

Praktyczne aspekty remediacji na podstawie projektu rekultywacji terenu po byłej nasycalni podkładów kolejowych w Solcu Kujawskim

Prelegent

Wojciech Irmiński

REMEDIACJA TERENÓW ZANIECZYSZCZONYCH W REJONIE DAWNYCH Z.CH. „ZACHEM” W BYDGOSZCZY W CELU LIKWIDACJI ZAGROŻEŃ ZDROWOTNYCH I ŚRODOWISKOWYCH,
W TYM DLA OBSZARU NATURA 2000 DOLINA DOLNEJ WISŁY ORAZ MORZA BAŁTYCKIEGO.

Program Operacyjny Infrastruktura i Środowisko 2014-2020 Oś priorytetowa III Ochrona środowiska, w tym adaptacja do zmian klimatu Działanie 2.5 Poprawa jakości środowiska miejskiego.



SOLEC KUJAWSKI

Prezentacja przygotowana we współpracy z Gminą Solec Kujawski



dr Wojciech Irmiński, Geo-Logik

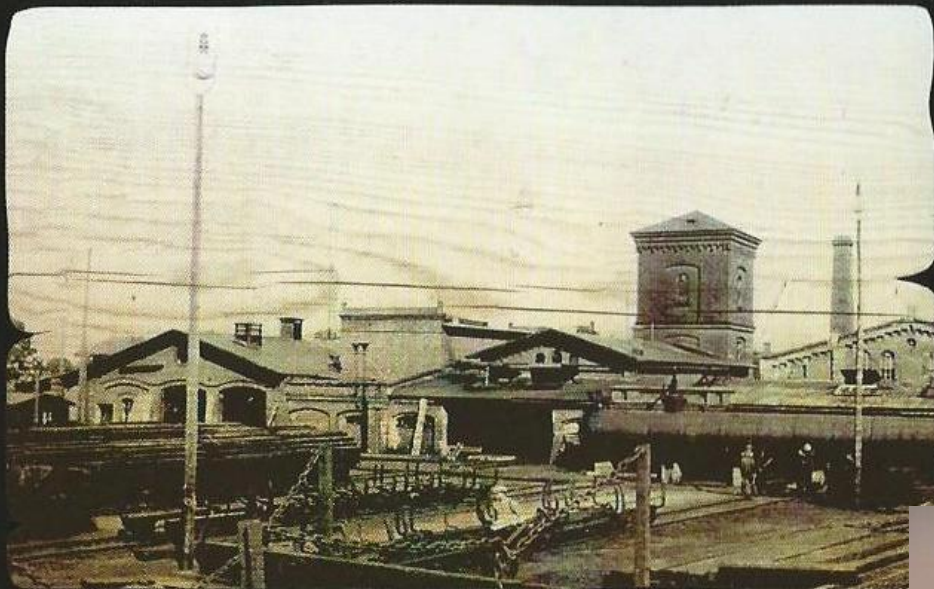


Szczególna lokalizacja terenu po nasycalni

Projekt HOMBRE

Zdjęcie satelitarne Solca Kujawskiego z oznaczeniem terenu dawnej nasycalni (A) oraz wskazaniem istotnych funkcjonalnych obszarów położonych wokół tego miejsca
B – Park Miejski z ośrodkiem sportu i rekreacji oraz parkiem edukacji i rozrywki Jura Park,
C – Największe osiedle mieszkaniowe oraz rezerwa terenu pod budownictwo wielorodzinne,
D – tereny leśne i osiedle domów jednorodzinnych,
E – tereny starego przemysłu,
F – ciepłownia miejska i tereny przemysłowe.
(Projekt HOMBRE, 2011)





Soleckie Zakłady Impregnacyjne - 30. lata XX w.

Zdjęcie udostępnił [Roman Zakrzewski](#).

Zakład impregnacyjny w Solcu,
nazywany potem Nasycałnią, powstał
w 1879 roku (przemysłowiec Julius
Ruetters z Drezna)

*Fotografia z ulotki opublikowanej z okazji wystawy czasowej
„Solec Drzewny” zorganizowanej przez Muzeum Solca im.
Księcia Przemysła w okresie IX-XI 2013 r.*

*Jedno z nielicznych zdjęć Nasycałni po jej
zamknięciu w 2001 r. W tle największe
osiedle mieszkaniowe Solca Kujawskiego.*



Kto pamięta...?









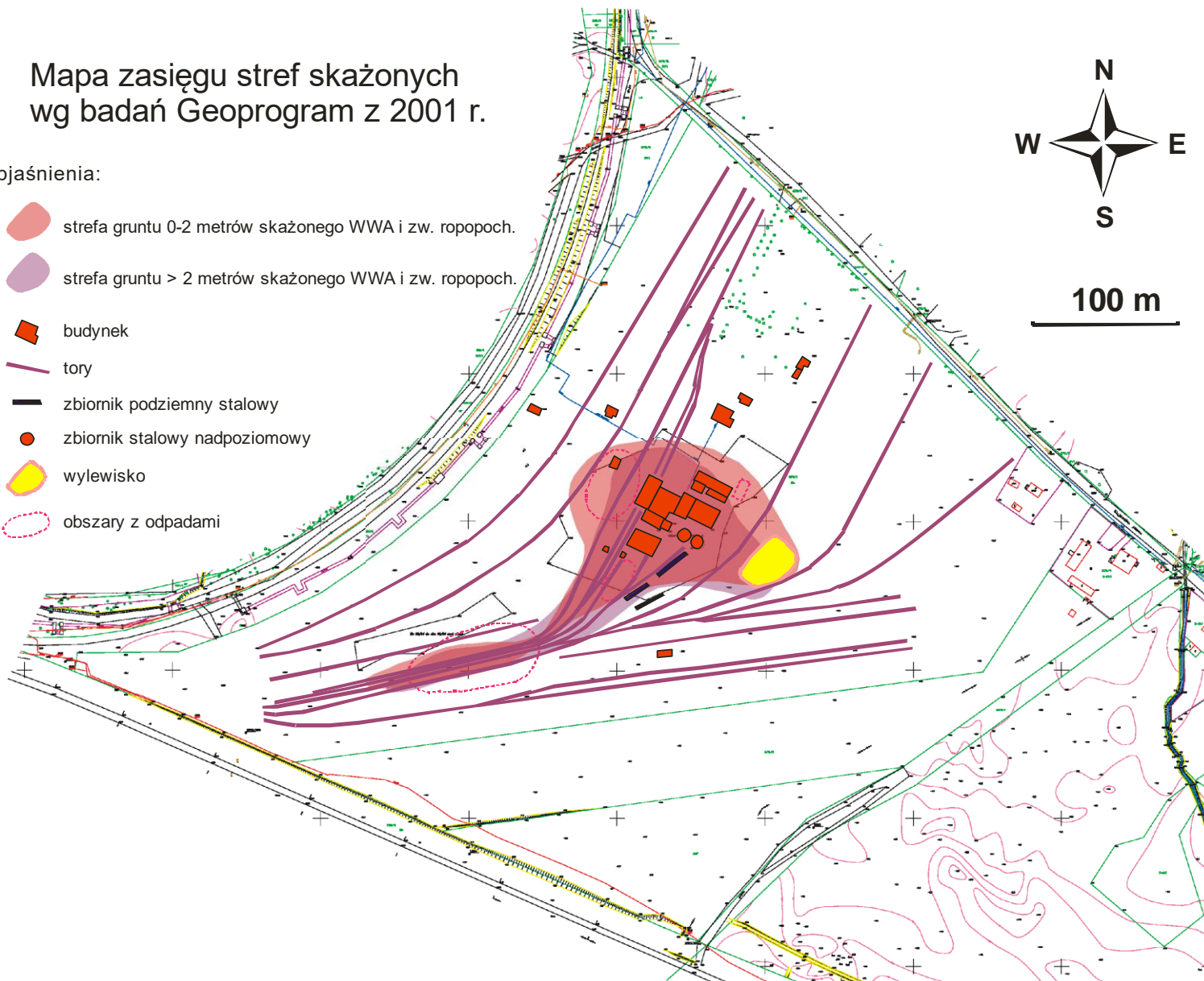




Mapa zasięgu stref skażonych wg badań Geoprogram z 2001 r.

Objaśnienia:





-  strefa gruntu 0-2 metrów skażonego WWA i zw. ropopoch.
-  strefa gruntu > 2 metrów skażonego WWA i zw. ropopoch.
-  budynek
-  tory
-  zbiornik podziemny stalowy
-  zbiornik stalowy nadziemny
-  wylewisko
-  obszary z odpadami

