

### 3 Kontrola produkcji

#### 3.1 System oceny zgodności

Przy produkcji mieszanek niezwiązanych przeznaczonych do wykonywania warstw konstrukcji nawierzchni dróg należy stosować system 4.

#### 3.2 Kontrola procesu produkcyjnego

##### 3.2.1 Pobieranie próbek

Pobieranie próbek i ich przygotowanie do badań powinno być zgodne z PN-EN 13286-1.

##### 3.2.2 Zakładowa kontrola produkcji

Producent musi prowadzić zakładową kontrolę produkcji (ZKP) opisaną w załączniku C, aby zapewnić, że wyrób spełnia wymagania niniejszych Wymagań Technicznych.

##### 3.2.3 Gęstość szkieletu mieszanki

W ramach ZKP należy określać gęstość szkieletu i optymalną zawartość wody w badaniu Proctora według PN-EN 13286-2.

W przeprowadzanym badaniu Proctora uziarnienie pobranej próbki musi spełniać tolerancję  $\pm 5\%$ , m/m w stosunku do deklarowanej przez producenta wartości (S) na każdym sicie. Zawartość pyłów w próbce należy podawać.

### 4 Opis i oznaczenie

Mieszanki kruszywa muszą być identyfikowalne przez następujące informacje:

- a) powołanie na niniejsze Wymagania Techniczne,
- b) źródło i producent, – jeśli materiał został przemieszczony, powinno być podane zarówno źródło jak i lokalizacja składowiska,
- c) wymiar górnego sita (D),
- d) rodzaj(e) kruszywa zawartego w mieszance lub gruntu zawierającego kruszywo
- e) gęstość szkieletu mieszanki i wilgotność optymalna.

### 5 Oznakowanie

Dokument dostawy powinien zawierać, co najmniej następujące dane:

- a) oznaczenie według asortymentu
- b) datę wysyłki i pochodzenie
- c) wielkość dostawy
- d) kolejny numer dokumentu dostawy.

### 6 Ustalenia formalne

Niniejsze Wymagania Techniczne do normy PN-EN 13285 *Mieszanki niezwiązane* - Wymagania nie stanowią przepisu techniczno-budowlanego w rozumieniu prawa.

### Przykładowe opisy mieszanek kruszyw z recyklingu

#### A.1 Wprowadzenie

Skład mieszanek kruszyw z recyklingu należy ustalić poprzez sortowanie wizualne przy zastosowaniu procedur opisanych w punkcie A.2.

Jeżeli zastosowana zostanie mieszanka zgodna z poniższym opisem, powinna ona wykazywać skład odpowiadający każdorazowo odnośnej tablicy:

- mieszanki z przekruszonego betonu (tablica A.1);
- mieszanki z przekruszonego muru (tablica A.2);
- mieszanki z przekruszonego betonu i muru (tablica A.3);
- destruk asfaltowy (tablica A.4);
- popiół powstały ze spalania odpadów z gospodarstw domowych (tablica A.5);

**UWAGA 1** Składy podane w tablicach odzwierciedlają praktyki stosowane w niektórych krajach i są podawane, jako wytyczna. Dopuszczalne są inne mieszanki, również mieszanki o wysokim udziale standaryzowanego destruktu asfaltowego

**UWAGA 2:** Jeżeli w tablicach podana jest gęstość, wówczas jest to gęstość ziaren suszonych w suszarce laboratoryjnej, ustalana według EN 1097-6.

#### A.2 Kontrola

##### A.2.1 Minimalna masa próbki analitycznej

Masa próbki analitycznej niezbędna do wykonania oznaczenia składu mieszanki zależy od wymiaru największego ziarna w mieszance:

- $D \leq 32 \text{ mm}$             4 000 g;
- $D > 32 \text{ mm}$             10 000 g.

##### A.2.2 Metoda badania

Zgodnie z EN 933-1 próbkę mieszanki należy przepłukać na sicie 8 mm. Sito nie może być przeładowane.

Pozostałość na sicie jest suszona do masy stałej i podawana, jako *M*.

Wymyte i wysuszone ziarna są sortowane metodą wizualną w następujące grupy:

- kruszywa z przekruszonej skały;
- kruszywa ze żwiru;
- beton i inne hydraulicznie związane mieszanki;
- żużel (łącznie z rodzajem żużlu, jeżeli jest znany);
- cegły, mury i bloki betonowe;
- mur z cegły wapienno piaskowej;
- kruszywa lekkie;
- destruk asfaltowy;
- zanieczyszczenia organiczne – drewno, tworzywo sztuczne itp.

