



Ocena możliwości stosowania metody jednopunktowej z wykorzystaniem penetrometru stożkowego w celu oznaczenia granicy płynności

mgr inż. Krystyna Jaśkiewicz

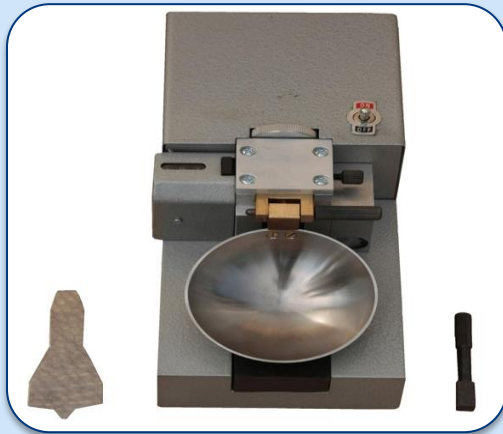
mgr inż. Małgorzata Wszędyrówny-Nast

Granica płynności

Definicje:

- wg **PN-EN ISO 14688-2:2006** - wilgotność, oznaczana w badaniu granicy płynności, przy której grunt drobnoziarnisty przechodzi ze stanu plastycznego w płynny.
- wg **K.H. Head** – wilgotność, przy której grunt przechodzi ze stanu plastycznego w płynny, oznaczana w badaniu granicy płynności.
- wg **A. Casagrande'a** - jest to wilgotność w procentach, jaką ma masa gruntowa umieszczona w aparacie Casagrande'a w momencie, gdy wykonywana w niej bruzda zlewa się przy dwudziestym piątym uderzeniu miseczki o podstawę, na długości 10 mm i wysokości 1 mm.

Metody oznaczenia granicy płynności:



Metoda Casagrande'a:

- wg PN-B-04481:1988
- wg ISO/DIS 17892-12 „status draftu”



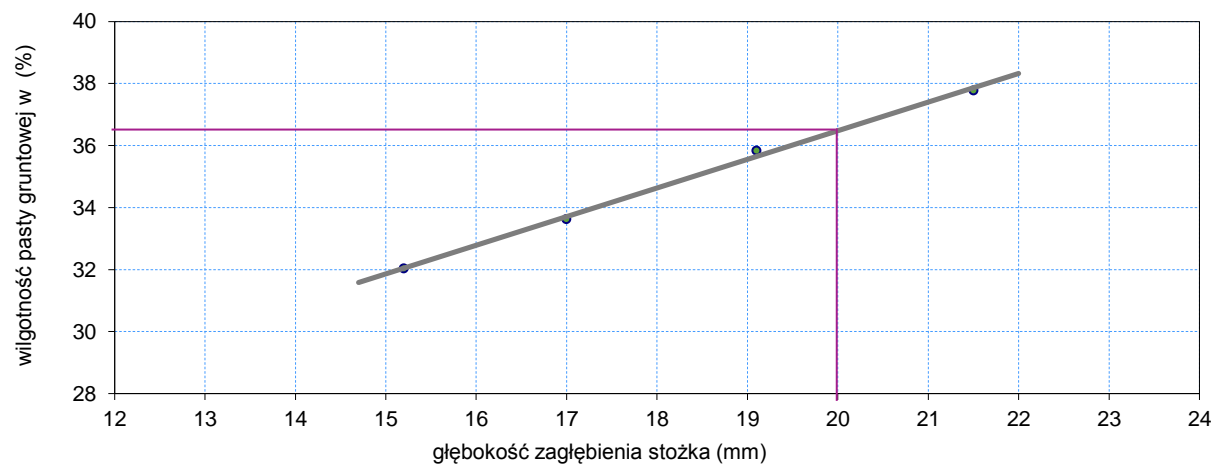
Metoda Penetrometru stożkowego:

