

BUDOWNICTWO KOMUNIKACJI LĄDOWEJ	NORMA BRANŻOWA	BN-68 <hr/> 8933-07
	Drogi samochodowe <b>Stabilizacja gruntów wapnem do celów drogowych</b>	
	Grupa katalogowa VII 81	

### 1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są warunki techniczne projektowania mieszanek oraz wykonanie i badania warstw gruntów stabilizowanych wapnem w budownictwie drogowym.

1.2. Zakres stosowania przedmiotu normy. Stabilizacja gruntów wapnem ma zastosowanie jako:

- a) podłoże drogowe ulepszone,
- b) dolna warstwa podbudowy dla dróg o ruchu lekkim,
- c) samoistna nawierzchnia dla dróg tymczasowych,
- d) wstępne ulepszenie gruntów przeznaczonych do dalszej stabilizacji.

### 1.3. Określenia

1.3.1. Mieszanka wapienno-gruntowa - mieszanina w optymalnych proporcjach gruntu, wapna i wody do chwili stwardnienia.

1.3.2. Grunt stabilizowany wapnem - mieszanka wapienno-gruntowa zagęszczona i stwardniała.

1.3.3. Stabilizacja gruntów wapnem - proces technologiczny polegający na rozdrobnieniu i spulchnieniu gruntu, zmieszaniu go z wapnem oraz zagęszczeniu mieszanki przy wilgotności zbliżonej do optymalnej.

### 1.4. Normy związane

- PN-60/B-04485 Grunty budowlane. Oznaczanie zawartości części organicznych
- PN-59/B-04489 Grunty budowlane. Oznaczanie granicy płynności
- PN-59/B-04490 Grunty budowlane. Oznaczanie granicy plastyczności
- PN-59/B-04491 Grunty budowlane. Oznaczanie wilgotności optymalnej i maksymalnego ciężaru objętościowego szkieletu gruntowego
- PN-69/B-30300 Wapno niegaszone do celów budowlanych
- PN-69/B-30302 Wapno suchogaszone (hydratyzowane) do celów budowlanych
- PN-62/S-04011 Drogi samochodowe. Oznaczanie wskaźnika zagęszczania gruntu
- BN-64/8931-02 Drogi samochodowe. Oznaczenie modułu odkształcenia nawierzchni podatnych i podłoża przez obciążanie płytą

BN-64/8931-03 Drogi samochodowe. Pobieranie próbek gruntów do celów drogowych i rodzaje badań

### 2. WYMAGANIA

#### 2.1. Materiały

2.1.1. Grunty. Do stabilizacji wapnem nadają się grunty spoiste zawierające minerały ilowe, które wchodzi w reakcję z dodanym wapnem. Najlepiej do stabilizacji wapnem nadają się grunty o wskaźniku plastyczności  $W_p \geq 10$ . Zawartość frakcji kamienistej w gruncie nie powinna przekraczać 15%.

Do stabilizacji wapnem nieprzydatne są grunty zawierające więcej niż 10% (wagowo) części organicznych.

Pobieranie próbek gruntu należy przeprowadzać wg BN-64/8931-03.

Dla gruntów przeznaczonych do stabilizacji wapnem należy określić:

- a) granice konsystencji wg PN-59/B-04489 i PN-59/B-04490,
- b) zawartość części organicznych wg PN-60/B-04485 (w przypadkach wątpliwych),
- c) wilgotność optymalną wg PN-59/B-04491.

2.1.2. Wapno. Do stabilizacji gruntów nadaje się zarówno wapno niegaszone (CaO) wg PN-69/B-30300, jak i suchogaszone (hydratyzowane) (Ca(OH)<sub>2</sub>) wg PN-69/B-30302.

Należy używać wapno niegaszone nie później niż po upływie dwóch miesięcy od daty jego produkcji.

Badania wapna należy ograniczyć do badań makroskopowych, a jedynie w przypadkach wątpliwych przeprowadzać badania szczegółowe wapna niegaszonego wg PN-69/B-30300 i suchogaszonego wg PN-69/B-30302.