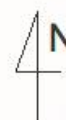




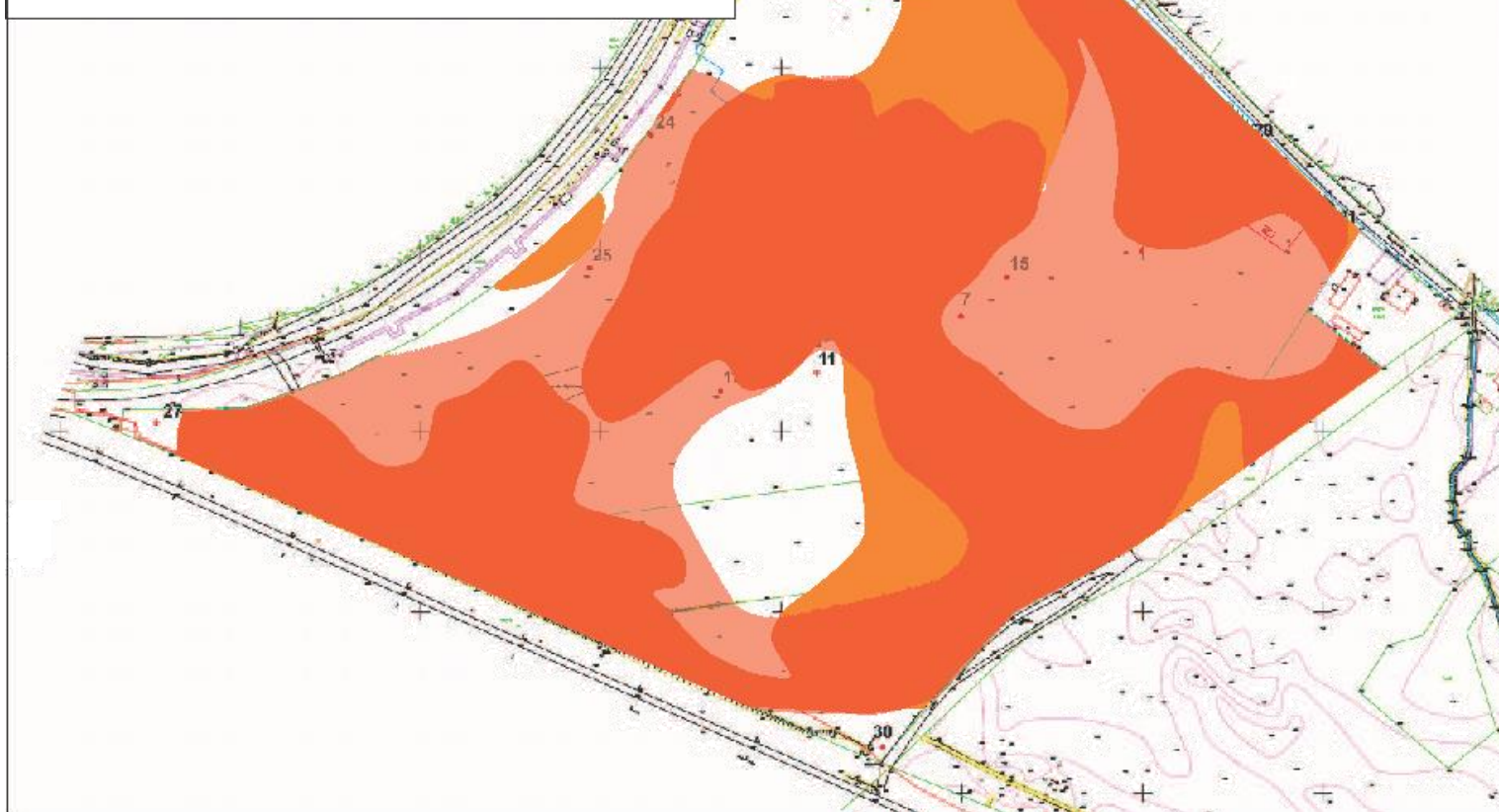
Mapa zasięgu zanieczyszczeń dla gruntów grupy B



-  - zasięg zanieczyszczeń na głębokości 0 - 2 m p.p.t
-  - zasięg zanieczyszczeń 2 - 6,5 m p.p.t
-  - zasięg zanieczyszczeń 0 - 6,5 m p.p.t
-  - lokalizacja otworów badawczych



Mapa – synteza badania zanieczyszczeń terenu po nasycalni wykonana przez EKOLAB w 2009 r.





Pomysły gorsze, pomysły lepsze ...

W wyniku badań z roku 2009 zalecono, by teren o powierzchni 16 ha wykopać do głębokości ok. 4 metrów i skażoną ziemię wywieźć. Nie podano dokąd.

Dałoby to objętość gruntu – **640 000 m³**, czyli ponad **1 milion ton** ziemi

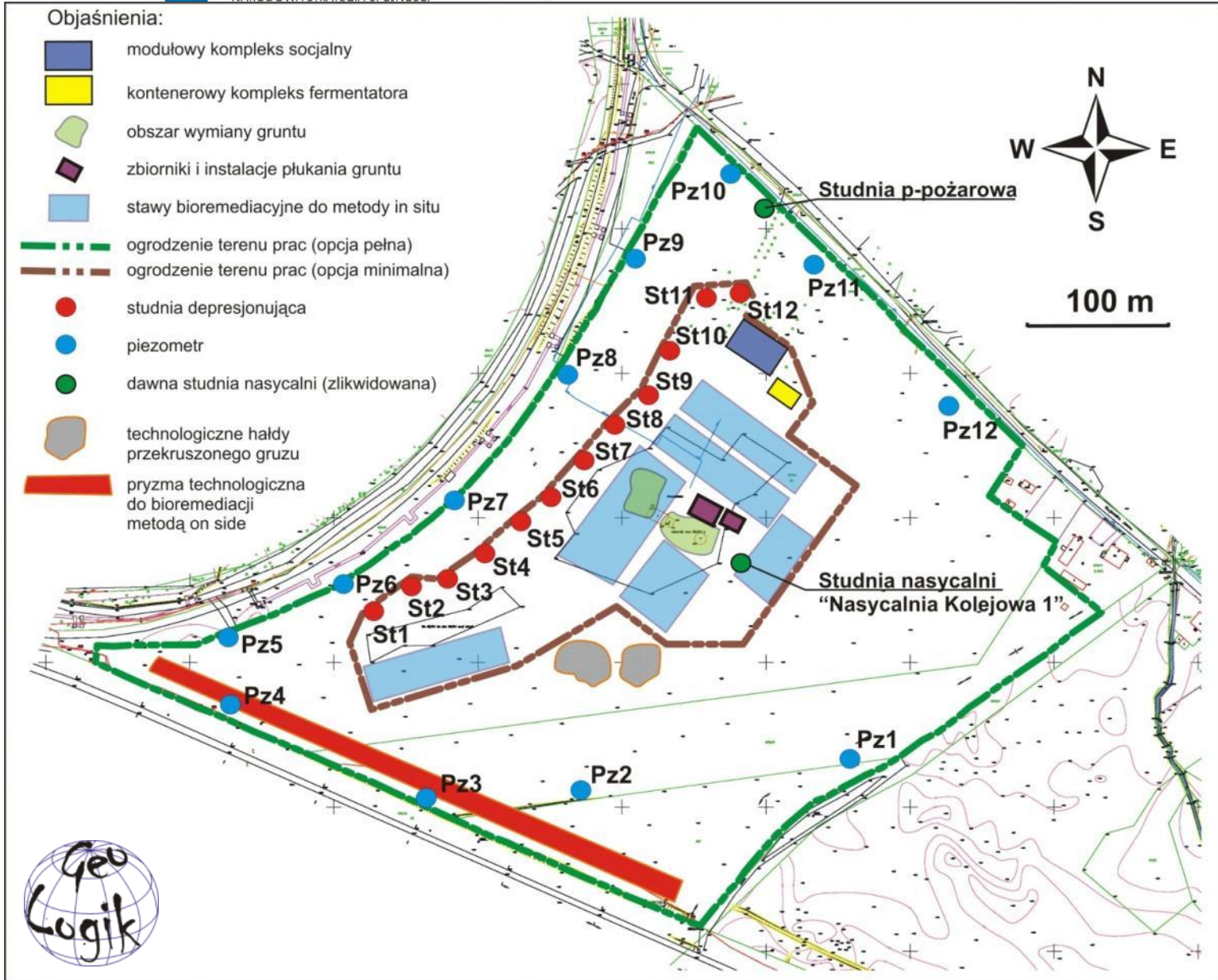
Aby to przewieźć, należałoby użyć **54 tysiące ciężarówek** o ładowności 20 ton każda

Aby ta ilość samochodów przejechała 50 + 50 km, trzeba zużyć ok. **1 milion litrów paliwa**

1 litr ON = 5,19 zł

W roku 2011 rozpoczęto prace koncepcyjne nad projektem rekultywacji terenu na miejscu (in situ) z wykorzystaniem kilku metod, jak:

