



**Instytut Geologii,
Uniwersytet im. A. Mickiewicza w Poznaniu**

GEOLOGIA INŻYNIERSKA SZCZEGÓŁOWA

prof. UAM, dr hab. inż. Jędrzej Wierzbicki

Pracownia Geologii Inżynierskiej i Geotechniki

- Poznanie problematyki związanej z przypowierzchniowym występowaniem gruntów słabonośnych oraz sposobów wykorzystania tych obszarów w celach inżynierskich.

- Zaznajomienie się z metodami oceny stanu środowiska i prognozy jego zmian w odniesieniu do:

- efektu prekonsolidacji,
- analizy stateczności zboczy,
- deformacji wywołanych wysadzinami i ekspansywnością podłoża,
- gruntów „przejściowych”.

GIS: CEL

- Zapoznanie się z geologiczno-inżynierskimi problemami składowisk odpadów i terenów zdegradowanych.
- Zaznajomienie z metodą oceny warunków geologiczno-inżynierskich w oparciu o charakter szaty roślinnej.
- Zapoznanie się z możliwościami stochastycznej analizy właściwości podłoża budowlanego.

GIS:

ORGANIZACJA ZAJĘĆ

1. 30 h WYKŁADÓW + 15 h ĆWICZEŃ

2. PRACA WŁASNA – 50 h

3. KONSULTACJE

4. SPRAWDZENIE WIEDZY:

- ZADANIA PROJEKTOWE
- EGZAMIN

•Foti S. (2012):

Combined use of geophysical methods in site characterization. W: Geotechnical and Geophysical Site Characterization 4 – Coutinho & Mayne (eds). Taylor & Francis Group, London; 45-61.

•Jeż J., (2001):

Przyrodnicze aspekty bezpiecznego budownictwa. Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań.

•Kisiel I., Dmitruk S., Lysik B. (1969):

Zarys reologii gruntów. Nośność i stateczność gruntów. Wyd. Arkady, Warszawa.

•Lambe T. W., Whitman R.V. (1969):

Soil mechanics. MIT wyd. J. Wiley and Sons, Inc.

•Locat J., Tanaka H., Tan T.S., Dasari G.R., Lee H. (2003):

Natural soils: geotechnical behavior and geological knowledge. W: Characterisation and Engineering Properties of Natural Soils, Tan et al. (red.). Sweets & Zeitlinger: 3-28.

GIS: LITERATURA

- **Namysłowska-Wilczyńska, B. (2006):**
Geostatystyka. Teoria i zastosowania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław.
- **Niedzielski A., Kumor M. K. (2009):**
Geotechniczne problemy posadowień na gruntach ekspansywnych w Polsce. Inżynieria Morska i Geotechnika, nr 3, Gdańsk; 180-189.
- **Wierzbicki J. (2010):**
Ocena prekonsolidacji podłoża metodami in situ w aspekcie jego genezy. Rozprawy Naukowe z. 410. Wyd. Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu: 182.
- **Młynarek Z., Wierzbicki J., Wołyński W. (2007):**
An approach to 3D subsoil model based on CPTU results. Proc. of 14th European Conference on Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, Madrid. Vol. 3. Millpress Rotterdam; 1721-1726.

Geologia inżynierska:

nauka badająca środowisko inżyniersko-geologiczne.

Środowisko geologiczno-inżynierskie

obszar środowiska przyrodniczego, ograniczony przez:

- antropopresję
- wpływ środowiska na działalność człowieka.

Środowisko geologiczno-inżynierskie

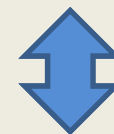
- efekt procesów geologicznych (akumulacja, wietrzenie, erozja, ruchy masowe...)
- efekt procesów antropogenicznych (modelowanie rzeźby, eksploatacja złóż, składowiska, zbiorniki...).

Badanie środowiska inżyniersko-geologicznego:

- analizy geologiczne (ocena środowiska geologicznego)
- analizy geotechniczne (ocena antropopresji).

GIS: ZARYS PRZEDMIOTU

BUDOWNICTWO, GÓRNICTWO, INŻYNIERIA ŚRODOWISKA



GEOLOGIA REGIONALNA



GEOFIZYKA



**GEOLOGIA
INŻYNIERSKA**



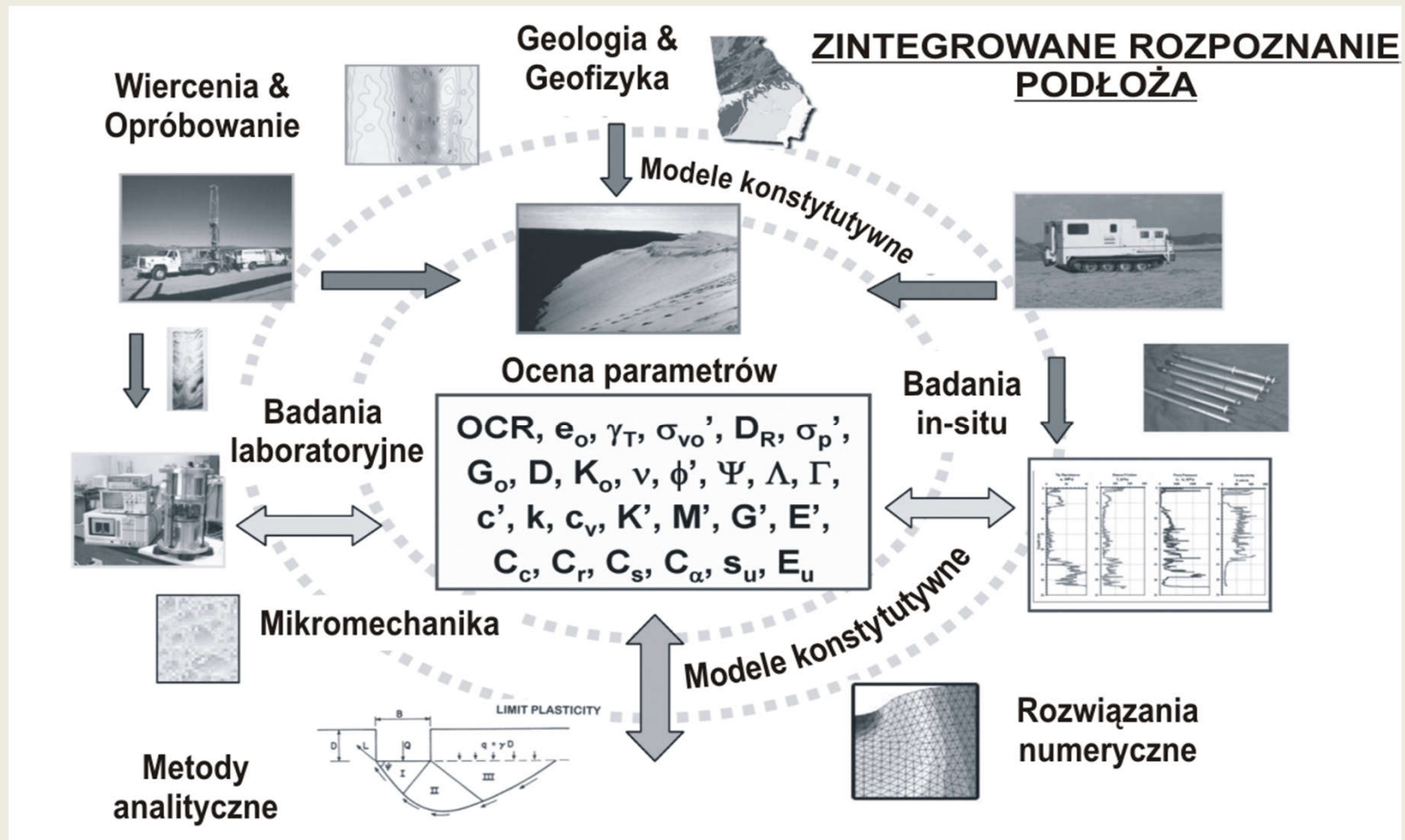
STATYSTYKA

GRUNTOZNAWSTWO



MECHANIKA GRUNTÓW

GIS: ZARYS PRZEDMIOTU



(za Mayne 2006)

GIS: ZARYS PRZEDMIOTU

**OPIS ŚRODOWISKA
GEOLOGICZNEGO**

**PROGNOZA NATURALNEJ
EWOLUCJI ŚRODOWISKA**

ANALIZA GEOLOGICZNO-INŻYNIERSKA

**PROGNOZA EWOLUCJI ŚRODOWISKA
Z UWZGLĘDNIENIEM ANTROPOPRESJI**



GIS:

STATECZNOŚĆ ZBOCZY

ANALIZA STATECZNOŚCI

**SKARPY (ZBOCZA)
PODPARTE**

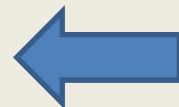


- ŚCIANY OPOROWE
- OBUDOWY WYKOPÓW
- KOTWY, GWOŹDZIE itp.

**ZBOCZA (SKARPY)
NIEPODPARTE**



- ZBOCZA NATURALNE
- SKARPY SZTUCZNE
(nasypów/wykopów)



GIS:

STATECZNOŚĆ SKARP NIEPODPARTYCH

**ZBOCZA (SKARPY)
NIEPODPARTE**

**OBLICZENIE MINIMANEJ
WARTOŚCI
WSPÓŁCZYNNIKA
BEZPIECZEŃSTWA „F”**



$$\frac{F_{\min}}{F_{\text{dop}}} > 1$$

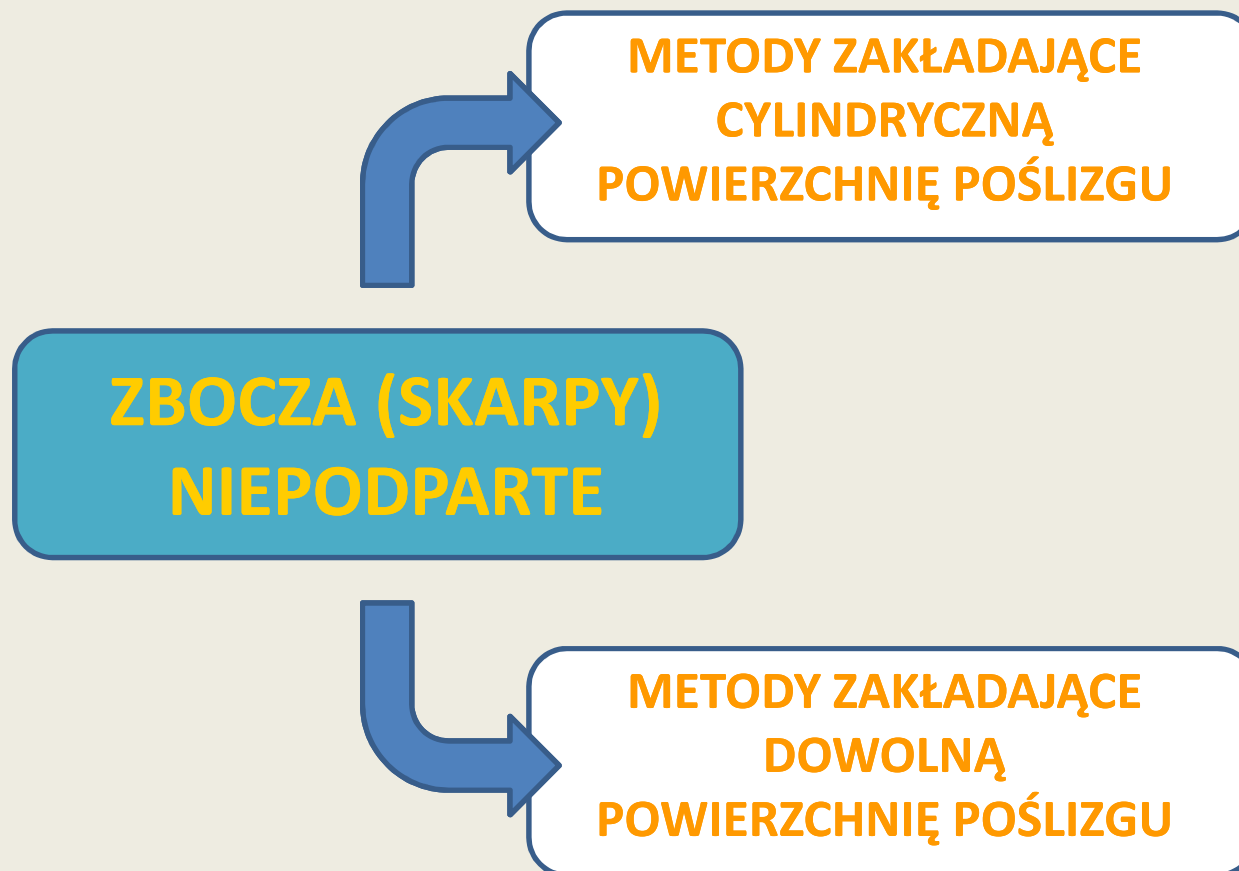
**PORÓWNANIE DO
WARTOŚCI „F” UZNANEJ
ZA DOPUSZCZALNĄ**

$$V_u < 100\%$$

**WARTOŚĆ WSPÓŁCZYNNIKA
WYKORZYSTANIA <100% (EN-7)**

GIS:

STATECZNOŚĆ SKARP NIEPODPARTYCH



GIS: STATECZNOŚĆ SKARP NIEPODPARTYCH

ANALIZA GRANICZNEGO STANU RÓWNOWAGI

$$T = W' \cos \alpha \operatorname{tg} \phi'$$

$$S = W' \sin \alpha + P_s \quad P_s = i \gamma_w$$

$$T \geq S$$

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \phi$$

$$T = N \operatorname{tg} \phi$$

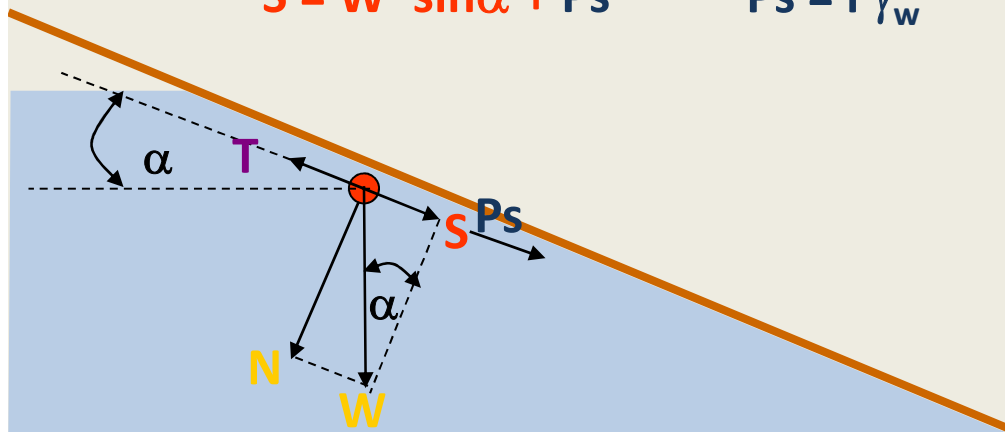
$$T = W \cos \alpha \operatorname{tg} \phi$$

$$S = W \sin \alpha$$

$$F = T/S$$

WSPÓŁCZYNNIK PEWNOŚCI

co najmniej $F > 1,1$



$$F = \operatorname{tg} \phi / \operatorname{tg} \alpha$$

$$F = \operatorname{tg} \phi / 2 \operatorname{tg} \alpha$$

$$\alpha \approx \phi$$

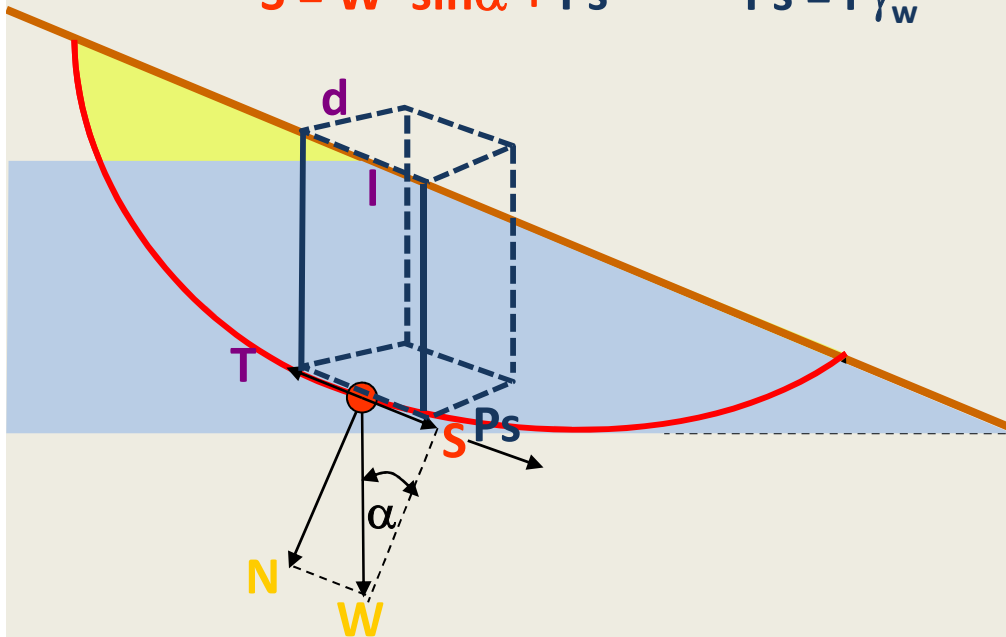
$$\alpha \approx \phi / 2$$

ANALIZA GRANICZNEGO STANU RÓWNOWAGI

metoda Felleniusa

$$T = W' \cos \alpha \operatorname{tg} \phi' + c' l$$

$$S = W' \sin \alpha + P_s \quad P_s = i \gamma_w$$



T ≥ S

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \phi + c$$

$$T = N \tan \phi + c A$$

$$T = N \tan \phi + c l d$$

$$T = W \cos \alpha \operatorname{tg} \phi + c l$$

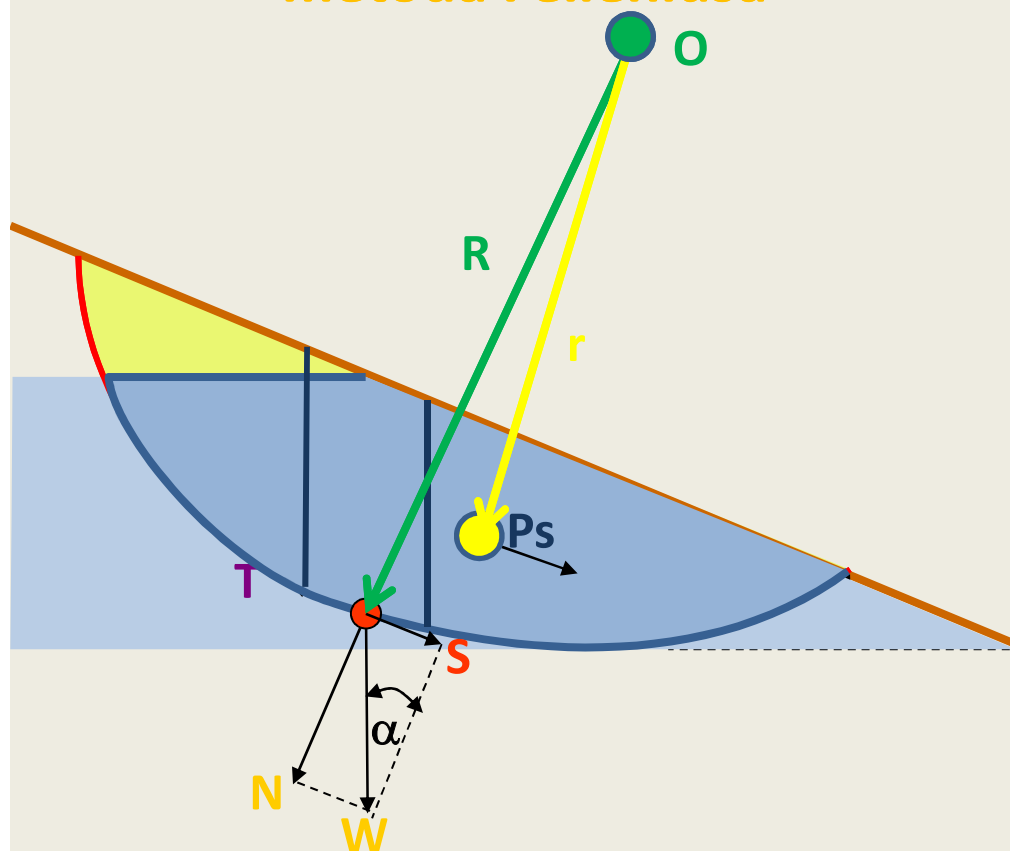
$$S = W \sin \alpha$$

$$F = M_T / M_S$$

GIS: STATECZNOŚĆ SKARP NIEPODPARTYCH

ANALIZA GRANICZNEGO STANU RÓWNOWAGI

metoda Felleniusa



$$F = M_T / M_S$$

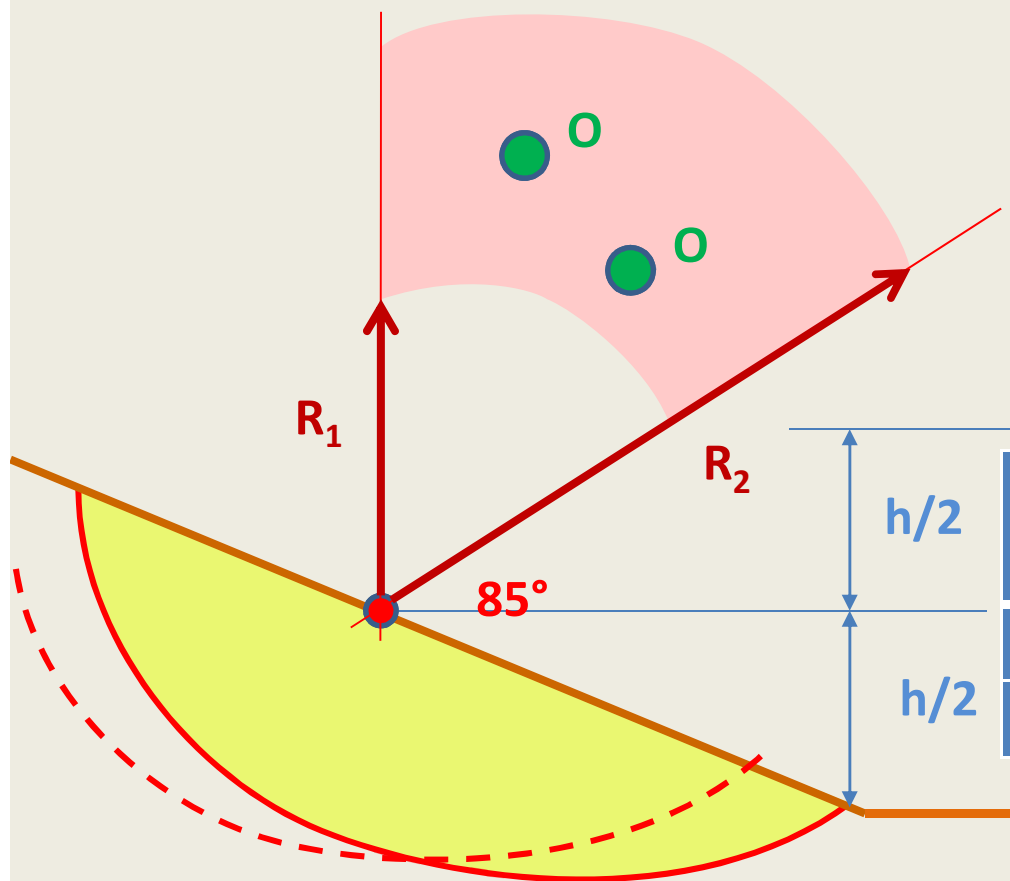


$$F = \frac{\sum R (W' \cos \alpha \operatorname{tg} \phi' + c' l)}{\sum R W' \sin \alpha + r P_s}$$

GIS:

STATECZNOŚĆ SKARP NIEPODPARTYCH

$$F = M_T / M_S$$

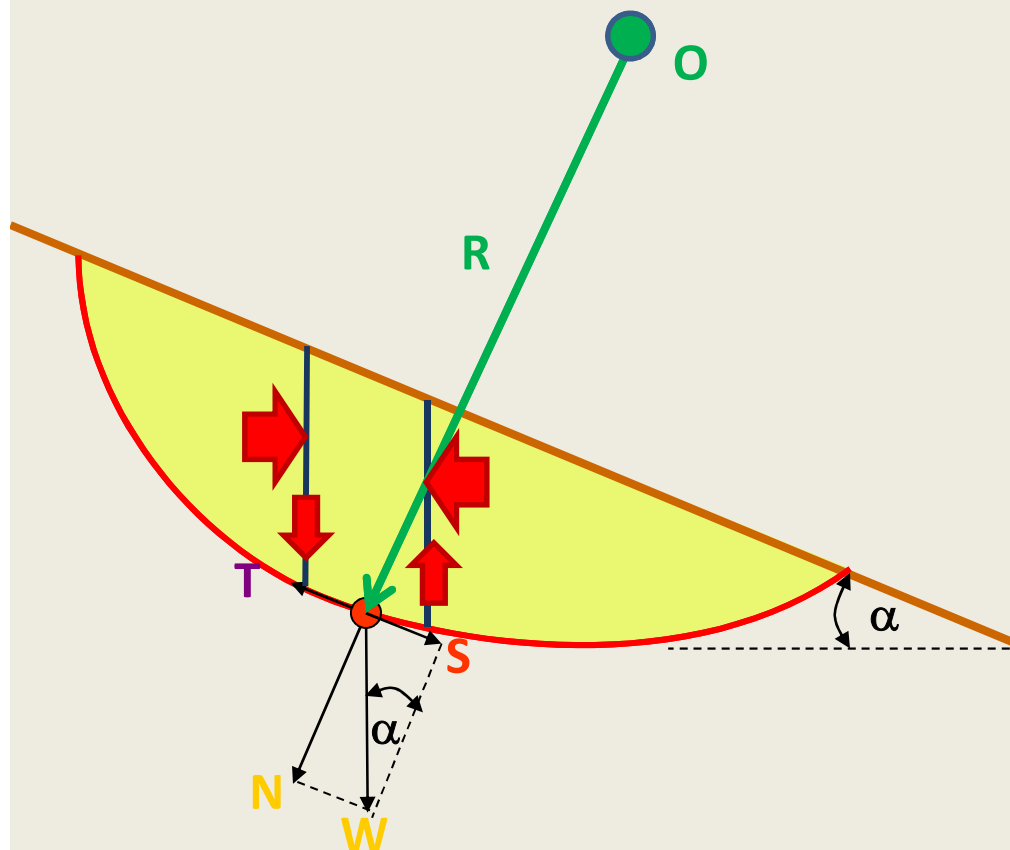


	NACHYLENIE			
	1:1	1:2	1:3	1:4
R_1	0,75h	0,75h	1,00h	1,50h
R_2	1,50h	1,75h	2,30h	3,75h

GIS: STATECZNOŚĆ SKARP NIEPODPARTYCH

ANALIZA GRANICZNEGO STANU RÓWNOWAGI

metoda Bishopa



$$F = \tau_f / \tau$$

$$\tau_f = \sigma' \operatorname{tg} \phi' + c'$$

$$\tau = (\sigma' \operatorname{tg} \phi') / F + c' / F$$

$$F = M_T / M_S$$

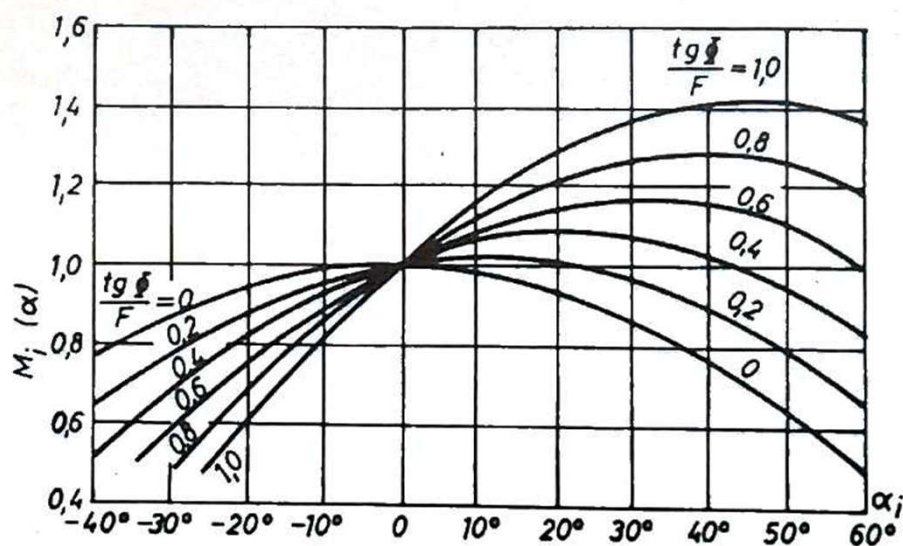
$$F = \frac{\sum (c'b + (W - ub) \operatorname{tg} \phi') (1/M_\alpha)}{\sum W' \sin \alpha}$$

GIS: STATECZNOŚĆ SKARP NIEPODPARTYCH

ANALIZA GRANICZNEGO STANU RÓWNOWAGI

metoda Bishopa

$$F = M_T / M_S$$



$$F = \frac{\sum (c'b + (W - ub)\tan\phi')(1/M_\alpha)}{\sum W' \sin\alpha}$$

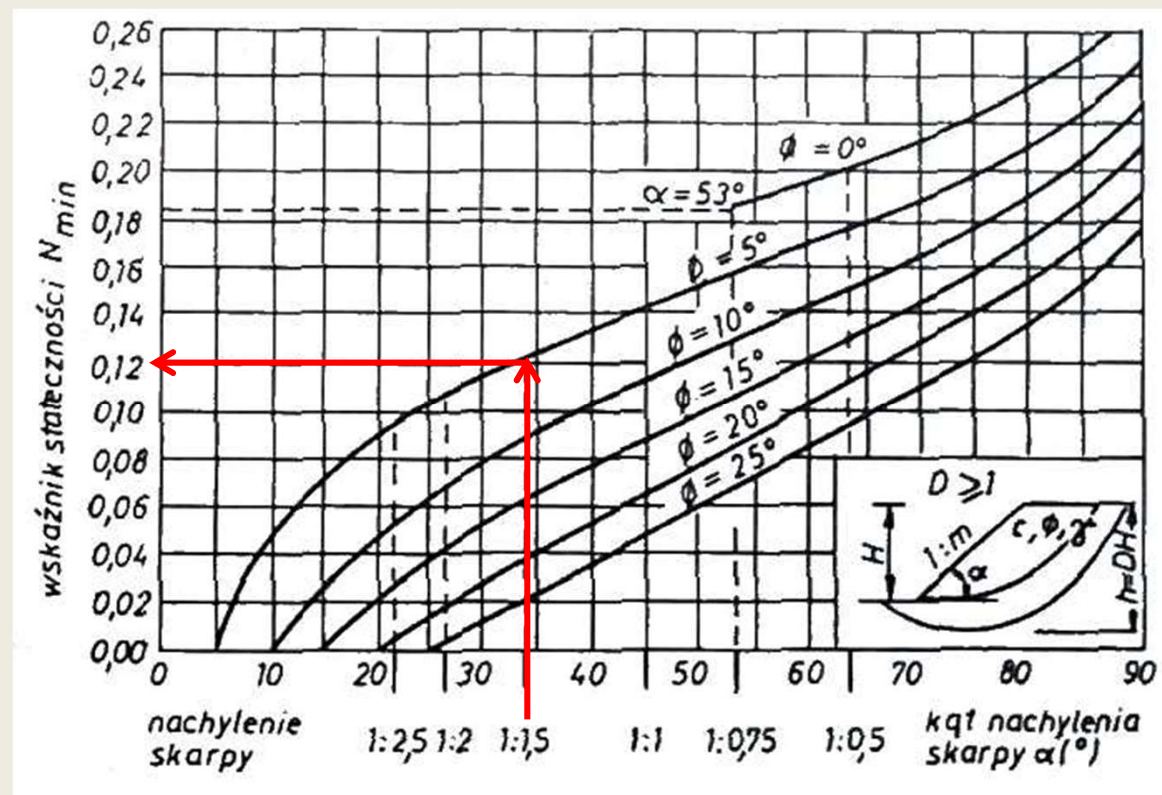
$$M_\alpha = \cos\alpha + \frac{\cos\alpha \tan\phi' \tan\alpha}{F}$$

GIS: STATECZNOŚĆ SKARP NIEPODPARTYCH

ANALIZA GRANICZNEGO STANU RÓWNOWAGI

metoda Taylora

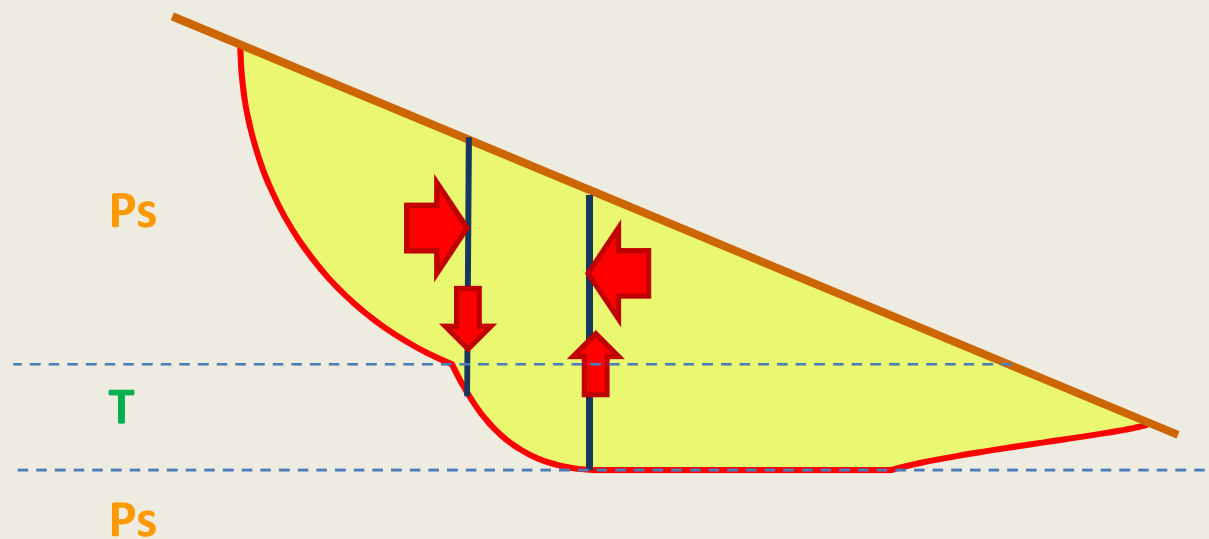
$$F = \frac{\tau_f}{N_{\min} \gamma H}$$



ANALIZA GRANICZNEGO STANU
RÓWNOWAGI

metody:

- Morgensterna-Price'a (1965)
- Janbu (1973)
- Madeja (1973)

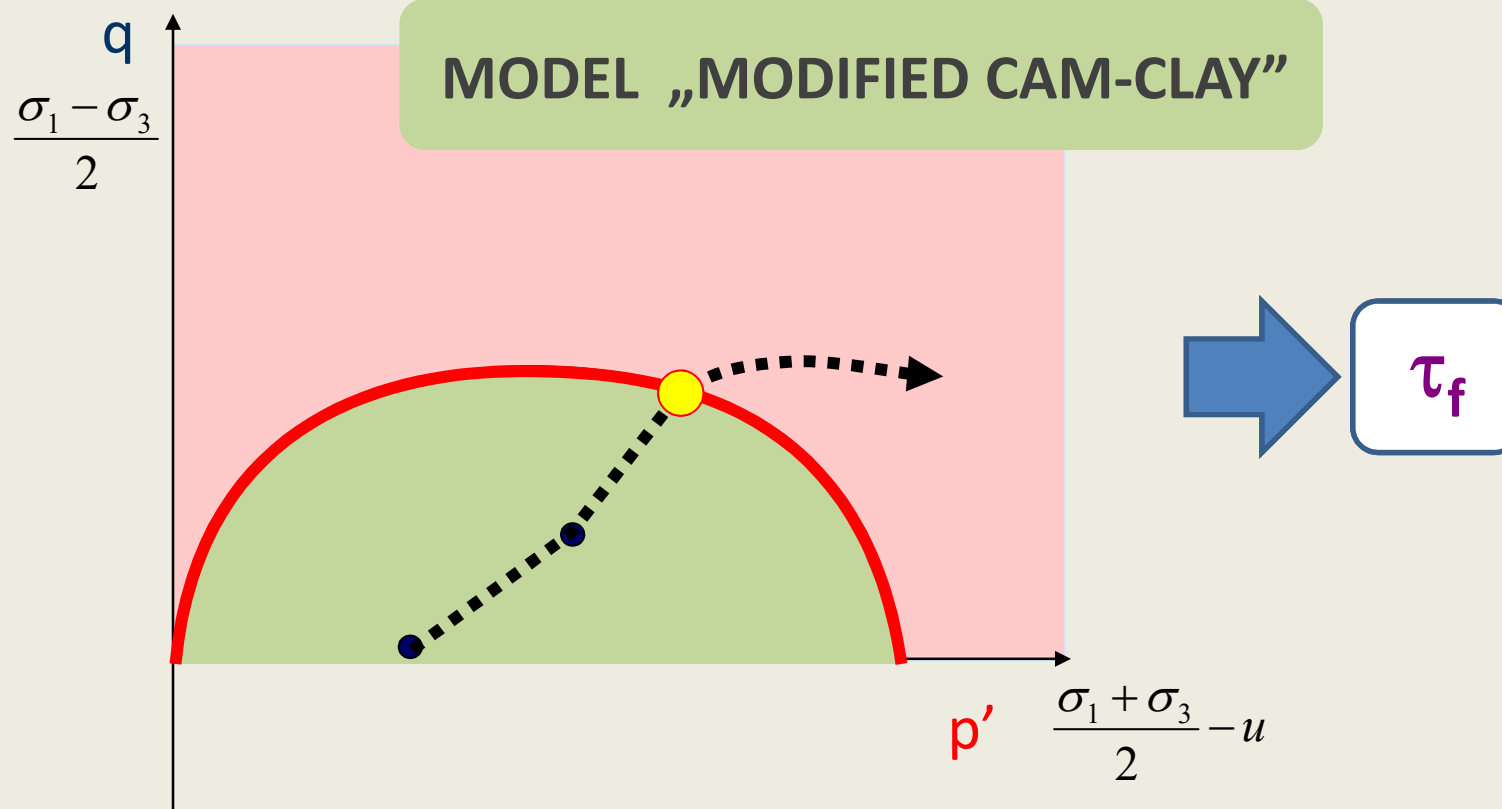


GIS: STATECZNOŚĆ SKARP NIEPODPARTYCH

ANALIZA GRANICZNEGO STANU RÓWNOWAGI

$$F = \tau_f / \tau$$

metody oparte na analizach numerycznych



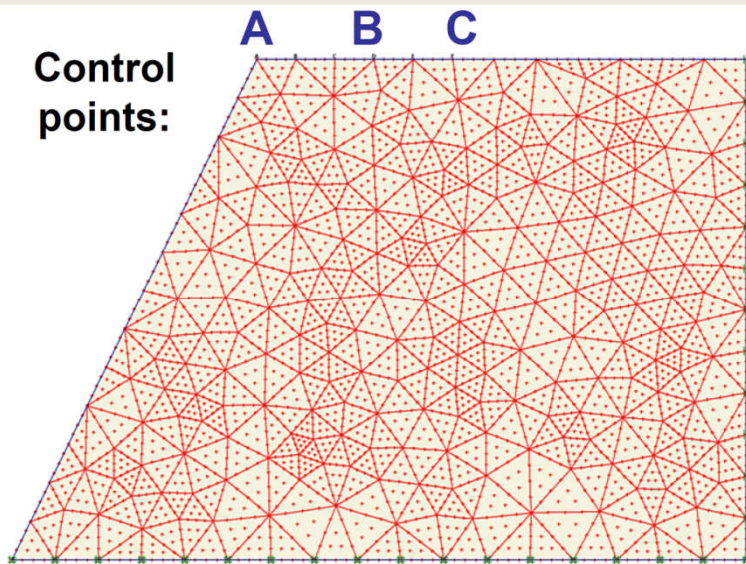
GIS: STATECZNOŚĆ SKARP NIEPODPARTYCH

ANALIZA GRANICZNEGO STANU RÓWNOWAGI

metody oparte na analizach numerycznych

$$F_1 = \frac{c' + \sigma' \operatorname{tg} \phi'}{\tau_1}$$

Control
points:



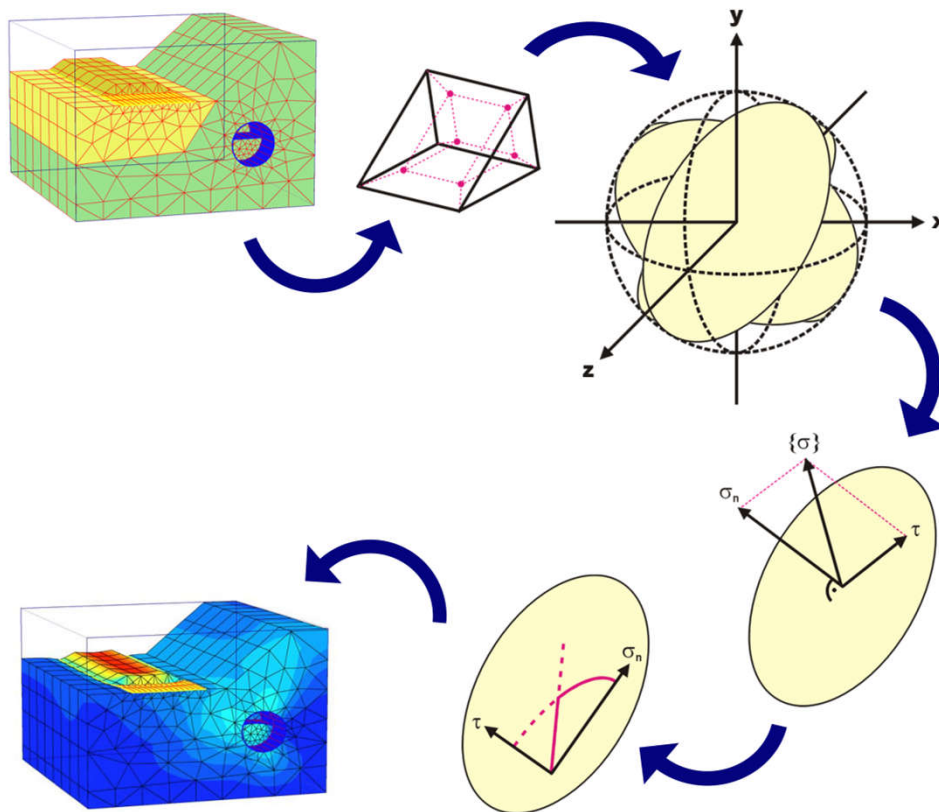
GIS: STATECZNOŚĆ SKARP NIEPODPARTYCH

ANALIZA GRANICZNEGO STANU RÓWNOWAGI

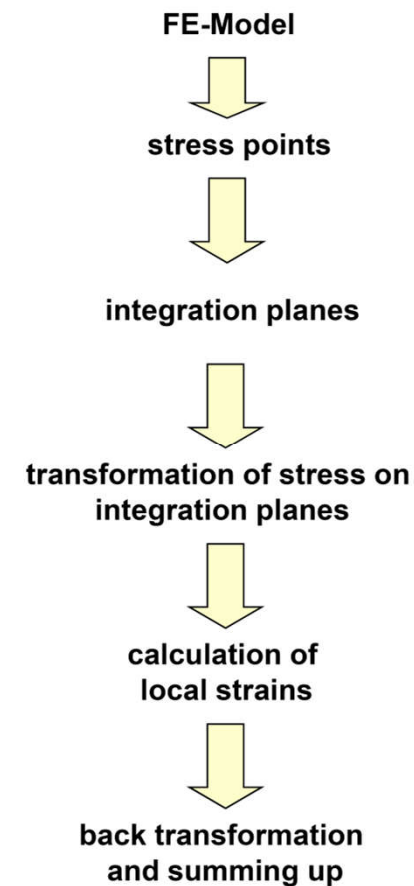
metody oparte na analizach numerycznych

(Schweiger 2012)

MULTILAMINATE FRAMEWORK



Witafsky (2003)



GRUNTY SŁABONOŚNE

Znaczne i długotrwałe osiadania obiektu budowlanego.