2.1.3. Woda. Każda woda zdatna do picia, z wyjątkiem wód mineralnych, nadaje się do stabilizacji gruntów wapnem.

Wody z rzek, stawów, jezior i innych zbiorników otwartych należy uznać za przydatne, jeżeli próbki wapienno-gruntowe wykonane przy ich użyciu wykazują wytrzymałość na zgniatanie po 7 dniach nie mniejszą niż 0,9 wytrzymałości próbek wykonanych z wodą przeznaczoną do picia.

Próbki wody pobiera się tylko w przypadkach wątpliwych.

Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Drogowej  
Ustanowiona przez Ministra Komunikacji dnia 14 czerwca 1968 r.  
jako norma obowiązująca w zakresie wykonawstwa i odbioru od dnia 1 kwietnia 1969 r.  
(Mon. Pol. nr 37/1968 poz. 269)

Badania wody należy ograniczyć do badań makroskopowych, a jedynie w przypadkach wątpliwych przeprowadzać badania wytrzymałości na ściskanie 7-dniowej próbki zarobionej badaną wodą.

## 2.2. Mieszanki

**2.2.1. Ustalenie składu mieszanki.** Skład mieszanki zależy przede wszystkim od rodzaju gruntu i wapna oraz od jej przeznaczenia. Ilość dozowanego wapna i wody powinna być każdorazowo ustalana laboratoryjnie w stosunku do masy (wagi) gruntu suchego. Orientacyjny dodatek wapna do gruntu, w zależności od przeznaczenia mieszanki, wynosi:

- dla ulepszonego podłoża drogi 3 ÷ 9%,
- na dolną warstwę podbudowy dla dróg o ruchu lekkim 5 ÷ 9%,
- na samodzielną nawierzchnię dróg tymczasowych 3 ÷ 9%,
- do wstępnego ulepszenia gruntów przeznaczonych do dalszej stabilizacji 1 ÷ 3%.

W celu ustalenia procentowej ilości wapna, jaka ma być dodana do gruntu, należy przeprowadzić badania na kilku mieszankach przy różnym dodatku wapna, np. 1 ÷ 3%; 3 ÷ 5%; 5 ÷ 9%. Procentową ilość wapna (przesianego przez sito o wymiarze boku oczka 0,5 mm) ustala się wagowo w stosunku do gruntu suchego ( $G_s$ ), którego masę (wagę) w przypadku gruntów wilgotnych należy obliczać wg wzoru

$$G_s = \frac{100 G_w}{100 + w} \quad (1)$$

w którym:

- $G_w$  - masa (waga) gruntu wilgotnego, g,  
 $w$  - wilgotność gruntu, %.

Przy sporządzaniu mieszanki z gruntów wilgotnych ( $G_w$ ), potrzebną ilość gruntu do wykonania próbek należy obliczać wg wzoru

$$G_w = G_s \cdot \frac{100 + w}{100} \quad (2)$$

Orientacyjną wilgotność optymalną mieszanki ( $w_{opt}^m$ ) należy obliczać w procentach wg wzoru

$$w_{opt}^m = w_{opt}^g + 1,5 + 0,4D \quad (3)$$

w którym:

$w_{opt}^g$  - wilgotność optymalna gruntu, %, (określona metodą normalną wg PN-59/B-04491),

$D$  - dodatek wapna, %.

Ilość wody ( $w$ ) dozowaną do gruntu wilgotnego należy obliczać w procentach wg wzoru

$$w = w_{opt}^m - w_n^g \quad (4)$$

w którym  $w_n^g$  - wilgotność naturalna gruntu, %.

Jeżeli wilgotność naturalna gruntu jest większa od wilgotności optymalnej mieszanki wapienno-gruntowej, to grunt należy podsuszyć w temperaturze nie przekraczającej 60°C.