- separacja odpadów,
- pranie gruntu
- biodegradacja związków organicznych



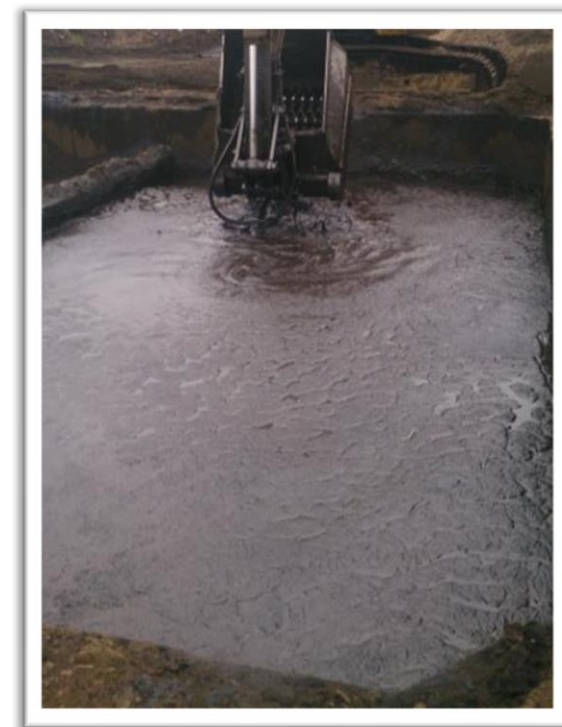
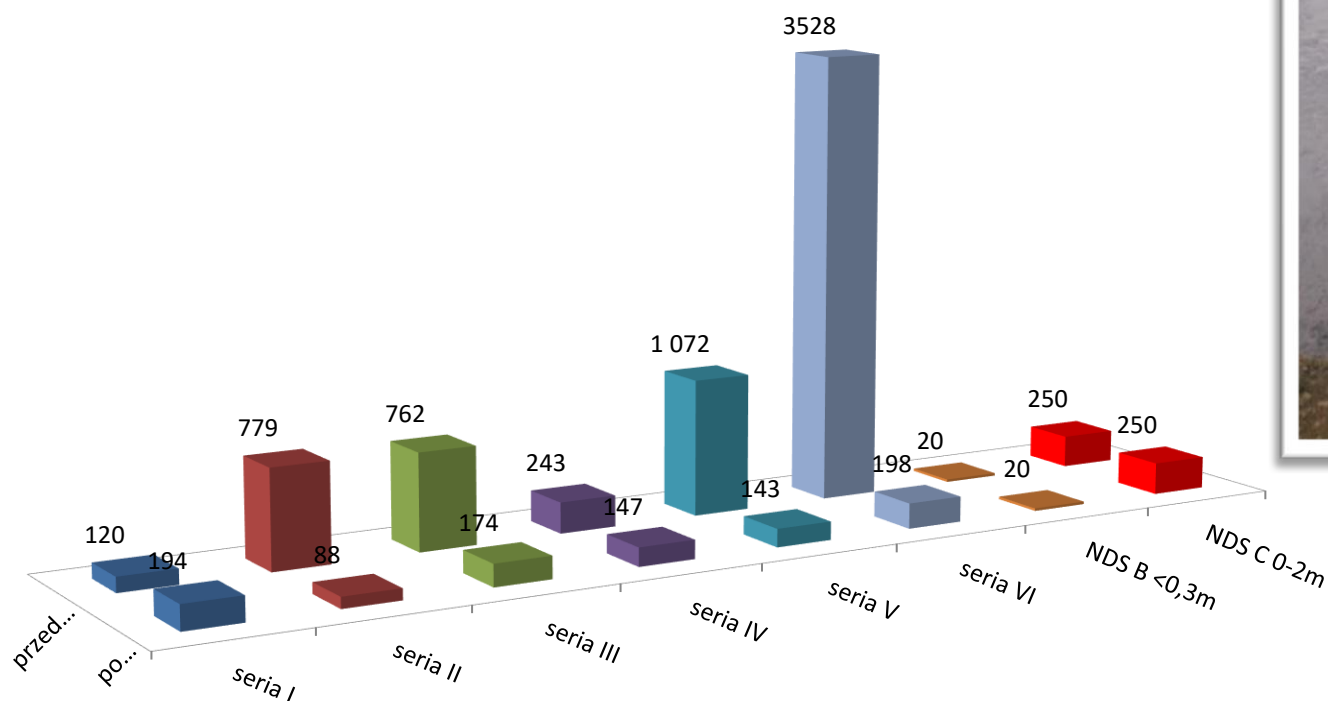
Rekultywacja in situ (2013-2016)





Testy skuteczności mechanicznego czyszczenia gruntu z różnych serii (miejs): badanie stężeń 10 WWA

Średnie stężenia WWA w gruncie przed i po płukaniu [mg/kg]



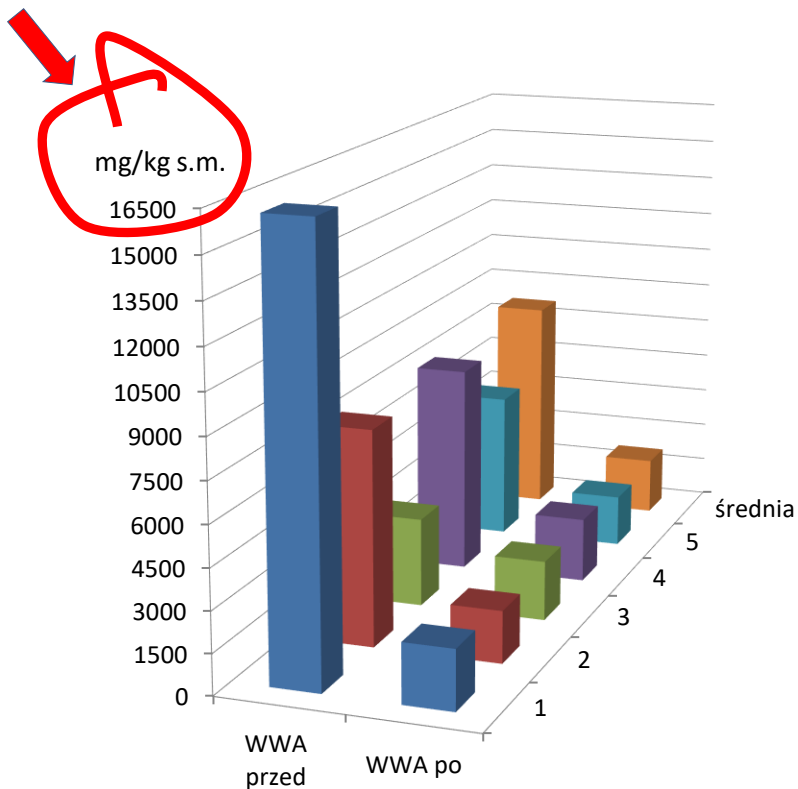
Test - sierpień 2014



Testy skuteczności prania gruntów w centrum skażenia - WWA

Skala skażenia !!

Test – kwiecień 2016



**redukcja stężeń wg średniej :
73.7 %**



Na granicy starego i nowego, czyli przed i po praniu gruntu



Na granicy starego i nowego, czyli przed i po praniu gruntu





Lato 2016

Pozamiatane

... i rośnie

Lato 2017



Grunt uprany, a szlamy i ścieki usuwane do zagospodarowania według kodu odpadu



Grunt uprany, szlamy i ścieki



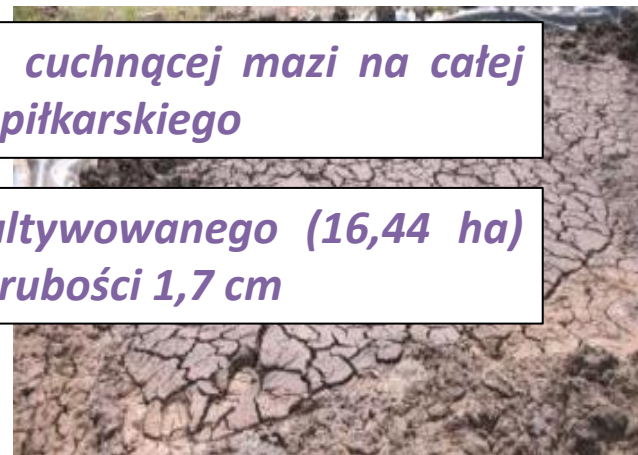
W latach 2013-2016 wyodrębniono niemal 4800 ton odpadów niebezpiecznych (głównie zatężone szlamy z olejem kreozotowym z procesu płukania gruntu)

Daje to objętość około 2800 m³ Ile to jest? Jak to sobie wyobrazić?

To objętość bloku mieszkalnego o wysokości 5 pięter i wymiarach podstawy 10 x 22,5 m

To warstwa o grubości 40 cm czarnej, cuchnącej mazi na całej powierzchni pełnowymiarowego boiska piłkarskiego

Na powierzchni naszego terenu zrekultywowanego (16,44 ha) utworzyłoby to toksyczny „dywanik” o grubości 1,7 cm





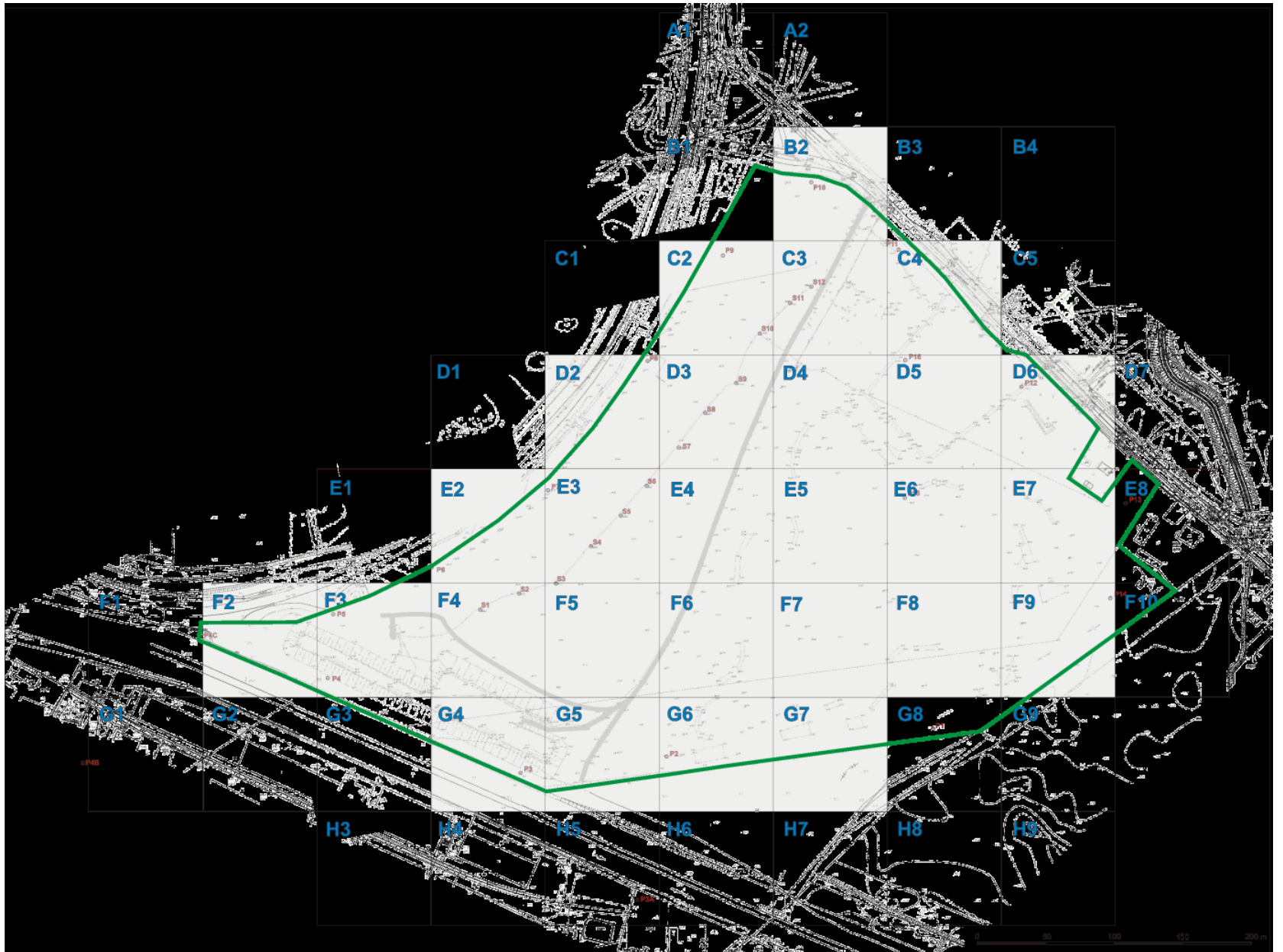
**INFRASTRUKTURA
I ŚRODOWISKO**
NARODOWA STRATEGIA SPÓJNOŚCI



