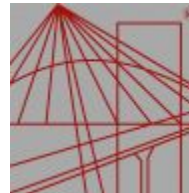


Nowoczesne metody hydroizolacji i stabilizacji głębokich wykopów budowlanych za pomocą neutralnych środowiskowo nanospoiw



Marcin Stecki

Nanospołwa na bazie modyfikowanych włó

Wymagania stawiane spoiwom

- łatwość infiltracji w pory lub szczeliny na wymaganą głębokość
- własności tiksotropowe
- wypełnienie uszczelnianej przestrzeni w ciągu jednego zatłoczenia (brak kontrakcji)
- stabilność
- duża prędkość stabilizacji, możliwą do regulacji w zależności od wybranej technologii zatłaczania
- odporność na wymywanie (ługowanie)
- dobre właściwości izolacyjne w obrębie nowo utworzonej struktury
- długowieczność i odporność na korozję
- brak zagrożenia dla środowiska naturalnego

***Spoiwem, które w pełni spełnia te wymagania,
są nanospoiwa hydroizolacyjne tworzone na bazie modyfikowanych iłów***

Nanospoivo opracowano przy wsparciu funduszy EU naszych badań i rozwoju dla potrzeb doskonalenia technologii

- Nr Projektu: WKP_1/1.4.1/1/2006/69/69/623/2006
- Projekt zrealizowano w ramach Sektorowego Programu Operacyjnego
- Wzrost Konkurencyjności Przedsiębiorstw, lata 2004-2006
- MINISTERSTWO NAUKI I SZKOLNICTWA WYŻSZEGO
- ul. Wspólna 1/3, 00-529 Warszawa



UNIA DLA PRZEDSIĘBIORCZYCH
PROGRAM KONKURENCYJNOŚĆ



Program Operacyjny Innowacyjna Gospodarka, 2007-2013

Działanie 1.3 /poddziałanie 1.3.1

Projekt Rozwojowy, pt:

„Ocena przydatności technologii i spoiw mineralnych dla obiektów hydrotechnicznych oraz inżynierii środowiska na podstawie dotychczasowych i proponowanych rozwiązań”

Dotychczas korzystaliśmy ze wsparcia badawczego w rozwoju technologii



- **AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA**
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki
- **UNIWERSYTET PRZYRODNICZY we WROCŁAWIU**
Instytut Inżynierii Środowiska
- **INSTYTUT METEOROLOGII I GOSPODARKI WODNEJ**
Ośrodek Technicznej Kontroli Zapór
- **POLITECHNIKA KRAKOWSKA**
Instytut Inżynierii i Gospodarki Wodnej
- **SZKOŁA GŁÓWNA GOSPODARSTWA WIEJSKIEGO**
Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska

Patenty

RZECZPOSPOLITA
POLSKA

(12) OPIS PATENTOWY (19) PL (11) 217523
B1

(21) Numer zgłoszenia: 389949 (51) INTCL.
E04B 1/70 (2006.01)
E02D 3/12 (2006.01)
E21B 33/13 (2006.01)

(22) Data zgłoszenia: 18.12.2009

Urząd Patentowy
Rzeczypospolitej Polskiej

(54) Sposób wykonywania przesłony hydroizolacyjnej, zwłaszcza poziomej
dla fundamentowania obiektów budowlanych

(43) Zgłoszenie ogłoszone:
20.06.2011 BUP 13/11

(45) O udzieleniu patentu ogłoszone:
31.07.2014 WUP 07/14

(73) Uprawniony z patentu:
PRZEDSIĘBIORSTWO ROBÓT
GEOLOGICZNO-WIERTNICZYCH GRAŻYNA
JANIK, ROMAN KUŚ SPÓŁKA JAWNA,
Sławków, PL

(72) Twórca(y) wynalazku:
ROMAN KUŚ, Sławków, PL
GRAŻYNA JANIK, Sławków, PL
DANIEL SŁOWIKOWSKI, Łazy, PL
PIOTR IZAK, Kraków, PL
LONGIN OGŁAŻA, Częstochowa, PL

PL 217523 B1

The
United
States
of
America

The Director of the United States
Patent and Trademark Office

Has received an application for a patent for
a new and useful invention. The title and
description of the invention are enclosed.
The requirements of law have been com-
plied with, and it has been determined that
a patent on the invention shall be granted
under the law.

Therefore, this

United States Patent

Grants to the person(s) having title to this
patent the right to exclude others from mak-
ing, using, offering for sale, or selling the
invention throughout the United States of
America or importing the invention into the
United States of America, and if the inven-
tion is a process, of the right to exclude oth-
ers from using, offering for sale or selling
throughout the United States of America, or
importing into the United States of
America, products made by that process,
for the term set forth in 35 U.S.C. 154(a)(2)
or (c)(1), subject to the payment of main-
tenance fees as provided by 35 U.S.C. 41(b).
See the Maintenance Fee Notice on the
inside of the cover.

David J. Kylos

Director of the United States Patent and Trademark Office

INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

Certificate of Grant of Patent

Patent Number: GB2436700

Proprietor(s): Przedsiębiorstwo Robót Geologiczno-Wiertniczych G.Janik
& R. Kuś Spółka Jawna

Inventor(s): Grażyna Janik
Roman Kuś

This is to Certify that, in accordance with the Patents Act 1977,
a Patent has been granted to the proprietor(s) for an invention entitled
"Sealing agent for waterproof barriers" disclosed in an application
filed 21 March 2007.

Dated 13 July 2011

John Alty
John Alty
Comptroller-General of Patents, Designs and Trade Marks
Intellectual Property Office

The attention of the Proprietor(s) is drawn to the important notes overleaf.

Intellectual Property Office is an operating name of the Patent Office

Atesty i certyfikaty



NARODOWY INSTYTUT ZDROWIA PUBLICZNEGO
- Państwowy Zakład Higieny

Zakład Higieny Środowiska
ATEST HIGIENICZNY HK/B/0109/01/2017
HYGIENIC CERTIFICATE ORIGINAL

NATIONAL INSTITUTE OF PUBLIC HEALTH - NATIONAL INSTITUTE OF HYGIENE

Wyrób / product: **Roztwór hydroizolacyjny na bazie glin polimineralnych**

Zawierający / containing: cement portlandzki CEM I 42,5 R, glinę poliminerálną, wodę wodociągową

Przeznaczony do / destined: profesjonalnego stosowania do uniezieniania i zagęszczania gruntów w obiektach hydrotechnicznych, górniczych

Wymieniony wyżej produkt odpowiada wymaganiom higienicznym przy spełnieniu następujących warunków
/ the above-named product is acceptable according to hygienic criteria with the following conditions:
Na opakowaniu wyrobu należy umieścić etykietę w języku polskim, zawierającą zalecenia dotyczące środków ostrożności wg karty charakterystyki wyrobu, zgodnie z obowiązującymi przepisami prawnymi. Wyrób przechowywać w miejscu niedostępnym dla dzieci.

Atest higieniczny nie dot. parametrów technicznych, wartości użytkowych i oceny właściwości alergizujących wyrobu
/ Hygienic certificate does not apply to technical parameters, utility value and allergenic properties of the product

Wytwórca / producer:

Przedsiębiorstwo Robót Geologiczno-Wiertniczych G Janik, R. Kuś Sp. J.
41-205 Sosnowiec
ul. Nowopogońska 1A
Niniejszy dokument wydano na wniosek / this certificate issued for:
Przedsiębiorstwo Robót Geologiczno-Wiertniczych G Janik, R. Kuś Sp. J.
41-205 Sosnowiec
ul. Nowopogońska 1A

Atest może być zmieniony lub unieważniony po przedstawieniu stosownych dowodów przez Morskołowski strony. Niniejszy atest traci ważność po 2022-03-31 lub w przypadku zmian w recepturze albo w technologii wytwarzania wyrobu.

The certificate may be corrected or cancelled after appropriate motivation. The certificate loses its validity after 2022-03-31 or in the case of changes in composition or in technology of production.

Data wydania atestu higienicznego: 31 marca 2017
The date of issue of the certificate: 31st March 2017

Kontakt w sprawie niniejszego atestu higienicznego / To contact regarding this hygienic certificate
Zakład Higieny Środowiska NIZP-PZH / Department of Environmental Hygiene NIZP-PZH
e-mail: sek-zh@pzh.gov.pl tel: +48 22 54-21-354, +48 22 54-21-349, fax: +48 22 54-21-287

00-791 Warszawa, ul. Chocimska 24, tel.: +48 22 849 76 12, faks: +48 22 849 74 84,
www.pzh.gov.pl, e-mail: dyktos@pzh.gov.pl



INSTYTUT
TECHNOLOGICZNO-PRZYRODNICZY

KRAJOWA OCENA TECHNICZNA

ITP-KOT-2017/0004 wydanie 1

Podstawą prawną wydania Krajowej Oceny Technicznej jest Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie krajowych ocen technicznych (Dz. U. z 2016 r. poz. 1968).

Decyzją nr 4/KJOT/WB/17 Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 11 kwietnia 2017 r. Instytut Technologiczno-Przyrodniczy w Falentach jako krajowa jednostka oceny technicznej upoważniona jest do wydawania krajowych ocen technicznych.

Wyrób budowlany zgłoszony został przez:

Przedsiębiorstwo Robót Geologiczno-Wiertniczych

Grażyna Janik, Roman Kuś, Spółka Jawna

41-205 Sosnowiec, ul. Nowopogońska 1A

Krajowa Ocena Techniczna ITP-KOT-2017/0004 wydanie 1 stanowi pozytywną ocenę właściwości użytkowych wyrobu budowlanego do zamierzonego zastosowania:

„ROZTWÓR HYDROIZOLACYJNY NA BAZIE GLIN POLIMINERALNYCH”

Nazwa handlowa **CLAYFILL IN**

Data ważności KOT

24.07.2022 r.



Kierownik Jednostki Oceniającej

Zastępca Dyrektora
Dr. Adam Kozłowski
mgr inż. Krzysztof Borys

Falenty 25.07.2017 r.

Ocena zawiera 10 stron. Tekst tego dokumentu można kopiować tylko w całości.

Falenty, Al. Piłsudskiego 3, 05-090 Rąbczyn
tel: 22 720 04 20, infolinia: 22 626 39 43
fax: 22 720 75 06, e-mail: tp@itp.edu.pl
NIP: 534 24 57 004 REGON: 142173549
www.itp.edu.pl

Oddział w Warszawie
ul. Rakowiecka 32, 02-532 Warszawa
tel: 22 542 11 00, fax: 22 542 11 50

Oddział w Poznaniu
ul. Białogłaska 67, 60-463 Poznań
tel: 61 820 33 31, fax: 61 820 89 89

Zakład produkcji nanospoiw w Koniecpolu



Węzeł technologiczny przygotowania mieszanki na placu budowy



Własności zestalonych spoiw na bazie modyfikowanych itów

- Wytrzymałość na ściskanie >300 kPa (po 28 dniach).
- Po przekroczeniu granicznej wytrzymałości próbka odkształca się **plastycznie**, zachowując szczelność.
- Test na wysadzinowość (zgodnie z procedurą Transport and Road Research Lab. TRRL – UK) wskazuje, że po 42-dniowym okresie dojrzewania spoiwo wykazuje **całkowitą odporność** na działanie temperatur ujemnych.
- Kąt tarcia wewnętrznego >35 st.
- **Odstój dobowy 0,0%**, wypełnienie 100% wolnych przestrzeni
- Spoiwo w przeciwieństwie do innych spoiw, **nie wykazuje skurczu** w czasie twardnienia.

Własności zestalonych spoiw na bazie modyfikowanych ilów

- Zestalone spoiwo jest **odporne na rozmakanie**
- Współczynnik filtracji spoiwa kształtuje się na poziomie **$k \sim 10^{-9}$ m/sek**
(badania polowe sonda BAT wykazały lokalnie $k \sim 10^{-10}$ m/sek)
- Wartość wskaźnika nośności $CBR > 20\%$ co kwalifikuje spoiwo do stosowania pod nawierzchnie drogowe. (CBR - *California Bearing Ratio* – kalifornijski wskaźnik nośności)
- W zależności od udziału reagentów możliwa jest **optymalizacja parametrów** spoiwa, adekwatnie do założeń projektowych oraz stosowanych technologii geoinżynierskich.

Podział ośrodków (skał) według własności filtracyjnych

Przepuszczalność	Współczynnik przepuszczalności [m/s]
bardzo dobra	$> 10^{-3}$
dobra	$10^{-3} - 10^{-4}$
średnia	$10^{-4} - 10^{-5}$
słaba	$10^{-5} - 10^{-6}$
półprzepuszczalne	$10^{-6} - 10^{-8}$
nieprzepuszczalne	$< 10^{-8}$

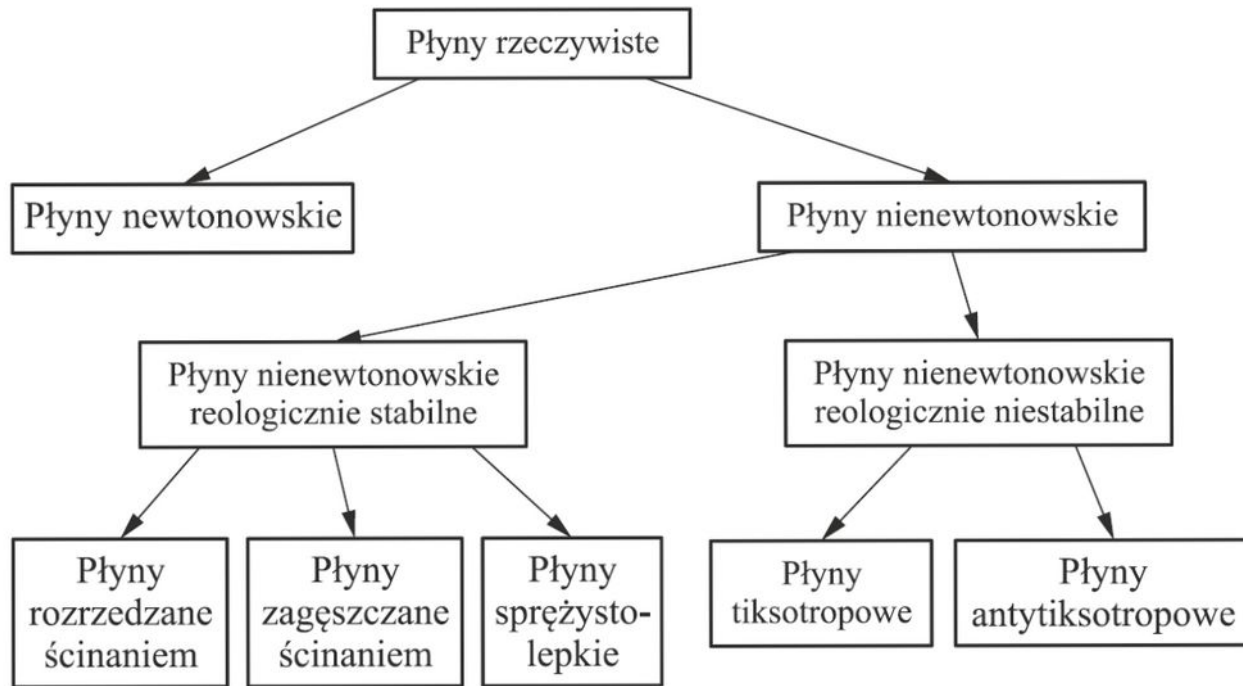


Model płynu plastycznolepkiego Bingham





Symbol Amerykańskiego
Towarzystwa Reologicznego



Rys. 2.8. Klasyfikacja płynów

Naprężenie

Naprężenie η (eta) jest stosunkiem siły F do pola powierzchni A , na którą działa ta siła.

Jednostką naprężenia jest oczywiście

$$1 \text{ Pa} = \frac{1 \text{ N}}{1 \text{ m}^2}$$

Naprężenie styczne - τ (tau)

Odkształcenie

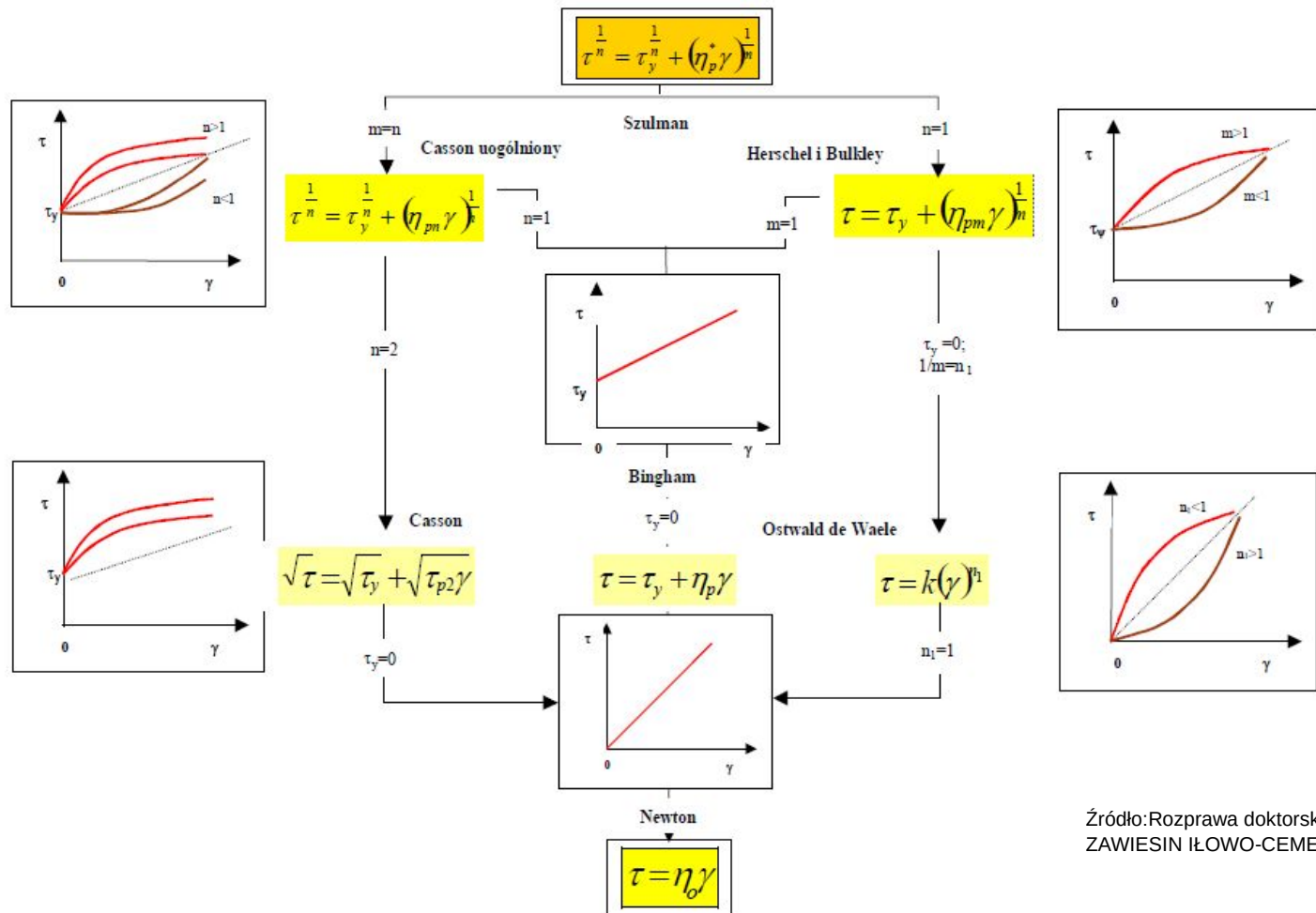
Odkształcenie γ (gamma) - gradient przesunięcia

$$\gamma = \frac{dl}{dy} .$$

Szybkość ścinania (szybkość deformacji)

- szybkość zmian odkształcenia w czasie

$$\dot{\gamma} = \frac{d\gamma}{dt}$$



Źródło: Rozprawa doktorska REOLOGICZNE WŁAŚCIWOŚCI ZAWIESIN IŁOWO-CEMENTOWYCH, Łukasz Wójcik, AGH

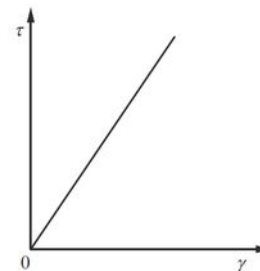
Rys. 8. Związek między modelami reostabilnych płynów nienewtonowskich [29].

