

Nowe możliwości zastosowania kruszyw
węglanowych w drogowych nawierzchniach z
betonu cementowego oraz w betonach
konstrukcyjnych

Danuta Bełacz – Instytut Badawczy Dróg i Mostów

Piotr Różycki – Stowarzyszenie Przemysłu Wapienniczego

NAWIERZCHNIE DROGOWE 2015

Kraków, 26-27 listopada 2015 r.

www.konferencjespecjalistyczne.pl

Charakterystyka kruszywa

Składniki mineralne skał węglanowych:

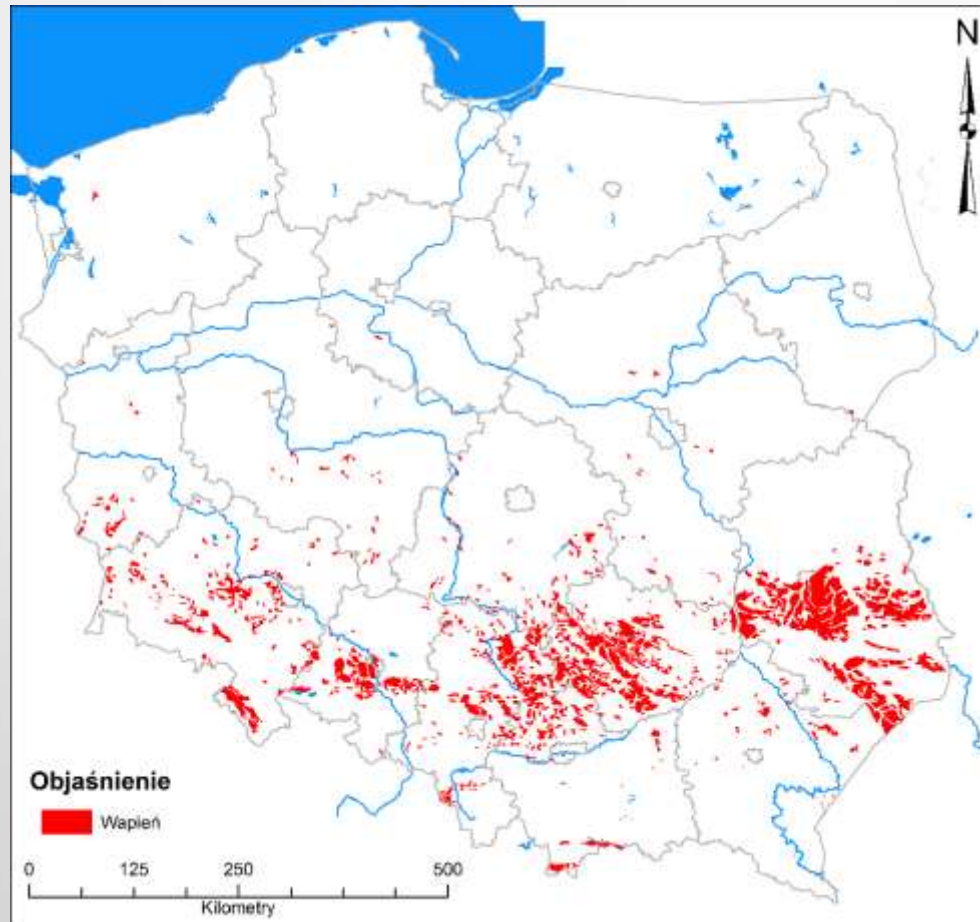
- CaCO_3 – kalcyt
- MgCO_3 – magnezyt
- FeCO_3 – syderyt