SOLEC KUJAWSKI

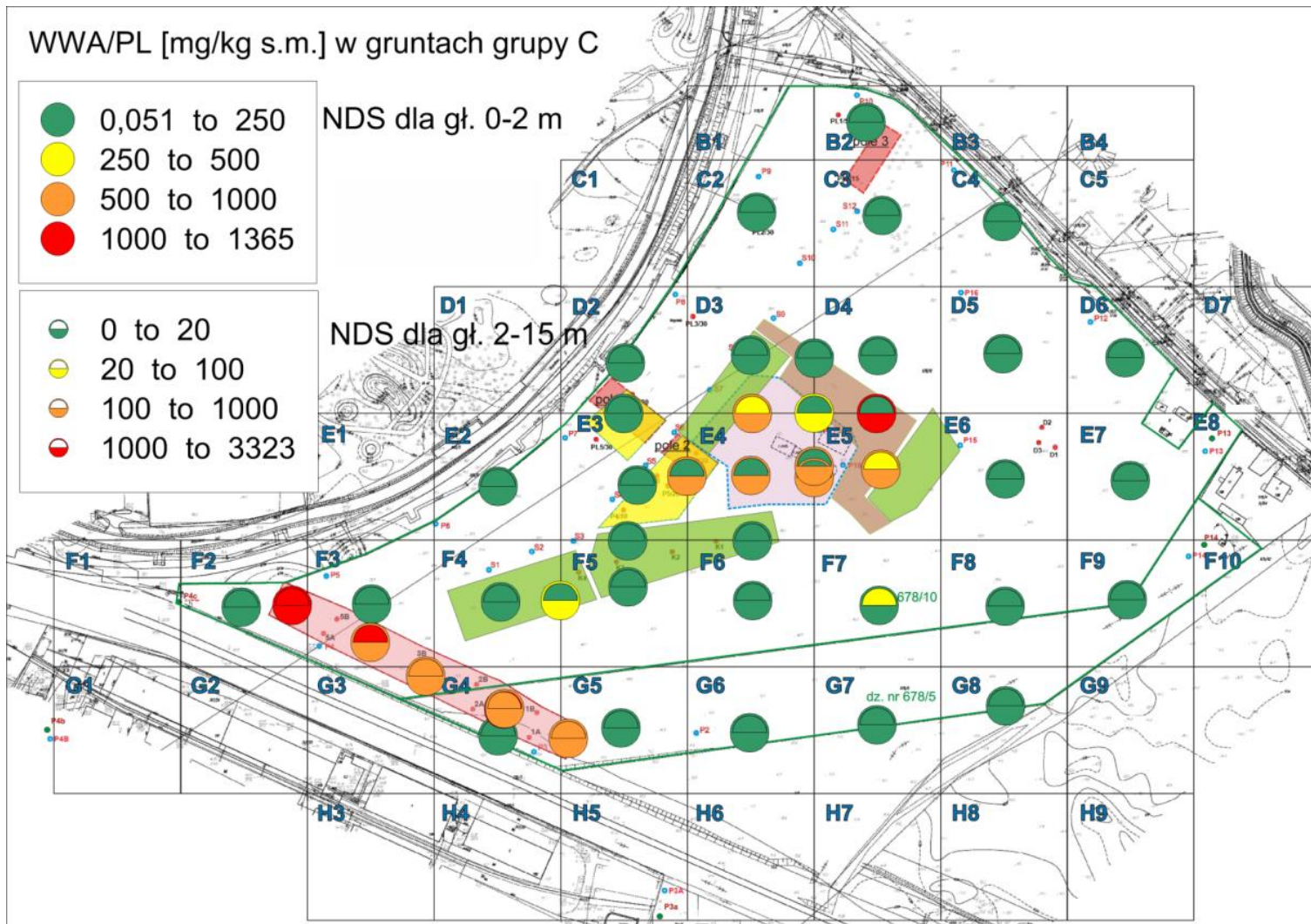
UNIA EUROPEJSKA
FUNDUSZ SPÓJNOŚCI





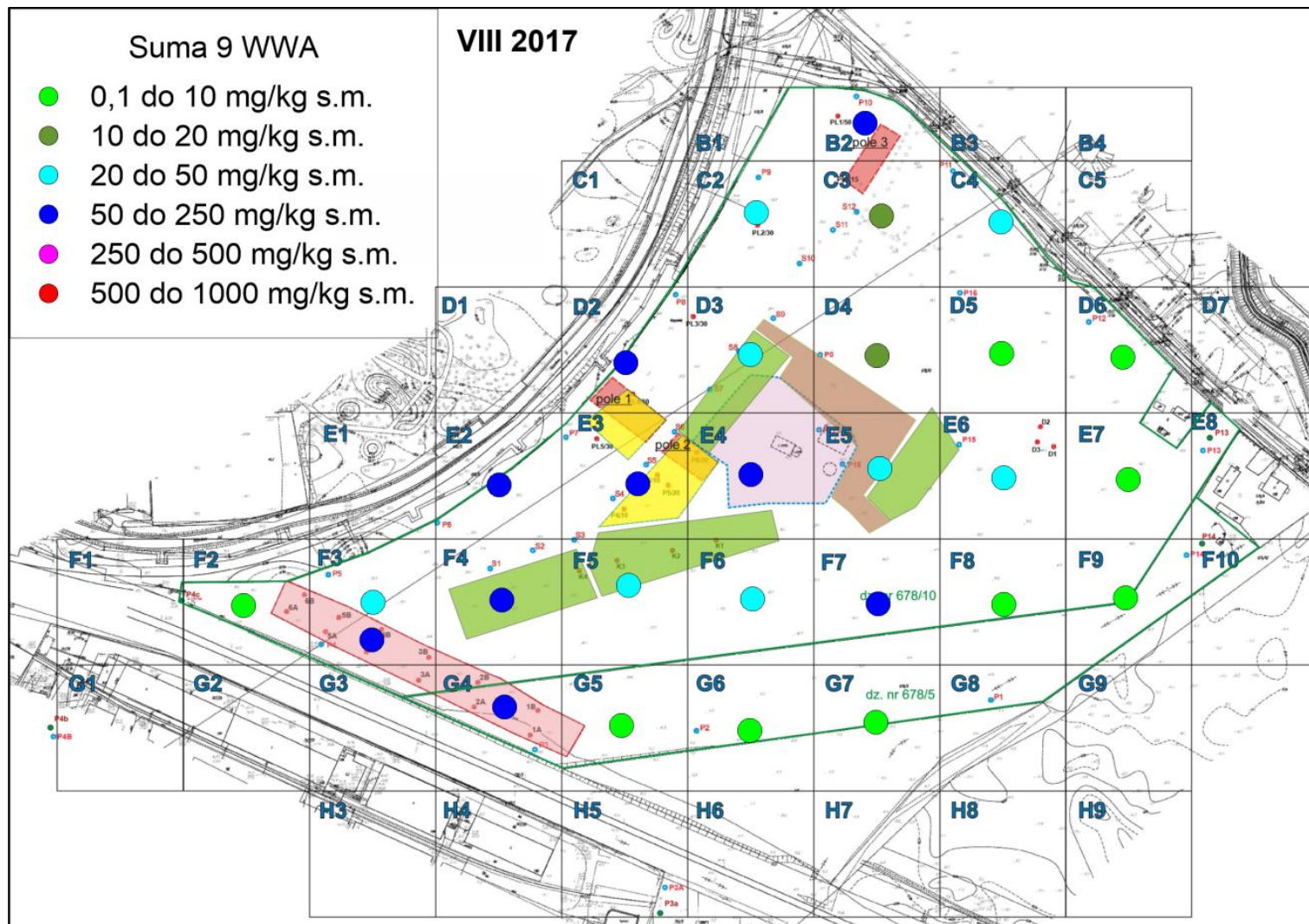


Kontrolne badania geochemiczne gruntu – sierpień 2016

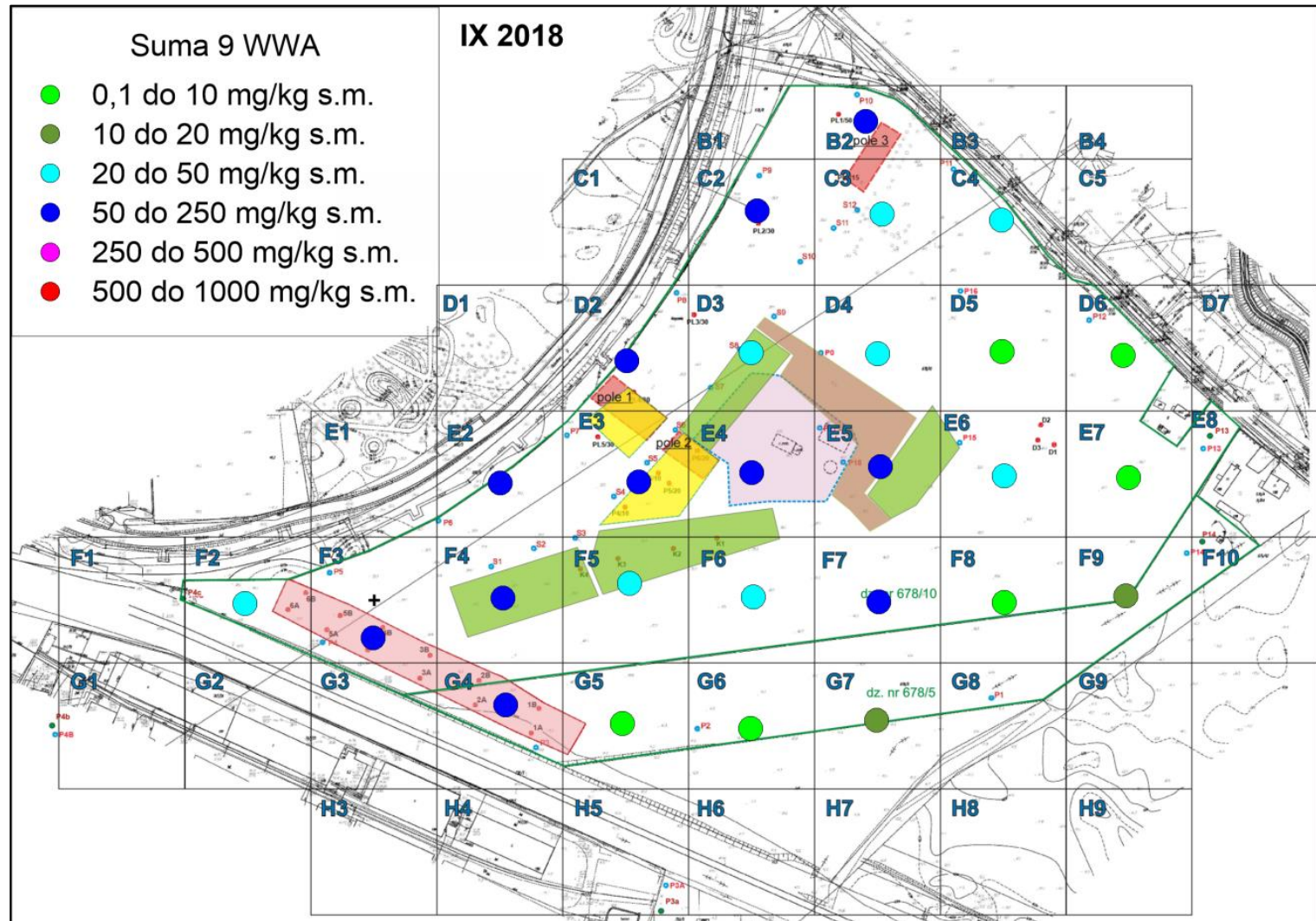


Projekt GreenerSites

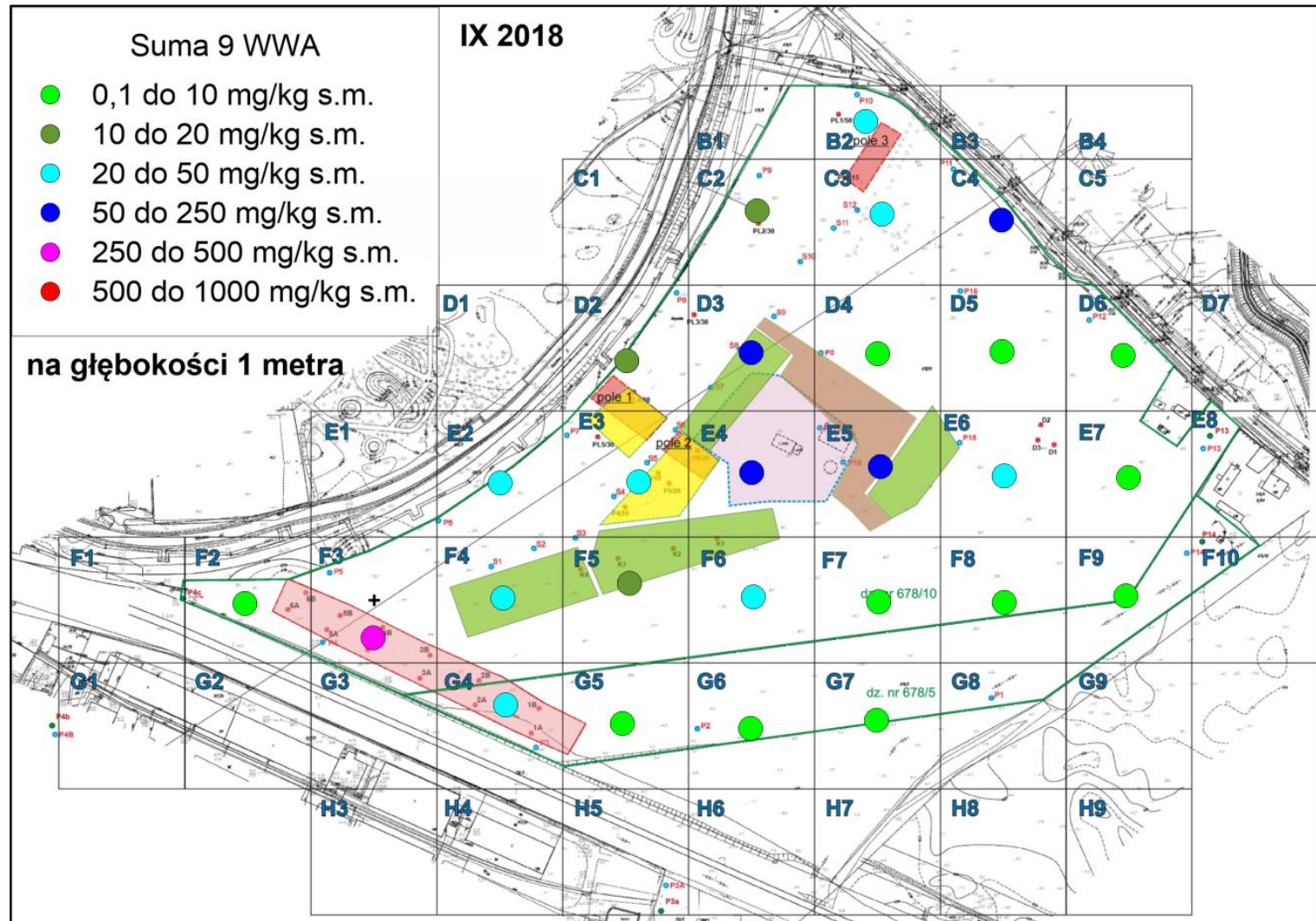
