POLSKIE STOWARZYSZENIE WYTWÓRCÓW NAWIERZCHNI ASFALTOWYCH
XXI Seminarium Techniczne.
XXI WIEK W DROGOWNICTWIE
Józefów k/Warszawy, 4-6 listopada 2009

TRWAŁOŚĆ NAWIERZCHNI SMA Z DODATKIEM WAPNA HYDRATYZOWANEGO. ODCINKI DOŚWIADCZALNE.

Marek IWAŃSKI
POLITECHNIKA ŚWIETOKRZYSKA w KIELCACH

Główne parametry eksploatacyjne nawierzchni:

- równość,
- odporność na czynniki klimatyczne (woda i mróz),
- stabilność (odporność na odkształcenia plastyczne),
- szorstkość

Uzależnione od technologii wykonania i rodzaju kruszywa.

Klasyfikacja kruszyw w zależnie od zawartości krzemionki - SiO_2:

- kruszywa kwaśne → zawartość SiO_2 >65%,
- kruszywa zasadowe → zawartość SiO_2 <55%,
- kruszywa pośrednie → zawartość SiO_2 od 55 do 56%.

Dodatkowo można wyróżnić jeszcze jedną grupę – kruszywa ultrakwaśne, w których zawartość krzemionki jest wyższa niż 80% (piaskowiec kwarcytowy).

Rodzaje środków adhezyjnych:

- **Sztuczne – aminy kwasów tłuszczowych, (wpływają na właściwości asfaltu),**
- **Mineralne – wapno hydratyzowane (usztywniają MMA).**

Program badawczy:

- badanie standardowych właściwości mieszanki SMA (zawartość wolnych przestrzeni, wypełnieni wolnych przestrzeni asfaltem, moduł sztywności pełzania),
- badania uzupełniające właściwości mechanicznych mieszanki SMA (stabilność i osiadanie wg. Marshalla, koleinowanie),
- badania wodo- i mrozoodporności mieszanki SMA (odporność na oddziaływanie wody, PANK 4302, AASHTO T283),
- badania parametrów eksploatacyjnych odcinków doświadczalnych.

W celu opisu wpływu wapna hydratyzowanego i polimeru SBS na oceniane właściwości mieszanki SMA przyjęto następujący model matematyczny:

$$y = b_0 + \sum_{i=1}^{n} b_i \cdot x_i + \sum_{i=j=1}^{n} b_{i=j} \cdot x_i \cdot x_j + \sum_{i=1}^{n} b_{ii} \cdot x_i^2$$

który w rozpatrywanym przypadku przyjmuje postać

$$y = b_0 + b_1 \cdot x_1 + b_2 \cdot x_2 + b_3 \cdot x_1^2 + b_4 \cdot x_1 \cdot x_2 + b_5 \cdot x_2^2$$

gdzie: x_1 – zawartość polimeru SBS w asfalcie [%];
x_2 – zawartość wapna hydratyzowanego $Ca(OH)_2$ w mączce mineralnej [%];
$b_{0\text{-}5}$ – wartości współczynników doświadczalnych.

Skład mieszanek SMA

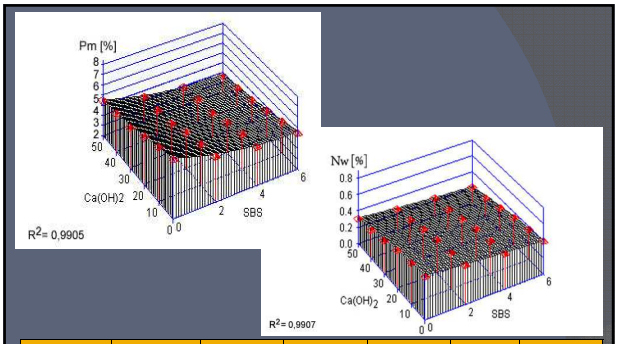
Odcinek I		Odcinek II	
Składnik	**Udział [%]**	Składnik	Udział [%]
Mączka wapienna	11	Mączka wapienna	10
Piasek łamany wapienny	8	Grys wapienny 0/4	12
Grys wapienny 2/8 mm	18	Grys dolomitowy 2/6,3	15
Grys z piaskowca kwarcytowego		Grys z piaskowca kwarcytowego	
- frakcja 2/6,3 mm	18	- frakcja 2/6,3 mm	10
- frakcja 6,3/12,8 mm	45	- frakcja 6,3/12,8 mm	53
Razem	100	Razem	100

