AGH

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA IM. STANISŁAWA STASZICA W KRAKOWIE

METODY STATYSTYCZNE STOSOWANE DO WYZNACZANIA PARAMETRÓW GEOTECHNICZNYCH

Bartłomiej Olek, Henryk Woźniak, Jacek Stanisz

5WPGI 2014

5WPGI 2014 15-17.10 LUBLIN
5. OGÓLNOPOLSKIE SYMPOZJUM
WSPÓŁCZESNE PROBLEMY
GEOLOGII INŻYNIERSKIEJ
W POLSCE

KHgi

Parametr geotechniczny wg Eurocode 7

Parametr geotechniczny ściśle związany jest z właściwościami materiałowymi, które determinują zachowanie się tego materiału w określonych warunkach fizycznych. W zależności od tych warunków, wartości właściwości materiałowych dla danego rodzaju gruntu mogą być różne i wprowadzone są do projektowania jako wartości charakterystyczne (X_k).

Zgodnie z EC7 wartość charakterystyczna parametru powinna być wyznaczona z określonym prawdopodobieństwem nie przekraczającym wartości determinującej pojawienie się rozpatrywanego stanu granicznego w hipotetycznie ograniczonej serii badań.

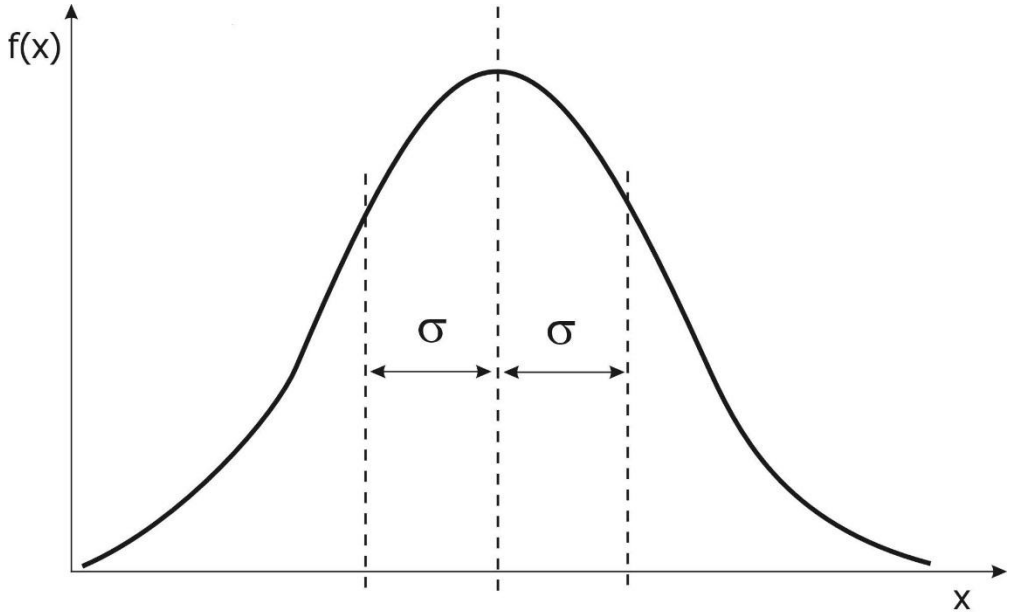
Niejasności w sformułowaniach

1. Ostrożne szacowanie
2. Uznane doświadczenie projektanta
3. Bezpieczne wartości

1. Wartość charakterystyczna parametru geotechnicznego powinna być tak ustalona aby mniej korzystna wartość tego parametru decydująca o możliwości wystąpienia stanu granicznego, czyli warunków niekorzystnych, nie przekroczyła 5% prawdopodobieństwa wystąpienia.
2. Włączenie wnioskowania probabilistycznego do estymacji wartości charakterystycznej.
3. Bezpieczne wartości to takie, które mogą być poparte wiedzą a priori.

Analiza statystyczna serii danych

1. **STATYSTYKA KLASYCZNA**
2. **UJĘCIE BAYESOWSKIE**



Dane podlegają rozkładowi Gaussa zwanemu też rozkładem normalnym lub krzywą dzwonową.

Prawidłowe podejście statystyczne przy wyprowadzaniu parametrów geotechnicznych, wykorzystuje informacje płynące zarówno z badania podmiotowego i przedmiotowego, jak i wyników badań dodatkowych.