Brak możliwości posadowienia bezpośredniego obiektu budowlanego:



- $c < 10 \text{ kPa}$, $\phi \leq 10^\circ$, $s_u \leq 20 \text{ kPa}$
 - organiczne,
 - mineralne spoiste (mpl),
 - mineralne niespoiste (ln),
 - mineralne przejściowe (specyficzne warunki)

GIS:

GRUNTY SŁABONOŚNE

ORGANICZNE

KLASYFIKACJA

wg PN-86/B-02480

grunt próchniczny $2\% < I_{om} < 5\%$

namuł $5\% < I_{om} < 30\%$

torf $30\% < I_{om}$

wg PN-EN ISO 14688-1

grunt niskoorganiczny $2\% < I_{om} < 6\%$

grunt organiczny $6\% < I_{om} < 20\%$

grunt wysokoorganiczny $20\% < I_{om}$

KLASYFIKACJA

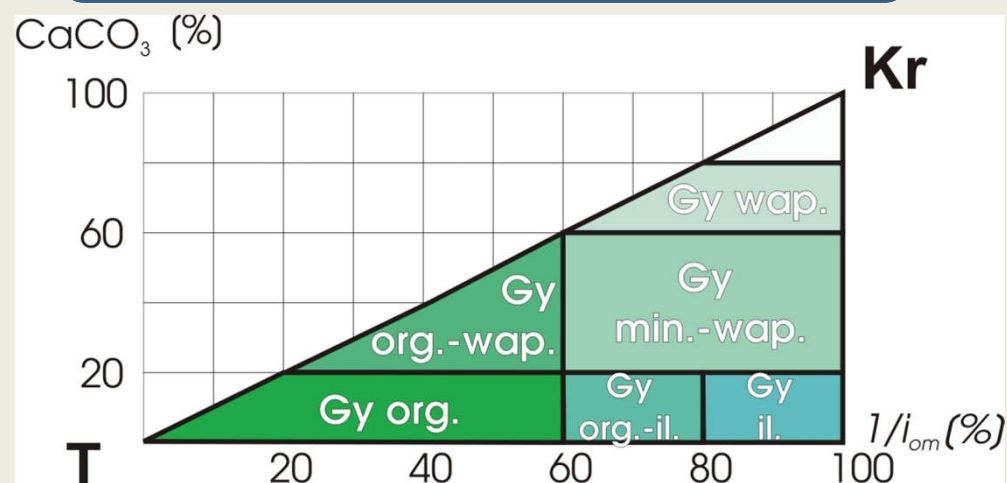
wg H. Okruszko

utwory torficzne $3\% < I_{om} < 20\%$

torfy $>20\%$

muły i mursze $3\% < I_{om} < 80\%$

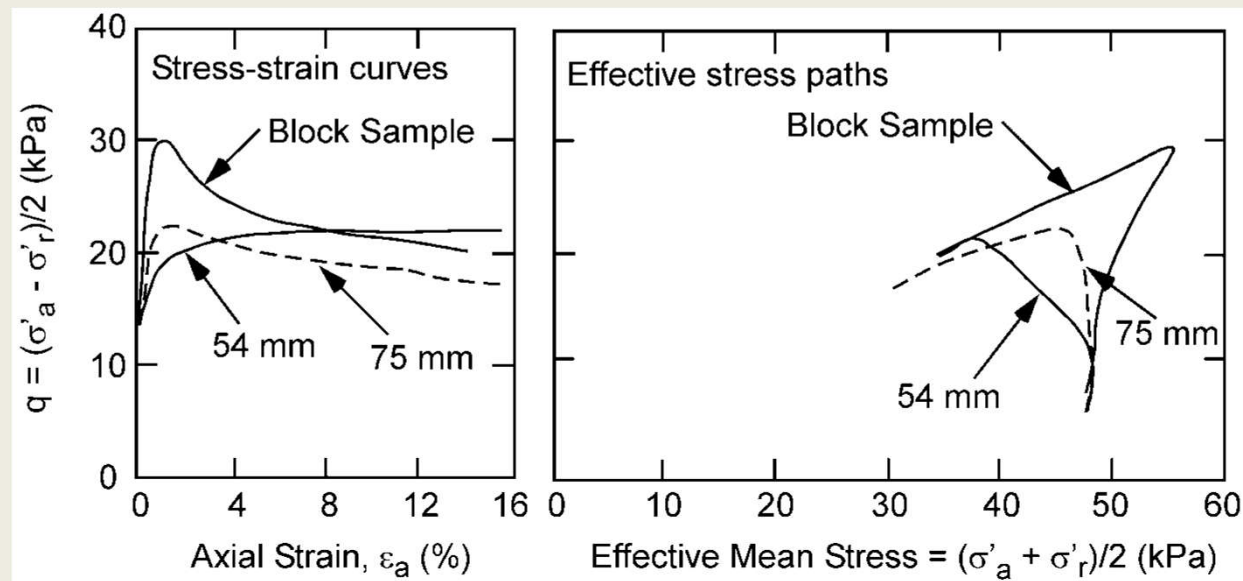
Gytie



CHARAKTERYSTYKA

Rodzaj gruntu	γ (kN/m ³)	w_n (%)	γ_d (kN/m ³)	Stopień rozkładu CaCO ₃	opór ścinania	
					$\tau_v^{\max}$ [kPa]	τ_v^{const} [kPa]
Torf						
a. słabo rozłożony	7,0-12,3	100-1100	0,65-2,50	$\frac{15-35}{-}$	3,0-15,0	2,0-6,0
b. średnio rozłożony	7,5-12,3	100-1100	0,70-3,00	$\frac{35-60}{-}$	3,0-12,0	2,0-4,0
2. Torf z mułem	9,8-12,9	100-1100	1,00-5,00	-	6,0-20,0	3,0-8,0
3. Gytia organiczna	1,15-14,9	100-450	1,80-7,00	$\frac{-}{20-85}$	3,0-15,0	2,0-8,0
4. Gytia mineralna	11,0-16,5	50-250	4,50-8,50	$\frac{-}{12-86}$	5,0-24,0	3,0-10,0

PROBLEMY INTERPRETACYJNE - PRÓBKA



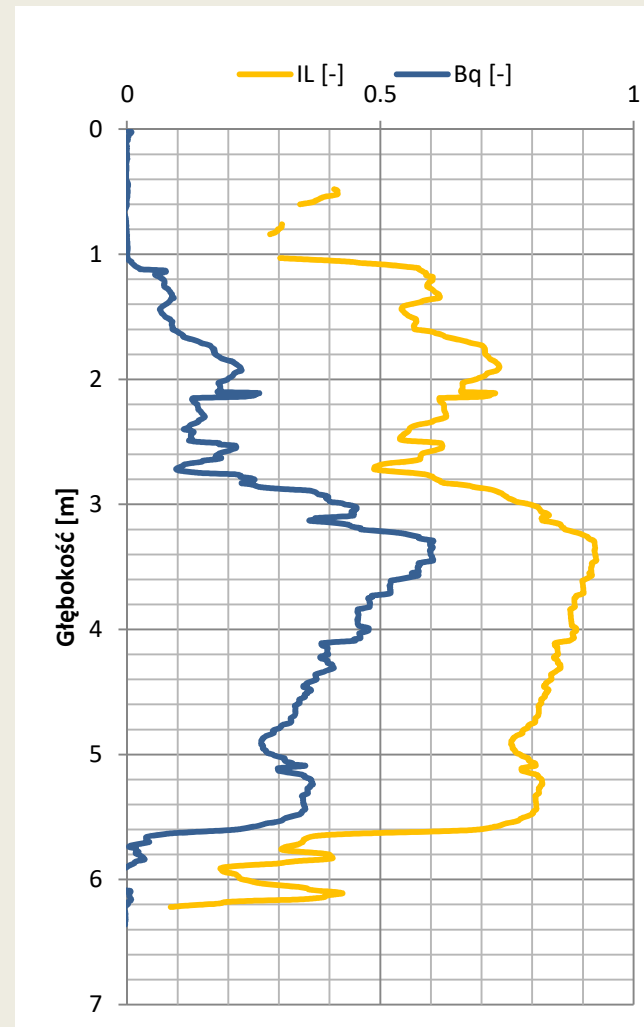
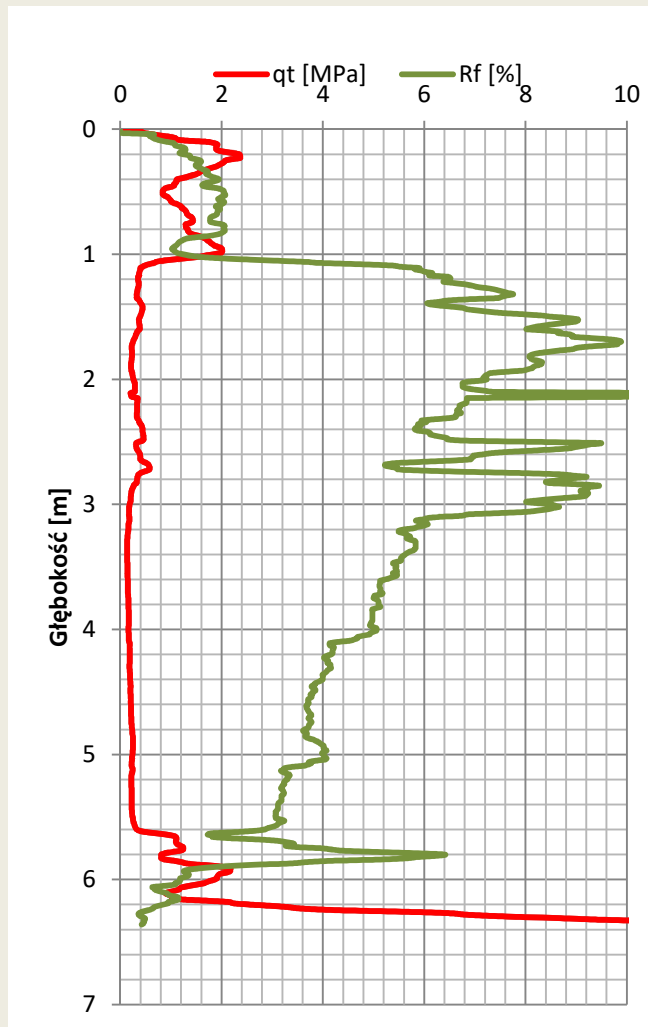
(za De Groot 2007)

PROBLEMY INTERPRETACYJNE - PRÓBKA

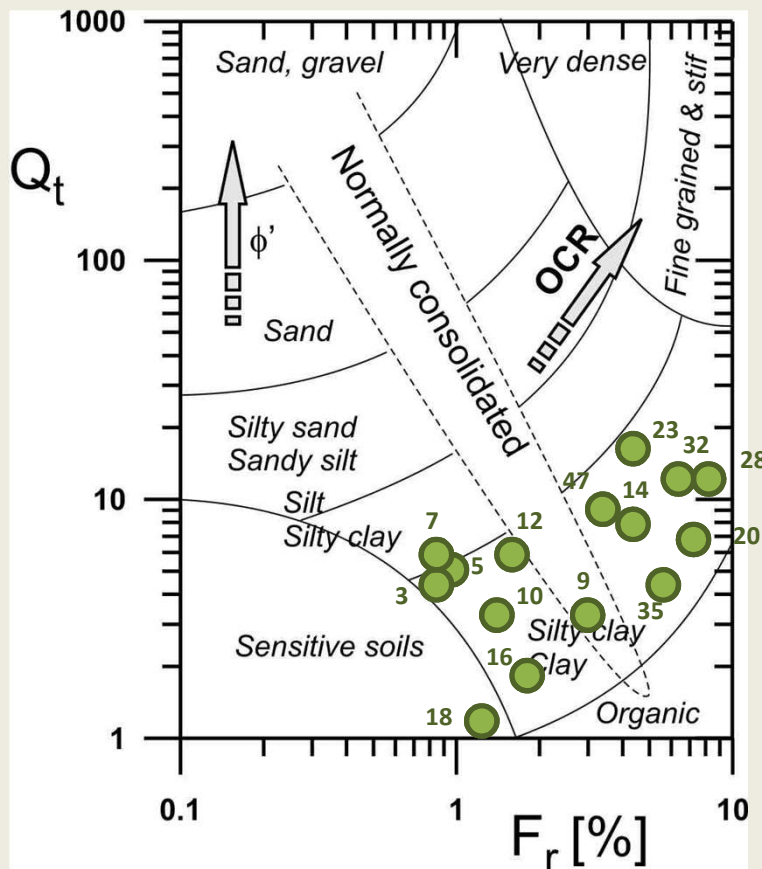
Specimen Quality Designation (SQD) (Terzaghi et al. 1996)		$\Delta e/e_0$ Criteria (Lunne et al. 1997)		
Volumetric Strain (%)	SQD	OCR = 1 – 2 $\Delta e/e_0$	OCR = 2 – 4 $\Delta e/e_0$	Rating*
< 1	A	< 0.04	< 0.03	Very good to excellent
1 – 2	B	0.04 – 0.07	0.03 – 0.05	Good to fair
2 – 4	C	0.07 – 0.14	0.05 – 0.10	Poor
4 – 8	D	> 0.14	> 0.10	Very poor
> 8	E			

(DeGroot 2007)

PROBLEMY INTERPRETACYJNE - CPTU

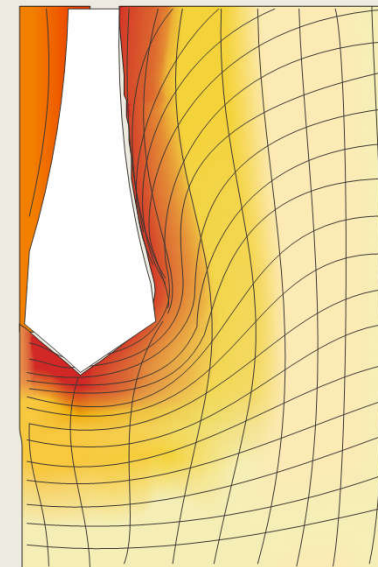
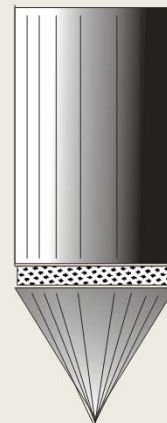


PROBLEMY INTERPRETACYJNE - CPTU



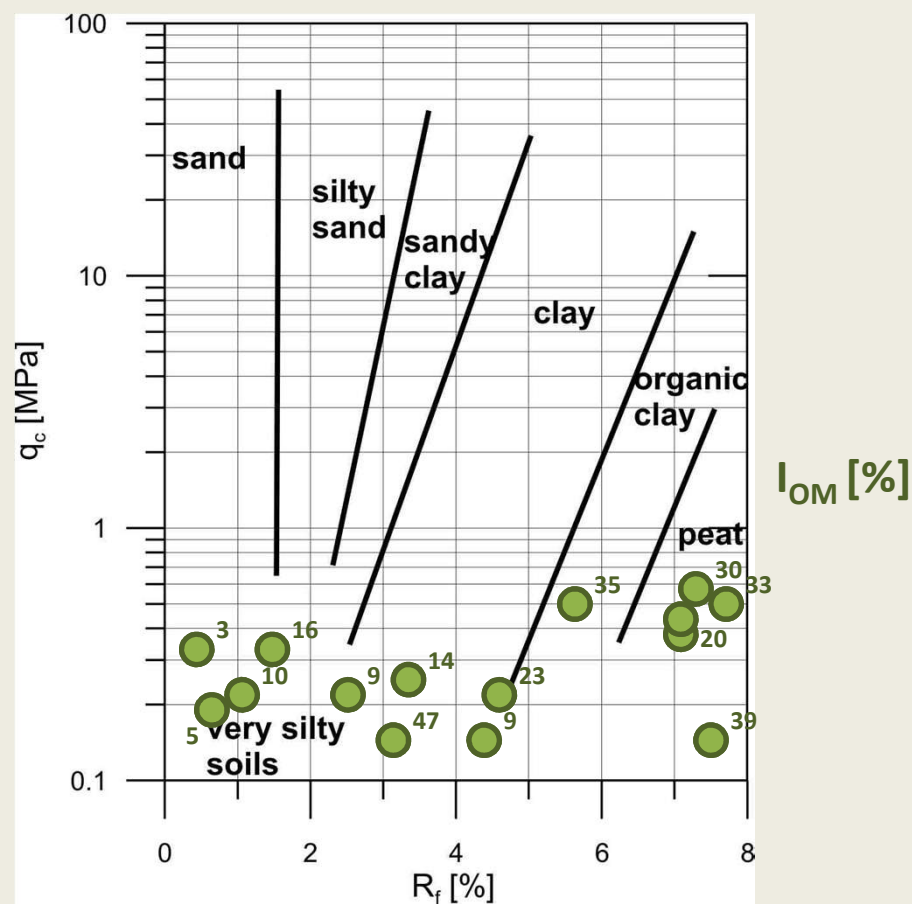
(Robertson 1990)

I_{OM} [%]

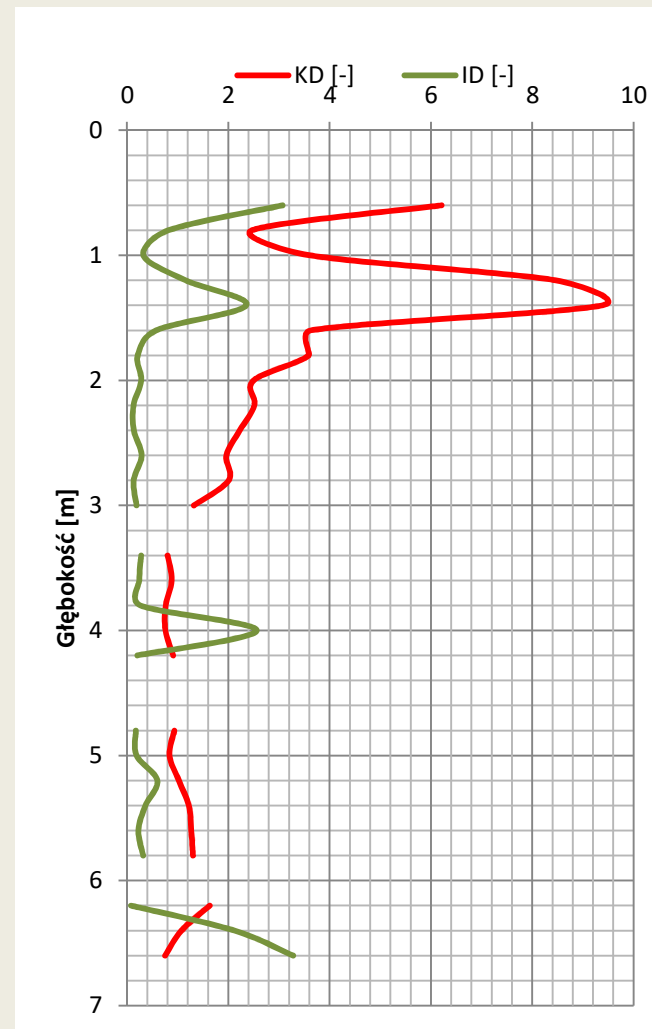
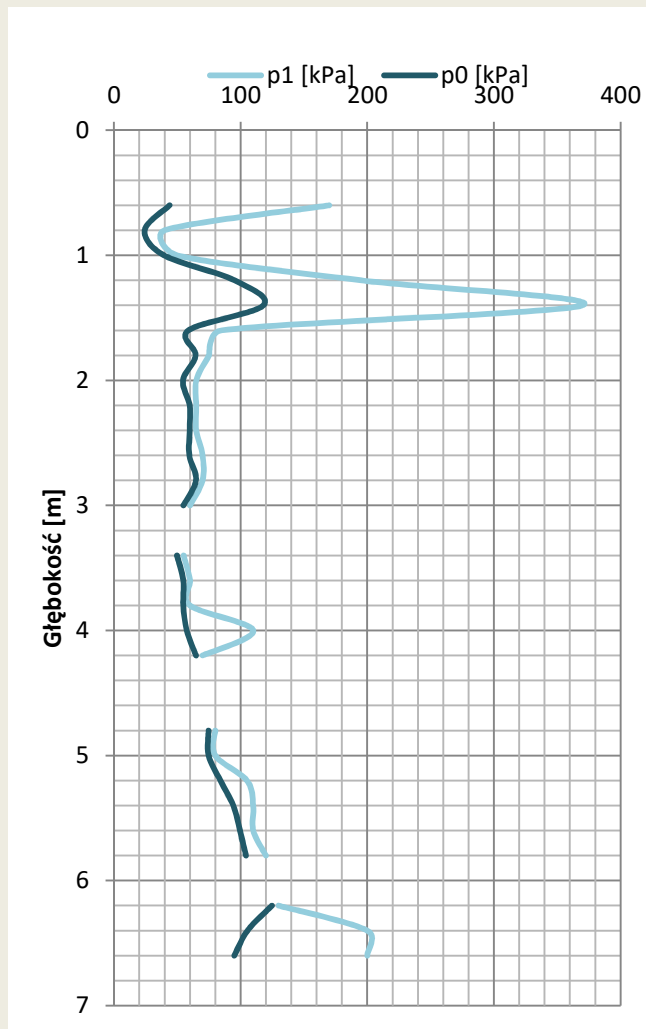


PROBLEMY INTERPRETACYJNE - CPTU

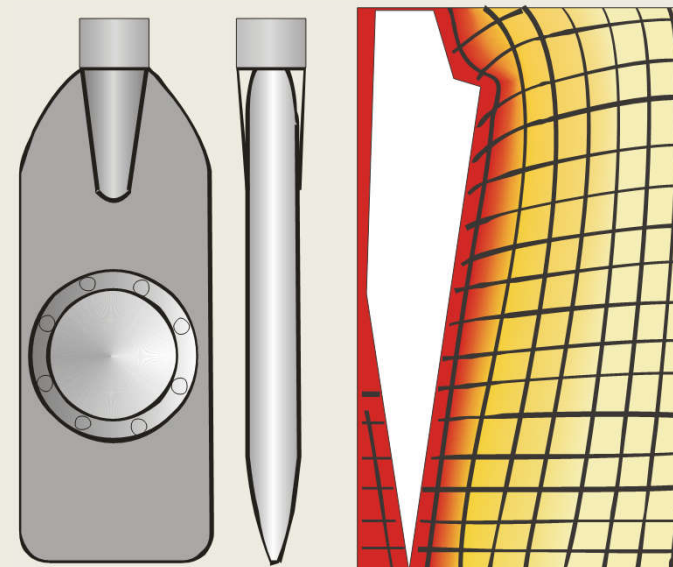
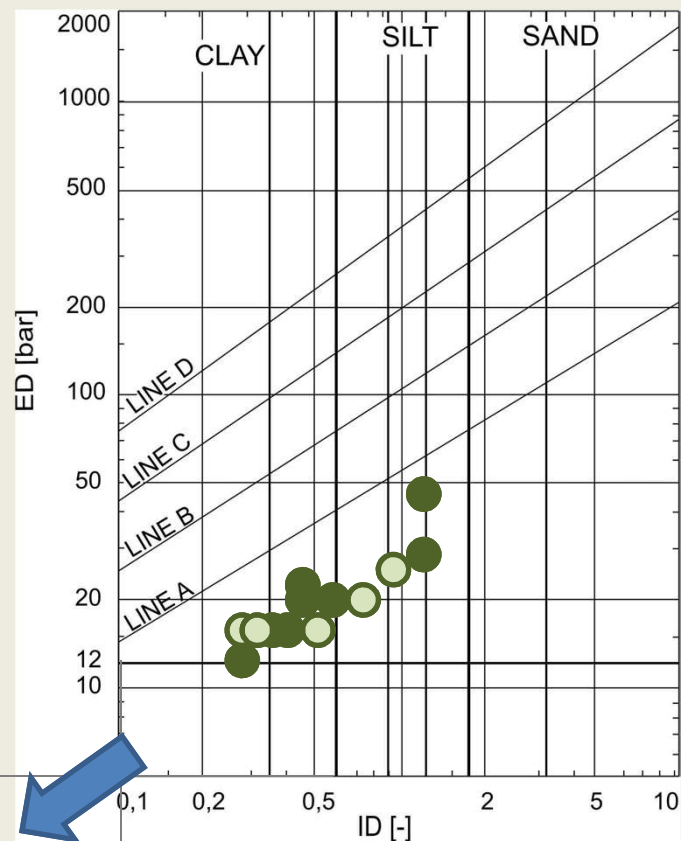
(Schmertmann 1969)



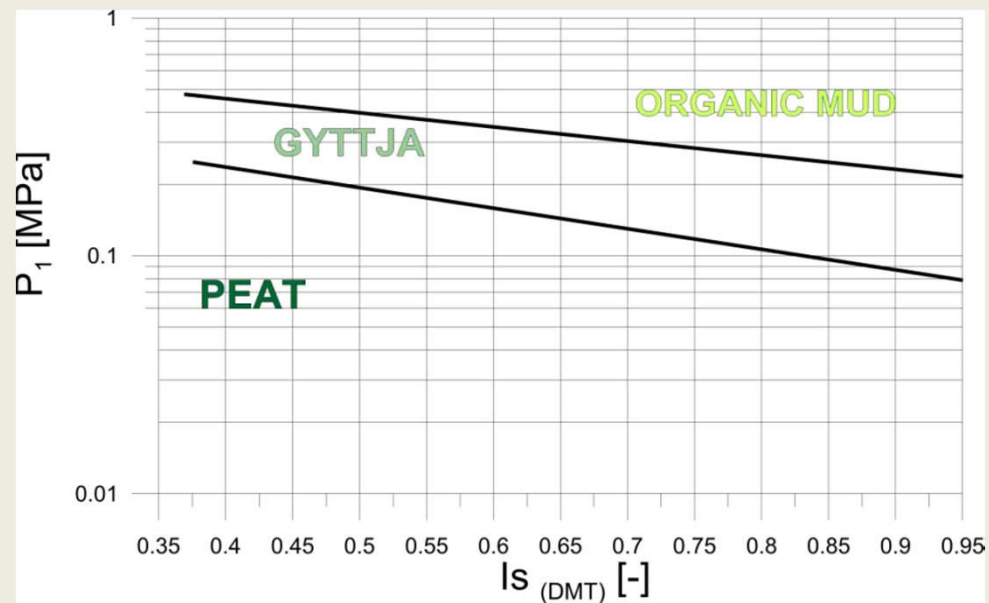
PROBLEMY INTERPRETACYJNE - DMT



PROBLEMY INTERPRETACYJNE - DMT



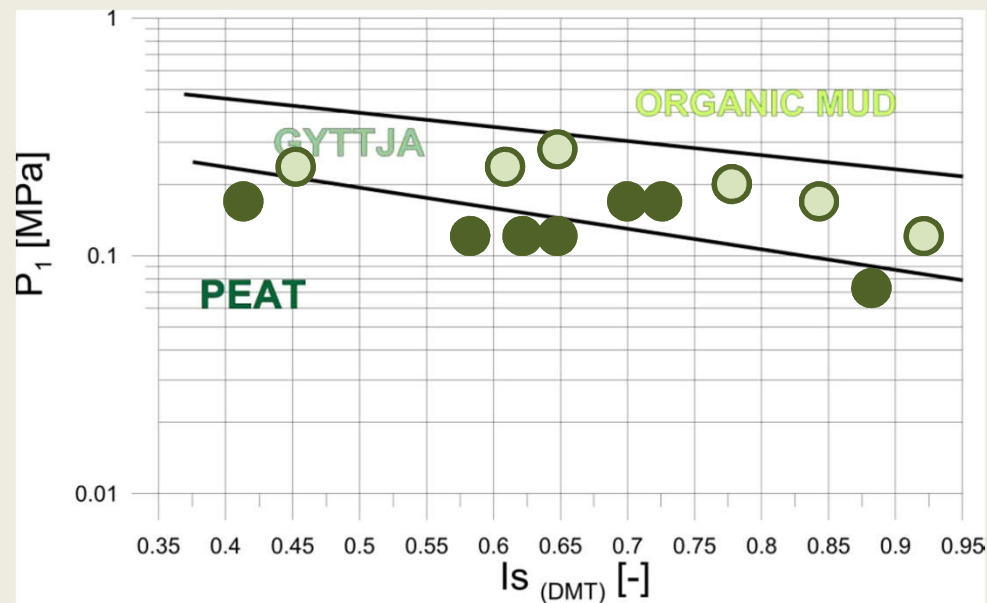
PROBLEMY INTERPRETACYJNE - DMT



(Rabarijoelly 2013)

$$I_s = (p_0 - u_0)/p_1$$

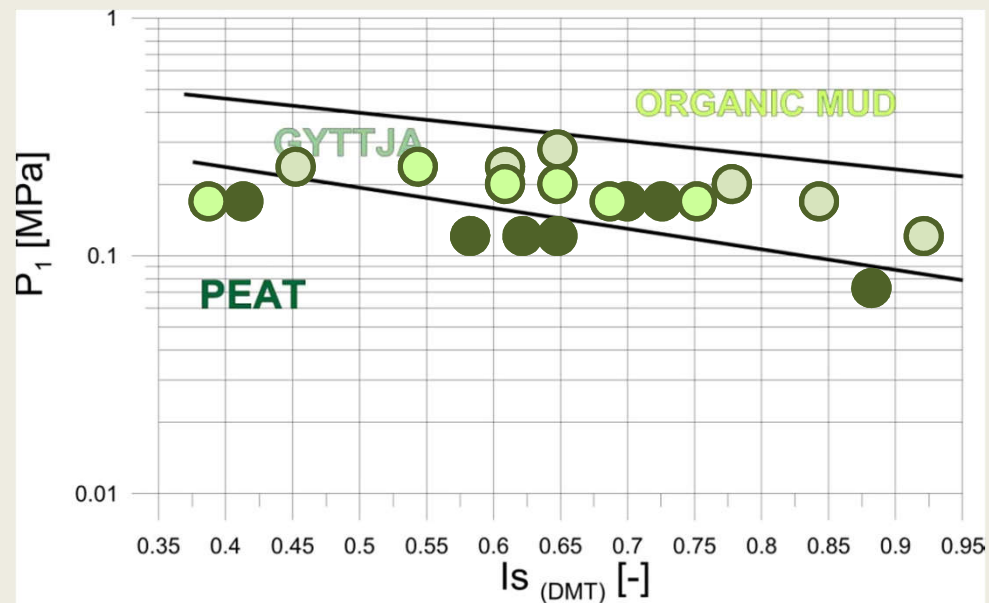
PROBLEMY INTERPRETACYJNE - DMT



(Rabarijoelly 2013)

$$I_s = (p_0 - u_0)/p_1$$

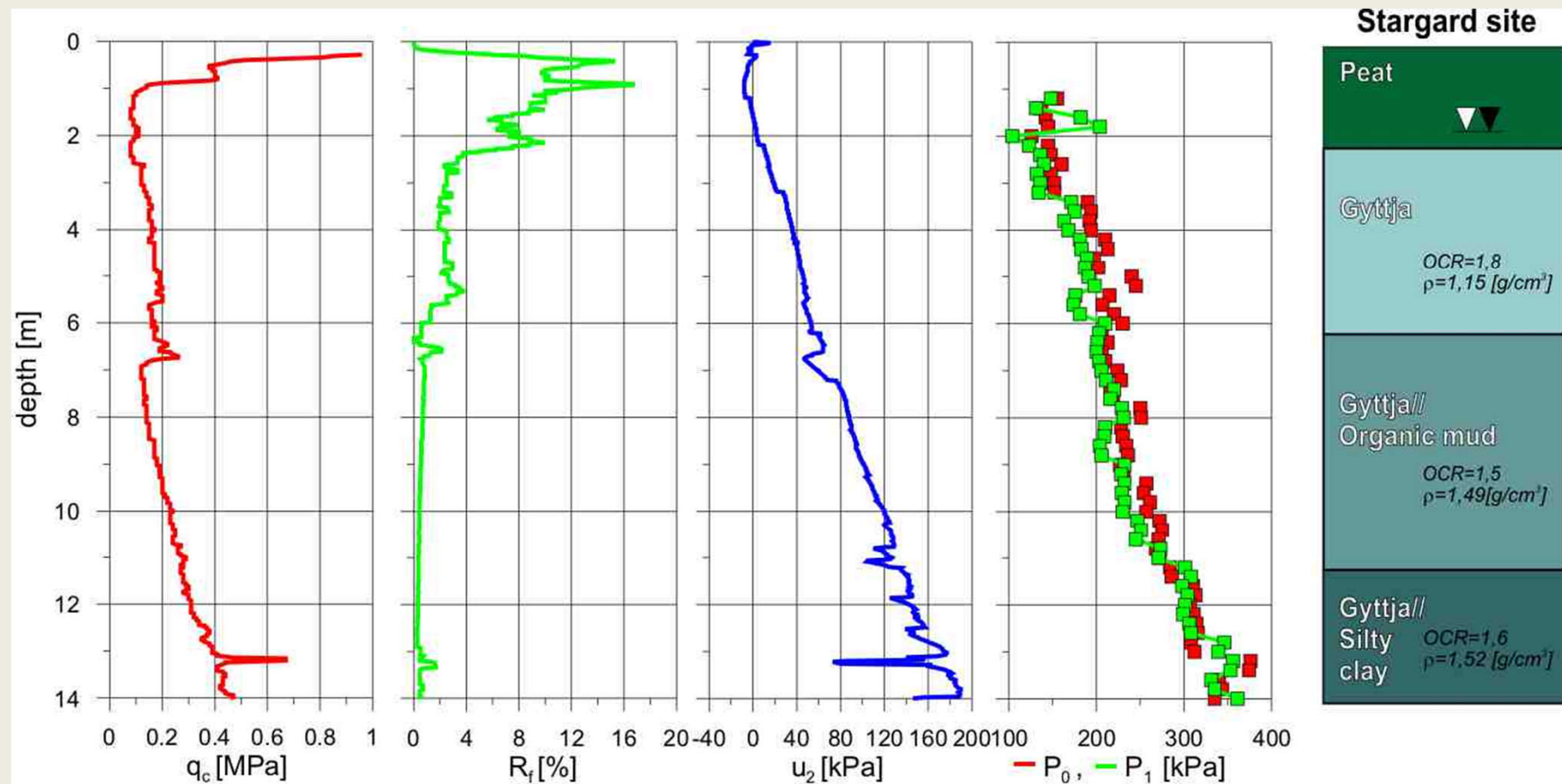
PROBLEMY INTERPRETACYJNE - DMT



(Rabarijoelly 2013)

$$I_s = (p_0 - u_0)/p_1$$

PROBLEMY INTERPRETACYJNE – DMT/CPTU



PROBLEMY INTERPRETACYJNE – T-bar

T-bar

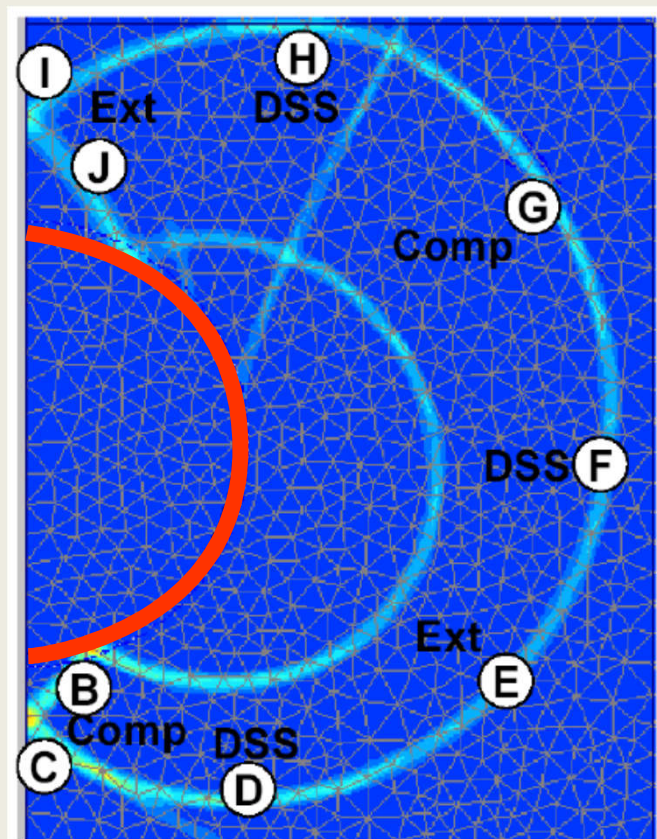


Ball
penetrometer



10 cm

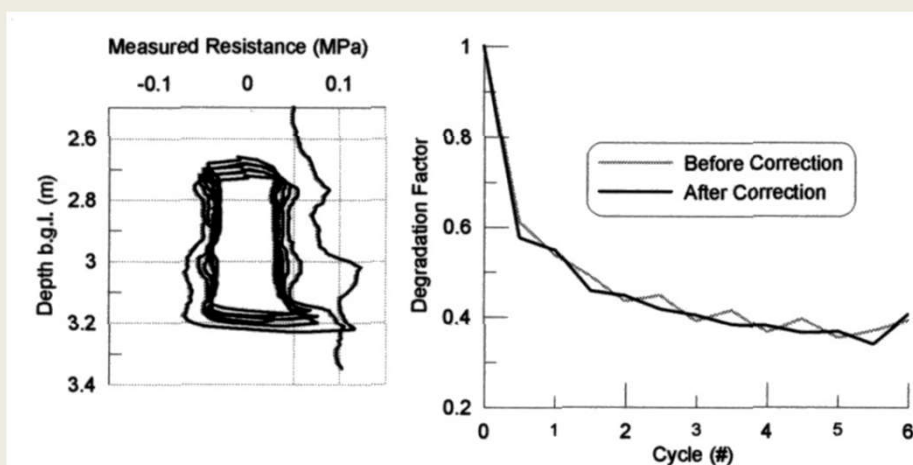
PROBLEMY INTERPRETACYJNE – T-bar



(za Andresen 2006)

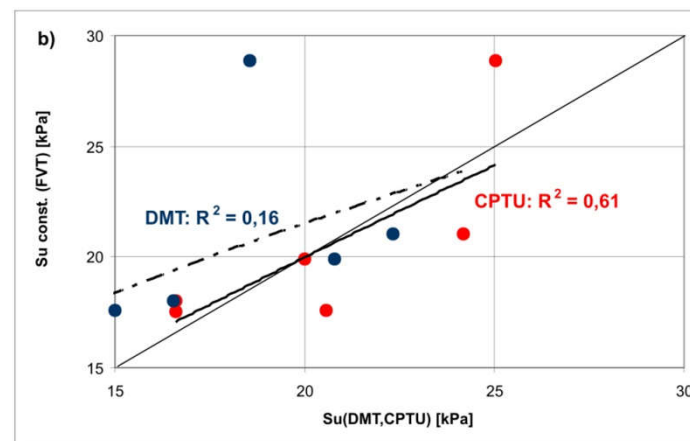
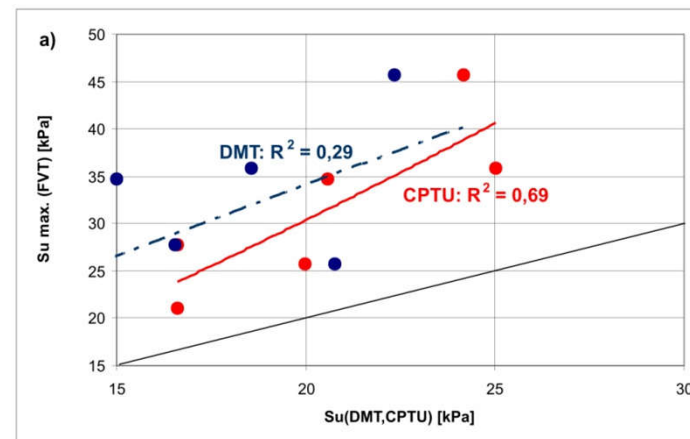
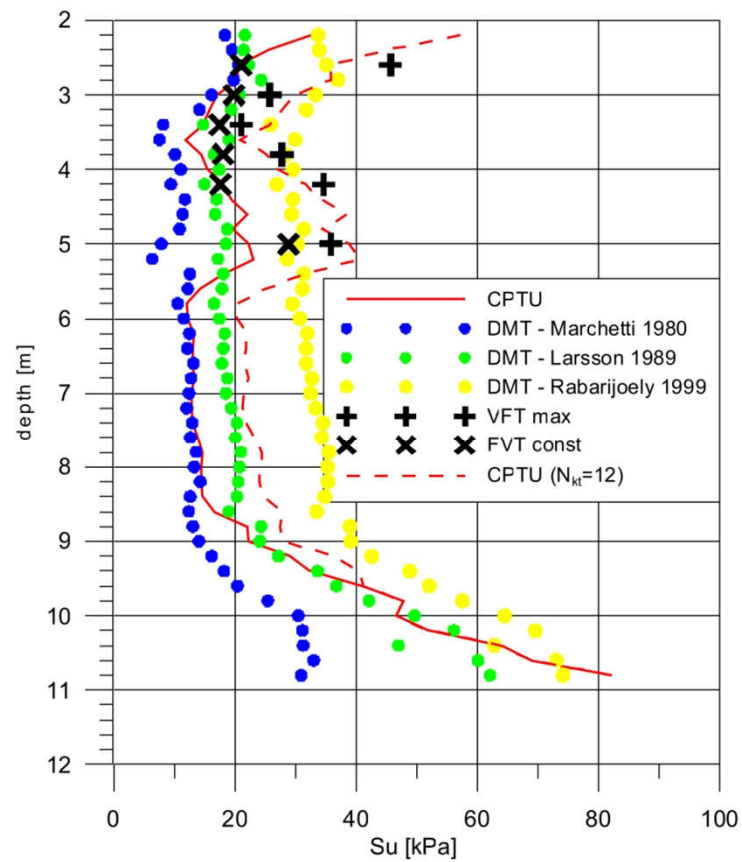
Table 1. Summary of N Factors

Site	N Factor	Range	Mean	Std. Dev.
Limerick	N _{kt}	9.96 - 15.49	12.73	3.91
	N _{Ball}	7.59 - 11.95	8.92	2.03
	N _{Tbar}	7.8 - 11.03	9.58	1.68
	N _{Δu}	1.94 - 2.23	2.09	0.21
	N _{ΔuBall}	1.3 - 1.84	1.57	0.38
Loughrea	N _{kt}	5.77 - 12.47	9.78	3.54
	N _{Ball}	5.35 - 9.45	7.68	1.17
	N _{Tbar}	9.12 - 13.6	10.61	1.56
	N _{Δu}	0.67 - 3.18	2.26	1.12
	N _{ΔuBall}	1.01 - 1.61	1.20	0.33
Tuam	N _{Tbar}	10.84 - 13.29	12.21	1.25



(Boylan & Long 2007)

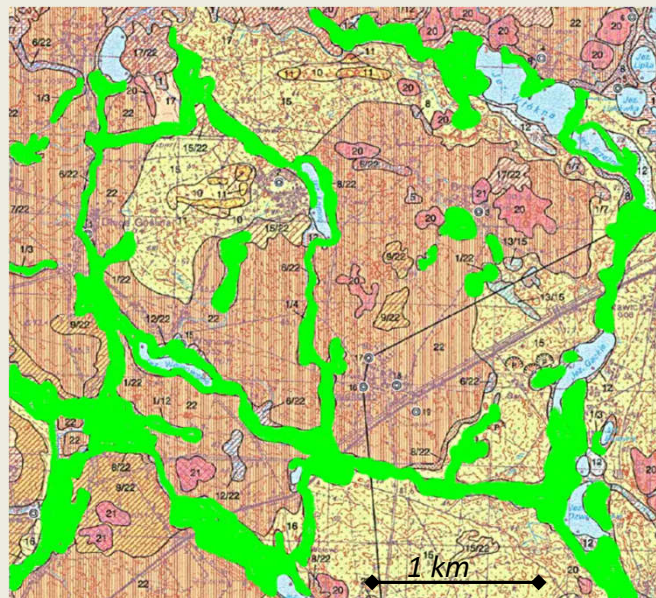
PROBLEMY INTERPRETACYJNE



GIS: GRUNTY SŁABONOŚNE

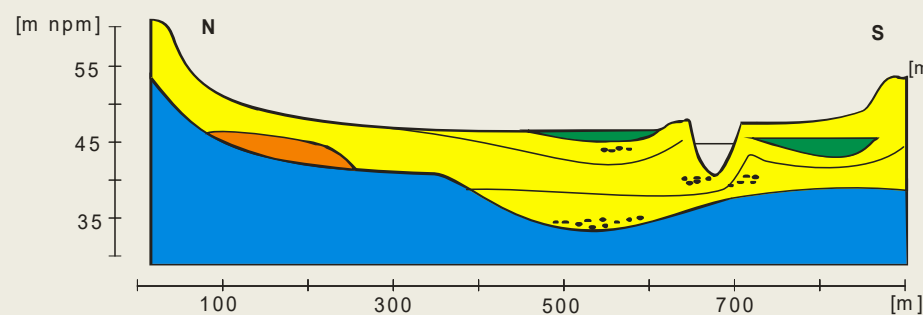
ORGANICZNE

MIEJSCA WYSTĘPOWANIA



(SMGP Murowana Goślina -PIG, Sydow 1996)

