

BUDOWNICTWO SPECJALNE	NORMA BRANŻOWA	BN-76
	Budownictwo hydrotechniczne	8950-03
	Obliczanie współczynnika filtracji gruntów niespoistych na podstawie uziarnienia i porowatości	Zamiast BN-64/8950-03
		Grupa katalogowa VII 70

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy jest obliczanie wartości współczynnika filtracji gruntów niespoistych za pomocą empirycznych wzorów na podstawie uziarnienia i porowatości gruntu lub ustalenie go wg tablicy na podstawie uziarnienia gruntu.

1.2. Zakres stosowania normy. Obliczenie współczynnika filtracji gruntów niespoistych wg wzorów empirycznych lub ustalenie tej wartości wg tablicy powinno być stosowane przy obliczeniach związanych z przesączaniem się wody w gruncie, jeżeli określenie orientacyjnej jego wartości jest wystarczające i gdy próbkę gruntu można traktować jako reprezentatywną dla danego ośrodka lub warstwy.

1.3. Określenia

1.3.1. Przedział obliczeniowy. Każda z wydzielonych, w celu obliczenia współczynnika filtracji, części całej objętości próbki gruntu zawierająca cząstki gruntu o średnicach zastępczych zawartych między średnicą d_g stanowiącą górne ograniczenie przedziału oraz średnicą d_d stanowiącą dolne ograniczenie przedziału.

1.3.2. Średnica efektywna (d_{10}). Średnica odpowiadająca na wykresie uziarnienia gruntu 10% zawartości ziarn w próbce gruntu.

1.3.3. Pozostałe określenia — według PN-74/B-02480.

2. WZORY I TABLICA DO OBLICZANIA WSPÓLCZYNNIKA FILTRACJI

2.1. Wybór sposobu ustalenia wartości współczynnika filtracji. Dla gruntów mieszczących się w przedziale średnic efektywnych $d_{10} = 0,06 \div 0,28$ mm oraz porowatości $n = 0,32 \div 0,47$, wartość współczynnika filtracji należy obliczać wg wzoru Krügera. W przypadku gdy próbka gruntu nie spełnia podanych warunków należy dla gruntów mających średnicę efektywną mieszczącą się w przedziale $d_{10} = 0,06 \div 0,6$ mm oraz wskaźnik niejednorodności uziarnienia gruntu mieszczący

się w przedziale $U = 1,0 \div 20,0$ stosować tablicę Beyera.

2.2. Obliczenie współczynnika filtracji za pomocą wzoru Krügera

2.2.1. Wzór Krügera ma postać:

$$k_{10} = 1350 \frac{n}{S^2} \quad (1)$$

w którym:

- k_{10} — współczynnik filtracji wody w gruncie przy jej temperaturze równej 10°C , cm/s,
- n — porowatość gruntu wyrażona ułamkiem właściwym, określona za pomocą badań laboratoryjnych lub przyjmowana wg tabl. 1,
- S — sumaryczna powierzchnia cząstek gruntu zawartych w 1 cm^3 próbki gruntu, cm^2 .

Tablica 1. Orientacyjne wartości porowatości (n) gruntów niespoistych

Grunt	Porowatość (n)
Zwir	0,27
Piasek gruby ze żwirem	0,38
Piasek gruby	0,40
Piasek drobny	0,42
Piasek pylasty	0,47

2.2.2. Sumaryczna powierzchnia cząstek gruntu (S) powinna być obliczona wg wzoru

$$S = 60 (1 - n) \sum_{i=1}^N \frac{g_i}{d_i} \quad (2)$$

w którym:

- N — liczba przedziałów obliczeniowych w próbce gruntu, którą należy przyjmować zgodnie z 2.2.3,
- i — kolejny numer przedziału obliczeniowego,
- g_i — część całkowitej objętości próbki gruntu, stanowiąca i -ty przedział obliczeniowy, wyrażona ułamkiem właściwym,
- d_i — przeciętna średnica ziarn i -tego przedziału obliczeniowego, mm, przy czym

Zgłoszona przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej
Ustanowiona przez Ministra Rolnictwa dnia 15 marca 1976 r. jako norma obowiązująca w zakresie czynności określonych normą od dnia 1 stycznia 1977 r. (Dz. Norm. i Miar nr 11/1976 poz. 39)