Różnice we wnioskowaniu klasycznym i bayesowskim

Miarami klasycznymi są między innymi:

- średnia arytmetyczna i wszystkie momenty zwykłe
- wariancja i wszystkie momenty centralne
- współczynnik skośności

W podejściu klasycznym analizuje się prawdopodobieństwa różnych wyników (prób) przy danej przyczynie (populacji generującej te próby), natomiast w podejściu bayesowskim stara się określić prawdopodobieństwa różnych przyczyn (populacji o różnych charakterystykach) zakładając, że dany jest określony wynik (próba).

Istotną różnicą między klasycznym a bayesowskim wnioskowaniem jest to, że w podejściu bayesowskim parametr populacji traktuje się jak zmienną losową. Bayesowski sposób przetwarzania informacji polega na weryfikacji posiadanej wiedzy (a priori) na podstawie nowych napływających informacji (z próby, z doświadczenia).

Prawdopodobieństwo w dwóch ujęciach

Czym jest prawdopodobieństwo?

1.Interpretacja klasyczna: prawdopodobieństwa są miarą częstości z jaką zjawisko występuje

(a) Podstawowe twierdzenie klasycznej statystyki: częstości empiryczne dążą do prawdopodobieństw

(b) Prawdopodobieństwo (opisane np. dystrybuantą) jest granicą częstości empirycznych

2.Interpretacja bayesowska: prawdopodobieństwa są odbiciem subiektywnej wiedzy na temat rzeczywistości

(a) Podstawowe twierdzenie statystyki bayesowskiej: twierdzenie Bayesa

(b) Prawdopodobieństwo jest odbiciem naszej niepełnej wiedzy na temat rzeczywistości opartej na apriorycznych sądach i danych empirycznych.

Podstawowe założenia – model regresji liniowej

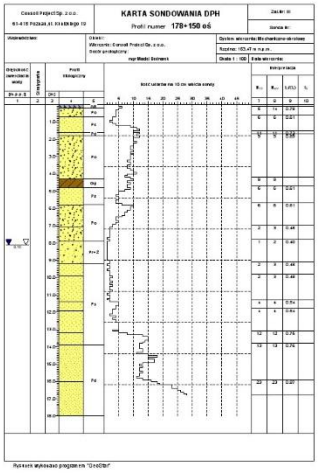
(a) nieznane elementy modelu są traktowane jako zmienne losowe

(b) niepełna wiedza błędów losowych i parametrów opisana za pomocą rozkładów prawdopodobieństwa

(c) wstępna wiedza na temat parametrów opisana rozkładem a priori

(d) na podstawie twierdzenia Bayesa formułować rozkład a posteriori parametrów, który uwzględnia wiedzę a priori i posiadane dane empiryczne