**2.2.2. Wymagane cechy dla mieszanki i gruntów stabilizowanych** podano w tabl. 1.

## 2.3. Wymagania techniczne wykonania stabilizacji

**2.3.1. Torowisko ziemne.** Stabilizacja wapnem powinna być wykonana na torowisku ziemnym wyprofilowanym do wymaganych projektem spadków poprzecznych i podłużnych oraz przechyłek na łukach. Zagęszczenie podłoża powinno wynosić co najmniej 95% maksymalnego zagęszczenia wg PN-59/B-04491 (metoda normalna).

**2.3.2. Obliczanie ilości wapna.** Potrzebną ilość wapna ( $x$ ) w kg na 1 m<sup>2</sup> stabilizowanej warstwy należy obliczać wg wzoru

$$x = \gamma_{os\ max}^g \cdot h \cdot a \quad (5)$$

w którym:

$\gamma_{os\ max}^g$  - maksymalna gęstość pozorną szkieletu gruntowego, kg/m<sup>3</sup>,

$h$  - projektowana grubość warstwy gruntu stabilizowanego, m,

$a$  - ustalony laboratoryjnie procentowy dodatek wapna do gruntu, wyrażony ułamkiem dziesiętnym.

Tablica 1. Wymagane cechy mieszanki i gruntów stabilizowanych wapnem dla celów drogowych

Lp.	Fizyczno-mechaniczne właściwości gruntów stabilizowanych wapnem	Jednostka	Wartość wskaźników technicznych gruntów stabilizowanych wapnem przeznaczonych na			
			ulepszone podłoża drogi	dolną warstwę podbudowy dla dróg o ruchuletkim	samoistną nawierzchnię dróg tymczasowych	wstępne ulepszenie gruntów przeznaczonych do dalszej stabilizacji
1	2	3	4	5	6	7
1	Zmiana granic konsystencji ( $L_y$ i $L_p$ ), zwiększenie	%	≥ 30	≥ 40	≥ 40	≥ 30
2	Wytrzymałość na zgniatanie (R) a) po 7 dniach, b) po 28 dniach	N/cm <sup>2</sup> (kg/cm <sup>2</sup> )	≥ 40 (≥ 4) -	≥ 50 (≥ 5) ≥ 70 (≥ 7)	≥ 60 (≥ 6) ≥ 90 (≥ 9)	- -
3	Odporność na zamrażanie i odmrażanie (tylko dla warstw nośnych)	ilość cykli	-	≥ 4	≥ 5	-
4	Kalifornijski wskaźnik nośności (CBR)	%	40	50	60	-

2.3.3. Obliczanie ilości wody. Potrzebną ilość wody ( $w_1$ ) w litrach na  $1 \text{ m}^2$  warstwy stabilizowanej należy obliczać wg wzoru

$$w_1 = \gamma_{\text{os max}}^g \cdot h \cdot (w_{\text{opt}}^m - w_n^g) \quad (6)$$

w którym:

$\gamma_{\text{os max}}^g$  - maksymalna gęstość pozorna szkieletu gruntowego,  $\text{kg/m}^3$ ,

$h$  - projektowana grubość warstwy gruntu

$w_{\text{opt}}^m$  - wilgotność optymalna mieszanki, wyrażona ułamkiem dziesiętnym,

$w_n^g$  - wilgotność naturalna gruntu, wyrażona ułamkiem dziesiętnym.

2.3.4. Mieszanie gruntu z wapnem (przed dodaniem wody) powinno się odbywać aż do uzyskania przez mieszankę jednorodnego wyglądu na całej grubości warstwy.

Mieszanie na mokro gruntu z wapnem i wodą należy zakończyć po wzrokowym stwierdzeniu zmiany struktury gruntu.

2.3.5. Profilowanie. Mieszanka wapienno-gruntowa powinna być przed zagęszczeniem sprofilowana do wymaganych projektem pochyłeń poprzecznych i podłużnych oraz przewidzianych przechyłek na łukach.

2.3.6. Zagęszczanie mieszanki powinno być wykonane po zakończeniu mieszania i profilowania. Wskaźnik zagęszczenia mieszanki wapienno-gruntowej badany wg PN-62/S-04011 powinien odpowiadać wymaganiom podanym w tabl. 2. Mieszankę należy zagęszczać przy wilgotności zbliżonej do optymalnej.