Tablica 1. Właściwości mieszanki SMA na I odcinku

Lp.	Parametr		Właściwości	
			0,2 % A	30 % WH
1	Zawartość wolnej przestrzeni	[%]	3,7	3,8
2	Stopień wypełnienia wolnej przestrzeni lepiszczem	[%]	78,5	78,1
3	Stabilność wg Marshalla	[kN]	10,9	13,6
4	Odkształcenie wg Marshalla	[mm]	3,3	3,1
5	Sztywność wg Marshalla	[kN/mm]	3,3	4,4
6	Moduł statyczny pełzania	[MPa]	22,5	31,6

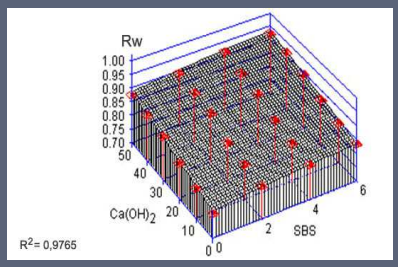
Tablica 2. Właściwości mieszanki SMA na II odcinku

Lp.	Parametr		Rodzaj SMA	
			0,2 % A	30 % WH
1	Zawartość wolnej przestrzeni	[%]	3,2	3,4
2	Stopień wypełnienia wolnej przestrzeni lepiszczem	[%]	78,5	77,8
3	Stabilność wg Marshalla	[kN]	12,1	14,2
4	Odkształcenie wg Marshalla	[mm]	3,4	3,2
5	Sztywność wg Marshalla	[kN/mm]	3,6	4,4
6	Moduł statyczny pełzania	[MPa]	23,1	34,2



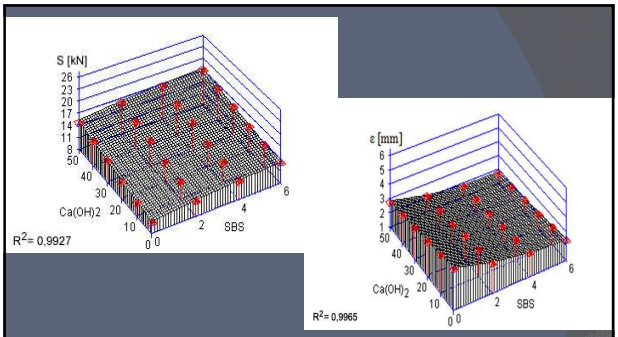
Parametr	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
P_m [%]	6,999524	-0,534167	-0,032221	0,047917	-0,00020	-0,00161
N_w [%]	0,516149	-0,024083	-0,00280	0,001042	0,00002	-0,00002634

Rys. 1. Nasiąkliwość wagowa N_w i zawartość wolnych przestrzeni P_m SMA w zależności od SBS i $Ca(OH)_2$ i SBS



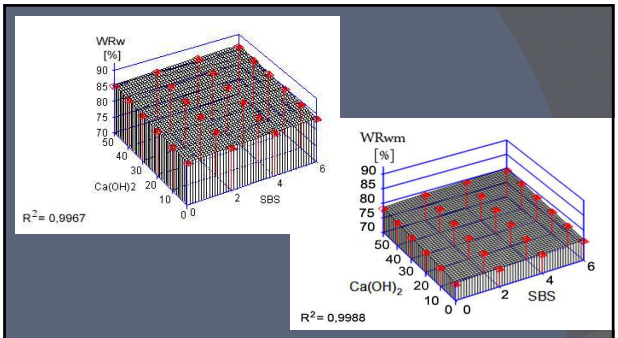
b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
0,793488	0,010077	0,002001	-0,000521	0,000018571	-0,000003571

