



WALDEMAR CYSKE<sup>1)</sup>  
IZABELA KLUSKA<sup>2)</sup>

## PORÓWNANIE WŁAŚCIWOŚCI WYBRANYCH ŚRODKÓW DO STABILIZACJI GRUNTÓW NA BUDOWIE AUTOSTRADY A1

**STRESZCZENIE.** Praca dotyczy stabilizacji gruntów spoiwami dostępnymi na polskim rynku. Omówione zostały podstawowe cechy przedmiotowych spoiw - ich skład chemiczny, zasady działania i stosowania. Przeprowadzono badania laboratoryjne, których celem była weryfikacja działania opisanych spoiw w porównaniu do stosowanych tradycyjnie tj. wapna i cementu. Badania dotyczyły jednego gruntu spoistego z terenu budowy autostrady A1. Otrzymane wyniki pokazały, jaki wpływ mają poszczególne spoiwa na zmiany struktury i właściwości gruntu spoistego. W zależności od rodzaju dodatku próbki gruntu stabilizowanego osiągały znacząco zróżnicowane wartości parametrów. Każde z testowanych spoiw spowodowało wzrost wytrzymałości spoistego gruntu stabilizowanego na ściskanie, natomiast żadne z nich nie zabezpieczyło przed działaniem mrozu. Najlepsze efekty stabilizacji osiągnięto przy zastosowaniu tradycyjnego spoiwa, jakim jest cement oraz jego połączenie z niektórymi dodatkami.

### 1. WSTĘP

Nie ma chyba budowy nowej drogi, modernizacji lub rozbudowy istniejącej infrastruktury, przy której warunki nośności podłoża w całym pasie drogowym spełniałyby

<sup>1)</sup> dr inż. – Katedra Inżynierii Drogowej, Politechnika Gdańska

<sup>2)</sup> mgr inż. – Katedra Inżynierii Drogowej, Politechnika Gdańska

obecnie stawiane wymagania [1, 2]:

- nośność  $E_2 \geq 100$  lub 120 MPa,
- zagęszczenie  $I_s \geq 1,0$  lub 1,03.

Aby osiągnąć wymagane parametry w zależności od rodzaju i stanu gruntu zalegającego w podłożu stosowane są następujące metody wzmacniania:

- stabilizacja mechaniczna,
- doziarnianie,
- stabilizacja chemiczna,
- materace z geosyntetyków i kruszywa,
- wzmocnienia głębokie: pale i kolumny,
- wymiana gruntu podłoża.

Najbardziej efektywną, zarówno pod względem technologicznym, jak i ekonomicznym, zwłaszcza w sytuacjach, gdy mamy do czynienia z gruntami grupy nośności podłoża G2 lub G3 [1] wydaje się być stabilizacja chemiczna. Dzięki niej poprawia się zagęszczalność gruntu, trwale zmienia się jego struktura, co w konsekwencji prowadzi do zwiększenia nośności.

Poważnym problemem często występującym na budowach jest nadmierna wilgotność gruntu. Zjawisko to wstrzymuje roboty ziemne niekiedy na całe tygodnie. Przy tradycyjnym podejściu należy doprowadzić do wilgotności zbliżonej do optymalnej poprzez naturalne wyschnięcie, wielokrotne mieszanie (napowietrzanie) lub grunt przewilgocony należy usunąć z budowy. Dodatek środków chemicznych może spowodować częściowo chemiczne, a częściowo fizyczne związanie wody. Prowadzi to do zmiany wilgotności podłoża, a poprzez zmianę struktury gruntu, także do zmiany wilgotności optymalnej. Złożenie tych dwóch zjawisk umożliwia właściwe zagęszczenie gruntu bez wydłużania czasu budowy.

Cement jako spoiwo przeznaczony jest głównie w celu wytwarzania materiałów o dużej wytrzymałości na ściskanie. Często grunty, ze względu na swój skład (części pylaste i ilaste, zanieczyszczenia organiczne), mają ograniczoną przydatność do stabilizacji cementem. A jeśli nawet będzie możliwe jego zastosowanie, należy pamiętać o jego specyficznych właściwościach takich jak duża sztywność i odkształcenia skurczowe, co w konsekwencji może często prowadzić do powstawania spękań poprzecznych, a te z kolei mogą powodować pojawianie się spękań odbitych w nawierzchni.