Po zagęszczeniu mieszanki może się na niej odbywać ruch roboczy na pneumatykach.

Tablica 2. Wymagane cechy wykonanej warstwy gruntów stabilizowanych wapnem

Lp.	Fizyczno-mechaniczne właściwości gruntów stabilizowanych wapnem	Jednostka	Wartość wskaźników technicznych gruntów stabilizowanych wapnem przeznaczonych na			
			ulepszone podłoże drogi	dolną warstwę podbudowy dla dróg o ruchu lekkim	samoistną nawierzchnię dróg tymczasowych	wstępne ulepszenie gruntów przeznaczonych do dalszej stabilizacji
1	2	3	4	5	6	7
1	Wskaźnik zagęszczenia		$\geq 0,98$	$\geq 1,0$	$\geq 1,0$	-
2	Moduł odkształcenia	$\text{N/cm}^2$ ( $\text{kg/cm}^2$ )	$\geq 4000$ ( $\geq 400$ )	$\geq 6000$ ( $\geq 600$ )	$\geq 8000$ ( $\geq 800$ )	-

W zależności od sprzętu wykonuje się badania wytrzymałości na zgniatanie (R) lub badanie kalifornijskiego wskaźnika nośności (CBR).

2.3.7. Grubość warstwy wapienno-gruntowej powinna być zgodna z projektem. Dopuszczalne odchyłki wynoszą  $\pm 2 \text{ cm}$ .

2.3.8. Szerokość warstwy wapienno-gruntowej po zagęszczeniu powinna być zgodna z projektem.

Dopuszczalne odchyłki szerokości zarówno na prostych, jak i na łukach wynoszą  $-5 \text{ cm}$  i  $+20 \text{ cm}$ .

2.3.9. Równość w przekroju podłużnym powinna być taka, aby po przyłożeniu czterometrowej łąty w kierunku równoległym do osi drogi prześwity między łątą i powierzchnią warstwy stabilizowanej wapnem nie przekraczały  $3 \text{ cm}$ .

2.3.10. Prawdliwość przekroju poprzecznego powinna być taka, aby po przyłożeniu łąty profilowej prostopadle do osi drogi prześwity między łątą i powierzchnią warstwy stabilizowanej wapnem nie przekraczały  $3 \text{ cm}$ .

2.3.11. Równość na łukach o jednostajnym spadku poprzecznym powinna być taka, aby po przyłożeniu łąty czterometrowej prześwity między łątą i powierzchnią warstwy stabilizowanej wapnem nie przekraczały  $2 \text{ cm}$ .

2.3.12. Moduł odkształcenia wykonanej warstwy gruntu stabilizowanego wapnem powinien odpowiadać wymaganiom podanym w tabl. 2.

### 3. BADANIA

3.1. Program badań. W zależności od etapu robót badania dzieli się na:

- badania dotyczące ustalenia składu mieszanki,
- badania sprawdzające w czasie budowy,
- badania odbiorcze po zakończeniu budowy.

#### 3.2. Opis badań

3.2.1. Badania dotyczące ustalenia składu mieszanki

3.2.1.1. Oznaczanie zmian granic konsystencji. Granice konsystencji mieszanek wapienno-gruntowych należy określać w identyczny sposób jak dla samego gruntu wg PN-59/B-04489 i PN-59/B-04490.

Badanie wykonuje się na drugi dzień po wymieszaniu wapna z gruntem.

3.2.1.2. Określenie wytrzymałości na zgniatanie próbek

a) Formowanie próbek z mieszanek wapienno-gruntowych w przypadku stosowania wapna palonego powinno nastąpić dopiero po całkowitym zgaszeniu wapna i ostygnięciu mieszanki ( $2 \div 5 \text{ godz}$ ).

