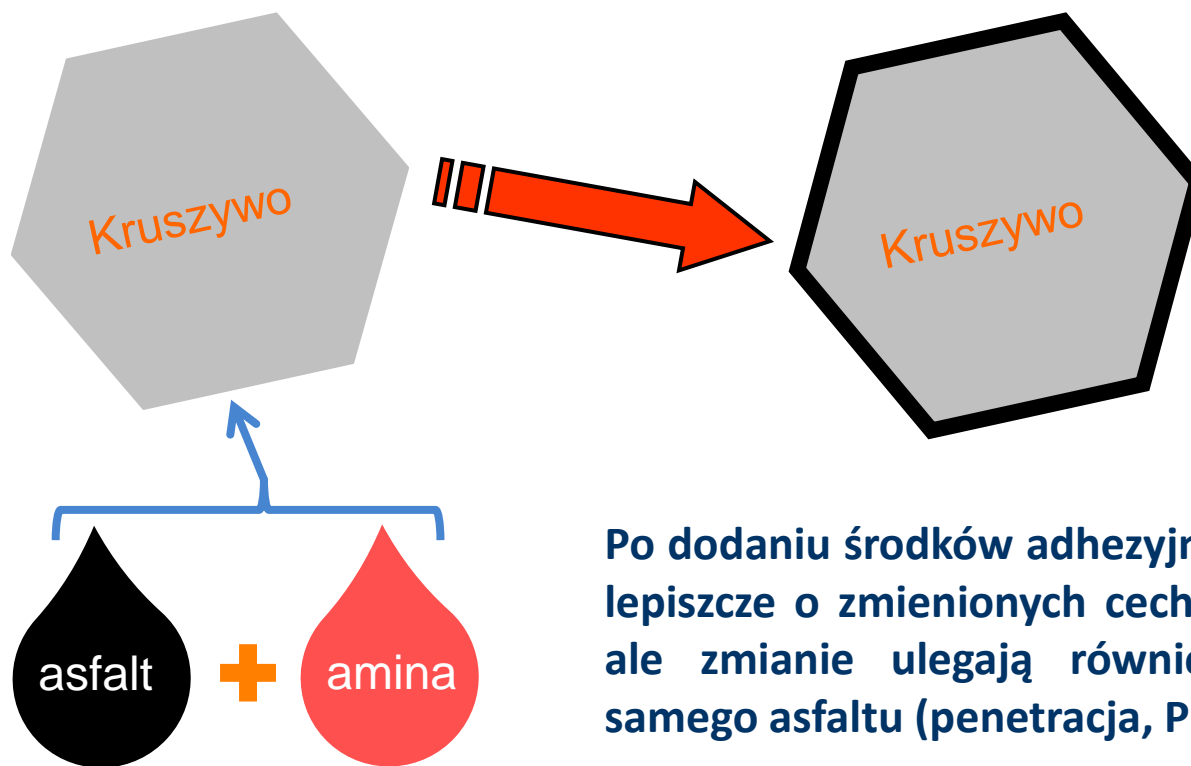
Dopuszczony i zalecany do stosowania przez:
PN-EN 13043 i WT-1 (GDDKiA)

wypełniacz mieszany

Kruszywo wypełniające pochodzenia mineralnego, wymieszane z wodorotlenkiem wapnia



Zarys działania chemicznych środków adhezyjnych -> aminy



Aminy tłuszczowe to związki mało stabilne termicznie i po przekroczeniu temperatur ok. 160 – 170 °C, zaczyna się ich rozpad

* Z tego powodu postępowanie z nimi powinno odbywać się z zachowaniem odpowiednich procedur.