W ostatnich latach na rynku pojawiło się wiele nowych spoiw, polecanych jako szczególnie przydatne do stabilizacji gruntów spoistych [3]. Ich zestawienie oraz porównanie efektywności ich działania w odniesieniu do cementu i wapna jest podstawowym celem tego artykułu.



## 2. BADANE SPOIWA

### 2.1. SPOIWA PORÓWNAWCZE

Zakres badań obejmował osiem rodzajów spoiw do stabilizacji i ulepszania gruntów dostępnych na polskim rynku. Jako spoiwa porównawcze wykorzystano cement CEM I 32,5R zgodny z [4] oraz wapno hydratyzowane zgodne z [5]. Charakterystykę materiałów podano poniżej, a ich zestawienie zamieszczono w tablicy 1.

Tablica 1. Zestawienie badanych materiałów do stabilizacji gruntów  
Table 1. Compilation of tested materials for soil stabilization

Lp.	Symbol spoiwa	Dokument odniesienia
1	Cement	PN-B-19701:1997 [4]
2	Wapno hydratyzowane	PN-B-30020:1990 [5]
3	S1	Aprobata Techniczna IBDiM AT/2005-04-1830 [6]
4	S2	Aprobata Techniczna IBDiM AT/2002-04-1296 [7]
5	S3	Aprobata Techniczna IBDiM AT/2002-04-1296 [7]
6	S4	<a href="http://www.envtechpoland.com">http://www.envtechpoland.com</a> [8]
7	S5	Aprobata Techniczna IBDiM AT/2003-04-1588 [9]
8	S6	Aprobata Techniczna IBDiM AT/2003-04-1587 [11]

### 2.2. SPOIWO S1

S1 jest proszkowym dodatkiem stosowanym do stabilizacji cementem. Jest szczególnie zalecane w sytuacjach, gdy sam cement nie jest w stanie doprowadzić podłoża do odpowiedniej nośności [6]. Składa się z soli, alkaloidów, alkaloidów ziemnych oraz kompleksowych związków chemicznych. Działanie S1 polega na chemicznym przekształcaniu wszelkich zanieczyszczeń występujących w gruncie i zakłócających proces wiązania cementu: petrochemikaliów, związków organicznych, metali ciężkich. Dzięki temu możliwe jest maksymalne wykorzystanie spoiwa hydraulicznego. Umożliwia to wykorzystywanie preparatu na składowiskach odpadów niebezpiecznych.

Spoivo S1 może być wykorzystywane do stabilizacji każdego typu gruntu – od nie-spoistych po bardzo spoiste. Dopuszczalna zawartość części organicznych w gruncie wynosi nawet do 10 %. S1 tworzy sieć igłowatych kryształów, dzięki którym otrzymany materiał osiąga parametry wytrzymałościowe wyższe niż przy zastosowaniu do



stabilizacji jedynie cementu. Ponadto S1 nadaje wykonanej warstwie cechy sprężyste i zmniejsza ryzyko spękań.

### 2.3. SPOIWA S2 I S3

Spoiwa S2 i S3 mają postać szarego proszku. Są produkowane w dwóch odmianach, z których jedna jest przeznaczona głównie do osuszania podłoża (S2), a druga w celu osiągnięcia zwiększonej wytrzymałości na ściskanie (S3) [7]. S2 i S3 składają się z klinkieru portlandzkiego, wapna palonego oraz popiołów lotnych. Proporcje składników zależą od odmiany produktu przeznaczonej do stabilizacji konkretnego rodzaju gruntu oraz funkcji, jaką zestabilizowana warstwa ma pełnić w konstrukcji nawierzchni.