Modele mechaniczne zachowania się płynów nienewtonowskich

- ciało doskonale sprężyste Hooke'a,
- ciało doskonale plastyczne St. Venanta,
- płyn doskonale lepki Newtona.



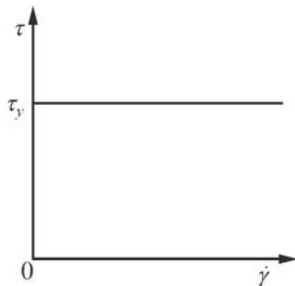
Rys. 3.1. Model ciała doskonale sprężystego Hooke'a



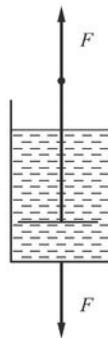
Rys. 3.2. Charakterystyka ciała doskonale sprężystego



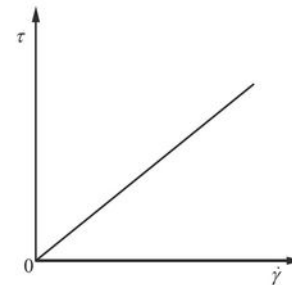
Rys. 3.3. Model ciała doskonale plastycznego St. Venanta



Rys. 3.4. Charakterystyka ciała doskonale plastycznego



Rys. 3.5. Model mechaniczny płynu doskonale lepkiego Newtona

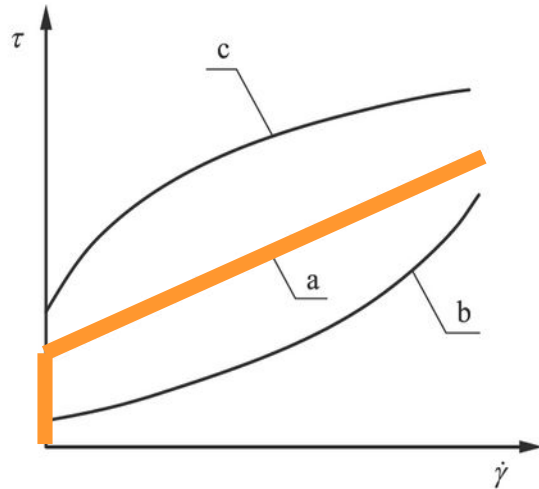


Rys. 3.6. Charakterystyka płynu doskonale lepkiego

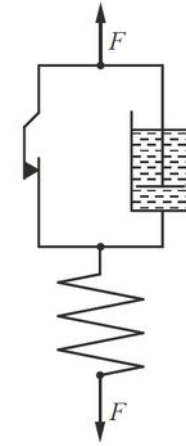
Model płynu plastycznolepkiego Bingham

$$\tau = \tau_y + \eta_p \dot{\gamma},$$

gdzie: τ_y – napężenie graniczne, granica płynięcia,
 η_p – lepkość plastyczna.



Rys. 3.14. Krzywe płynięcia płynów z granicą płynięcia: a – płyn Bingham, b, c – nieliniowe płyny plastycznolepkie



Rys. 3.7. Model mechaniczny płynu z granicą płynięcia

Źródło: PODSTAWY TEORETYCZNE I METODY POMIAROWE REOLOGII
 Marek Dziubiński, Tomasz Kiljański, Jerzy Sęk

Zastosowanie nanospoiw na bazie modyfikowanych iłów

Konstrukcje geotechniczne wykonywane przy zastosowaniu spoiw na bazie modyfikowanych iłów znajdują zastosowanie w:

- ograniczeniu filtracji wód, szczególnie w warunkach dużego gradientu hydraulicznego
- poprawie parametrów:
 - geotechnicznych gruntów
 - stateczności skarp
 - stateczności dna wykopów budowlanych
 - likwidacja zjawisk sufozyjnych
 - likwidacja przebić hydraulicznych,

Zakres robót najczęściej sprowadza się do

- zabudowy pionowych i poziomych przesłon hydroizolacyjnych,
- podbicia, doszczelnienia i dogęszczenia podłoża pod obiektami budowlanymi.

Wprowadzanie na rynek nanospoiw wykonywanych na bazie surowców naturalnych wpisuje się w politykę UE, w szczególności w zakresie wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych, do których produkcji zastosowano technologie o **niskiej emisji gazów cieplarnianych.**



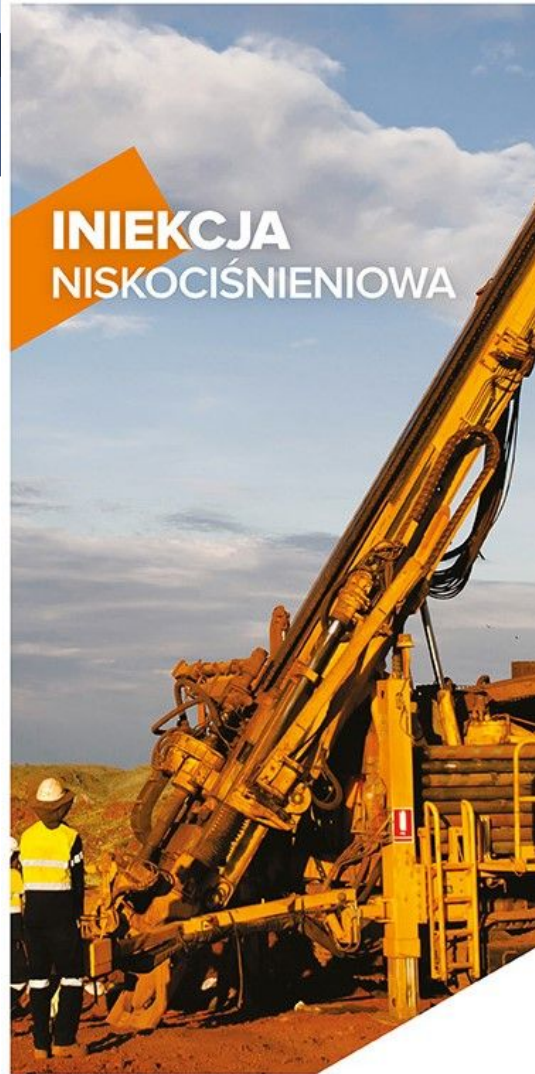
Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady Europy
Nr 305/2011 z dnia 09.03.2011

**Techniczne możliwości
zastosowania
nanospoiw na bazie
modyfikowanych iłów**

Iniekcja niskociśnieniowa

Iniekcja niskociśnieniowa

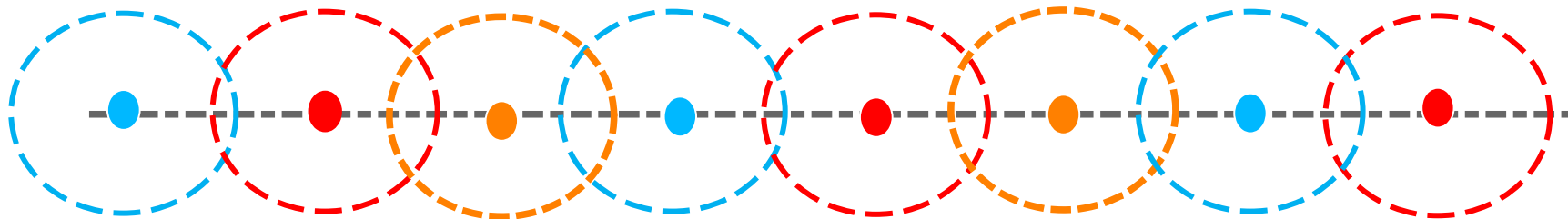
- Iniekcja jest standaryzowaną technologią (ISO EN 12715 Execution of special geotechnical works – Injection).
- Polega ona na wprowadzeniu do gruntu poprzez specjalnie wykonany otwór wiertniczy spoiwa twardniejącego przy **ciśnieniu roboczym 2-10 bar**. Wydatek spoiwa zależy jest rodzaju i stanu gruntu oraz od założeń projektowych.
- Technologia poprzez wysycenie gruntu spoiwem, świetnie nadaje się do **wypełniania i doszczelniania** rozluźnionego sufozyjnie gruntu jak i efektów bytowania zwierząt..
- Ograniczeniem metody jest rodzaj spoiwa, które w stanie płynnym powinno charakteryzować się określonymi parametrami reologicznymi, a przede wszystkim udziałem **co najmniej 80% frakcji poniżej 5 μ m**.

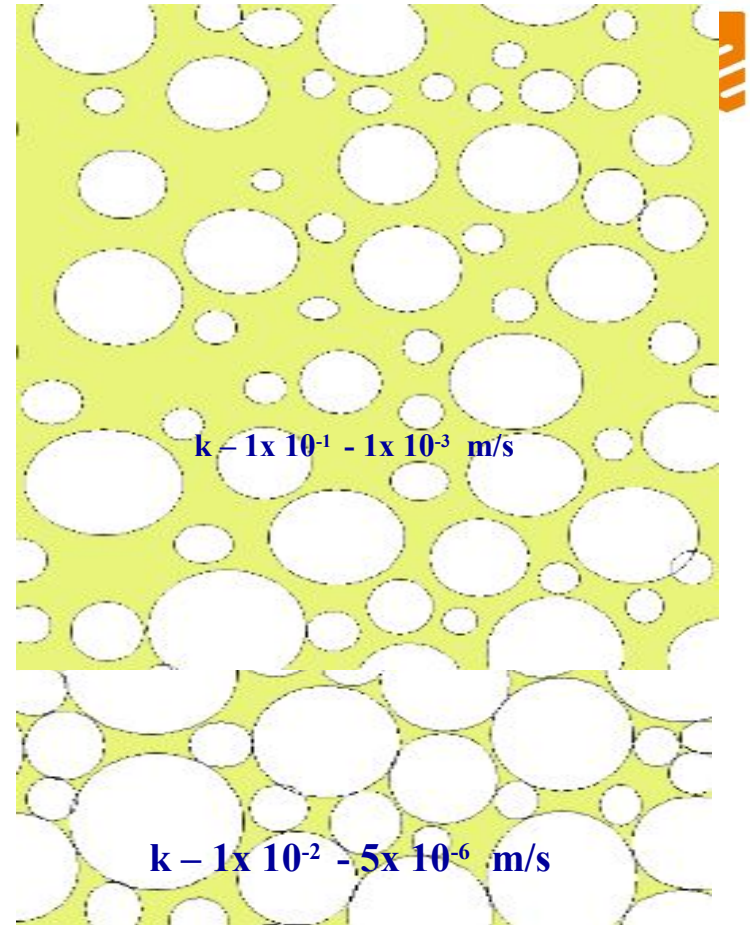
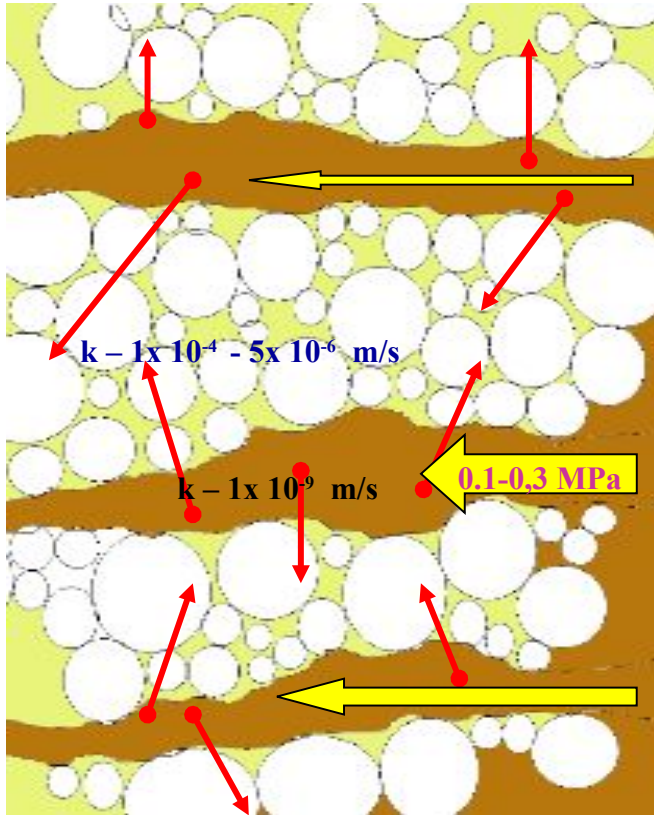


Iniekcja niskociśnieniowa



Schemat wykonawstwa prac iniekcyjnych





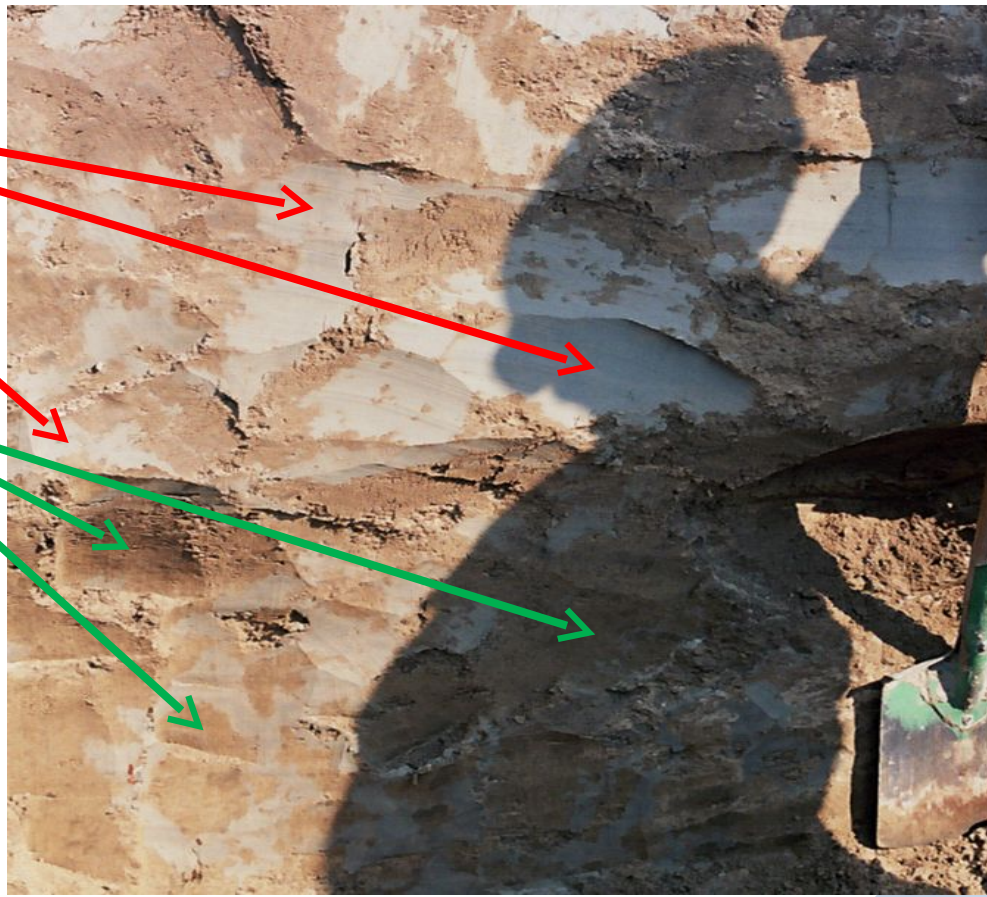
**Odsłonięty fragment
przesłony
hydroizolacyjnej
wykonanej w
technologii iniekcijnej**



Odslonięty fragment przesłony hydroizolacyjnej wykonanej w technologii iniekcyjnej

spoiwo

modyfikowany
grunt



Odsłonięty fragment ściany szczelinowej ze śladami robót w technologii iniekccyjnej



Fragment materiału hydroizolacyjnego ze szczeliny pomiędzy ścianą szczelinową a gruntem

Odsłonięty fragment przesłony hydroizolacyjnej wykonanej w technologii iniekcyjnej



Wytyczne projektowe

Dopuszczalne ciśnienie zatłaczania

$$P_{\text{dop}} = P_0 + (p \times h) \text{ [MPa]}$$

P_0 - dopuszczalne ciśnienie zatłaczania dla warstwy [MPa]

h - głębokość stropu izolowanej warstwy, [m]

p - dopuszczalne jednostkowe zwiększenie ciśnienia na 1m zagłębienia stropu od powierzchni, [MPa/m]

Wartość P_0 i p dobiera się w zależności od wytrzymałości i stabilności warstw geologicznych

grupa 1

masywy skalne magmowe, metamorficzne o wysokiej wytrzymałości, z niską szczelnością, słabo przepuszczalne;

grupa 2

masywy skalne magmowe, metamorficzne o średniej wytrzymałości, silnie zeszczerpinowane, słabo zwiertżale, bez uwarstwienia, lub ze słabo zaznaczonymi elementami uwarstwienia, słabo zeszczerpinowane, warstwy osadowe (wapienie, zwiertżłe piaskowce);

grupa 3

warstwy skalne o niskiej wytrzymałości i wysokiej skłonności do deformacji: silnie zwiertżale skały wulkaniczne, warstwowe wapienie i piaskowce, mocne margle i łowce, tufy, umiarkowanie i silnie szczeliniowate zlepieńce;

grupa 4

warstwy skalne o niskiej wytrzymałości, silnie zwiertżale oraz bardzo silnie spękane miękkie wapienie i kredy, słabo scementowane piaskowce, margle, zagęszczane gliny;

grupa 5

warstwy zbudowane z gruntów sypkich i spoistych: żwiry, piaski, gliny, pyły.

Poniżej podano wartości P_0 i p w zależności od grupy (wg klasyfikacji j.w.) izolowanych warstw .

Grupa warstw	1	2	3	4	5
P_0 MPa	0,3-0,5	0,2-0,3	0,15-0,2	0,05-0,1	0,0
p MPa/m	0,2-0,5	0,1-0,2	0,05-0,1	0,025-0,05	0,015-0,025

Wyznaczenie wartości składowych rozkładu ciśnień i promienia zasięgu iniekcji wokół pojedynczego otworu

Minimalny promień zasięgu iniekcji oblicza się z następującego wzoru :

$$r_{\min.} = \frac{\Delta P_{EF} \delta_s}{2\tau_o} \quad [m]$$

P_{EF} – projektowana różnica ciśnień dla przewyciężenia ciśnienia hydrostatycznego w górotworze i oporów przepływu w obrębie kanałów filtracyjnych w celu wytworzenia przesłony hydroizolacyjnej o promieniu $r_{in.}$
(efektywne ciśnienie tworzenia przesłony hydroizolacyjnej o promieniu $r_{in.}$ wokół pojedynczego otworu w kanałach filtracyjnych o rozwarciu δ_s [MPa])

τ_o – śr. dynamiczna wytrzymałość na ścinanie roztworu uszczelniającego - **$1,89 \times 10^{-4}$ [MPa]** /dla roztworu gliniasto-cementowego/

δ_s - średnia rozwartość kanałów filtracyjnych uszczelnianego górotworu [m]

Różnica ciśnień dla przewyciężenia ciśnienia hydrostatycznego w górotworze i oporów przepływu w obrębie kanałów filtracyjnych

$$\Delta P_{EF} = P_p - \Delta P_r + P_{h \text{ roztw.}} - P_{h \text{ wody}} - \Delta P_w$$

P_p – ciśnienie robocze zatłaczania na wylocie pompy iniekccyjnej [MPa]

ΔP_r – strata ciśnienia w rurociągu tłocznym [MPa]

$$\Delta P_r = \frac{4I_r \cdot \tau_0}{d_r} [\text{MPa}]$$

$P_{h \text{ roztw.}}$ – ciśnienie hydrostatyczne roztworu w otworze [MPa]

$P_{h \text{ wody}}$ – ciśnienie hydrostatyczne wód podziemnych

ΔP_w – strata ciśnienia spowodowana oporami przepływu w obrębie kanałów filtracyjnych na odcinku „z” w płaszczyźnie poziomej

$$\Delta P_w = \frac{2\tau_0 \cdot Z}{\delta_s} [\text{MPa}]$$

Obliczenia stopnia rozluźnienia podłoża gruntowego m_{gf} .

$$m_{gf} = 49,2 \quad \sqrt[3]{K_f}$$

$$\delta_s = 4,83 \quad \sqrt{\frac{K_f}{m_{gf}^{2,1}}}$$

m_{gf} – rozluźnienie uszczelnianego podłoża

δ_s - średnia rozwartość kanałów filtracyjnych uszczelnianego podłoża gruntowego [m]

K_f - współcz. przepuszczalności horyzontu wodonośnego [m²]

Wartość oporów przetłaczania roztworu hydroizolacyjnego

$$\Delta P_r = \frac{4l_r \cdot \tau_0}{d_r} [\text{MPa}]$$

l_r – długość przewodu tłocznego

d_r - średnica wewn. przewodu tłocznego

$\tau_0 = 1,89 \times 10^{-4} [\text{MPa}]$ – j.w.