Rys. 2. Odporność na oddziaływanie wody R_w SMA w zależności od $Ca(OH)_2$ i SBS



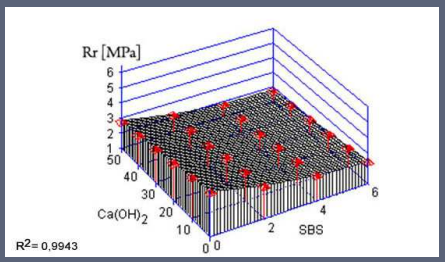
Parametr	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
S [kN]	10,793452	0,642262	0,065832	-0,039583	-0,001057	0,000455
ε [mm]	3,843393	-0,430536	-0,026455	0,034375	0,001071	0,000121

Rys. 3. Stabilność i osiadanie wg Marshalla SMA w zależności od $Ca(OH)_2$ i SBS



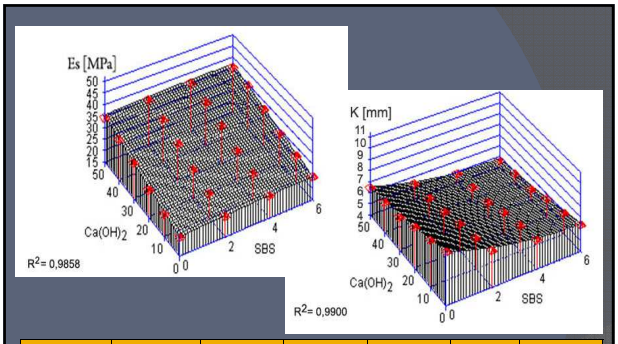
Parametr	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
WR_w [%]	82,956505	0,246905	0,046936	-0,016667	0,000057143	0,00001785
WR_{wm} [%]	75,647143	0,325060	0,061561	-0,021875	0,000414	-0,00008036

Rys. 4. Odporność na oddziaływanie wody WR_m oraz wody i mrozu WR_{wm} wg AASHTO T297 SMA w zależności od $Ca(OH)_2$ i SBS



b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
3,908214	-0,296786	0,018089	0,018750	0,001571	0,000026786

Rys. 5. Odporność na oddziaływanie mrozu R_r wg PANK 4302 SMA w zależności od $Ca(OH)_2$ i SBS



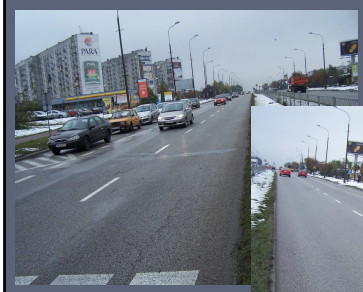
Parametr	b_0	b_1	b_2	b_3	b_4	b_5
Es [MPa]	22,844940	0,672024	0,234423	-0,047917	-0,003114	0,000281
K [mm]	7,612083	-0,699762	-0,058227	0,058333	0,001257	0,000335

Rys. 6. Moduł sztywności Es i odporność na koleinowanie K SMA w zależności od $Ca(OH)_2$ i SBS

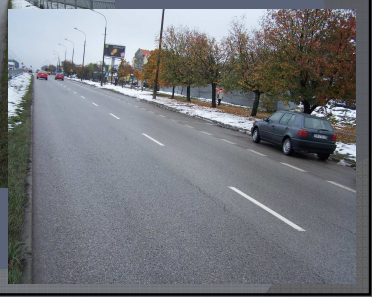
Zakres badań odcinków doświadczalnych:

- ocena stanu nawierzchni,
- badania głębokości tekstury,
- badania równości podłużnej (planograf),
- badania równości poprzecznej (łata i klin),
- szorstkość nawierzchni (przyczepka SRT3).