Spoiwa S2 i S3 mogą być stosowane do stabilizacji wszelkich gruntów spoistych – od żwirów gliniastych, poprzez gliny do łąw, a także popiołów lotnych i mieszanin popiołowo-żużlowych. Dzięki silnym właściwościom osuszającym spoiwo S2 jest szczególnie przydatne wtedy, gdy grunty są przewilgocone.

### 2.4. SPOIWO S4

Spoiwo S4 jest płynnym koncentratem składającym się z kwasu siarkowego oraz oleistego wyciągu z roślin cytrusowych. Po rozcieńczeniu w wodzie w stosunku 1:200 ÷ 1:600 może być stosowane jako samodzielne spoiwo lub jako dodatek przy stabilizacji cementem [8].

Spoiwo S4 jest szczególnie zalecane do stabilizacji gruntów spoistych. Wymaga się, żeby grunt przeznaczony do stabilizacji S4 zawierał co najmniej 20 % części pylastych, miał wskaźnik plastyczności powyżej 5 %, a pęcznienie poniżej 1 %. Nieprzydatne są więc do stabilizacji grunty niespoiste, które z powodzeniem możemy stabilizować samym cementem.

### 2.5. SPOIWO S5

Spoiwo S5 występuje w dwóch odmianach. Jedna z nich ma właściwości osuszające, dlatego często porównywana jest wapnem. Druga (tu przedstawiona) charakteryzuje się dobrymi właściwościami wiążącymi i może być traktowana jako zamiennik cementu [9, 10]. Skład obu odmian spoiwa jest podobny. Zawierają klinkier cementowy oraz przepalone łupki przywęglowe, które wspólnie ulegają przemiałowi. Odmiana pierwsza zawiera także popioły z kotłów fluidalnych, które dzięki swojej rozbudowanej strukturze powodują osuszanie gruntu. Obie odmiany S5 przeznaczone są do stabilizacji gruntów niespoistych, średniospoistych oraz antropogenicznych, natomiast nie zaleca się ich do stabilizacji gruntów bardzo spoistych.



## 2.6. MATERIAŁ S6

W skład S6 wchodzi dwa komponenty: płynny koncentrat oraz proszek [11, 12]. Płynny koncentrat składa się z polimerów, międzyfazowych substancji czynnych oraz katalizatorów. Jego działanie polega na zmniejszeniu napięcia powierzchniowego wody, co umożliwia aglomerację cząstek gruntu. Powoduje to zmniejszenie powierzchni właściwej gruntu wystawionej na działanie wody oraz zmniejsza podciąganie kapilarne.

Proszek jest mieszaniną polimerów i międzyfazowych substancji czynnych. Polimery powodują oblepianie cząstek gruntu sproszkowanym preparatem, co powoduje zmniejszenie kapilar, a w konsekwencji uszczelnienie gruntu.

Do stabilizacji przy użyciu S6 nadają się wszystkie grunty spoiste o zawartości frakcji łożowej co najmniej 25%. Zaleca się, aby krzywa uziarnienia gruntu miała charakter ciągły (duża różnoziarnistość). Ciężkie gliny należy doziarnić piaskiem.

Końcowym efektem działania S6 jest obniżona plastyczność gruntu, zredukowany skurcz i pęcznienie, poprawiona urabialność i zagęszczalność. Po zagęszczeniu powstaje warstwa niewrażliwa na działanie wody i mrozu. S6 jest to jedyny materiał działający na grunt fizycznie a nie poprzez chemiczne związanie cząstek gruntu.

## 3. WŁAŚCIWOŚCI GRUNTU DO STABILIZACJI

Grunt do badań pobrano z budowy autostrady A1 w miejscowości Rusocin. Zgodnie z [13] zbadano uziarnienie, wskaźnik piaskowy, wilgotność naturalną, maksymalną gęstość szkieletu gruntowego oraz wilgotność optymalną. Otrzymane wyniki przedstawiono w tablicy 2.