Tablica 2. Wartość współczynnika filtracji w zależności od d_{10} i d_{60} przy temperaturze wody 10°C

d_{60} mm	d_{10} mm																																
	0,060	0,065	0,070	0,075	0,080	0,085	0,090	0,10	0,11	0,12	0,13	0,14	0,15	0,16	0,18	0,20	0,22	0,24	0,26	0,28	0,30	0,32	0,35	0,38	0,40	0,42	0,45	0,50	0,55	0,60			
0,06	4,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
0,08	4,1	5,0	5,8	6,7	7,7	—	—	—	—	$\times 10^{-4}$ m/s										—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
0,10	4,0	4,7	5,1	6,4	7,3	8,4	9,6	1,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
0,12	3,8	4,4	5,0	6,2	7,0	8,1	9,2	1,1	1,4	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
0,15	3,6	4,2	4,9	5,9	6,7	7,8	8,8	1,1	1,4	1,7	2,1	2,3	2,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
0,20	3,4	4,0	4,7	5,6	6,4	7,3	8,4	1,0	1,3	1,6	2,0	2,2	2,6	2,9	3,8	4,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
0,25	3,2	3,8	4,5	5,3	6,1	7,0	8,0	1,0	1,2	1,6	1,9	2,1	2,5	2,8	3,6	4,6	5,6	6,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
0,30	3,1	3,6	4,3	5,1	5,9	6,7	7,7	9,6	1,2	1,5	1,8	2,0	2,4	2,7	3,5	4,5	5,4	6,6	8,0	9,3	1,1	—	$\times 10^{-3}$ m/s					—	—	—	—		
0,40	2,9	3,4	4,1	4,8	5,6	6,3	7,3	9,0	1,2	1,4	1,7	1,9	2,3	2,6	3,3	4,2	5,1	6,3	7,5	8,8	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	—	—	—	—	—	—		
0,50	2,8	3,3	3,9	4,6	5,3	6,0	7,0	8,6	1,1	1,4	1,6	1,8	2,2	2,5	3,2	4,0	4,9	6,0	7,2	8,4	1,0	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,4	3,0	—	—	—		
0,60	2,7	3,2	3,7	4,4	5,1	5,8	6,7	8,4	1,1	1,3	1,6	1,8	2,1	2,4	3,1	3,8	4,7	5,8	6,9	8,1	9,4	1,1	1,4	1,6	1,8	2,0	2,3	2,9	3,6	4,3	—		
0,80	2,5	3,0	3,5	4,2	4,9	5,5	6,3	7,9	1,0	1,2	1,5	1,7	2,0	2,2	2,9	3,6	4,4	5,4	6,5	7,7	9,0	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,1	2,7	3,4	4,1	—		
1,0	2,4	2,9	3,4	4,0	4,7	5,2	6,0	7,5	9,5	1,2	1,4	1,6	1,9	2,1	2,8	3,5	4,2	5,2	6,2	7,3	8,5	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,6	3,2	4,0	—		
1,2	2,3	2,8	3,3	3,8	4,5	5,0	5,8	7,3	9,2	1,1	1,4	1,5	1,8	2,0	2,7	3,3	4,1	5,0	6,0	7,0	8,1	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	2,0	2,5	3,1	3,9	—		
1,5	—	—	3,1	3,6	4,3	4,8	5,5	7,0	8,8	1,0	1,3	1,4	1,8	1,9	2,6	3,2	3,9	4,8	5,7	6,7	7,7	9,3	1,1	1,3	1,4	1,6	1,9	2,4	3,0	3,7	—		
2,0	—	—	—	—	—	5,2	6,6	8,3	1,0	1,2	1,4	1,7	1,8	2,4	3,0	3,7	4,5	5,4	6,4	7,3	8,7	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,3	2,8	3,4	—	—		
2,5	—	—	$\times 10^{-5}$ m/s				—	—	—	7,8	9,5	1,2	1,3	1,6	1,8	2,3	2,8	3,5	4,4	5,2	6,1	7,0	8,3	1,0	1,2	1,3	1,5	1,7	2,2	2,7	3,3	—	
3,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,2	1,5	1,7	2,2	2,7	3,4	4,2	5,0	5,8	6,6	8,0	9,5	1,1	1,3	1,4	1,6	2,1	2,6	3,1	—	
4,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2,6	3,2	3,9	4,7	5,5	6,3	7,6	9,0	1,1	1,2	1,3	1,5	2,0	2,5	3,0	—		
5,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3,7	4,5	5,2	6,1	7,2	8,5	1,0	1,2	1,3	1,4	1,9	2,4	2,8	—		
6,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5,0	5,9	6,9	8,1	9,7	1,1	1,2	1,3	1,8	2,3	2,7	—		
8,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	$\times 10^{-4}$ m/s					—	—	—	7,7	9,2	1,0	1,2	1,3	1,7	2,2	2,6	—	
10,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	9,7	1,1	1,2	1,6	2,1	2,5	—	—	
12,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1,6	2,0	2,4	—	—	

$$d_i = \frac{d_{g(i)} + d_{d(i)}}{2} \quad (3)$$

gdzie $d_{g(i)}$ oraz $d_{d(i)}$ — górne i dolne ograniczenie i -tego przedziału obliczeniowego, mm.