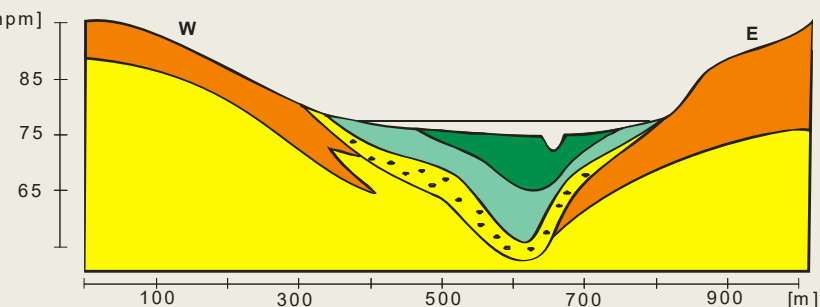
MIEJSCA WYSTĘPOWANIA



$w_n = 83\%$

$g_d = 1,14 \text{ g/cm}^3$

$I_{om} = 14,6\%$



$w_n = 298\%$

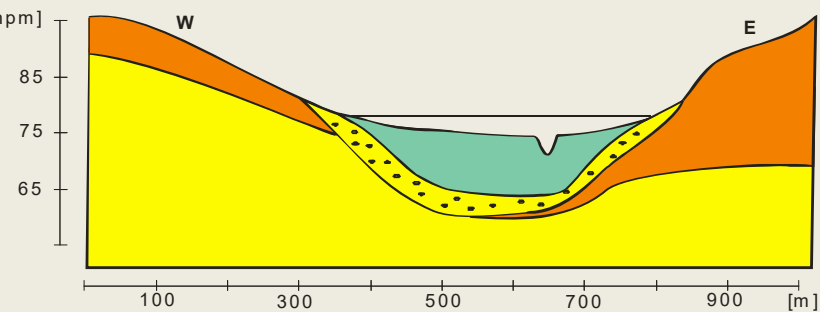
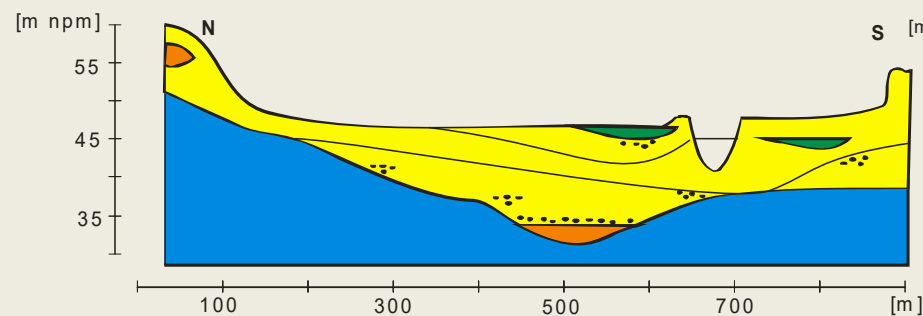
$t_{max} = 17 \text{ kPa}$

$I_{om} = 31\%$

$w_n = 142\%$

$t_{max} = 27 \text{ kPa}$

$I_{om} = 43\%$



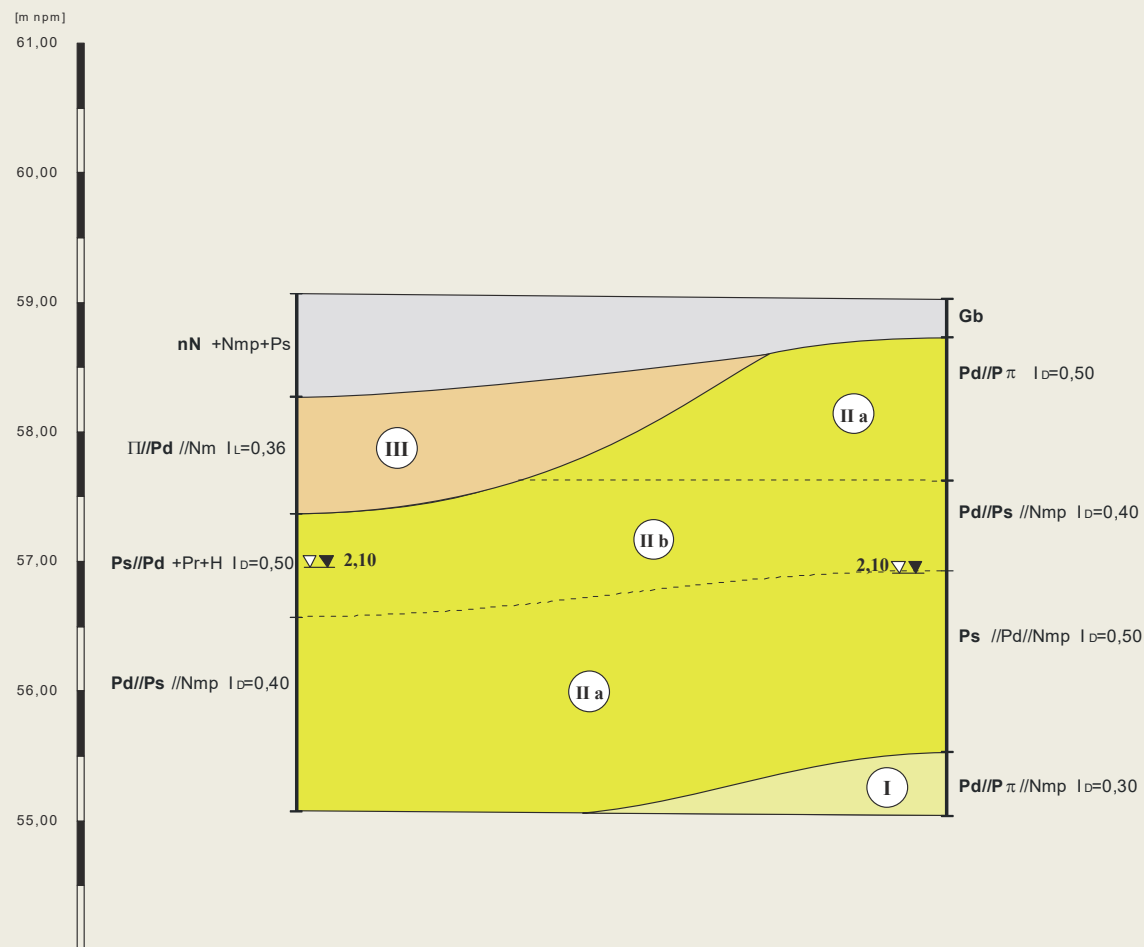
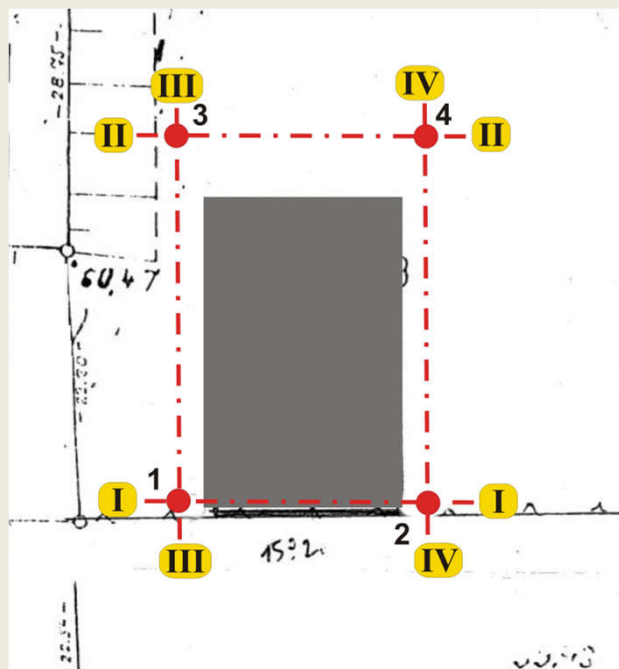
GIS: **GRUNTY SŁABONOŚNE**

ORGANICZNE

MIEJSCA WYSTĘPOWANIA



MIEJSCA WYSTĘPOWANIA



1 | 59,07
4,0 | 2,1

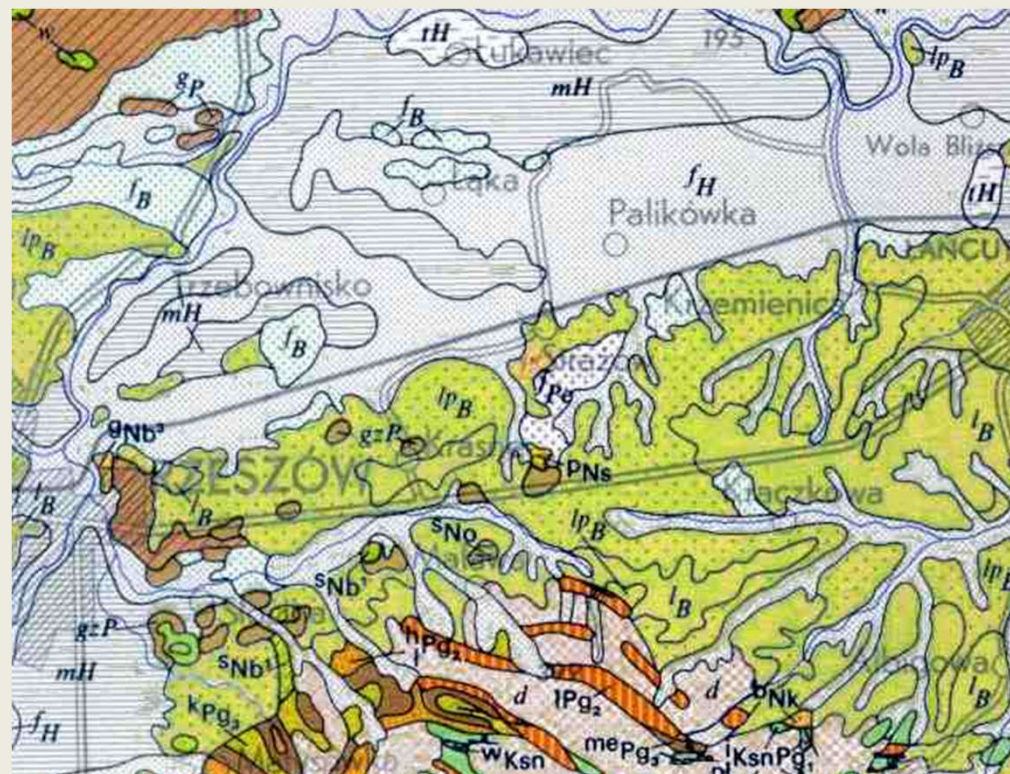
- 20,0 -

2 | 59,03
4,0 | 2,1

GIS: **GRUNTY SŁABONOŚNE**

PYLASTE

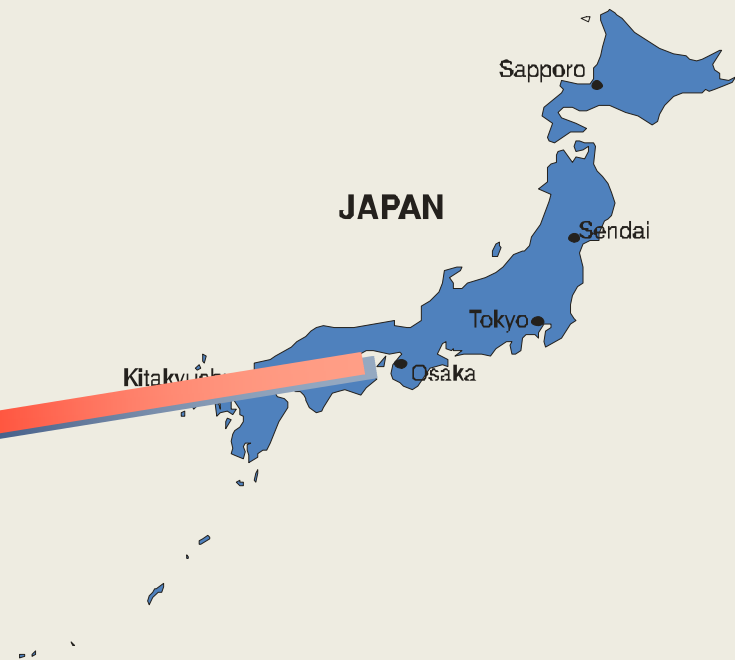
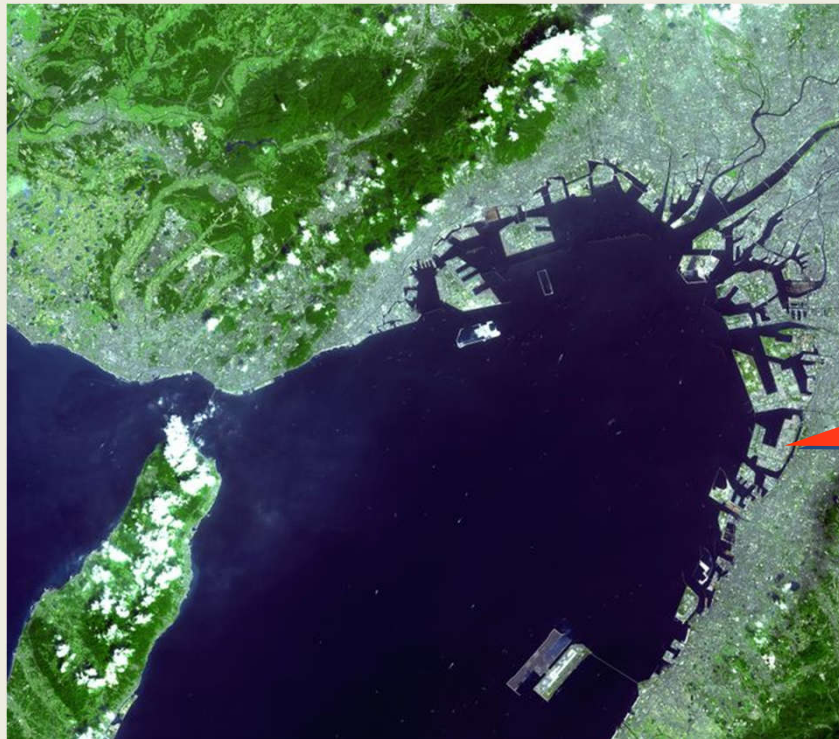
MIEJSCA WYSTĘPOWANIA



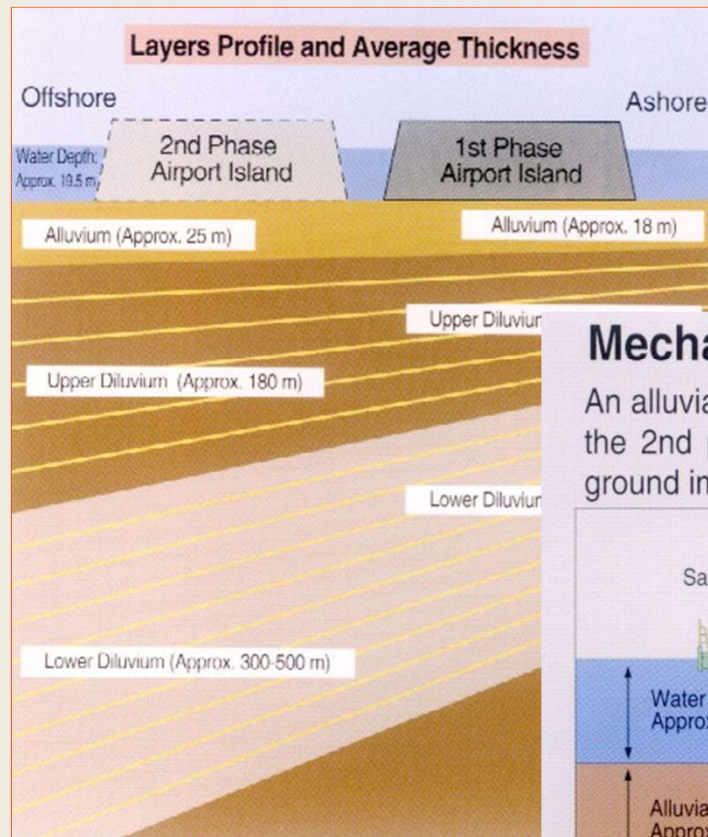
GIS: GRUNTY SŁABONOŚNE

MIĘKKOPLASTYCZNE

MIEJSCA WYSTĘPOWANIA

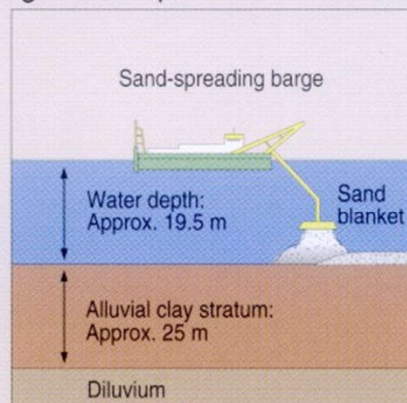


MIEJSCA WYSTĘPOWANIA

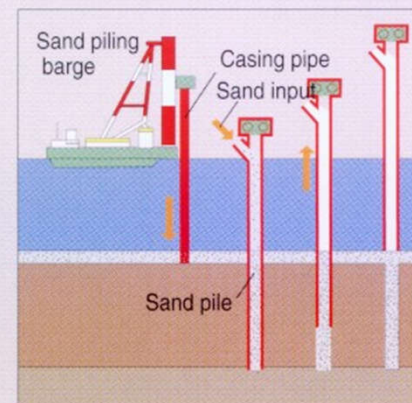


Mechanism of ground improvement (Sand drain method)

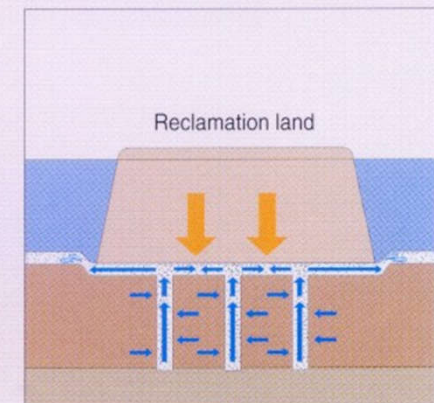
An alluvial clay stratum approximately 25 m thick lies at the bottom of the sea area slated for the 2nd phase construction. The initial process involves solidifying soft, weak ground via ground improvement work.



1—A 1.5 m-thick layer is created by spreading sand over the seabed. (Sea sand, which features few fine sand granules and readily passes water, was utilized.)



2—Sand piles are driven into alluvial clay stratum from the sand piling barge.



3—The water within the clay is pressed out through the sand piles to the sea by the weight of the land, which creates a solid ground.

Klasyfikacja metod ulepszania gruntu

wg. Madeja (2015)

ZMIANA STANU

ZMIANA SKŁADU

ZBROJENIE *IN SITU*

**KONSTRUKCJE
Z GRUNTU ZBROJONEGO**

PN-S-02205



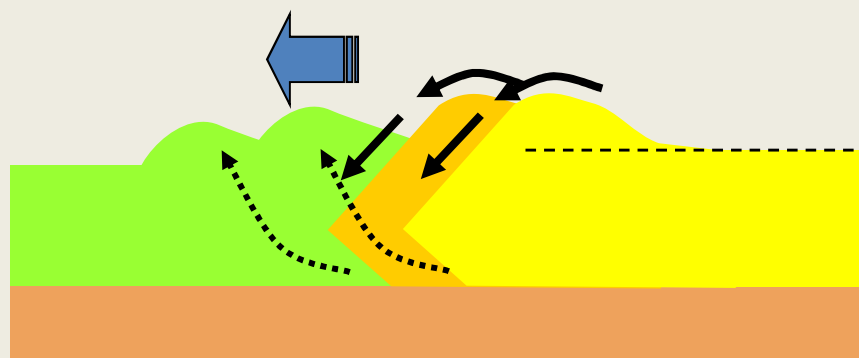
$\Sigma s > 0,1\text{m}$

- **WYPIERANIE**
- **WYMIANA**
- **NASYPY ZAWIESZONE**
- **WZNOSZENIE ETAPOWE**
- **WZMACNIANIE DYNAMICZNE**
- **KOLUMNY ŻWIROWO/PIASKOWE**
- **INIEKCJE**
- **ZASTOSOWANIE GEOSYNTETYKÓW**

WYPIERANIE

METODA OD CZOŁA

- $S_u < 20 \text{ kPa}$
- $H < 15 \text{ m}$
- położenie stropu
- kontrola po wyparciu

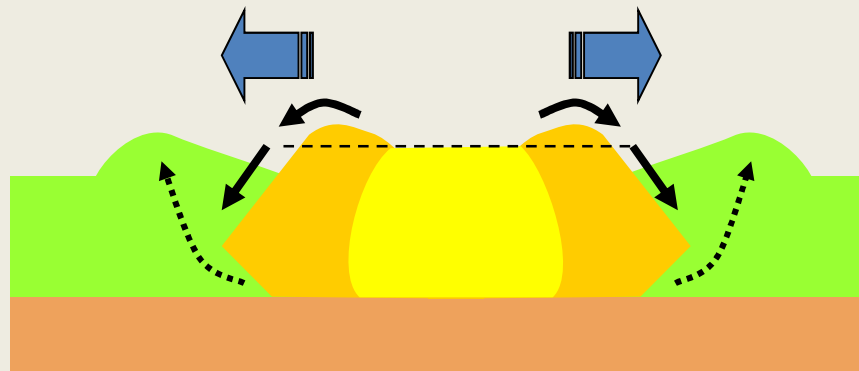


$$\frac{1}{2} h_n \gamma_n > 5,5 s_{u \max}$$

WYPIERANIE

METODA NA BOKI

- $S_u < 20 \text{ kPa}$
- $H < 15 \text{ m}$
- położenie stropu
- kontrola po wyparciu



$$\frac{1}{2} h_n \gamma_n > 5,5 s_{u \max}$$

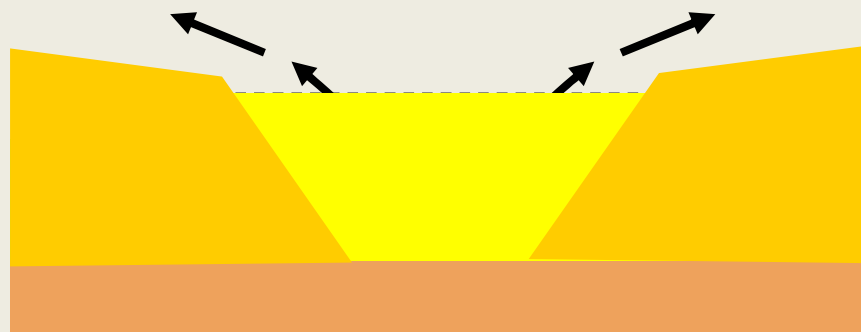
WYPIERANIE

- **grunt:** warstwy bardzo słabe – „bagna”
- **materiał:** grunt mineralny, materiały wybuchowe
- **sprzęt:** standardowy do robót ziemnych (ciężki)
- **właściwości gruntu *a posteriori*:** jak wykonanego nasypu
- **+/-:** łatwe wykonanie; trudna kontrola; osiadania (wypieranie)???
- **koszty:** umiarkowane

WYMIANA

PEŁNA

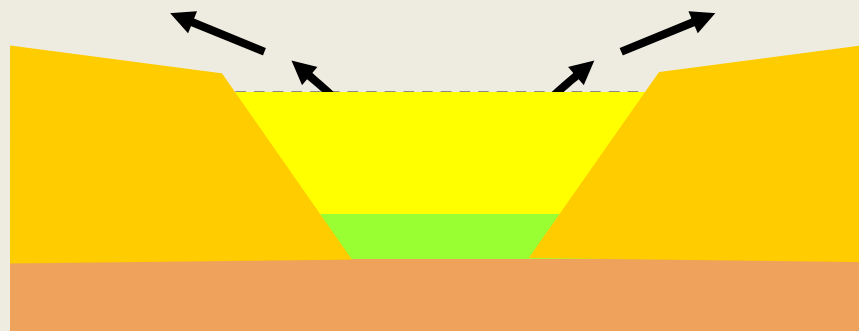
- $S_u > 10 \text{ kPa}$
- $H < 3-4 \text{ m}$
- zasięg V oraz H
- ZWG



WYMIANA

CZĘŚCIOWA

- $S_u > 10 \text{ kPa}$
- $H < 3-4 \text{ m}$
- zasięg V oraz H
- ZWG



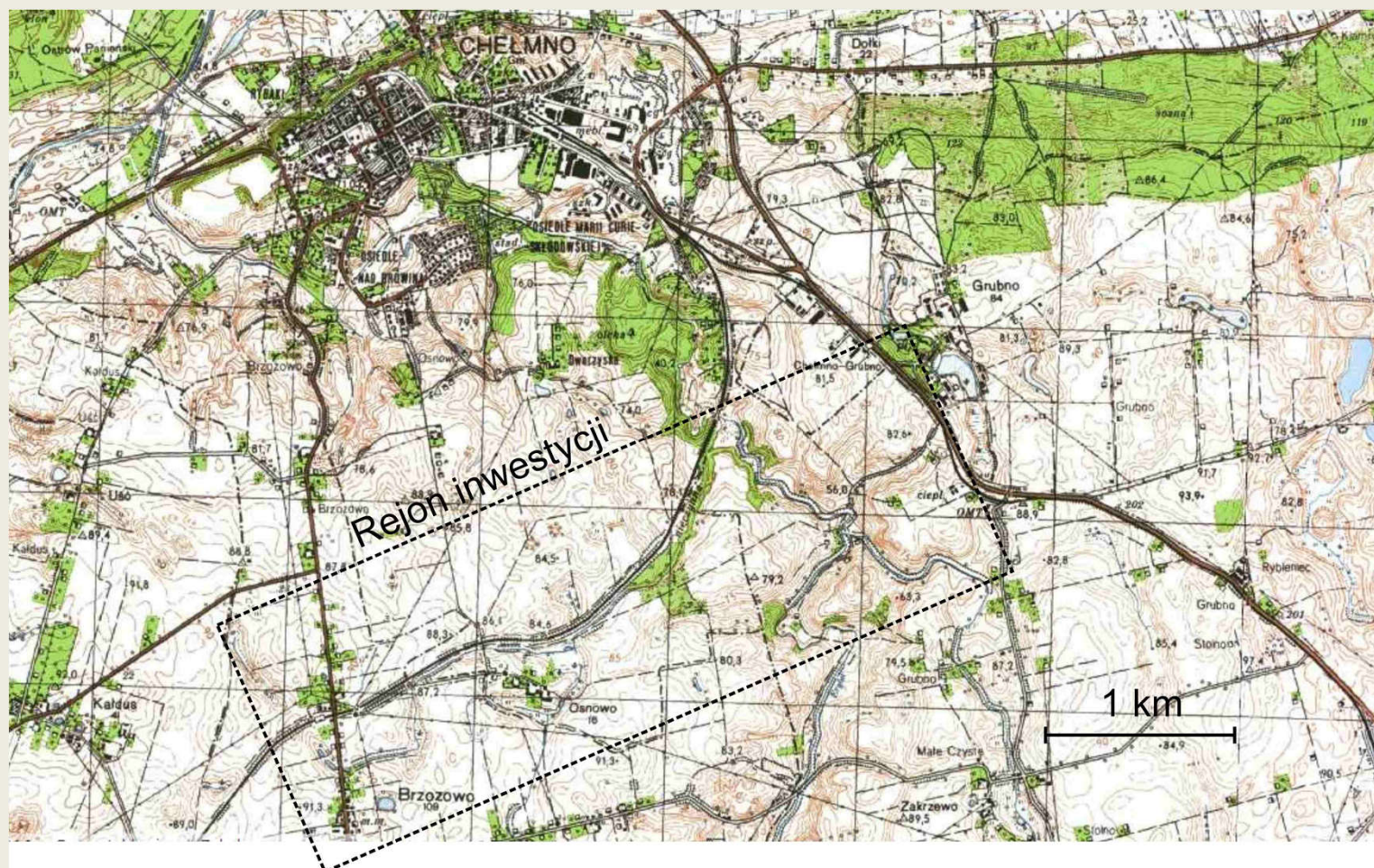
WYMIANA

- **grunt:** warstwy wierzchnie słabe (niekoniecznie organiczne)
- **materiał:** grunt mineralny, materiały lekkie (wymiana częściowa)
- **sprzęt:** standardowy do robót ziemnych (lekki)
- **właściwości gruntu *a posteriori*:** jak wykonanego nasypu
- **+/-:** łatwe wykonanie; trudna poniżej ZWG
- **koszty:** małe lub duże

GIS: GRUNTY SŁABONOŚNE

METODY POSADOWIEŃ

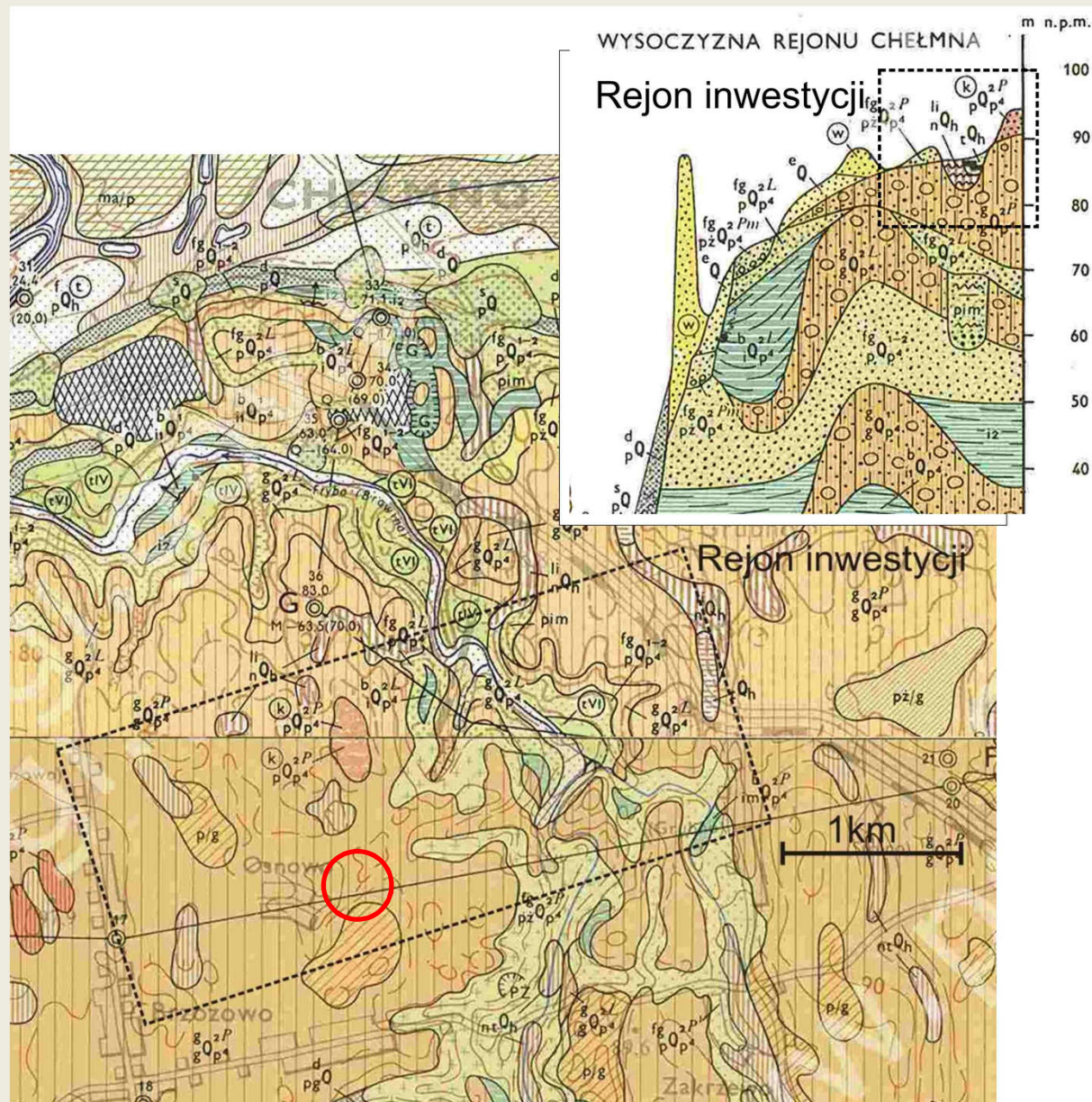
WYMIANA



GIS: GRUNTY SŁABONOŚNE

METODY POSADOWIEŃ

WYMIANA



GIS: GRUNTY SŁABONOŚNE

METODY POSADOWIEŃ

WYMIANA



GIS: GRUNTY SŁABONOŚNE

METODY POSADOWIEŃ

WYMIANA



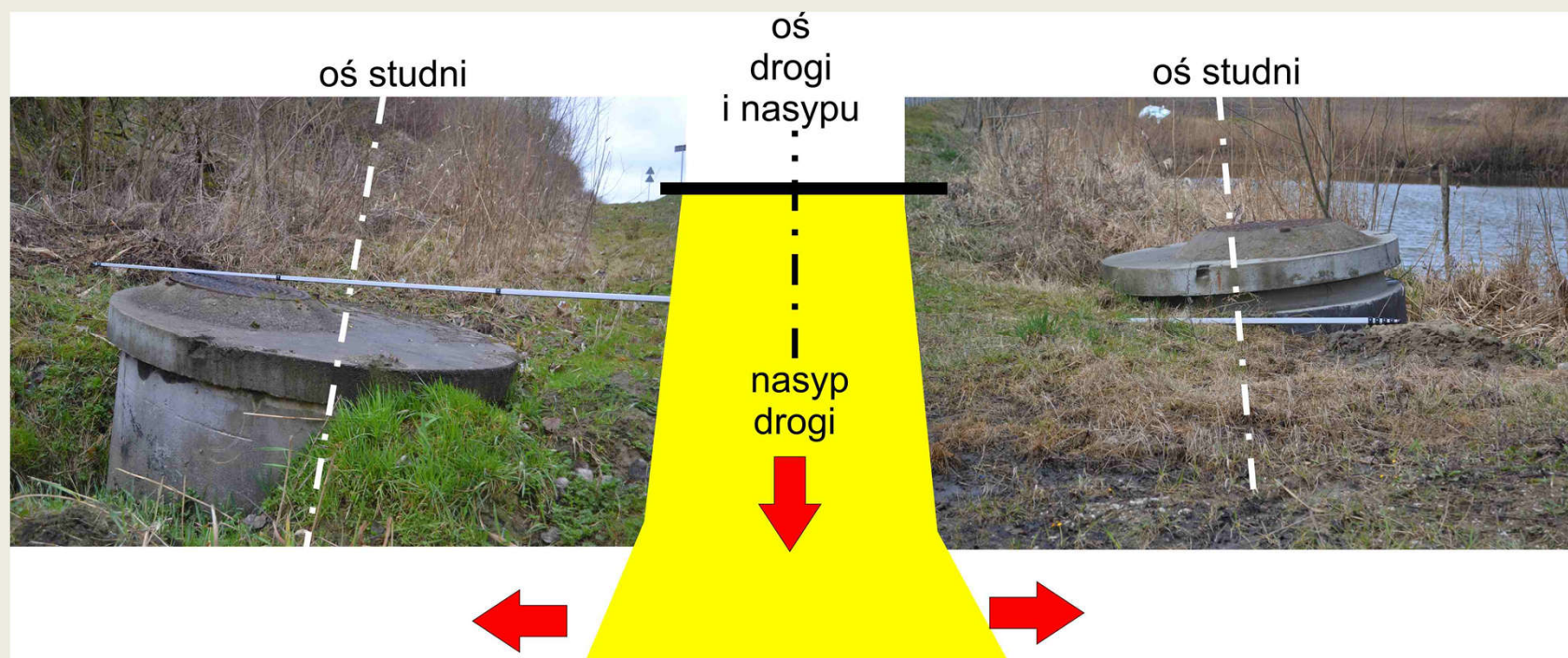
GIS: GRUNTY SŁABONOŚNE

METODY POSADOWIEŃ

WYMIANA



WYMIANA



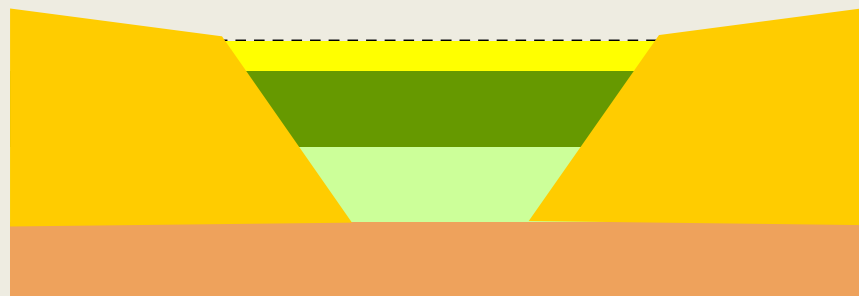
GIS:

GRUNTY SŁABONOŚNE

METODY POSADOWIEŃ

NASYPY ZAWIESZONE

- $S_u > 10 \text{ kPa}$
- $H_{\text{nasypu}} < 3-5 \text{ m}$
- silny i ciągły kożuch
- ZWG



NASYPY ZAWIESZONE

- **grunt:** warstwy wierzchnie nośne
- **materiał:** materiały lekkie, ew. wzmocnienie rusztem
- **sprzęt:** standardowy do robót ziemnych (lekki)
- **właściwości gruntu *a posteriori*:** małe γ nasypu
- **+/-:** łatwe ale precyzyjne wykonanie; niewielkie obciążenia; stateczność??
- **koszty:** umiarkowane lub duże

WZNOSZENIE ETAPOWE

$$q_f = c \cdot N_c + q \cdot N_q + \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

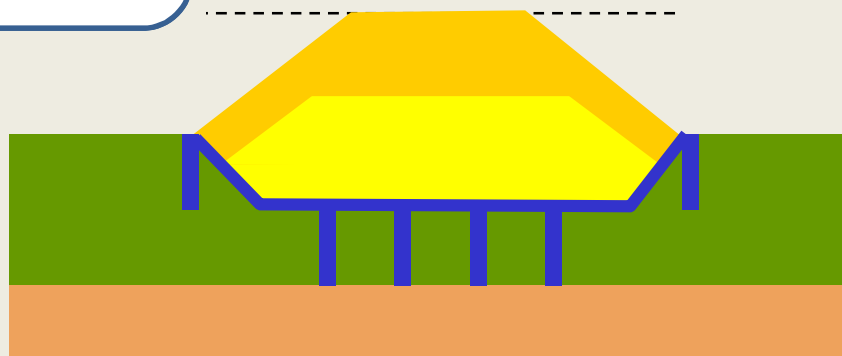
$$\phi = 0 \rightarrow$$

$$N_c = 5,7$$

$$N_q = 1$$

$$N_\gamma = 0$$

- $S_u < 20 \text{ kPa}$
- $H < 6 \text{ m}$
- charakterystyka ścisłości
- czas



$$c < c_k = c + \Delta\sigma' \cdot \operatorname{tg}\alpha_c$$

WZNOSZENIE ETAPOWE

- **grunt:** grube warstwy gruntów ściśliwych (także spoiste)
- **materiał:** ziemny + warstwy filtracyjne
- **sprzęt:** standardowy do robót ziemnych + dreny, repery, piezometry
- **właściwości gruntu *a posteriori*:** polepszone pod względem nośności
- **+/-:** łatwa; długi czas; bieżąca kontrola osiadań
- **koszty:** małe lub umiarkowane

PRZECIĄŻENIE

$$q_f = c \cdot N_c + q \cdot N_q + \gamma \cdot B \cdot N_\gamma$$

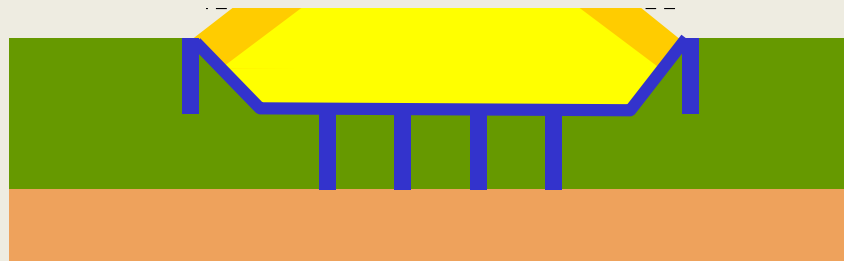
$$\phi = 0 \rightarrow$$

$$N_c = 5,7$$

$$N_q = 1$$

$$N_\gamma = 0$$

- $S_u < 20 \text{ kPa}$
- $H < 8 \text{ m}$
- charakterystyka ścisłości
- czas
- + 1÷3 m piasku



$$c < c_k = c + \Delta\sigma' \cdot \operatorname{tg}\alpha_c$$

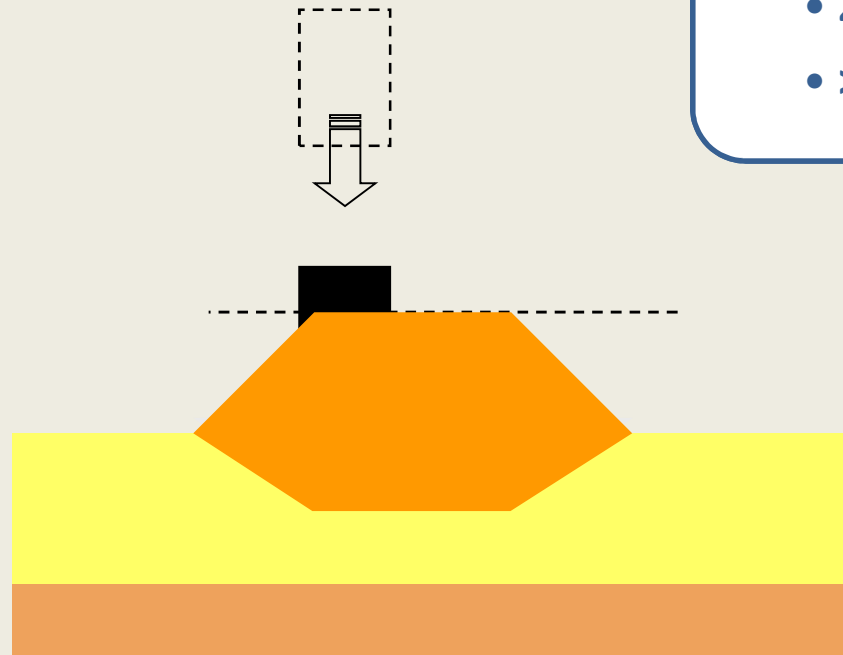
PRZECIĄŻENIE

- **grunt:** grube warstwy gruntów ściśliwych (także spoiste)
- **materiał:** ziemny (+1÷3 m) + warstwy filtracyjne
- **sprzęt:** standardowy do robót ziemnych + dreny, repery, piezometry
- **właściwości gruntu *a posteriori*:** polepszone pod względem nośności
- **+/-:** łatwa; ograniczenie osiadań długotrwałych; bieżąca kontrola osiadań
- **koszty:** małe lub umiarkowane

WZMACNIANIE DYNAMICZNE

UBIJANIE

- $C_u < 1 \text{ kPa}$
- $2 < H < 8 \text{ m}$
- $> \text{ZWG ? he he?}$



WZMACNIANIE DYNAMICZNE



UBIJANIE

- $C_u < 1 \text{ kPa}$
- $2 < H < 8 \text{ m}$
- $> \text{ZWG}$



WZMACNIANIE DYNAMICZNE

UBIJANIE

- $C_u < 1 \text{ kPa}$
- $2 < H < 8 \text{ m}$



WZMACNIANIE DYNAMICZNE

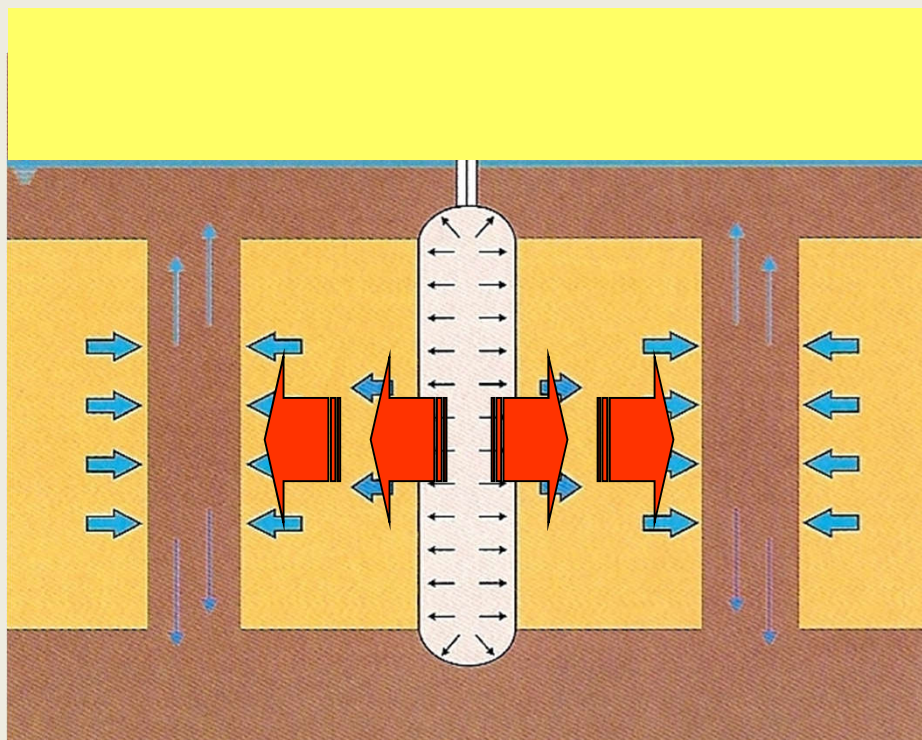
UBIJANIE

- **grunt:** grube warstwy gruntów niespoistych (+antropogeniczne)
- **materiał:** ziemny
- **sprzęt:** żurawie z ubijakiem 3 ÷ 20 t
- **właściwości gruntu *a posteriori*:** dogęszczenie
- **+/-:** prosta, dobra w gruntach luźnych; duże wstrząsy
- **koszty:** małe lub umiarkowane