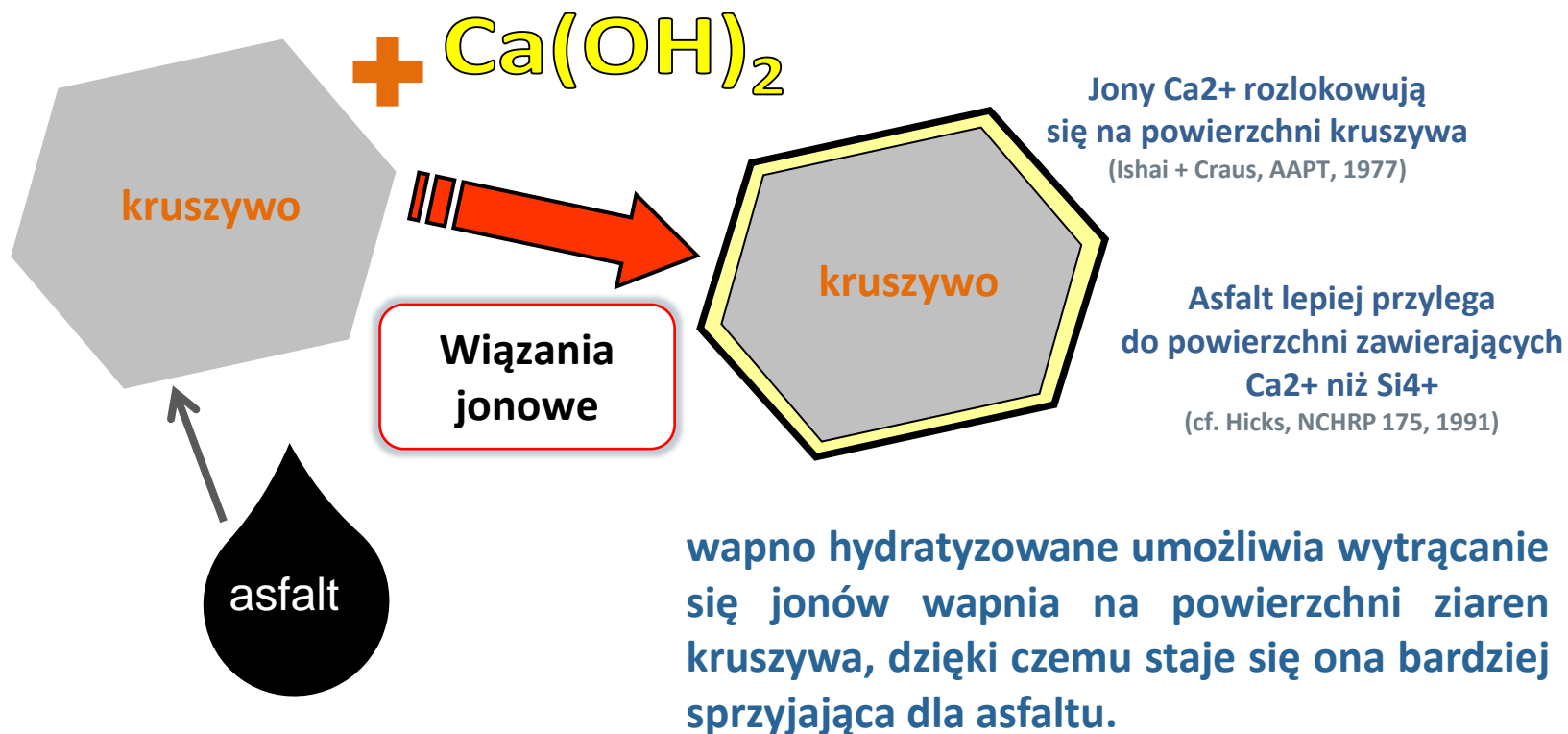
Zarys działania wapna hydratyzowanego -> wypełniacza mieszanego

Wapno hydratyzowane => wodorotlenek wapnia $Ca(OH)_2$

- silna zasada -> pH ok. 12
- gęstość $\sim 2\ 200\ \text{kg/m}^3$
- gęstość nasypowa $\sim 400\ \text{kg/m}^3$
- drobnoziarnisty proszek o dużej porowatości i wysokiej powierzchni właściwej
- wyrób budowlany oznaczony znakiem CE
- związek bardzo aktywny chemicznie
- uziarnienie zbliżone do wypełniacza podstawowego – mączki wapiennej
- stabilny termicznie
- nie traci swoich własności nawet w wysokich temperaturach powyżej 250°C .
- od ponad 100 lat stosowane jako dodatek do mieszanek mineralno-asfaltowych