Należy określić masę  $m_i$  każdej wydzielonej grupy i obliczyć jej procentową zawartość w całej masie mieszanki  $M$ , według poniższego wzoru, oraz podać tę wartość:

$$100 \times m_i/M \quad [ \% (m/m) ]$$

Tablica A.1 – Mieszanki z betonu przekruszonego

Składniki		Zawartość, [% (m/m)]
Główne składniki	Przekruszony beton (o gęstości > 2,1 Mg/m <sup>3</sup> ) i kruszywo łącznie z żużlem)	≥ 90
Inne materiały ziarniste	Przekruszony mur	≤ 10
	Destrukt asfaltowy	≤ 5
Zanieczyszczenia	Składniki spoiste (łącznie z gliną)	≤ 1
	Składniki organiczne	≤ 0,1

Tablica A.2 – Mieszanki z przekruszonego muru

Składniki		Zawartość, [% (m/m)]
Główne składniki	Przekruszony mur (gęstość > 1,6 Mg/m <sup>3</sup> ), przekruszony beton (gęstość > 2,1 Mg/m <sup>3</sup> ) i kruszywo (łącznie z żużlem)	≥ 80
Inne materiały ziarniste	Materiały ziarniste o gęstości < 1,6 Mg/m <sup>3</sup>	≤ 20
	Destrukt asfaltowy	≤ 5
Zanieczyszczenia	Składniki spoiste (łącznie z gliną)	≤ 1
	Składniki organiczne	≤ 0,1

Tablica A.3 – Mieszanki z przekruszonego betonu i muru

Składniki		Zawartość, [% (m/m)]
Główne składniki	Przekruszony beton (gęstość > 2,1 Mg/m <sup>3</sup> ) i kruszywo (łącznie z żużlem)	≥ 50
Inne materiały ziarniste	Przekruszony mur	≤ 50
	Destrukt asfaltowy	≤ 5
	Materiały ziarniste o gęstości > 1,6 Mg/m <sup>3</sup>	≤ 10
Zanieczyszczenia	Składniki spoiste (łącznie z gliną)	≤ 1
	Składniki organiczne	≤ 0,1

Tablica A.4 – Przekruszone materiały drogowe

Składniki		Zawartość, [%(m/m)]
Główne składniki	Materiały drogowe – łącznie z kruszonym betonem, niezwiązanymi kruszywami i przekruszone mieszanki kruszyw związane hydraulicznie	$\geq 90$
	Destrukt asfaltowy	$\leq 30$
Zanieczyszczenia	Składniki spoiste (łącznie z gliną)	$\leq 1$
	Składniki organiczne	$\leq 0,1$

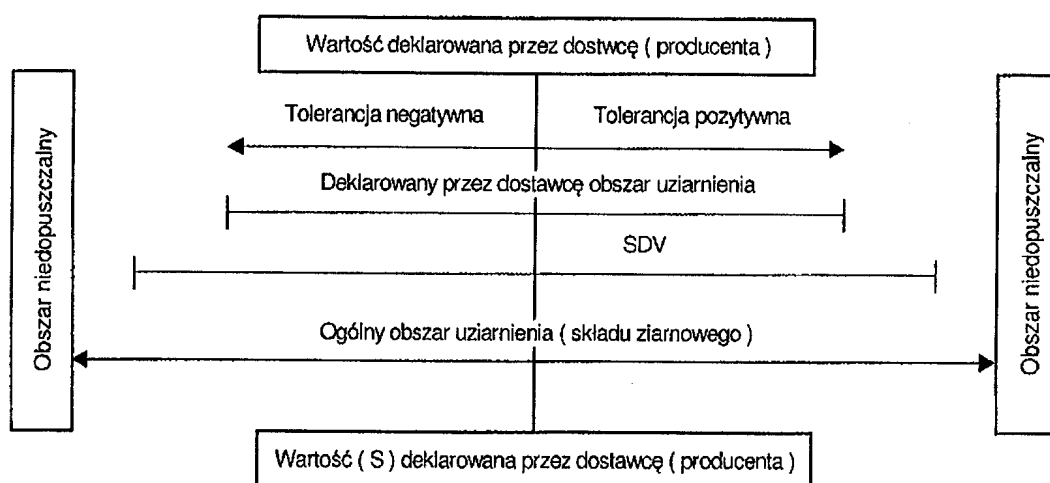
Tablica A.5 – Popiół powstały ze spalania odpadów komunalnych

Składniki		Zawartość grubego kruszywa [%(m/m)]
Główne składniki	Ziarniste substancje mineralne, łącznie ze szkłem, ceramiką, żużlem itp.	$\geq 90$
Inne składniki	Żelazo i inne metale	$\leq 5$
Zanieczyszczenia	Składniki niespalone	$\leq 6$
	Składniki organiczne	$\leq 5$
	Popiół lotny ze spalania odpadów komunalnych	0

## Zastosowanie wartości deklarowanej przez dostawcę/producenta

### B.1 Określenia

Na rysunku B.1 przedstawiono terminologię użytą w punkcie 2.3.5, a dotyczącą sprawdzania uziarnienia poszczególnych partii mieszanki.



Rysunek B.1 Zastosowanie wartości deklarowanej przez dostawcę [producenta]

### B.2 Ogólny zakres uziarnienia

Wyniki wszystkich badań mających na celu ustalenie składu ziarnowego powinny być zgodne z zakresem składu ziarnowego podanym na rysunkach 2-21, przy czym zakres uziarnienia podany na rysunkach 2-8 i 15-21 odpowiada kategorii Gv w tablicy 6 normy PN-EN 13285.