WZMACNIANIE DYNAMICZNE

WYBUCHAMI

- $C_u < 1 \text{ kPa}$
- $3 < H < 30 \text{ m}$
- $< \text{ZWG}$



WZMACNIANIE DYNAMICZNE

WYBUCHAMI

- $C_u < 1 \text{ kPa}$
- $3 < H < 30 \text{ m}$
- $< ZWG$



WZMACNIANIE DYNAMICZNE

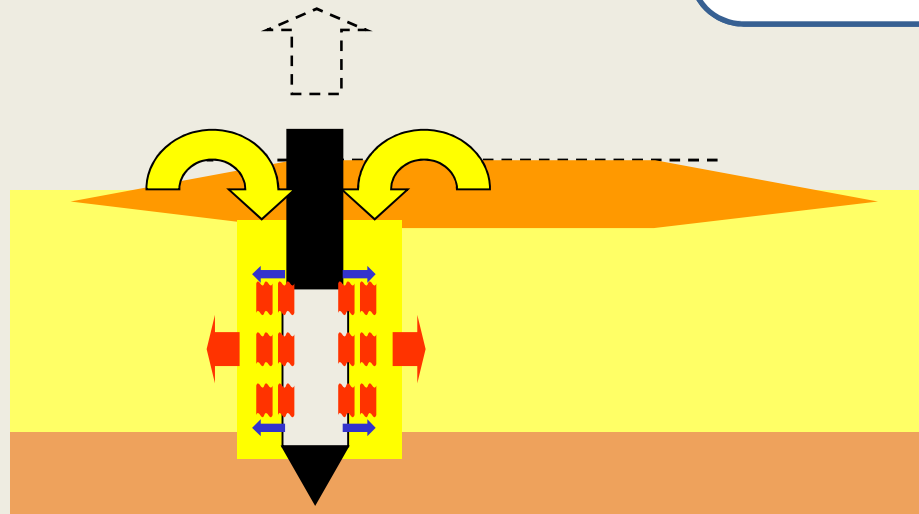
WYBUCHAMI

- **grunt:** grube warstwy gruntów niespoistych (+pyły)
- **materiał:** ziemny + mat. wybuchowe
- **sprzęt:** wiertnica
- **właściwości gruntu *a posteriori*:** dogęszczenie (nierównomierne) + czas
- **+/-:** szybkie dogęszczenie dużej objętości; duże wstrząsy
- **koszty:** małe przy dużym zakresie

KOLUMNY Z KRUSZYWA

WIBROFLOTACJA

- $f_{\pi} < 5\%$ (max. 10%)
- możliwe wkładki Nm
- zwykle $< \text{ZWG}$
- $H < 15\text{m}$



KOLUMNY Z KRUSZYWA



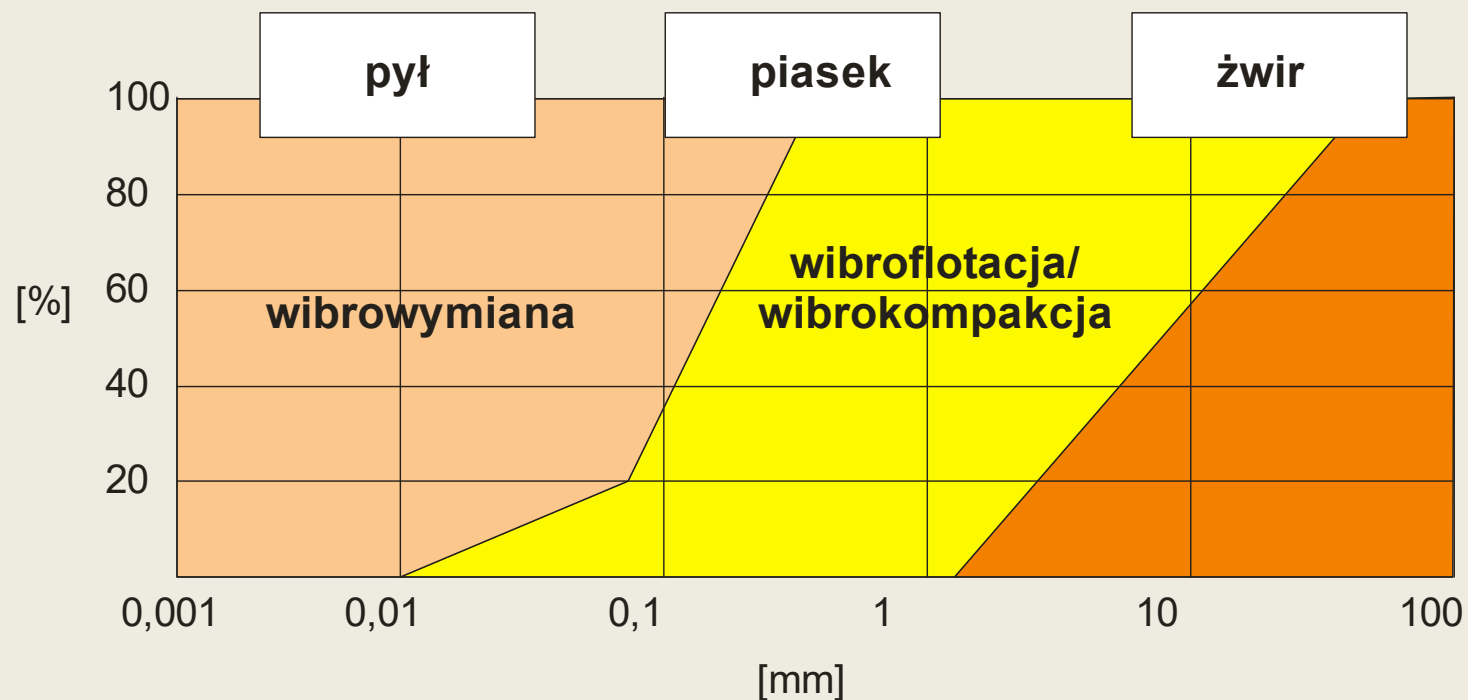
WIBROFLOTACJA

- $f_{\pi} < 5\%$ (max. 10%)
- możliwe wkładki Nm
- zwykle $< \text{ZWG}$
- $H < 15\text{m}$

KOLUMNY Z KRUSZYWA

WIBROFLOTACJA

- $f_{\pi} < 5\%$ (max. 10%)
- możliwe wkładki Nm
- zwykle < ZWG
- $H < 15\text{m}$



KOLUMNY Z KRUSZYWA

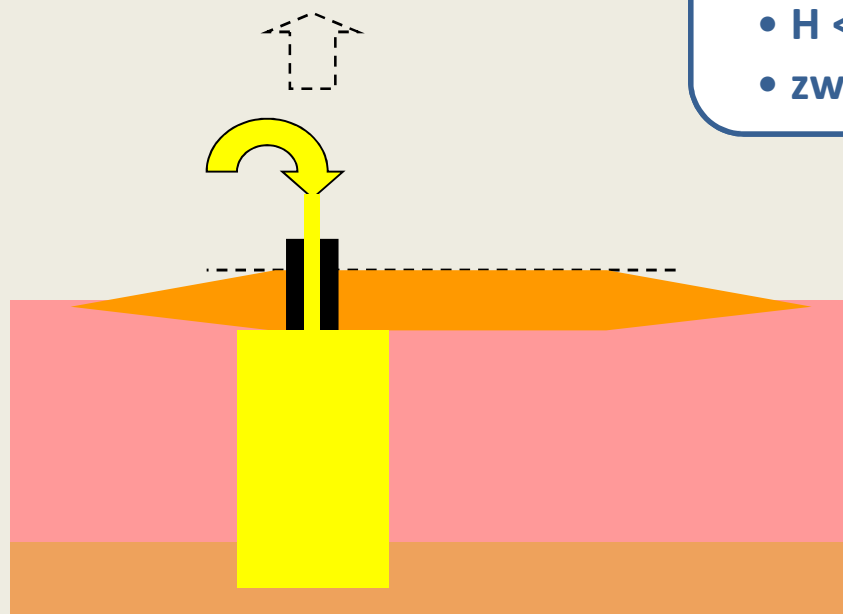
WIBROFLOTACJA

- **grunt:** grube warstwy gruntów niespoistych
- **materiał:** ziemny gruboziarnisty + woda
- **sprzęt:** wibroflot, pompy
- **właściwości gruntu *a posteriori*:** dogęszczenie (równomierne)
- **+/-:** w gruntach nawodnionych
- **koszty:** umiarkowane (200-300 mb/zmianę)

KOLUMNY Z KRUSZYWA

WIBROWYMIANA

- $f_{\pi} > 10\%$
- możliwe spoiste
- $H < 10\text{m}$ (organiczne $< 3\text{m}$)
- zwykle $< \text{ZWG}$



KOLUMNY Z KRUSZYWA



WIBROWYMIANA

- $f_{\pi} > 10\%$
- możliwe spoiste
- $H < 10\text{m}$ (organiczne $< 3\text{m}$)
- zwykle $< \text{ZWG}$

KOLUMNY Z KRUSZYWA

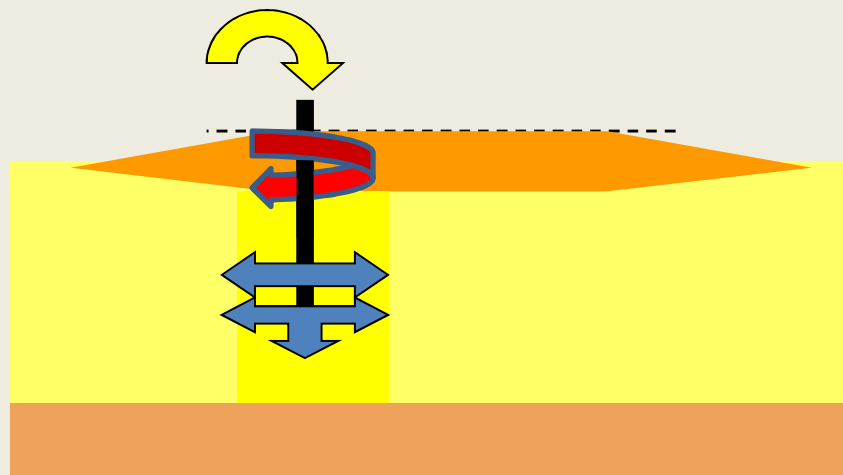
WIBROWYMIANA

- **grunt:** warstwy gruntów spoistych mgl i organicznych
- **materiał:** ziemny gruboziarnisty + sprężone powietrze
- **sprzęt:** wibrator, pompy, sprężarka
- **właściwości gruntu *a posteriori*:** wzrost nośności
- **+/-:** w gruntach spoistych; przyspiesza konsolidację; boczna rozszerzalność
- **koszty:** umiarkowane lub duże (wydajność 200 mb/zmianę)

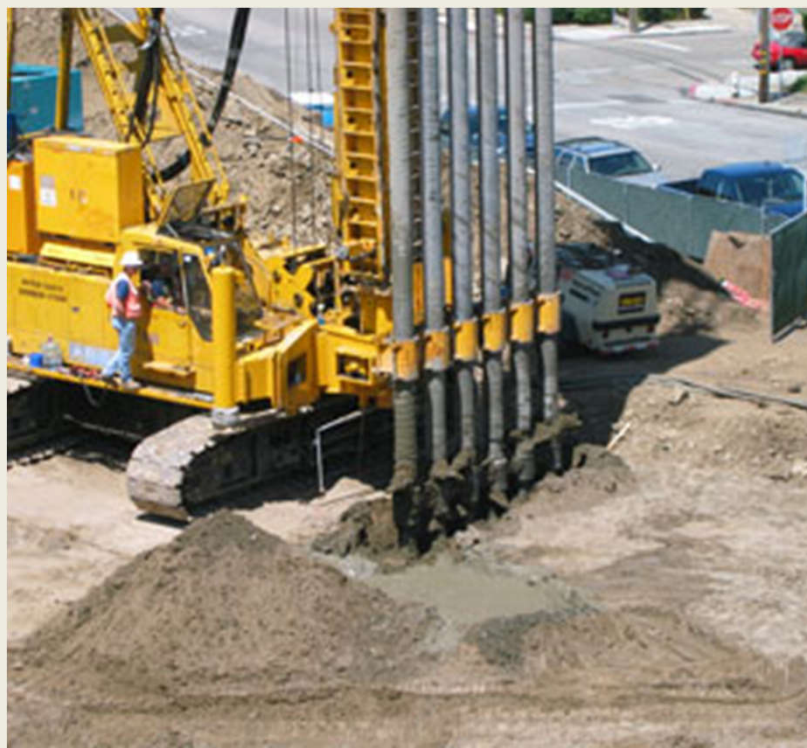
MIESZANIE WGŁĘBNE

KOŁOMNY CEMENTOWE/WAPIENNE

- niskie s_u
- organiczne i spoiste
- $3\text{m} < H \Rightarrow 20\text{m}$
- zwykle $< \text{ZWG}$



MIESZANIE WGLĘBNE



KOLOMNY CEMENTOWE/WAPIENNE

- niskie s_u
- organiczne i spoiste
- $3\text{m} < H \Rightarrow 20\text{m}$
- zwykle $< \text{ZWG}$



MIESZANIE WGLĘBNE



KOŁOMNY CEMENTOWE/WAPIENNE

- niskie s_u
- organiczne i spoiste
- $3\text{m} < H \Rightarrow 20\text{m}$
- zwykle $< \text{ZWG}$



MIESZANIE WGŁĘBNE



KOŁOMNY CEMENTOWE/WAPIENNE

- niskie s_u
- organiczne i spoiste
- $3\text{m} < H \Rightarrow 20\text{m}$
- zwykle $< \text{ZWG}$



MIESZANIE WGŁĘBNE

KOŁOMNY CEMENTOWE/WAPIENNE

- **grunt:** warstwy gruntów spoistych mgl i organicznych
- **materiał:** cement, wapno, gips, bentonit, popioły lotne
- **sprzęt:** mieszadło
- **właściwości gruntu *a posteriori*:** wzrost nośności (su do 150 kPa)
- **+/-:** w gruntach spoistych; szybka; duże głębokości;
- **koszty:** umiarkowane lub duże

GEOSYNTETYKI

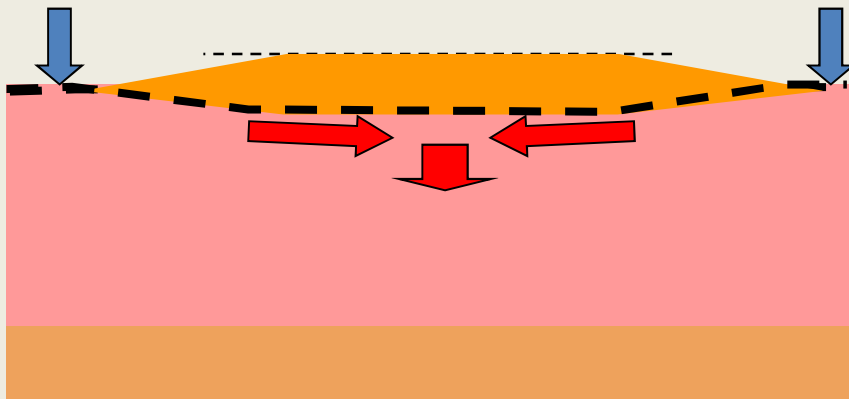
- **DRENAŻ**
- **FILTROWANIE**
- **SEPARACJA**
- **ZBROJENIE**

Właściwości hydrauliczne
(wodoprzepuszczalność k_h , k_v ,...)

Właściwości fizyczno-mechaniczne
(wytrzymałość na przebicie, rozciąganie, wydłużenie...)

- wszystkie grunty
- element innych konstrukcji
- przypowierzchniowe
- mnogość zastosowań

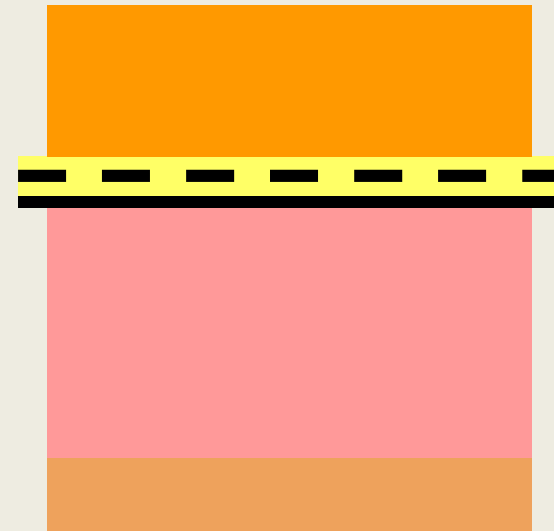
GEOSYNTETYKI



GIS: GRUNTY SŁABONOŚNE

METODY POSADOWIEŃ

GEOSYNTETYKI



GIS: GRUNTY SŁABONOŚNE

METODY POSADOWIEŃ

GEOSYNTETYKI



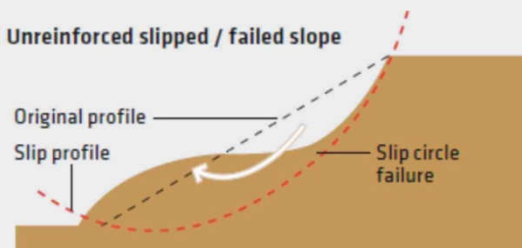
GEOSYNTETYKI



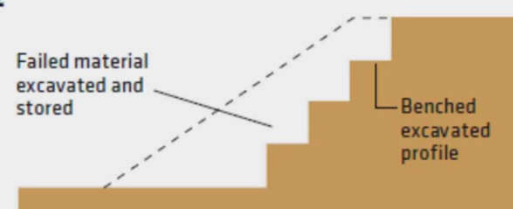
GEOSYNTETYKI

A TYPICAL SECTION THROUGH A TENSARTECH SLIPREPAIR

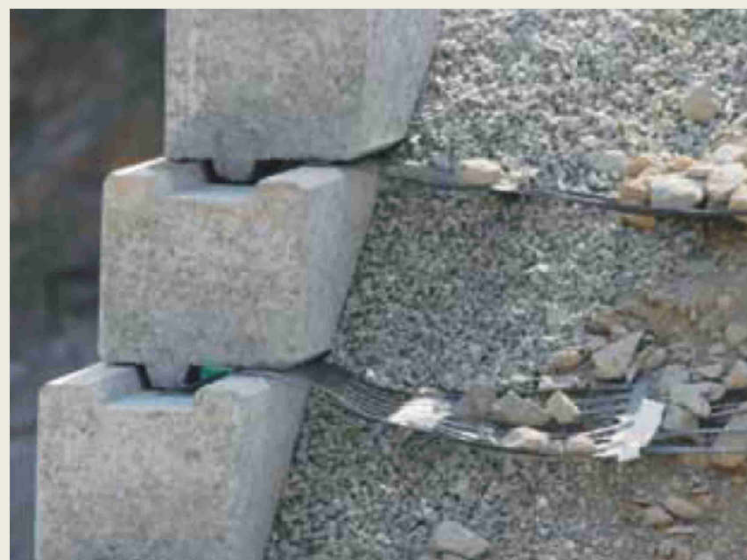
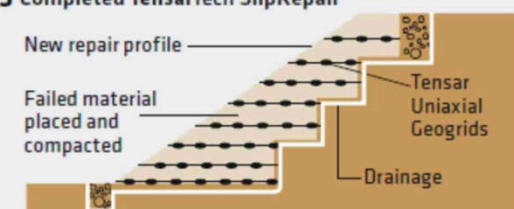
1 Unreinforced slipped / failed slope



2



3 Completed TensarTech SlipRepair



GEOSYNTETYKI

- **grunt:** wszystkie
- **materiał:** geotkaniny, geowłókniny, georuszty, geosiatki... + zasyпка
- **sprzęt:** standardowy
- **właściwości gruntu *a posteriori*:** b.z. lub poprawa przez konsolidację
- **+/-:** szybka; duże powierzchnie; staranny projekt i wykonanie
- **koszty:** umiarkowane

GEOSYNTETYKI

- **materiał:** separacja

- wytrzymałość $> 8 \text{ kN/m}$;
- wydłużenie przy zerwaniu $> 40\%$;
- wysokie k_v ;

wzmocnienie

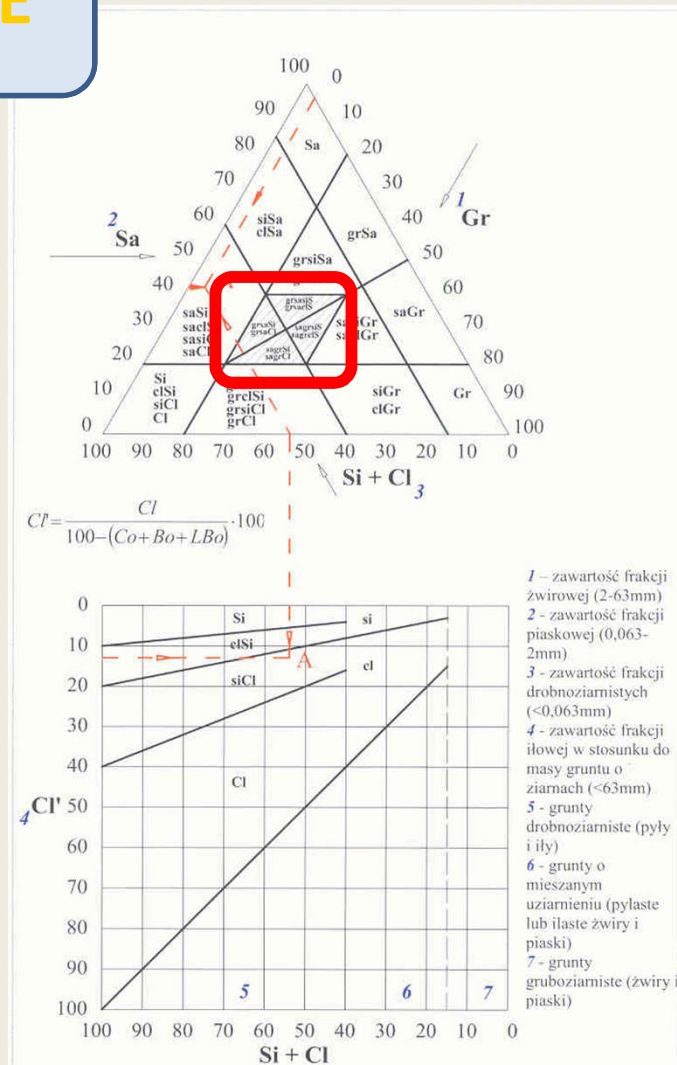
- połączenia geosiatek/georusztów z geowłókninami;
- wydłużenie $< 3\%$ przy sile 10 kN/m ;
- zagęszczona zasypka $0,3\text{-}0,5 \text{ m}$.

GIS: GRUNTY PRZEJŚCIOWE

KRYTERIUM GRANULOMETRYCZNE

KRYTERIUM PLASTYCZNOŚCI

KRYTERIUM DRENAŻU

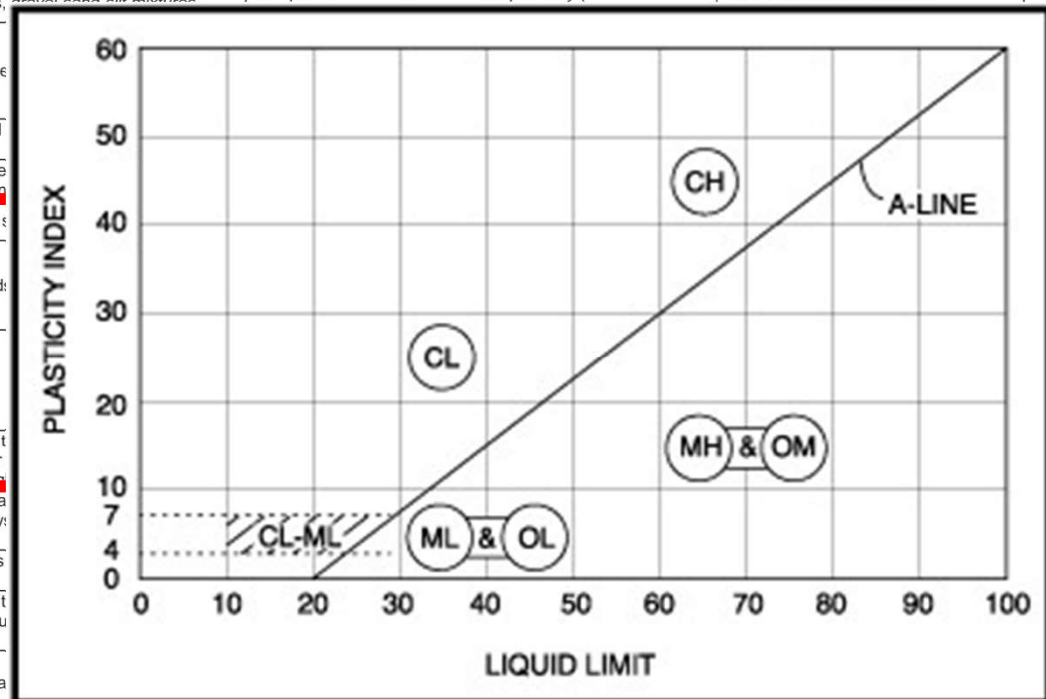


Rys. 5. „Trójkąt ISO” do rozpoznawania rodzaju gruntu

GIS: GRUNTY PRZEJŚCIOWE

UNIFIED SOIL CLASSIFICATION SYSTEM

MAJOR DIVISIONS		GROUP SYMBOLS	TYPICAL NAMES	FIELD IDENTIFICATION PROCEDURES (excluding particles larger than 3 inches and basing fractions on estimated weights)			INFORMATION REQUIRED FOR DESCRIBING SOILS	
1	2	3	4	5			6	
Coarse-grained Soils More than half of material is larger than No. 200 sieve size. The No. 200 sieve size is about the smallest particle visible to the naked eye.	Gravels More than half of coarse fraction is larger than No. 4 sieve size. (For visual classification, the 1/4-in. size may be used as equivalent to the No. 4 sieve)	(Clean Gravels Little or no fines)	GW	Well-graded gravels, gravel-sand mixtures, little or no fines	Wide range in grain sizes and substantial amounts of all intermediate particle sizes		For undisturbed soils add information on stratification, degree of compactness, cementation, moisture conditions, and drainage characteristics.	
		(Gravels with Fines Appreciable amount of fines)	GP	Poorly graded gravels or gravel-sand mixtures, little or no fines	Predominantly one size or a range of sizes with some intermediate sizes missing			
			GM	Silty gravels, gravel-sand mixtures	Nonplastic fines or fines with low plasticity (for			
			GC	Clayey gravel				
	Sands More than half of coarse fraction is smaller than No. 4 sieve size. (For visual classification, the 1/4-in. size may be used as equivalent to the No. 4 sieve)	(Clean Sands Little or no fines)	SW	Well-graded no fines				
		Sands with Fines (Appreciable amount of fines)	SP	Poorly graded little or no fines				
Fine-grained Soils More than half of material is smaller than No. 200 sieve size. The No. 200 sieve size is about the smallest particle visible to the naked eye.	Silt and Clays Liquid limit less than 50.		ML	Inorganic silt flour, silty or silts with slight plasticity	Medium to high	None to very slow	Slight to medium	Example: Clayey silt, brown; slightly plastic; small percentage of fine sand; numerous vertical root holes; firm and dry and place: loess (ML).
	OL	Organic silts plasticity						
	Soils and Clays Liquid limit is greater than 50.	MH	Inorganic silt diatomaceous elastic silts					
				CH	Inorganic clay			
						OH	Organic clays and silts of medium to high plasticity	
	Highly Organic Soils		Pt	Peat and other highly organic soils	Readily identified by color, odor, spongy feel and frequently by fibrous texture			



GIS: GRUNTY PRZEJŚCIOWE

Transition soils - Kezdi A. (1971)

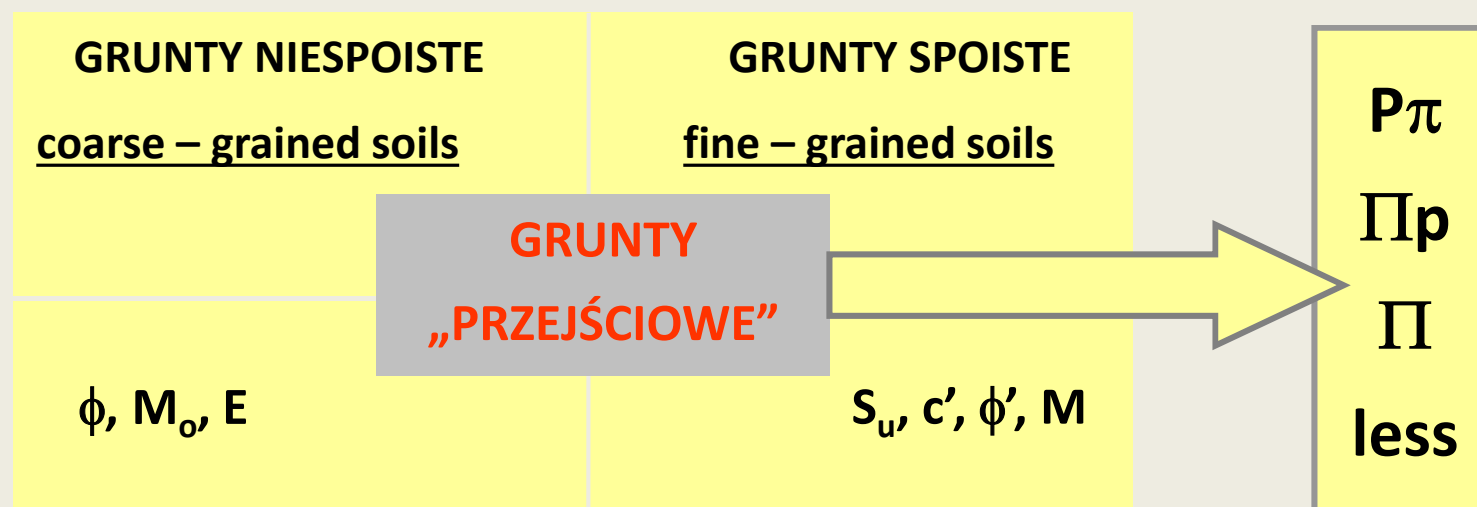
Compaction of transition soils.

Grunty przejściowe - Młynarek Z. (1978)

Czynniki wpływające na opór stożka podczas statycznego sondowania gruntów spoistych.

Intermediate soils - Lunne T. i inni (1997)

Cone Penetration Testing in Geotechnical Practice.



Regional Report for CPT in East European Countries.

(Młynarek Z. 2010)

GIS: GRUNTY PRZEJŚCIOWE

WŁAŚCIWOŚCI

Osady normalnie konsolidowane
(poligon doświadczalny Komorniki)

$$f_{\pi}/f_i = 3,0 - 4,5$$

$$f_{\pi}/f_p = 0,42 - 1,32$$

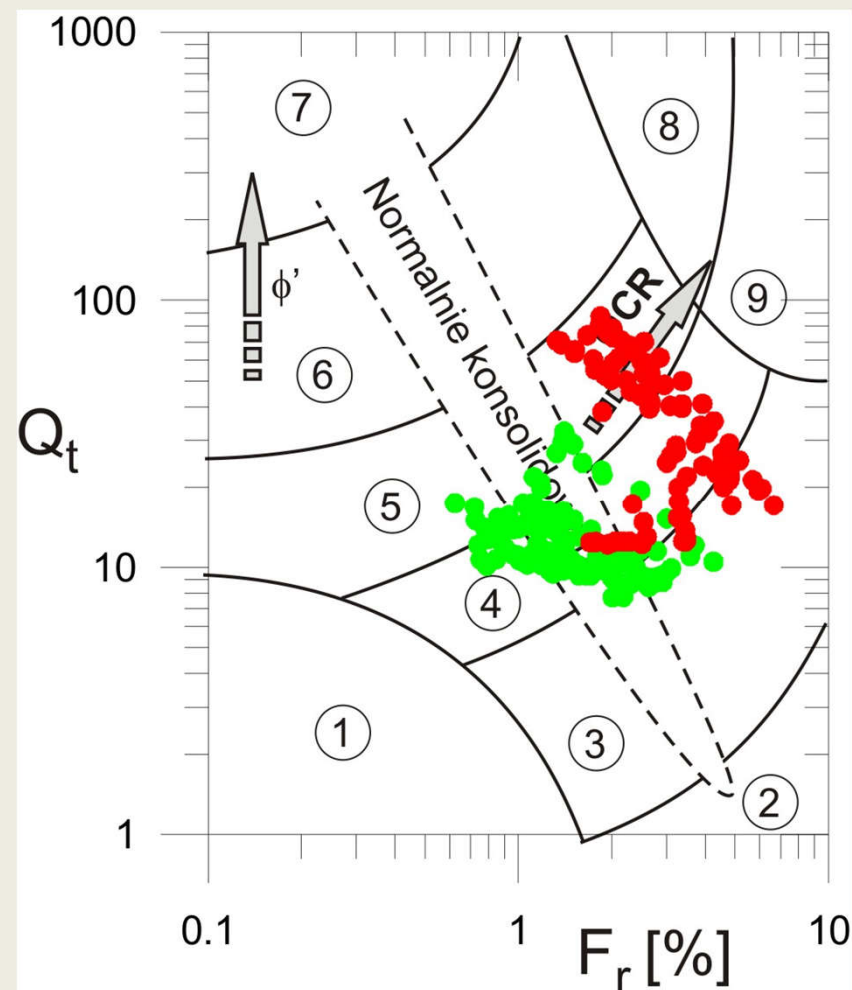
NC

Osady prekonsolidowane
(poligon doświadczalny Poznań)

$$f_{\pi}/f_i = 3,5 - 4,55$$

$$f_{\pi}/f_p = 0,63 - 1,69$$

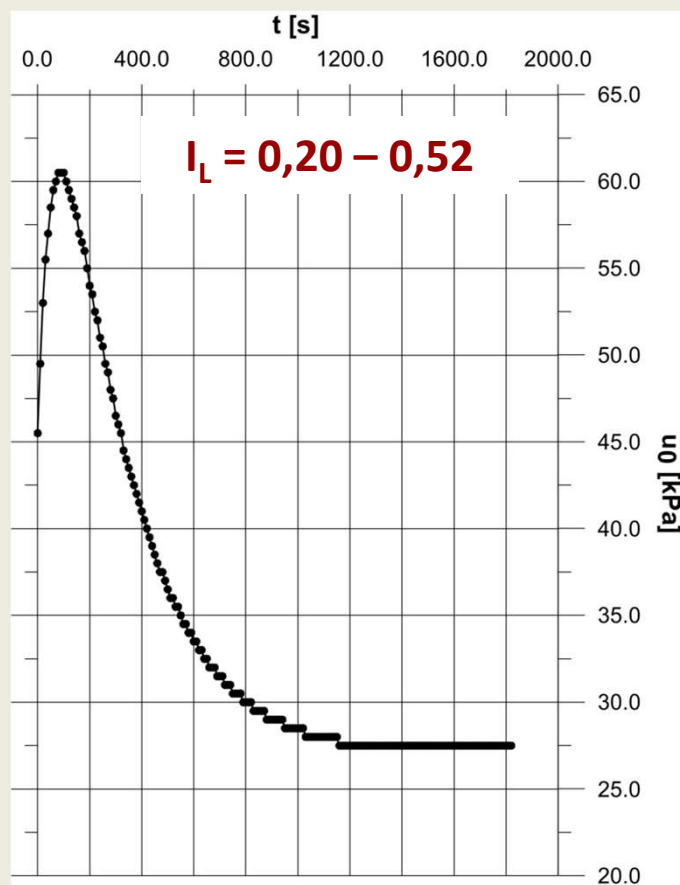
OC



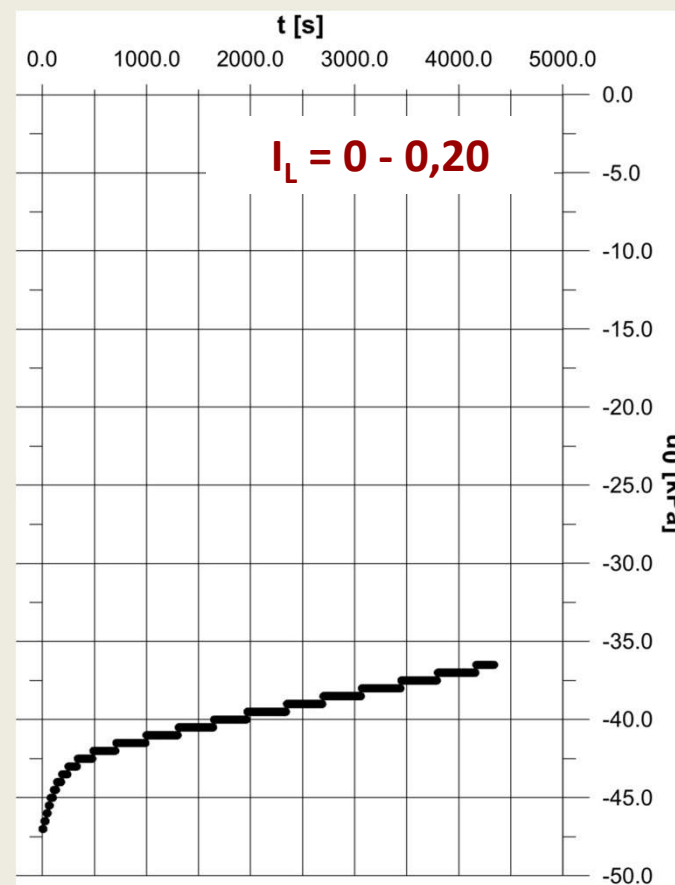
GIS: GRUNTY PRZEJŚCIOWE

WŁAŚCIWOŚCI

Osady normalnie konsolidowane
(obiekt Komorniki)

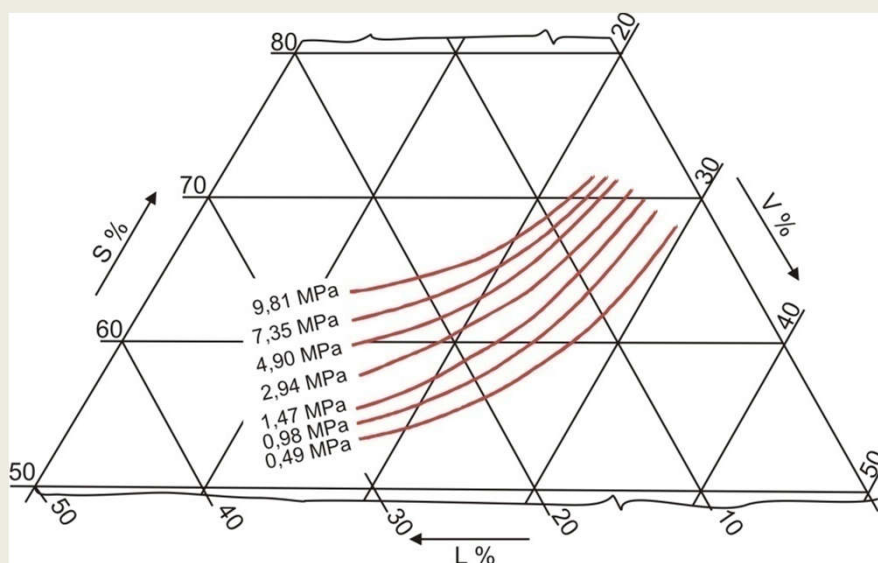


Osady prekonsolidowane
(obiekt Poznań)

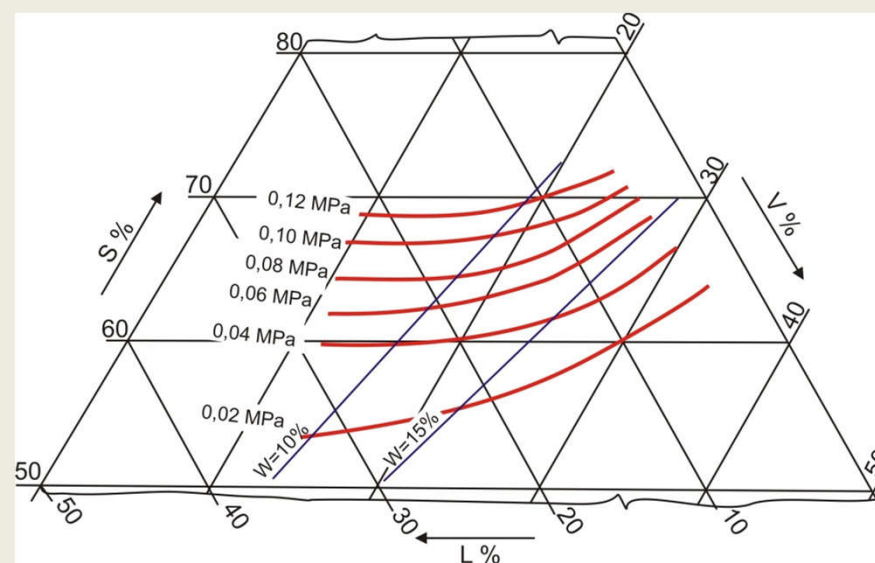


GIS: GRUNTY PRZEJŚCIOWE

WŁAŚCIWOŚCI



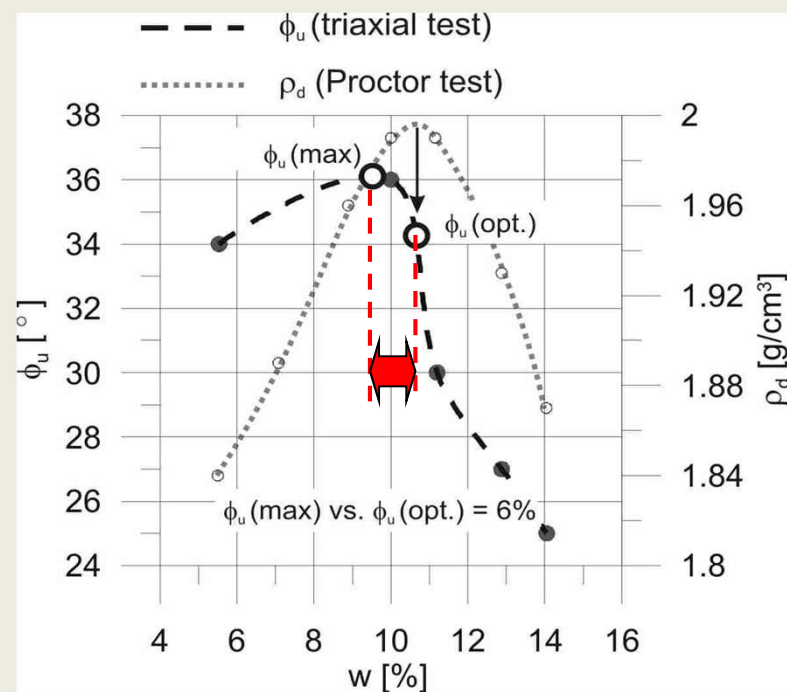
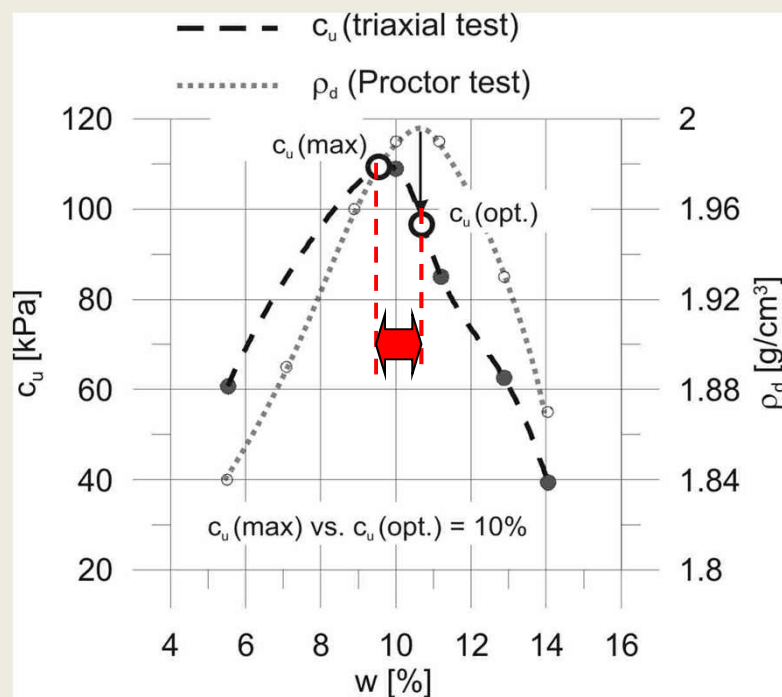
Opór stożka jako funkcja kompozycji faz
(less Törökbálint) (Młynarek Z.1978)