Tablica 2. Właściwości gruntu  
Table 2. Soil characteristics

Lp.	Badanie	Wynik
1	Uziarnienie, przechodzi przez sito #, %	
	4	100
	2	97,9
	1	91,0
	0,5	76,0
	0,25	59,6
	0,125	39,7
	0,063	21,5
2	Wskaźnik piaskowy	9
3	Wilgotność naturalna, %	16,7
4	Wilgotność optymalna, %	14,2
5	Maksymalna gęstość szkieletu gruntowego, g/cm <sup>3</sup>	1,844



Dodatkowo wykonane badania wałeczkowania oraz próba rozmakania pokazały, że badany grunt to glina piaszczysta.

## 4. OPIS I WYNIKI BADAŃ LABORATORYJNYCH

### 4.1. ZAKRES BADAŃ

W przypadku każdej mieszanki gruntu spoistego ze spoiwem wyznaczano wilgotność optymalną oraz maksymalną gęstość szkieletu. W celu porównania właściwości różnych środków do stabilizacji gruntu spoistego przyjęto jednakową dla wszystkich mieszanek metodę określenia ich właściwości: przeprowadzono badanie wytrzymałości na ściskanie oraz mrozoodporności. Próbkę gruntu stabilizowanego przebadano według standardowych procedur określonych dla mieszanek z cementem [14]. Jest to najbardziej rozpowszechniona metoda określania przydatności stabilizowanego gruntu.

W celu porównania wyników badań wszystkie badane spoiwa dodawano do gruntu w takich samych ilościach (tabl. 3). Jest to zazwyczaj stosowane podejście przy opracowywaniu recept dla stabilizacji gruntów spoiwami. W przypadku stabilizatorów stosowanych jako dodatki do cementu, przyjęto ilości znajdujące się w przedziale zalecanym przez producenta.

Tablica 3. Wykaz badanych mieszanek gruntu ze spoiwami w różnych proporcjach

Table 3. The list of tested mixtures of soil with binders in various proportions

grunt + najmniejsza zawartość spoiwa	grunt + średnia zawartość spoiwa	grunt + największa zawartość spoiwa
4% CEM I 32,5R	6% CEM I 32,5R	8% CEM I 32,5R
4% wapno hydratyzowane	6% wapno hydratyzowane	8% wapno hydratyzowane
4% CEM I 32,5R + 1,0 kg/m <sup>3</sup> S1	6% CEM I 32,5R + 1,3 kg/m <sup>3</sup> S1	8% CEM I 32,5R + 1,5 kg/m <sup>3</sup> S1
4% S2	6% S2	8% S2
4% S3	6% S3	8% S3
4% CEM I 32,5R + S4	6% CEM I 32,5R + S4	8% CEM I 32,5R + S4
4% S5	6% S5	8% S5
S6 80 ml/m <sup>3</sup> płyn + 1% proszek	S6 120 ml/m <sup>3</sup> płyn + 1,5% proszek	S6 160 ml/m <sup>3</sup> płyn + 2% proszek



## 4.2. BADANIE PROCTORA

Wilgotność optymalną oraz maksymalną gęstość szkieletu gruntowego wyznaczono za pomocą normalnej próby Proctora, w małym cylindrze, zgodnie z [13]. Badania te przeprowadzono dla średniej zawartości spoiwa (tabl. 3). Otrzymane wyniki przedstawiono w tablicy 4.

Tablica 4. Wyniki badania Proctora  
Table 4. Results of Proctor test

Lp.	Spoivo	Wilgotność optymalna [%]	Maksymalna gęstość szkieletu gruntowego [g/cm <sup>3</sup> ]
1	Grunt bez spoiwa	14,2	1,844
2	Cement	13,2	1,878
3	Wapno	15,8	1,774
4	Cement + S1	13,0	1,826
5	S2	14,0	1,830
6	S3	15,2	1,824
7	Cement + S4	13,2	1,878
8	S5	15,2	1,824
9	S6	14,6	1,834

W większości przypadków wartości maksymalnych gęstości szkieletów mieszanek są zbliżone do gęstości samego gruntu. Oznacza to, że spoiwa nie wpływają znacząco na poprawę zagęszczalności gruntu. Jedynie mieszanka gruntu z wapnem hydratyzowanym osiągnęła mniejsze zagęszczenie.