Charakterystyka kruszyw

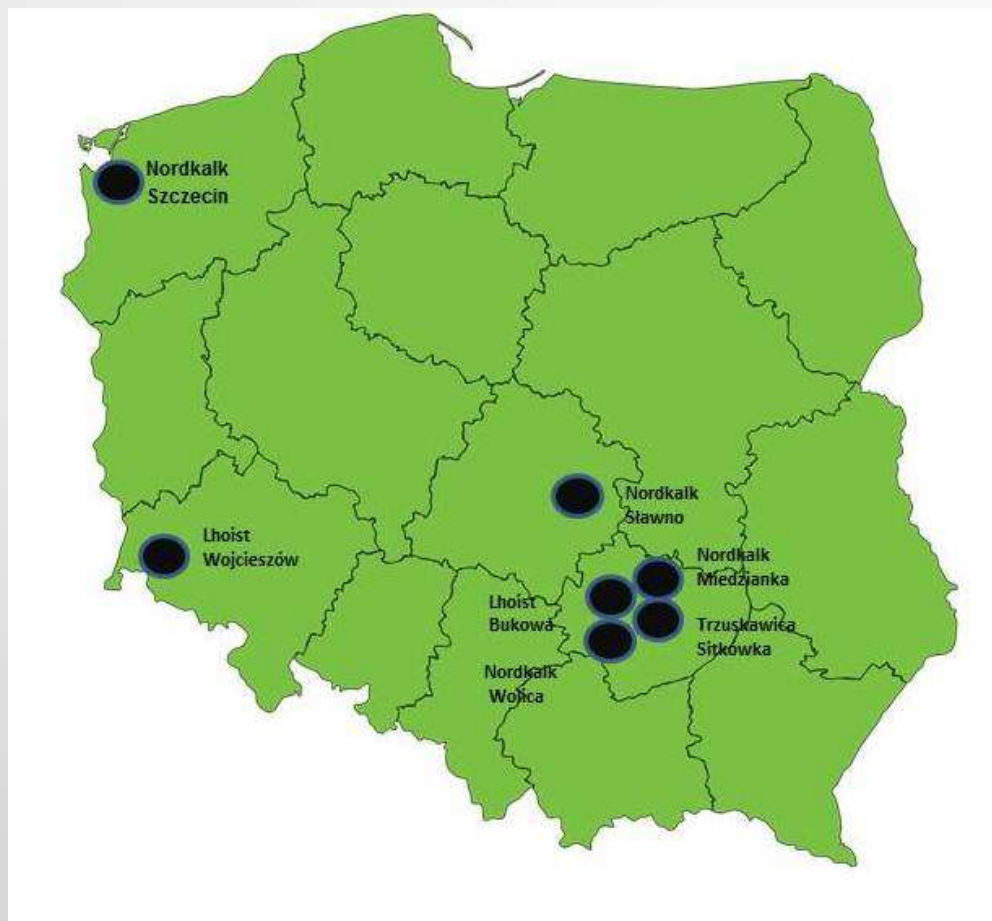
Podział skał węglanowych w zależności od zawartości węglanu wapnia i magnezu na:

- dolomit 5-10% $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$
- dolomit wapnisty 10-25 % $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$
- dolomit wapienny 25-50 % $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$
- wapień dolomitowy 50-75 % $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$
- wapień dolomityczny 75-95 % $\text{CaCO}_3 + \text{MgCO}_3$
- Wapienie > 95 % CaCO_3

Występowanie skał węglanowych



Zakłady wapiennicze zrzeszone w SPW produkujące kruszywa węglanowe



Charakterystyka kruszyw

- Geneza i wiek skał węglanowych oraz ich skład chemiczny decydują o właściwościach kruszyw produkowanych z tego surowca. Od bardzo wytrzymałych i odpornych na wpływy klimatyczne **głębokomorskich dolomitów i wapieni dewońskich** do zupełnie słabych i nieodpornych **jurajskich margli oraz kredy**.

Nawierzchnia betonowa

- Stosunkowo niska odporność na polerowanie (PSV₄₄) wykluczyła stosowanie kruszyw węglanowych do nawierzchni betonowych z teksturą nadawaną poprzez rowkowanie, szczotkowanie lub przeciąganie juty.



Nawierzchnia z odkrytym kruszywem

- Wbudowanie betonu następuje dwuwarstwowo.
- Grubość górnej warstwy betonu pługanego wynosi ok. 5 cm. Grubość warstwy dolnej betonu zmienia się w zależności od klasy nośności konstrukcji nawierzchni i wynosi 17÷25 cm.
- Górna i dolna warstwa betonu różnią się w swoim składzie.
- Tylko dla górnej warstwy betonu należy używać kruszywa o wysokim współczynniku polerowalności (PSV₅₃).

Wymagania dla kruszyw

OST Nawierzchnia z betonu cementowego

Właściwości kruszywa	Dolna warstwa nawierzchni z kruszywem odkrytym (DWN) KR5÷KR7
Zawartość pyłu wg PN-EN 933-1; kategoria nie wyższa niż:	$f_{1,5}$
Kształt kruszywa grubego wg PN-EN 933-3 lub wg PN-EN 933-4; kategoria nie wyższa niż:	Fl_{20} lub Sl_{20}
Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej według PN-EN 933-5, kategoria nie niższa niż:	$C_{100/0}$
Odporność kruszywa na rozdrabnianie wg PN-EN 1097-2, rozdział 5; badanie na kruszywie 10/14; Kategoria nie wyższa niż:	LA_{35}
Odporność na polerowanie wg PN-EN 1097-8	-
Mrozoodporność wg PN-EN 1367-1, badanie na kruszywie 8/16; kategoria nie wyższa niż:	F_1