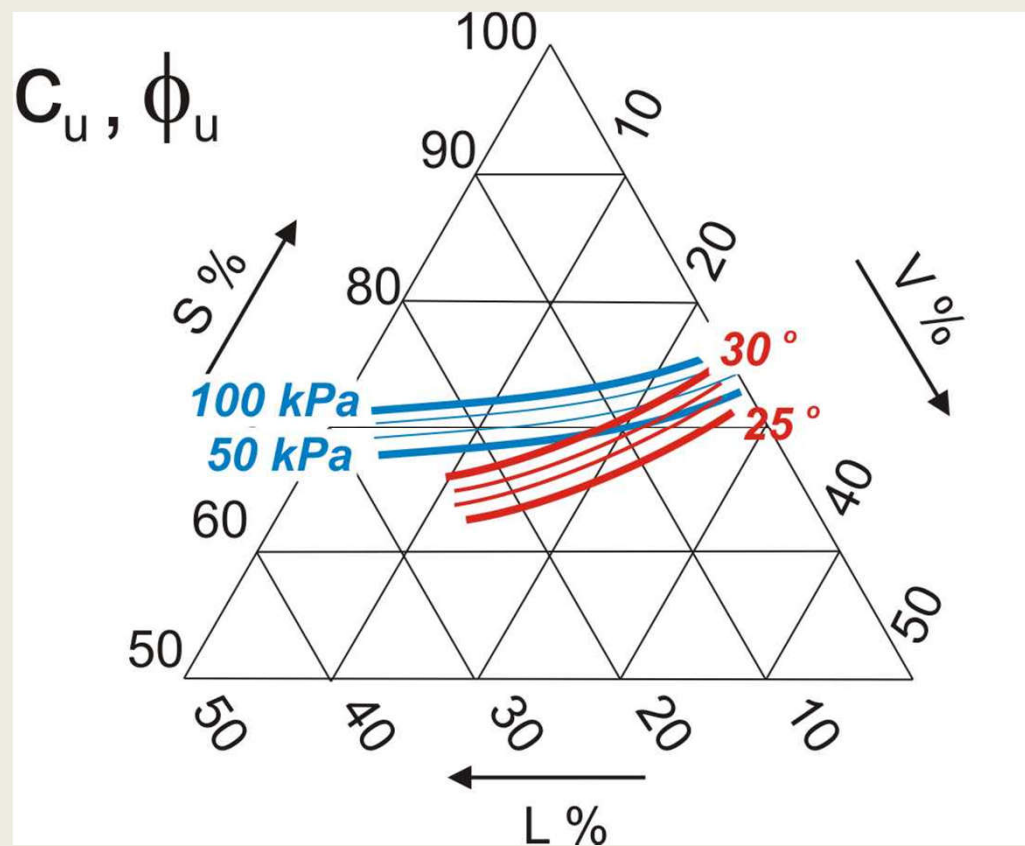
Spójność jako funkcja kompozycji faz
(less Törökbálint) (Młynarek Z.1978)

WŁAŚCIWOŚCI

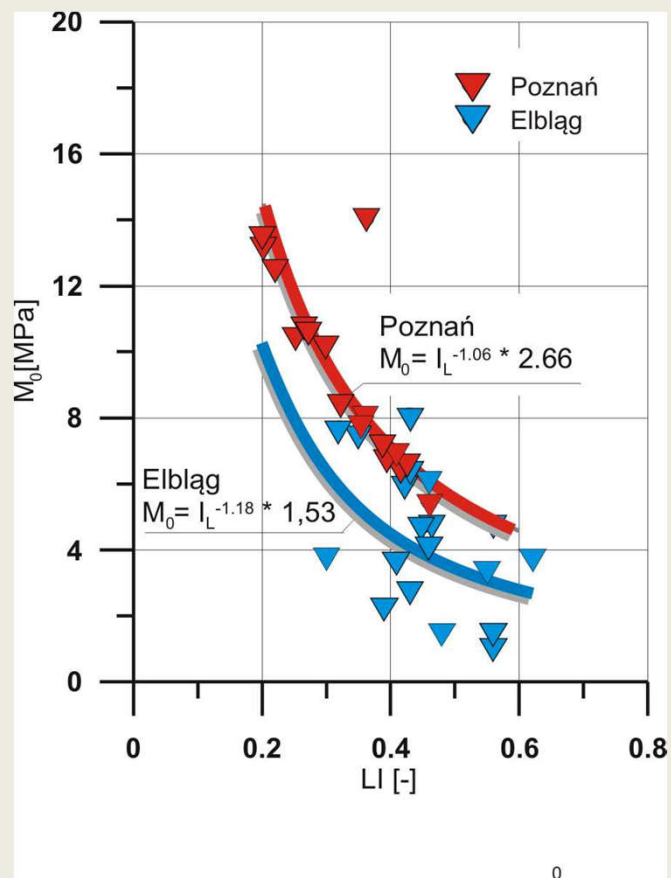
Proctor test



WŁAŚCIWOŚCI



WŁAŚCIWOŚCI



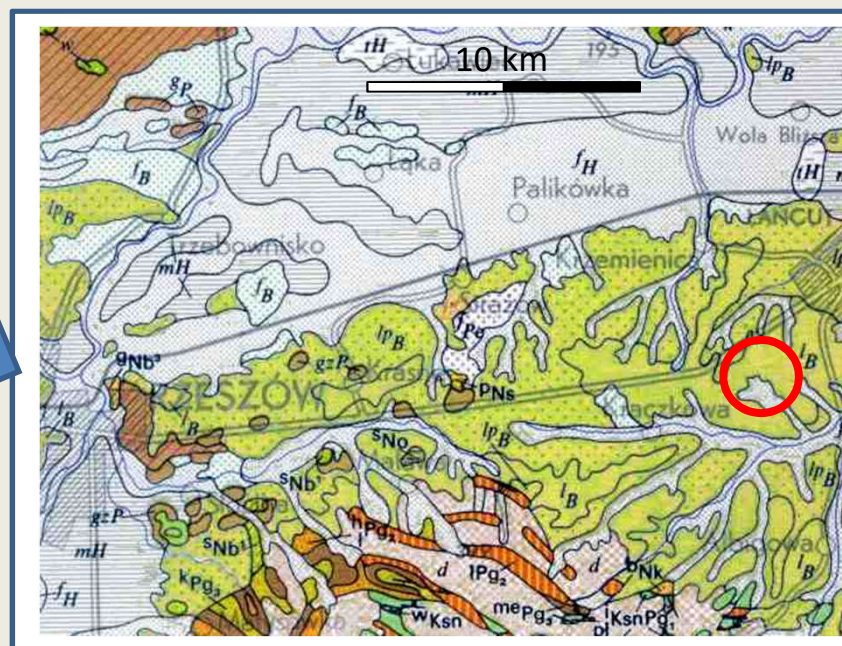
Młynarek i inni 2012

$$M_0 = 22.16 - 1.16 LI - 0.19 OCR$$

GIS: GRUNTY PRZEJŚCIOWE

WŁAŚCIWOŚCI

Miejsce badań

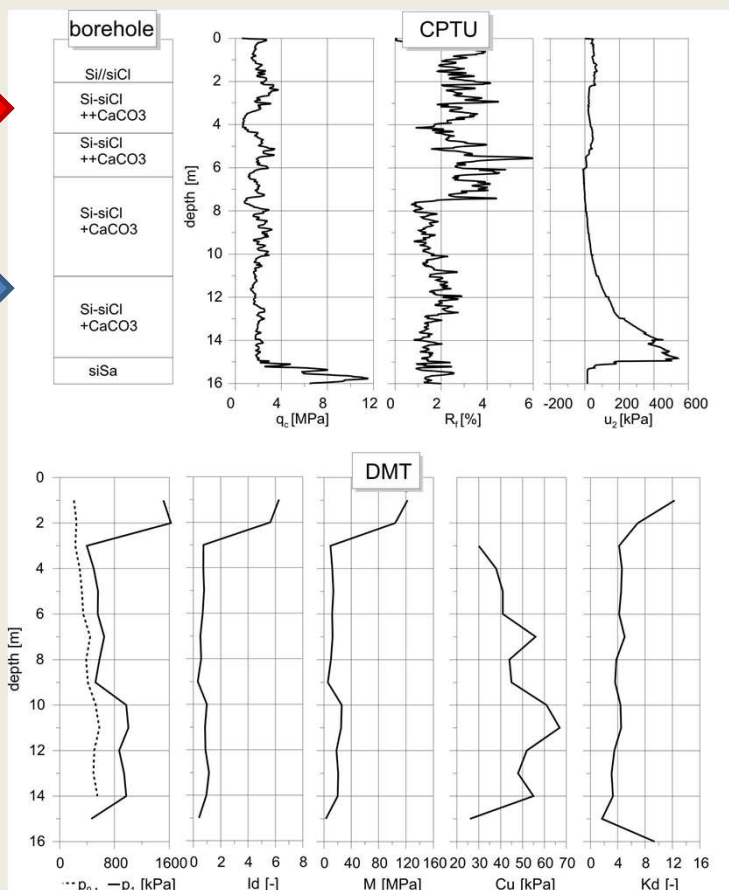
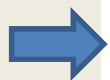


Wyżyna Podolska

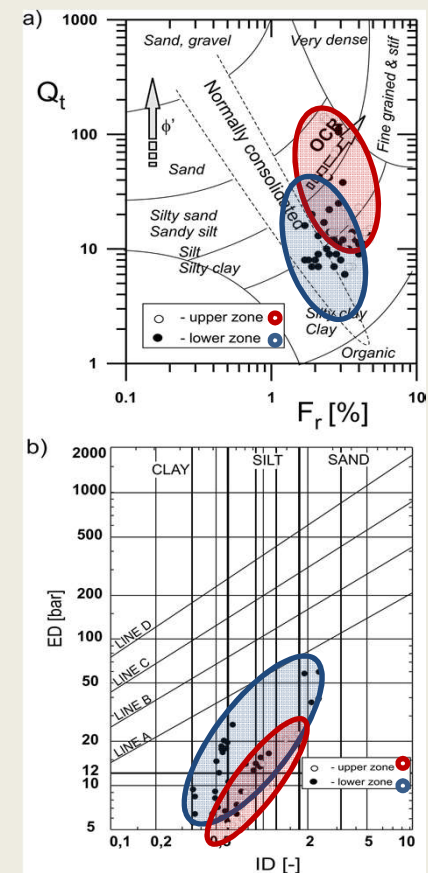
Frankowski et al. 2011 & Bogucki et al. 2014

GIS: GRUNTY PRZEJŚCIOWE

WŁAŚCIWOŚCI



Młynarek i inni 2015

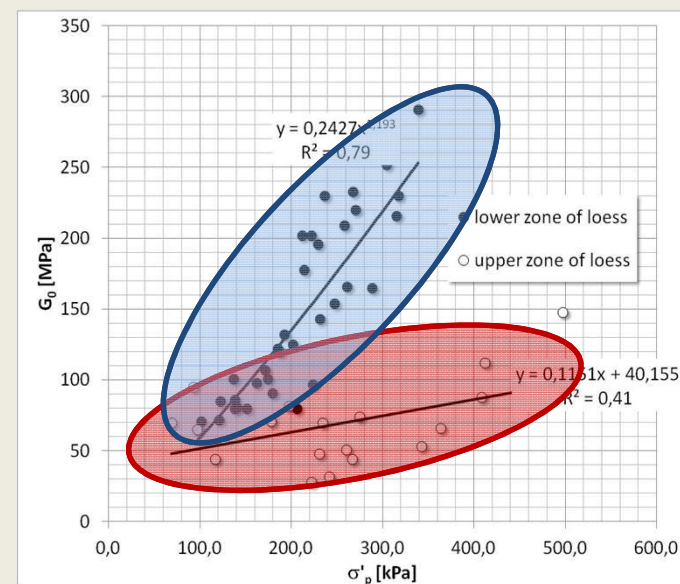
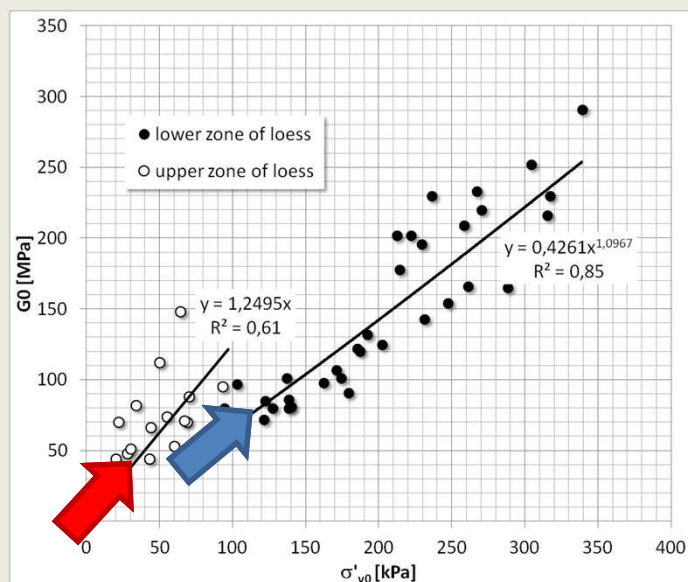


GIS: GRUNTY PRZEJŚCIOWE

WŁAŚCIWOŚCI

Moduł odkształcenia postaci– G_0

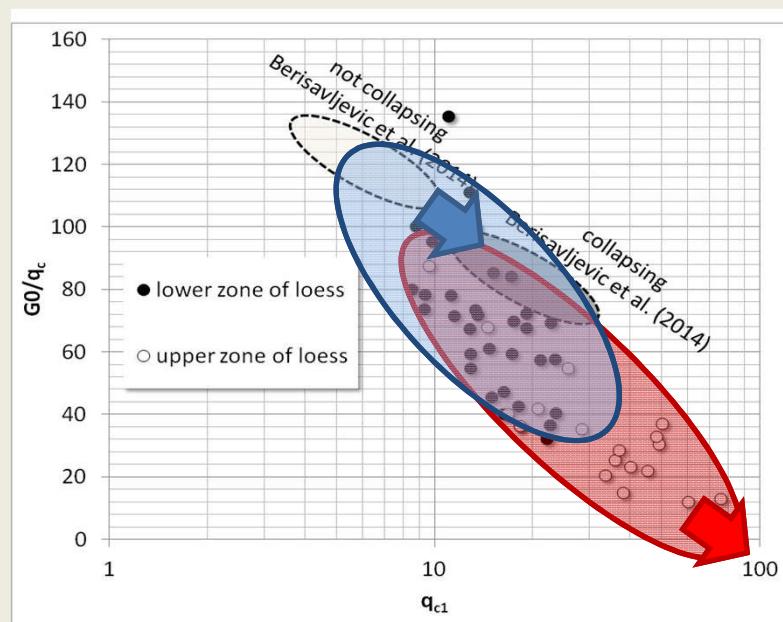
- wpływ quasi prekonsolidacji



WŁAŚCIWOŚCI

Moduł odkształcenia postaci– G_0

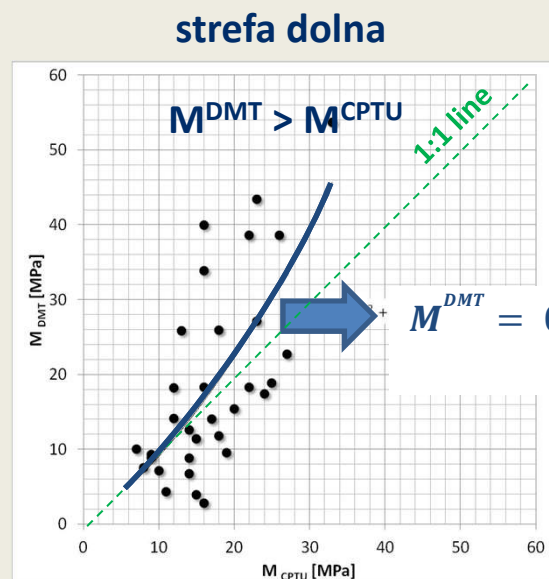
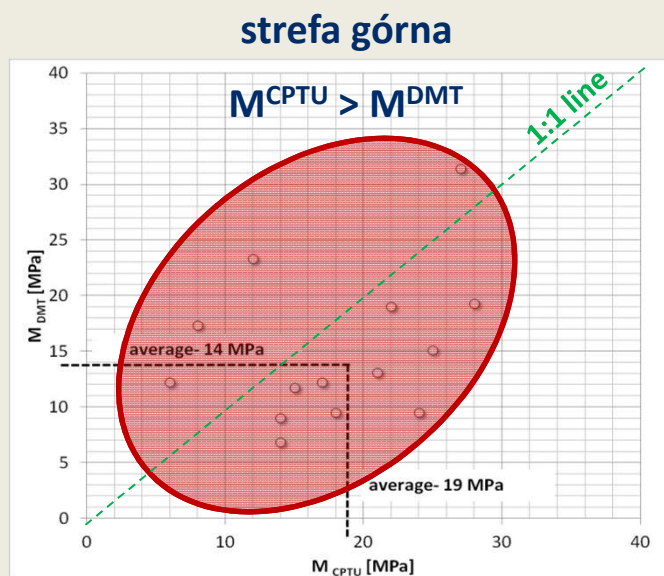
- wpływ quasi prekonsolidacji



WŁAŚCIWOŚCI

Moduł ściśliwości – M

- wpływ quasi prekonsolidacji na wyniki DMT/CPTU

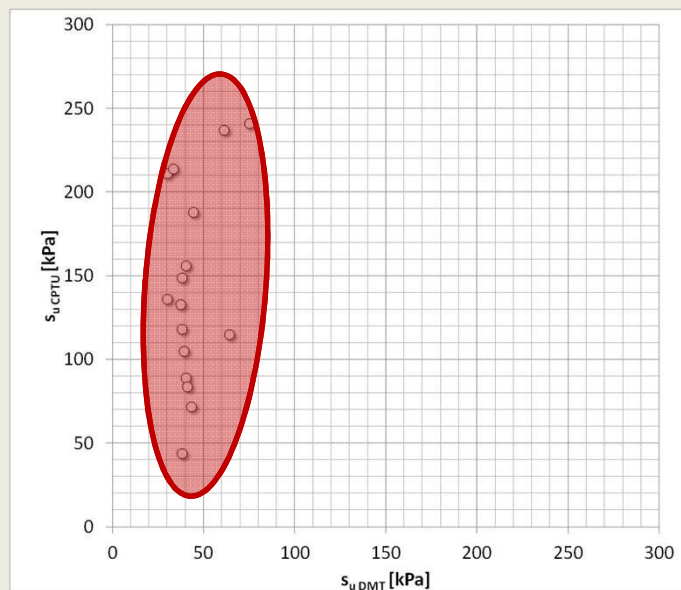


WŁAŚCIWOŚCI

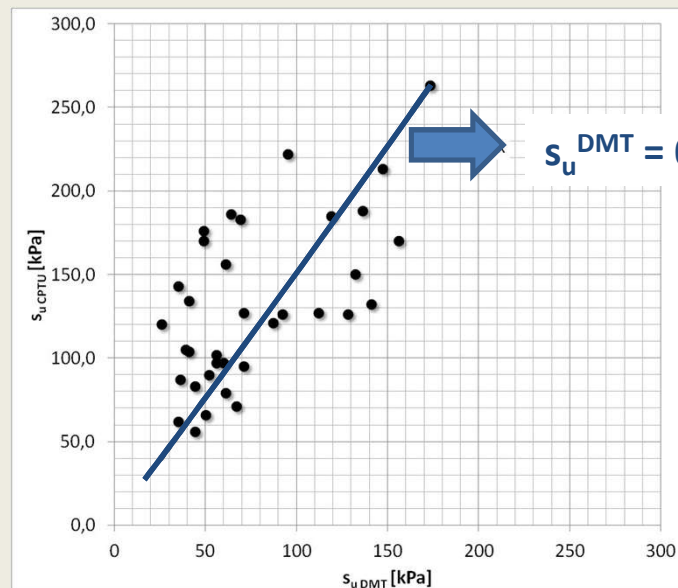
Wytrzymałość na ściananie bez odpływu– s_u / c_u

- wpływ quasi prekonsolidacji na wyniki DMT/CPTU

strefa górna



strefa dolna



$$s_u^{\text{DMT}} = 0.33 \sigma'_{v0} (0.5 K_D)^{1.25}$$

GIS:

GRUNTY EKSPANSYWNE

EKSPANSYWNOSĆ OBEJMUJE ZJAWISKA:

PĘCZNIENIA I SKURCZU GRUNTÓW

SKURCZ – PROCES ZMNIEJSZANIA SIĘ OBJĘTOŚCI
GRUNTÓW NA SKUTEK UBYTKU WODY POROWEJ

PĘCZNIENIE GRUNTÓW SPOISTYCH JEST
PROCESEM ODWROTNYM DO SKURCZU

GIS: GRUNTY EKSPANSYWNE

Z PRAKTYCZNEGO PUNKTU WIDZENIA, GRUNTY EKSPANSYWNE SĄ GRUNTAMI, KTÓRE WYKAZUJĄ WZROST POCZĄTKOWEJ OBJĘTOŚCI W KONTAKCIE Z WODĄ I SKURCZ JAKO REZULTAT PRZESYCHANIA.

PRZYKŁADY KLASYFIKACJI GRUNTÓW EKSPANSYWNYCH:

- Chen (1988), Seed i inni (1962), Sorochan (1974), Van der Merwe (1964)
- Holtz (1959), Rangantham i Satnarayana (1965), **Niedzielski (1993)**

KLASYFIKACJE PRZYJMUJĄ PRZED E WSZYSTKIM NASTĘPUJĄCE PARAMETRY:

**GRANICA PŁYNNOŚCI – w_L ,
GRANICA SKURCZALNOŚCI – w_s ,
WSKAŹNIK PLASTYCZNOŚCI – $I_p = w_L - w_p$,
WILGOTNOŚĆ – w_o ,
POWIERZCHNIA WŁAŚCIWA – s .**

GIS: GRUNTY EKSPANSYWNE

KLASYFIKACJA EKSPANSYWNOŚCI POLSKICH GRUNTÓW wg.
Niedzielskiego WPROWADZA TZW. PRZEDZIAŁ SKURCZALNOŚCI
 $(w_L - w_s)$ (%)

NA JEGO PODSTAWIE CZTERY STOPNIE EKSPANSYWNOŚCI:

Bardzo wysoki: $(w_L - w_s) > 50 \%$,

Wysoki: $35 \% < (w_L - w_s) < 50 \%$,

Średni: $20 \% < (w_L - w_s) < 35 \%$,

Niski: $(w_L - w_s) < 20 \%$.

GIS: GRUNTY EKSPANSYWNE

WYSTĘPOWANIE



WŁAŚCIWOŚCI

IŁY CHARAKTERYZUJĄ SIĘ WYSOKĄ ZMIENNOŚCIĄ SKŁADU GRANULOMETRYCZNEGO I MINERALNEGO.

MINERAŁEM PRZEWAŻAJĄCYM W IŁACH O CECHACH EKSPANSYWNYCH SĄ : *BEIDELIT, MONTMORYLONIT*

TYPOWY SKŁAD MINERALOGICZNY JEST NASTĘPUJĄCY:

- SMEKTYT: 11 % - 23 %, (Ca++, Na+)**
- ILLIT: 5 % - 9 %,**
- KAOLINIT: 6% - 11 %,**
- CHLORYT, KWARC....**

WŁAŚCIWOŚCI

Parametry mechaniczne iłów ekspansywnych

Stopień plastyczności – I_L (-) – < 0,0 do 0,10

Spójność - c_u [kPa] – 57 do 180

Kąt tarcia wewnętrznego - ϕ [°] – 6 do 25

Moduł edometryczny – M_0 [MPa] – 4,4 do 15,0

wietrzenie



- c : 40 %
- ϕ : 20 %

WŁAŚCIWOŚCI

<u>Parametry</u>	<u>Max.</u>	<u>Średnie</u>	<u>Min.</u>
Czas pęcznienia - t_p (h)	>340	24–36	6–8
Ciśnienie pęcznienia - p_c (kPa)	1200	200-400	~12
Skurcz - v_o [%]	44.1	32-34	~5
Wilgotność pęcznienia - w_c [%]	137	80-99	38
Granica skurczu - w_s [%]	18.5	13.7	12.8
Granica płynności - w_L [%]	148.5	82.1	45.6
Wskaźnik pęcznienia - v_p [%]	62.0	~21.7	5.6

WŁAŚCIWOŚCI

WZGLĘDNA ZMIANA OBJĘTOŚCI IŁÓW EKSPANSYWNYCH
TZW. SKURCZ OBJĘTOŚCIOWY:

$$V_s = (V' - V'') / V' \quad (\%)$$

gdzie:

V' – próbka gruntu o objętości początkowej [m^3]

V'' – próbka gruntu po suszeniu [m^3]

GIS: GRUNTY EKSPANSYWNE

WŁAŚCIWOŚCI

<u>PARAMETR</u>	<u>MAX.</u>
CZAS SKURCZU - t_s (h)	50-96
SKURCZ OBJĘTOŚCIOWY-V_s [%]	23-24
GRANICA SKURCZU- w_s [%]	18.2-18.9

WŁAŚCIWOŚCI

$$V_s = -3,5731 + 0,783 w_n$$

gdzie:

V_s – skurcz objętościowy [%],

w_n – wilgotność naturalna, $> w_s$ [%].

WŁAŚCIWOŚCI

WSKAŹNIK PĘCZNIEŃIA:

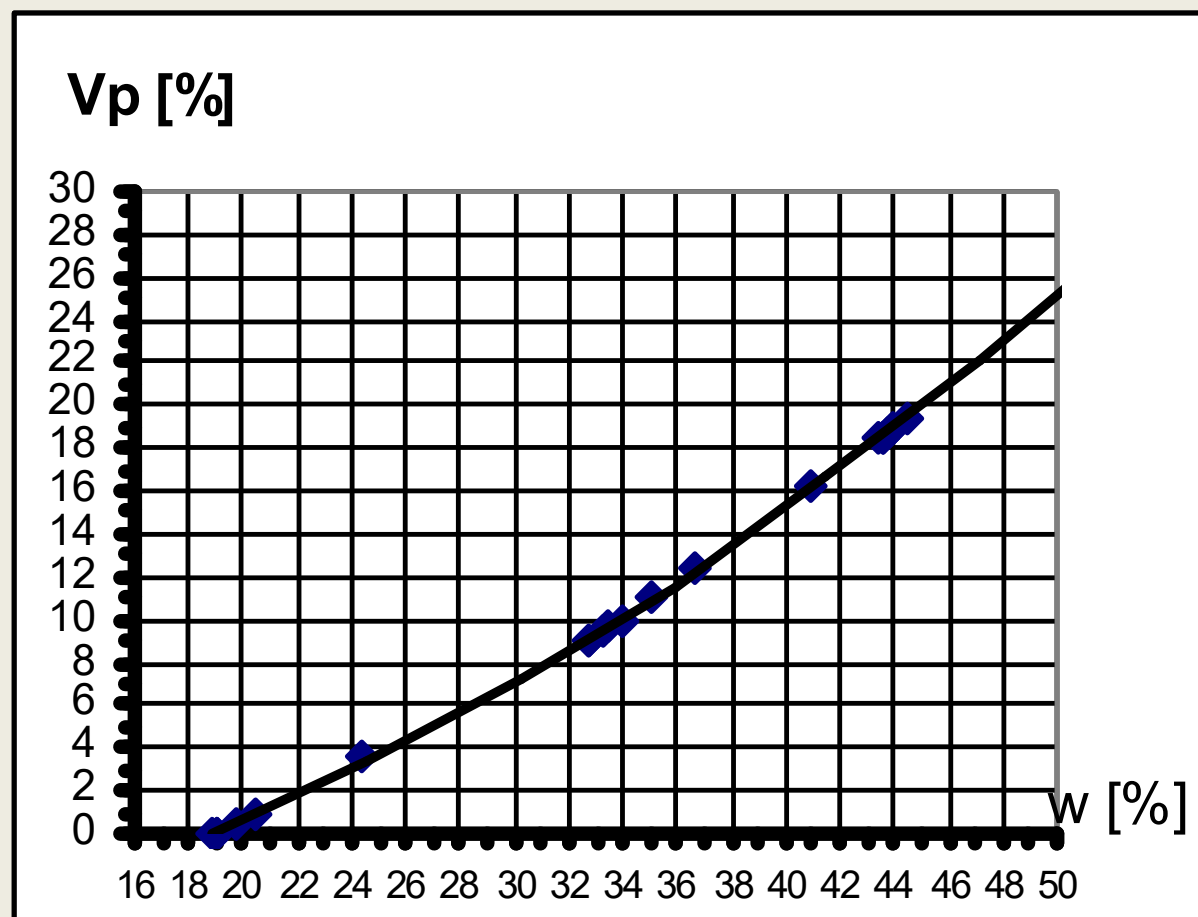
$$V_p = (V'' - V') / V' \quad (\%)$$

gdzie:

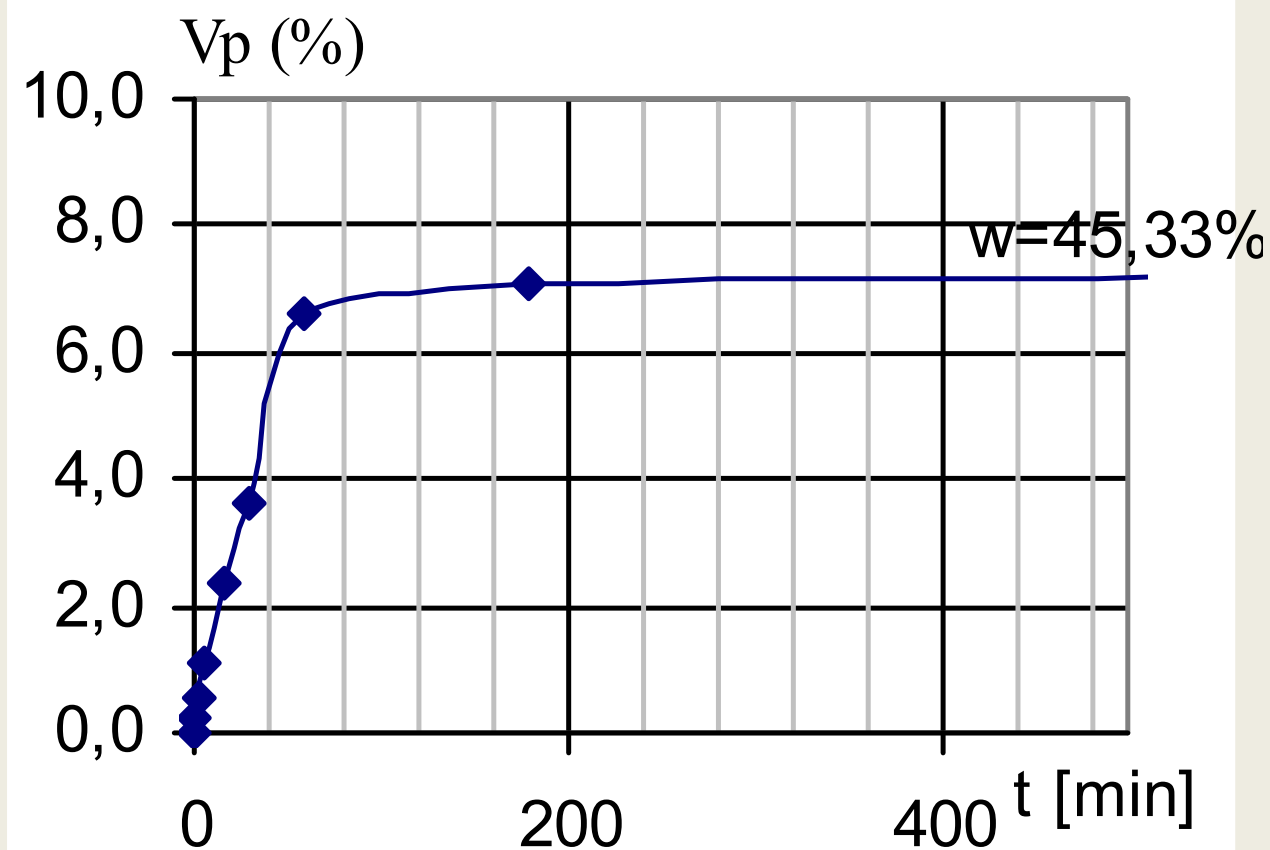
V' – próbka gruntu o objętości początkowej [m^3]

V'' – próbka gruntu po nawodnieniu [m^3]

WŁAŚCIWOŚCI



WŁAŚCIWOŚCI



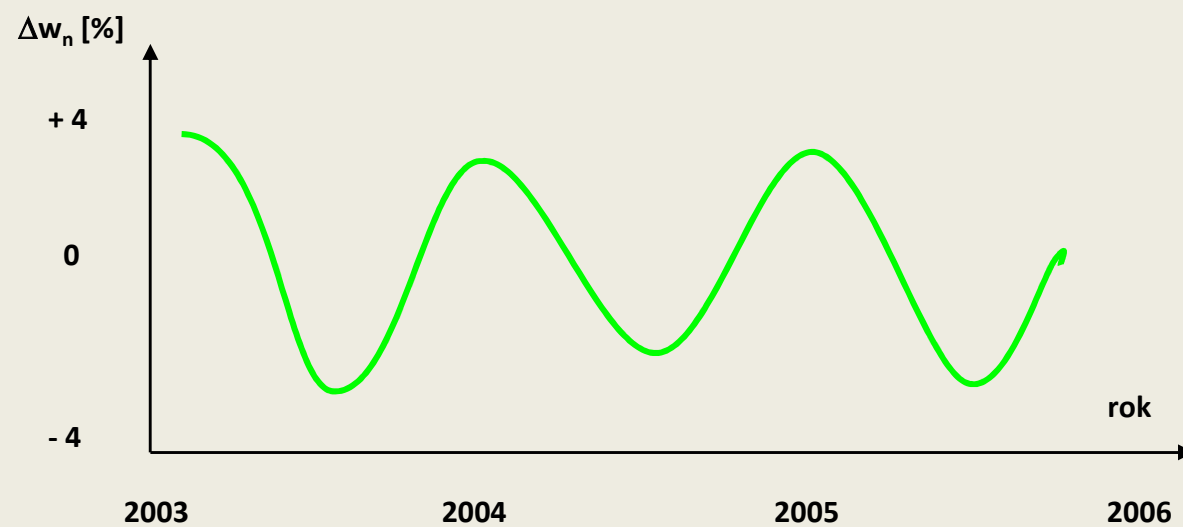
WŁAŚCIWOŚCI

IŁY EKSPANSYWNE PÓŁNOCNEJ POLSKI
ZALICZYĆ MOŻNA
DO GRUNTÓW BARDZO SPOISTYCH O WYSOKIM
STOPNIU EKSPANSYWNOŚCI

$$(W_L - W_S)_{maks} = 82,1\%; (W_L - W_S) > 50 \%,$$

GIS: GRUNTY EKSPANSYWNE

WŁAŚCIWOŚCI



< 2,5 m ppt

GIS: GRUNTY EKSPANSYWNE

ZASADY

**ZABEZPIECZENIE PODŁOŻA
PRZED ZMIANAMI
WILGOTNOŚCI**

**ZASTOSOWANIE METOD
POSADOWIENIA ODPORNYCH
NA EKSPANSYWNOSĆ**



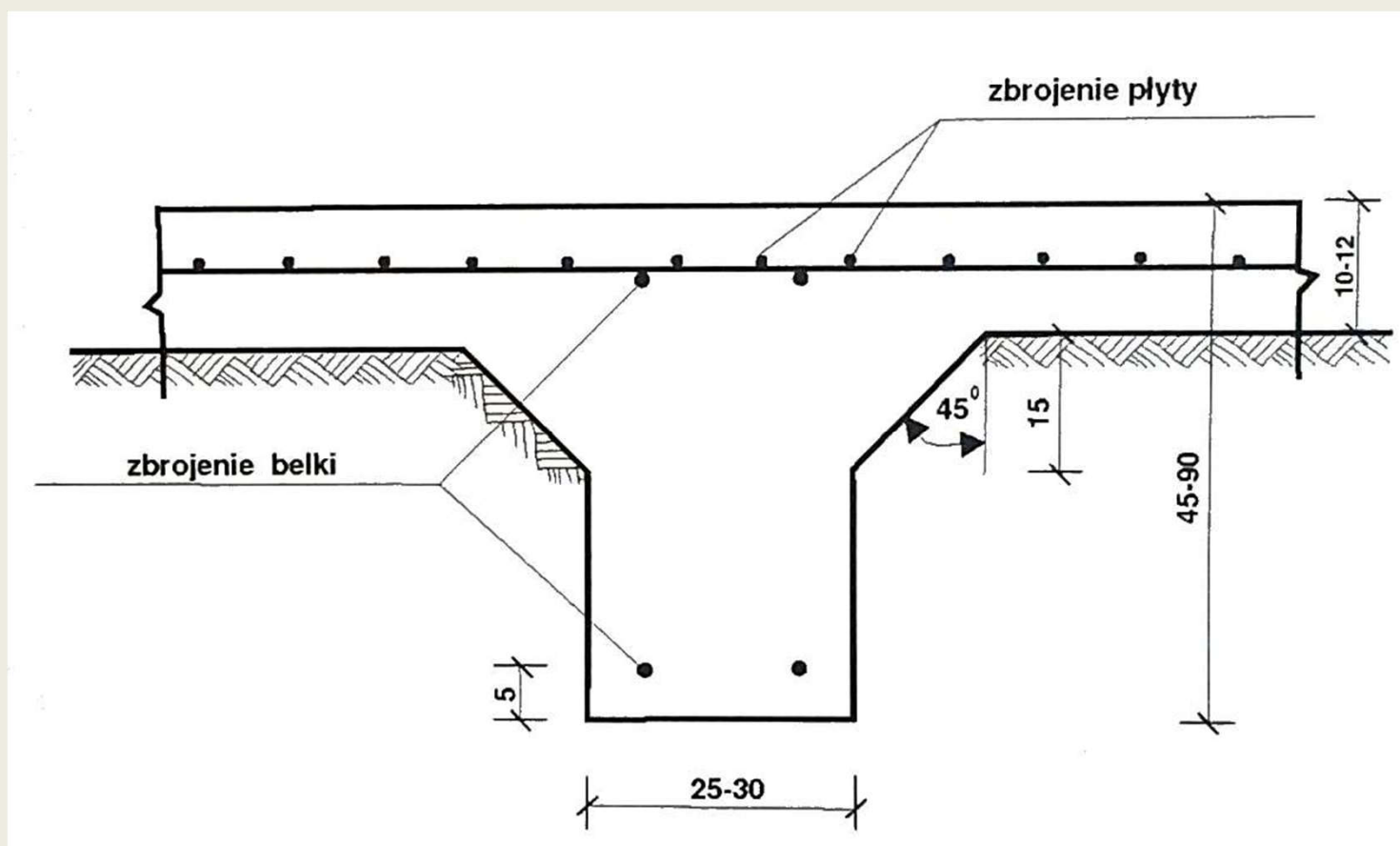
- **OBIEKTY W CAŁOŚCI PODPIWNICZONE**
- **POSADOWIENIE >1,5 m ppt**
- **DRENAŻ PERYFERYJNY**

ZASADY

- NATYCHMIASTOWA IZOLACJA WYKOPU
- STARANNE USZCZELNIENIE OTOCZENIA
- UJĘCIE WÓD OPADOWYCH
- ELASTYCZNE CIĄGI INSTALACJI
- PLANOWANIE ZIELENI ($L > 1,5$ h)
- WZMOCNIENIE FUNDAMENTÓW
- ZASTOSOWANIE DYLATACJI WEWN.