2.2.3. Dobór przedziałów obliczeniowych powinien być przeprowadzony w taki sposób, aby ich liczba nie była mniejsza od siedmiu, podział był możliwie regularny oraz aby wykres uziarnienia gruntu w przedziale dolnych 10% zawartości cząstek zastępczych był podzielony na co najmniej 3 przedziały.

2.3. Obliczenie współczynnika filtracji za pomocą tablicy Beyera należy stosować posługując się wartością d_{60} oraz d_{10} co umożliwia bezpośred-

nie odczytanie z tabl. 2 wartości współczynnika filtracji.

W celu określenia wartości pośrednich w stosunku do podanych w tablicy 2 należy stosować interpolację liniową.

2.4. Wpływ temperatury na wartość współczynnika filtracji należy określać wg wzoru

$$k_t = k_{10}(0,7 + 0,03 t) \quad (4)$$

w którym:

k_t — współczynnik filtracji wody posiadającej temperaturę $t^\circ\text{C}$, m/s,

k_{10} — współczynnik filtracji wody posiadającej temperaturę 10°C , m/s,

t — temperatura wody, $^\circ\text{C}$.

KONIEC

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej.

2. Istotne zmiany w stosunku do BN-64/8950-03

a) zaktualizowano i skrócono tekst, wprowadzono poprawki redakcyjne i informacyjne dodatkowe z przykładem,

b) zalecono stosowanie wzoru Krügera i tablic Beyera,

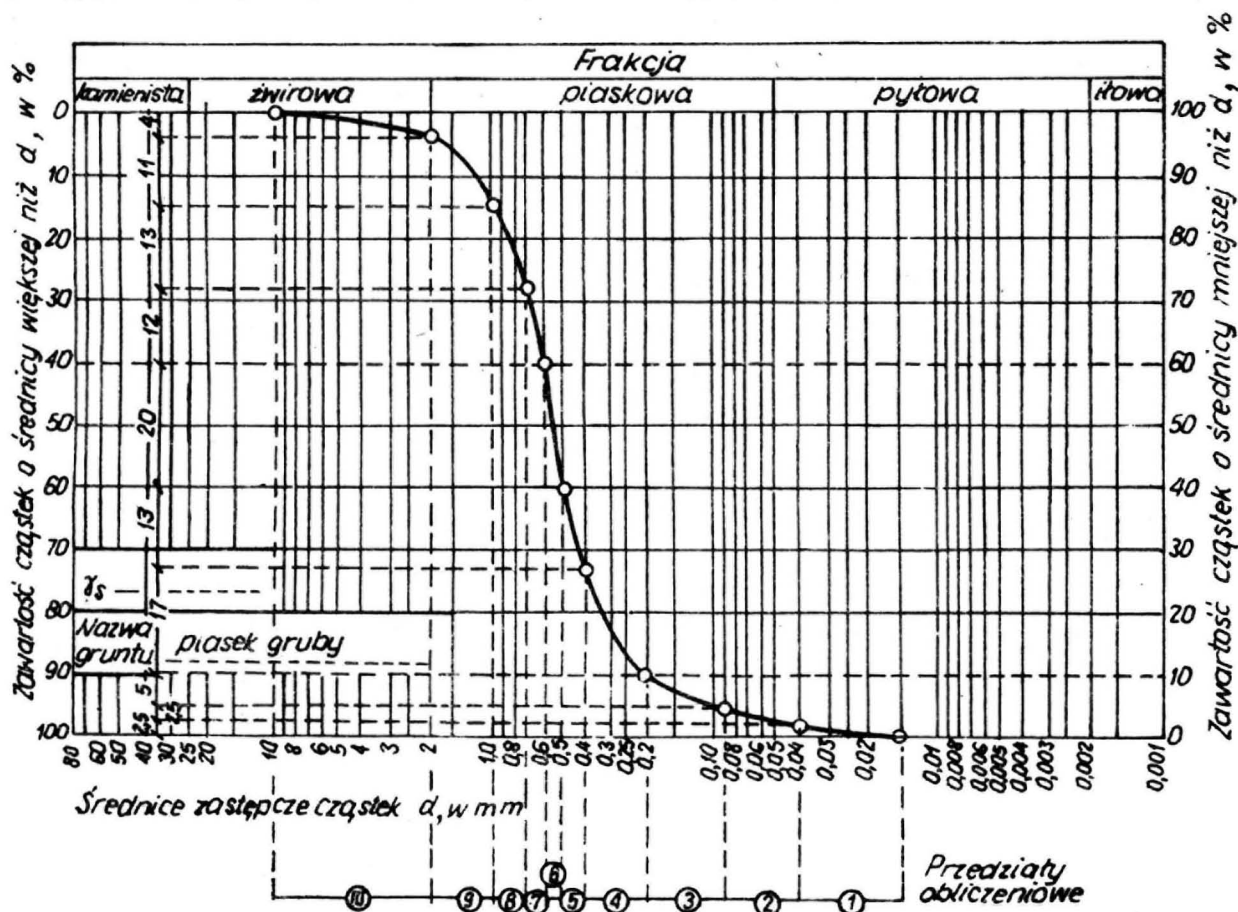
c) usunięto wzory Seelheima i Hazena, które nie uwzględniają porowatości gruntu, niedostatecznie są uza-