Mapa terenu badań z wynikami analiz próbek gleby z sierpnia 2017 r.

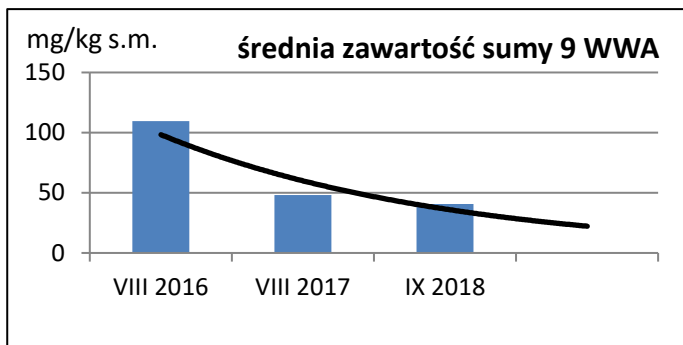


Mapa terenu badań z wynikami analiz próbek gleby z września 2018 r.



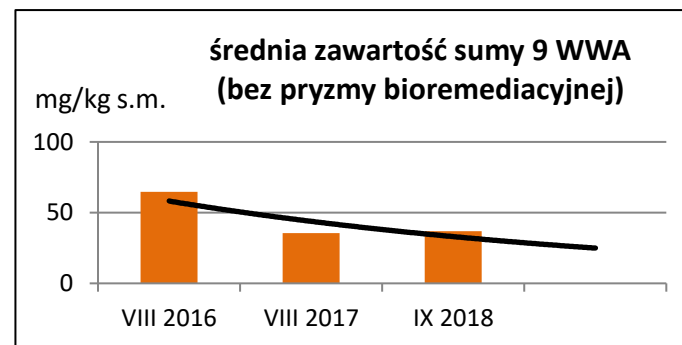
Mapa terenu badań z wynikami analiz próbek z głęb. 1 m (wrzesień 2018 r.)