Likwidacja przebieć hydraulicznych na przykładzie inwestycji Zamkowe Tarasy w Lublinie

Galeria handlowa „ZAMEK” w Lublinie- zabezpieczenie dna wykopu – poziomą przesłoną hydroizolacyjną



Galeria handlowa „ZAMEK” w Lublinie- zabezpieczenie dna wykopu – poziomą przesłoną hydroizolacyjną

Zdarzenie 4 – przebicie
w przegłębieniu płyty
dennej

Zdarzenie 1 - SA2

Zdarzenie 2 – SA1

Zdarzenie 3 –
przebite przy
ścianie szczelinowej

Powierzchnia : ~2,5 ha

Obwód: ~625m

Poziom posadowienia: 161,2 mnpm (~10 mppt)

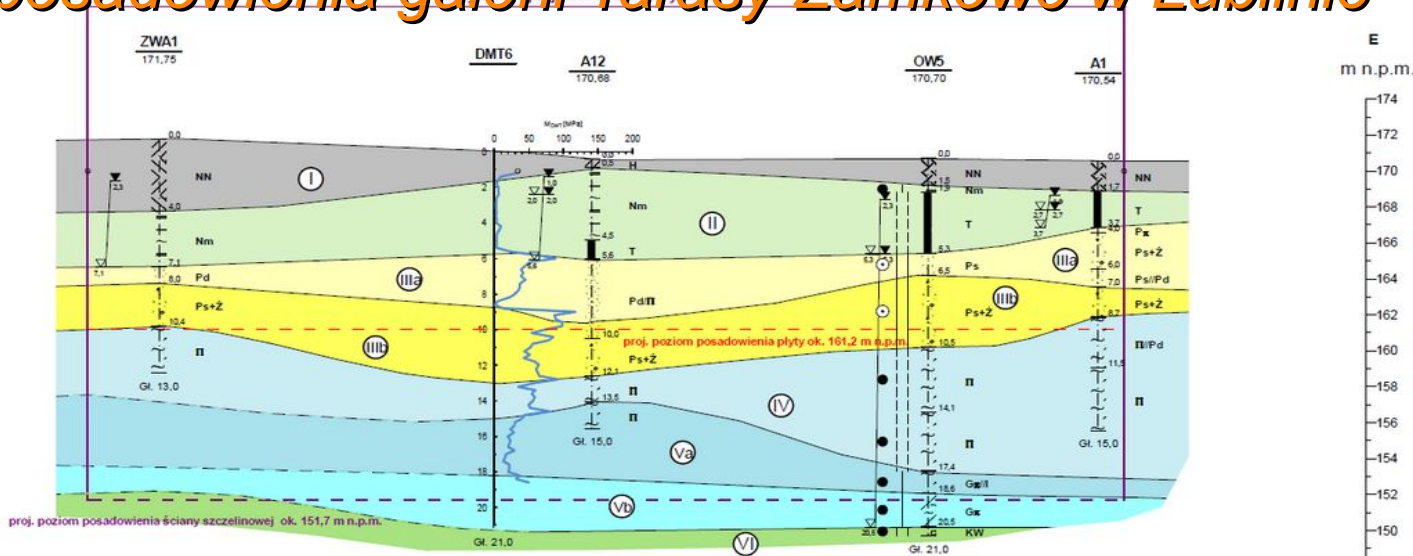
Inwestor: IMMOFINANZ Group

Główny wykonawca: WARBUD SA

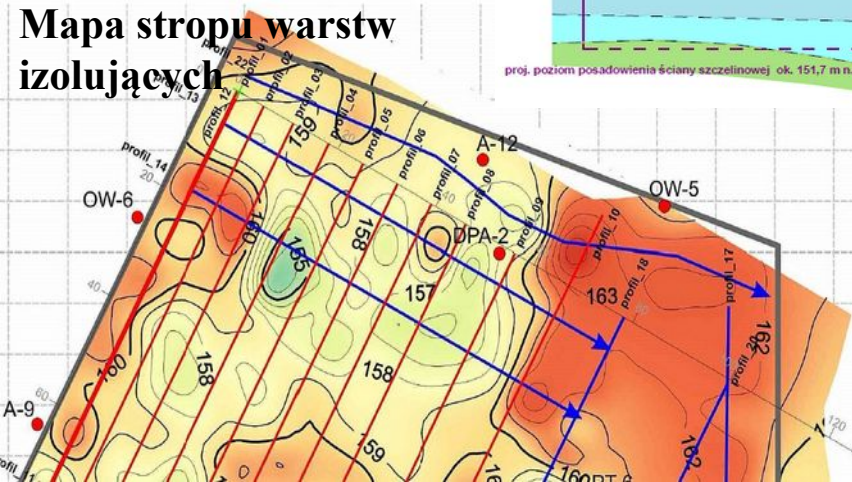
Nadzór Inwestorski: ARCADIS EC HARRIS

Warunki geotechniczne w rejonie posadowienia galerii Tarasy Zamkowe w Lublinie

Budynek zaprojektowano w skomplikowanych warunkach geotechnicznych.



Mapa stropu warstw izolujących



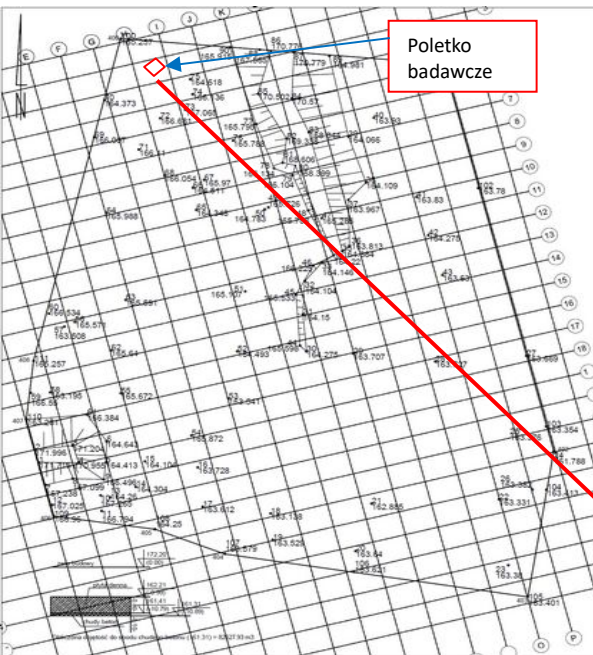
Decydujący wpływ na powstanie przebieg hydraulicznych oraz zwiększonego dopływu wody do wykopu miał kredowy poziom wodonośny o zwierciadle naporowym.

Likwidacja przebicia hydraulicznego w rejonie płyty dennej

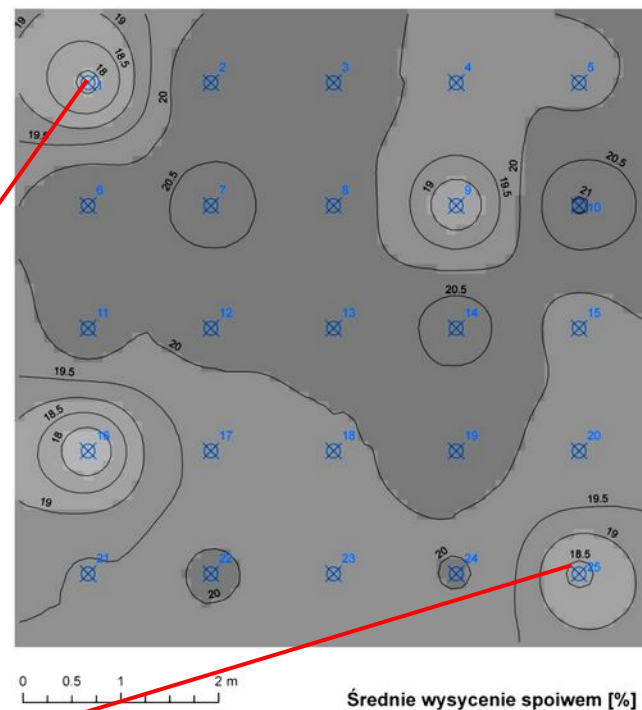
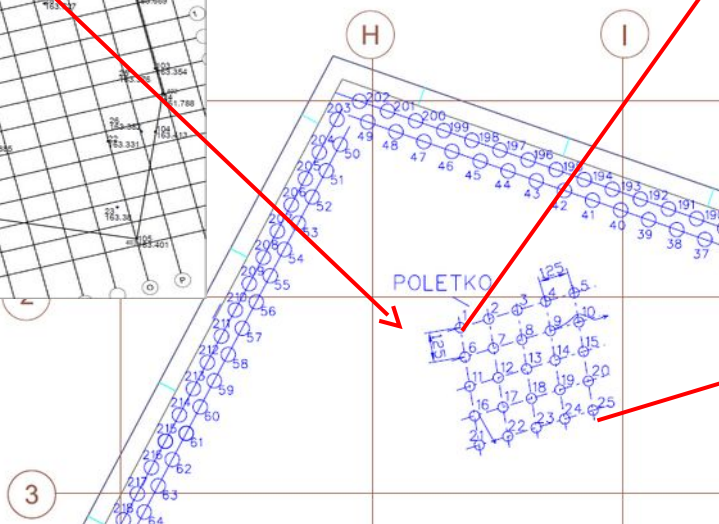
Układ otworów iniekcyjnych



Likwidacja przebiecia – poletko doświadczalne



Dla potrzeb weryfikacji przyjętych założeń projektowych dla warunków budowy wykonano poletko doświadczalne, gdzie wykonano polowe oraz laboratoryjne badania sprawdzające



Likwidacja przebicia – poletko doświadczalne prace badawcze Instytutu Techniki Budowlanej



XXVII
Konferencja
Naukowo-Techniczna

awarie budowlane 2015

ZAGROŻENIA UTRATY STATECZNOŚCI HYDRAULICZNEJ GŁĘBOKIEGO WYKOPU NA PRZYKŁADZIE BUDOWY WIELKOPOWIERZCHNIOWEGO OBIEKTU HANDLOWEGO

TOMASZ GODLEWSKI, t.godlewski@itb.pl

STANISŁAW ŁUKASIK

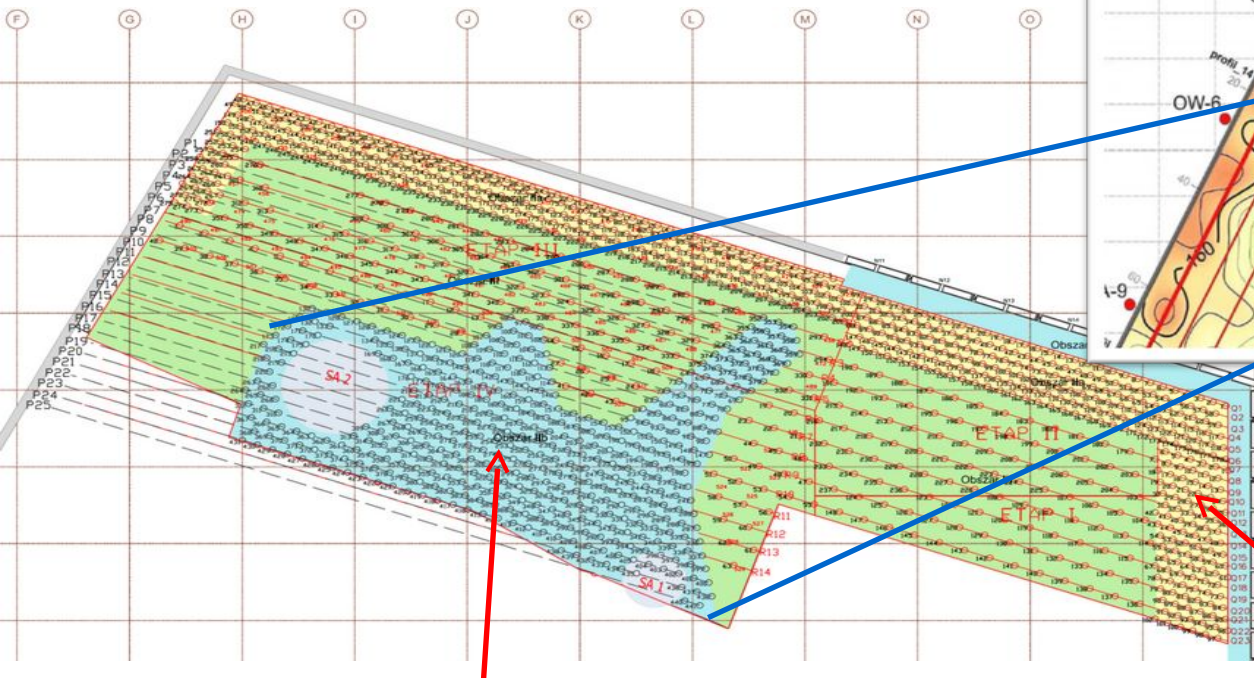
JAROSŁAW TKACZYK

WITOLD BOGUSZ

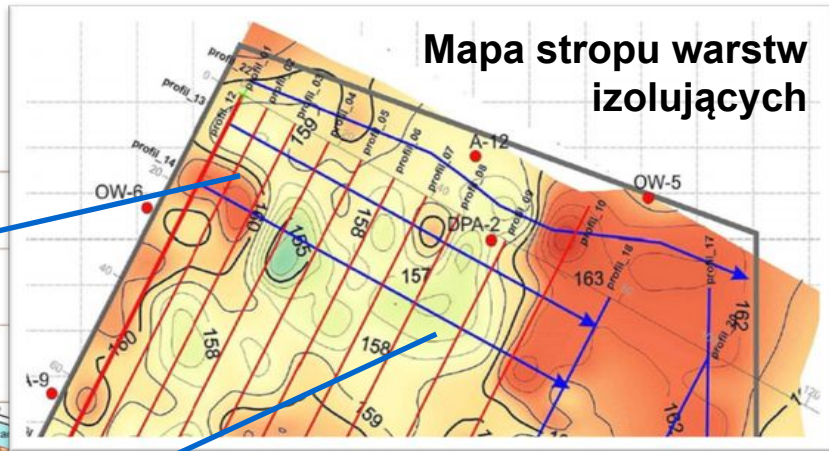
MARCIN WITOWSKI

Zakład Geotechniki i Fundamentowania, Instytut Techniki Budowlanej

Dodatkowe prace prewencyjne



Mapa stropu warstw izolujących



Siatka otworów iniekcyjnych o zwiększonym zagęszczeniu wykonana w celu doszczelnienia i wzmocnienia strefy gruntu wzdłuż ściany szczelinowej

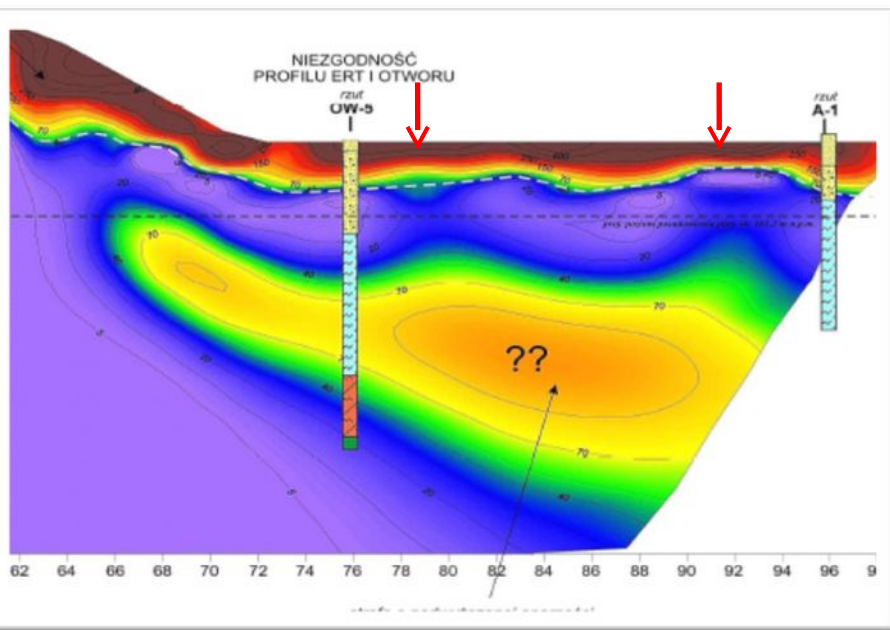
Siatka otworów iniekcyjnych o zwiększonym zagęszczeniu wykonana w celu „uzupełnienia” naturalnej warstwy izolującej w miejscach przegłębienia piaszczysto żwirowych

Zdarzenie 3 – przebicie hydrauliczne w rejonie studni drenarskiej przy ścianie szczelinowej

Zdarzenie powstało w trakcie wykonywania przegłębień oraz studni drenarskich wzdłuż ściany szczelinowej.



Przebicie miało prawdopodobnie związek z rozmyciem gruntu w rejonie ściany, posadowionej w strefie przepuszczalnej zwietrzliny, zlegającej w stropie węglanowego poziomu wodonośnego.



Zdarzenie 4 – przebicie hydrauliczne w rejonie przegłębienia w płycie dennej

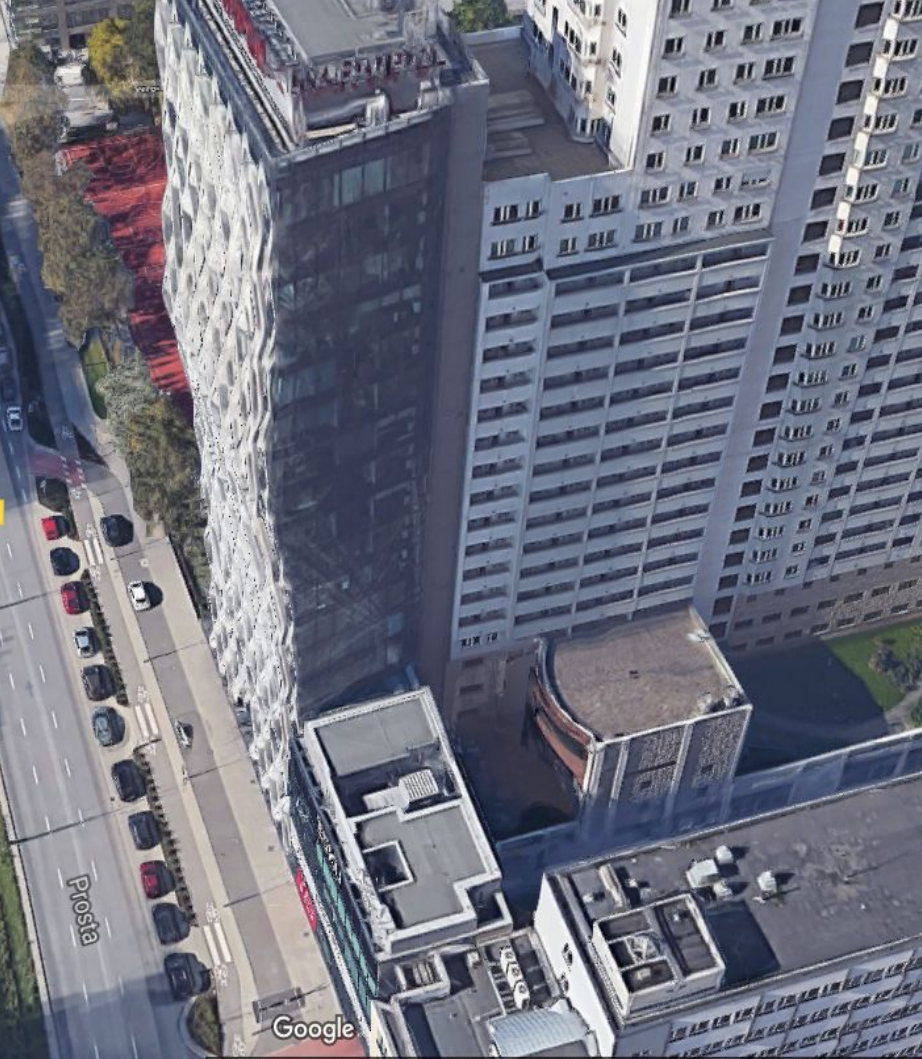
Zdarzenie powstało na skutek naruszenia stateczności dna wykopu w trakcie wykonywania przegłębienia płyty dennej.