Zarys działania wapna hydratyzowanego -> wypełniacza mieszanego



Modyfikacja powierzchni kruszywa, poprawia przyczepność asfaltu

Zarys działania wapna hydratyzowanego -> wypełniacza mieszanego

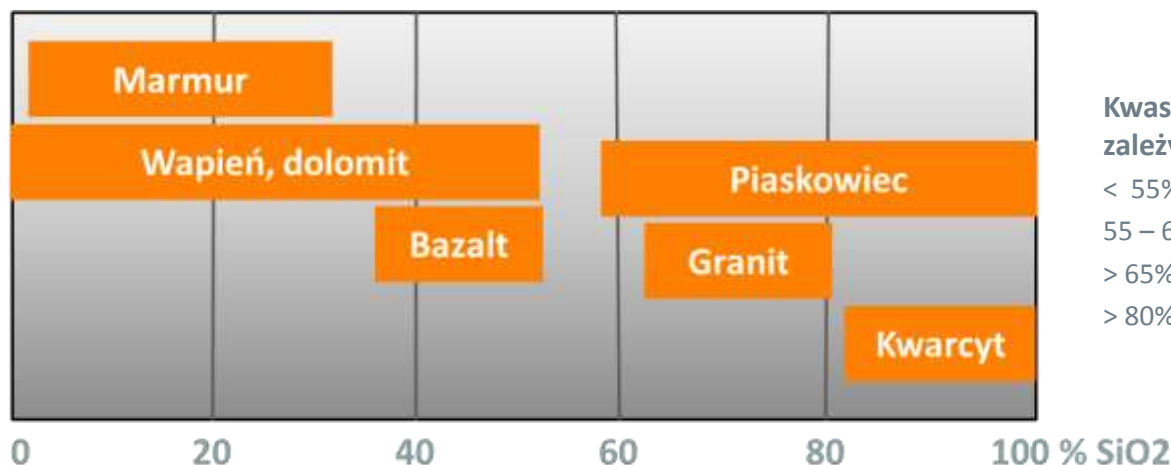
Wapno hydratyzowane, nie zmienia własności asfaltu
(penetracji, PiK, lepkości)

Jednak w znaczący sposób zmienia własności mma:

- zwiększa odporność na działania wody i mrozu
- zwiększa odporność na deformacje plastyczne -> koleinowanie
- opóźnia procesy starzeniowe
- zwiększa odporność mieszanek na spękania niskotemperaturowe

Zarys działania wapna hydratyzowanego -> wypełniacza mieszanego

Wapno hydratyzowane stosuje się w każdej kompozycji kruszyw



Kwasowość kruszywa zależy od zawartości krzemionki
 < 55% SiO₂ – kruszywa zasadowe
 55 – 65 % SiO₂ – kruszywa obojętne
 > 65% SiO₂ – kruszywa kwaśne
 > 80% SiO₂ – kruszywa ultra kwaśne

Ilość „konieczna” do stosowania jest w zasadzie stabilna, ponieważ jest powiązana z powierzchnią właściwą kruszywa.

Oczywiście ilości nieznacznie ulegają wahaniom, w zależności od pH kruszywa, a w szczególności od ilości krzemionki SiO₂ występującej w kruszywie.

Dostępność wypełniacza mieszanego na rynku

W Polsce nie ma problemów z kupnem wapna hydratyzowanego oraz wypełniacza mieszanego.

Należy pamiętać, że inne proporcje wypełniacza mieszanego muszą być stosowane do:

- warstwy ściernalnych – różne dla mieszanek typu AC i inne dla mieszanek typu SMA,
- warstwy wiążących,
- warstwy podbudowy

**Każdorazowo mma powinny otrzymać
ok. 1-2 % wapna hydratyzowanego**

Najczęstszym przypadkiem, jest ok. 1,5% wapna hydratyzowanego
w mieszance mineralnej.

Zastosowanie dodatku wapna hydratyzowanego poniżej 1 %, jest wg doświadczeń całkowicie bezcelowe, gdyż taka ilość nie daje poprawy odporności mieszanek na działania wody

Przykłady kompozycji wypełniaczy mieszanych

Beton asfaltowy na warstwę wiążącą AC...W

- Wypełniacza w recepcie 6%
 - Wapna hydratyzowanego - 1,5 %
 - Wypełniacza podstawowego - 4,5 %

W konsekwencji wypełniacz mieszany powinien być skomponowany w proporcjach:

- 25% wapno hydratyzowane
- 75 % wypełniacz podstawowy – mączka wapienna

SMA... S

-Wypełniacza w recepcie 9%

-Wapna hydratyzowanego - 1,5 %

-Wypełniacza podstawowego - 7,5 %

W konsekwencji wypełniacz mieszany powinien być skomponowany w proporcjach :

- ok. 17% wapno hydratyzowane

- ok. 83 % wypełniacz podstawowy – mączka wapienna

Metody oceny połączeń asfaltu i kruszywa

W Polsce, dziś podstawową metodą oceny odporności mieszank mineralno – asfaltowych na działanie wody i mrozu jest ocena wg metody pośredniego rozciągania zgodnie z normą **PN-EN 12697-15:2008** oraz z uszczegółowieniem wg. **WT2 2014**.