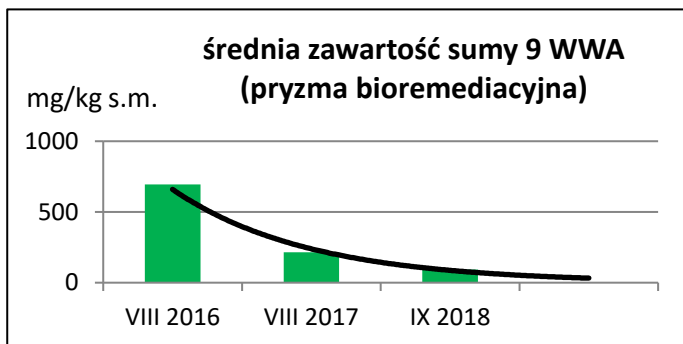


Średnie stężenia sumy WWA w latach 2016-2018 oraz krzywa trendu dla całego badanego obszaru dawnej nasycalni

Średnie stężenia sumy WWA w latach 2016-2018 oraz krzywa trendu dla całego badanego obszaru dawnej nasycalni z wyłączeniem próbek z przyzmy bioremediacyjnej



Średnie stężenia sumy WWA w latach 2016-2018 oraz krzywa trendu dla obszaru przyzmy remediacyjnej



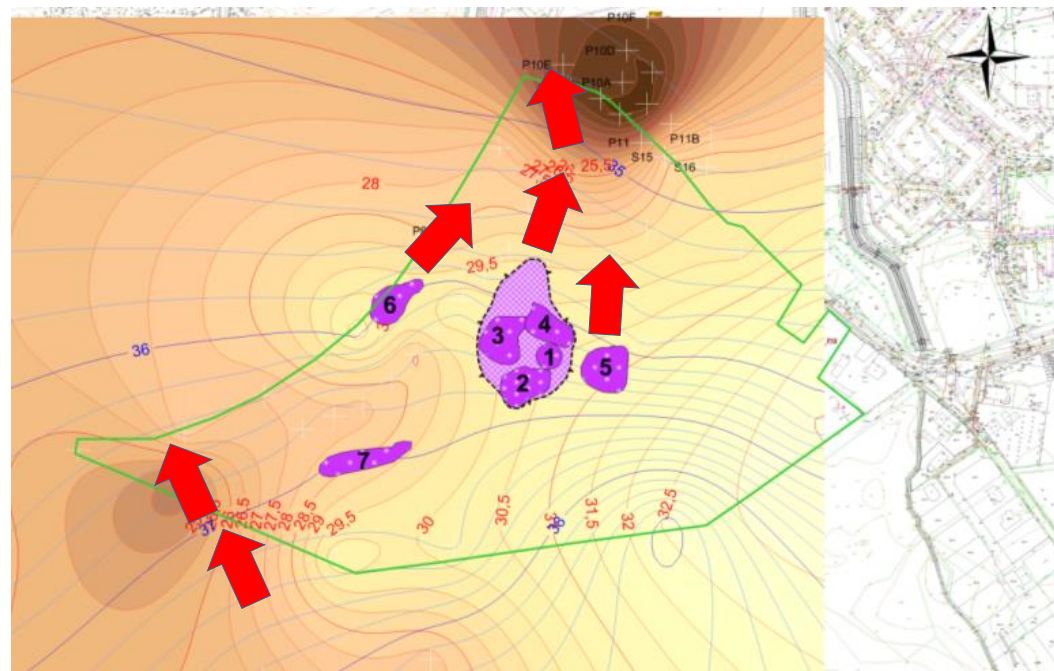
Lokalizacja głębokich ognisk zanieczyszczeń

Jednym z najważniejszych zadań projektu GreenerSites w Solcu Kujawskim była diagnoza rodzaju zanieczyszczenia wód podziemnych, monitoring stężeń zanieczyszczeń, rozpoznanie dróg migracji, skład zanieczyszczeń itp. oraz opracowanie sposobu zatrzymania i eliminacji zanieczyszczeń.

W tym celu dwuetapowo rozbudowano sieć otworów obserwacyjnych i rozszerzono obszar monitoringu wód podziemnych.

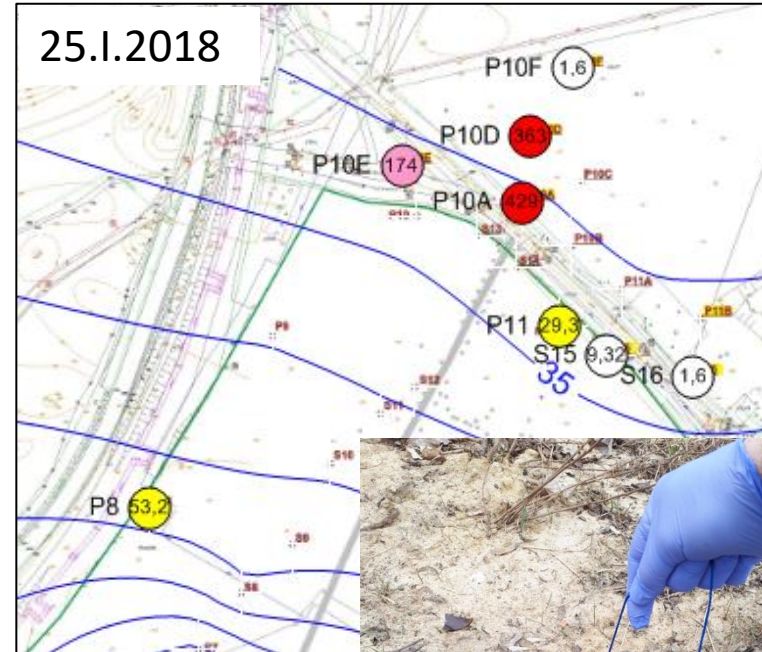
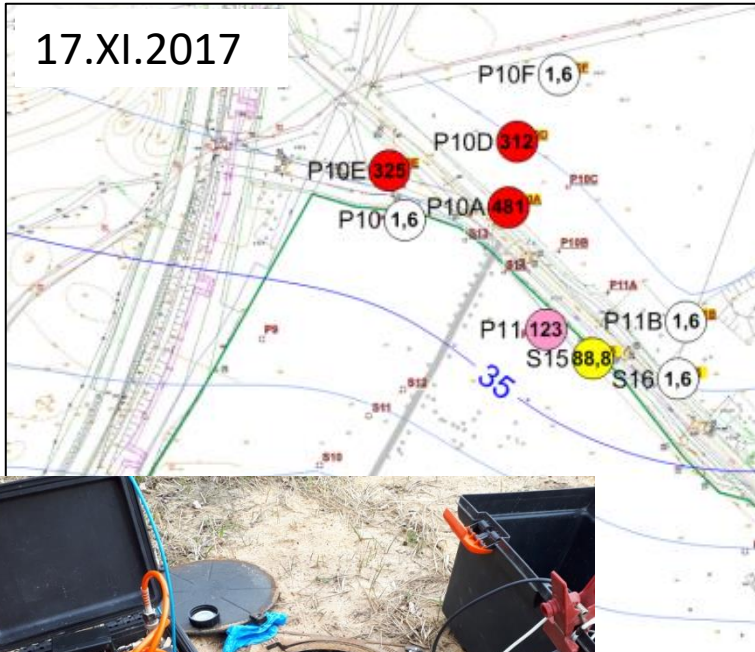
Opróbowanie i badania wód prowadzono metodami standardowymi (klasyczne analizy pobranych próbek wód) oraz metodami innowacyjnymi (próbniaki pasywne – dozymetry ceramiczne).

Ogniska zanieczyszczeń ze strefy niezawodnionej zostały usunięte podczas prac rekultywacyjnych. Jednak ciągłym problemem jest migracja zanieczyszczeń w strefie zawodnionej i tzw. wtórne ogniska.



Jak określić drogi migracji i rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w wodach podziemnych ?