GIS: GRUNTY EKSPANSYWNE

ZASADY



WARUNKI FUNKCJONOWANIA BUDOWLI

- *projekt zgodny z przeznaczeniem*
- *wykonanie zgodnie ze sztuką budowlaną*
- *gwarancja bezpieczeństwa*
- *estetyka*

STAN AWARYJNY

1. *uszkodzenia niewielkie, niewidoczne*
2. *uszkodzenia budzą niepokój*
3. *uszkodzenia powodują zaburzenia w eksploatacji*
4. *uszkodzenia naruszają stateczność konstrukcji*
5. *uszkodzenia prowadzą do zniszczenia konstrukcji*

STAN AWARYJNY - KLASYFIKACJA

1, 2 – uszkodzenie budowli

3, 4 – awaria budowli

5 – katastrofa budowlana



CZAS FUNKCJONOWANIA

STAN AWARYJNY - PRZYCZYNY

- ZALEŻNE OD CZŁOWIEKA
 - *nietechniczne*
 - *techniczne*
- LOSOWE

GIS: **AWARIE BUDOWLANE**

- **ZALEŻNE OD CZŁOWIEKA**

- **nietechniczne**

- *niewłaściwe zarządzanie*
- *konflikty w procesie inwestycyjnym*
- *niedoskonałość przepisów i zarządzeń*
- *nadmierna sprawozdawczość*
- *uchybień w zakresie etyki zawodowej*
- *niedbałość, lenistwo, kradzieże itp.*

GIS: **AWARIE BUDOWLANE**

- **ZAŁEŻNE OD CZŁOWIEKA**

- **techniczne**

- *niewłaściwe rozpoznanie podłoża*
- *błędy projektowe :*
 - *oczywiste*
 - *merytoryczne*
 - *konceptyjne*
 - *niestaranność projektu*
 - *nierozeznanie możliwości wykonawczych*

- **ZALEŻNE OD CZŁOWIEKA**

- **techniczne**

- *błędy wykonawcze*

- *niedostateczny stan wiedzy*
- *odstępstwo od projektu*
- *brak nadzoru technicznego*
- *brak współpracy z projektantem*
- *niedbałość*
- *błędne pomiary*
- *dopuszczenie do zmian w podłożu*
- *uszkodzenie ciągów drenowych itp.*
- *niewłaściwe wykonanie konstrukcji zbrojenia*
- *błędne łączenie elementów*
- *niewłaściwy montaż*

GIS: **AWARIE BUDOWLANE**

- **ZALEŻNE OD CZŁOWIEKA**

- **techniczne**

- *wady materiałowe:*

- *mała wytrzymałość betonu i stali*
- *zła jakość ceramiki budowlanej*
- *zła jakość połączeń konstrukcyjnych*

- **techniczne**

- *błędy eksploatacyjne:*

- *niewiedza użytkowników*
- *obciążenie wyższe od przewidywanego*
- *zmiany konstrukcyjne*
- *zmiana warunków posadowienia*
- *niedostateczny nadzór techniczny*

GIS: **AWARIE BUDOWLANE**

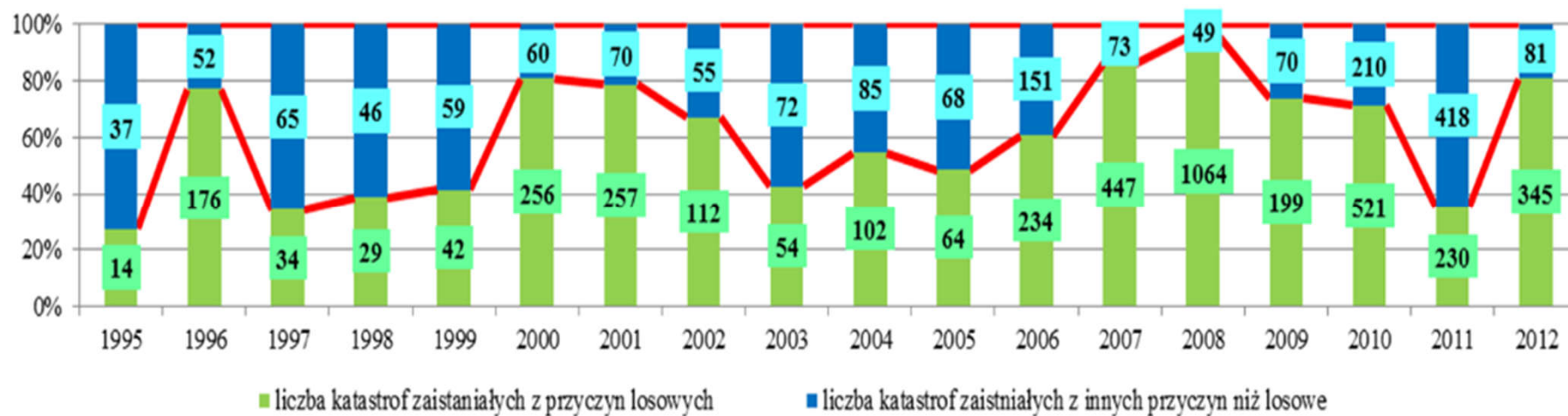
- **LOSOWE**

- *aktywność sejsmiczna*
- *ruchy masowe*
- *huragany*
- *powodzie*
- *pożary*

STAN AWARYJNY - PRZYCZYNY

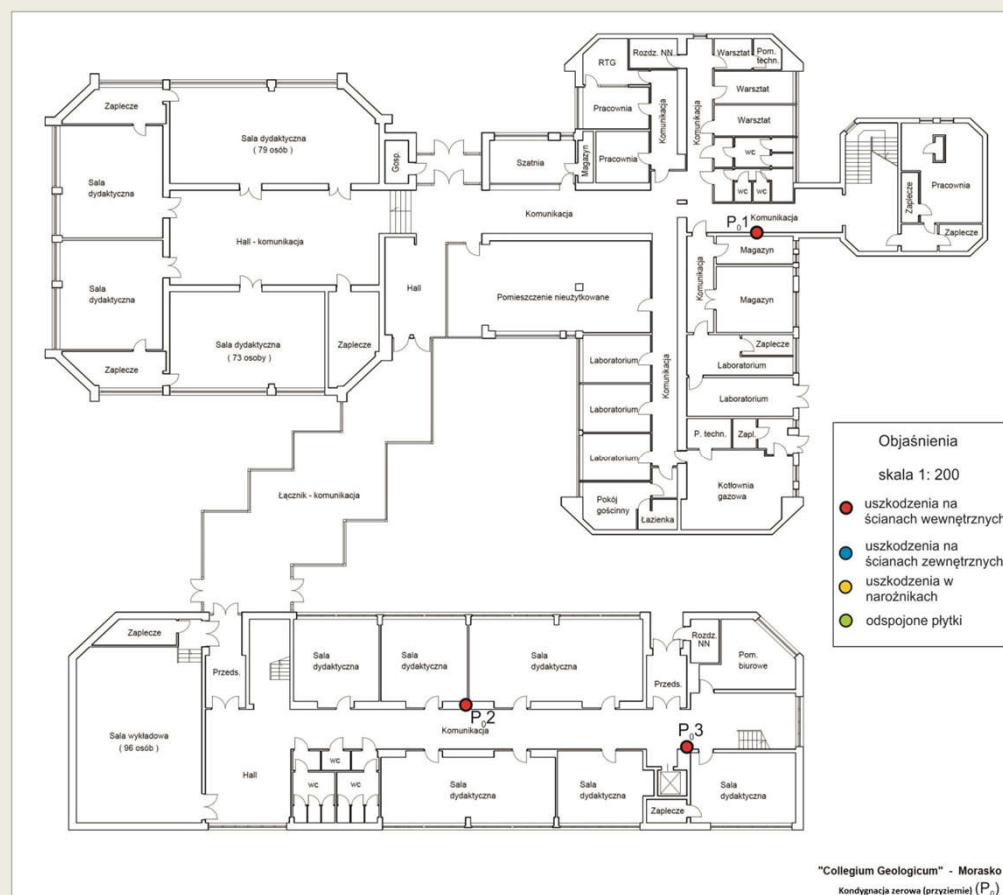
- *niewłaściwa eksploatacja – 48% (50%)*
- *błędy projektowe – 29% (33%)*
- *złe wykonawstwo – 29% (27%)*
- *pozostałe – 13% (15%)*

STAN AWARYJNY - PRZYCZYNY



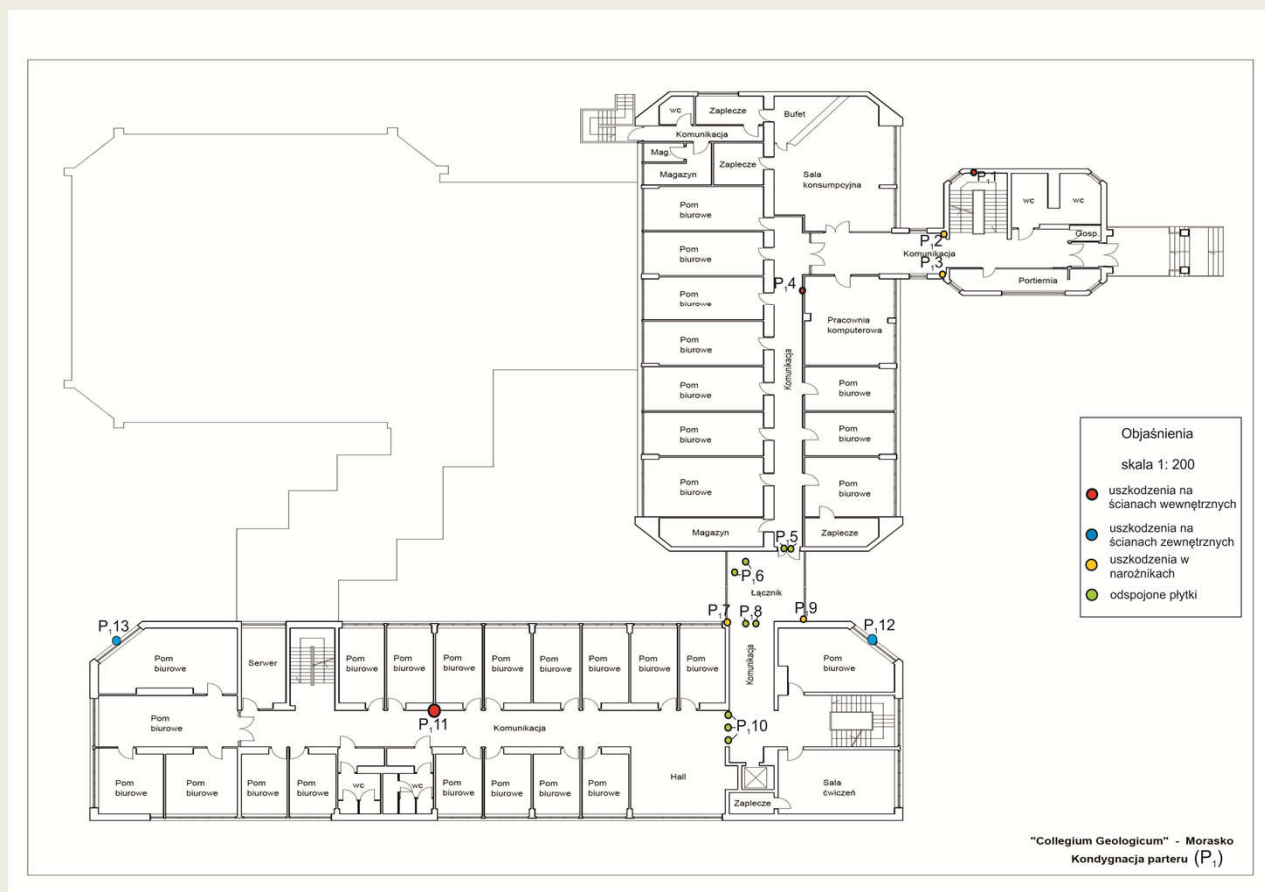
Szer (2013)

STAN AWARYJNY – przykład IG

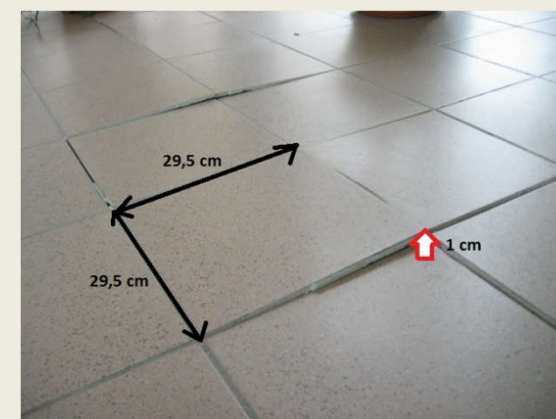
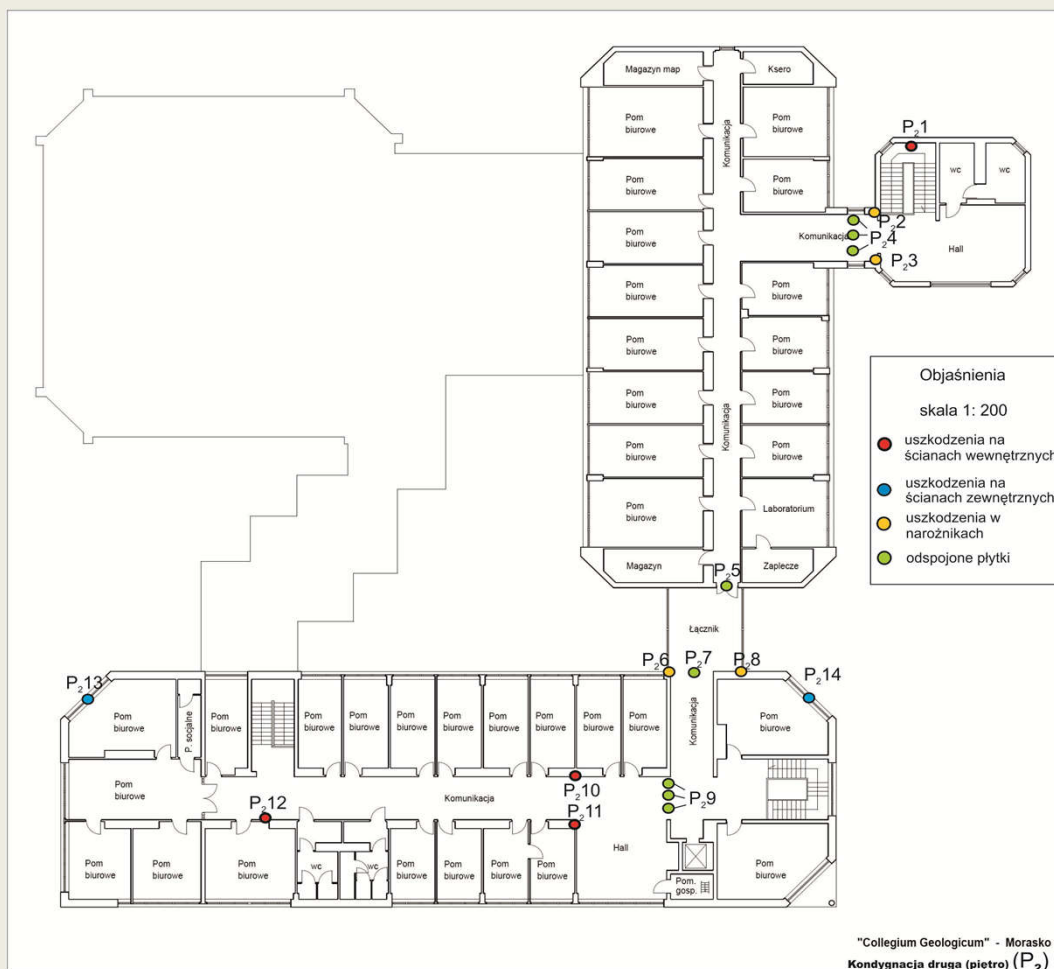


Katarzyna Kujawa (2014)

STAN AWARYJNY – przykład IG

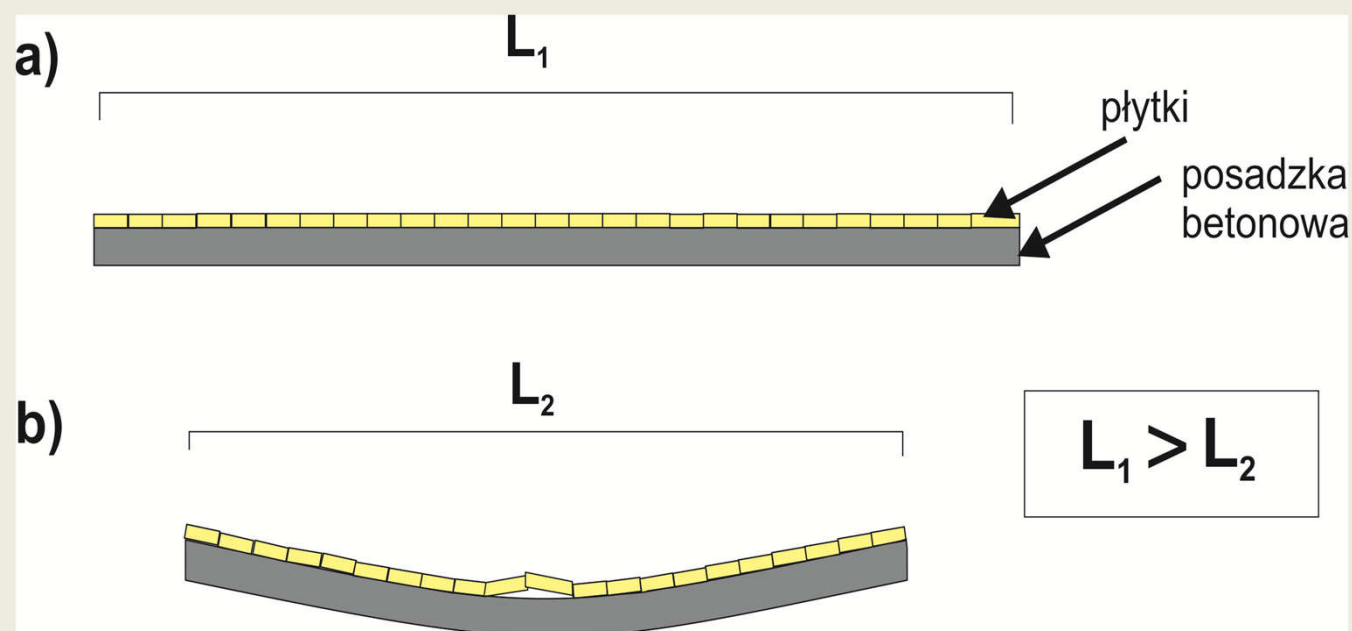


STAN AWARYJNY – przykład IG



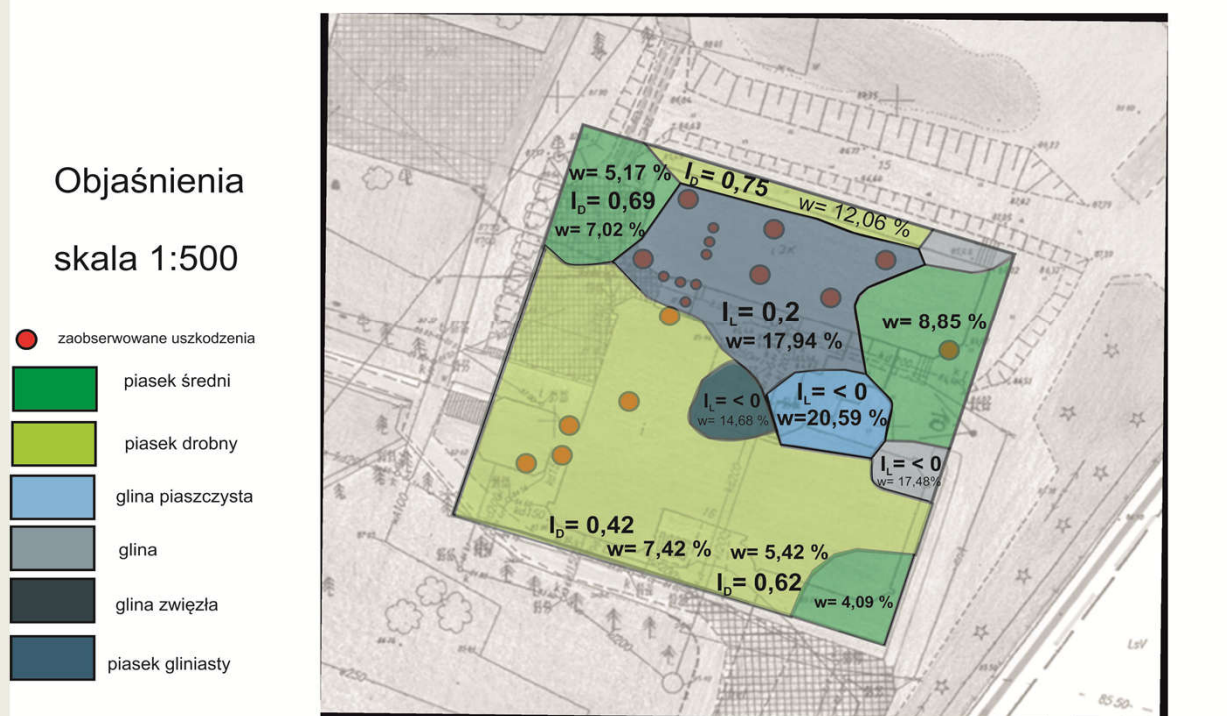
Katarzyna Kujawa (2014)

STAN AWARYJNY – przykład IG

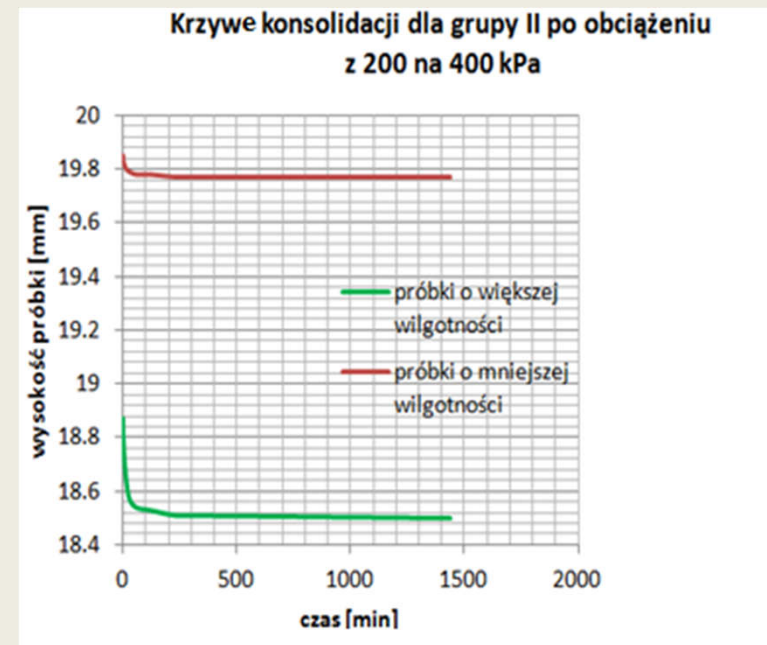
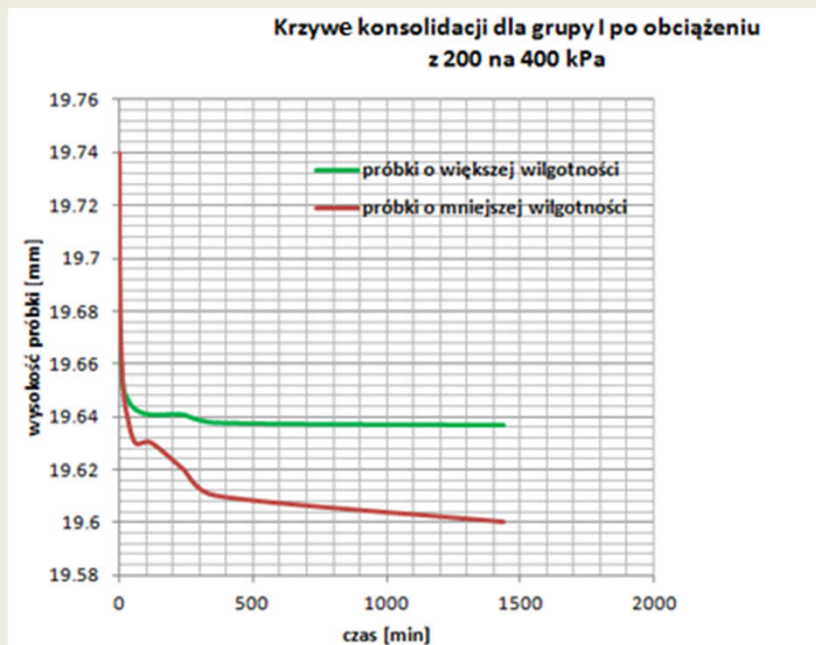


STAN AWARYJNY – przykład IG

Mapa z naniesionymi uszkodzeniami budynku + mapa osadów na gł. 2,0 m.
+ wartości I_D i I_L + wartości wilgotności



STAN AWARYJNY – przykład IG



GIS:

OUOW ŻELAZNY MOST

GÓRNICTWO



OUOW ŻELAZNY MOST



14,3 km



450 mln m³



50 m

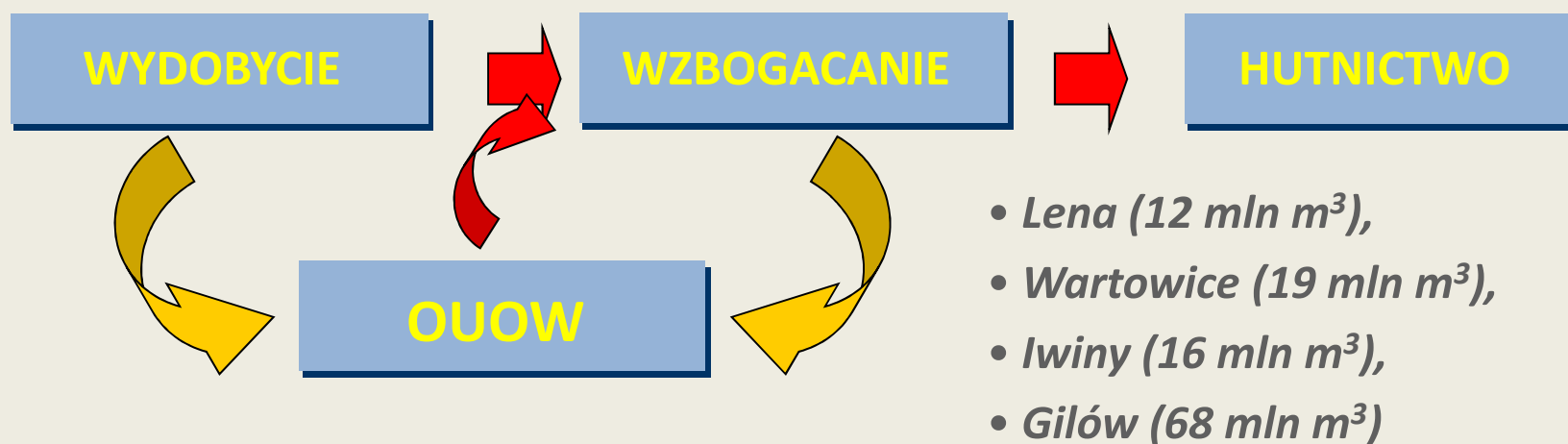


(fot. Kozak)

GIS:

OUOW ŻELAZNY MOST

PROCES TECHNOLOGICZNY - CIĄGŁOŚCI FUNKCJONOWANIA OBIEKTU



- *Żelazny Most (450 mln m³) – 1974,1978 - rec*

POTRZEBY WYMUSZAJĄ SPOSÓB EKSPLOATACJI OBIEKTU

GIS:

OUOW ŻELAZNY MOST

SCHEMAT PROCESU TECHNOLOGICZNEGO

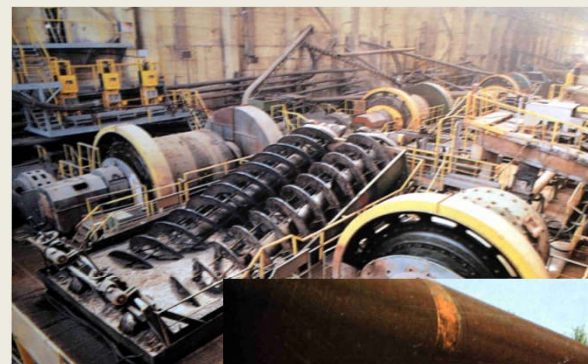
Zakład Wzbogacania
Rudy (ZWR)



hydrotransport



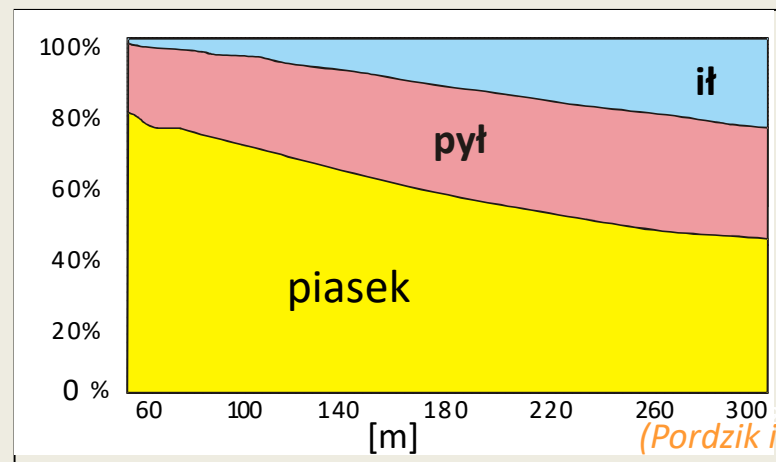
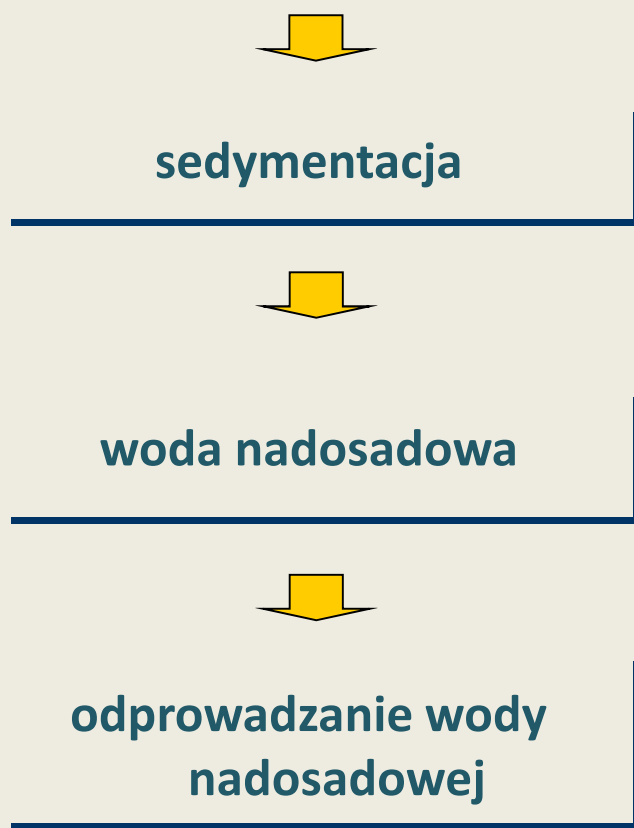
zrzut i namyw



(fot. KGHM)

WODY: OUOW ŻELAZNY MOST

SCHEMAT PROCESU TECHNOLOGICZNEGO



(fot. KGHM)

WODY: OUOW ŻELAZNY MOST

SCHEMAT PROCESU TECHNOLOGICZNEGO



WODY: OUOW ŻELAZNY MOST

SCHEMAT PROCESU TECHNOLOGICZNEGO



sedymencja



osuszanie



zgarnianie

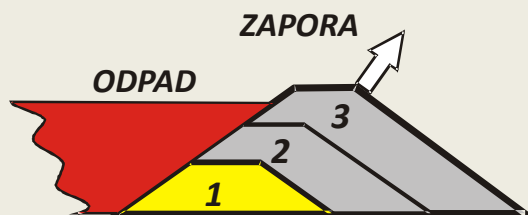
TYPY SKŁADOWISK POFLOTACYJNYCH

(w oparciu o: Lewiński, Wolski 1996)



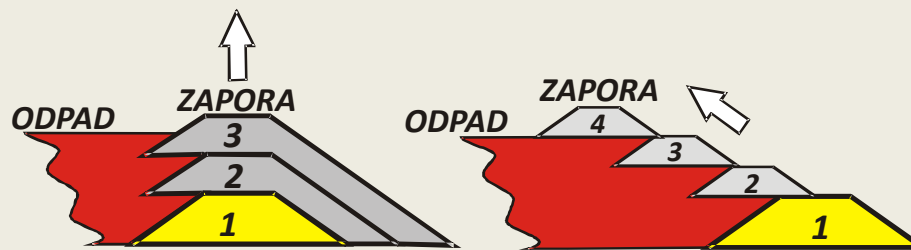
w terenie wklęsłym

- zapora ma kształt prostoliniowy
- zbocza stanowią naturalne ograniczenie
- zapora z reguły wznoszona jednorazowo



w terenie płaskim

- zapora ma kształt krzywoliniowy
- zapora z reguły wznoszona równocześnie z eksploatacją
- trzy metody wznoszenia



GIS:

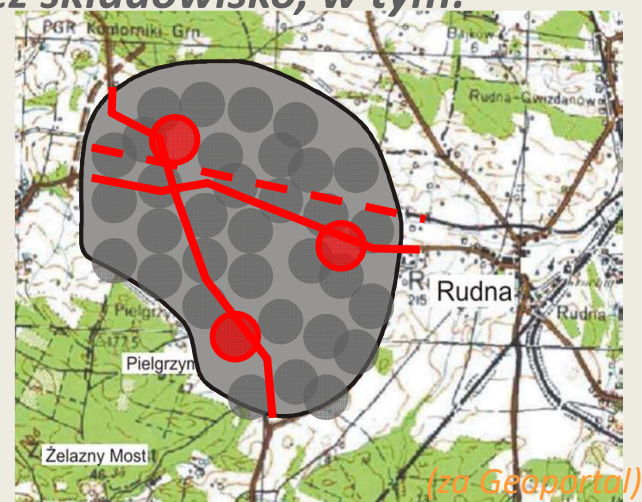
OUOW ŻELAZNY MOST

- **FAZA PRZYGOTOWANIA**

- **MAKRONIWELACJA**

- *około 1600 ha gruntów zajętych przez składowisko, w tym:*

- *150 ha lasów*
- *200 ha użytków zielonych*
- *900 ha gruntów ornych*



- **ZMIANY STRUKTURY OSADNICZEJ I INFRASTRUKTURY**

- *likwidacja 3 wsi (Braszów, Pielgrzymów i Kalinówka)*
- *likwidacja 4 km linii PKP oraz przebudowa sieci dróg lokalnych*

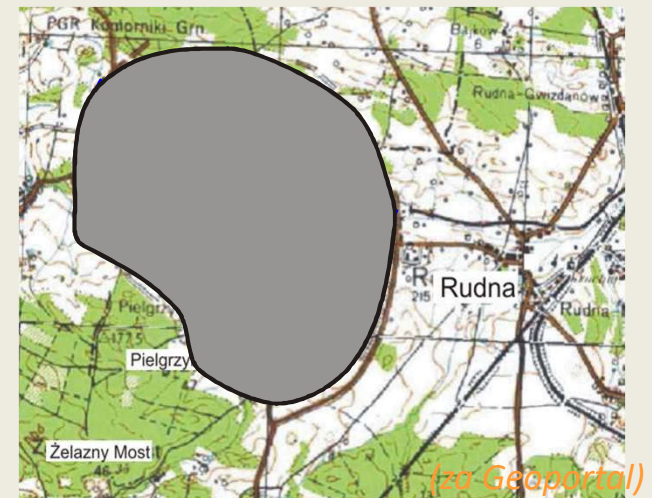
GIS: **OUOW ŻELAZNY MOST**

- **ZMIANY W SYSTEMIE HYDROGRAFICZNYM**

- *likwidacja środkowego odcinka rzeki Kalinówki (ok. 4 km)*
- *powstanie nowych zlewni hydrologicznych*
- *zmiana warunków spływu powierzchniowego*

- **ZMIANY KRAJOBRAZOWE**

- *zanik naturalnego obniżenia doliny Kalinówki*
- *powstanie wyniesienia o względnej wysokości 20-60 m*

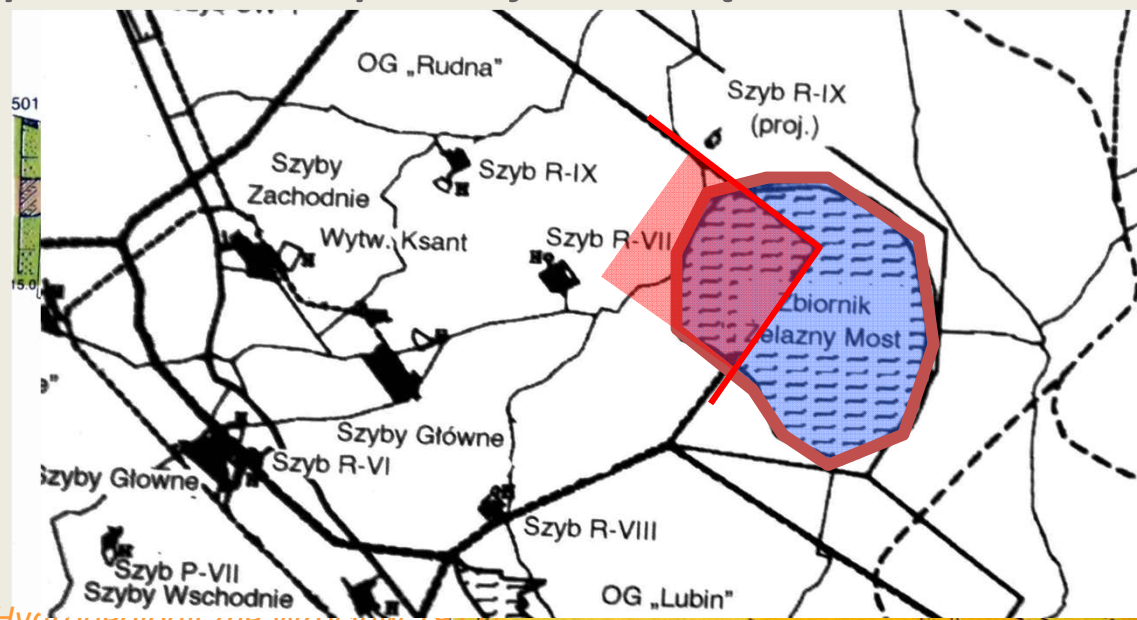


GIS: OUOW ŻELAZNY MOST

- FAZA EKSPLOATACJI

- STATECZNOŚĆ ZAPÓR

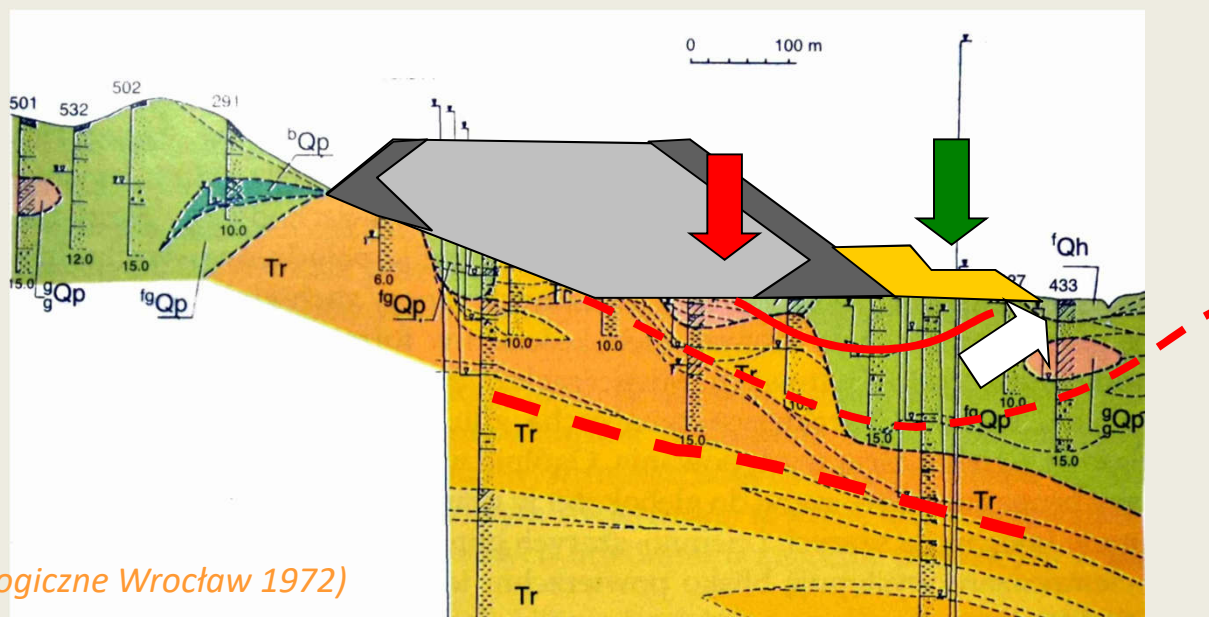
- *specyfika metody wznoszenia i materiału*
- *specyfika topografii terenu i budowy geologicznej podłoża*
- *prowadzenie eksploatacji złóż w sąsiedztwie*



(Lewiński i inni 1996)

(Przed. Hydrogeologiczne warunki 1972)

- **FAZA EKSPLOATACJI**
 - **STATECZNOŚĆ ZAPÓR**
 - *szczegółowy projekt nadbudowy i kontrola wykonania*
 - *monitoring przemieszczeń V i H*
 - *dociążenia przedpola zapór*
 - *zaprzestanie eksploatacji w strefie składowiska*



(Przed. Hydrogeologiczne Wrocław 1972)

- *FAZA EKSPLOATACJI*

- *ROZMYCIE ZAPÓR*

- *w wyniku zbyt wysokiego poziomu wody nadosadowej*
- *w wyniku erozji skarp odpowietrznych*
- *w wyniku przebicia hydraulicznego u podstawy zapory*
- *drenaż powierzchniowy*
- *umacnianie skarpy grubszym materiałem naturalnym*
- *darniowanie, obsiew trawą*
- *odsuwanie osi korony do centrum składowiska*

GIS: **OUOW ŻELAZNY MOST**

- **FAZA EKSPLOATACJI**

- **PROWADZENIE NADBUDOWY**

- *lokalna utrata stateczności*
- *przygotowanie odpowiedniego podłoża dla kolejnych etapów podwyższania zapór*
- *odpowiedni dobór materiału (< 40% frakcji pyłowej)*
- *odpowiedni sposób formowania (dogęszczenie podłoża i formowanie 0,5m warstw zagęszczanych do $I_s > 0,92$)*
- *2 stopniowa kontrola jakości wykonania*

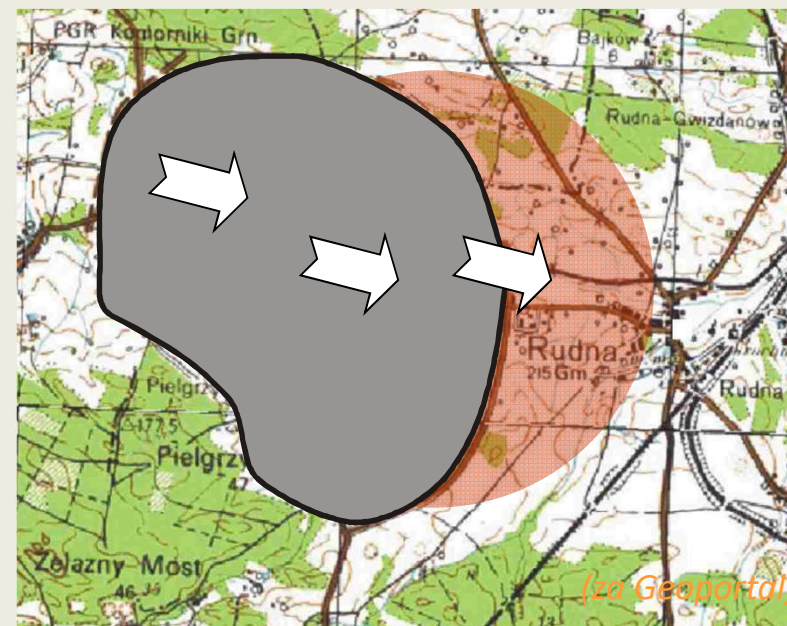
GIS:

OUOW ŻELAZNY MOST

- **FAZA EKSPLOATACJI**

- **PYLENIE – DEFLACJA PLAŻY I ZAPÓR**

- *zanieczyszczenie atmosferyczne (do 1600 m)*
- *zanieczyszczenie gleb metalami ciężkimi (około 200 ha)*
- *wzrost zawartości metali w roślinach (przekroczenie dopuszczalnych zawartości Pb w zbożach i warzywach)*



GIS:

OUOW ŻELAZNY MOST

- *FAZA EKSPLOATACJI*
 - *PYLENIE – DEFLACJA PLAŻY I ZAPÓR*
 - *zraszanie*
 - *stabilizacja emulsją asfaltową*
 - *biologiczna obudowa zapór*



(fot. KGHM)

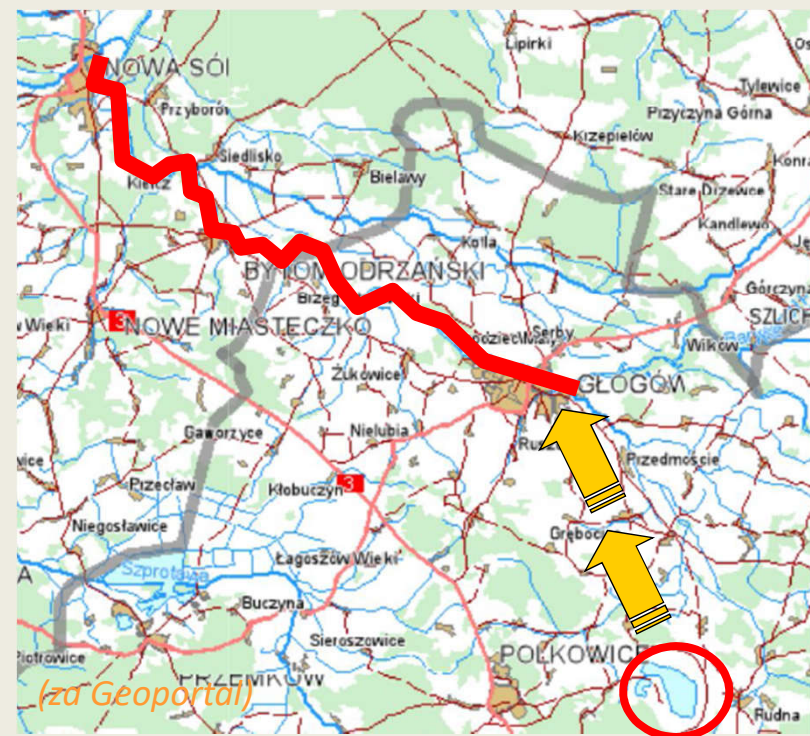
GIS: OUOW ŻELAZNY MOST

- *FAZA EKSPLOATACJI*

- *ZRZUT WÓD ZMINERALIZOWANYCH DO ODRY*

- *zmiany hydrochemiczne wody aż do Nowej Soli (zasolenie)*

- *modernizacja procesu technologicznego*
- *wprowadzenie zrzutu dennego*
- *stacja oczyszczania mechanicznego*
- *zwiększenie zdolności czasowej retencji*



GIS:

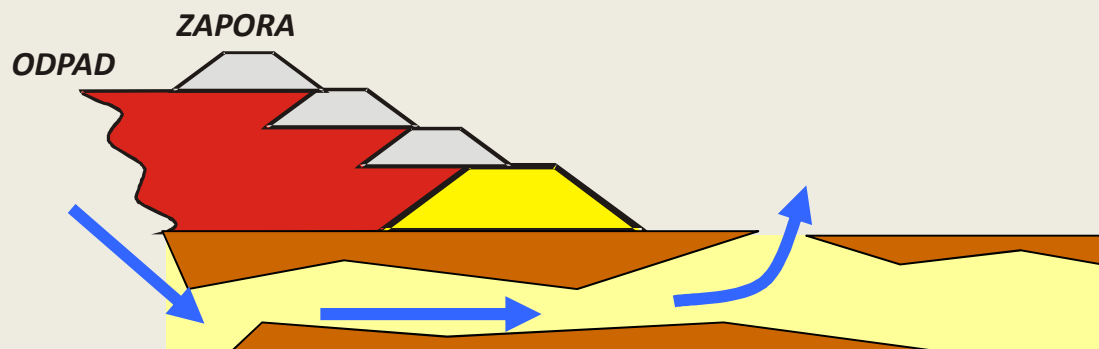
OUOW ŻELAZNY MOST

- **FAZA EKSPLOATACJI I REKULTYWACJI**

- **INFILTRACJA WÓD ZMINERALIZOWANYCH**

- *zmiany hydrochemiczne w wodach podziemnych*

- *zmiany zalegania wód gruntowych*



- **zanieczyszczenie wód powierzchniowych**

- *cieki o źródłach w strefie ochronnej - pozanormatywne*

- *cieki przepływające przez strefę ochronną – II i III klasa*

GIS: **OUOW ŻELAZNY MOST**

- *FAZA EKSPLOATACJI I REKULTYWACJI*

- *INFILTRACJA WÓD ZMINERALIZOWANYCH*

- *uszczelnianie dna*
- *drenaż pionowy – przechwytuje około 20% wód*
- *drenaż opaskowy – przechwytuje około 50% wód*



(fot. KGHM)

GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH



GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

PRZEDMIOT

czynność lub jej zamiar

ODPAD

SUROWIEC WTÓRNY

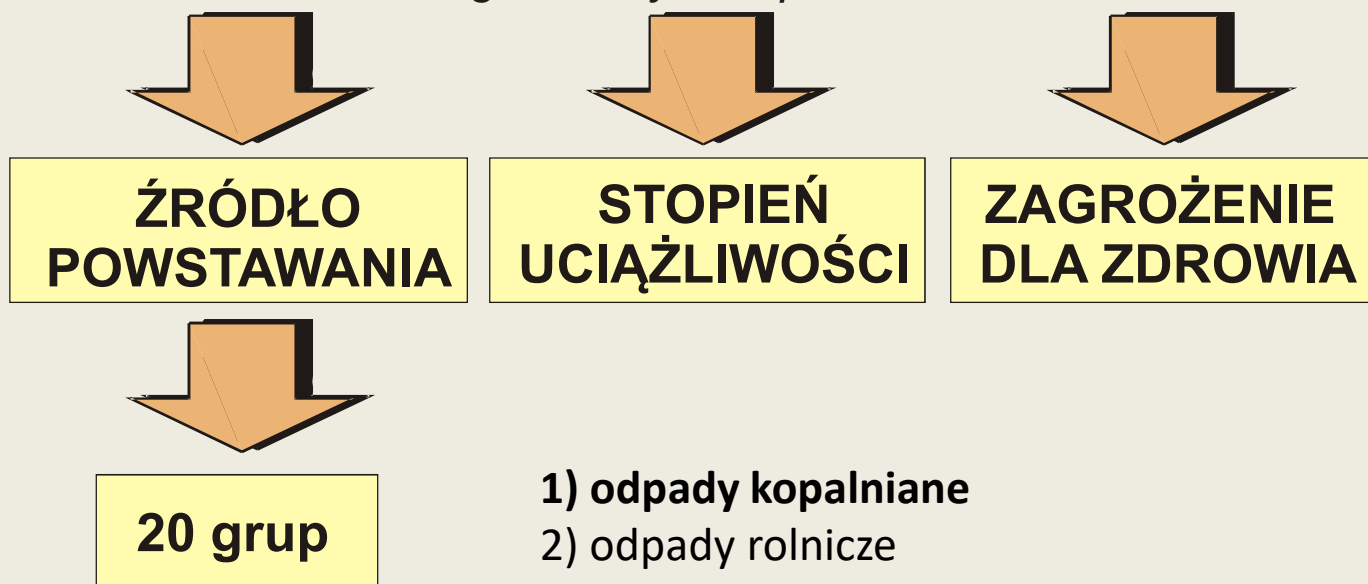


GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

KLASYFIKACJA ODPADÓW

wg. ustawy o odpadach



1) odpady kopalniane

2) odpady rolnicze

16) odpady inne

17) odpady budowlane

18) odpady medyczne

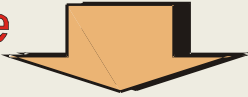
19) odpady z oczyszczalni

20) odpady komunalne

GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

ODPADY KOMUNALNE STAŁE

podstawowe  *cechy*

- znaczna zmienność ilościowo - jakościowa
- potencjalne zagrożenie sanitarne
- niestabilność w czasie
- zanieczyszczenie substancjami niebezpiecznymi

właściwości technologiczne



- wskaźnik nagromadzenia

objętościowy
0,92-1,45
 $m^3/miesz.$

wagowy
162-368
 $kg/miesz.$

nierównomierności
nagromadzenia

- właściwości fizyczne

gęstość

frakcja

skład grupowy

- właściwości paliwowe

- właściwości nawozowe

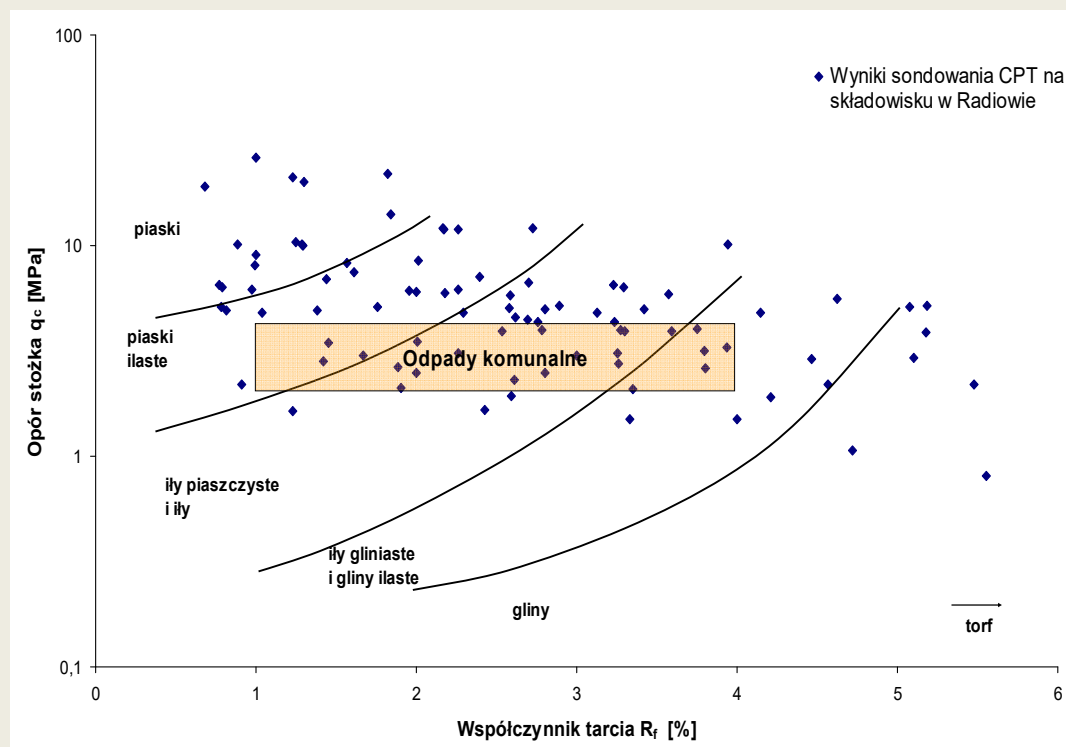
GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

właściwości



technologiczne

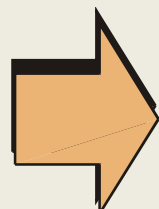


(Manassero i inni 1996, Koda 2016)

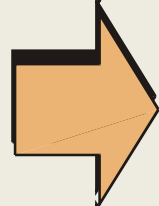
GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

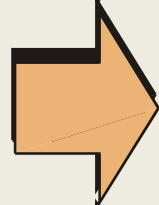
SOK



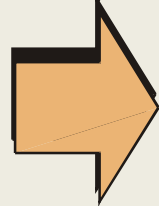
w niecce naturalnej



w niecce sztucznej

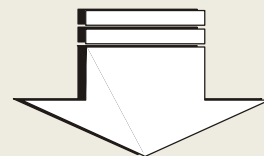


napowierzchniowe

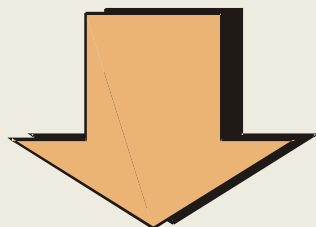


przystokowe

WYBÓR LOKALIZACJI SOK

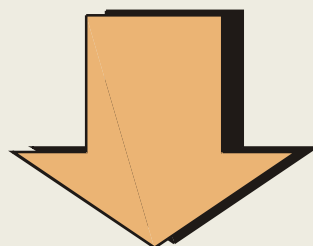


CZYNNIKI



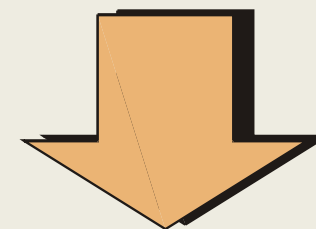
NATURALNE (ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO)

- topograficzne
- hydrogeologiczne
- geotechniczne
- klimatyczne
- krajobrazowa



EKONOMICZNE KOSZTY TRANSPORTU I EKSPLOATACJI

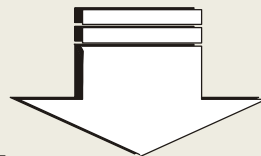
- połączenie z istniejącą siecią komunikacyjną
- możliwości podłączenia do istniejącej infrastruktury



SPOŁECZNE

- związane z atrakcyjnością okolicznych terenów
- bezpośredni negatywny wpływ na środowisko
- możliwość wykorzystania po zamknięciu
- wpływ transportu odpadów na otoczenie

PROJEKT SOK



- granice składowiska
- sposób zagospodarowania po zamknięciu
- uszczelnienie dna i ścian
- warstwy izolujące dzienne, przejściowe i po zamknięciu części
- gospodarkę odciekami
- produkcję gazu
- monitoring wód gruntowych, powierzchniowych i zanieczyszczeń atmosferycznych

GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

PROJEKT SOK

- uszczelnienie składowiska



dna kwatery



skarp kwatery



wierzchu kwatery

GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

PROJEKT SOK

- warstwy izolujące



przykrycie dzienne



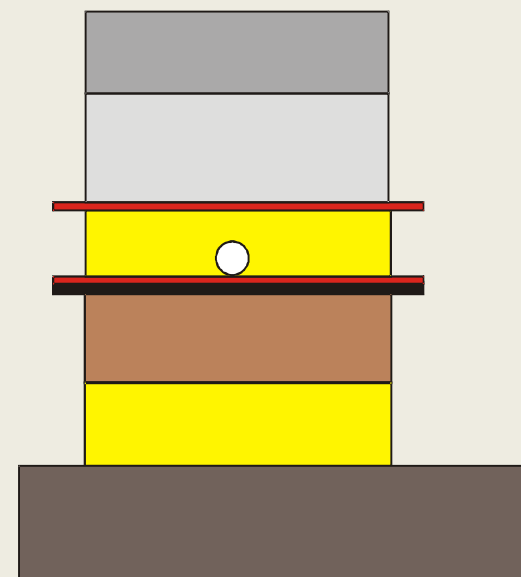
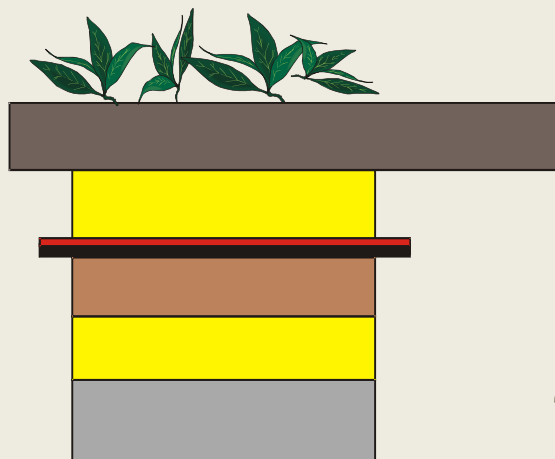
przykrycie międzywarstwowe

GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

PROJEKT SOK

- uszczelnienie składowiska



GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

KOLEJNOŚĆ PRAC NA SOK

PRZYGOTOWANIE CZASZY
I INFRASTRUKTURY SOK

UŁOŻENIE WARSTWY

ZDJĘCIE PRZYKRYCIA
DZIENNEGO

PRZYJĘCIE I SEGREGACJA
ODPADÓW

ROZPROWADZENIE
ODPADÓW

ZAGĘSZCZENIE
I WYRÓWNANIE ODPADÓW

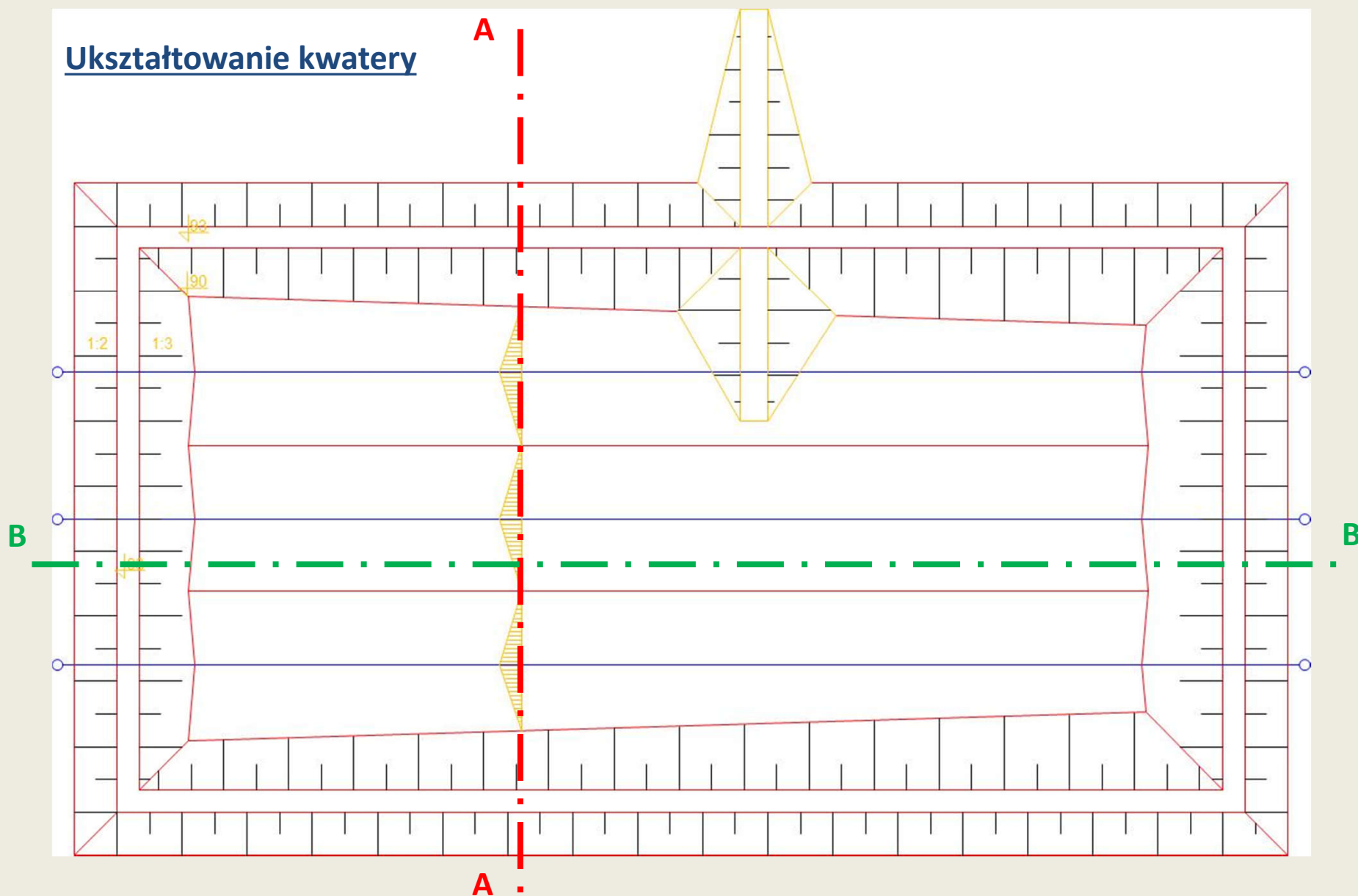
ROZŁOŻENIE PRZYKRYCIA
DZIENNEGO



GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

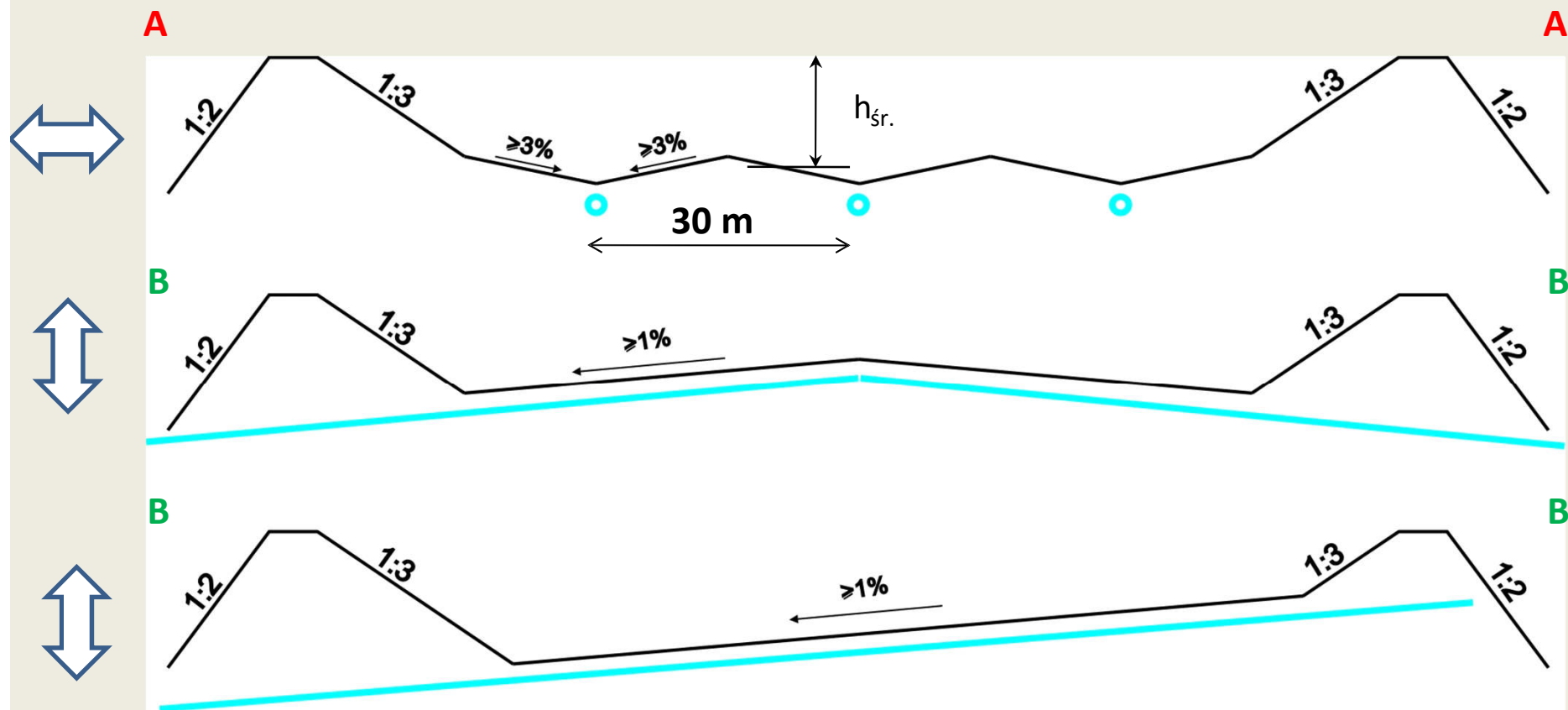
Ukształtowanie kwatery



GIS:

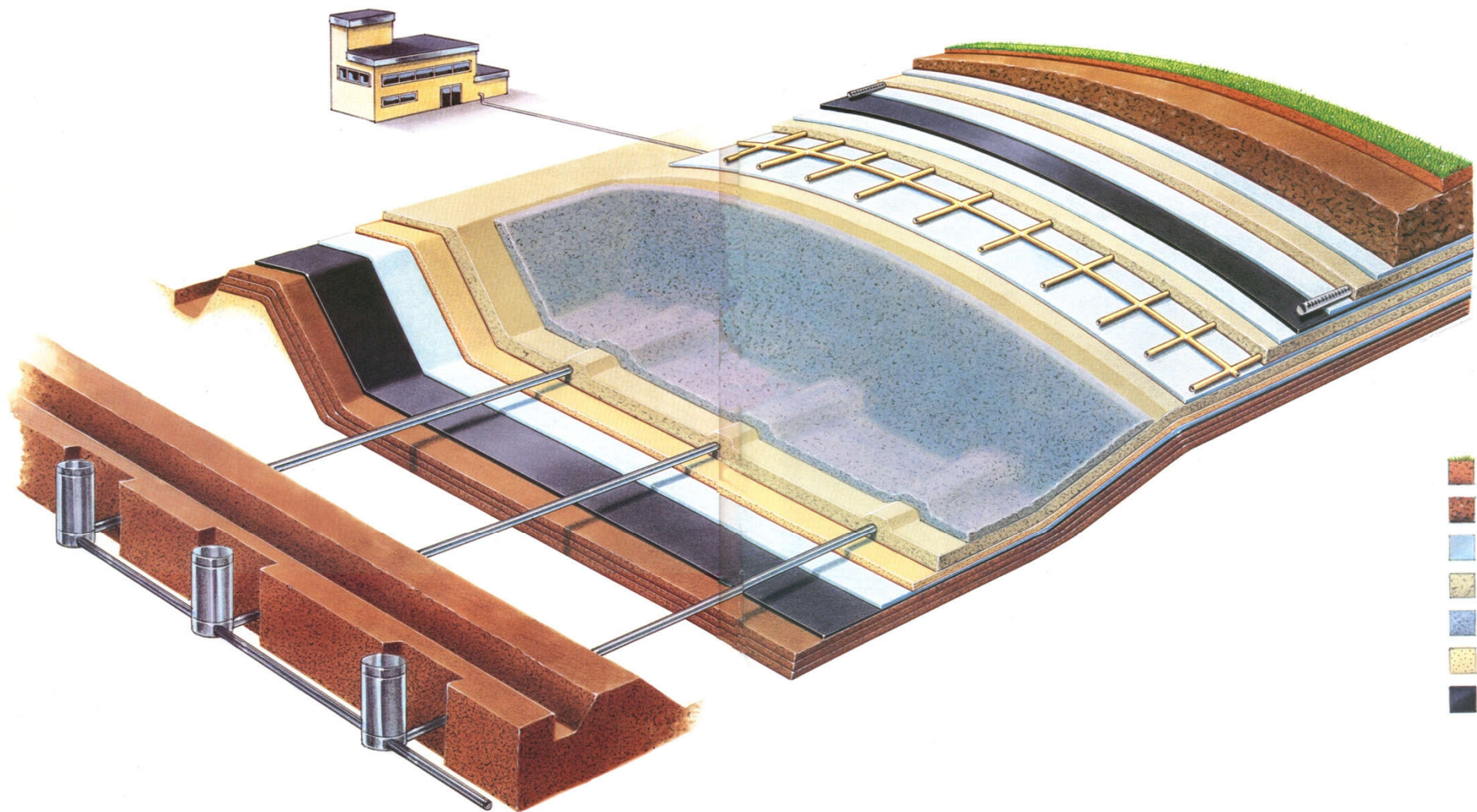
SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

Ukształtowanie kwatery



GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH



GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

Zadania przesłon:

- stworzenie nieprzepuszczalnego i stabilnego w czasie uszczelnienia,
- niedopuszczanie do przesiąkania odcieków w naturalne podłoże składowiska,
- adsorpcja szkodliwych związków chemicznych (np. metali ciężkich).

Rodzaje przesłon:

- uszczelniające podstawę i skarpy,
- uszczelniające powierzchnię,
- przesłony pionowe.



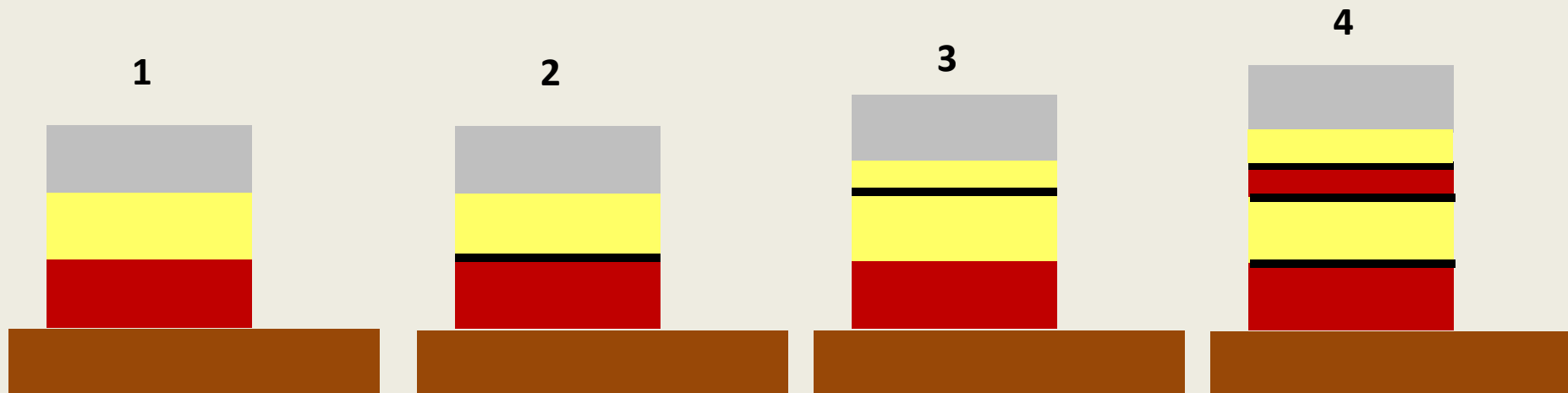
GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

- Uszczelniające podstawę i skarpy

(Wysokiński 1995)

Warunki geologiczne:	SOK		
	małe <2 ha; <200m ³	średnie <10 ha; <800m ³	duże >10 ha; >800m ³
bardzo dogodne/dogodne	1	1,2	2
mało dogodne	2	2	2,3
niedogodne	2	2,3	3,4



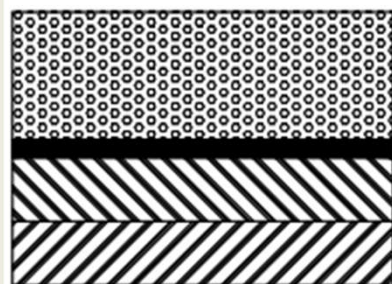
GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

- Uszczelniające podstawę i skarpy

(Wysokiński 1995)

Warunki geologiczne:	SOK		
	małe <2 ha; <200m ³	średnie <10 ha; <800m ³	duże >10 ha; >800m ³
bardzo dogodne/dogodne	1	1,2	2
mało dogodne	2	2	2,3
niedogodne	2	2,3	3,4



- ← 50 cm warstwa drenażowa z materiału żwirowo-piaszczystego o $k > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
- ← warstwa syntetyczna (geomembrana, mata bentonitowa)
- ← 50 cm warstwa mineralna (sztuczna bariera geologiczna) o $k < 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$

(Rozporządzenie Min. Środowiska, 2001)

GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

- Uszczelniające powierzchnię

Funkcje:

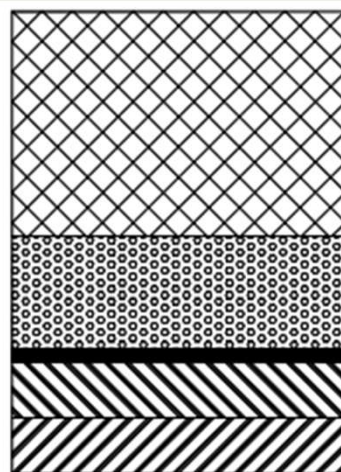
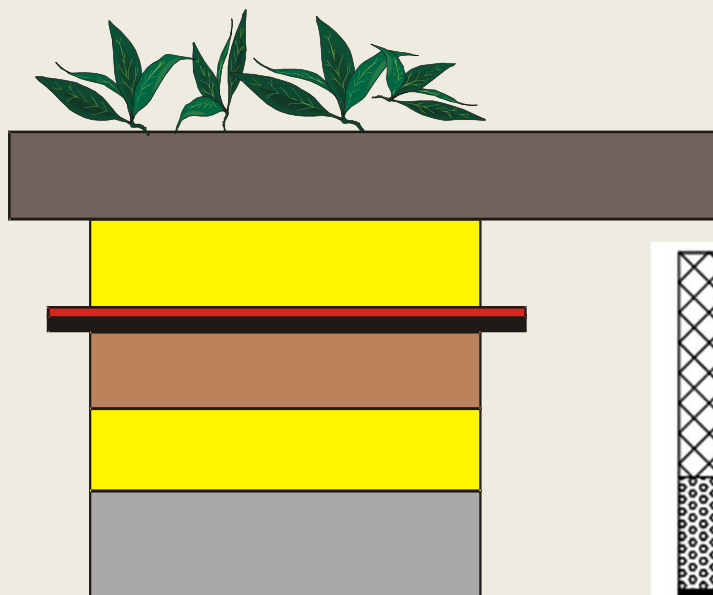
- nie dopuszczają do infiltracji wód opadowych w głąb korpusu składowiska,
- odprowadzają w maksymalnym stopniu wody opadowe poza obręb składowiska,
- zapobiegają wydostawaniu się poza obręb składowiska gazów pochodzących z procesów biochemicznych,
- zapobiegają pyleniu i roznoszeniu przez wiatr lekkich części składowanych odpadów,
- tworzą barierę biologiczną dla korzeni roślin oraz gryzoni,
- zapobiegają erozji powierzchni wysypiska.

GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

- Uszczelniające powierzchnię



← 100 cm warstwa ziemi + żyzna warstwa ziemi

← 50 cm warstwa drenażowa z materiału żwirowo-piaszczystego o $k > 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$

← warstwa syntetyczna (geomembrana, mata bentonitowa)

← 50 cm warstwa mineralna (warstwa ekranująca) o $k < 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$

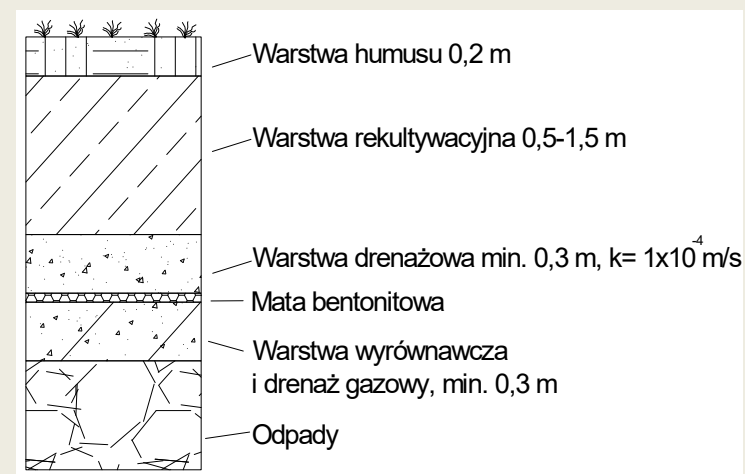
(Rozporządzenie Min. Środowiska, 2001)

GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

- Uszczelniające powierzchnię

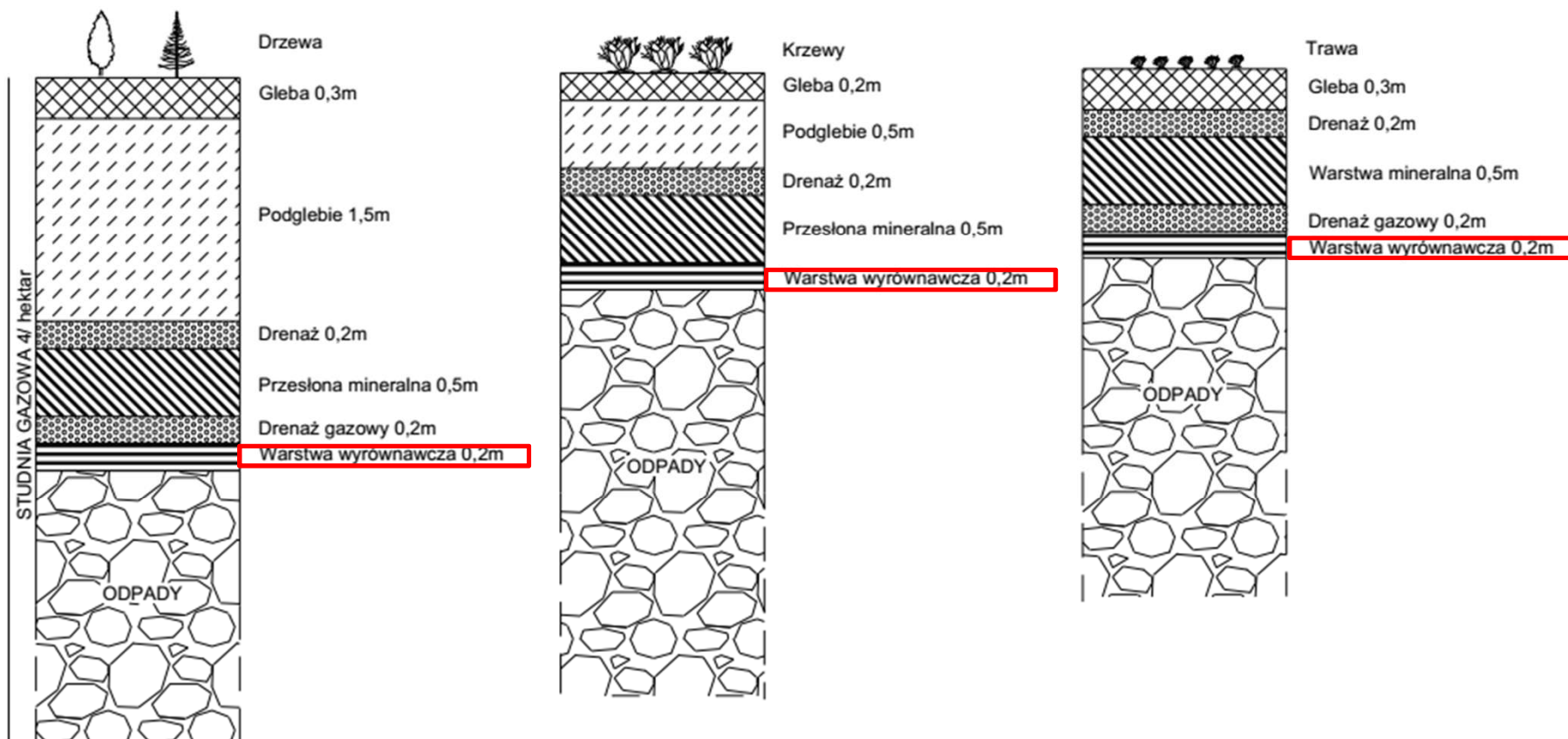


(Koda 2016)

GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

- Uszczelniające powierzchnię



GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

- Pionowe

Funkcje:

- zabezpieczenie wód gruntowych przed poziomą migracją skażonych wód ze składowiska,
- utworzenie wokół składowiska zamkniętego i szczelnego „zbiornika”,
- utrzymanie niższego poziomu wód gruntowych w „zbiorniku” niż na zewnątrz,
- zgromadzenie wód skażonych w „zbiorniku”.

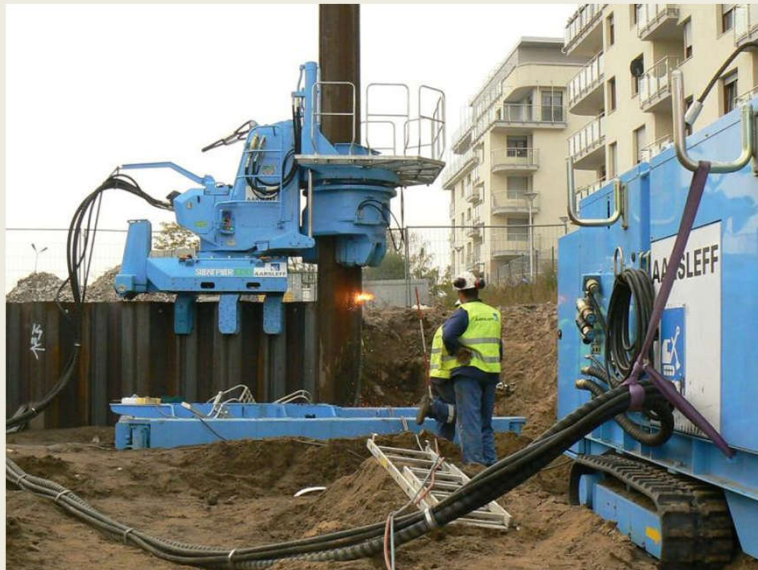
GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

- Pionowe

Technologie:

– ściany szczelne,



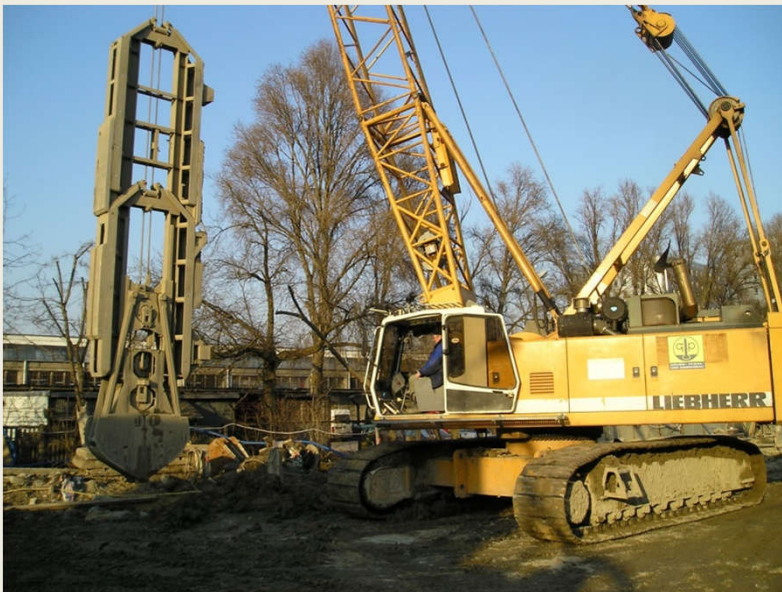
GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

- Pionowe

Technologie:

- ściany szczelne,
- ściany szczelinowe,



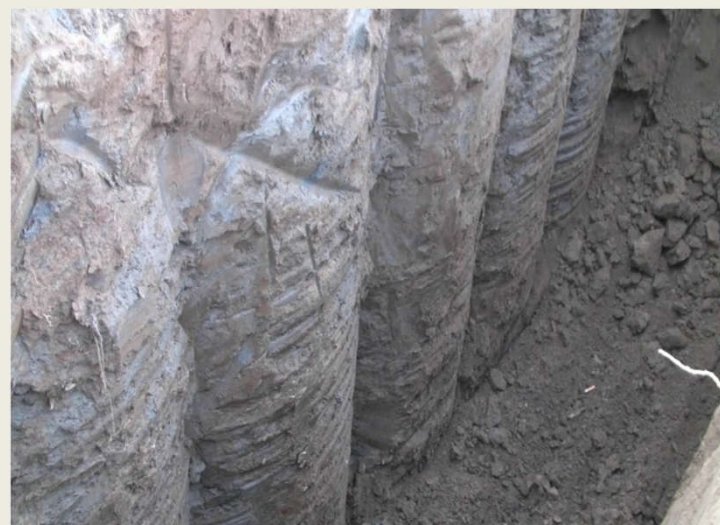
GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

- Pionowe

Technologie:

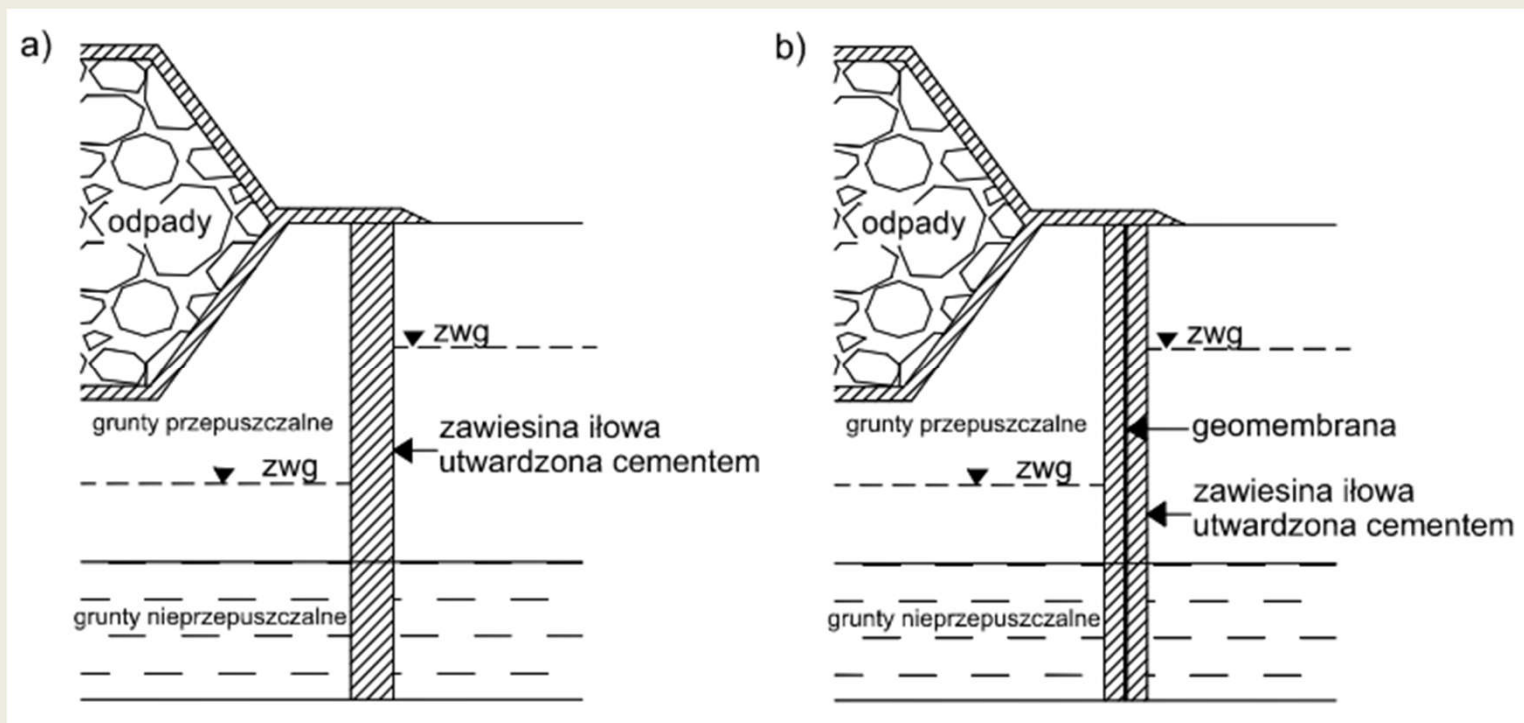
- ściany szczelne,
- ściany szczelinowe,
- wykonywane metodami iniekcijnymi (np. jet-grouting).



GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

- Pionowe



(Zadroga B., Olańczuk-Neyman K. 2001)

GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

KRYTERIA

Warstwy mineralnej bariery izolacyjnej w składowisku powinny charakteryzować się następującymi właściwościami:

- zawartością frakcji uziarnienia umożliwiającą uzyskanie, po odpowiednim zagęszczeniu warstwy uszczelniającej, wymaganego współczynnika wodoprzepuszczalności,
- zdolnością do adsorbowania zanieczyszczeń znajdujących się w odciekach, które przedostają się przez lokalne uszkodzenia geomembrany,
- odpowiednią wilgotnością, konsystencją i stanem, zapewniającymi właściwą urabialność i zagęszczalność układanej warstwy mineralnej,
- odkształcalnością zapewniającą przenoszenie różnicy osiadań w podłożu nieustabilizowanym (np. szkody górnicze),
- wystarczającą wytrzymałością przy występowaniu w podłożu naprężeń normalnych od odpadów lub do przeniesienia składowej stycznej naprężenia w warstwie uszczelniającej na skarpie,
- długotrwałością i stabilnością chemiczną zapewniającą niezmienną wodo-
przepuszczalności w okresie 30 - 100 lat eksploatacji składowiska w zależności od typu składowiska.

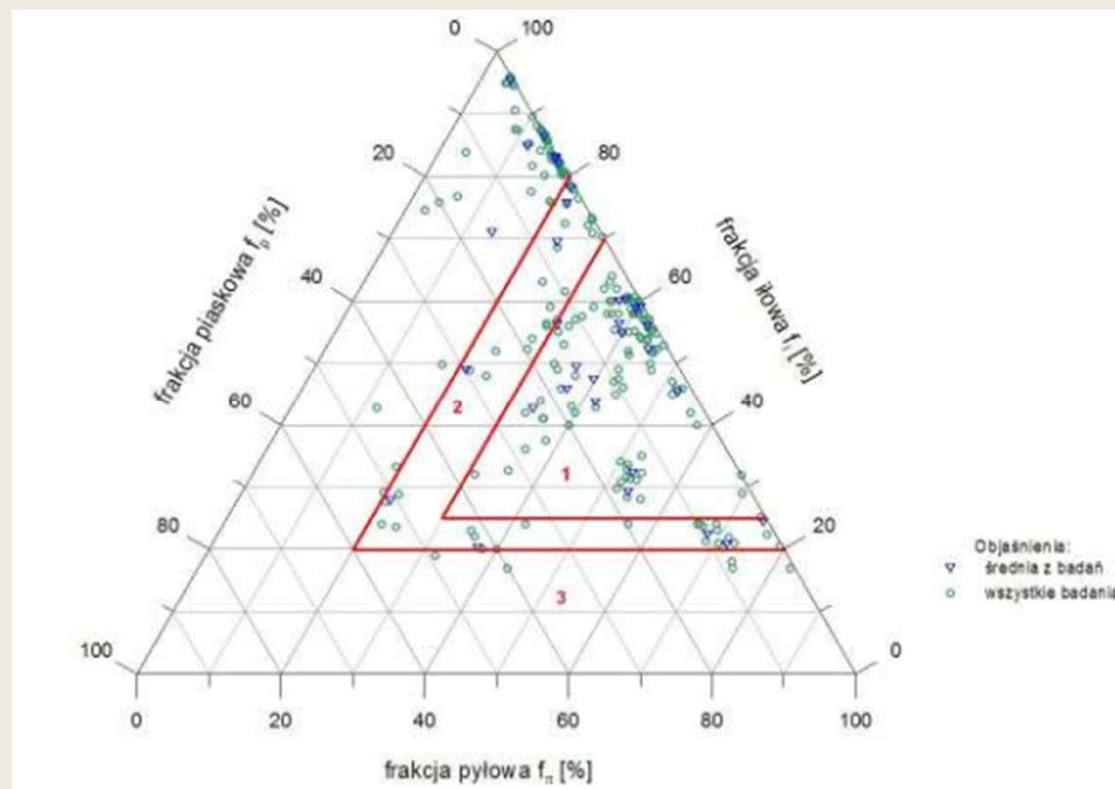
GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

KRYTERIA

9 kryteriów przydatności gruntów do budowy przesłon mineralnych

1 - Kryterium granulometryczne.