Dla wstępnej oceny działania preparatów poprawiających odporność na działanie wody można zastosować metodę wg starej normy **PN-84/B-06714/22** - metoda gotowania, i wykonać badanie na gotowej mma.

Jest to metoda bardzo drastyczna, ale stosunkowo szybka i dająca szybki, wstępny obraz działania zastosowanego rozwiązania poprawy odporności na działanie wody.

Zgodnie z dzisiejszymi wymogami prawnymi, pełne badania typu muszą i tak zawierać badania wskaźnika na pośrednie rozciąganie ITSR

Przykłady z badań odporności na wodę i mróz ITSr

Rodzaj mieszanki

AC 11 S KR 3-6

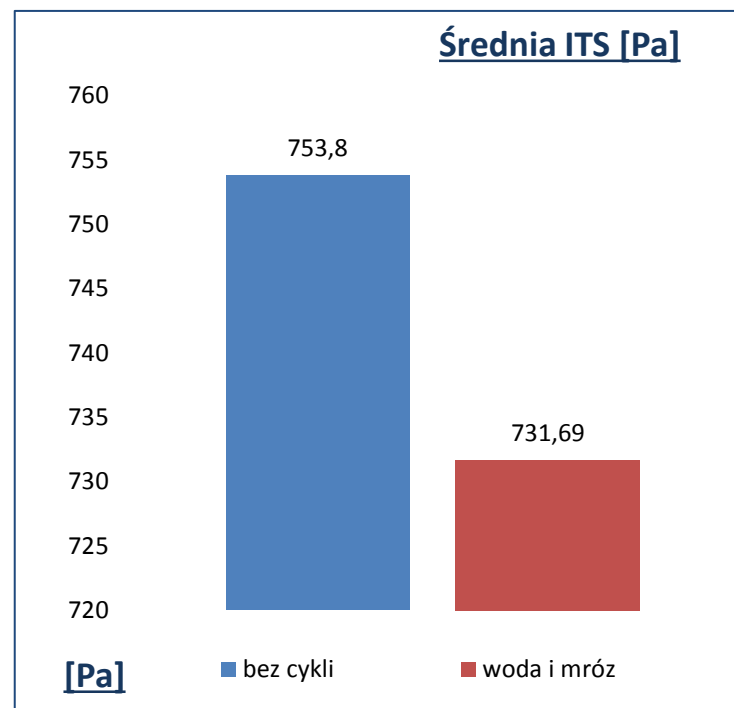
Rodzaj kruszywa granodioryt / gnejs

Wypełniacz mieszany 80% mączka wapienna + 20% wapno hydratyzowane -> 1,5 %

Rodzaj asfaltu PMB 45/80-55

ITSR 97%

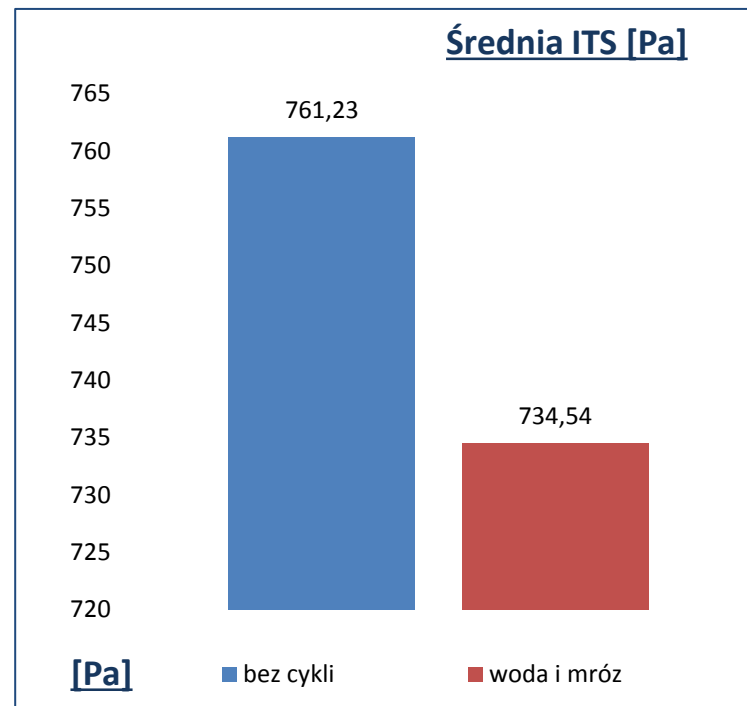
Numer próbki	Wysokość próbki [mm]	Gęstość pozorna próbki	Siła Niszcząca KN	ITS (Pa)	ŚREDNIA ITS (Pa)
1	61,7	2,408	7,03	718,54	753,80
3	62,3	2,418	7,21	729,84	
6	60,8	2,422	6,78	703,24	
9	61,5	2,415	7,83	802,91	
10	61,4	2,431	7,24	743,62	
12	61,1	2,424	7,99	824,68	
2	61,8	2,426	6,65	678,60	731,69
4	61,8	2,437	7,01	715,33	
5	60,8	2,434	7,29	756,14	
7	61,4	2,432	7,17	736,43	
8	60,7	2,429	6,85	711,67	
11	60,6	2,441	7,61	791,94	