Dopływ wody do wykopu szacowany był na około $30\text{m}^3/\text{h}$.



Zastosowanie iniekcji
ciśnieniowej do wzmocnienia
oraz uszczelnienia podłoża
gruntowego na przykładzie
inwestycji **PROSTA Tower**
w Warszawie





Google

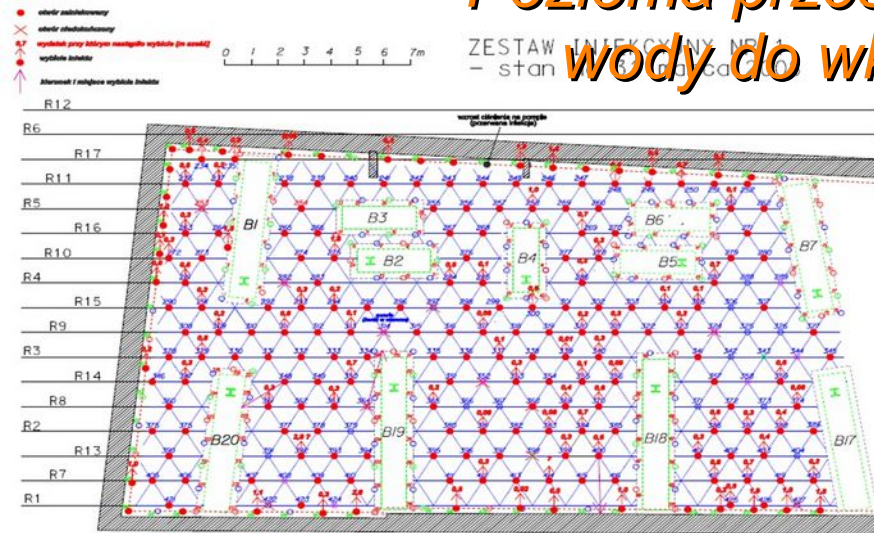
Zdjęcia ©2019 Google Zdjęcia ©2019 CNES / Airbus.MGGP Aero.Maxar Technologies.Dane mapy ©2019 Google Polska



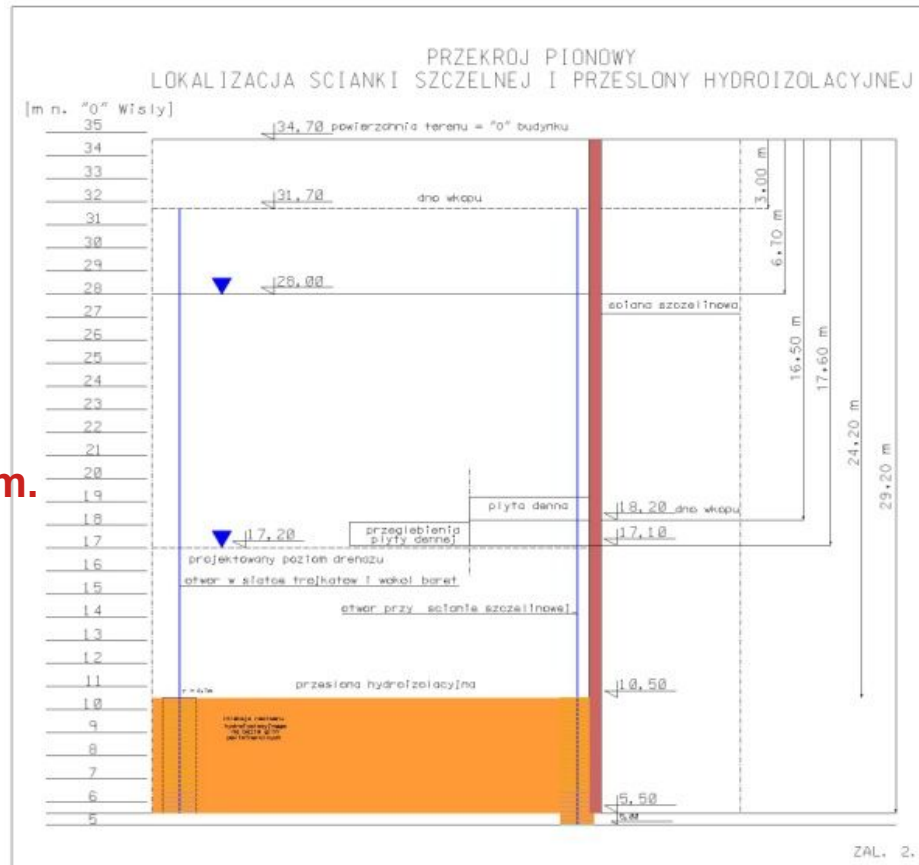
Google

Data zdjęcia: lip 2018 © 2019 Google Polska

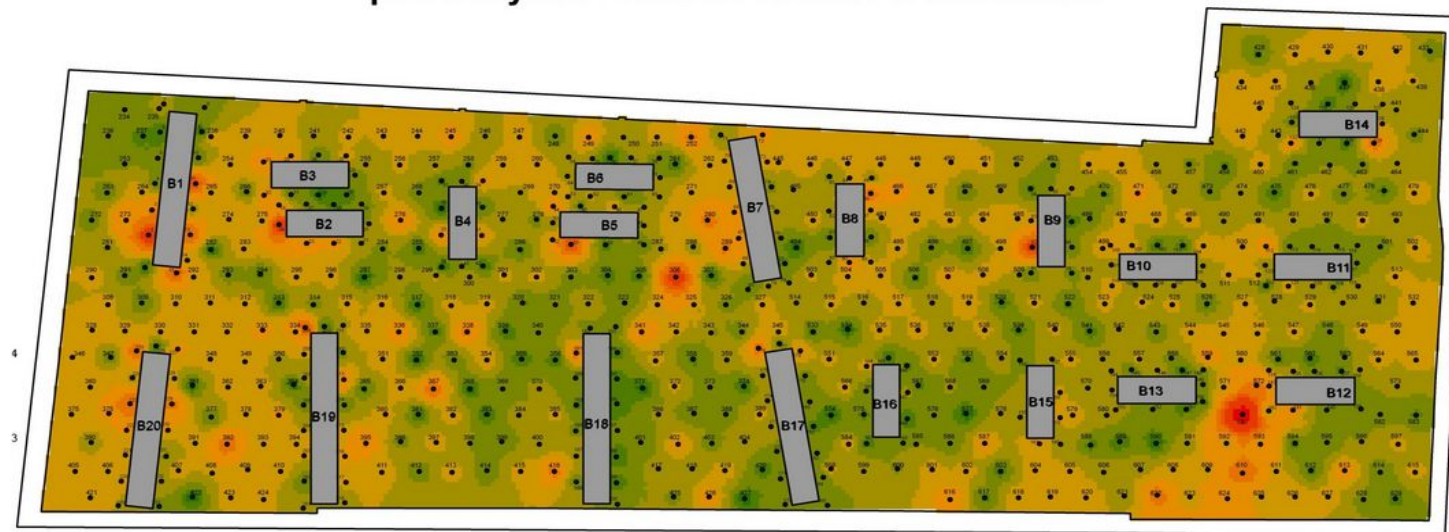
Pozioma przesłona dla potrzeb ograniczenia wody do wkopu budynku PROSTA Tower



- Obniżenie zwierciadła wewnątrz wkopu **S~13m**.
- Współczynnik filtracji przesłony na poziomie **k~6x10⁻⁸ m/sek**.
- Całkowity dopływ do wkopu **Q~2,9 m³/h**.
- Brak obniżenia zwierciadła poza wkopem
- Stateczność dna wkopu ze względu na wypór wody.



Przestrzenny rozkład ilości zainiekowanego spoiwia - pozioma przesłona przeciwfiltracyjna dla zabezpieczenia wykopu pod budynek PROSTA TOWER w Warszawie



Objaśnienia

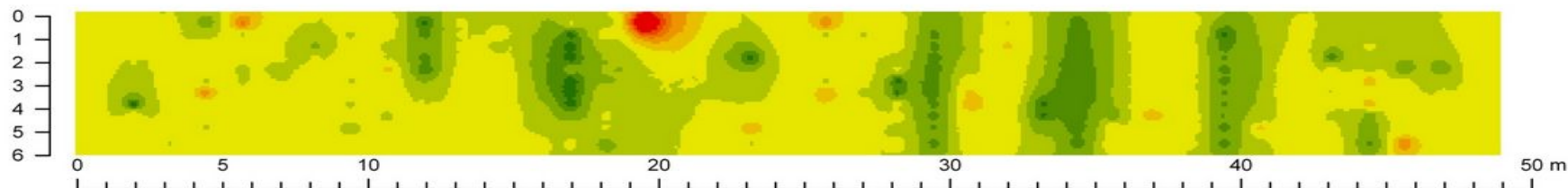
- Otwory iniekcyjne
- Obrys ściany szczelinowej
- Baryty

Wydatek spoiwa [m3]

0.00 - 0.1	1.01 - 1.5
0.11 - 0.25	1.51 - 2
0.26 - 0.5	2.01 - 2.5
0.51 - 0.75	2.51 - 5
0.76 - 1	5.01 - 7.35

**Przestrzenny rozkład ilości zainiekowanego spoiwa
- pozioma przesłona przeciwfiltracyjna dla zabezpieczenia wykopu
pod budynek PROSTA TOWER w Warszawie**

PRZEKRÓJ PODŁUŻNY PRZEZ STREFĘ INIEKCJI



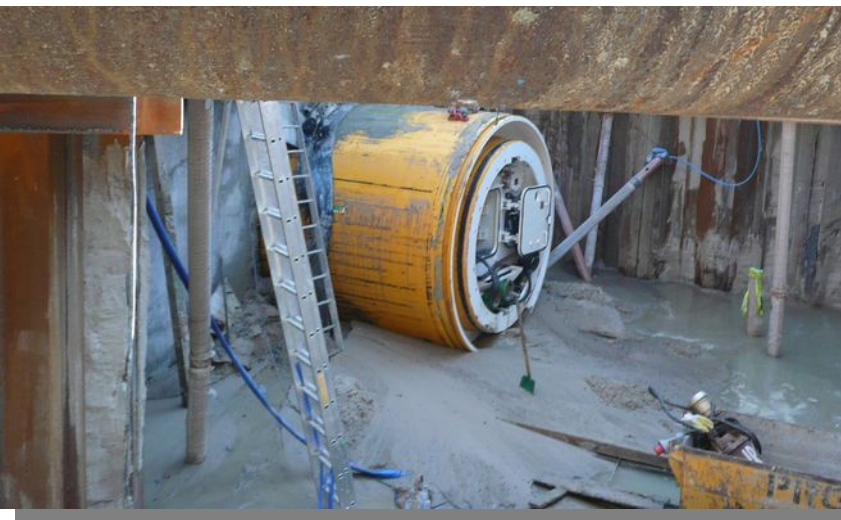
Objaśnienia

Wydatek spoiwa [litr]

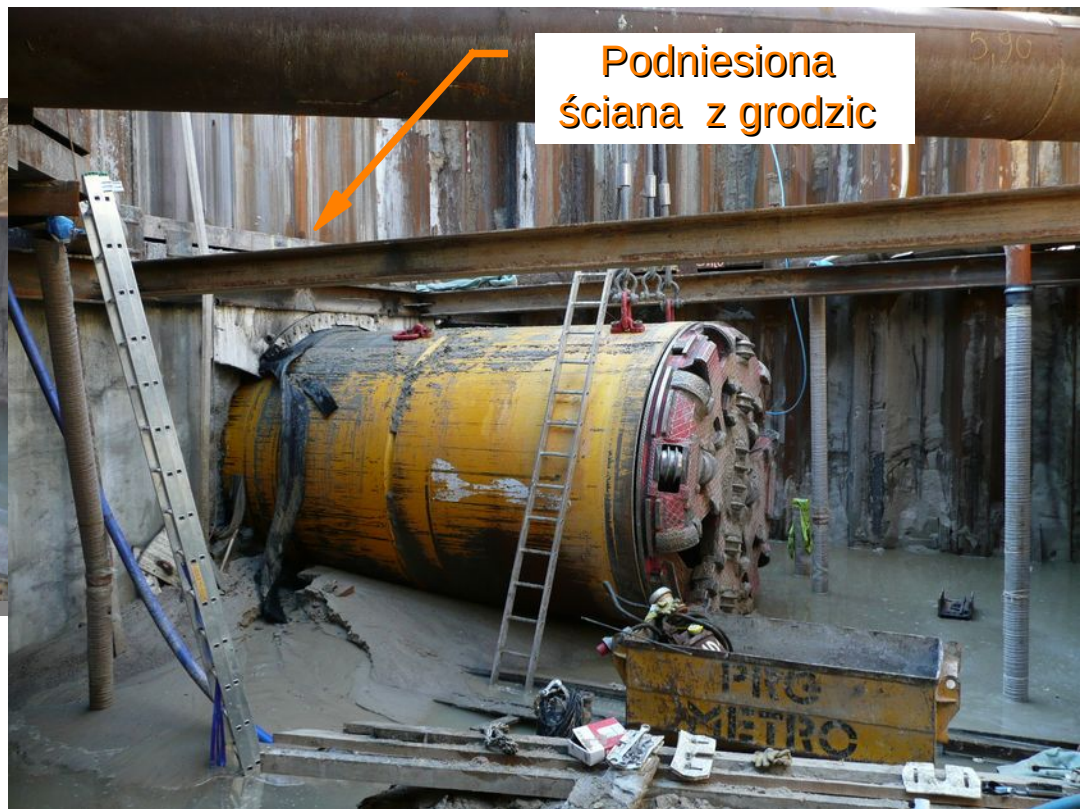
1 - 10	101 - 125
11 - 25	126 - 150
26 - 50	151 - 175
51 - 75	176 - 200
76 - 100	201 - 265

Przykłady zastosowań przesłon hydroizolacyjnych

Wejście mikrotunelu ($\Phi 3,0\text{m}$), do komory zabezpieczonej poziomą przesłoną hydroizolacyjną, głębokość komory 18m.

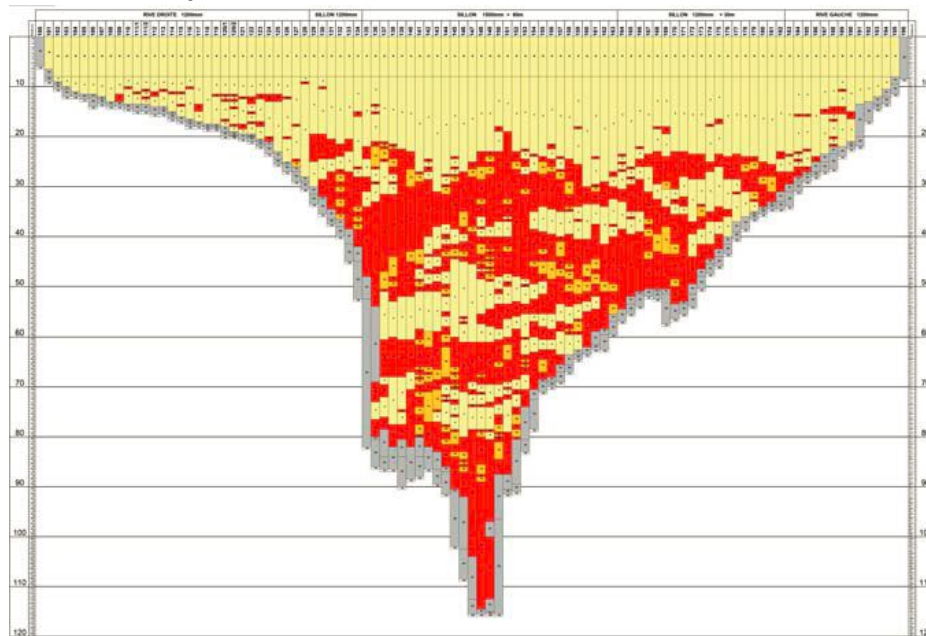


Mini TBM na budowie tunelu "Czajka" Warszawa



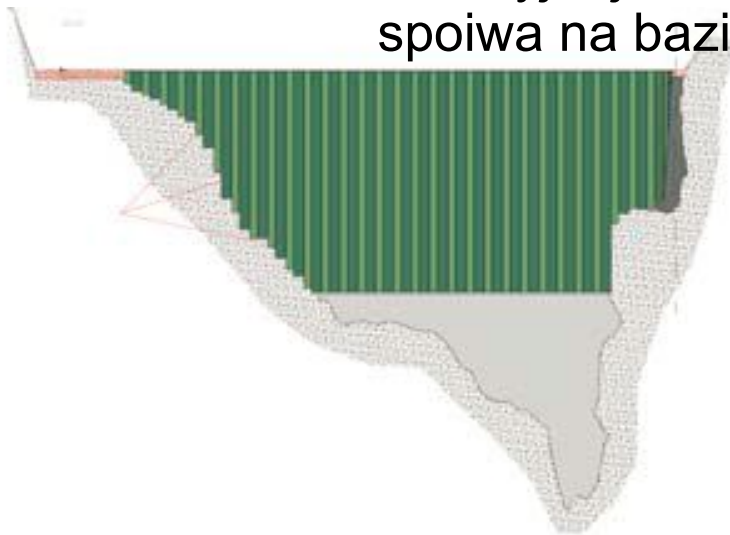
Przykłady zastosowań przesłon hydroizolacyjnych

Ścianka szczelna w technologii iniekcyjnej pod zaporą Peribonka w Kanadzie głębokość 145m, (2005/2006)