- wg PN-B-04481:1988
- wg PKN-CEN ISO/TS 17892-12:2009

Zestawienie parametrów stożków stosowanych w różnych krajach

	Kąt wierzchołkowy (°)	Masa stożka (g)	Głębokość penetracji odpowiadająca granicy płynności (mm)
Szwecja /Sweden (Karlsson, 1977)	60	60	10,0
Francja/ France (NF P94-052.1)	30	80	17,0
Wielka Brytania / The UK (BS 1377:Part 2:1990)	30	80	20,0
Polska/ Poland (PN-88/B-04481)	30	80	18,0 (+wzór przeliczeniowy / transformation equation)
Eurokod 7/ Eurocode 7 (PKN-CEN ISO/TS 17892-12)	30	80	20,0
	60	60	10,0

Wykres zmian wilgotności w zależności od głębokości zagłębienia stożka





Ocena możliwości stosowania metody jednopunktowej z wykorzystaniem penetrometru stożkowego w celu oznaczenia granicy płynności

Cel: przyspieszenie procesu wykonywania oznaczenia granicy płynności w warunkach laboratoryjnych prowadząc to do większej wydajności całego procesu identyfikacji gruntów oraz zmniejszenia kosztów.

Dokonano oceny możliwości wykorzystania metody jednopunktowej do oznaczenia wartości granicy płynności za pomocą penetrometru stożkowego, w odniesieniu do nowych zapisów (w stosunku do ST12) w aktualnie opiniowanej normie ISO/DIS 17892-12.



Wzór nr 1- opisane przez Leroueil'a i Le Bihan'a (1996)

$$W_{Lc} = \frac{40(w-15)}{P_{30}+20} + 15 \quad (1)$$

gdzie:

w_{Lc} – granica płynności [%]

P_{30} – zagłębienie stożka (80 g / 30°) [mm]

w – wilgotność pasty gruntowej przy danym zagłębieniu [%]

Zasięgiem stosowalności wzoru (1) jest zagłębienie w przedziale 16-22 mm.

Wzór nr 2- Sherwood i Ryley (1970) oraz Nagraj i Jayadeva (1981)

$$W_{Lc} = \frac{w}{0,65 + 0,0175P_{30}} \quad (2)$$

gdzie:

w_{Lc} – granica płynności [%]

P_{30} – zagłębienie stożka (80 g / 30°) [mm]

w – wilgotność pasty gruntowej przy danym zagłębieniu [%]



Ocena możliwości stosowania metody jednopunktowej z wykorzystaniem penetrometru stożkowego w celu oznaczenia granicy płynności



Metodyka:

- przebadano 649 próbek gruntów drobnoziarnistych zróżnicowanych pod względem wartości liczbowych parametrów fizycznych oraz środowiska depozycji.
- Dla każdego gruntu wykonano oznaczenie składu granulometrycznego metodą areometryczną zgodnie z procedurą PKN-CEN ISO/TS 17892-4.
- Nazwę poszczególnych gruntów określono zgodnie z PN-86/B-0248 jak i według PN-EN ISO 14688-2

Zestawianie wyników analizy uziarnienia dla różnych gruntów z obszaru Polski:

Liczba danych	Symbol gruntu wg PN-B-02480:1986	Symbol gruntu wg PN-EN ISO 14688-2	Uśredniona zawartość frakcji [%]			
			f_{z+k}^*	f_p^*	f_{π}^*	f_i^*
48	<i>Pg</i>	<i>clSa, siSa, grsiSa, grclSa</i>	12	60	21	7
231	<i>Gp</i>	<i>clSa, sasiCl</i>	3	48	30	18
120	<i>Gpz</i>	<i>sasiCl, saCl</i>	1	48	29	23
58	<i>G</i>	<i>sasiCl</i>	4	42	40	14
27	<i>Gz</i>	<i>sasiCl</i>	3	34	40	24
42	<i>Gπ</i>	<i>clSi</i>	0	12	72	17
44	<i>Gπz</i>	<i>clSi</i>	0	11	65	25
45	<i>I</i>	<i>Cl, saCl, sasiCl</i>	3	32	38	16
11	<i>Iπ</i>	<i>Cl, siCl</i>	0	5	56	39
14	<i>II</i>	<i>saSi</i>	0	14	81	5
9	<i>IIp</i>	<i>saclSi</i>	6	32	47	22