leżnione od uziarnienia gruntu i dają wyniki zbyt odbiegające od wartości rzeczywistych.

3. Normy związane

PN-74/B-02480 Grunty budowlane. Podział, nazwy, symbole i określenia

4. Przykład zastosowania wzoru Krügera. Należy obliczyć współczynnik filtracji wody w gruncie, którego wykres uziarnienia przedstawia rysunek. Temperatura filtrującej się wody wynosi 12°C .



Z wykresu uziarnienia odczytano $d_{10} = 0,2$ mm. Przedmiotowy grunt można zakwalifikować jako piasek gruby z niewielką domieszką żwiru. Z tabl. 1 przyjęto $n = 0,38$. Zatem spełnione są warunki stosowalności wzoru Krügera, sprecyzowane w p. 2.1.

Na wykresie uziarnienia gruntu przeprowadzono podział na dziesięć przedziałów obliczeniowych, spełniając warunki podane w p. 2.2.3. Obliczenia pomocnicze do obliczenia S zestawiono w tablicy.

Numer kolejny przedziału obliczeniowego i	Średnica zastępcza, mm			g_i w ułamkach właściwych	$\frac{g_i}{d_i}$
	$d_{g(i)}$	$d_{d(i)}$	d_i		
1	0,04	0,015	0,027	0,025	0,926
2	0,09	0,04	0,065	0,025	0,385
3	0,20	0,09	0,145	0,050	0,345
4	0,40	0,20	0,30	0,17	0,566
5	0,50	0,40	0,45	0,13	0,289
6	0,60	0,50	0,55	0,20	0,364
7	0,70	0,60	0,65	0,12	0,184
8	1,00	0,70	0,85	0,13	0,153
9	2,00	1,00	1,50	0,11	0,0734
10	10,00	2,00	6,00	0,04	0,0067
Suma				1,00	3,3021

Po obliczeniu sumy wyrażen $\frac{g_i}{d_i}$ równej

$$\sum_{i=1}^{10} \frac{g_i}{d_i} = 3,3021$$

obliczono sumaryczną powierzchnię cząstek gruntu wg wzoru (2)

$$S = 60(1-n) \sum_{i=1}^N \frac{g_i}{d_i} = 60(1-0,38) 3,3021 = 122,94 \text{ cm}^2$$

wg wzorów (4) oraz (1) obliczono z kolei k_{12}

$$k_{10} = 1350 \frac{n}{S^2} = 1350 \cdot \frac{0,38}{122,94^2} = 0,0339 \text{ cm/s} =$$

$$= 0,000339 \text{ m/s,}$$

$$k_{12} = k_{10} (0,7 + 0,03 t) = 0,000339 (0,7 + 0,03 \cdot 12) =$$

$$= 0,000339 \cdot 1,06 = 0,000359 \text{ m/s.}$$

5. **Przykład zastosowania tablicy Beyera.** Należy obliczyć współczynnik filtracji wody w gruncie, określonym jako żwir z domieszką piasku. Dane:

$$d_{10} = 0,5 \text{ mm}$$

$$d_{60} = 10 \text{ mm}$$

$$n = 0,27$$

$$U = \frac{d_{60}}{d_{10}} = \frac{10}{0,5} = 20,0$$

Temperatura filtrującej się wody wynosi 12°C . Warunki stosowania tablicy Beyera są spełnione.

Z tabl. 2 odczytano $k_{10} = 1,6 \cdot 10^{-3} \text{ m/s} = 0,0016 \text{ m/s}$ wg wzoru (4) dla $t = 12^\circ\text{C}$

$$k_{12} = k_{10} (0,7 + 0,03 t) = 0,0016 (0,7 + 0,03 \cdot 12) = 0,001695 \text{ m/s.}$$

6. **Autor projektu normy** — doc. dr hab. inż. Artur Wieczysty Politechnika Krakowska, Instytut Inżynierii Sanitarnej.