Przykłady zastosowań przesłon hydroizolacyjnych

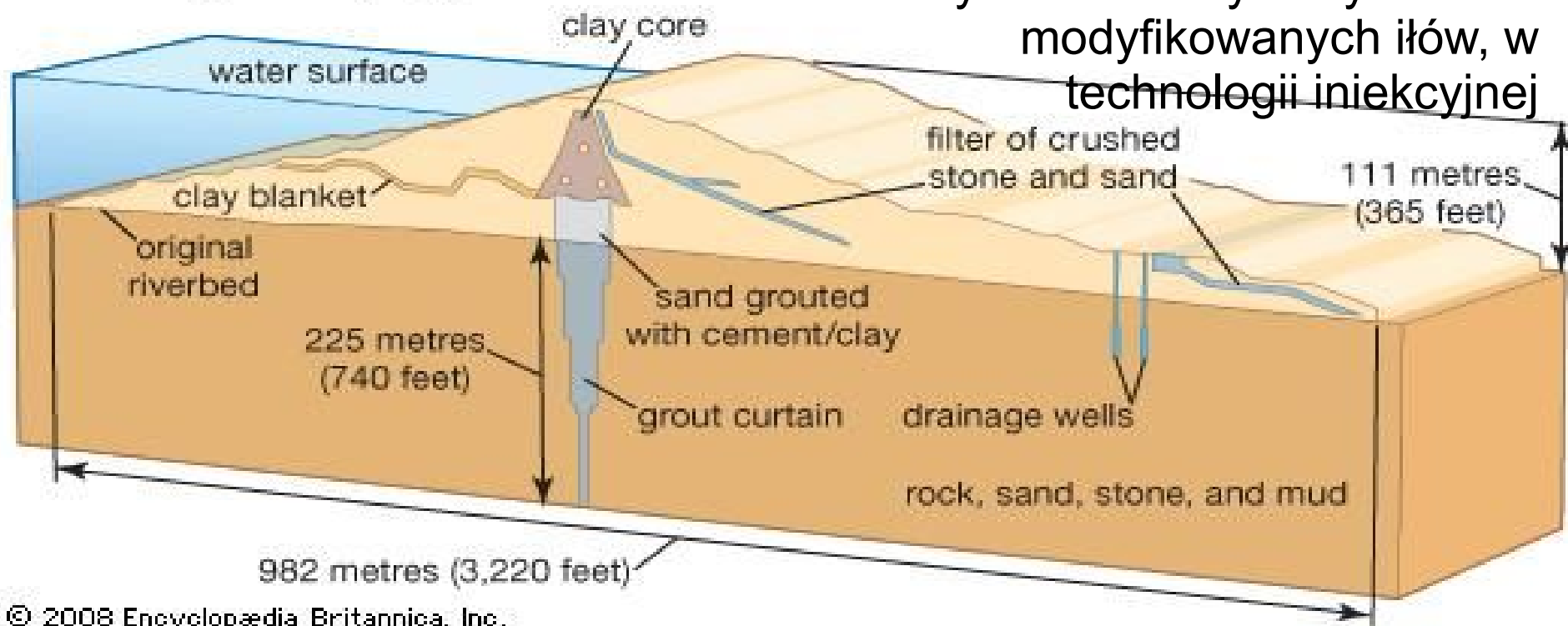
Tama Sylvenstain (Niemcy)
Przesłona hydroizolacyjna o głębokości 70-100 (szerokość 1m), wykonana w technologii iniekcyjnej, z wykorzystaniem spoiwa na bazie łąów



Przykłady zastosowań przesłon hydroizolacyjnych

Tama Asuańska w Egipcie, przesłona w podłożu tamy, wykonana z wykorzystaniem modyfikowanych ilów, w technologii iniekcyjnej

Aswan High Dam, Egypt



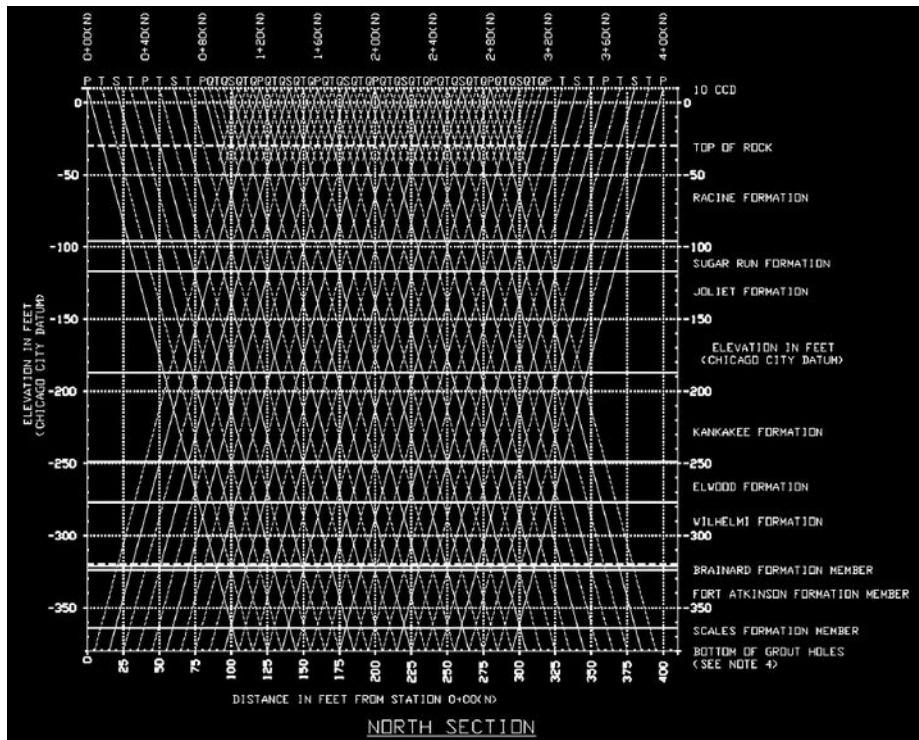
Przykłady zastosowań przesłon hydroizolacyjnych

Ścianka szczelna w technologii iniekcyjnej dookoła zbiornika McCook w Chicago USA,



Przykłady zastosowań przesłon hydroizolacyjnych

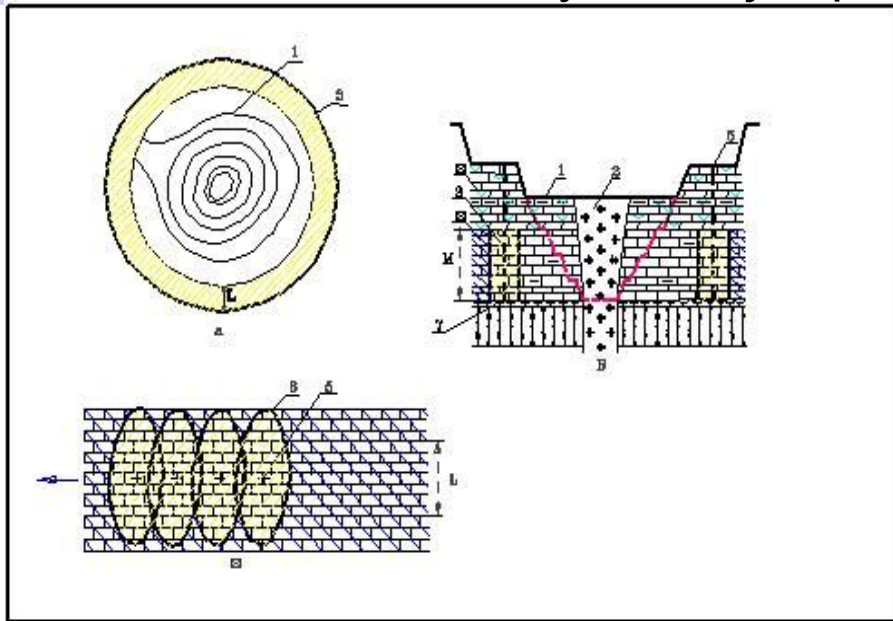
Wykonywanie przesłony hydroizolacyjnej o głębokości 115m, zbiornik McCOOK dla miasta Chicago, o projektowanej pojemności ok. 4 mln m³



Cylindryczna przesłona hydroizolacyjna w odkrywkowej kopalni diamentów „MIR” (1998) w Jakucji



Cylindryczna przesłona hydroizolacyjna w odkrywkowej kopalni diamentów „MIR” (1998) w Jakucji



1. Obazar kopalni
 2. Wysad kimberlitowy
 3. Przesłona hydroizolacyjna
 4. Horyzant wodonośny
 5. Otwór iniekcyjny
 6. Kontur rozprzestrzenienia roztworu uszczelniającego z jednego otworu:
 7. Warstwa nieprzepuszczalna
 8. Warstwa wiecznej zmarzliny
- m - miąższość przesłony przeciwfiltracyjnej;
l - grubość przesłony

Przesłona hydroizolacyjna w technologii iniekcyjnej z wykorzystaniem spoiwa na bazie modyfikowanych łąw,

- głębokość **400m**,
- obwodzie **3,5 km**,
- szerokości **30m** i miąższości **200m**.

Dla potrzeb hydroizolacyjnych odwiercono otwory iniekcyjne o głębokości do **500m**.

Do górotworu zatłoczono ponad **460.000m³** roztworu uszczelniającego.

Wgłębne mieszanie gruntów DSM

Wgłębne mieszanie gruntu- DSM

Wgłębne mieszanie gruntu polega na mechanicznym zwierceniu gruntu bez wydobywania urobku na powierzchnię przy równoczesnym iniekowaniu spoiwa w stanie płynnym lub suchym (ISO EN 14679 Execution special geotechnical works – Deep soil mixing).

Najistotniejszymi parametrami wykonawczymi w połączeniu z warunkami gruntowymi oraz rozwiązaniami konstrukcyjnymi mieszadła są:

- prędkość obrotowa mieszadła,
- prędkość pogrążania i wyciągania mieszadła,
- ilość cykli pogrążania mieszadła,
- wydatek spoiwa w profilu kolumny.

W tej technologii ciągłą przestrzennie przesłona powstaje w wyniku zabudowy palisady zachodzących na siebie kolumn.

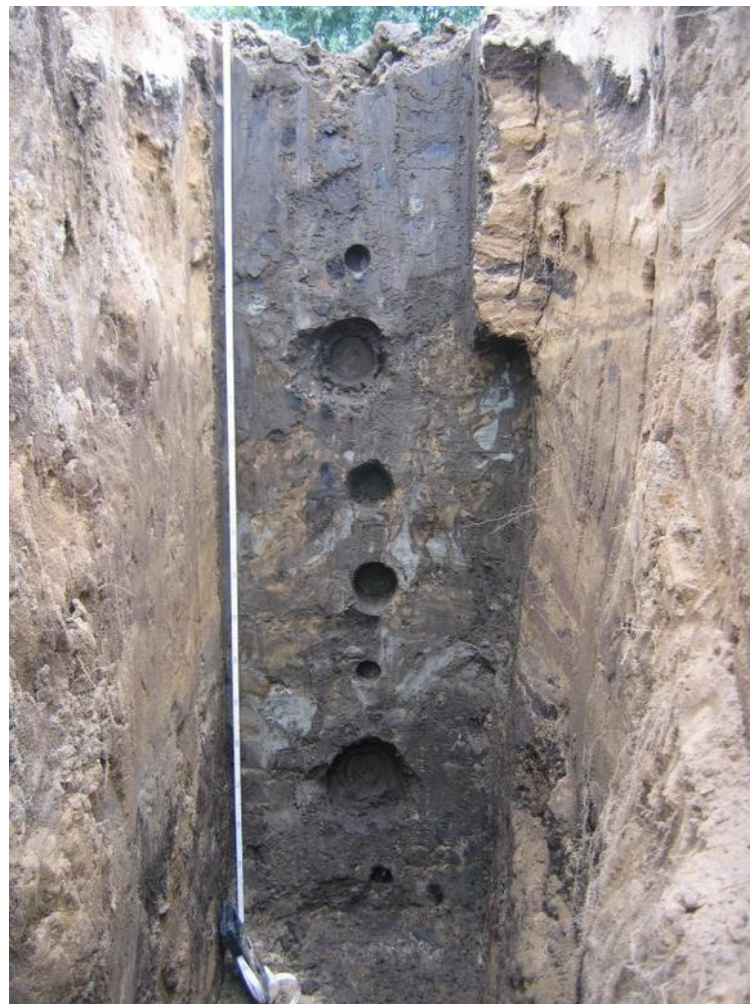
Wgłębne mieszanie gruntu- DSM



Wgłębne mieszanie gruntu- DSM



Wgłębne mieszanie gruntu - DSM



Zdjęcie pochodzi z rozprawy doktorskiej
REOLOGICZNE WŁAŚCIWOŚCI
ZAWIESIN
IŁOWO-CEMENTOWYCH
Dr. inż. Łukasz Wójcik
Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

Kontrola przesłony hydroizolacyjnej wykonanej w technologii DSM z zastosowaniem materiału na bazie zmodyfikowanej gliny



Wkop kontrolny



Wyniki pomiarów
penetrometrem
wytrzymałości na
jednoosiowe ściskanie,
we wkopie w km 5+170
obwałowanie rz. Narwi
w Nowym Dworze
Mazowieckim



Wibracyjna Iniekccyjna Przesłona Szczelinowa WIPS

Wibracyjnie iniekowana przesłona szczelinowa – WIPS



Zdjęcie pochodzi z rozprawy doktorskiej
REOLOGICZNE WŁAŚCIWOŚCI
ZAWIESIN
IŁOWO-CEMENTOWYCH
Dr. inż. Łukasz Wójcik
Akademia Górniczo-Hutnicza
Wydział Inżynierii Materiałowej i Ceramiki

Wibracyjnie iniekowana przesłona szczelinowa – WIPS

- Wąska szczelina o szerokości 15-20 cm powstająca poprzez wwibrowanie do gruntu odpowiedniego kształtownika wyposażonego w zestaw dysz do podawania spoiwa.
- Wypełnianie spoiwem szczeliny wykonywane jest w trakcie wyciągania kształtownika do góry, co w połączeniu z odpowiednimi parametrami reologicznymi i tiksotropowymi spoiwa zapobiega zaciskaniu się szczeliny.
- Ciągła przesłona w tej technologii powstaje poprzez wykonanie kolejnych zachodzących na siebie sztychów.
- Zaletą tej metody jest brak mieszania się spoiwa z gruntem i wodami porowymi co pozwala na stosowanie tej metody w gruntach o znacznym udziale substancji organicznej utrudniającej proces twardnienia spoiwa.

Wibracyjnie iniekowana przesłona szczelinowa – WIPS





TOP-Jet – połączenie wgłębnego
mieszania gruntu i iniekcji
strumieniowej (jet-grouting)

TOP-Jet – połączenie w głębokiego mieszania gruntu i iniekcji strumieniowej (jet-grouting)

- Połączenie mechanicznego mieszania gruntu ze spoiwem z zaletami mieszania hydraulicznego strumieniem spoiwa pod wysokim ciśnieniem.
- TOP-Jet pozwala na wykonanie kolumn o średnicach znacznie przekraczających zasięg mieszadła mechanicznego tworząc wokół strefę buforową dodatkowo wymieszanego gruntu.

Dla przykładu kolumna wykonana mieszadłem o średnicy 800mm przy zastosowaniu dodatkowego strumienia spoiwa pod ciśnieniem 10-15 MPa, pozwala na wytworzenie homogenicznej kolumny o średnicy ~900-950 mm, znacznie skracając czas jej formowania (kolumna o dł. 10m formowana była około 7-9 min przy prędkości obrotowej mieszadła 60 obr./min)

TOP-Jet – połączenie w głębokiego mieszania gruntu i iniekcji strumieniowej (jet-grouting)

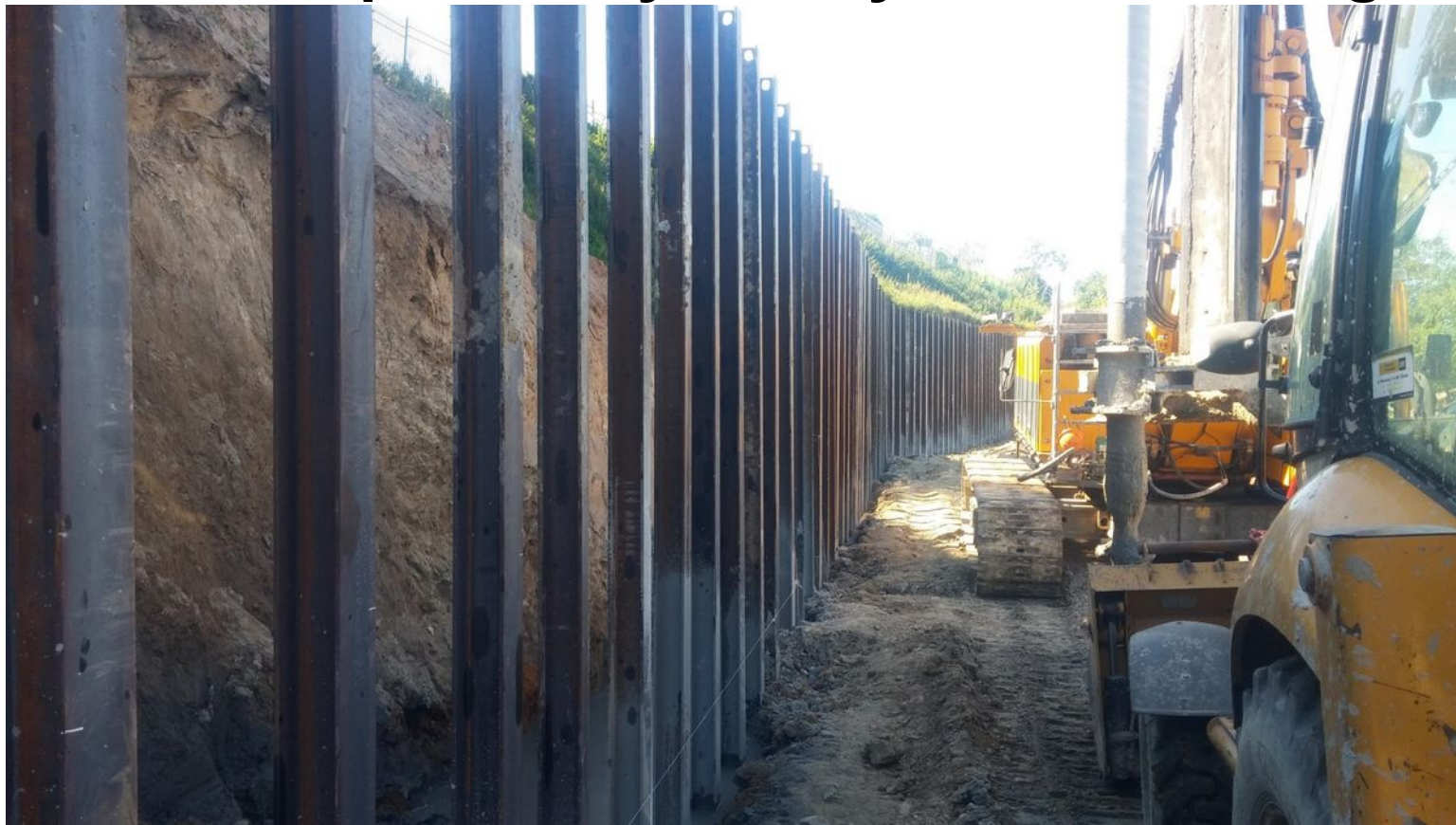




***TOP-Jet – połączenie
wglębnego mieszania gruntu
i iniekcji strumieniowej (jet-
grouting)***



Palisada dla zabezpieczenia osuwiska, na palach wykonanych w technologii TopJet



Wgłębne mieszanie gruntu- Top-Jet



Odsłonięty fragment przesłony hydroizolacyjnej wykonanej w technologii Top-Jet



Odsłonięty fragment przesłony hydroizolacyjnej wykonanej w technologii iniekcyjnej