Wilgotność optymalna gruntu zmieniała się pod wpływem dodatków w granicach +1,6%, -1,2%. Cement obniża wilgotność optymalną gruntu, co potwierdziło znaną zasadę podaną w [15]. Dodatki stosowane razem z cementem, S1 i S4 nie zmieniają tego stanu. Część spoiw podniosła wartość wilgotności optymalnej. Były to wapno, S3 oraz S5. Stwierdzenie to ma znaczenie praktyczne, ponieważ umożliwia prowadzenie prac ziemnych w warunkach większej wilgotności.

Dodanie spoiwa do gruntu, oprócz zmian w wilgotności optymalnej, powoduje także, dzięki chemicznemu i fizycznemu wiązaniu wody, zmianę wilgotności naturalnej. Dlatego łączna zmiana wilgotności naturalnej oraz optymalnej powinna być podstawą oceny oddziaływania osuszającego spoiwa. Badanie to wykonano dla spoiw występujących w postaci suchego proszku. Wyniki analizy przedstawiono w tablicy 5.



Tablica 5. Analiza właściwości osuszających spoiw  
 Table 5. Analysis of binder influence on reduction in moisture content

Lp.	Spoivo	Zmiana wilgotności optymalnej <sup>*)</sup>	Zmiana wilgotności naturalnej <sup>**)</sup>	Właściwości osuszające [%]
1	Cement	-1,0	+1,8	+0,8
2	Wapno	+1,6	+1,3	+2,9
3	Cement + S1	-1,2	+1,7	+0,5
4	S2	-0,2	+1,7	+1,5
5	S3	+1,0	+1,8	+2,8
6	Cement + S4	-1,0		
7	S5	+1,0	+1,5	+2,5
8	S6	+0,4		

\*) dla zmiany wilgotności optymalnej znakiem „+” oznaczono jej wzrost  
 \*\*) dla zmiany wilgotności naturalnej znakiem „+” oznaczono jej spadek

Z powyższego zestawienia wynika, że najlepsze właściwości osuszające ma tradycyjnie stosowane w tym celu wapno oraz S3 i S5. Korzystniejsze wyniki można uzyskać stosując wapno palone zamiast hydratyzowanego. Alternatywnym dla wapna materiałem dostępnym na polskim rynku jest inna odmiana spoiwa S5, która nie została objęta programem badawczym, jednakże wyniki przeprowadzanych wcześniej testów wskazały na dużą efektywność tego preparatu w osuszaniu [10].

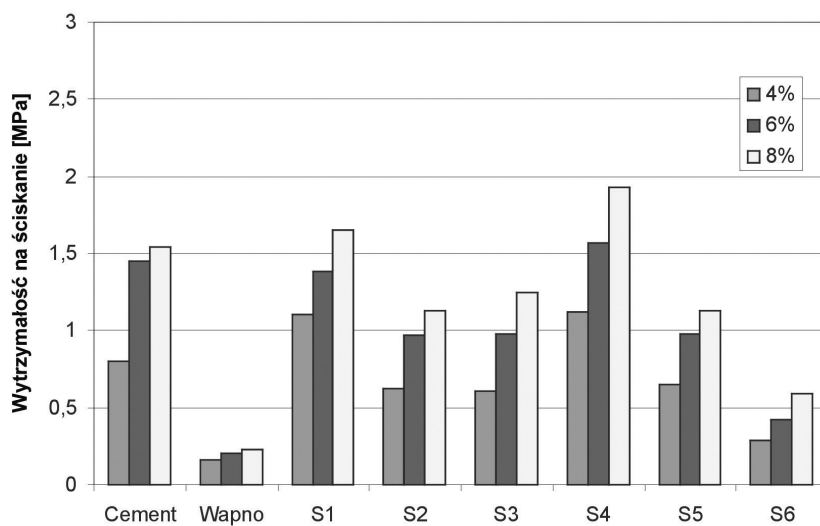
Najśłabsze właściwości osuszające wykazuje zarówno sam cement jak i cement z dodatkiem preparatu S1. Stosunkowo niewielkie właściwości osuszające wykazało spoiwo S2 przeznaczone głównie do osuszania. Nie potwierdziła się możliwość stosowania jego małych dodatków do badanego gruntu spoistego. Należy zauważyć, że właściwości osuszające spoiw zmieniają się także wraz z zawartością spoiwa w mieszance. Zmienia się zarówno wilgotność optymalna, jak i wilgotność naturalna, i to tym bardziej, im więcej spoiwa dozujemy. Zmiany te dla badanych spoiw nie zawsze były jednak liniowe. Wilgotność spadała znacząco przy zwiększaniu dodatku wapna i S2, a niewiele się zmieniała przy zmianie zawartości S1 i S5.