### B.3 Wartość, jaką dostawca powinien deklarować w odniesieniu do zakresu uziarnienia

Wartość średnia, obliczona z wyników wszystkich badań mających na celu ustalenie składu ziarnowego, powinna odpowiadać wartości podanej przez dostawcę w odniesieniu do zakresu składu ziarnowego przedstawionego na rysunkach 9-11 i 12-14. Zakres ten odpowiada kategorii G<sub>B</sub> podanej w tablicy 6 PN-EN 13285.

### B.4 Wartość deklarowana przez dostawcę

Dostawca podaje wartość w celu umożliwienia przeprowadzenia w miejscu dostawy kontroli poszczególnych partii mieszanki. Podana (deklarowana) przez dostawcę wartość mieści się w obrębie zakresu podanej przez dostawcę wartości składu ziarnowego.

*Typowe uziarnienie dostarczanej mieszanki powinno być przez dostawcę deklarowane, aby umożliwić kontrolę uziarnienia poszczególnych dostaw na placu budowy. Deklarowane przez dostawcę uziarnienie powinno mieścić się wewnątrz „SDV”.*

W przypadku słabych kruszyw należy również badać i deklarować wartości uziarnienia, po 5 krotnym zagęszczeniu metodą Proctora. Kryterium przydatności takiej mieszanki jest spełnione, jeżeli uziarnienie mieszanki po pięciokrotnym zagęszczeniu metodą Proctora, spełnia wymagania podane w niniejszych WT.

### **B.5 Tolerancje do porównania z wartością deklarowaną przez dostawcę**

Przynajmniej 90% partii badanych przez maksymalny okres sześciu miesięcy powinno wykazywać skład ziarnowy odpowiadający odpowiednim zakresom tolerancji, podanym w tabeli 2 jeżeli przeprowadza się porównanie z odpowiednią wartością podaną przez dostawcę. Zastosowanie zakresu tolerancji nie powinno powodować akceptowania wartości wykraczających poza całkowity odpowiadający zakres składu ziarnowego, opisany w punkcie B.2.

*Co najmniej 90 % wyników badań uziarnienia wykonanych w okresie nie dłuższym niż sześć miesięcy powinno odpowiadać tolerancjom podanym w tablicy 4 oraz wymaganiom tablicy 5 z uwzględnieniem wartości (S) deklarowanej przez dostawcę. Wszystkie wartości muszą mieścić się wewnątrz opisanego w punkcie B.2 ogólnego zakresu.*

### **Zakładowa kontrola produkcji mieszanek niezwiązanych**

#### **C.1 Informacje ogólne**

Niniejszy załącznik określa system zakładowej kontroli produkcji mieszanek kruszyw (mieszanek niezwiązanych), który powinien zapewnić, że spełniają one odpowiednie wymagania normy PN-EN 13285. System ten stosuje się także w odniesieniu do gruntów.

Przydatność systemu zakładowej kontroli produkcji należy oceniać według zasad określonych w niniejszym załączniku.

#### **C.2 Organizacja**

##### **C.2.1 Odpowiedzialność i uprawnienia**

Należy określić zakres odpowiedzialności, uprawnienia i wzajemne relacje całego personelu zarządzającego, wykonującego i kontrolującego [sprawdzającego] czynności [prace] związane z jakością [wpływające na jakość]. To obowiązuje także wobec personelu niezależnego organizacyjnie od kierownictwa, w celu:

- a) inicjowania działań zapobiegających pojawianiu się wadliwych wyrobów
- b) identyfikacji i rejestracji każdej odchyłki jakości wyrobu i podjęcia odpowiednich środków.

##### **C.2.2 Pełnomocnik kierownictwa zakładu lub firmy do spraw zakładowej kontroli produkcji**

W każdym zakładzie wytwarzającym mieszanki niezwiązane producent powinien wyznaczyć osobę, która ma odpowiednie uprawnienia i dba o to aby wymagania określone w niniejszym załączniku były wprowadzone i stosowane.

##### **C.2.3 Ocena ze strony kierownictwa zakładu lub firmy**

System zakładowej kontroli produkcji musi być w odpowiednich odstępach czasu auditowany i kontrolowany przez kierownictwo firmy, w celu potwierdzenia jego ciągłej przydatności i skuteczności w zakresie spełnienia wymagań niniejszego załącznika. Zapisy z tych kontroli muszą być przechowywane.

#### **C.3 Procedury kontrolne**

Producent musi ustanowić i prowadzić księgę zakładowej kontroli produkcji, zawierającą ustalone procedury, według wymagań których będzie prowadzona zakładowa kontrola produkcji.

##### **C.3.1 Zarządzanie dokumentami i danymi**

Zarządzanie dokumentami i danymi powinno obejmować te dokumenty i dane, które są istotne do spełnienia wymagań niniejszych Wymagań Technicznych i dokumenty dotyczące zaopatrzenia, obróbki i nadzorowania produkcji oraz zakładowej kontroli produkcji.