Wyznaczanie parametrów charakterystycznych



interpretacja wyników

obliczenia

rozpoznanie terenu

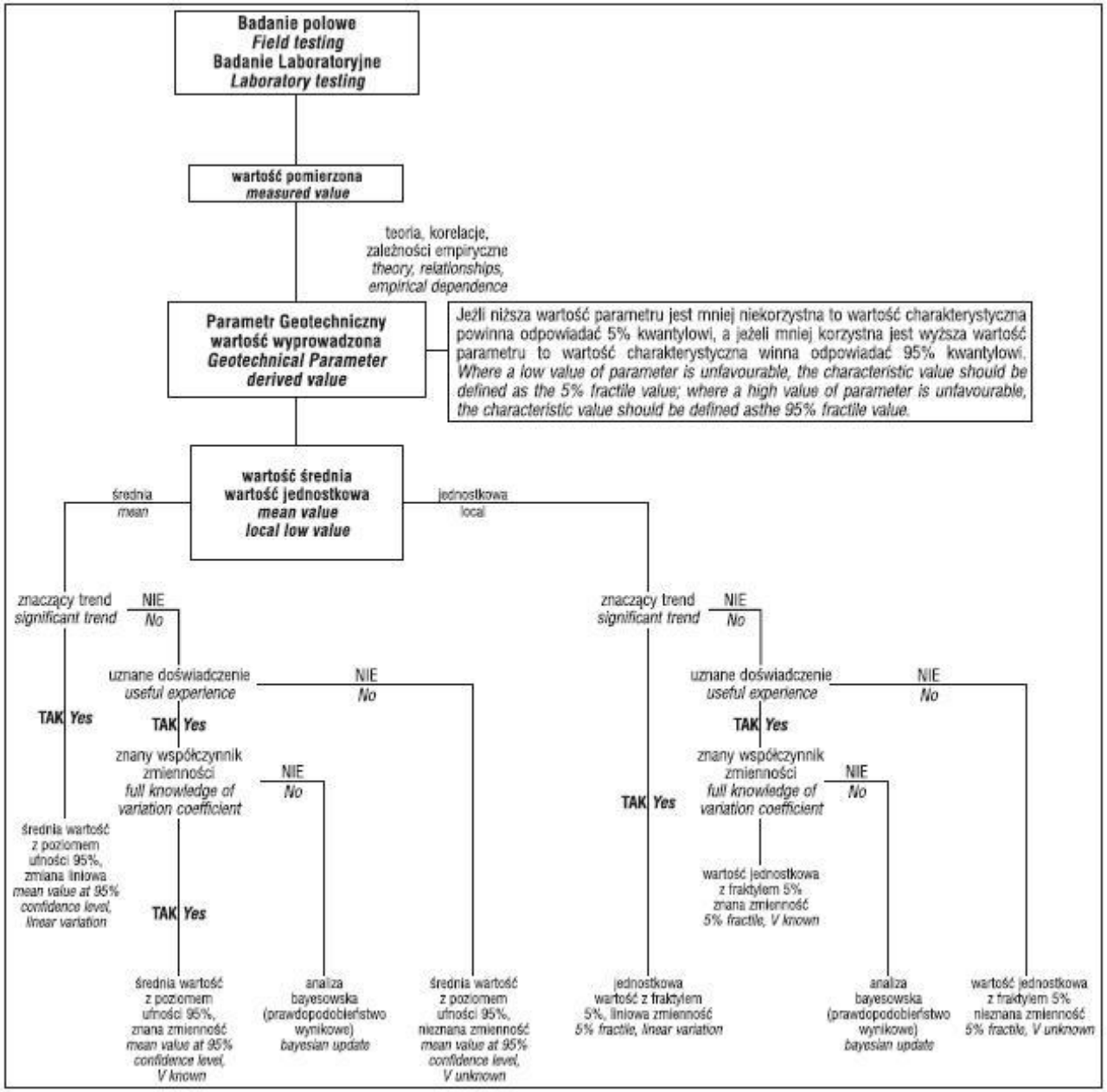
PARAMETR CHARAKTERYSTYCZNY

czas

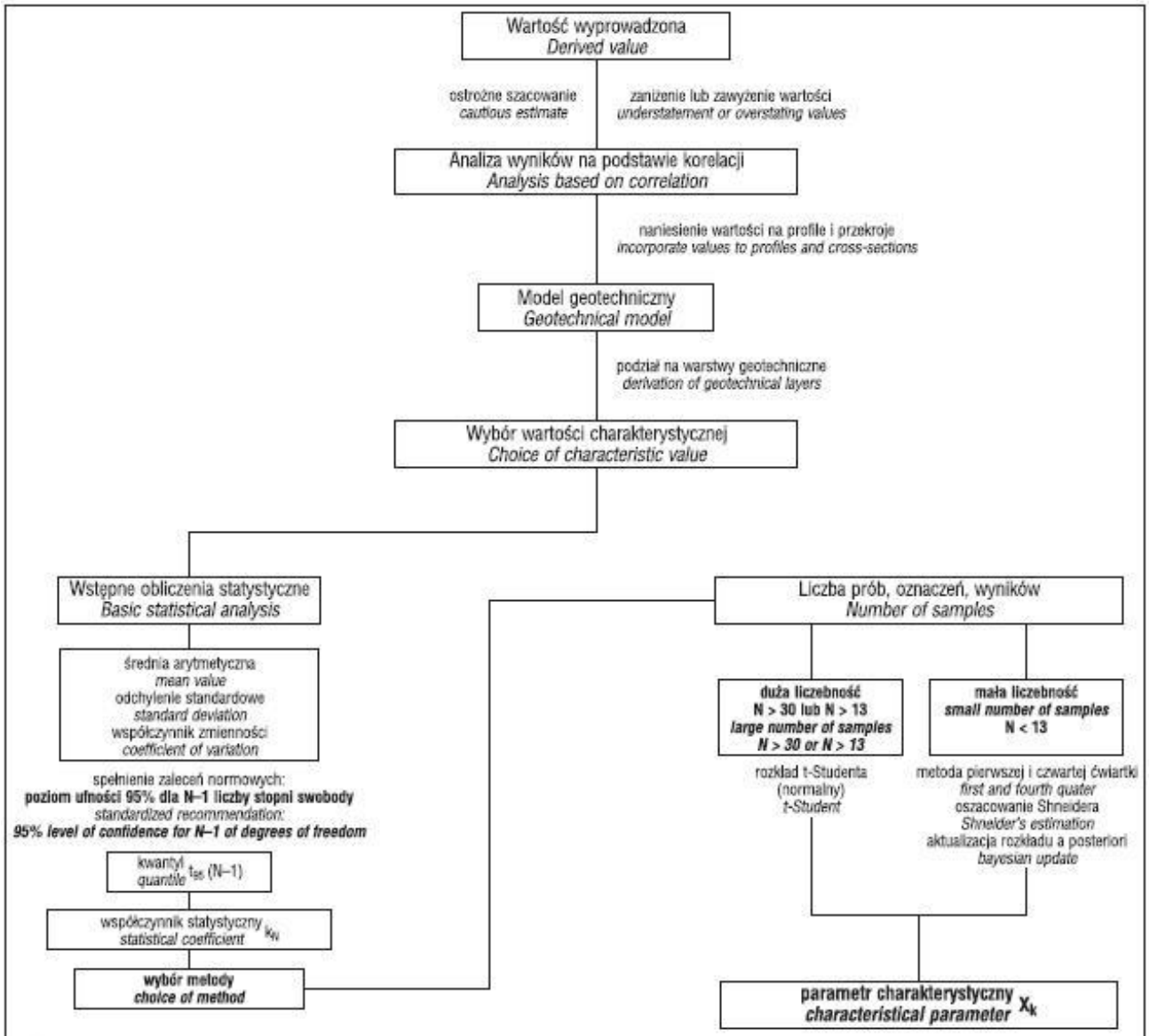
pobór prób

dobór i technika badania

Schemat postępowania przy wyznaczaniu wartości wyprowadzonej i wyborze modelu statystycznego zgodnie z EN1990 i EN1997



Schemat postępowania przy wyznaczaniu parametru charakterystycznego zgodnie z EN 1990 i EN 1997



Ostrożne oszacowanie wartości średniej polega na ustaleniu wartości średniej z ograniczonego zbioru wartości parametrów geotechnicznych, z poziomem ufności 95%; w przypadku rozpatrywania zniszczenia lokalnego ostrożne oszacowanie wartości dolnej odpowiada fraktalowi 5%.
Careful assessment of an average value includes determination of average value on the basis of the limited set of geotechnical parameters, at confidence level of 95%; in case of local damage, the safe assessment of the lower value corresponds to 5% fractal.

Przykład wyznaczenia wartości charakterystycznej z wykorzystaniem aktualizacji rozkładu (bayesian updating)

Nr próbki *Sample no*	E_p	Nr próbki *Sample no*	E_p	Nr próbki *Sample no*	E_p	Nr próbki *Sample no*	E_p
