

BUDOWNICTWO KOMUNIKACJI LĄDOWEJ	NORMA BRANŻOWA	BN-70
	Drogi samochodowe Podbudowa z chudego betonu	8933-03
		Zamiast BN-64/8933-03
		Grupa katalogowa VII 81

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są warunki techniczne wykonania i odbioru podbudowy z chudego betonu.

1.2. Zakres stosowania. Podbudowę z chudego betonu stosuje się do budowy nośnych warstw podatnych nawierzchni drogowych i ulic.

1.3. Określenia

1.3.1. Podbudowa z chudego betonu — nośna część nawierzchni drogowej wykonana z zagęszczonej chudej masy betonowej.

1.3.2. Chuda masa betonowa — mieszanina kruszywa, cementu w ilości nieprzekraczającej 150 kg/m³ i optymalnej ilości wody określonej wg PN-59/B-04491 — do chwili ukończenia procesu wiązania cementu.

1.3.3. Chudy beton — sztuczny kamień o wytrzymałości na ściskanie R_{28} w granicach 6÷9 MN/m² (60÷90 kG/cm²) powstały z chudej masy betonowej.

1.4. Podstawowe oznaczenia

- p — zawartość powietrza w chudej masie betonowej, % obj.,
- c — zawartość cementu w chudej masie betonowej liczona w stosunku do kruszywa, % wag.,
- w_n^k — wilgotność naturalna kruszywa, % wag.,
- w_{opt}^{ck} — wilgotność optymalna mieszanki kruszywa z cementem oznaczona zgodnie z PN-59/B-04491, % wag.,
- C — ilość cementu w 1 m³ chudej masy betonowej, kg,
- K — ilość kruszywa w stanie suchym w 1 m³ chudej masy betonowej, kg,

P — ilość powietrza w 1 m³ chudej masy betonowej, l,

W — ilość wody w 1 m³ chudej masy betonowej, kg,

W_R — ilość wody jaką należy wprowadzić do 1 m³ chudej masy betonowej przy kruszywie wilgotnym, kg,

R_7 — wytrzymałość na ściskanie chudego betonu po 7 dniach, MN/m² (kG/cm²),

R_{28} — wytrzymałość na ściskanie chudego betonu po 28 dniach, MN/m² (kG/cm²),

W_z — wskaźnik zagęszczenia chudej masy betonowej, %,

ρ^c — gęstość (ciężar właściwy) cementu, kg/m³,

ρ_p^k — gęstość pozorna (ciężar objętościowy) kruszywa, kg/m³,

ρ_p^{ck} — gęstość pozorna (ciężar objętościowy) mieszanki kruszywa z cementem, kg/m³,

ρ_{ns}^{ck} — gęstość nasypowa (ciężar nasypowy) mieszanki kruszywa z cementem w stanie suchym określona na próbce pobranej z podbudowy, kg/m³,

$\rho_{ns}^{ck} \max$ — maksymalna gęstość nasypowa (maksymalny ciężar nasypowy) mieszanki kruszywa z cementem w stanie suchym oznaczona zgodnie z PN-59/B-04491, kg/m³.

1.5. Normy związane

PN-73/B-04300 Cement. Metody badań. Oznaczanie cech fizycznych

PN-73/B-04302 Cement. Metody badań. Oznaczanie wytrzymałości

PN-59/B-04491 Grunty budowlane. Oznaczanie wilgotności optymalnej i maksymalnego ciężaru objętościowego szkieletu gruntowego

PN-66/B-06714 Kruszywo mineralne. Kruszywo kamienne budowlane. Badania techniczne

Centralny Ośrodek Badań i Rozwoju Techniki Drogowej

Ustanowiona przez Ministra Komunikacji dnia 28 grudnia 1970 r.

jako norma obowiązująca w zakresie wykonawstwa i odbiorów od dnia 1 października 1971 r.

(Mon. Pol. nr 13/1971 poz. 102)

PN-63/B-06731 Żużel wielkopiecowy kawałkowy.
Kruszywo budowlane i drogowe. Badania techniczne

PN-69/B-30000 Cement portlandzki

PN-71/B-30005 Cement hutniczy

PN-58/B-32250 Woda do celów budowlanych.