Wymagania dla kruszyw OST Nawierzchnia z betonu cementowego

Potencjalna reaktywność alkaliczna, wartość: wg PN-B-06714-46,	Stopień potencjalnej reaktywności „o”
Reaktywność alkaliczna wg PN-B-06714-34	Zwiększenie wymiarów liniowych beleczek nie więcej niż 0,1%
Zanieczyszczenia lekkie wg PN-EN 1744-1 p.14.2, wartość nie wyższa niż w %:	0,1
Zawartość substancji organicznych wg PN-EN 1744-1 p.15	Barwa nie ciemniejsza od wzorcowej
Zawartość siarki całkowitej wg PN-EN 1744-1, rozdz. 11; wartość nie wyższa niż w %	1
Zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie wg PN-EN 1744-1, wartość nie wyższa niż w %	0,02

Beton konstrukcyjny

Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 30 maja 2000 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać drogowe obiekty inżynierskie i ich usytuowanie (Dziennik Ustaw Nr 63 z 3 sierpnia 2000 r. poz.735)

„Jako kruszywo grube powinny być stosowane:

- do betonów klasy B30 i większych – gryszy granitowe, bazaltowe lub innych skał zbadanych przez uprawnioną jednostkę badawczą...”*



Wymagania dla kruszyw OST Beton konstrukcyjny

Zawartość pyłów według PN-EN 933-1; kategoria nie wyższa niż	$f_{1,5}$	
Kształt kruszywa grubego według PN-EN 933-3 lub według PN-EN 933-4; kategoria nie wyższa niż	Fl_{20} lub Sl_{20}	
Procentowa zawartość ziaren o powierzchni przekruszonej i łamanej w kruszywie grubym według PN-EN 933-5, kategoria nie niższa niż	$C_{100/0}$	
Mrozoodporność według PN-EN 1367-6 w 1 % NaCl, badana na kruszywie o wymiarze 8/16; wartość nie wyższa niż w %: oraz odporność kruszywa na rozdrabnianie według PN-EN 1097-2 badana na kruszywie o wymiarze 10/14, rozdz. 5; kategoria nie wyższa niż:	6	LA_{25}
	2	LA_{40}

Wymagania dla kruszyw OST Beton konstrukcyjny

Zawartość siarczanów rozpuszczalnych w kwasie według PN-EN 1744-1, rozdz. 12, nie wyższa niż kategoria	$AS_{0,2}$
Zawartość siarki całkowitej według PN-EN 1744-1, rozdz.11; wartość nie wyższa niż w %	1
Zawartość chlorków rozpuszczalnych w wodzie według PN-EN 1744-1, rozdz. 7; wartość nie wyższa niż w %	0,02
Zanieczyszczenia lekkie według PN-EN 1774-1 p. 14.2; wartość nie wyższa niż w %	0,1
Zawartość substancji organicznych według PN-EN 1744-1 p.15.1	barwa nie ciemniejsza niż wzorcowa

Przykładowe parametry kruszywa węglanowego

BADANE WŁAŚCIWOŚCI UŻYTKOWE	SPOSÓB BADANIA	WARTOŚĆ DEKLAROWANA
Wymiar ziarn d/D	PN-EN 933-1:2012	2/8
Uziarnienie	PN-EN 933-1:2012	G _c 85/20
Kształt kruszywa grubego, FI	PN-EN 933-3:2012	FI ₁₅
Gęstość ziarn, Mg/m ³	PN-EN 1097-6:2013	2,71
Gęstość objętościowa ziarn, ρ _s		2,68
Gęstość ziarn wysuszonych w suszarce, ρ _D		2,69
Gęstość ziarn nasyconych i powierzchniowo osuszonych, ρ _{nasD}		
Nasiąkliwość, WA ₂₄	PN-EN 1097-6:2013	0,4
Zawartość pyłów, f %	PN-EN 933-1:2012	f _{1,5}
Odporność na rozdrabnianie, LA	PN-EN 1097-2:2010	LA _{2,5}
Odporność na ścieranie, M _{DE}	PN-EN 1097-1:2011	M _{DE} 10
Odporność na polerowanie, PSV	PN-EN 1097-8:2009	PSV ₁₄
Chlorki, %C	PN-EN 1744-1:2013	0,0%C
Siarczany rozpuszczalne w kwasie, AS %	PN-EN 1744-1:2013	AS _{0,2}
Siarka całkowita, %	PN-EN 1744-1:2013	<1%S
Stalność objętości - skurcz przy wysychaniu, %WS	PN-EN 1367-4:2010	0,1%WS
Promieniotwórczość naturalna	Procedura Badawcza ITB PB LK 001/3/11-2009	0,09(max 1)
f _{1 max} f _{2 max} , Bq/kg		21,88(max 200Bq/kg)
Mrozoodporność, F %	PN-EN 1367-1:2007	F ₁
Mrozoodporność w soli, F _{NaCl} %	PN-EN 1367-6:2008	F _{NaCl}
Reaktywność alkaliczna, stopień:	PN-78/B-06714/46	0
Gęstość nasypowa ρ ₀ Mg/m ³	PN-EN 1097-3:2000	1,43
Opis petrograficzny	PN-EN 932-3:2004	Wapień pelitowy o teksturze zbitej barwy jasnoszarej