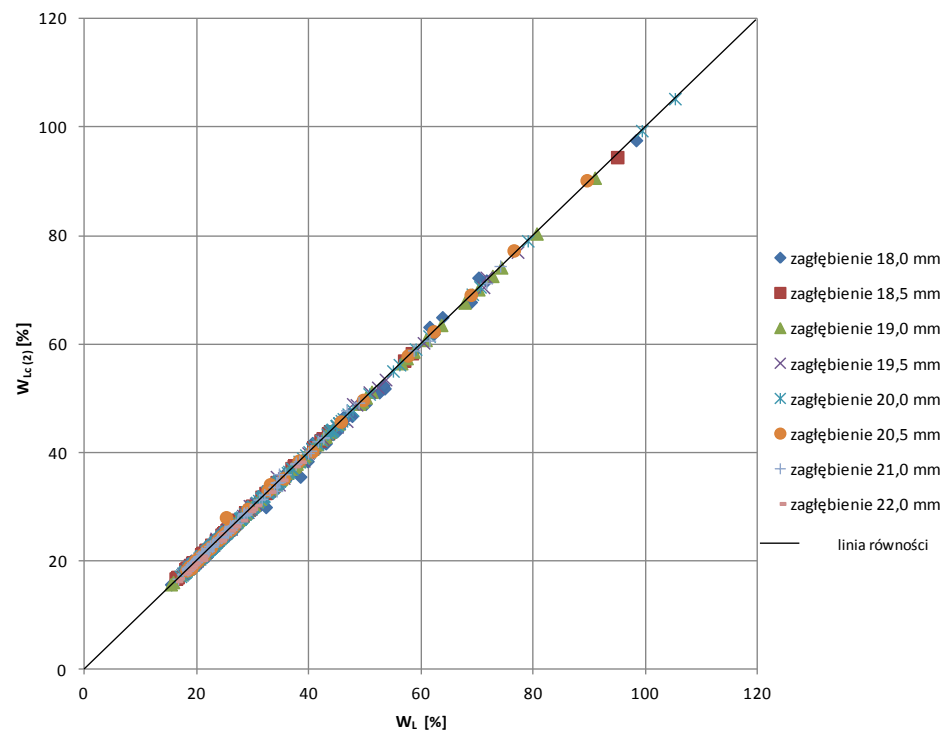
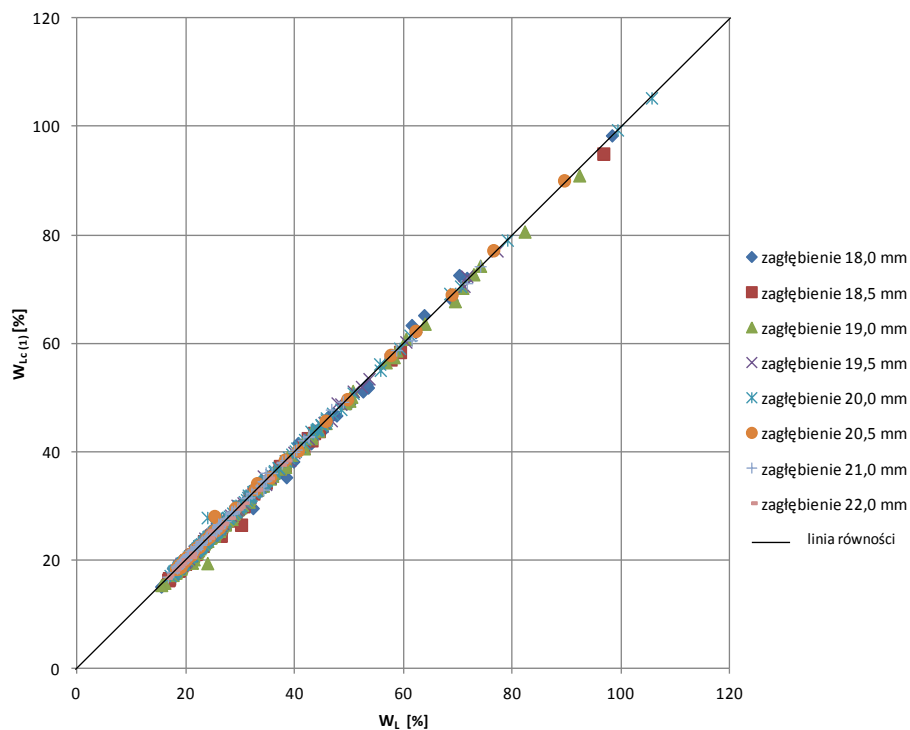
*wartości średnic zastępczych podane zgodnie z normą PN-B-02480:1986