Wymagania techniczne dla wody do betonów i zapraw

BN-68/8931-04 Drogi samochodowe. Pomiar równości nawierzchni planografem i łątą

2. WYMAGANIA

2.1. Materiały

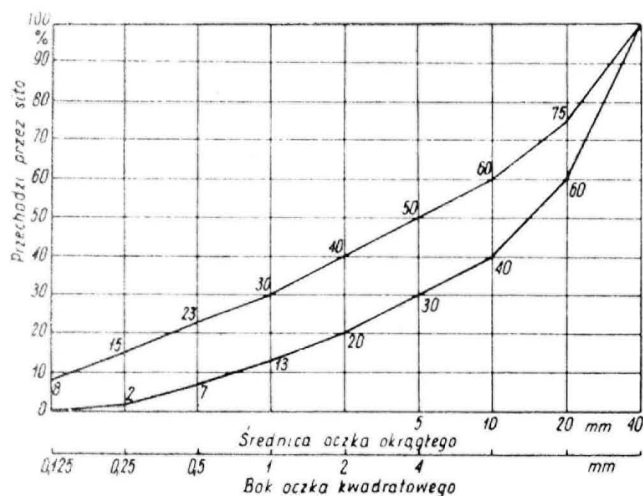
2.1.1. Cement. Do chudej masy betonowej stosuje się cementy portlandzkie 250 i 350 wg PN-69/B-30000 oraz cement hutniczy odpowiadający wymaganiom PN-71/B-30005.

2.1.2. Woda. Do wytwarzania chudej masy betonowej i pielęgnacji podbudowy należy używać wody odpowiadającej wymaganiom PN-58/B-32250.

2.1.3. Kruszywo

2.1.3.1. Rodzaje kruszywa na podbudowę. Do wytwarzania chudej masy betonowej należy stosować kruszywo naturalne (żwiry i pospółki), kruszywo łamane z kamieni naturalnych, kruszywo żużłowe z żużla wielkopiecowego kawałkowego albo mieszaninę tych kruszyw.

2.1.3.2. Uziarnienie kruszywa wchodzącego w skład chudego betonu powinno być tak dobrane, aby chuda masa betonowa wykazywała maksymalną szczelność i urabialność przy minimalnym zużyciu cementu i wody. Właściwości te mają kruszywa, których krzywe uziarnienia mieszczą się w granicach pokazanych na rysunku.



Graniczne krzywe uziarnienia

2.1.3.3. Cechy fizyczne i chemiczne kruszywa

Wymagania	
a) zawartość pyłów mineralnych poniżej 0,05 mm, %, nie więcej niż	4
b) zawartość zanieczyszczeń organicznych — barwa cieczy nad kruszywem badanym wg PN-66/B-06714 powinna być zgodna z barwą wzorcową lub jaśniejsza	—
c) zawartość zanieczyszczeń obcych, %, nie więcej niż	1
d) zawartość siarczanów i siarczków w przeliczeniu na SO ₃ , %, nie więcej niż	1
e) nasiąkliwość wagowa frakcji żwirowych, %, nie więcej niż	5
f) zawartość ziarn wydłużonych i płaskich, %, nie więcej niż	10
g) kruszywo żużłowe powinno być całkowicie odporne na rozpad krzemianowy i żelazawy	—

2.1.4. Chuda masa betonowa

2.1.4.1. Zawartość cementu należy przyjmować w granicach 5÷7% wag. liczonych w stosunku do kruszywa, zależnie od uziarnienia kruszywa i stosowanej marki cementu.

2.1.4.2. Zawartość wody powinna odpowiadać wilgotności optymalnej mieszanki kruszywa z cementem.

2.1.4.3. Zawartość powietrza zagęszczonej chudej masy betonowej nie powinna przekraczać 5,5% obj.

2.1.4.4. Wytrzymałość na ściskanie, oznaczana na walcach o średnicy i wysokości 16 cm, powinna zawierać się w granicach:

a) po 7 dniach — 3,5÷5,5 MN/m² (35÷55 kG/cm²)

b) po 28 dniach — 6÷9 MN/m² (60÷90 kG/cm²)

2.2. Warunki techniczne wykonania

2.2.1. Grubość podbudowy. Podbudowę z chudego betonu wykonuje się w jednej warstwie grubości 10÷20 cm lub w dwóch warstwach o łącznej grubości 25÷35 cm. Grubość górnej warstwy powinna być nie mniejsza niż 10 cm. W przypadku układania chudego betonu na innych warstwach nośnych grubość warstwy chudego betonu powinna wynosić również 10÷20 cm.