Rodzaj mieszanki **AC 11 S KR 3-6**
 Rodzaj kruszywa granodioryt / gnejs
 Wypełniacz mieszany 80% mączka wapienna + 20% wapno hydratyzowane -> 1,5 %
 Rodzaj asfaltu 50/70

ITSR 96%

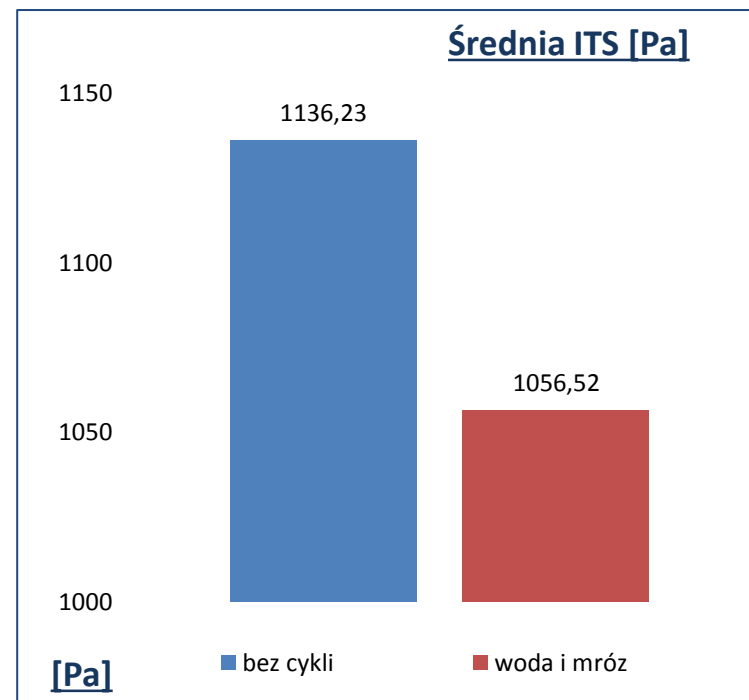
Numer próbki	Wysokość próbki [mm]	Gęstość pozorna próbki	Siła Niszcząca KN	ITS (Pa)	ŚREDNIA ITS (Pa)
1	60,8	2,459	7,17	743,69	753,80
2	61,1	2,444	7,32	755,53	
3	60,4	2,446	7,47	779,94	
4	60,4	2,456	7,34	766,37	
6	60,2	2,459	7,23	757,39	
8	60,8	2,445	7,37	764,44	
5	60,0	2,446	6,43	675,83	731,69
7	59,7	2,462	7,32	773,24	
9	59,8	2,456	7,14	752,97	
10	60,8	2,462	7,15	741,62	
11	60,2	2,471	6,84	716,54	
12	59,6	2,465	7,06	747,03	



Rodzaj mieszanki **SMA 8 S**
 Rodzaj kruszywa gnejs / granodioryt
 Wypełniacz mieszany mączka wapienna 78% + wapno hydratyzowane 22% -> **2,0 %**
 Rodzaj asfaltu 50/70