Księga zakładowej kontroli produkcji powinna zawierać procedurę regulującą postępowanie z dokumentami i danymi, w której będzie określony sposób i odpowiedzialność za przyjmowanie, wydawanie, dystrybucję i administrowanie wewnętrznymi i zewnętrznymi dokumentami i danymi jak również przygotowanie, publikację oraz rejestrację wszystkich zmian w dokumentacji.

### **C.3.2 Udzielanie podzleceń**

Jeśli część procesu producent powierzy podwykonawcy, to musi być zapewniona możliwość kontroli jego działalności.

Producent powinien przejąć całkowitą odpowiedzialność za wszystkie wykonywane przez podwykonawcę elementy procesu związane z jakością.

### **C.3.3 Informacje na temat składników mieszanki**

Pochodzenie i rodzaj wszystkich składników mieszanki, które są do dyspozycji w miejscu jej wytwarzania, musi być wyczerpująco udokumentowana.

Producent ponosi odpowiedzialność za to, aby w żadnym przypadku zawartości ewentualnie występujących substancji niebezpiecznych nie przekroczyły obowiązujących granic ustalonych do miejsca w którym będą wykorzystywane mieszanki niezwiązane.

## **C.4 Zarządzanie procesem produkcyjnym**

System zakładowej kontroli produkcji musi spełniać następujące wymagania:

- a) W ramach systemu zakładowej kontroli produkcji powinny być wdrożone procedury dotyczące identyfikacji i kontroli materiałów;

Uwaga : Mogą to być procedury dotyczące utrzymania i dostosowywania urządzeń produkcyjnych, procedury kontroli lub badań próbek materiałów pobieranych w trakcie produkcji i procedury modyfikacji procesu produkcyjnego w razie złej pogody, itd.

- b) W ramach systemu zakładowej kontroli produkcji powinny być zastosowane procedury dotyczące identyfikacji i kontroli wszystkich substancji niebezpiecznych, oznaczonych według C.3.3, tak, aby w żadnym przypadku nie doszło do przekroczenia obowiązujących granic ustalonych dla miejsca, w którym będą wykorzystywane mieszanki niezwiązane.
- c) W ramach systemu zakładowej kontroli produkcji powinny być zastosowane procedury, których przestrzeganie zapewni, że wszystkie mieszanki będą składowane w sposób kontrolowany, a składowiska i magazynowane mieszanki będą odpowiednio oznaczone.
- d) W ramach systemu zakładowej kontroli produkcji powinny być stosowane procedury, których przestrzeganie zapewni, że w mieszankach pobieranych ze składowiska nie zaszły żadne zmiany ich właściwości w zakresie, który stanowiłby zagrożenie ich przydatności.
- e) Wyroby powinny być możliwe do zidentyfikowania pod względem pochodzenia i rodzaju aż do momentu ich sprzedaży.

## **C.5 Kontrola i badania**

### **C.5.1 Informacje ogólne**

Producent musi dołożyć starań, aby do prowadzenia wymaganego nadzoru i badań były do dyspozycji wszystkie niezbędne urządzenia, wyposażenie i przeszkolony personel.

### **C.5.2 Urządzenia do badań**

Producent jest odpowiedzialny za sprawdzanie wzorcowanie (kalibrację) i utrzymanie wyposażenia do pomiarów i kontroli.

Dokładność i częstość wzorcowania (kalibracji) musi być zgodna z wymaganiami odnośnej metody badania.



Wyposażenie do badań musi być stosowane zgodnie z udokumentowanymi procedurami.

Wyposażenie do badań musi być w sposób jednoznaczny oznaczone. Zapisy z wzorcowania (kalibracji) muszą być zachowywane.

### C.5.3 Częstość i miejsce kontroli, pobierania próbek i badań

W księdze systemu zakładowej kontroli produkcji musi być podana częstość i rodzaj kontroli. Podane minimalne częstości badań stosowane są przy niezmiennym składzie mieszanki. W przypadku zmiany surowca lub jego właściwości do produkcji mieszanki należy każdorazowo wykonać wymieniony w p. 1-9 zakres badań.

Częstość pobierania próbek i wykonywania badań w celu określenia najważniejszych, niżej wyszczególnionych właściwości musi być nie mniejsza niż:

1. Uziarnienie mieszanki, zawartość pyłów i nadziarna: raz na każde 5000 ton i nie mniej niż raz na tydzień, (w przypadku słabych kruszyw: naturalnych, sztucznych i z recyklingu należy uziarnienie również badać po 5 krotnym zagęszczeniu metodą Proctora).
2. Kształt kruszywa grubego: raz w miesiącu,
3. Zawartości ziaren o powierzchni przekruszonej lub łamanych oraz ziaren całkowicie zaokrąglonych w kruszywie grubym: raz w miesiącu,
4. Mrozoodporność: jeden raz na rok; dotyczy każdorazowo mieszanki produkowanej przez cały okres wg tego samego składu (recepty),
5. Wrażliwość mieszanki na działanie mrozu, wskaźnik SE: raz w miesiącu,
6. Badanie Proctora wg PN-EN 13286-2 , (wilgotność optymalna i gęstość szkieletu mieszanki): 2 razy na rok; dotyczy każdorazowo mieszanki produkowanej przez cały okres wg tego samego składu (recepty),
7. Wskaźnik nośności CBR wg PN-EN 13286-47: 2 razy na rok,;
8. Wskaźnik filtracji, w przypadku mieszanek stosowanych do warstw odsączających powinien być kontrolowany, wg załącznika D, po zagęszczeniu, z częstością ustaloną przez projektanta, ale nie rzadziej niż 2 razy na rok; dotyczy każdorazowo mieszanki produkowanej przez cały okres wg tego samego składu (recepty),
9. Istotne cechy środowiskowe: w odniesieniu do mieszanek z kruszyw sztucznych i z recyklingu powinny być ustalone przez projektanta wymagania wobec zawartości siarczanów, jeśli mieszanka będzie się stykała z betonem cementowym, w także wymagania wobec składników ulegających wymywaniu z mieszanki, jeśli w opinii ekologicznej stwierdzono możliwość przekroczenia stężeń przekraczających dopuszczalne granice.