1	1,79	9	2,13	17	1,63	25	1,69
2	2,14	10	2,11	18	1,61	26	1,97
3	1,72	11	1,66	19	1,83	27	1,84
4	1,71	12	1,35	20	1,95	28	2,02
5	2,01	13	1,7	21	2,32	29	1,96
6	1,63	14	2,05	22	1,18	30	2,00
7	1,97	15	1,58	23	2,12	31	1,83
8	1,73	16	2,28	24	2,06	32	1,91

- $N = 32$
- wartość średnia $m_{Ep} = 1{,}85$ [%]
- odchylenie standardowe $s_{Ep} = 0.24$
- współczynnik zmienności $V_{Ep} = 0.12$
- odchylenie standardowe skorygowane $s_{Ep}' = 0.22$
- wartość kwantyla $t_{95\,(N\text{-}1)} = 2.29$
- współczynnik statystyczny $k_N = 0.404$

$$m_x' = \frac{m_x + \frac{1}{N}\left(\frac{s_x}{\sigma_x}\right)\mu_x}{1 + \frac{1}{N}\left(\frac{s_x}{\sigma_x}\right)}$$

$$s_x' = \sqrt{\frac{\frac{1}{N}\left(s_x^{\,2}\right)}{1 + \frac{1}{N}\left(\frac{s_x}{\sigma_x}\right)^2}}$$

$$X_k = m_x' \mp \frac{s_x'}{2}$$

$$m_{E_P}' = \frac{m_{E_P} + \frac{1}{N}\left(\frac{s_{E_P}}{\sigma_{E_P}}\right)^2 \mu_{E_P}}{1 + \frac{1}{N}\left(\frac{s_{E_P}}{\sigma_{E_P}}\right)^2} = 1{,}85$$

$$s_{E_P}' = \sqrt{\frac{\frac{1}{N}\left(s_{E_P}{}^2\right)}{1 + \frac{1}{N}\left(\frac{s_{E_P}}{\sigma_{E_P}}\right)^2}} = 0{,}24$$

$$X_{E_P} = m_{E_P}' + \frac{s_{E_P}'}{2} = 1{,}97$$

Dziękuję za uwagę