Próbki można zagęszczać dynamicznie w formach o wymiarach: średnicy i wysokości równych  $8 \text{ cm}$  lub statycznie w formach o wymiarach: średnicy równej  $5 \text{ cm}$  i wysokości  $- 7,5 \text{ cm}$ .

b) Pielęgnacja próbek przeznaczonych do zgniatania po  $7 \text{ dniach}$ . Każdą próbkę bezpośrednio po

uformowaniu należy zważyć, zmierzyć i oznakować odpowiednim symbolem. Dane dotyczące masy próbki, jej wymiarów, symbolu, daty wykonania i składu mieszanki wpisuje się do notatnika laboratoryjnego.

Oznakowane i opisane próbki przechowuje się w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem od wysychania, np. w wilgotnym piasku.

Po okresie siedmiodniowej pielęgnacji, przed zgniataniem, próbki nasycą się wodą w komorze próżniowej, najpierw pod ciśnieniem 1 atm w ciągu 1 godz, a następnie przy obniżonym ciśnieniu do 150 Tr (150 mmHg) przez dwie godz, po czym znów pod ciśnieniem 1 atm w ciągu 1 godz. Łączny czas nasykania próbek wodą w komorze próżniowej wynosi 4 godz. W przypadku braku komory próżniowej próbki, po 3-dniowej pielęgnacji w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem, powinny być przez 1 dzień zanurzone na 1 cm w wodzie, a przez następne trzy dni zanurzone całkowicie

c) Pielęgnacja próbek przeznaczonych do zgniatania po 28 dniach. Próbki przeznaczone do zgniatania po 28 dniach należy przechowywać przez 14 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem od wysychania, po czym wkładać na 14 dni do wody. Nasykanie próbek wodą odbywa się pod ciśnieniem normalnym i przy całkowitym ich zanurzeniu. Po 28-dniowej pielęgnacji próbki poddać zgniataniu.

d) Zgniatanie. Wytrzymałość na zgniatanie należy określać co najmniej na trzech próbkach dla każdego sposobu pielęgnacji.

Zgniatanie należy przeprowadzać w prasie, o prędkości posuwu tłoka  $0,2 \div 0,4$  mm/s, co najmniej na trzech próbkach tej samej serii.

Za wynik miarodajny należy przyjąć średnią arytmetyczną pomiaru 3 próbek, jeżeli wytrzymałość poszczególnych próbek nie różni się więcej niż o 30%. W przypadku większych różnic badanie należy powtórzyć.

3.2.1.3. Określenie odporności na zamrażanie i odmrażanie. Badanie próbek na wpływ zamrażania i odmrażania należy wykonać w przypadkach, gdy grunty stabilizowane wapnem mają być stosowane do nośnych warstw konstrukcji jezdni, np. jako dolna warstwa podbudowy. Cyklem zamrażania i odmrażania należy poddawać co najmniej trzy próbki.

Próbki należy przechowywać najpierw przez 13 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem przed wysychaniem, a następnie na 1 dobę zanurzyć je całkowicie w wodzie, po czym poddać cyklowi zamrażania i odmrażania. Jeden cykl zamrażania i odmrażania polega na 8-godzinym zamrażaniu próbek w temperaturze  $-23^{\circ}\text{C}$  i 16-godzinym odmrażaniu ich w wodzie w temperaturze pokojowej.

3.2.1.4. Określenie nośności. Nośność mieszanek wapienno-gruntowych należy określać na 1 próbce przez wyznaczenie kalifornijskiego wskaźnika nośności (CBR). W celu wyznaczenia CBR mieszankę mającą wilgotność optymalną należy zagęścić w cy-

lindrze o objętości  $2200\text{ cm}^3$  przy użyciu energii  $600\text{ J}$  na  $1\text{ dm}^3$  ( $60\text{ kGm}$  na  $1\text{ dm}^3$ ). Cylinder wraz z zagęszczoną mieszanką i obciążnikami należy przechowywać przez 3 dni w temperaturze pokojowej z zabezpieczeniem mieszanki od wysychania, następnie przez 1 dzień częściowo zanurzony w wodzie, a przez pozostałe 3 dni całkowicie zanurzony w wodzie.

Po 7-dniowej pielęgnacji mieszankę należy poddać znormalizowanej próbie penetracji.