ITSR 93%

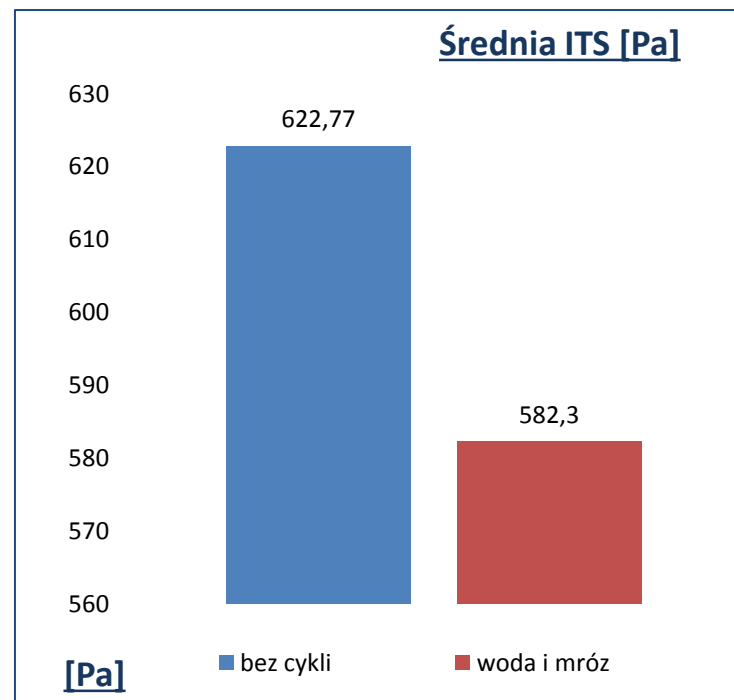
Numer próbki	Wysokość próbki [mm]	Gęstość pozorna próbki	Siła Niszcząca KN	ITS (Pa)	ŚREDNIA ITS (Pa)
1	61,2	2,435	11,06	1139,68	1136,23
2	61,3	2,395	11,02	1133,71	
3	61,2	2,438	11,03	1136,59	
4	60,9	2,443	10,96	1134,94	
5	61,2	2,429	10,02	1032,51	1056,52
6	60,8	2,441	10,56	1095,32	
7	60,9	2,436	10,06	1041,74	



Rodzaj mieszanki **SMA 16 JENA**
 Rodzaj kruszywa granodioryt / gnejs
 Wypełniacz wypełniacz podstawowy + amina tłuszczowa -> **0,3 %**
 Rodzaj asfaltu 50/70

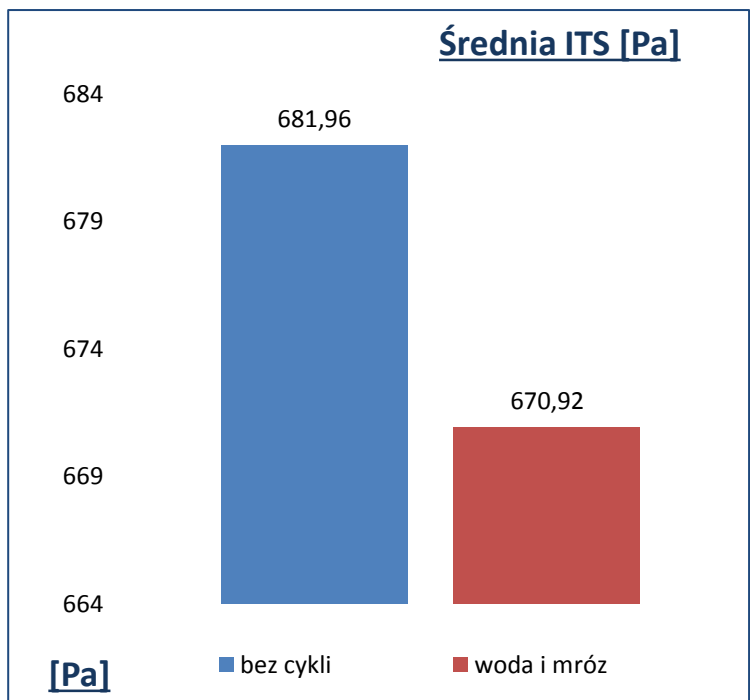
ITSR 94%

Numer próbki	Wysokość próbki [mm]	Gęstość pozorna próbki	Siła Niszcząca KN	ITS (Pa)	ŚREDNIA ITS (Pa)
3D	62,3	2,483	6,22	629,62	622,77
7D	64,2	2,458	6,47	635,55	
8D	62,8	2,473	7,07	709,97	
9D	63,8	2,459	6,25	617,79	
10D	63,8	2,466	5,27	520,92	
1D	63,2	2,484	5,99	597,71	582,30
2D	61,8	2,488	6,14	626,55	
4D	62,2	2,486	6,15	623,54	
5D	63,8	2,462	4,87	481,38	
6D	62,9	2,468	5,73	574,49	