#### 4.3. WYTRZYMAŁOŚĆ NA ŚCISKANIE

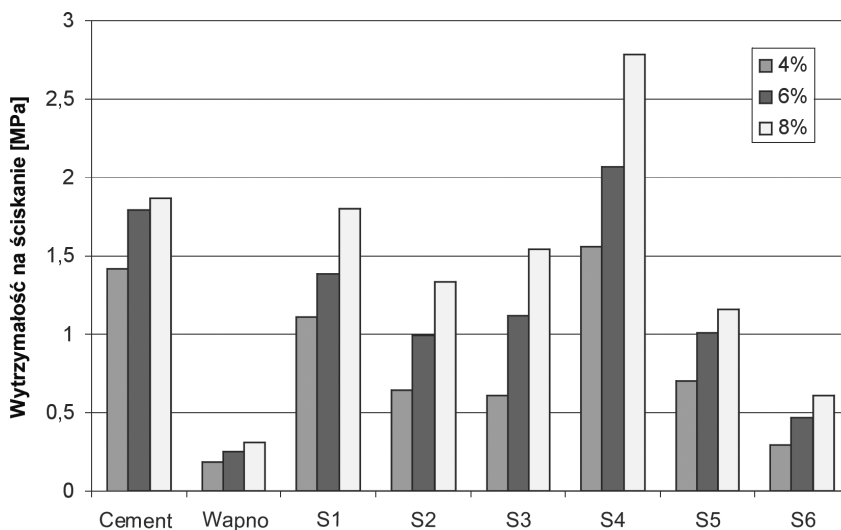
Badanie wytrzymałości na ściskanie po 7 i 28 dniach pielęgnacji przeprowadzono zgodnie z procedurami określonymi w [14] na próbkach  $\phi = h = 8$  cm. Wyniki przedstawiono na rysunkach 1 i 2.







Rys.1. Wytrzymałości na ściskanie po 7 dniach pielęgnacji próbek  
Fig.1. Results of compression strength after 7 days of curing



Rys.2. Wytrzymałości na ściskanie po 28 dniach pielęgnacji próbek  
Fig.2. Results of compression strength after 28 days of curing



Uzyskano niewielkie wytrzymałości próbek. Zgodnie z [1] i [14] grunty stabilizowane o takiej wytrzymałości mogą być stosowane tylko jako ulepszone podłoże, a nieliczne z nich, z największą zawartością spoiwa, jako podbudowa pomocnicza. Zasadniczy wpływ na otrzymane wyniki miał zapewne rodzaj gruntu.

Wyniki badań wytrzymałościowych pozwoliły sformułować następujące spostrzeżenia:

- Cement stosowany samodzielnie lub z dodatkami dał największe wytrzymałości na ściskanie. Powyższa zależność wystąpiła zarówno po 7 jak po 28 dniach wiązania oraz przy każdej zawartości spoiwa.
- Najmniejsze wytrzymałości osiągnęły mieszanki gruntu z wapnem, wapno jest tradycyjnie stosowane do osuszania gruntu.
- Wytrzymałości mieszanek gruntu ze spoiwami typu S2, S3 i S5 są porównywalne.
- Pewnym zaskoczeniem jest fakt, że mieszanki wykonane z zastosowaniem wzmacniającego spoiwa S3 (typowy stabilizator) nie wykazały wyższych wytrzymałości niż te wykonane z S2 (preparat osuszający).
- Najlepsze wytrzymałości uzyskano przy zastosowaniu cementu i dodatku S4. Jednak należy przy tym pamiętać, że stosowanie 2 środków do stabilizacji jest na budowie kłopotliwe i kosztowne.
- Wytrzymałości uzyskiwane przy zastosowaniu S6 są nieznacznie większe od wapna i zdecydowanie mniejsze od pozostałych spoiw.
- Przyrost wytrzymałości po 7 dniach wiązania wszystkich mieszanek jest niewielki.

#### 4.4. MROZODPORNOŚĆ PRÓBEK STABILIZOWANEGO GRUNTU SPOISTEGO

Wyniki badania mrozoodporności przedstawiono na rysunku 3.

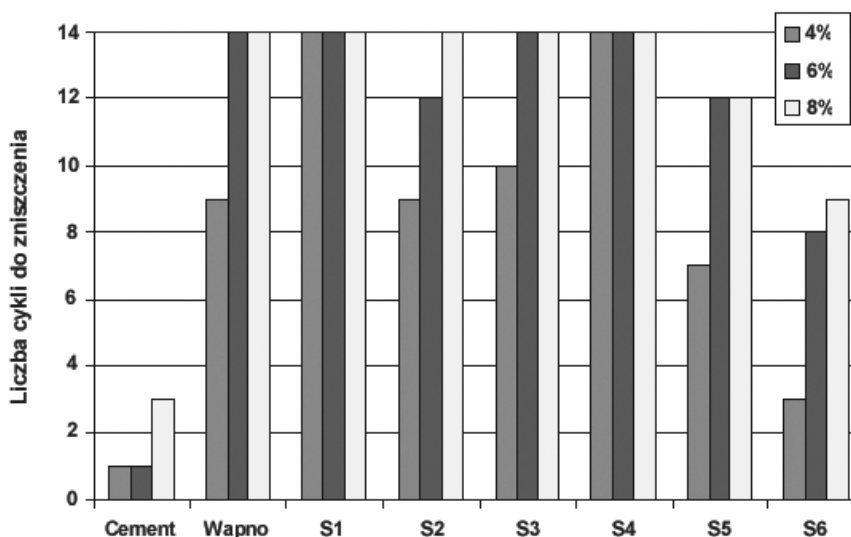
Przedstawione powyżej badania były przeprowadzone na gruncie spoistym. Prawdopodobnie właściwości gruntu spowodowały, że mrozoodporność dla wszystkich badanych mieszanek nie spełniła wymagań stawianych w normie [14].

Porównanie uzyskanych wyników badań pozwala sformułować następujące spostrzeżenia:

- Właściwości stosowanego gruntu spoistego nie pozwoliły na uzyskanie wymaganych normowo wskaźników mrozoodporności dla badanych mieszanek.
- Zgodnie z oczekiwaniami, najszybciej rozpadały się próbki stabilizowane wapnem.
- Próbki z dodatkiem komponentów S6 uzyskały mrozoodporność nieznacznie lepszą od wapna.
- Próbki ze spoiwami S2, S3 i S5 uzyskały średnią mrozoodporność.



- Najlepszą mrozoodpornością odznaczały się próbki z zastosowaniem cementu i dodatków – wszystkie wytrzymały 14 cykli, bez względu na zawartość spoiwa.
- Wskaźniki mrozoodporności dla próbek z cementem i dodatkami były jednak także niewielkie i wynosiły poniżej 0,35. Nie spełnia to wymagań stawianych w [14].
- Zwiększenie dodatku spoiw może spowodować poprawę mrozoodporności, jest to jednak rozwiązanie rzadko stosowane.