Metodyka:

- Na każdej próbce wykonano oznaczenie granicy płynności metodą penetrometru stożkowego wg Specyfikacji Technicznej PKN-CEN ISO/TS 17892-12 (2009) przy użyciu stożka o kącie wierzchołkowym 30° oraz masie 80 g.
(Granica płynności uzyskana tą metodą definiowana jest jako wilgotność, która odpowiada zagłębieniu stożka na określoną głębokość - 20 mm. Jej wartość ustalono na podstawie interpolacji, między co najmniej czterema punktami.)
- Do analizy wybrano wyniki 806 zagłębień penetrometru stożkowego i odpowiadającej im wilgotności pasty gruntowej w przedziale zagłębienia stożka od 18 mm do 22 mm (zmiana co 0,5 mm)
- Dla każdej wartości zagłębienia stożka obliczono granicę płynności wg wzorów-
 $W_{Lc\ wg\ (1)}$ i $W_{Lc\ wg\ (2)}$ - oraz porównano ją z wartością uzyskaną metodą tradycyjną (czteropunktową) zgodną z ST 12 - w_L .

Ocena możliwości stosowania metody jednopunktowej z wykorzystaniem penetrometru stożkowego w celu oznaczenia granicy płynności



Zależność między granicą płynności - w_L wg ST12 (metoda czteropunktowa) a granicą płynności obliczoną - w_{LC} ze wzoru (1)

Zależność między granicą płynności - w_L wg ST12 (metoda czteropunktowa) a granicą płynności obliczoną - w_{LC} ze wzoru (2)