Rodzaj mieszanki	SMA 16 JENA	
Rodzaj kruszywa	granodioryt / gnejs	
Wypełniacz	wypełniacz podstawowy + wapno hydratyzowane -> 1,5 %	
Rodzaj asfaltu	50/70	
ITSR	98%	

Numer próbki	Wysokość próbki [mm]	Gęstość pozorna próbki	Siła Niszcząca KN	ITS (Pa)	ŚREDNIA ITS (Pa)
1F	62,6	2,464	6,88	693,1	681,96
3F	63,3	2,475	6,47	644,5	
4F	63,2	2,464	6,45	643,6	
5F	63,0	2,453	6,55	655,6	
11F	61,2	2,489	7,50	772,8	
6F	63,1	2,478	6,99	698,6	670,92
7F	63,0	2,465	6,37	637,6	
8F	61,5	2,483	6,94	711,6	
9F	61,1	2,477	6,16	635,8	
10F	61,2	2,472	6,65	685,3	



Rodzaj mieszanki

SMA 16 JENA

Rodzaj kruszywa

granodioryt / gnejs

Wypełniacz

wypełniacz zastępczy + wapno hydratyzowane -> 2,0 %

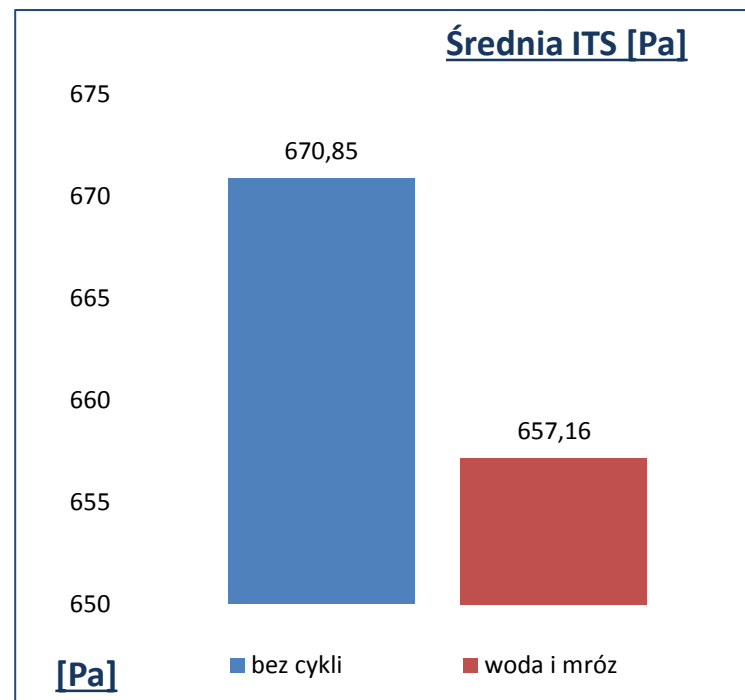
Rodzaj asfaltu

50/70

ITSR

98%

Numer próbki	Wysokość próbki [mm]	Gęstość pozorna próbki	Siła Niszcząca KN	ITS (Pa)	ŚREDNIA ITS (Pa)
1E	62,5	2,477	6,82	688,15	670,85
2E	62,9	2,476	6,45	646,68	
3E	62,8	2,480	5,99	601,51	
4E	64,2	2,470	7,05	692,52	
5E	61,9	2,480	7,12	725,38	
6E	62,3	2,476	6,46	653,92	657,16
7E	62,8	2,459	6,82	684,86	
8E	61,8	2,479	7,31	745,95	
9E	64,0	2,465	5,52	543,92	
10E	63,0	2,480	6,33	633,64	