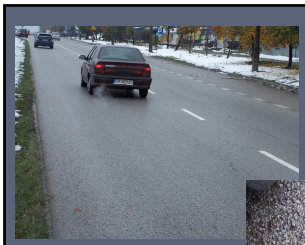
I ODCINEK DOŚWIADCZALNY



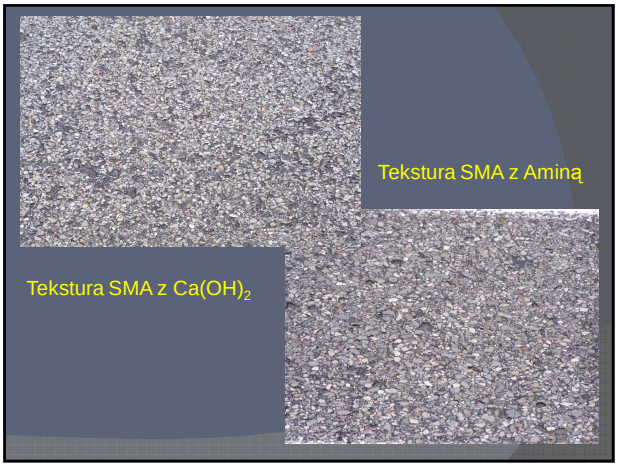
SMA z 0,2 % AMINY



SMA z 30% $Ca(OH)_2$



Spękania zmęczeniowe



Tekstura SMA z Aminą

Tekstura SMA z $Ca(OH)_2$

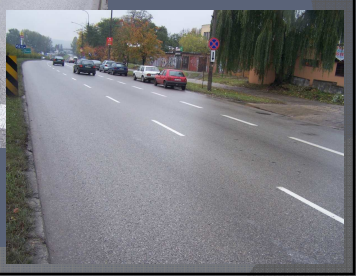
Ocena stanu nawierzchni I odcinka

Lp.	Rodzaj uszkodzenia	Rok eksploatacji [lata]									
		3		5		7		9		10	
		A	W	A	W	A	W	A	W	A	W
1	Wykruszenia ziaren	-	-	N	-	Ś	N	Ś	Ś	Ś	Ś
2	Wykruszenia mastyksu	-	-	-	-	N	N	N	N	N	N
3	Ubytki warstwy ścieralnej	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Spękania zmęczeniowe w. ścieralnej	-	-	-	-	-	-	N	-	N	N
5	Spękania podłużne (połączenia pasów tech.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Oznaczenia:
- brak występowania
- N - nieliczne uszkodzenia,
- Ś – średnia intensywność