(Wysokiński 2007)

GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

KRYTERIA

9 kryteriów przydatności gruntów do budowy przesłon mineralnych

2 - Kryterium mineralogiczne.

- zakłada konieczność indywidualnej oceny proporcji udziału minerałów ilastych i akceptacji ich składu jako zadawalającego
- ilość minerałów ilastych, którą powinien zawierać grunt powinna być wyższa od 20 %
- grunt nie powinien zawierać więcej niż 15% CaCO_3 oraz 5 % części organicznych

GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

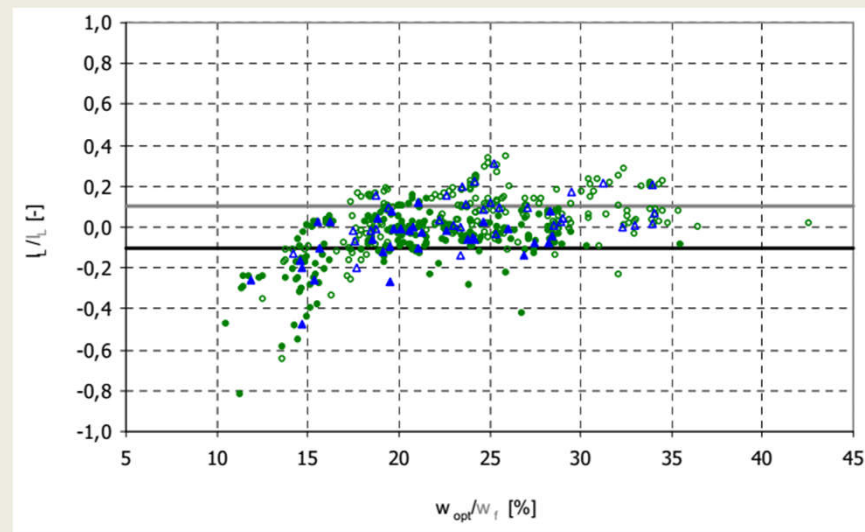
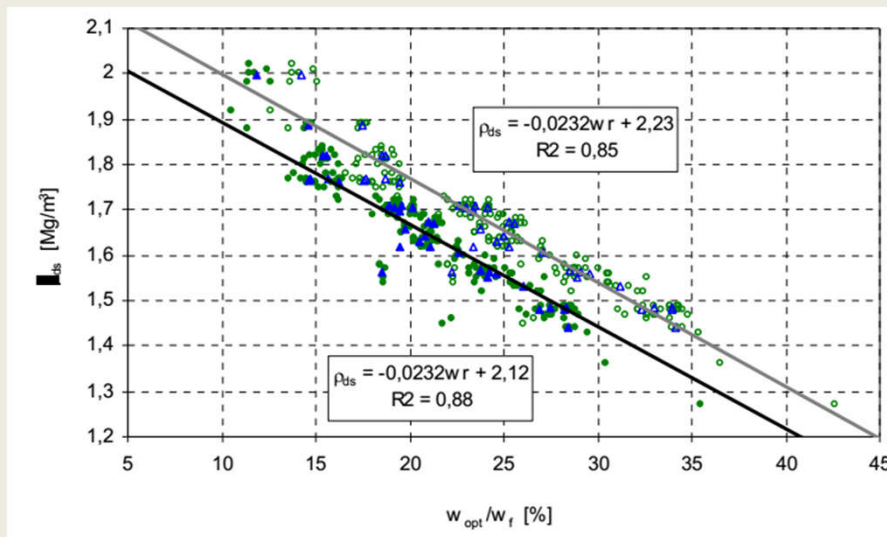
KRYTERIA

9 kryteriów przydatności gruntów do budowy przesłon mineralnych

3 - Kryterium formowania.

dwa elementy: wyznaczenie wilgotności formowania oraz stanu
gruntu, który jej odpowiada

$$w_{\text{opt}} \leq w_f \leq 1,2w_{\text{opt}}$$



(Wysokiński 2007)

GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

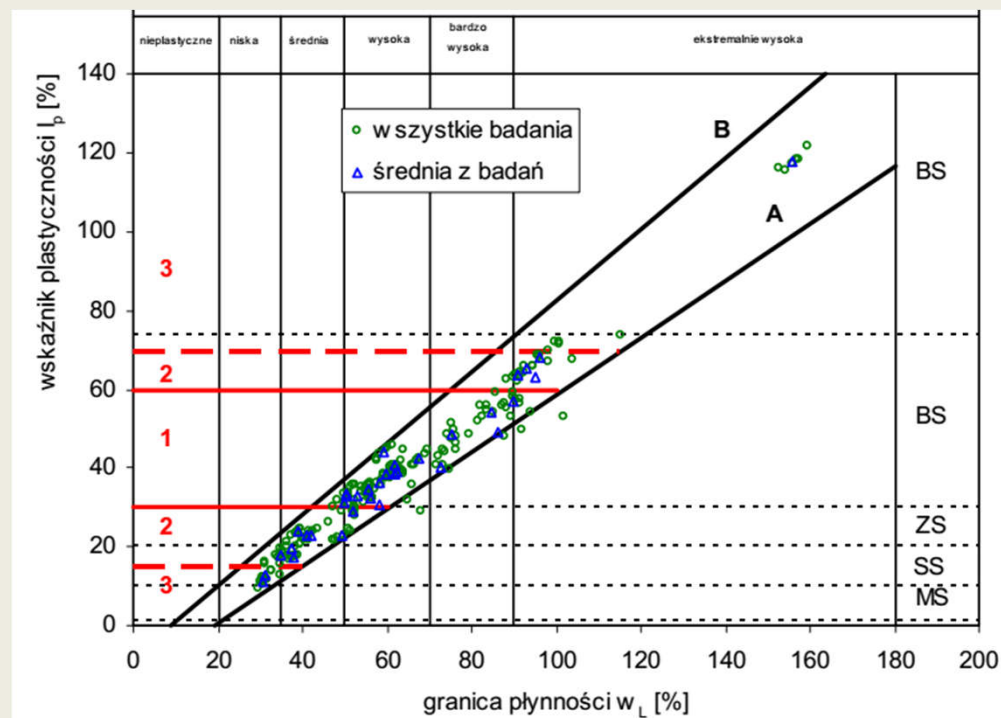
OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

KRYTERIA

9 kryteriów przydatności gruntów do budowy przesłon mineralnych

4 - Kryterium plastyczności.

wskaźnik plastyczności w zakresie od 15 % do 70 % oraz linia A



(Wysokiński 2007)

GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

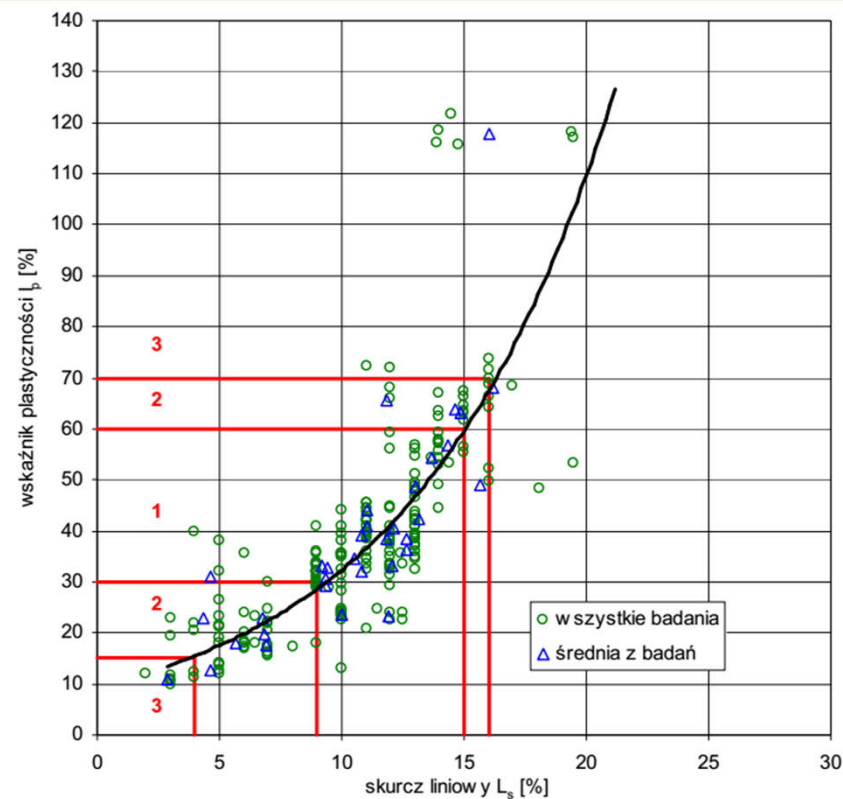
OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

KRYTERIA

9 kryteriów przydatności gruntów do budowy przesłon mineralnych

5 - Kryterium wpływu zmiany wilgotności .

- aktywności koloidalna $> 0,4$
- skurcz liniowy $L_s \leq 16 \%$
- ciśnienie pęcznienia $P_c > 5 \text{ kPa}$
- wskaźnik pęcznienia $E_p > 4 \%$.



(Wysokiński 2007)

GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

KRYTERIA

9 kryteriów przydatności gruntów do budowy przesłon mineralnych

6 - Kryterium sorpcji.

- metoda bromku metylowego (ogólna)
- metody dedykowane poszczególnym typom zanieczyszczeń

7 - Kryterium szczelności.

- wodoprzepuszczalność - współczynnik filtracji - $k \leq 10^{-9} \text{ m/s}$
i miąższości $\geq 0,5 \text{ m}$
- dyfuzyjność – efektywny współczynnik dyfuzji - $D^* < 10^{-9} \text{ m}^2/\text{s}$
- kryterium przesłonowości (w latach)

GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

KRYTERIA

9 kryteriów przydatności gruntów do budowy przesłon mineralnych

8 - Kryterium odkształcenia.

- $M_0 \geq 5 \text{ MPa}$

9 - Kryterium wytrzymałości.

- $\phi \geq 3^\circ$
- $c \geq 35 \text{ kPa}$
- $s_u \geq 40 \text{ kPa}$

GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

KRYTERIA

Parametr	Jednostka	Kryterium wg. Wysokińskiego (1995)	Kryterium wg. Majer (2005)
Współczynnik filtracji	m/s	10^{-9}	10^{-9}
Granica płynności	%	>30	≥30
Wskaźnik plastyczności	%	>20	≥15
Zawartość frakcji iłowej	%	≥20	≥20
Zawartość frakcji drobnych	%	≥60	≥60
Zawartość frakcji żwirowej	%	brak	≤10
Zawartość minerałów ilastych	%	-	≥20
Zawartość węgla wapnia	%	≤10	≤15
Zawartość części organicznych	%	≤2	≤5
Wskaźnik pęcznienia	%	-	≥5

GIS:

SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

$$P = \sum a_i x_i$$

KRYTERIA

waloryzacja rangowa

Lp.	Kryterium przydatności	Jednostka	Ranga A	Klasy przydatności i odpowiadająca im punktacja xi*		
				III	II	I
1	Zawartość frakcji ilowej	%		< 20 ; >80	20-26 ; 71-80	25-70
	f _i	pkt.	10	0	1	2
2	Zawartość frakcji piaskowej	%		>60	0-9 ; 46-60	10-45
	f _p	pkt.	10	0	1	2
3	Wskaźnik plastyczności	%		0-15 : >70	15-30 : 60-70	30-60
	I _p	pkt.	8	0	1	2
4	Granica płynności	%		<30 : >120	30-40 : 100-120	40-100
	w _L	pkt.	6	0	1	2
5	Skurcz liniowy	%		<4 : >16	4-8 : 15-16	9-14
	L _s	pkt.	6	0	1	2
6	Zawartość części organicznych	%		>10	5-10	<5
	I _{om}	pkt.	4	0	1	2
7	Zawartość węgla wapnia	%		>20	10-20	<10
	CaCO ₃	pkt.	4	0	1	2
8	Zawartość frakcji żwirowej	%		>10	5-10	<5
	f _z	pkt.	2	0	1	2
* _i – kryterium przydatności						

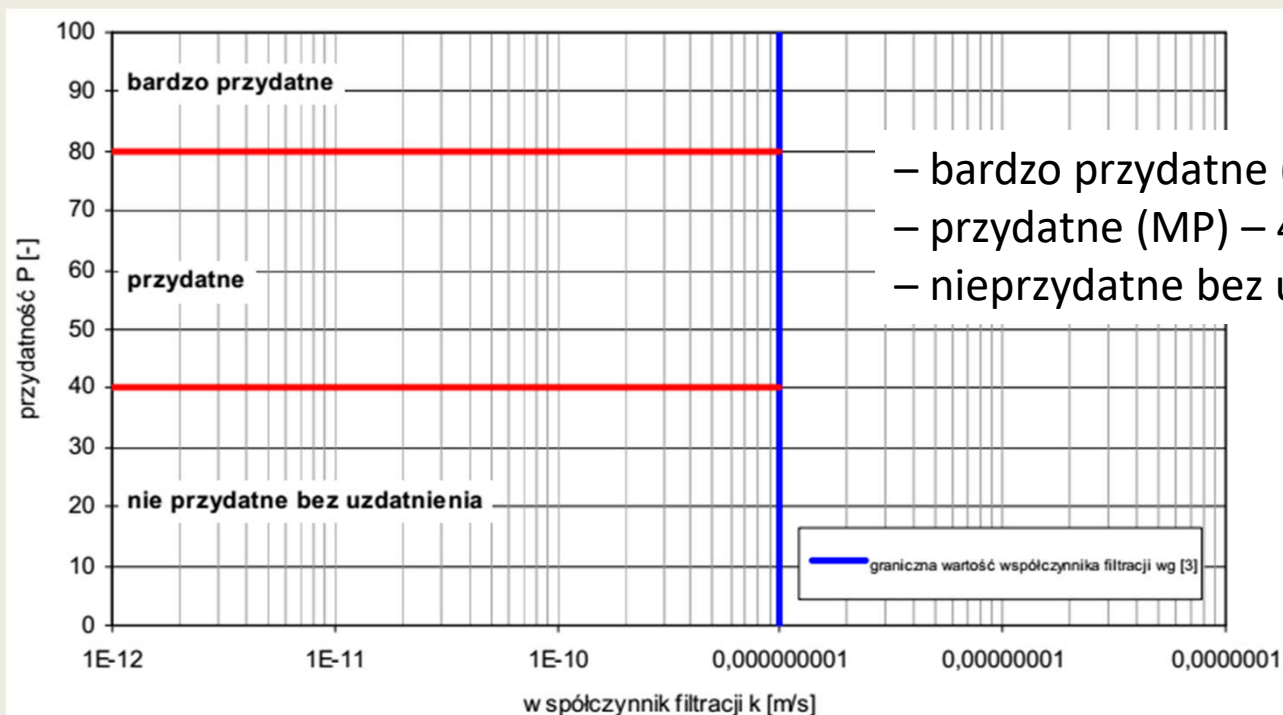
(Wysokiński 2007)

GIS: SKŁADOWISKO ODPADÓW KOMUNALNYCH

OCENA PRZYDATNOŚCI GRUNTU NA PRZESŁONY

KRYTERIA

waloryzacja rangowa



GIS:

METODA OBSERWACYJNA

METODA OBSERWACYJNA

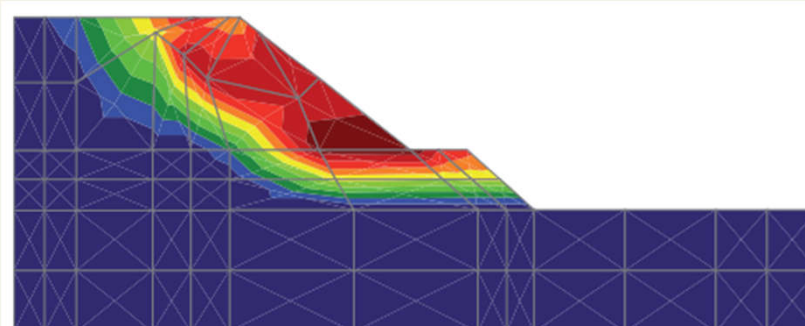


**METODA OBSERWACYJNA
CZYNNA
(doświadczalna)**



**METODA OBSERWACYJNA
BIERNA
(wizja lokalna)**

(Koda 2011)



METODA OBSERWACYJNA



**METODA OBSERWACYJNA
CZYNNA
(doświadczalna)**



**METODA OBSERWACYJNA
BIERNA
(wizja lokalna)**



WIZJA LOKALNA

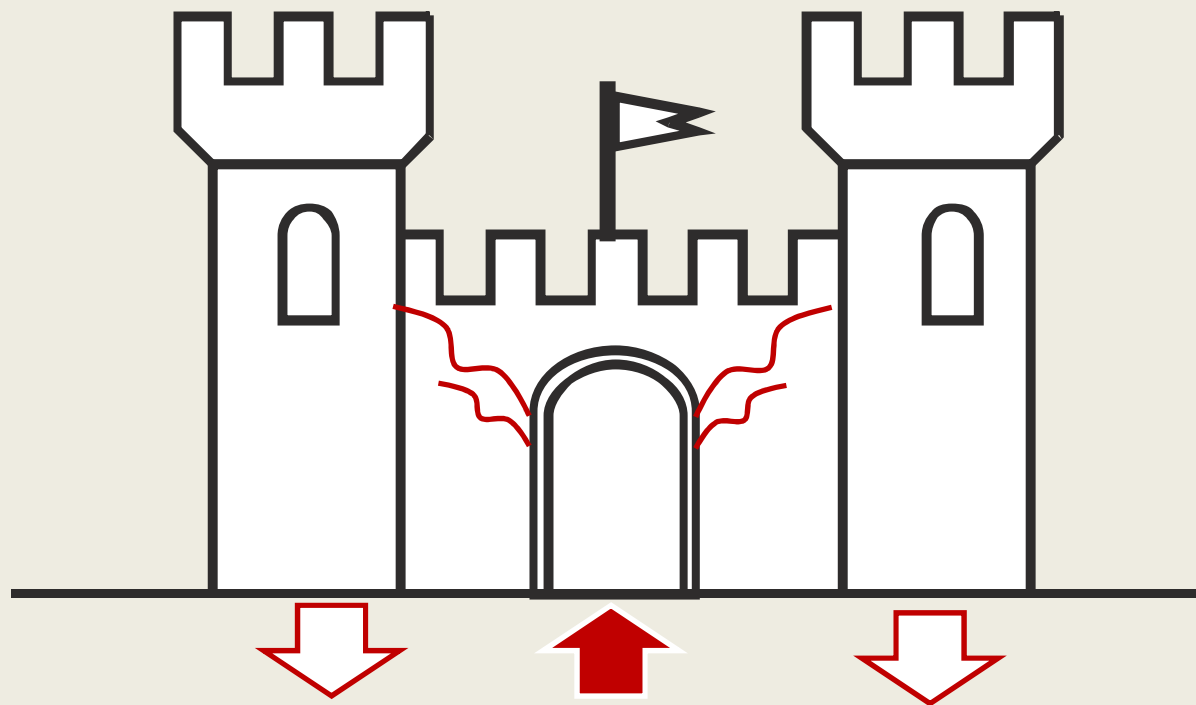
- badania materiałów archiwalnych



<http://www.orsip.pl/uslugi/ortofotomapy>

WIZJA LOKALNA

- obserwacja
(morfologia, geologia, hydrografia, szata roślinna, obiekty budowlane)



WIZJA LOKALNA

- wywiad



GIS: METODA OBSERWACYJNA

WIZJA LOKALNA

przykład



LEGENDA

Holocen

- 2 - namuły piaszczyste den dolinnych
- 3 - piaski rzeczne tarasów zalewowych

12 - piaski deluwialne

Plejstocen

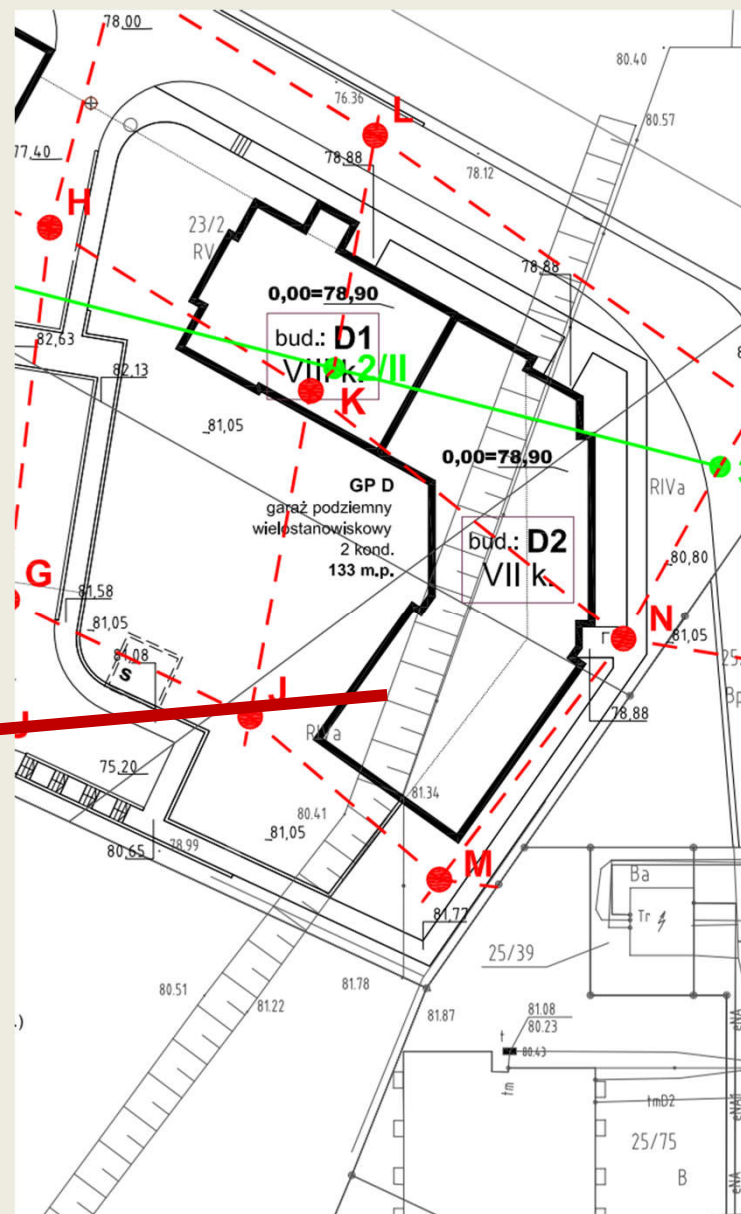
- 21 - piaski i żwiry wodnolodowcowe poziomu sandrowego II fazy poznańskiej
- 23 - piaski i żwiry wodnolodowcowe poziomu sandrowego I fazy poznańskiej
- 29 - piaski i żwiry wodnolodowcowe górne fazy leszczyńskiej
- 32 - piaski lodowcowe fazy leszczyńskiej
- 33 - gliny zwałowe fazy leszczyńskiej
- 34 - piaski i żwiry wodnolodowcowe dolne fazy leszczyńskiej
- 38 - gliny zwałowe zlodowacenia warty

Neogen

- 43 - iły i mułki, miejscami piaski

GIS: METODA OBSERWACYJNA

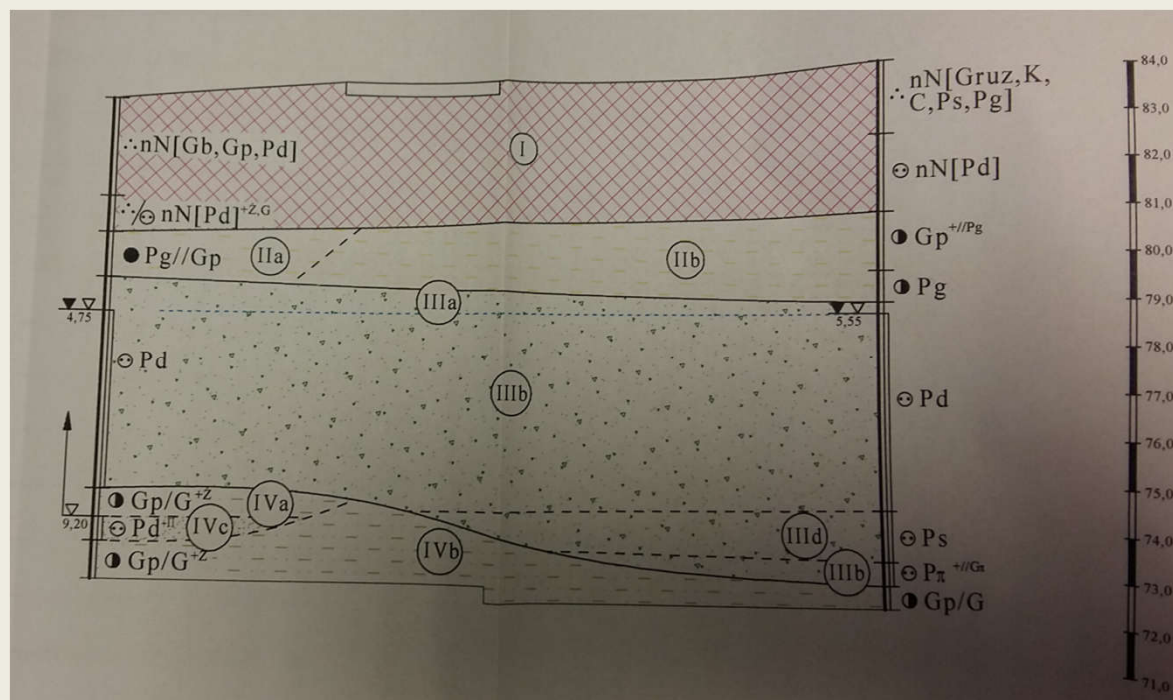
WIZJA LOKALNA



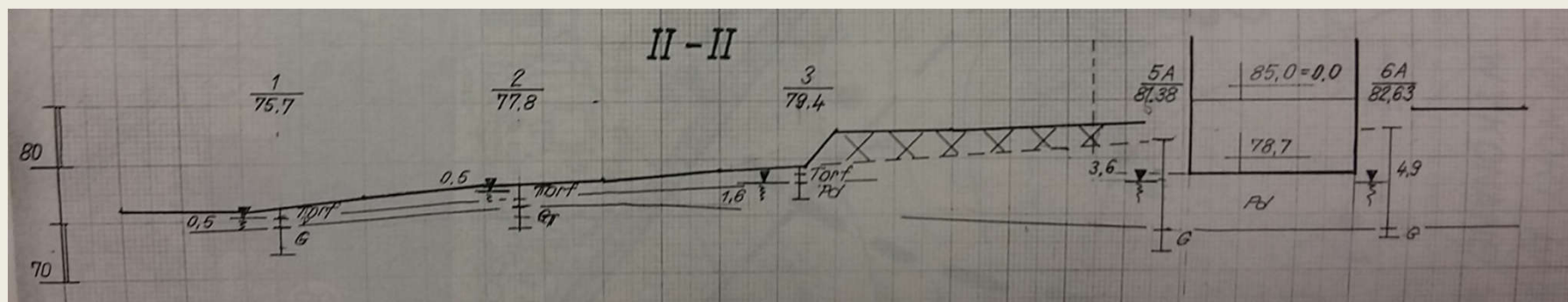
GIS: METODA OBSERWACYJNA

WIZJA LOKALNA

Dokumentacja „A”

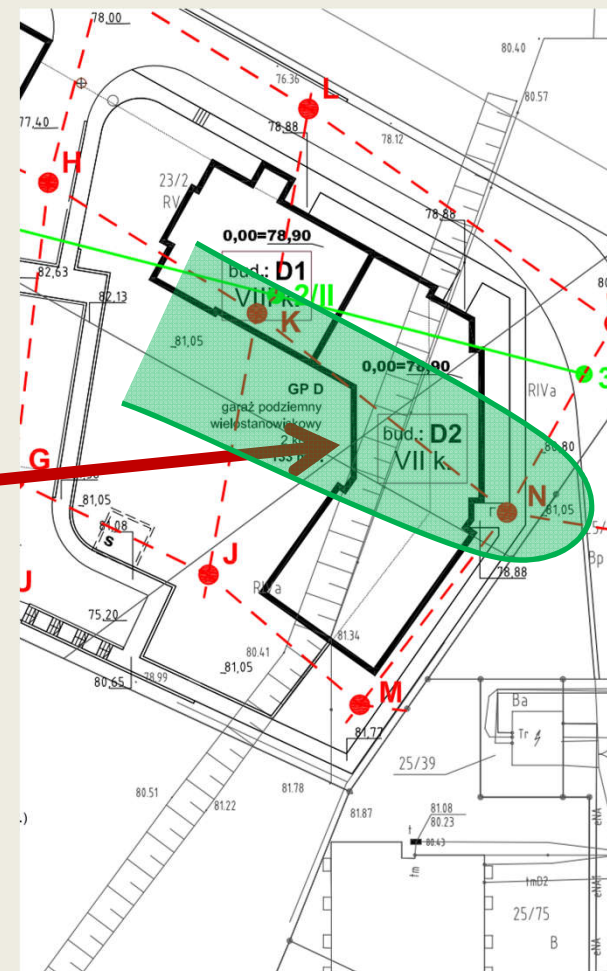
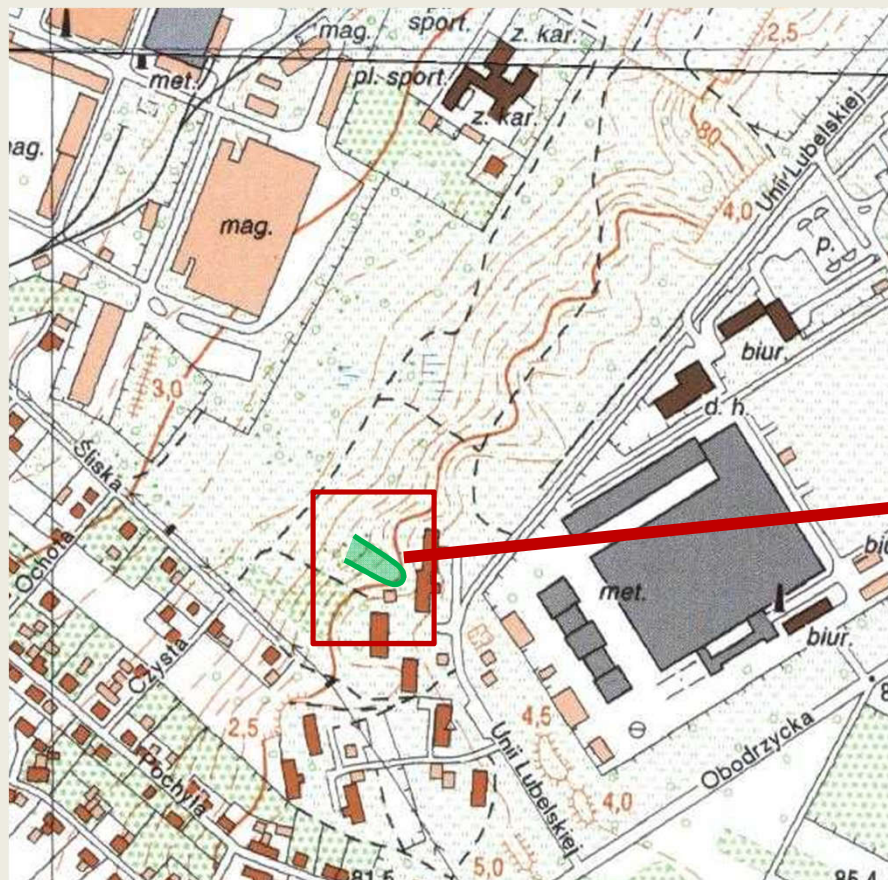


Dokumentacja „B”



GIS: METODA OBSERWACYJNA

WIZJA LOKALNA



GIS: **PODŁOŻE GRUNTOWE A SZATA ROŚLINNA**



ZASTOSOWANIA

- *określenie przypowierzchniowej budowy geologicznej*
- *określenie warunków wilgotnościowych podłoża*
- *ocena zjawisk geodynamicznych*
- *kształtowanie warunków geotechnicznych*
- *kształtowanie krajobrazu*

ZASIĘG

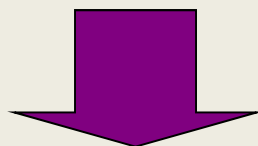
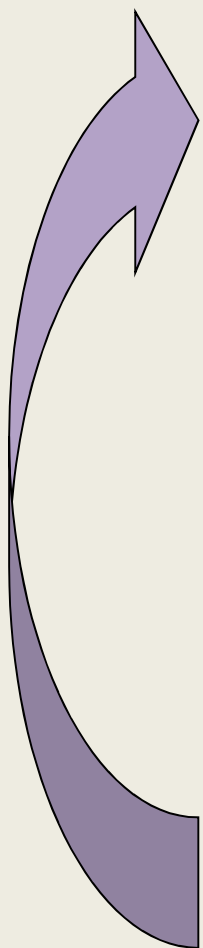
- *rośliny zielne: 20-40 cm*
- *krzewy: 50-70 cm*
- *drzewa: 3-10 m*

CZYNNIKI EKOLOGICZNE

- **KLIMATYCZNE**
- **EDAFICZNE**
- **TOPOGRAFICZNE**
- **BIOTYCZNE**

SIEDLIŚKO

**GATUNKI
STENOTYPOWE**



CECHY WSKAŹNIKOWE

ROŚLINNE (GATUNKOWE)

- *bezpośrednie*
- *pośrednie*

FITOCENOTYCZNE

- *struktura obrazu*
- *gęstość*

FENOLOGICZNE

- *fazy rozwoju*
- *zabarwienie*

MORFOLOGICZNE

- *wysokość*
- *proporcje*

GIS: PODŁOŻE GRUNTOWE A SZATA ROŚLINNA

ROŚLINY WSKAŹNIKOWE DLA

***GRUNTY MINERALNE
SKALISTE***

***GRUNTY MINERALNE
NIESKALISTE***

***GRUNTY
ORGANICZNE***

***GRUNTY
NASYPOWE***

GIS: PODŁOŻE GRUNTOWE A SZATA ROŚLINNA

ROŚLINY WSKAŹNIKOWE DLA

*PODŁOŻA
SUCHEGO*

*PODŁOŻA
WILGOTNEGO*

PODŁOŻA Z WODĄ GRUNTOWĄ STOJĄCĄ

PODŁOŻA Z WODĄ GRUNTOWĄ PŁYNĄCĄ

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

OBSERWACJA WZROKOWA TERENU
(bezpośrednia, zdjęcie)



OPIS CECH SZATY ROŚLINNEJ



INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

OBSERWACJA WZROKOWA TERENU

powierzchnia

-  *lasy: 500-2500 m²*
-  *runo, krzewy: 100-200 m²*
-  *murawy: 50-100 m²*
-  *chwasty: 25-100 m²*
-  *łąki, wrzosowiska: 10-25 m²*
-  *pastwiska: 5-10 m²*

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

OBSERWACJA WZROKOWA TERENU

-  *lokalizacja granic geomorfologicznych*
-  *ustalenie obszaru zachodzenia procesów geologicznych*
-  *lokalizacja cieków i zbiorników wodnych*
-  *ocena zróżnicowania budowy geologicznej*

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

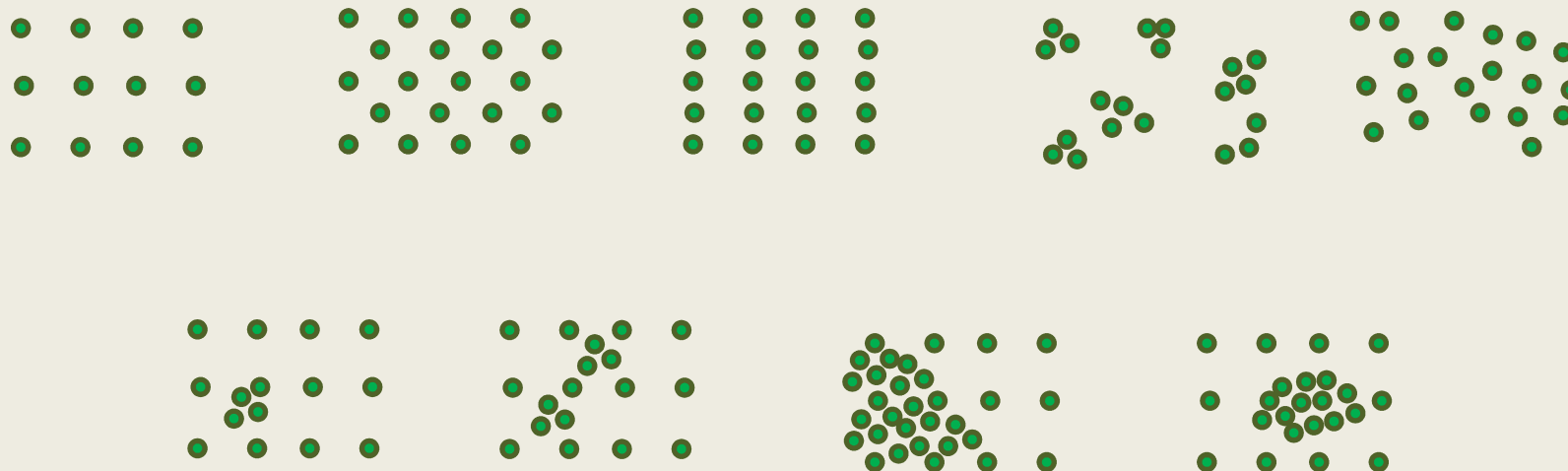
OPIS CECH SZATY ROŚLINNEJ

-  *data, numer*
-  *lokalizacja, topografia,
powierzchnia*
-  *zagospodarowanie terenu*
-  *rodzaj użytku roślinnego*
-  *zespoły roślinne, gatunki*
-  *stopień i typ pokrycia*
-  *wygląd zewnętrzny*

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

OPIS CECH SZATY ROŚLINNEJ

typy pokrycia terenu



OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA

gatunki wskaźnikowe roślin

 *rodzaj gruntów w podłożu*

 *głębokość i rodzaj wód
podziemnych*

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA (cechy fitointerpretacyjne)

➤ *Knieć błotna:*



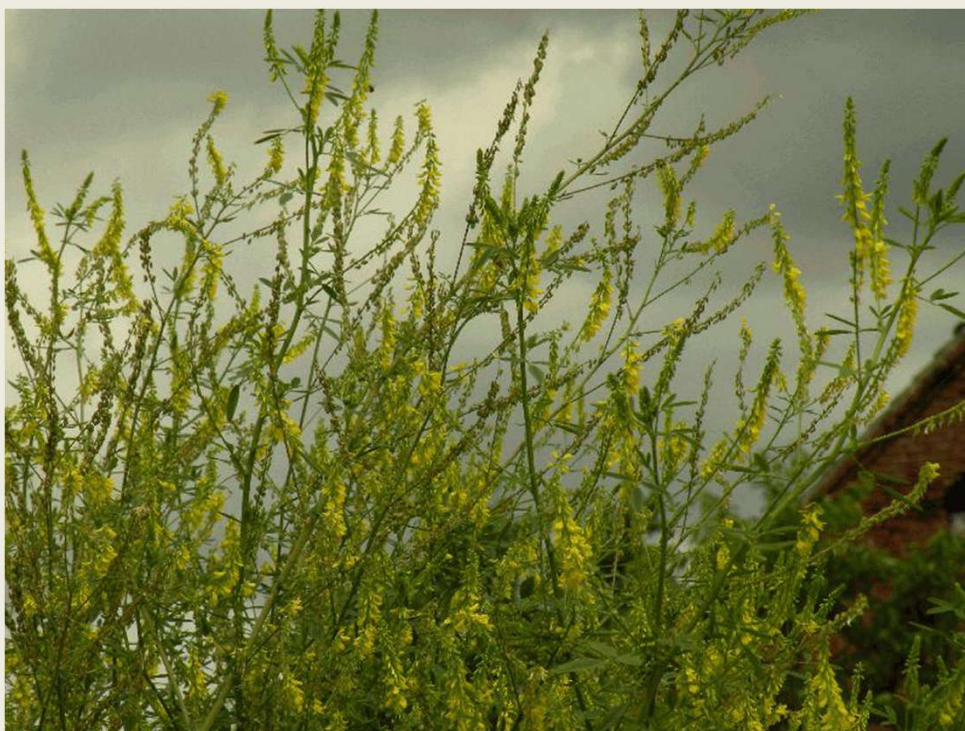
- *teren podmokły, okresowo zalewany*
- *duże skupiska świadczą o gruntach organicznych*
- *skupienia pasmowe wzdłuż jawnych lub ukrytych cieków*

wysokość do 0,5m, pęd płożący, liście połyskujące, kwiaty żółte

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA (cechy fitointerpretacyjne)

➤ *Ostrożeń warzywny:*



- *bardzo płytko woda*
- *duże skupiska świadczą o płytko występujących gruntach nieprzepuszczalnych pod warstwą wodonośną*
- *zwykle obszar występowania ograniczony warunkami geologicznymi*

wysokość do 1,5m; łodyga wzniesiona, rozgałęziona i rowkowata, ulistniona; kwiaty żółte, zebrane w koszyczki

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA (cechy fitointerpretacyjne)

➤ Pałka szerokolistna:



- *woda stojąca jawna lub ukryta*
- *płytko występujące grunty organiczne*

wysokość do 2,5m; łodyga obła, prosta; liście szerokie równowąskie, bardzo długie; na szczycie łodygi wałkowata kolba

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA (cechy fitointerpretacyjne)

➤ *Podbiał pospolity:*



- *płytko pod warstwą gleby piaszczystej występuje glina*
- *duża zawartość CaCO_3*
- *duża wilgotność*
- *na stoku wskazuje strefy przesięków – potencjalne ruchy osuwiskowe*

wysokość do 0,2m; kłocze rozgałęzione, pęd; liście okrągłosercowe, od wierzchu nagie; kwiaty żółte, niewielkie

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA (cechy fitointerpretacyjne)

➤ *Sitowie leśne:*



- *do głębokości 1 m woda w ruchu*
- *zasypane rowy melioracyjne*

*wysokość 0,3-1,0m; łodyga tępo 3-kańciasta,
wewnątrz pusta; liście płaskie, szorstkie; kłosa
barwy brunatnej*

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA (cechy fitointerpretacyjne)

➤ *Skrzyp olbrzymi:*



- *do głębokości 1 m woda w ruchu na podłożu nieprzepuszczalnym*
- *wskazuje podpowierzchniowe strefy przesieku wody poniżej budowli ziemnych*
- *zapowiedź osuwisk skarpowych*

wysokość 0,5-1,0m;

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA (cechy fitointerpretacyjne)

➤ *Trzcina pospolita:*



- *woda w ruchu na podłożu nieprzepuszczalnym znajdującym się na głębokości 1-2 m*
- *możliwa sufozja i kurzawkowe upłynnienie podczas odwadniania*

*wysokość do 4,0m; źdźbło b. grube; liście twarde ,
do 60cm długości, kłoski do 1 cm długości*

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA (cechy fitointerpretacyjne)

➤ Turzyca zwiśła:



- *teren podmokły, zabagniony*
- *bardzo płytko woda gruntowa, wymoki na powierzchnię*
- *pasmowy typ występowania na zboczach (V i H)*
- *utrudnia przepływ wody*

wysokość do 0,5-1,0m; liście 1-2cm szerokości, z podgiętymi brzegami, szorstkie; łodygi ostro 3-kanciaste; kłosa 3-10cm długości, zwisające w dół

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA (cechy fitointerpretacyjne)

➤ *Wełnianka wąskolistna:*



- *teren podmokły, zabagniony*
- *w podłożu grunty organiczne nieskonsolidowane*

*wysokość do 0,3-0,6m; łodyga obła;
kłosy srebrzystobiałe, przekwitając
przekształcają się w puch*

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA *(cechy fitointerpretacyjne)*

➤ *Grab pospolity:* ○ *grunty spoiste*



OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA (cechy fitointerpretacyjne)

➤ *Modrzew europejski:*



○ *grunty spoiste, podłoże wilgotne*



OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA (cechy fitointerpretacyjne)

➤ Olsza czarna:

- *podłoże wilgotne, woda podziemna, grunty organiczne*



OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA (cechy fitointerpretacyjne)

 *Sosna pospolita:*

○ *grunty niespoiste, podłoże suche*



GIS: PODŁOŻE GRUNTOWE A SZATA ROŚLINNA

OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA (cechy fitointerpretacyjne)

➤ *Ruchy masowe*



OGÓLNE ZASADY PROWADZENIA OBSERWACJI

INTERPRETACJA GEOTECHNICZNA

➤ *Ruchy masowe*