Dopuszczalne odchyłki od zaprojektowanej grubości podbudowy nie powinny przekraczać ±10%.

2.2.2. Podłoże pod układaną warstwę podbudowy powinno być wyrównane zgodnie z zaprojektowanym profilem i nawilżone przed układaniem masy betonu. Zagęszczenie podłoża gruntowego powinno wynosić co najmniej 95% zagęszczenia metodą normalną wg PN-59/B-04491.

W przypadku podłoża wysadzinowego podbudowę z chudego betonu należy zabezpieczyć przed skutkami mrozu.

2.2.3. Wytwarzanie masy betonowej. Mieszanie kruszywa z cementem i wodą należy wykonywać w betoniarkach lub zespołach do otaczania typu ciągłego. Zaleca się stosowanie betoniarek przeciwbieżnych — przy mniejszych robotach, natomiast otaczarek typu ciągłego mieszania — dla robót dużych. Wymieszanie powinno zapewnić jednorodność masy.

Na budowie, w miejscu widocznym w pobliżu miejsca zarabiania mieszanki, powinna być umieszczona tablica, na której w sposób trwały należy podać ustalony skład mieszanki na 1 m³ masy betonowej i na jeden zarób. Przy ustalaniu składu mieszanki należy uwzględnić wilgotność naturalną kruszywa.

2.2.4. Układanie masy betonowej. Masa betonowa powinna być układana za pomocą rozkładarek. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie układania ręcznego. W przypadku masy rozsegregowanej należy ją przed wbudowaniem przemieszać. Masa powinna być ułożona ściśle do przewidzianego profilu nawierzchni z zapasem na zagęszczenie.

2.2.5. Zagęszczanie masy betonowej. Zagęszczanie powinno być zakończone przed rozpoczęciem wiązania cementu. Zagęszczanie należy wykonać w sposób mechaniczny np. płytami wibracyjnymi lub walcami wibracyjnymi, albo walcami statycznymi. Wskaźnik zagęszczenia na budowie obliczony wg wzoru (9) powinien być nie mniejszy niż 98% maksymalnego zagęszczenia laboratoryjnego.

2.2.6. Prowadnice. W celu utrzymania prawidłowego profilu w czasie układania i zagęszczania oraz w celu zabezpieczenia krawędzi podbudowy zaleca się stosowanie prowadnic.

2.2.7. Równość w przekroju podłużnym mierzona zgodnie z BN-68/8931-04 powinna być taka, aby nierówności nie przekraczały:

- 9 mm — gdy na podbudowie ma leżeć jedna warstwa nawierzchni,
- 12 mm — gdy na podbudowie mają leżeć dwie lub więcej warstw nawierzchni.

2.2.8. Prawidłowość przekroju poprzecznego na odcinkach prostych powinna być taka, aby po przyłożeniu i spoziomowaniu łąty profilowej (szablону) prostopadle do osi drogi prześwity pomiędzy łątą profilową a powierzchnią podbudowy nie przekraczały wartości podanych w 2.2.7.

2.2.9. Szerokość podbudowy. Dopuszczalne odchyłki zarówno na prostych jak i na łukach nie

powinny przekraczać ± 5 cm szerokości przewidzianej projektem.

2.2.10. Pielęgnacja podbudowy. Bezpośrednio po zagęszczeniu należy świeży beton zabezpieczyć przed wyparowaniem wody przez pokrycie podbudowy preparatem powłokotwórczym, np. upłynionym lepiszczem bitumicznym, emulsją asfaltową itp. Zamiast podanych wyżej sposobów pielęgnacji można podbudowę przykryć warstwą piasku grubości 5 cm utrzymywaną przez 7 dni w stanie wilgotnym.

2.2.11. Otwarcie podbudowy do ruchu. Ruch pojazdów ogumionych po podbudowie dopuszcza się po osiągnięciu przez beton wytrzymałości 3,5 MN/m² (35 kG/cm²).

2.2.12. Układanie warstwy jezdnej. Warstwę jezdnią należy układać nie wcześniej niż po siedmiu dniach twardnienia podbudowy w temperaturze nie niższej niż 15°C.