Uwaga 1: Częstość badań odnoszona jest generalnie do okresów produkcji. Jest ona definiowana jako, liczony w dniach roboczych, cały tydzień, miesiąc lub rok.

Uwaga 2: W ramach systemu zakładowej kontroli produkcji może być wymagana kontrola wizualna. Wszelkie nieprawidłowości stwierdzone podczas kontroli wizualnej mogą być podstawą do zwiększenia częstości badań.

Uwaga 3: Jeśli mierzona wartość jest bliska wartości granicznej, ustalonej do danej właściwości, to może być konieczne zwiększenie częstości badań.

Uwaga 4: W określonych warunkach częstości, badań podane w punktach 1-5, mogą ulec zmniejszeniu. Do takich warunków mogą należeć:

- a) wysoko zautomatyzowane urządzenia produkcyjne;
- b) długotrwałe doświadczenia w uzyskiwaniu jednorodności określonych właściwości;

- c) źródła dostaw o dużej jednorodności;
- d) funkcjonujący system zarządzania jakością z dodatkowymi środkami nadzoru i obserwacji procesu produkcyjnego.

Producent musi sporządzić plan badań uwzględniający minimalne wymagania podane w punktach 1-9.

Uzasadnienie zmniejszenia częstości badań musi być zarejestrowane w dokumentacji zakładowej kontroli produkcji.

## C.6 Zapisy

Wyniki zakładowej kontroli produkcji powinny być rejestrowane, w tym z podaniem miejsca, daty i godziny pobrania próbki oraz wskazaniem badanego wyrobu a także podaniem wszelkich innych odnośnych informacji, np. warunków atmosferycznych.

Uwaga: Niektóre właściwości mogą ewentualnie dotyczyć kilku wyrobów i w takim przypadku producent, na podstawie swoich doświadczeń, może skorzystać z możliwości odniesienia wyników jednego badania do kilku wyrobów. Przypadek ten występuje zwłaszcza wtedy, gdy wyrób jest produkowany z dwóch lub więcej różnych frakcji. Istnieje możliwość, że właściwości materiałowe nie zmieniają się, ale uziarnieni lub czystość powinny być zbadane.

Gdy kontrolowany lub badany wyrób nie odpowiada wartości deklarowanej przez dostawcę lub gdy istnieją oznaki, że wartość deklarowana przez dostawcę może nie być osiągnięta to w zapisach należy podać informację o podjętych krokach (np. przeprowadzenie nowego badania i/lub skorygowanie procesu produkcji).

Należy sporządzać zapisy wymagane we wszystkich rozdziałach niniejszego załącznika.

Zapisy muszą być przechowywane, co najmniej przez okres wyznaczony przez przepisy prawne.

Uwaga: „Wyznaczony przez przepisy prawne” jest okres, w którym wymagane jest przechowywanie zapisów zgodnie z przepisami obowiązującymi w miejscu produkcji mieszanki.

## C.7 Nadzorowanie wadliwych wyrobów

Po przeprowadzeniu kontroli lub badania, które wykazało, że wyrób nie spełnia przewidzianych wymagań, powinien on być :

- a) przetworzony;
- b) skierowany do innego zastosowania, do którego jest on odpowiedni lub
- c) odrzucony i oznaczony, jako wadliwy

Producent powinien rejestrować i rozpoznawać wszystkie przypadki niezgodności i w miarę potrzeby podjąć działania korygujące.

Uwaga: Działania korygujące mogą polegać na :

- a) rozpoznaniu przyczyny niezgodności łącznie ze sprawdzeniem przebiegu badania i wprowadzeniem niezbędnych zmian (nowych ustawień);
- b) analizie procesu, operacji roboczych, zapisów dotyczących jakości, raportów zakładowych (raportów z prac utrzymania ruchu), skarg klientów w celu wykrycia i wyeliminowania potencjalnych przyczyn usterek;
- c) spowodowaniu, adekwatnych do stwierdzonego zagrożenia, działań zapobiegawczych dotyczących występujących problemów;
- d) podjęciu kontroli w celu sprawdzenia, że przeprowadzono skuteczne działania korygujące;
- e) wprowadzeniu i rejestrowaniu w procedurach zmian wynikających z działań korygujących.