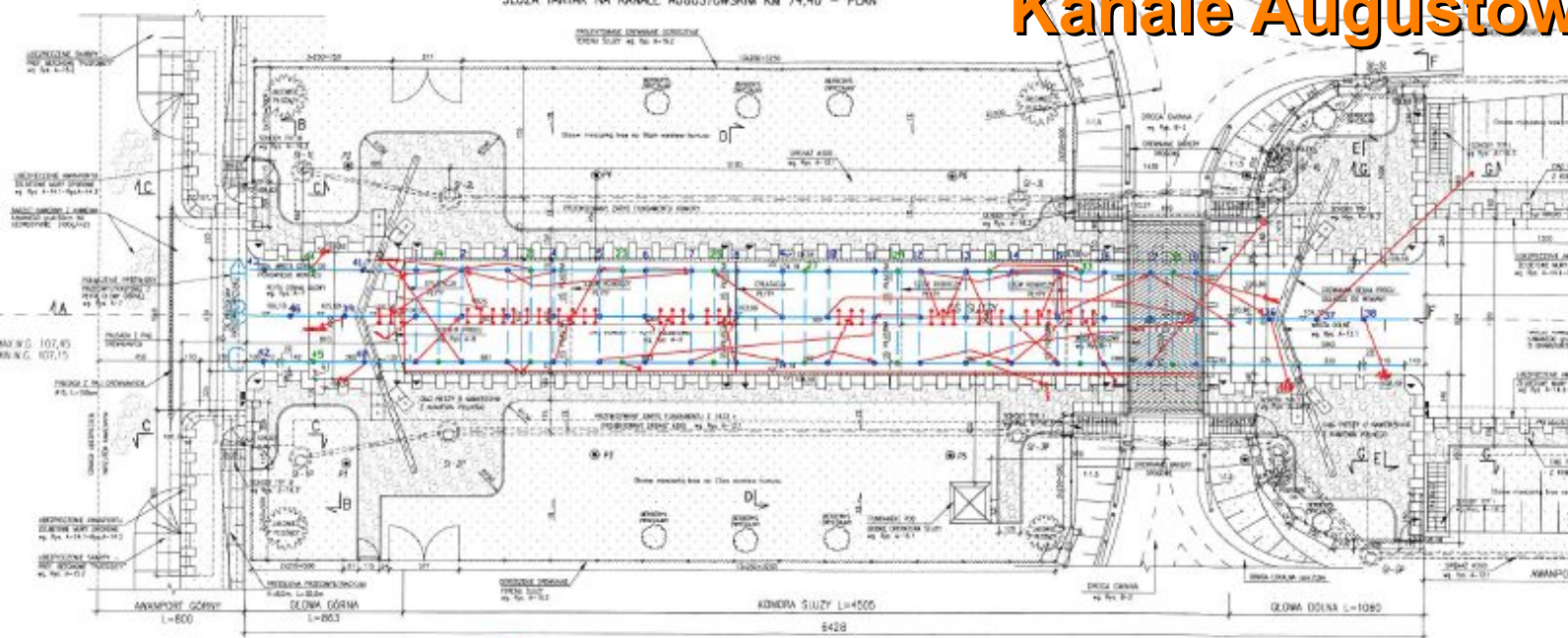
Przykład zabezpieczenia wykopu w sąsiedztwie istniejącego obiektu w technologii Top-Jet



**Łączenie technologii w celu
realizacji skomplikowanych
zadań inżyneryjnych**

Przykład połączonych technologii DSM oraz iniekcji dla potrzeb uszczelnienia Śluzy Tartak na Kanale Augustowskim

ŚLUZA TARTAK NA KANALE AUGUSTOWSKIM KM 74,40 – PLAN



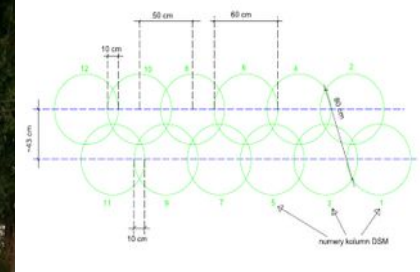
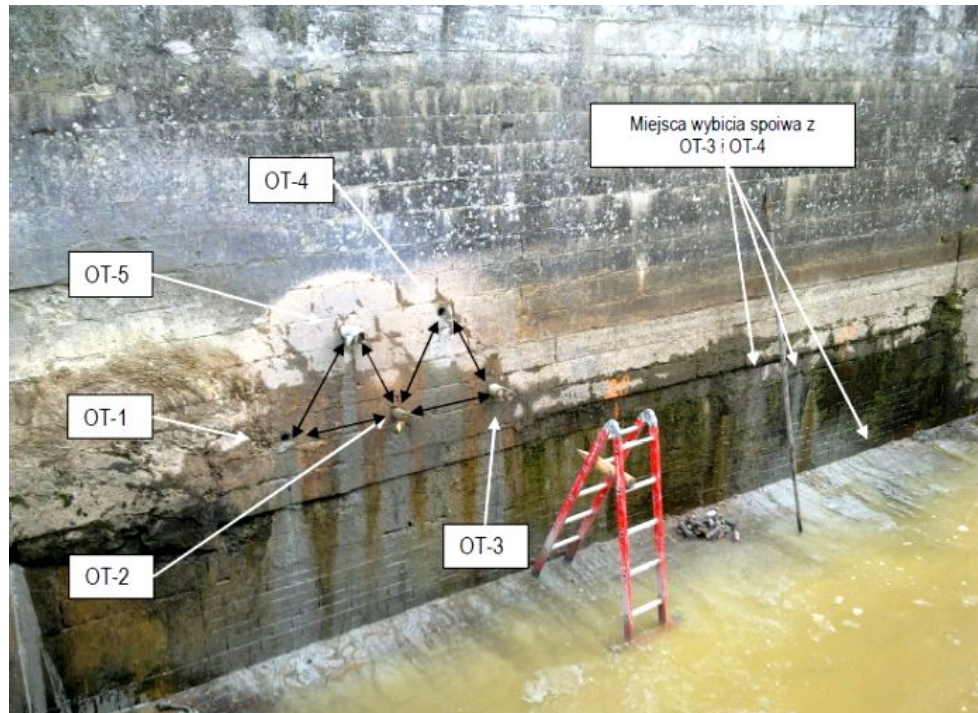
Legenda:

- |||| szaliska w aluwium dna
- stawy i stopy słupowe
- stawy kółkowe 45°
- wydzieńcizowanie w otworze
- przekucie muru
- korytarze wydzieńcizowania

ODMARCZENIA ARMATURY KONTROLNO-POMARZĄCEJ

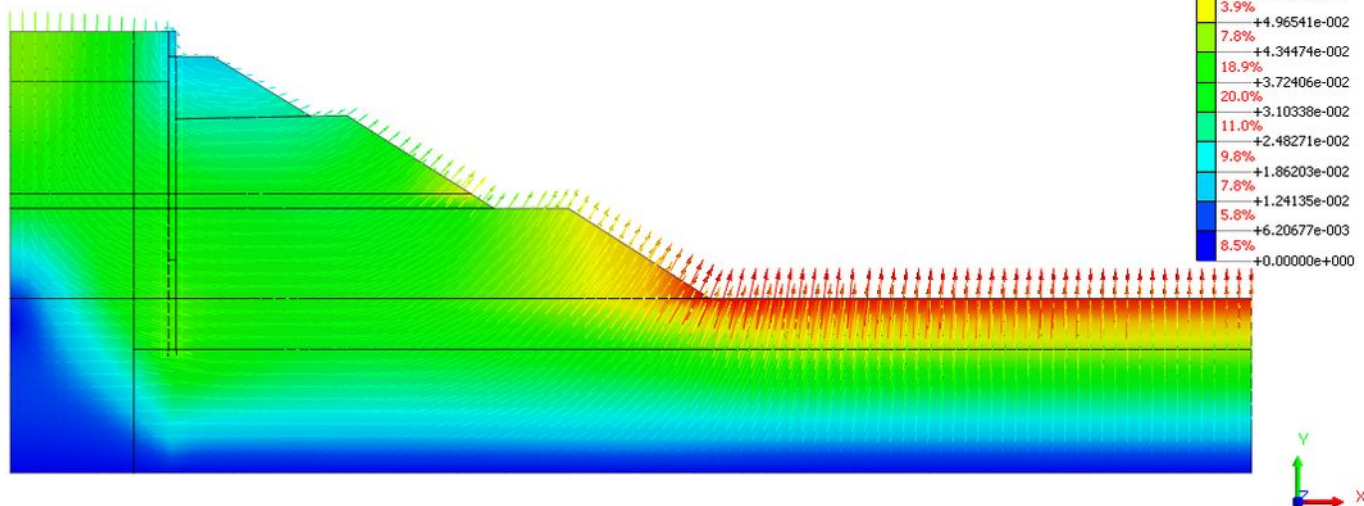
- 100% KONTROLNO
- 50% KONTROLNO
- 25% KONTROLNO
- 12,5% KONTROLNO

Przykład połączonych technologii DSM oraz iniekcji dla potrzeb uszczelnienia Śluzy Tartak na Kanale Augustowskim



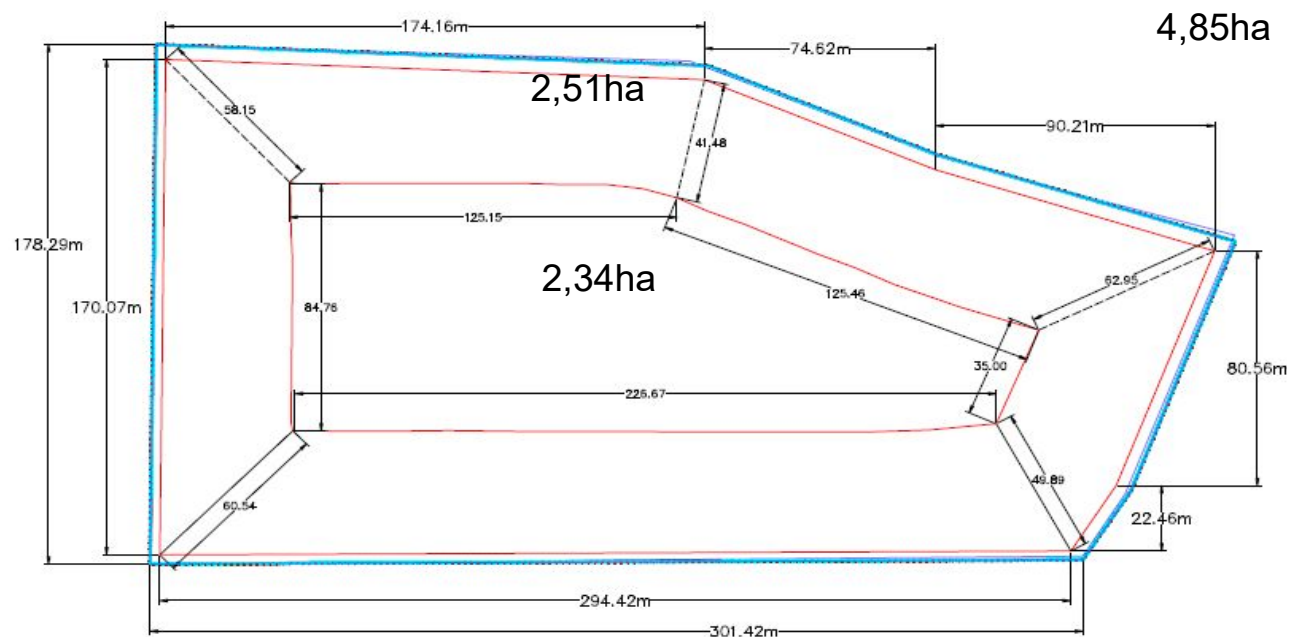


0 6.19 12.4 m

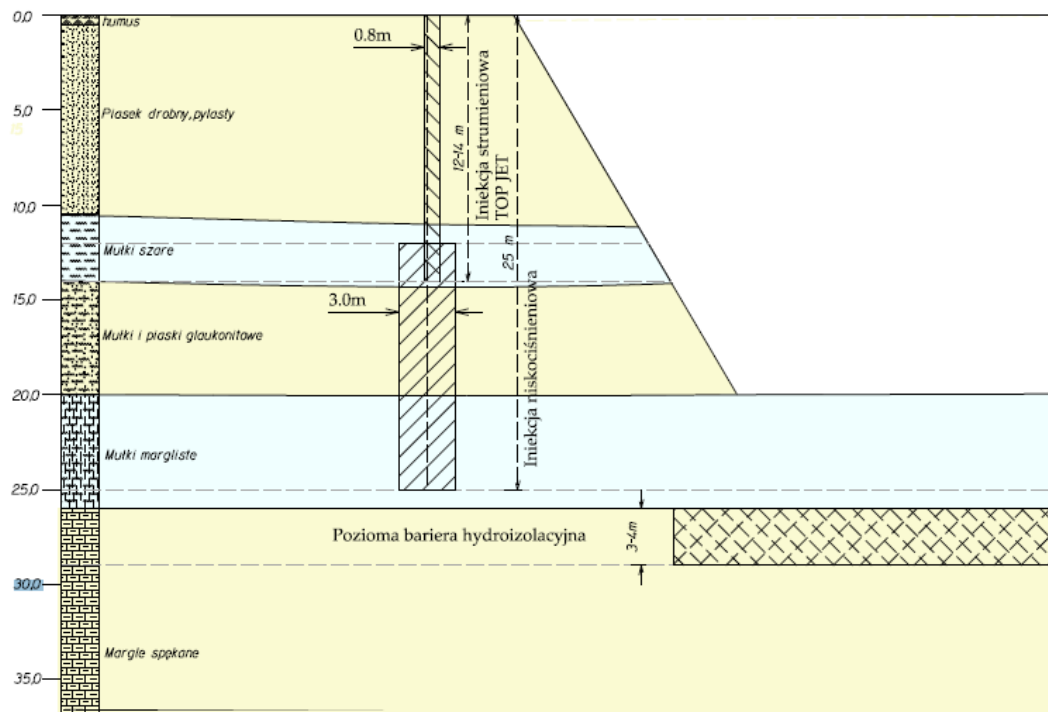


[DATA] 1, Etap_V, INCR=35 (LOAD=1.000), [UNIT] kN, m

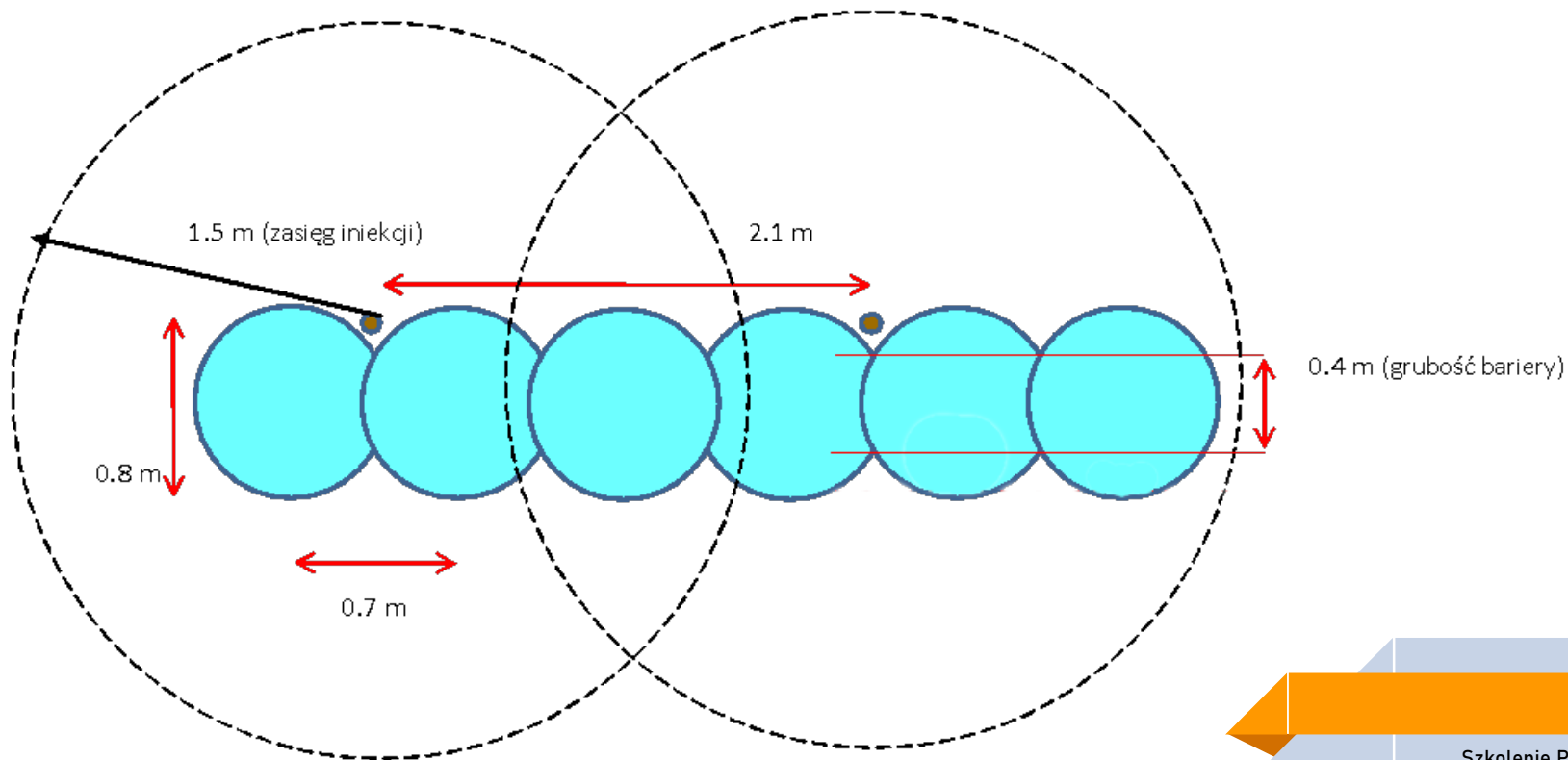
Niektóre założenia inwestycji



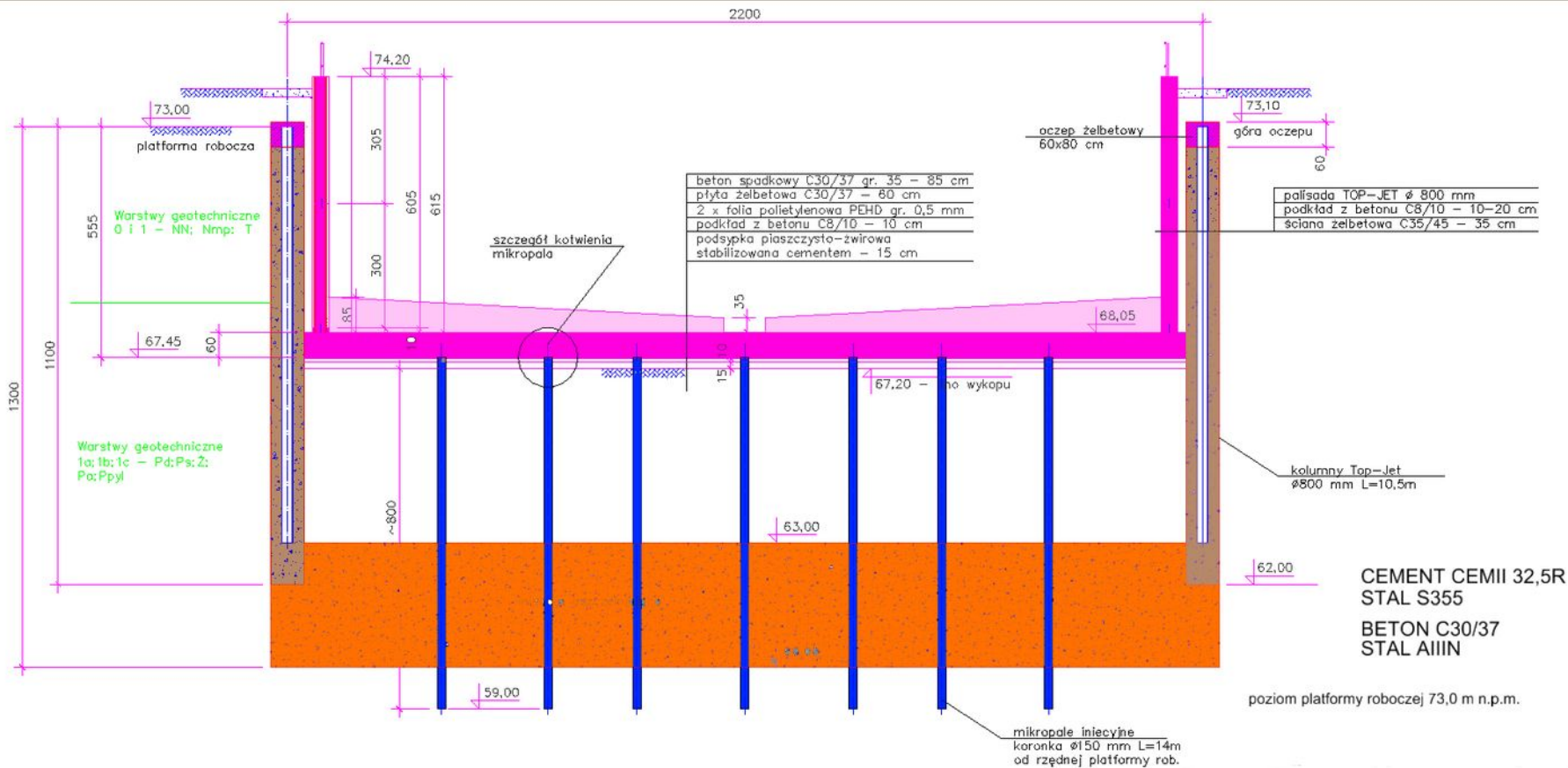
Niektóre założenia inwestycji



Schemat projektu przesłony pionowej



Zabezpieczenie wykopu oraz kotwienie płyty dennej zbiornika retencyjnego ścieków średnicy 20m, głębokość 6m