3. BADANIA

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

- a) badania wstępne,
- b) badania w czasie budowy,
- c) badania odbiorcze po wykonaniu podbudowy.

3.2. Badania wstępne

3.2.1. Zakres badań. Badania wstępne obejmują:

- a) sprawdzenie przydatności kruszywa, cementu i wody,
- b) projektowanie masy.

3.2.2. Sprawdzanie przydatności kruszywa. Badanie cech fizycznych i chemicznych kruszyw należy przeprowadzać wg PN-66/B-06714.

Badanie odporności na rozpad krzemianowy i żelazawy kruszywa z żużla wielkopieczowego kawałkowego należy przeprowadzać wg PN-63/B-06731.

3.2.3. Sprawdzenie przydatności cementu

3.2.3.1. Badanie cech fizycznych cementu — wg PN-73/B-04300.

3.2.3.2. Badanie cech wytrzymałościowych cementu — wg PN-73/B-04302.

3.2.4. Sprawdzenie przydatności wody. W przypadku podejrzenia, że woda jest zanieczyszczona, należy wykonać trzy próbki walcowe o średnicy i wysokości 16 cm zarobione wodą odpowiadającą PN-58/B-32250 i trzy takie same próbki zarobione wodą, która ma być użyta do budowy. Średnia wytrzymałość R_{28} próbek zarobionych badaną wodą nie powinna być mniejsza od wytrzymałości próbek zarobionych wodą odpowiadającą PN-58/B-32250.

3.2.5. Projektowanie masy

3.2.5.1. Zakres czynności. Projektowanie masy obejmuje:

- ustalenie krzywej uziarnienia kruszywa,
- oznaczenie maksymalnej gęstości nasypowej (maksymalnego ciężaru nasypowego) i wilgotności optymalnej mieszanki kruszywa z cementem o założonej zawartości cementu,
- obliczenie ilości składników w 1 m³ chudej masy betonowej,
- wykonanie próbek kontrolnych,
- oznaczenie wytrzymałości na ściskanie,
- ustalenie ostatecznego składu masy.

3.2.5.2. Krzywa uziarnienia powinna się mieścić w granicach pokazanych na rysunku w 2.1.3.2. Ilości poszczególnych frakcji kruszywa wchodzącego w skład chudej masy betonowej powinny być tak dobrane, aby zawartość powietrza p była zgodna z wymaganiami 2.1.4.3.

3.2.5.3. Oznaczenie maksymalnej gęstości nasypowej (ρ_{ns}^{ck}) i wilgotności optymalnej mieszanki kruszywa z cementem (w_{opt}^{ck}). Wilgotność optymalną i maksymalną gęstość nasypową należy określać co najmniej na dwóch mieszankach kruszywa z cementem różniących się między sobą nie więcej niż o jeden procent zawartości cementu.

Najmniejszą wyjściową zawartość cementu c należy przyjmować równą pięć procent.

Oznaczenie wilgotności optymalnej w_{opt}^{ck} i maksymalnej gęstości nasypowej ρ_{ns}^{ck} mieszanki kruszywa z cementem należy wykonać wg PN-59/B-04491 stosując cylinder typu b i normalną metodę zagęszczania.

3.2.5.4. Obliczenie ilości składników w 1 m³ masy. W zależności od przyjętego stosunku mieszania cementu z kruszywem oraz określonych doświadczalnie wartości w_{opt}^{ck} i ρ_{ns}^{ck} wg 3.2.5.3, ilości składników w każdej mieszance oblicza się ze wzorów (1÷4):

- ilość cementu (C)

$$C = \frac{\rho_{ns}^{ck} \max}{100 + c} c \quad (1)$$

- ilość kruszywa (K)

$$K = \frac{100 \cdot \rho_{ns}^{ck} \max}{100 + c} \quad (2)$$

- ilość wody (W)

$$W = \rho_{ns}^{ck} \max \cdot \frac{w_{opt}^{ck}}{100} \quad (3)$$

- zawartość powietrza (P)

$$P = 10 p \quad (4)$$

w których oznaczenia jak w 1.4.