## **C.8 Przemieszczanie, składowanie i przechowywanie w zakładzie**

Producent powinien zastosować wszelkie niezbędne środki zapewniające utrzymanie jakości wyrobu podczas jego przemieszczania i składowania.

Uwaga: Działania te powinny uwzględniać:

- a) zanieczyszczenie wyrobu;
- b) segregację;
- c) czystość maszyn i urządzeń oraz powierzchni składowania.

## **C.9 Transport i pakowanie**

### **C.9.1 Transport**

System zakładowej kontroli produkcji powinien określać zakres odpowiedzialności producenta za składowanie i wysyłkę wyrobów.

Uwaga: Jeśli mieszanka jest przewożona luzem, niezbędne może być jej przykrycie lub zastosowanie pojemników w celu zredukowania zanieczyszczeń.

### **C.9.2 Pakowanie**

Jeśli mieszanka zostanie zapakowana, to zastosowane sposoby i materiały do jej zapakowania nie mogą spowodować zanieczyszczenia mieszanki lub pogorszenia jej jakości w takim stopniu, że właściwości mieszanki ulegną znacznej zmianie jeszcze przed usunięciem opakowania. Wszelkie wskazówki dotyczące przeznaczenia i składowania opakowanej mieszanki powinny być określone na opakowaniu lub w dołączonych dokumentach towarzyszących.

## **C.10 Szkolenie personelu**

Producent powinien wprowadzić i stale przestrzegać procedury szkolenia całego personelu uczestniczącego w systemie zakładowej kontroli produkcji. Powinny być prowadzone odpowiednie zapisy dotyczące szkolenia.

## Oznaczanie współczynnika filtracji wg ISO/TS 17892-11:2004

### D.1 Zakres

Niniejszą procedurę, która zawiera postanowienia zgodne z dokumentem normalizacyjnym ISO/TS 17892-11: 2004 *Badania geotechniczne – Badania laboratoryjne gruntów – cz. 11: Oznaczanie filtracji przy stałym i obniżającym spadku hydraulicznym*, stosuje się do robót ziemnych w budownictwie drogowym, do czasu opublikowania przez Polski Komitet Normalizacyjny polskiej wersji tego dokumentu. Określa on metody badań laboratoryjnych stosowanych do oznaczenia współczynnika filtracji gruntów nasyconych wodą. W przedstawionych badaniach, próbki poddaje się przepływowi wody. Do obliczenia współczynnika filtracji, mierzy się ciśnienie i objętość wody przechodzącej przez próbkę. Uzyskane wyniki służą wyliczeniu przepływu wody gruntowej oraz oceny przepuszczalności wykonywanych warstw odsączających.

### D.2 Terminy i definicje

W niniejszej procedurze badania stosuje się następujące terminy i definicje.

#### D.2.1 Natężenie przepływu

$Q$  - ilość wody przechodząca przez próbkę w jednostce czasu  $t$

#### D.2.2 Prędkość przepływu

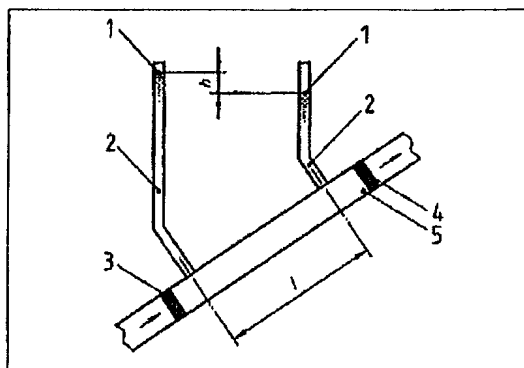
$V$  - prędkość przepływu wody na jednostkę powierzchni gruntu (włącznie z cząstkami i porami) prostopadle do kierunku przepływu

#### D.2.3 Spadek hydrauliczny

$i$  - stosunek różnicy wysokości (ciśnienia hydraulicznego)  $h$  pomiędzy dwoma punktami pomiarowymi do długości drogi przepływu  $l$  (odległość między punktami mierzona w kierunku przepływu, patrz rys. D.1).

#### Objaśnienia

- 1 spadek hydrauliczny pomiędzy punktami pomiarowymi
- 2 rurka ciśnieniowa (pomiarowa)
- 3 blok filtracyjny
- 4 blok filtracyjny
- 5 próbka



Rysunek D.1 Przepływ wody w próbce gruntu

## 2.4. Współczynnik filtracji

$k$  - zgodnie z prawem Darcy'ego do przepływu laminarnego, współczynnik filtracji do gruntu nasyconego wodą,  $k$ , jest to stosunek prędkości przepływu  $v$  do spadku hydraulicznego  $i$ .

## D.3 Ogólna procedura badania

Badanie można wykonać wykorzystując formy z aparatu Proctora oraz prosty zestaw filtracyjny, umożliwiający zachowanie stałego spadku hydraulicznego.

### D.3.1 Ogólne wymagania

#### D.3.1.1 Uziarnienie, struktura uziarnienia i objętość

Uziarnienie, struktura uziarnienia i objętość nie powinny się zmieniać w czasie pomiarów filtracji.