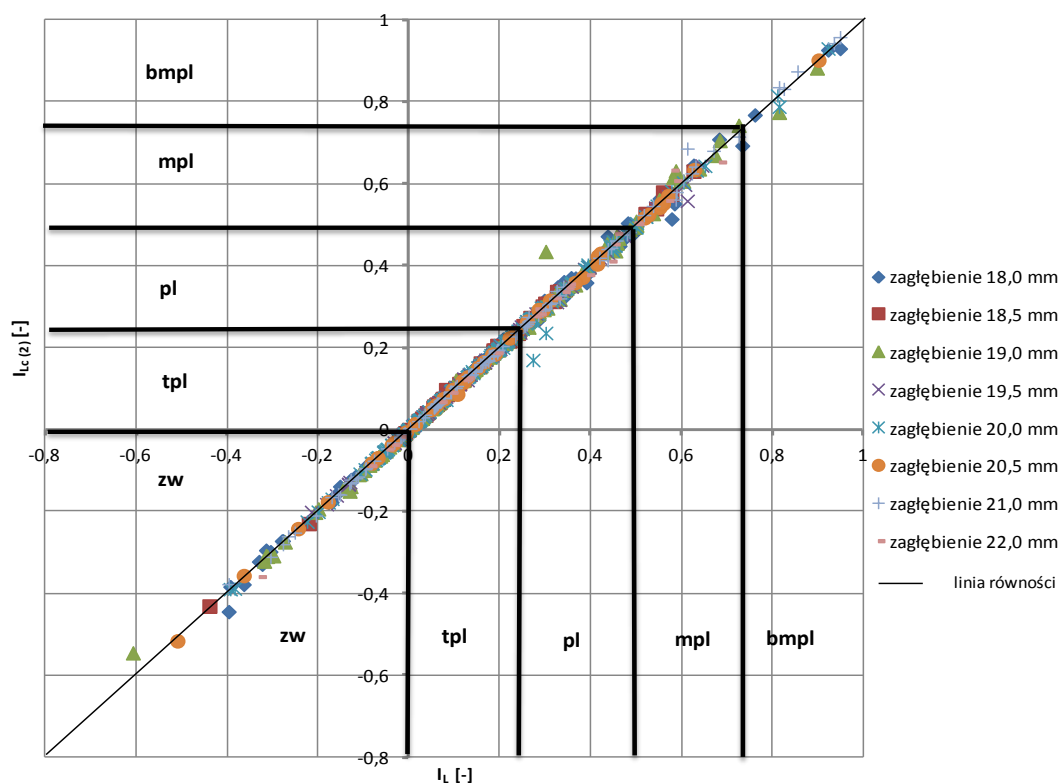
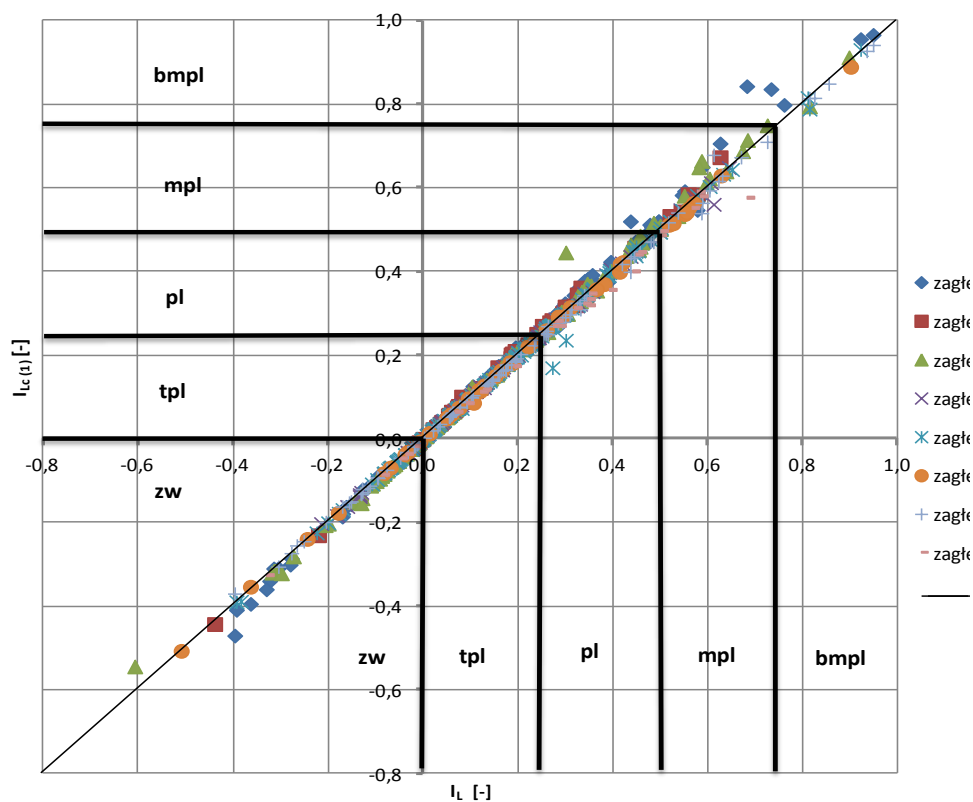
Ocena możliwości stosowania metody jednopunktowej z wykorzystaniem penetrometru stożkowego w celu oznaczenia granicy płynności



Zależność między granicą płynności - w_L wg ST12 (metoda czteropunktowa) a granicą płynności obliczoną - w_{Lc} ze wzoru (1)

Głębokość zagłębienia	Współczynnik determinacji R^2 dla I_L na podst. wzoru:		Średnia bezwzględna różnica między I_L wgST12 a I_{Lc} na podst. wzoru :		Maksymalna bezwzględna różnica między I_L wgST12 a I_{Lc} na podst. wzoru:	
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)
18,0	0,9957	0,9980	0,01	0,01	0,16	0,06
18,5	0,9793	0,9799	0,01	0,01	0,29	0,26
19,0	0,9956	0,9964	0,01	0,01	0,14	0,13
19,5	0,9988	0,9988	0,00	0,00	0,05	0,05
20,0	0,9976	0,9976	0,00	0,00	0,10	0,10
20,5	0,9974	0,9964	0,00	0,00	0,02	0,02
21,0	0,9986	0,9989	0,01	0,00	0,07	0,07
21,5	0,9978	0,9879	0,01	0,01	0,03	0,03
22,0	0,9944	0,9968	0,01	0,01	0,11	0,06