Przykładowe parametry kruszywa węglanowego

BADANA WŁAŚCIWOŚĆ	SPOSÓB BADANIA	WARTOŚĆ DEKLAROWANA
Wymiar ziarn d/D	PN-EN 933-1:2012	8/16
Uziarnienie	PN-EN 933-1:2012	G _C 85/20
Kształt kruszywa grubego, FI	PN-EN 933-3:2012	FI ₁₅
Gęstość ziarn, Mg/m ³	PN-EN 1097-6:2013	2,71
Gęstość objętościowa ziarn, ρ _s		
Gęstość ziarn wysuszonych w suszarce, ρ ₁₀		
Gęstość ziarn nasyconych i powierzchniowo osuszonych, ρ _{sat}		
Nasiąkliwość, WA ₂₄	PN-EN 1097-6:2013	0,3
Zawartość pyłów, f %	PN-EN 933-1:2012	f _{1,5}
Odporność na rozdrabnianie, LA	PN-EN 1097-2:2010	LA ₂₅
Odporność na ścieranie, M _{DE}	PN-EN 1097-1:2011	M _{DE} 15
Odporność na polerowanie, PSV	PN-EN 1097-8:2009	PSV ₄₄
Chlorki, %C	PN-EN 1744-1:2013	0,0%C
Siarczany rozpuszczalne w kwasie, AS %	PN-EN 1744-1:2013	AS _{0,2}
Siarka całkowita, %	PN-EN 1744-1:2013	<1%S
Stalność objętości - skurcz przy wysychaniu, %WS	PN-EN 1367-4:2010	0,1%WS
Promieniotwórczość naturalna	Procedura Badawcza ITB PB LK 001/3/11-2009	0,09 (max 1) 21,88 (max 200 Bq/kg)
f _{1 max} f _{2 max} , Bq/kg		
Mrozoodporność, F %	PN-EN 1367-1:2007	F ₁
Mrozoodporność w soli, F _{NaCl} %	PN-EN 1367-6:2008	F _{NaCl} 1
Reaktywność alkaliczna, w stopniach	PN-78/B-06714/46	0
Gęstość nasypowa, ρ ₀ Mg/m ³	PN-EN 1097-3:2000	1,44
Opis petrograficzny	PN-EN 932-3:2004	Wapień pelitowy o teksturze zbitej barwy jasnoszarej

Przykładowe składy betonu z kruszywami węglanowymi

Nazwa materiału	Ilość kg /m ³
CEM III/A 42,5 N-LH/HSR/NA	360
Piasek 0/2 mm	730
Grys dolomitowy 2/8 mm	560
Grys dolomitowy 8/16 mm	570
Domieszka upłynniająca	2,67
Domieszka napowietrzająca	0,32
Domieszka uplastyczniająca	1,1
Woda	150

- wytrzymałość na ściskanie ok. 57 MPa
- wytrzymałość na zginanie – 5,5 MPa
- głębokość penetracji wody pod ciśnieniem – 22 mm
- nasiąkliwość - 4,7 %
- odporność na zamrażanie/rozmarzanie z udziałem soli – FT2
- stopień mrozoodporności F150 (spadek wytrzymałości – 3,6 %)

Przykładowe składy betonu z kruszywami węglanowymi

Nazwa materiału	Ilość kg /m ³
Cement CEM I 42,5 N-NA	410
Piasek 0/2 mm	617
Grys wapienny 2/8 mm	430
Grys wapienny 8/16 mm	734
Domieszka upłynniająca	2,87
Domieszka napowietrzająca	1,23
Woda	153

Klasa C_{40/50}

- wytrzymałość na ściskanie – 62,1 MPa
- stopień wodoszczelności W₁₀
- nasiąkliwość - 3,2 %
- stopień mrozoodporności F₂₀₀ (spadek wytrzymałości – 7,9 %)

Podsumowanie

Kruszywa węglanowe spełniają wymagania stawiane w projektach OST:

- **01.01 Beton konstrukcyjny**
- **06.01 Nawierzchnia z betonu cementowego dla kruszyw do dolnych warstw nawierzchni z odkrytym kruszywem**

i z powodzeniem mogą być stosowane do wykonywania dolnych warstw nawierzchni betonowych z odkrytym kruszywem dla KR5-KR7 oraz do obiektów inżynierskich



Dziękuję za uwagę

Stowarzyszenie Przemysłu Wapienniczego / Polish Lime Association
ul. Toruńska 5, 30-056 Kraków