Kalifornijski wskaźnik nośności CBR należy obliczać w procentach wg wzoru

$$\text{CBR} = \frac{P}{P_s} \cdot 100 \quad (7)$$

w którym:

$P$  - ciśnienie,  $\text{N/m}^2$  ( $\text{kG/cm}^2$ ), jakie potrzebne jest do wgłębienia trzpienia w mieszankę na głębokość 2,5 lub 5,0 mm,

$P_s$  - ciśnienie standardowe wynoszące przy wgłębieniu trzpienia:

na 2,5 mm -  $700\text{ N/cm}^2$  ( $70\text{ kG/cm}^2$ ),

na 5,0 mm -  $1000\text{ N/cm}^2$  ( $100\text{ kG/cm}^2$ ).

Za miarodajny wskaźnik nośności przyjmuje się wartość większą z otrzymanych przy zagłębieniu trzpienia na 2,5 lub 5,0 mm.

### 3.2.2. Badania sprawdzające w czasie budowy

3.2.2.1. Zasada badań. Każda seria badań sprawdzających powinna dotyczyć tego samego przekroju. Przekroje do badań wykonuje się w odstępach co 100 m, z wyjątkiem badania równości, które przeprowadza się wg 3.2.2.7.

3.2.2.2. Oznaczanie wilgotności gruntu i mieszanki. Wilgotność należy sprawdzać najpierw dla samego gruntu rozdrobnionego w celu określenia potrzebnej ilości wody, a następnie dla mieszanki w celu stwierdzenia prawidłowości jej zawilgocenia.

Wilgotność należy sprawdzać na dwóch próbkach z każdego przekroju.

3.2.2.3. Sprawdzenie jednorodności i głębokości wymieszania. Jednorodność wymieszania wapna z gruntem należy sprawdzać wzrokowo co najmniej w dwóch przekrojach dziennej działki roboczej.

Głębokość przemieszania składników powinna być taka, aby po zagęszczeniu odpowiadała grubości warstwy projektowanej.

3.2.2.4. Sprawdzenie wytrzymałości na zgniatanie. Wytrzymałość gruntu stabilizowanego wapnem na zgniatanie należy sprawdzać na trzech próbkach uformowanych z mieszanek pobranych w czasie zagęszczania. Próbki kontrolne zgniatają się po siedmiu dniach, a wytrzymałość ich powinna odpowiadać wymaganiom podanym w tabl. 1.

3.2.2.5. Oznaczanie wskaźnika zagęszczenia. Stan zagęszczenia mieszanki należy sprawdzić co najmniej w jednym przekroju dziennej działki roboczej bezpośrednio po zakończeniu zagęszczania. Wskaźnik zagęszczenia określa się wg PN-62/S-04011.

3.2.2.6. Sprawdzenie grubości i szerokości stabilizowanej warstwy. Grubość warstwy stabilizowanej należy sprawdzać przy badaniu wskaźnika zagęszczenia. Szerokość sprawdzać w badanym przekroju.

3.2.2.7. Sprawdzenie równości i spadków. Równość górnej powierzchni warstwy stabilizowanej należy sprawdzać łatą o długości 4,0 m.

Spadki w przekroju poprzecznym sprawdzać łatą profilową.

Pomiary sprawdzające należy wykonywać co najmniej co 25 m.

3.2.3. Badania odbiornicze po zakończeniu budowy

3.2.3.1. Sprawdzenie grubości i szerokości. Grubość wykonanej warstwy należy sprawdzać co najmniej w dwóch losowo obranych miejscach na każdym kilometrze odbieranego odcinka.

Szerokość należy mierzyć co najmniej w dwóch obranych losowo miejscach na każdym hektometrze.

3.2.3.2. Sprawdzenie równości i spadków należy wykonać zgodnie z 3.2.2.7.

3.2.3.3. Oznaczenie modułu odkształcenia wykonanej warstwy należy wykonywać co najmniej w jednym losowo obranym miejscu na każdym kilometrze odbieranego odcinka. Pomiary wykonuje się zgodnie z BN-64/8931-02.

K O N I E C