#### D.3.1.2 Właściwości wody

Woda użyta do badania nie powinna wymywać składników próbki, ani osadzać jakichkolwiek rozpuszczonych lub zawieszonych substancji.

Należy stosować wodę najbardziej podobną do wody, jaka znajduje się w porach. Z reguły wystarcza odpowietrzona woda z kranu.

#### D.3.1.3 Stopień nasycenia

Podczas pomiarów filtracji próbka ma pozostać nasycona, w celu wyeliminowania pęcherzyków powietrza.

Nasycenie próbki można uzyskać np. przez przepłukanie próbki wodą lub stosując odwrócony przepływ wody z dołu do góry.

#### D.3.1.4 Spadek hydrauliczny

Do celów testu spadek hydrauliczny można dobrać pod warunkiem, że charakterystyka przepływu uzyskana przy obranym spadku będzie odpowiadać prawu Darcy'ego. W przypadku wątpliwości czy warunki są zgodne z prawem Darcy'ego należy różnicować spadek hydrauliczny, aby to sprawdzić. Gdy przepływ jest nie liniowy, spadek hydrauliczny w trakcie badania powinien być w przybliżeniu taki jak w terenie. Zaleca się przyjmowanie spadku hydraulicznego w zakresie 0,3 – 0,8.

#### D.3.1.5 Temperatura

Badanie należy przeprowadzać przy w miarę stałej temperaturze otoczenia ( $\pm 2^\circ\text{C}$ ), w której temperatura próbki oraz wody powinna być w równowadze. Temperaturę należy mierzyć i odnotowywać.

Aby uzyskać powtarzalne wyniki, wartości  $k$  oznaczone w trakcie badania należy przeliczyć do temperatury odniesienia  $10^\circ\text{C}$  używając poniższego wzoru (1) Poiseuille:

$$k_{10} = \alpha \times k_T \quad (1)$$

$$\alpha = \frac{1,359}{1 + 0,0337 \times T + 0,00022 \times T^2} \quad (2)$$

w którym:

$T$  - temperatura wody ( $^{\circ}\text{C}$ ) w czasie badania

$k_T$  - współczynnik filtracji w temperaturze otoczenia (m/s)

$\alpha$  - poprawka obliczona lub wzięta z tabeli D.1. Do wartości pośrednich zezwala się liniową interpolację.

Tabela D.1 Poprawka  $\alpha$  na lepkość wody

Temperatura $T$ [ $^{\circ}\text{C}$ ]	5	10	15	20	25
Poprawka $\alpha$ [-]	1,158	1,000	0,874	0,771	0,686

#### D.3.1.6 Wymiary próbki

Średnica i wysokość próbki powinna być dobrana tak, aby zapobiec jakiegokolwiek niejednorodności wpływającej na wyniki badań.

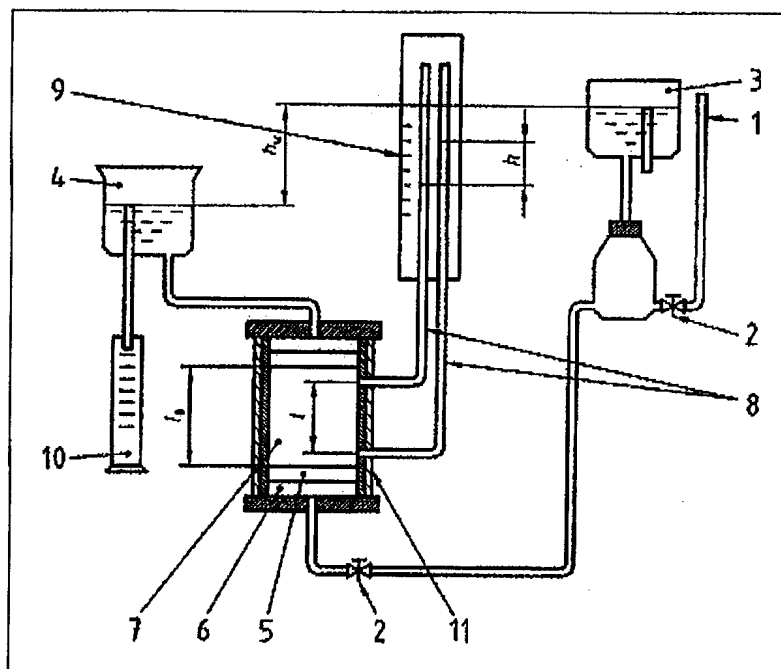
Stosunek maksymalnej średnicy ziaren do średnicy próbki lub długości powinien być nie mniejszy niż 1:5

W zależności od wymiaru ziarna  $D$  należy stosować formy Proctora zgodnie z PN-EN 13 286: 2007 typu

$B$  ( $d_1 = 150, 0 \pm 1, 0 \text{ mm}$ ,  $h_1 = 120, 0 \pm 1, 0 \text{ mm}$ ) lub  $A$  ( $d_1 = 250, 0 \pm 1, 0 \text{ mm}$ ,  $h_1 = 200, 0 \pm 1, 0 \text{ mm}$ )  $\pm 1, 0 \text{ mm}$