Rys.3. Mrozoodporność. Liczba cykli do zniszczenia  
Fig.3. Frost resistance. Number of cycles to destruction

## 5. WNIOSKI

1. Potwierdziła się znana powszechnie teza, że najlepsze właściwości osuszające ma wapno.
2. Najlepszym spoiwem wzmacniającym użyty grunt spoisty był cement, który umożliwił uzyskanie najwyższej wytrzymałości.
3. Wprowadzone na rynek spoiwa S2, S3 i S5 pozwoliły uzyskać wytrzymałości na ściskanie pośrednie pomiędzy wapnem i cementem. Ich właściwości osuszające były zbliżone do wapna hydratyzowanego.
4. Dodatki stosowane razem z cementem zazwyczaj nie poprawiały właściwości osuszających, dając efekty podobne jak w przypadku samego cementu.



5. Dodatek S4 pozwolił na zwiększenie wytrzymałości, ale dopiero po dłuższym czasie wiązania. Wtedy, zwłaszcza przy większej zawartości cementu i dodatku, wytrzymałość była prawie dwukrotnie większa. Dodatek S1 nie dał prawie żadnych efektów.
6. W wyniku stosowania S6 w połączeniu z gruntem spoistym nie uzyskano wytrzymałości wymaganych w [1] i [3], pomimo przestrzegania zaleceń producenta.
7. Aby uzyskać pełny obraz właściwości stabilizujących należy przeprowadzić dalsze badania np. analogiczne jak dla stabilizacji wapnem – badanie CBR. Przedstawione w niniejszej pracy wyniki badań, dotyczące jednego rodzaju gruntu spoistego nie wykluczają uzyskania normowo wymaganych właściwości dla innych rodzajów gruntów stabilizowanych.

## BIBLIOGRAFIA

- [1] Katalog Typowych Konstrukcji Podatnych i Półsztywnych. IBDiM Warszawa 1995
- [2] PN-S-02205:1998 Drogi samochodowe. Roboty ziemne. Wymagania i badania
- [3] Bukowski Z.: Czym stabilizować podłoża gruntowe. *Autostrady*, nr 4/2005, 42-47
- [4] PN-EN 197-1:2002 Cement powszechnego użytku
- [5] PN-EN 459-1:2002 Wapno budowlane. Wymagania
- [6] Aprobata Techniczna IBDiM nr AT/2005-04-1830, Warszawa 2005
- [7] Aprobata Techniczna IBDiM nr AT/2002-04-1296, Warszawa 2002
- [8] <http://www.envtechpoland.com>
- [9] Aprobata Techniczna IBDiM nr AT/2003-04-1588, Warszawa 2003
- [10] Porszke A.: Możliwości zastosowania spoiw cementowo-pucolanowych Silment CQP-15 i CQ-25 jako stabilizatora gruntów. *Drogownictwo* 5/2004, 159-164
- [11] Aprobata Techniczna IBDiM nr AT/2003-04-1587, Warszawa 2003
- [12] Kossakowski M., Witkowski T.: Technologia stabilizacji SYSTEM C. *Autostrady* 5/2003, 28-30
- [13] PN-B-04481:1988 Grunty budowlane. Badania próbek gruntu
- [14] PN-S-96012:1997 Drogi samochodowe. Podbudowa i ulepszone podłoża z gruntu stabilizowanego cementem
- [15] Rolla S.: *Badania materiałów i nawierzchni drogowych*. WKŁ, Warszawa 1979



## COMPARISON OF PROPERTIES OF SELECTED BINDERS FOR SOIL STABILIZATION AT A1 BUILDING SITE

### Abstract

This paper concerns binders for soil stabilization available on Polish market. Basic characteristics of each binder like the chemical constitution, the principles of action are discussed. The laboratory investigations was performed to verify the action of binders and to compare them to traditional ones - lime and cement. One type of cohesive soil was used in the investigation - from the building site of A1 motoway.

The results obtained from the research showed the influence of each binder on the cohesive soil properties, especially on the change of structure and material characteristics. Depending on the type of binder used the properties of stabilized soil samples reached extremely different results. Each type of binder caused increase of compressive strength of the mix but none of them were found resistant to frost action. The best results of stabilization were obtained in case of use of traditional binder like cement or of cement used with additive.