Kilka przykładów nawierzchni z brakiem odporności na wodę i mróz ITSR



fot. TUGA



fot. TUGA



fot. TUGA



Kilka przykładów nawierzchni z dobrą odpornością na wodę i mróz z zastosowaniem wapna hydratyzowanego



fot. TUGA



fot. TUGA



fot. TUGA



fot. TUGA



fot. TUGA



fot. TUGA



fot. TUGA



fot. TUGA



fot. TUGA



fot. TUGA



fot. TUGA

Wnioski

- ✓ Wapno hydratyzowane to najstarszy i jednocześnie najdłużej stosowany bardzo dobry środek **poprawiający spójność między ziarnami kruszywa**, a lepiszczem asfaltowym i zwiększający odporność mma na niszczące działania wody i mrozu
- ✓ Ilość **dodatku** wapna hydratyzowanego do mma jest **powiązana** przede wszystkim **z odczynem pH kruszywa i powierzchnią właściwą** kruszywa
- ✓ Na podstawie doświadczeń z lat 2010/11 do kruszyw stosowanych na wybrzeżu (importowanych ze Skandynawii) minimalne ilości dodatku wapna hydratyzowanego to **1,5% w stosunku do mma**

Wnioski

- ✓ Wapno hydratyzowane **poprawia odporność na deformacja plastyczne w wysokich temperaturach** oraz **zwiększa odporność mma na spękania niskotemperaturowe**
- ✓ Dzięki silnym powiązaniom między asfaltem, a kruszywem **opóźnia procesy starzeniowe asfaltu** w mma.
- ✓ Wapno hydratyzowane jest praktycznie **bez zapachowe** i podczas produkcji, jak i układania mma **nie wydziela przykrych zapachów**, i dzięki temu **nie wpływa negatywnie na zdrowie ludzi** bezpośrednio zaangażowanych w procesach budowy dróg.

Wnioski c.d.

- ✓ Wapno hydratyzowane jest **odporne termicznie** w dużo wyższym zakresie niż temperatury procesowe wytwarzania mma
- ✓ Wapno hydratyzowane **nie zmienia cech fizyko - mechanicznych** samego **lepiszcza asfaltowego**, a tworzy doskonałe „mosty” do połączeń między kruszywem a asfaltem.
- ✓ **Nie działa selektywnie** – dowolna kombinacja:
kruszywo – asfalt
- ✓ **Wiąże części ilaste i pylaste** występujące na powierzchni zanieczyszczonego kruszywa stabilizując jego powierzchnię

Wnioski c.d.

- ✓ **Stosowanie wapna hydratyzowanego nie podwyższa kosztów mma**

Przykład:

Beton asfaltowy

- wypełniacz podstawowy - 8%,
- asfalt (wg. WT2 2014) - 5,8%,
- aminy tłuszczowe 0,4% ilości asfaltu,
lub wypełniacza podstawowego 6,5% + wapna hydratyzowanego 1,5 %.

Koszt (wypełniacz + środek adhezyjny płynny)

$$0,08 * 120 \text{ zł/Mg} + 0,058 * 0,004 * 14000 \text{ zł/Mg} = 9,6 + 3,25 = \mathbf{12,85 \text{ zł/Mg mma}}$$

Koszt (wypełniacz + wapno hydratyzowane)

$$(0,08 - 0,015) + 0,015 * 160 \text{ zł/Mg} = \mathbf{12,80 \text{ zł/Mg mma}}$$

mączka wapienna

+

wapno hydratyzowane



wypełniacz mieszany

Wnioski c.d.

- ✓ Jeżeli instalacje na wytwórni nie są dostosowane do „podawania” kilku preparatów pylistych do jednego zarobu mieszanki, można skorzystać z dostępnych na rynku **wypełniaczy mieszanych, skomponowanych w indywidualnych proporcjach**, i stosować na instalacjach dostosowanych do podawania jednego wypełniacza zewnętrznego
- ✓ Zastosowanie wapna hydratyzowanego, jako preparatu adhezyjnego w mieszakach mma, daje w konsekwencji
 - ✓ ograniczenie zniszczeń powierzchniowych nawierzchni,
 - ✓ poprawę odporności na deformacje plastyczne,
 - ✓ zwiększa okresy starzeniowe w nawierzchni

To wszystko daje inwestorom, w dłuższej perspektywie czasowej konkretne oszczędności finansowe



DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ !

Dane kontaktowe:

Ireneusz STRUGAŁA,

tuga@epoczta.pl

Dominik MAŁASIEWICZ,

dominik.malasiewicz@lhoist.com