#### D.3.1.7 Aparatura

Schemat przykładowej aparatury do badania wodoprzepuszczalności, przedstawiono na rys.D.2



1 wlot wody odpowietrzonej	9 podziałka
2 zacisk lub zawór kulkowy	10 cylinder miarowy
3 zbiornik wody wpływającej	11 komora
4 zbiornik wody wypływającej	$h$ różnica poziomów piezometrycznych
5 filtr	$h_w$ różnica poziomów w zbiornikach wody
6 płytka perforowana z siatką drucianą	wpływającej i wypływającej
7 próbka	$l$ długość filtracji
8 rurki piezometryczne	$l_0$ wysokość próbki

Rysunek D.2 Przykład zestawu do badania filtracji przy stałym spadku hydraulicznym

### D.3.1.8 Przygotowanie próbki

Materiał należy zagęścić do wskaźnika zagęszczenia  $I_s = 1,00$ , przy użyciu np. aparatu Proctora.

### D.3.1.9 Wykonanie badania

**D.3.1.9.1** Formę z próbką umieszcza się w aparaturze, podłącza się rury, zostawiając delikatnie otwarty wlot wody, aby jej poziom wzrastał powoli bez możliwości uwiecznienia powietrza w porach. Aby usunąć niewielkie ilości powietrza, należy pozwolić by woda przepływała przez próbkę przez pewien czas (efekt odpowietrzania będzie bardziej skuteczny przy przepływie wody z dołu do góry)

**D.3.1.9.2** Przed rozpoczęciem właściwego badania, należy ponownie zamknąć zacisk. Poziomy w rurach piezometrycznych powinny być takie same jak w zbiorniku wypływowym. W przeciwnym razie rury piezometryczne nie będą właściwie funkcjonować.

**D.3.1.9.3** Jak próbka zostanie odpowietrzona, a rury przygotowane do właściwego funkcjonowania, zacisk przy podstawie komory powinien zostać zwolniony a wpływ wody kontrolowany poprzez dostosowanie drugiego zacisku tak by woda przepływała przez pozostały zacisk stałym strumieniem. Jeśli to nie jest możliwe należy zredukować różnicę poziomów między dwoma zbiornikami.

**D.3.1.9.4** Aby określić  $k$ , należy określić ilość wody zebraną w cylindrze miarowym w regularnych odstępach czasu. Należy mierzyć także temperaturę wody.

**D.3.1.9.5** Badanie należy zacząć przy bardzo małej różnicy poziomów  $h$  (patrz rys.D.2) i powtarzać z coraz większą różnicą.

**D.3.1.9.6** Najprostszym sposobem na uzyskanie stałego poziomu wody wpływającej do próbki jest użycie zbiornika z przelewem, do którego wprowadza się więcej wody niż przechodzi przez próbkę (patrz rys. D.2). Poziom wody opuszczającej próbkę (na wylocie) utrzymuje się na stałej wysokości dzięki danemu ciśnieniu nasycającemu lub zapewniając przelew, przy pomiarze ilości wody przelewającej się.

## D.4 Obliczanie wyników

Wydatek wody należy obliczyć na podstawie równania:

$$Q = \frac{\Delta V}{\Delta t} \quad (3)$$

w którym:

$\Delta V$  - ilość wody zebranej w wybranym przedziale czasu ( $m^3$ )

$\Delta t$  - odpowiadający przedział czasu (s)

Współczynnik filtracji uzyskuje się z równania:

$$k = \frac{Q \times l}{A \times h} \quad (4)$$

w którym:

$h$  - różnica w poziomie wody w rurkach (m)

$l$  - odległość między punktami do których przyłączone są rurki piezometryczne (m)

$A$  - poprzeczne pole próbki (m<sup>2</sup>).

## D.5 Sprawozdanie z badań

Sprawozdanie z badań powinno potwierdzać, że badanie przeprowadzono zgodnie z niniejszą procedurą i powinno zawierać następujące informacje:

- a) metodę badania
- b) identyfikację próbki (numer wiercenia, numer próbki, numer badania itp.)
- c) opis gruntu zawierający maksymalny rozmiar ziaren w gruntach gruboziarnistych
- d) wymiary próbki
- e) typ próbki (o nienaruszonej strukturze, o naruszonej strukturze lub ponownie uformowana)
- f) gęstość lub współczynnik porowatości przed i po badaniu
- g) wilgotność przed i po badaniu
- h) spadek hydrauliczny lub w przypadku zmiennego, maksymalny i minimalny poziom, wartości  $h$  odpowiadające różnym wartościom  $i$
- i) ciśnienie nasycające lub stopień nasycenia na początku i na końcu próbki
- j) temperaturę otoczenia
- k) temperaturę odniesienia
- l) kierunek przepływu
- m) współczynnik filtracji w temperaturze odniesienia (patrz 4.1.5.)
- n) poziom ciśnienia, (jeśli zadane)
- o) wszelkie odchylenia od procedury lub aparatury
- p) uwagi o rodzaju badania i aparatu.