Procentową zawartość powietrza p występującą we wzorze (4) należy obliczyć ze wzoru (5)

$$p = \frac{100 (\rho_p^{ck} - \rho_{ns}^{ck} \max)}{\rho_p^{ck}} - w_{opt}^{ck} \cdot \frac{\rho_{ns}^{ck} \max}{1000} \quad (5)$$

a gęstość pozorną ρ_p^{ck} mieszanki kruszywa z cementem obliczyć można korzystając ze wzoru (6)

$$\rho_p^{ck} = \frac{100 + c}{\frac{c}{\rho^c} + \frac{100}{\rho^k}} \quad (6)$$

Po znalezieniu ilości poszczególnych składników należy przeprowadzić sprawdzenie, podstawiając ich wartości do równania (7), które przy prawidłowym wykonaniu obliczeń powinno być spełnione

$$1000 \left(\frac{C}{\rho^c} + \frac{K}{\rho^k} \right) + W + P = 1000 \quad (7)$$

Oznaczenia we wzorach (5÷7) jak w 1.4.

3.2.5.5. Wykonanie próbek kontrolnych. Znając ilości poszczególnych składników masy należy wykonać zaroby betonowe odpowiadające przyjętym zawartościom cementu przy określaniu w_{opt}^{ck} i $\rho_{ns}^{ck} \max$ zgodnie z 3.2.5.3. Z każdego zarobu należy wykonać serię sześciu próbek walcowych o wymiarach średnicy i wysokości równych 16 cm. Próbkę powinny być zagęszczane w trzech warstwach o jednakowej grubości. Każdą warstwę zagęszcza się osiemdziesięcioma uderzeniami ubijaka o średnicy 76,8 mm i masie 2,5 kg spadającego z wysokości 320 mm.

W ten sposób wykonane próbki przechowuje się w formach przez dwie doby w temperaturze $18 \pm 2^\circ\text{C}$. Następnie próbki wyjmują się z form i na okres dalszych pięciu dni umieszcza się w wilgotnym piasku, po czym przechowuje się je do chwili badania na powietrzu w temperaturze $18 \pm 2^\circ\text{C}$.

3.2.5.6. Oznaczenie wytrzymałości na ściskanie. Z każdej serii próbek wykonanych i przechowywanych jak w 3.2.5.5 należy poddać badaniu wytrzymałości na ściskanie trzy próbki po siedmiu dniach przechowywania i trzy próbki po dwudziestu ośmiu dniach przechowywania.

Próbki powinny być ściskane w kierunku osi walca przy użyciu podkładek elastycznych. Ciśnienie wywierane na próbkę powinno wzrastać z szybkością $0,2 \div 0,3 \text{ MN}/(\text{m}^2 \cdot \text{s})$ ($2 \div 3 \text{ kg}/(\text{cm}^2 \cdot \text{s})$).

Wytrzymałość betonu oblicza się z dokładnością do 0,1 MN/m² (1 kg/cm²) jako średnią arytmetyczną z trzech wyników. Przy obliczaniu średniej arytmetycznej należy odrzucić wynik niższy lub wyższy o 20% od tej średniej i wyznaczyć średnią arytmetyczną pozostałych wyników.

3.2.5.7. Ustalenie ostatecznego składu masy. Na podstawie uzyskanych wyników badań wytrzymałości próbek wykonanych zgodnie z 3.2.5.5 przyjmuje się skład masy odpowiadający najmniejszej ilości cementu, przy której otrzymano R_{28} w granicach 6÷9 MN/m² (60÷90 kG/cm²).

Przy ustalaniu ostatecznego składu masy należy uwzględnić wilgotność naturalną kruszywa.

Ilość wody W_R jaką powinno się wprowadzić do 1 m³ chudej masy betonowej przy kruszywie wilgotnym należy obliczyć ze wzoru (8)

$$W_R = \epsilon_{ns}^{ck} \max \left(\frac{w_{opt}^{ck}}{100} - \frac{w_n^k}{100 + c} \right) \quad (8)$$

w którym oznaczenia jak w 1.4.

3.3. Badania w czasie budowy

3.3.1. Zakres badań. Badania w czasie budowy obejmują sprawdzenie:

- zagęszczenia podłoża,
- uziarnienia kruszywa,
- wskaźnika zagęszczenia masy,
- wytrzymałości betonu na ściskanie,
- grubości warstwy betonu,
- szerokości podbudowy,
- prawidłowości profilu podłużnego i poprzecznego.