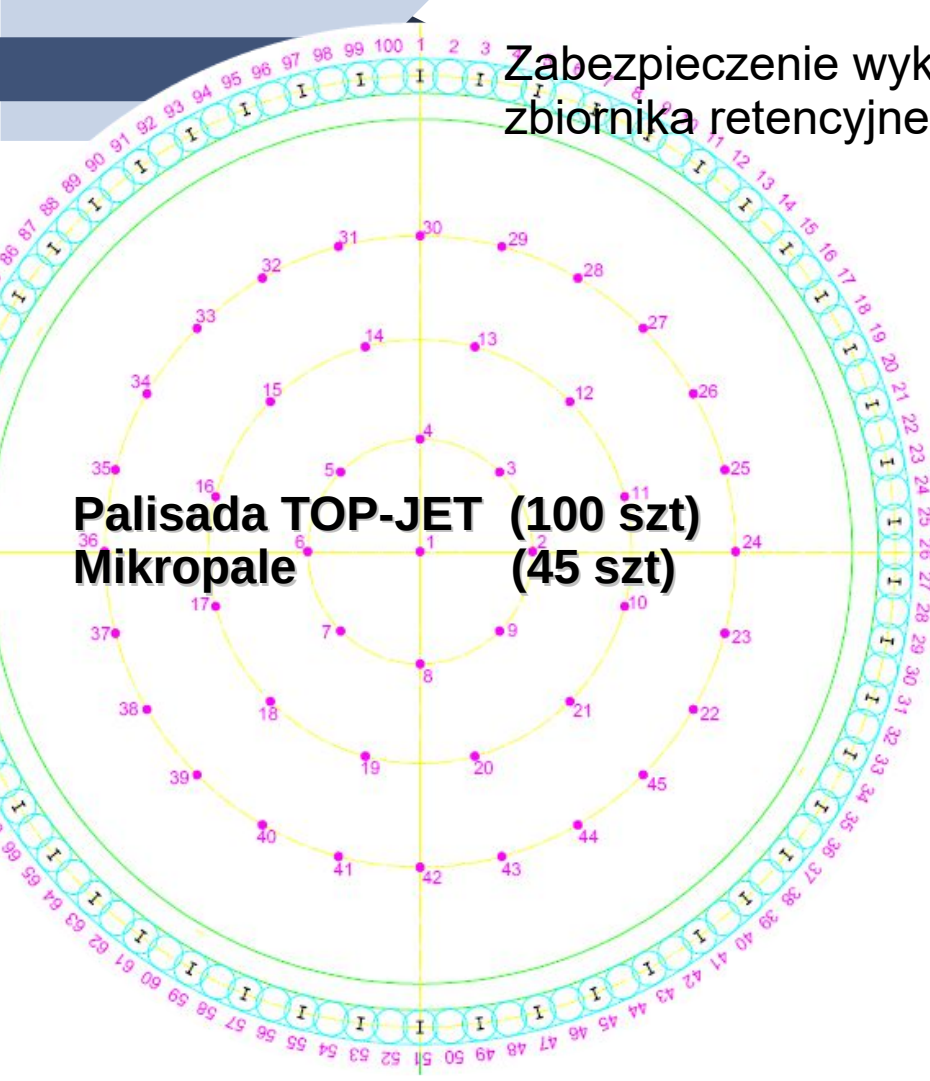


Przykład połączonych technologii TopJet, mikropale oraz iniekcja

Zabezpieczenie wykopu oraz kotwienie płyty dennej
zbiornika retencyjnego ścieków średnicy 20m, głębokość 6m



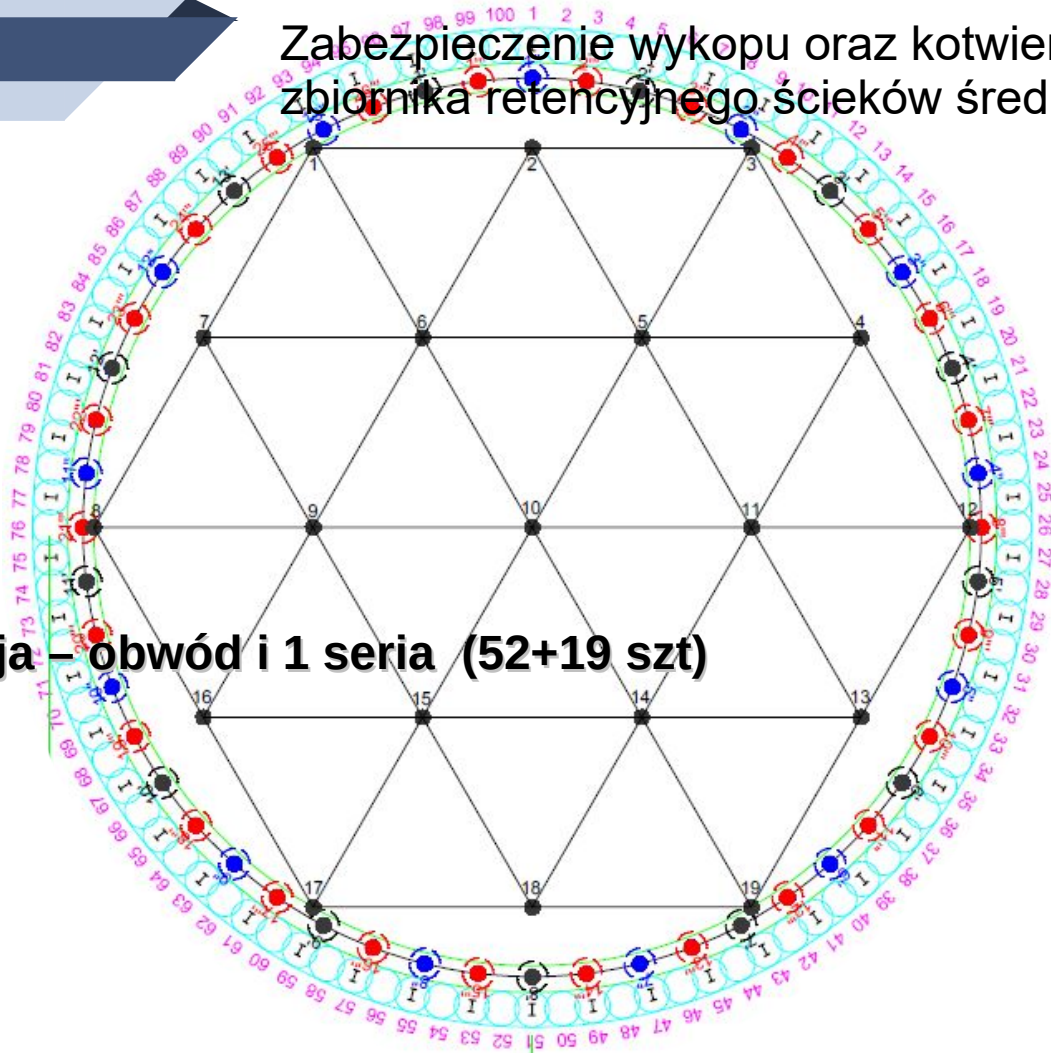
Zabezpieczenie wykopu oraz kotwienie płyty dennej
zbiornika retencyjnego ścieków średnicy 20m, głębokość 6m



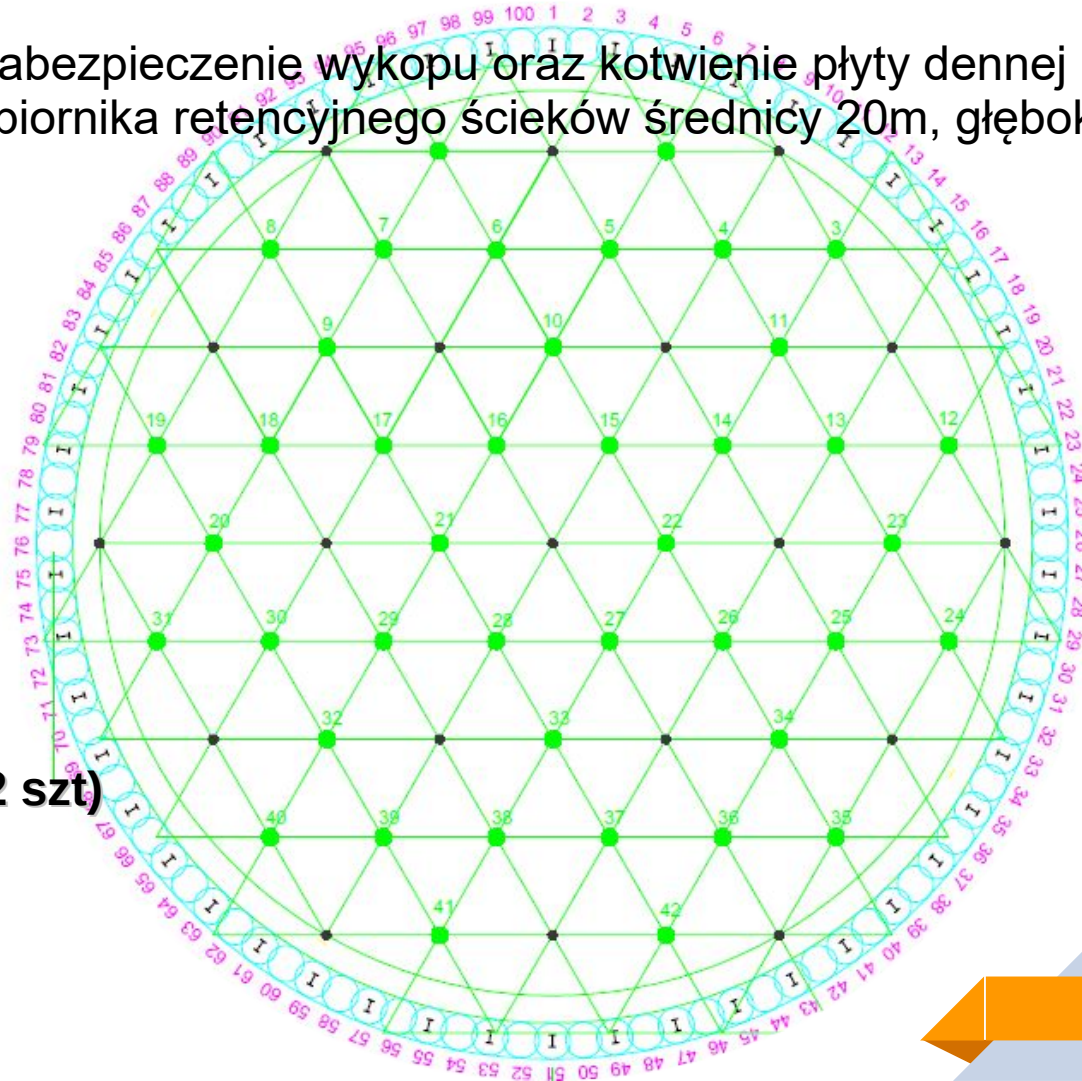
Palisada TOP-JET (100 szt)
Mikropale (45 szt)

Zabezpieczenie wykopu oraz kotwienie płyty dennej zbiornika retencyjnego ścieków średnicy 20m, głębokość 6m

Iniekcja – obwód i 1 seria (52+19 szt)

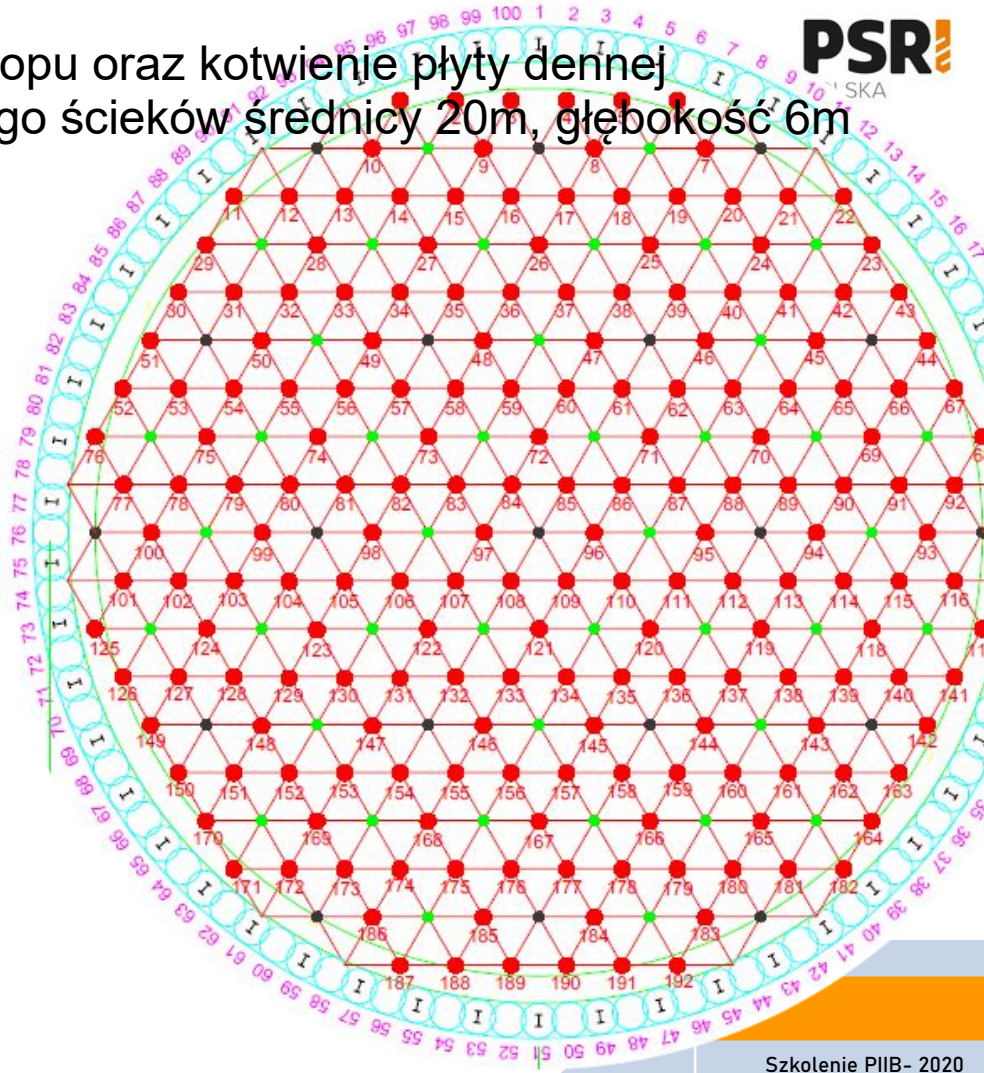


Zabezpieczenie wykopu oraz kotwienie płyty dennej
zbiornika retencyjnego ścieków średnicy 20m, głębokość 6m

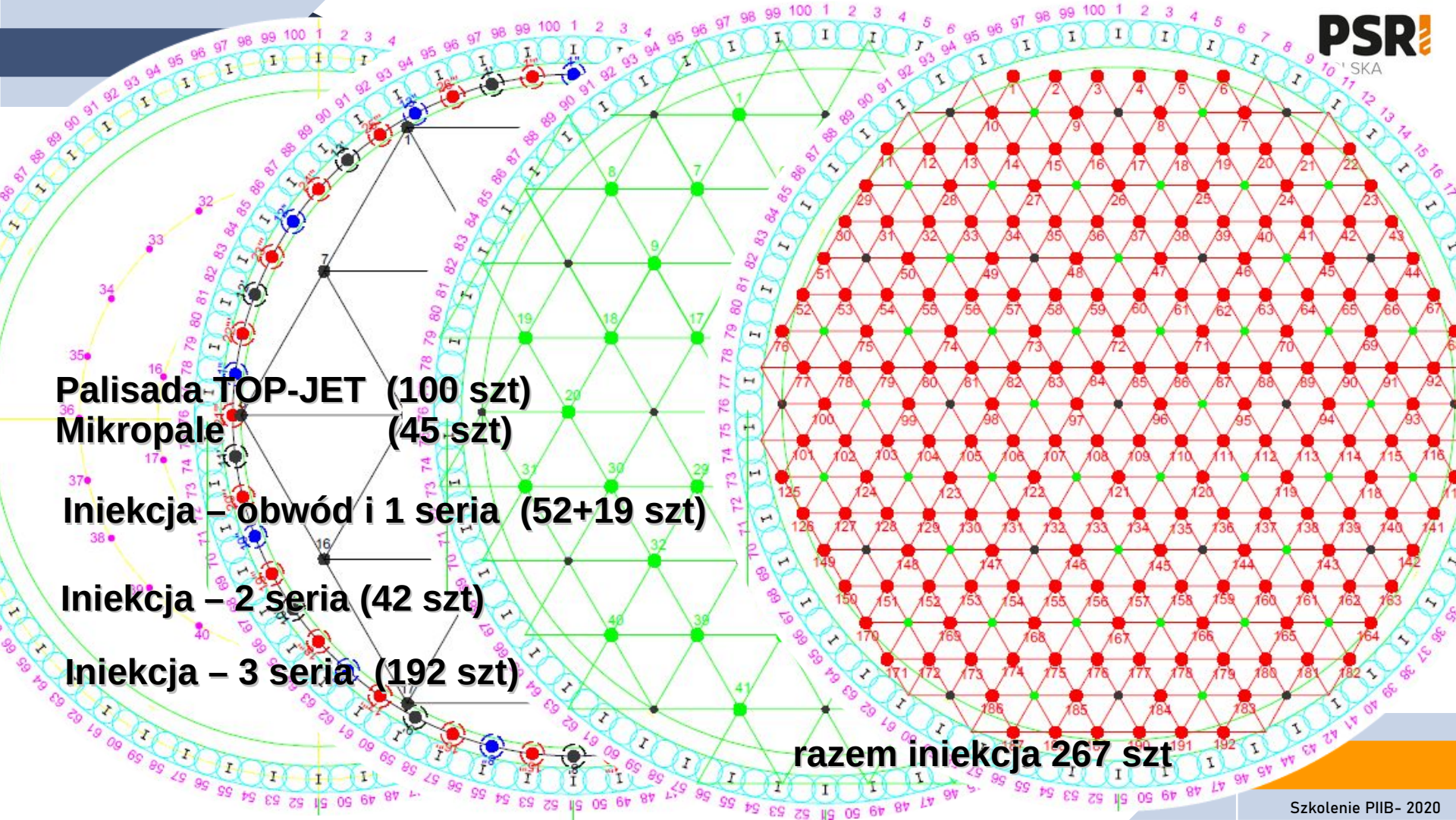


Iniekcja – 2 seria (42 szt)

Zabezpieczenie wykopu oraz kotwienie płyty dennej
zbiornika retencyjnego ścieków średnicy 20m, głębokość 6m



Iniekcja – 3 seria (192 szt)