II ODCINEK DOŚWIADCZALNY

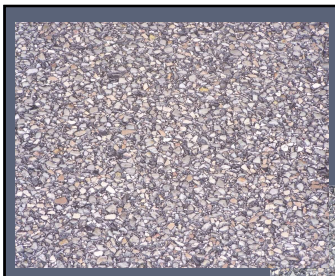
SMA z 0,2% Aminy



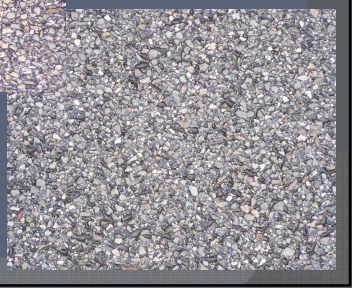
SMA z 30 % $Ca(OH)_2$

SMA z 0,2% Aminy
bez uszkodzeń
powierzchniowych

SMA z 30 % $Ca(OH)_2$
bez uszkodzeń
powierzchniowych



Tekstura SMA z 0,2 % Aminy



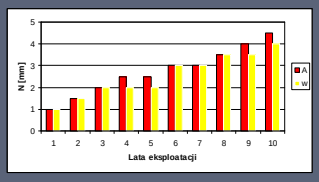
Tekstura SMA z $Ca(OH)_2$

Ocena stanu nawierzchni II odcinka

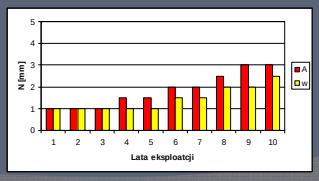
Lp.	Rodzaj uszkodzenia	Rok eksploatacji [lata]									
		3		5		7		9		10	
		A	W	A	W	A	W	A	W	A	W
1	Wykruszenia ziaren	-	-	-	-	-	-	N	N	N	N
2	Wykruszenia mastyksu	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Ubytki warstwy ścieralnej	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Spękania zmęczeniowe w. ścieralnej	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Spękania podłużne (połączenia pasów tech.)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Oznaczenia:
- brak występowania
- N - nieliczne uszkodzenia,
- Ś – średnia intensywność

Równość podłużna nawierzchni SMA

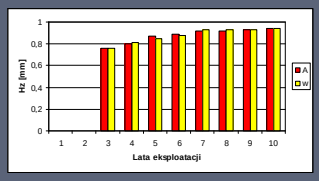


Odcinek I

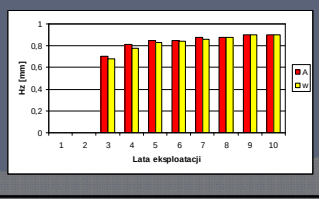


Odcinek II

Głębokość tekstury nawierzchni SMA

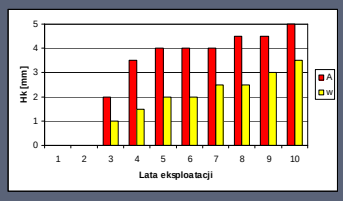


Odcinek I

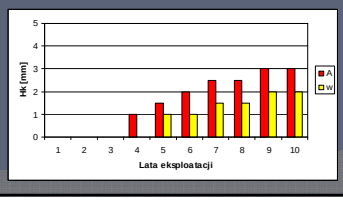


Odcinek II

Głębokość koleiny w nawierzchni SMA

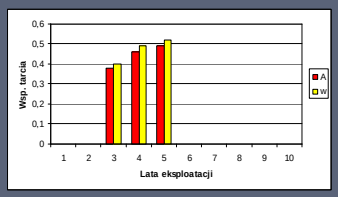


Odcinek I

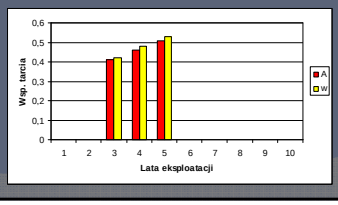


Odcinek II

Miarodajny wsp. tarcia nawierzchni SMA



Odcinek I



Odcinek II

WNIOSKI:

- wapno hydratyzowane w istotny sposób wpływają na kształtowanie właściwości fizyko-mechanicznych oraz wodo- i mrozoodporność mieszanki SMA;
- zwiększenie koncentracji stosowanych dodatków wpływa na poprawę właściwości mechanicznych mieszanki SMA takich jak stabilność wg Marshalla, moduł statyczny wg pełzania oraz odporność na koleinowanie;
- wodo- i mrozoodporność mieszanki SMA ulega znaczącej poprawie w wyniku zastosowania wapna hydratyzowanego;

- wapno hydratyzowane odgrywa istotna rolę z zapewnieniu trwałości mieszanki SMA w zakresie oddziaływania czynników klimatycznych szczególnie w przypadku zastosowania w niej kruszywa o dużej zawartości krzemionki (piaskowca kwarcytowego);
- wapno hydratyzowane może być stosowane w mieszance SMA jako alternatywa dla ciekłych środków adhezyjnych wpływając na poprawę odporności nawierzchni na oddziaływanie wody i mrozu oraz deformacji plastycznych.

Dziękuję za uwagę