3.3.2. Sprawdzenie zagęszczenia podłoża. Zagęszczenie podłoża należy sprawdzać na każdej dziennej działce roboczej przynajmniej w dwóch miejscach. Kontrolę należy przeprowadzać bezpośrednio przed układaniem masy.

Badanie maksymalnej gęstości pozornej (maksymalnego ciężaru objętościowego szkieletu gruntowego) wg PN-59/B-04491 powinno objąć każdą dzienną działkę roboczą przy użyciu materiału pobranego z dołków próbnych.

3.3.3. Sprawdzenie uziarnienia kruszywa wykonuje się raz dziennie pobierając średnią próbkę laboratoryjną o masie co najmniej 5 kg z kosza zasypowego betoniarki.

3.3.4. Sprawdzenie wskaźnika zagęszczenia masy betonowej wykonuje się w jednym miejscu na dziennej działce roboczej. Bezpośrednio po za-

kończeniu zagęszczania należy w ułożonej warstwie wykonać otwór o objętości co najmniej 2 l. Wybraną masę należy zważyć, oznaczyć wilgotność próbki, a objętość otworu pomierzyć piaskiem kalibrowanym, lub inną sprawdzoną metodą.

Wskaźnik zagęszczenia W_z oblicza się ze wzoru (9)

$$W_z = \frac{\epsilon_{ns}^{ck}}{\epsilon_{ns}^{ck} \max} \cdot 100 \quad (9)$$

w którym oznaczenia jak w 1.4.

3.3.5. Sprawdzenie wytrzymałości na ściskanie. Bezpośrednio przed wbudowaniem chudej masy betonowej należy z każdej dziennej działki roboczej pobrać serię sześciu próbek wałcowych o średnicy i wysokości 16 cm. Probki należy formować i przechowywać zgodnie z 3.2.5.5.

Z każdej serii należy poddać badaniu 3 próbki po 7 dniach i 3 próbki po 28 dniach. Wytrzymałość na ściskanie R_7 i R_{28} określa się wg 3.2.5.6.

3.3.6. Sprawdzenie grubości warstwy wykonuje się w miejscach badania wskaźnika zagęszczenia. W przypadku większych różnic niż podane w 2.2.1 należy sprawdzić dodatkowo grubość w dwóch miejscach.

3.3.7. Sprawdzenie szerokości podbudowy wykonuje się przez pomiar co najmniej w trzech miejscach na dziennej działce roboczej.

3.3.8. Sprawdzenie prawidłowości profilu podłużnego i poprzecznego. Sprawdzenie prawidłowości profilu podłużnego przeprowadza się wg BN-68/8931-04, zaś profilu poprzecznego w 10 miejscach na każdym hektometrze łąta profilową i poziomnicą.

3.4. Badania odbiorcze

3.4.1. Zakres badań. Badania odbiorcze polegają na sprawdzeniu:

- technicznych dokumentów budowy,
- grubości warstwy chudego betonu, szerokości podbudowy oraz prawidłowości profilu podłużnego i poprzecznego.

3.4.2. Sprawdzenie technicznych dokumentów budowy. Przy odbiorze należy sprawdzić następujące techniczne dokumenty budowy:

- projekt techniczny,
- dziennik budowy,
- dokumentację badań laboratoryjnych,
- dokumentację badań podbudowy.

3.4.3. Sprawdzenie grubości i szerokości podbudowy oraz prawidłowości profilu. W przypadku gdy wyniki badań w czasie budowy wskazały na odchylenia od wymagań albo gdy nie wyko-

nano przepisanych badań należy sprawdzić grubość, szerokość i prawidłowość profilu co najmniej:

a) grubość — w dwóch miejscach na każdym kilometrze wg 3.3.6,

b) szerokość — w trzech miejscach na każdym kilometrze,

c) profil poprzeczny — raz na każdym hektometrze łąką profilową i poziomnicą, a profil podłużny wg BN-68/8931-04.

KONIEC

INFORMACJE DODATKOWE do BN-70/8933-03

Zmiany w stosunku do BN-64/8933-03

a) wprowadzone zostały jednostki układu SI,
b) zastrzono wymagania odnośnie kruszywa w celu zmniejszenia ilości cementu,

c) opracowano projektowanie chudej masy betonowej i podano wzory do obliczenia ilości składników w 1 m³ masy,

d) pomiar równości podbudowy oparto na BN-68/8931-04.