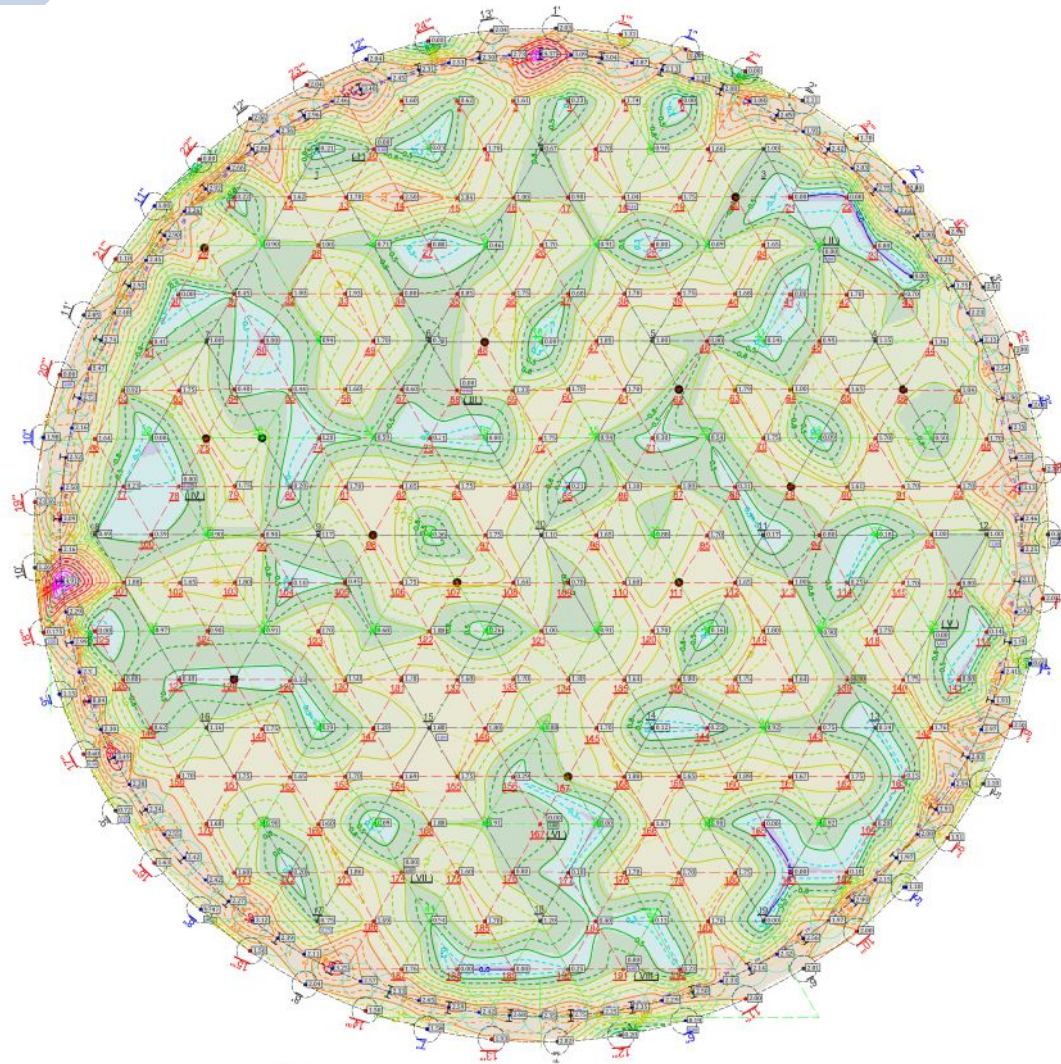


Zabezpieczenie wykopu oraz kotwienie płyty dennej zbiornika retencyjnego ścieków średnicy 20m, głębokość 6m



Palisada TOP-JET 11 m p.p.t. (100 szt)

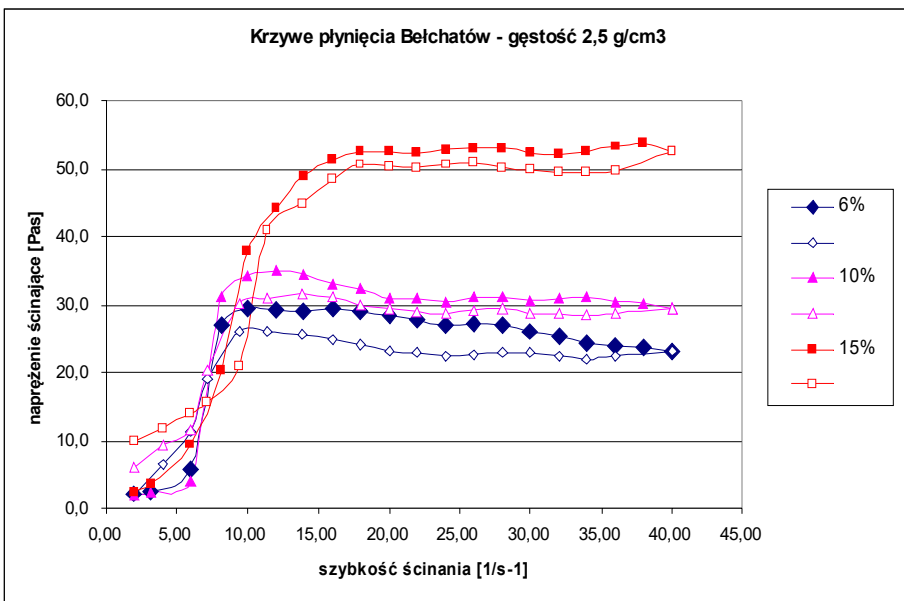




Monitoring robót uszczelniających

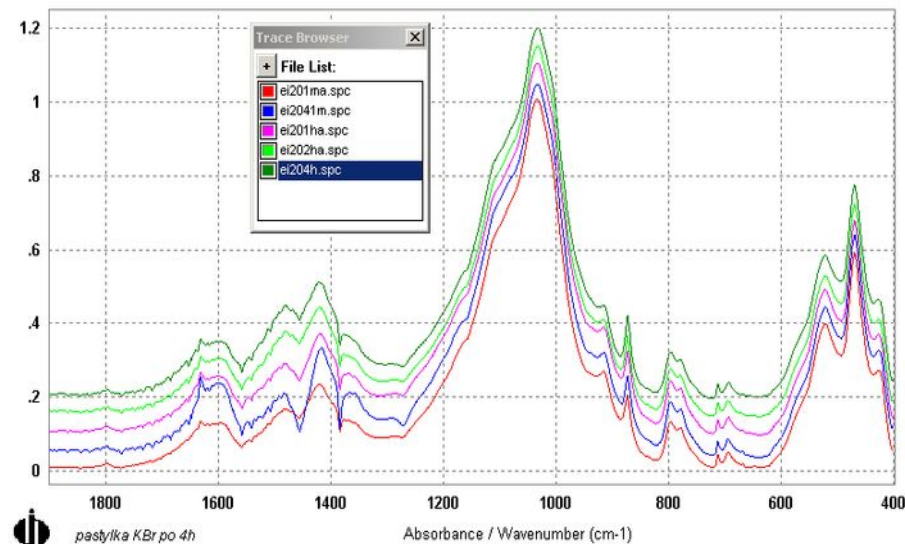
Przykład badań nad optymalizacją własności spoiw

Na podstawie wcześniejszych badań laboratoryjnych wpływu reagentów można zoptymalizować parametry płynnych spoiw, aby osiągnąć jak najlepsze efekty mieszania spoiwa z gruntem, a także odpowiednie własności geotechniczne zestalonych spoiw.

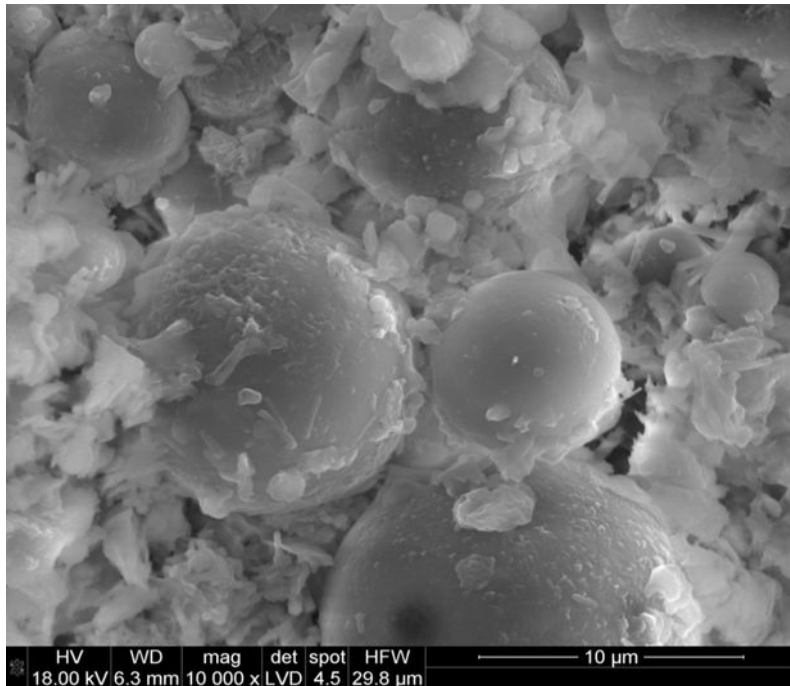


Analiza własności reologicznych spoiw
(wiskozymetr Brookfielda)

Analiza spektroskopowa w podczerwieni

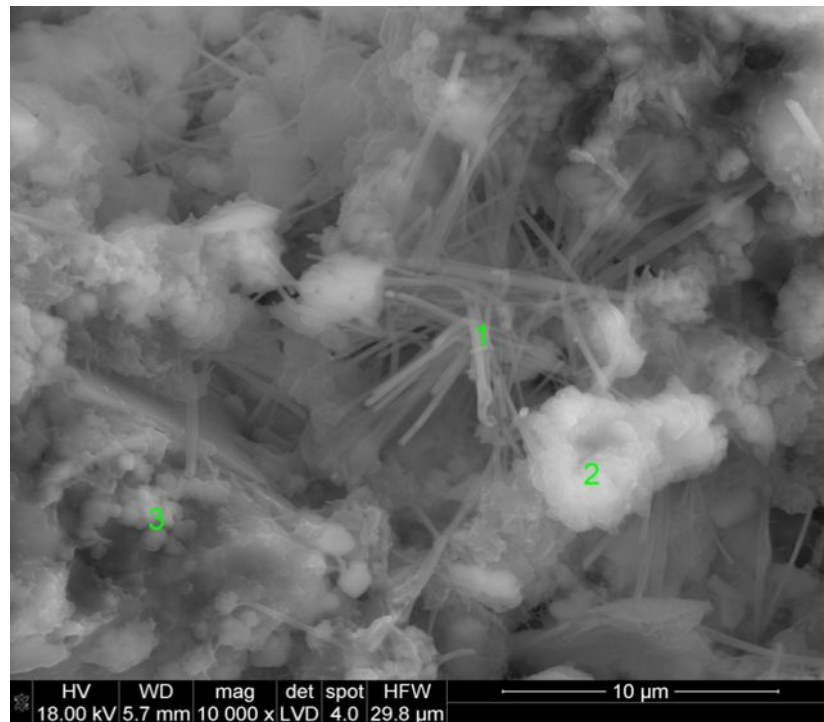


Własności zestalonych spoiw



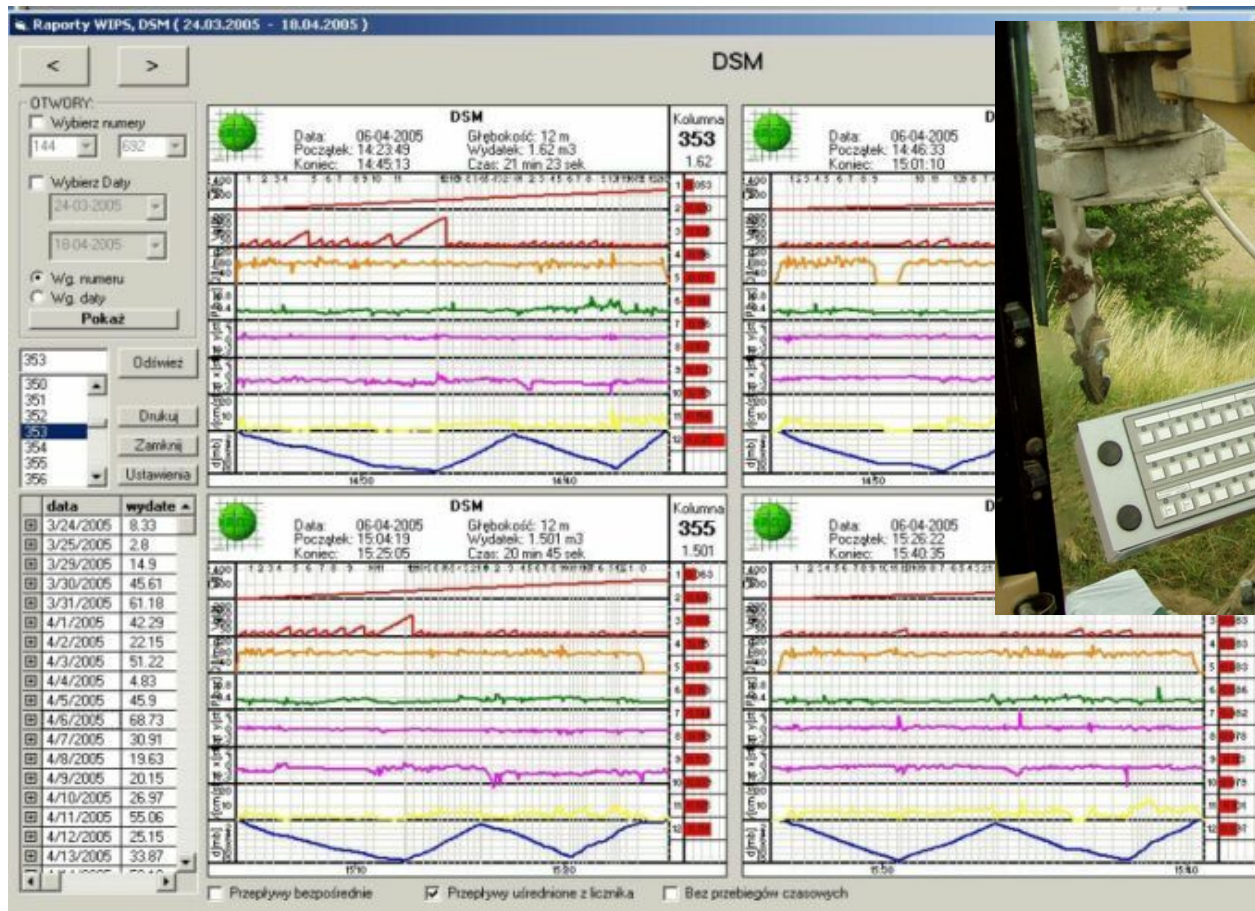
Obraz SEM zestalonego spoiwa na bazie modyfikowanych glin z dodatkiem popiołów lotnych

Obraz SEM zestalonego spoiwa na bazie modyfikowanych iłłów



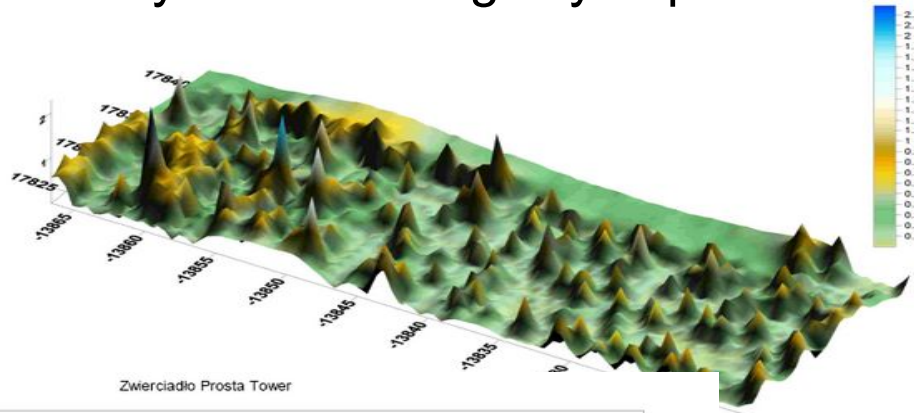


System rejestracji

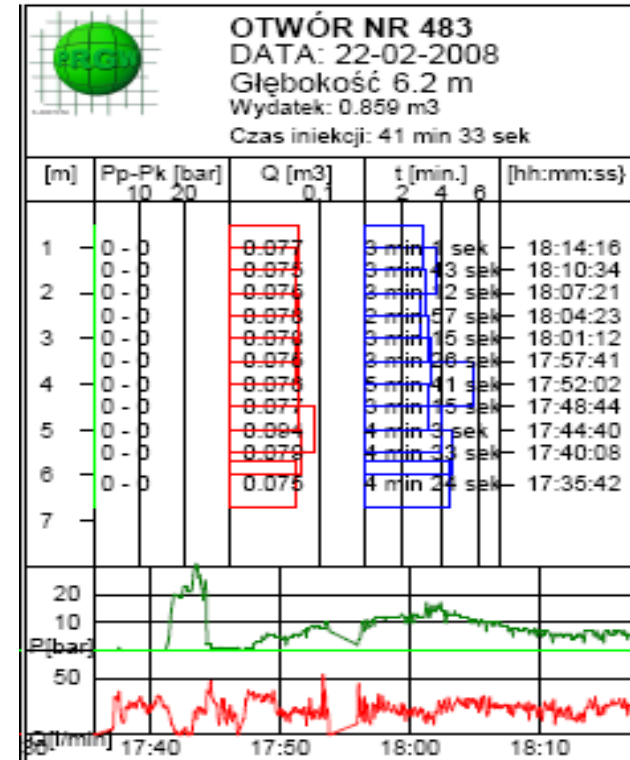
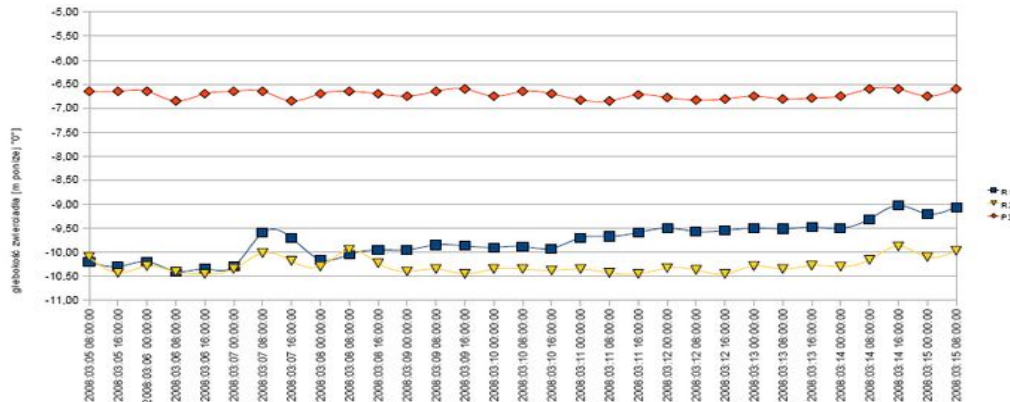


Koordinacja prac iniekcyjnych

Prace związane z wykonaniem przestłony koordynowane są na bieżąco na podstawie danych monitoringowych procesu iniekcji spoiw



Zwierciadło Prosta Tower



Podsumowanie

PSRI Polska zaprasza Państwa do różnych form współpracy:

- współpracy projektanta i PSRI
- doradztwo projektowo-technologiczne
- weryfikacja projektu
- wykonawstwo i podwykonawstwo projektu
 - zaprojektuj i zbuduj (w tym projekt alternatywny do innych technologii)
- dostawa nanospoiw na bazie modyfikowanych iłów dla firm współpracujących

mgr inż. Marcin Stecki
Dyrektor d/s rozwoju

+48 507 870 624
Marcin.Stecky@psripolska.pl



PSRI Polska sp. z o.o.
ul. Chłodna 2A
40-311 Katowice

T: +48 32 2661167
E: biuro@psripolska.pl

www.psrpolska.pl

Dziękuję za uwagę