Metody badań zanieczyszczeń w wodach podziemnych

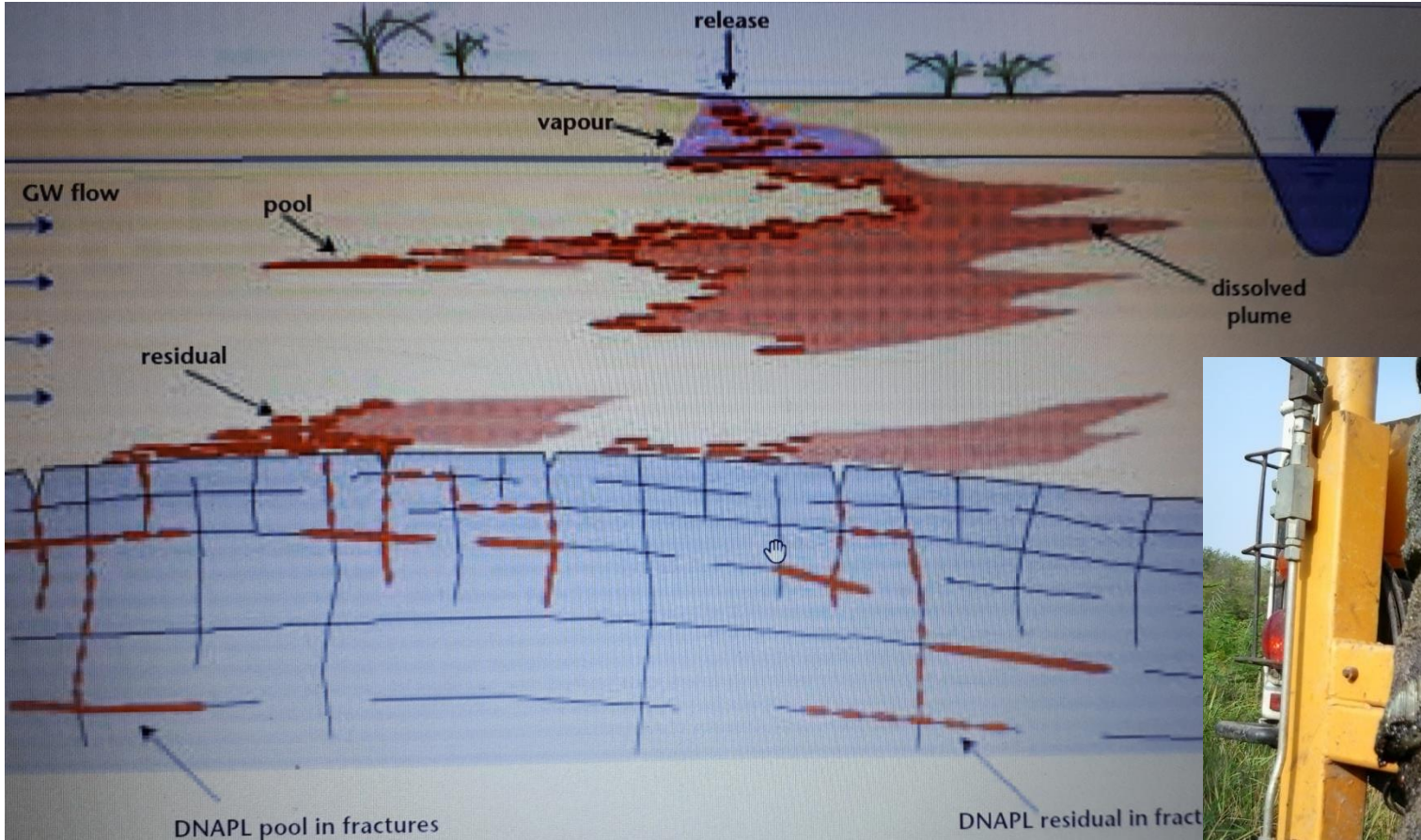


Metody klasyczne



Opróbowanie pasywne

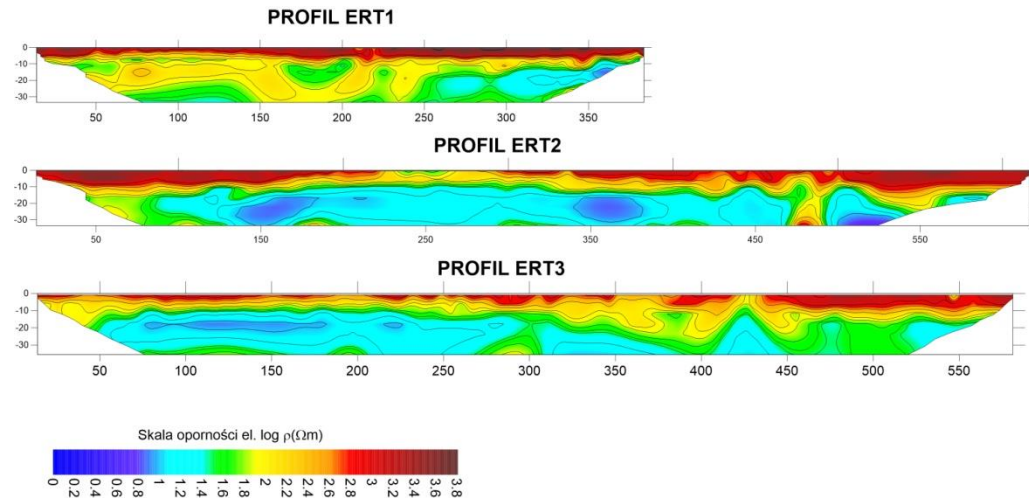
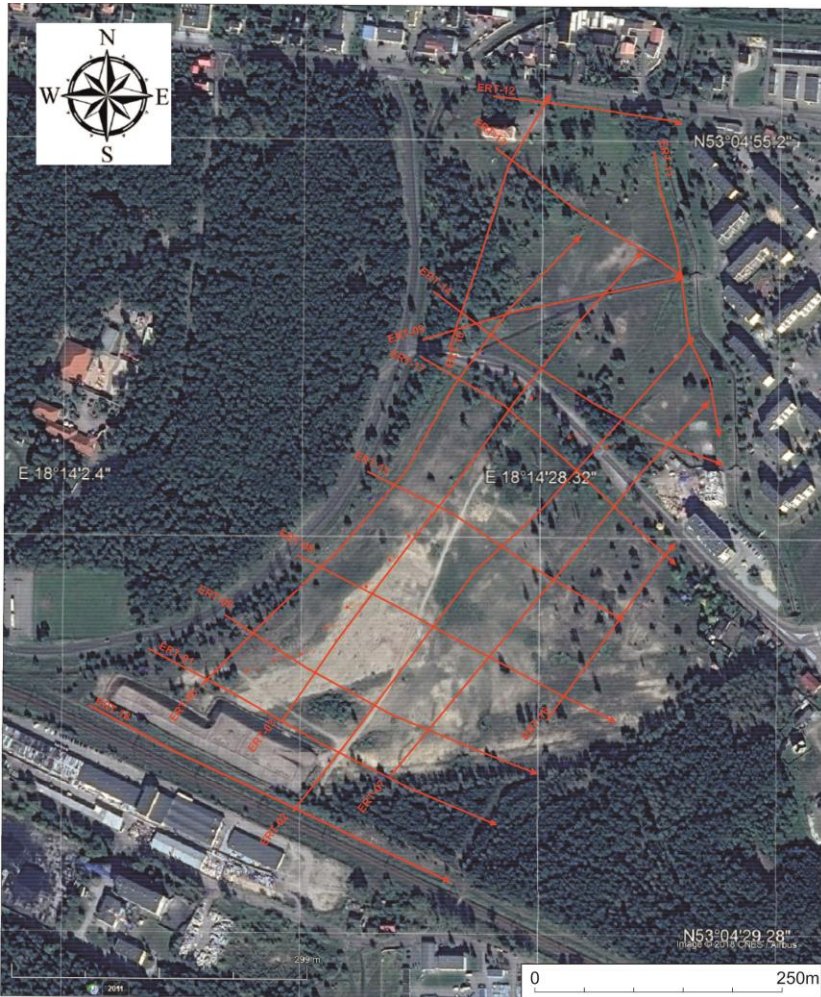
Teoria – istotne różnice w lokalizacji zanieczyszczeń środowiska gruntowo-wodnego mieszaniną węglowodorów typu olej kreozytowy



Migracja ciężkiej niewodnej fazy ciekłej (DNAPL)
– model konceptualny (Pankow & Cherry, 1996)

Jak określić drogi migracji i rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w wodach podziemnych –

Badania geofizyczne (tomografia elektrooporowa) – pogrzebana morfologia warstwy nieprzepuszczalnej



Jak określić drogi migracji zanieczyszczeń w strefie saturacji?

Badania geofizyczne (tomografia elektrooporowa) – pogrzebana morfologia warstwy nieprzepuszczalnej

Zasada aktualizmu geologicznego

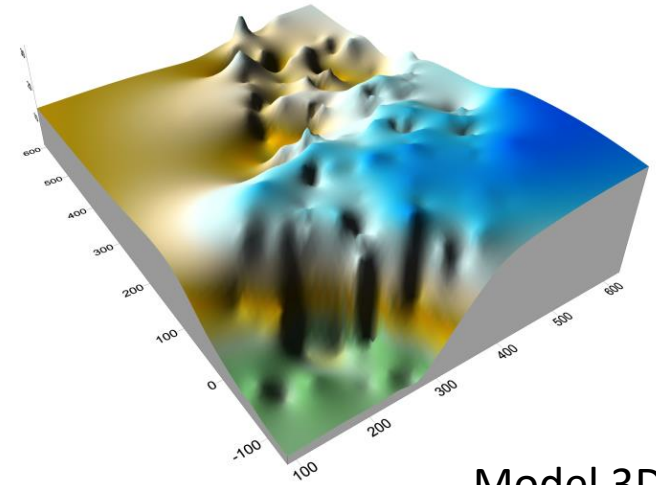
Krajobraz erozyjny w Parku Narodowym Badlands w Południowej Dakocie (USA). Kadr z filmu J. Johnreau promującego Park Narodowy Badlands



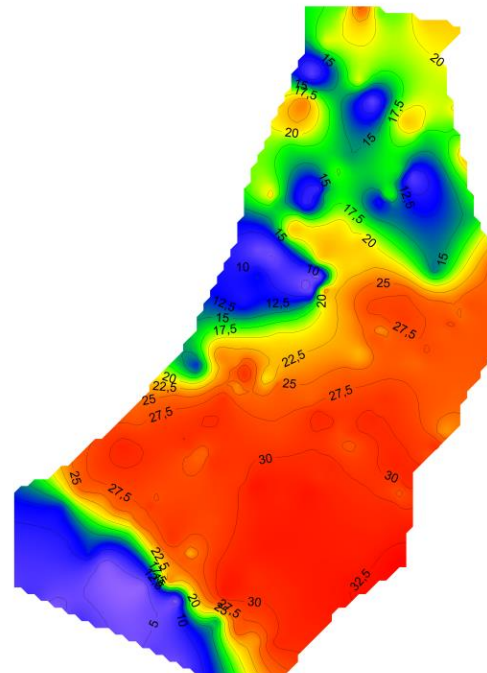
Współczesny krajobraz erozji bezleśnego obszaru w dolinie rzeki Naryn w zachodnim paśmie Tien-Szan w Kirgistanie. Fot. K. Mikhailov, Minden Pictures



90770516 © Konstantin Mikhailov / NPL / Minden Pictures



Model 3D



Mapa ukształtowania i głębokości stropu osadów nieprzepuszczalnych (iłów preglacjalnych)