Ocena możliwości stosowania metody jednopunktowej z wykorzystaniem penetrometru stożkowego w celu oznaczenia granicy płynności



Zależność między stopniem plastyczności (I_L) wg ST12 a stopniem plastyczności (I_{LC}) obliczonym z uwzględnieniem granicy płynności oznaczonej metodą jednopunktową wg wzoru (1)

Zależność między stopniem plastyczności (I_L) wg ST12 a stopniem plastyczności (I_{LC}) obliczonym z uwzględnieniem granicy płynności oznaczonej metodą jednopunktową wg wzoru (2)

Ocena możliwości stosowania metody jednopunktowej z wykorzystaniem penetrometru stożkowego w celu oznaczenia granicy płynności



Zestawianie wyników analizy uziarnienia gruntów wraz z analizą zmian stopnia plastyczności obliczonego na podstawie granicy płynności wg wzorów metody jednopunktowej w stosunku do uzyskanej metody czteropunktowej wg ST12 na przykładzie zagłębienia stożka na 18 mm

Liczba danych	Symbol gruntu wg PN-B-02480:1986	Symbol gruntu wg PN-EN ISO 14688-2	Uśredniona zawartość frakcji [%]				Średnia bezwzględna różnica między I_L wg ST12 a I_{Lc} na podst. wzoru :		Maksymalna bezwzględna różnica między I_L wg ST12 a I_{Lc} na podst. wzoru:	
			f_{z+k}^*	f_p^*	f_{π}^*	f_i^*	(1)	(2)	(1)	(2)
13	P_g	$clSa, siSa, grsiSa, grclSa$	13	60	22	6	0,03	0,01	0,16	0,05
59	G_p	$clSa, sasiCl$	3	67	16	14	0,01	0,00	0,08	0,03
31	G_{pz}	$sasiCl, saCl$	1	59	15	25	0,01	0,00	0,04	0,01
18	G	$sasiCl,$	6	42	37	15	0,01	0,01	0,04	0,03
12	G_z	$sasiCl$	5	31	39	25	0,00	0,00	0,01	0,01
10	G_{π}	$clSi$	0	11	70	19	0,01	0,01	0,02	0,02
6	$G_{\pi z}$	$clSi$	0	11	65	25	0,01	0,01	0,02	0,02
14	I	$Cl, saCl, sasiCl$	0	15	30	55	0,00	0,00	0,02	0,02
4	I_{π}	$Cl, siCl$	0	4	55	39	0,00	0,00	0,00	0,00
6	Π	$saSi$	0	28	67	5	0,01	0,01	0,03	0,01
3	Π_p	$saclSi$	0	44	48	9	0,04	0,02	0,10	0,04

*wartości średnic zastępczych podane zgodnie z normą PN-B-02480:1986

- Przeprowadzono ocenę stosowania metody jednopunktowej z wykorzystaniem penetrometru stożkowego w celu oznaczenia granicy płynności. Analizie poddano wzór Leroueil'a i Le Bihan'a- (1) oraz wzór, który zaproponowali Sherwood i Ryley (1970), Nagraj i Jayadeva (1981) - (2).
- Wartości uzyskiwanych granic płynności dla analizowanych równań były bardzo zbliżone, jednak najmniejszy procent zmian wartości granicy płynności i stopnia plastyczności w stosunku do metody tradycyjnej (czteropunktowej zgodnej z ST12) uzyskiwano dla wzoru opracowanego przez Sherwood i Ryley (1970), Nagraj i Jayadeva (1981)-(2).
- Na przykładzie zagłębienia stożka 18 mm wykazano uniwersalność metody jednopunktowej w przypadku gruntów drobnoziarnistych (spoistych) występujących w Polsce.

Dziękuję za uwagę.