Interreg

CENTRAL EUROPE



GreenerSites

European Union
European Regional
Development Fund

TAKING
COOPERATION
FORWARD



Konferencja Projektu GreenerSites - Solec Kujawski, 29 lipca 2019



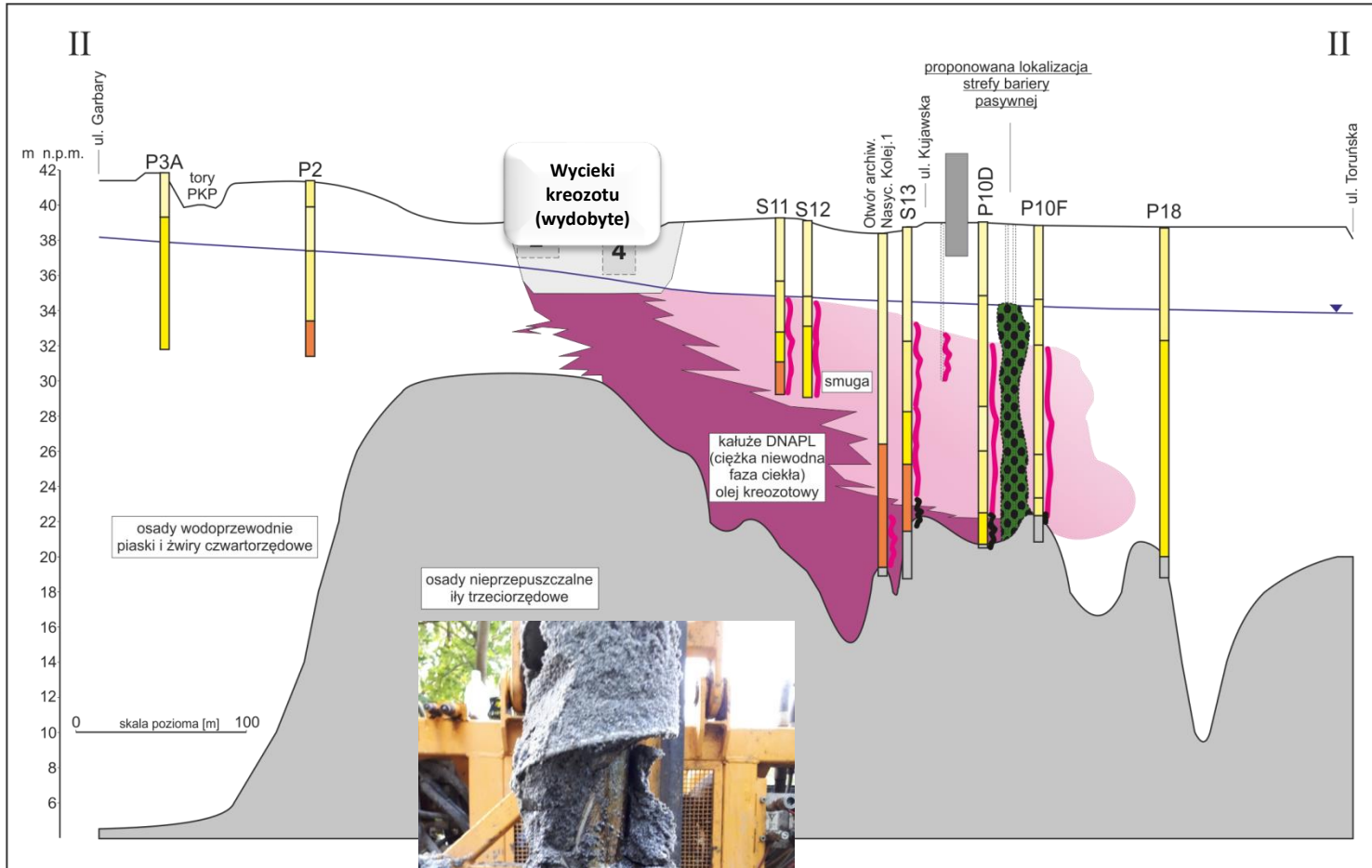
Podsumowanie wyników badań i rekomendowana metoda unieszkodliwiania zanieczyszczeń migrujących w wodach podziemnych



Wojciech Irmiński

Jak określić drogi migracji i rozprzestrzenianie się zanieczyszczeń w wodach podziemnych ?

Przekroje hydrogeologiczne



Objaśnienia :

S13 nazwa otworu (studni, piezometru lub wiercenia)

Litologia i geneza:

- piaski drobnoziarniste i pylaste (głównie osady eoliczne)
- piaski średnioziarniste (głównie osady rzeczne)
- piaski gruboziarniste i różnoziarniste (osady rzeczne)
- pospółki, żwiry i otoczaki (osady rzeczne i residua)
- iły szare i szaro-niebieskie (osady głębokomorskie trzeciorzędowe - w czwartorzędzie silnie zerodowane)

Zanieczyszczenia osadów w materiale wiertniczym (organoleptycznie) oraz interpretacja:

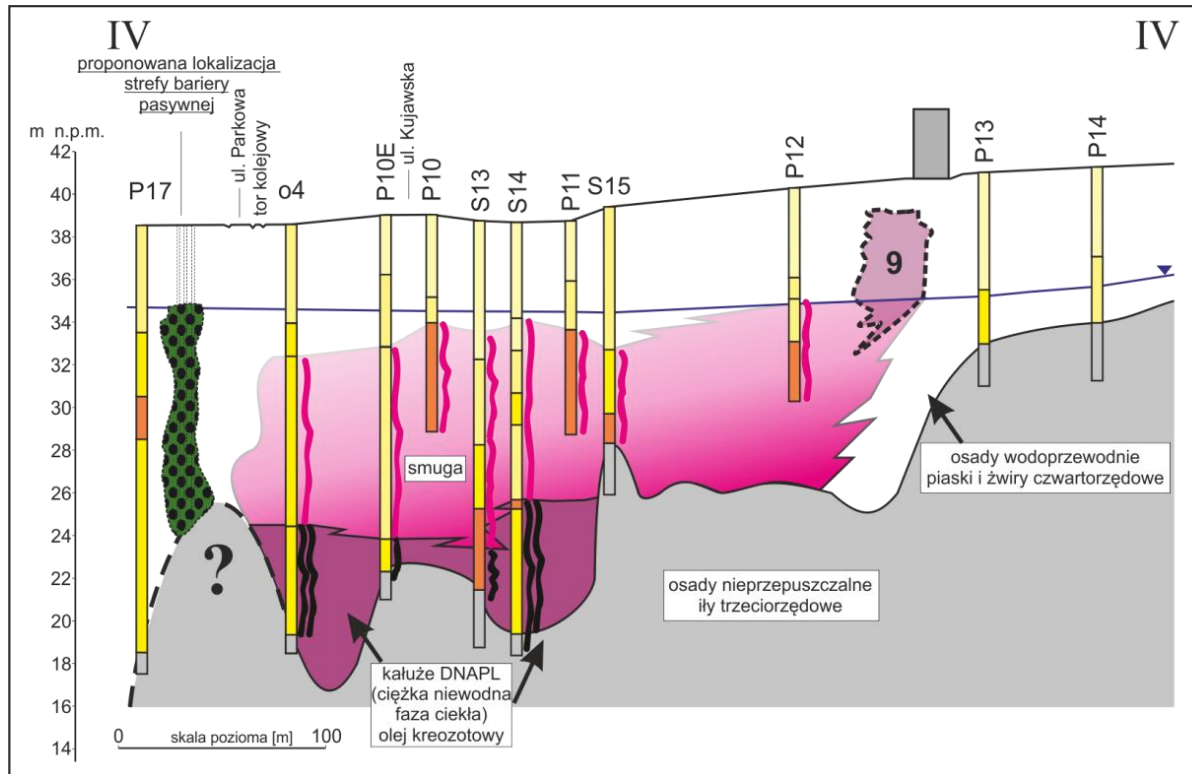
- wyczuwalne zanieczyszczenie węglowodorami osadu w profilu (interpretowane jako strefa smugi)
- widoczne zanieczyszczenie olejem osadu w profilu (interpretowane jako strefa DNAPL)
- widoczne bardzo silne zaolejenie osadu (interpretowane jako strefa DNAPL)

Jak określić optymalną strategię remediacji ?

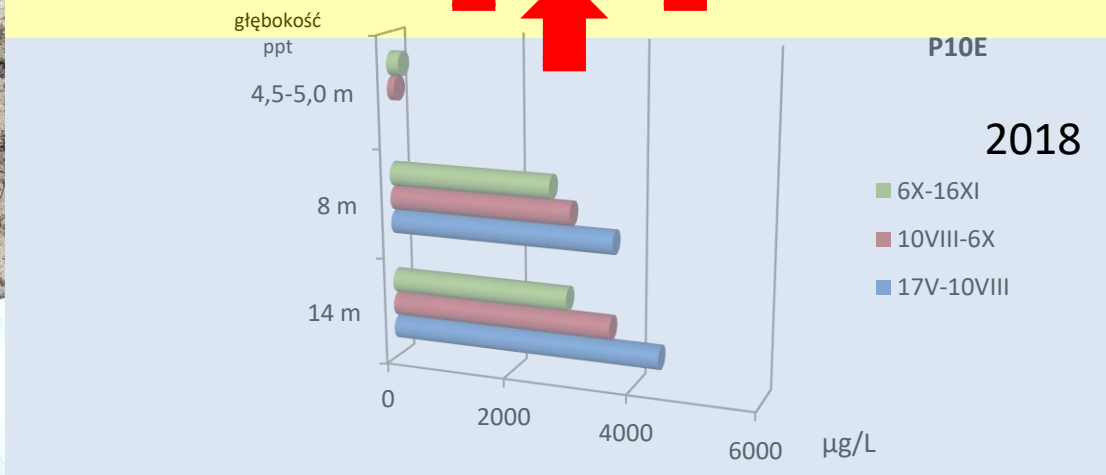
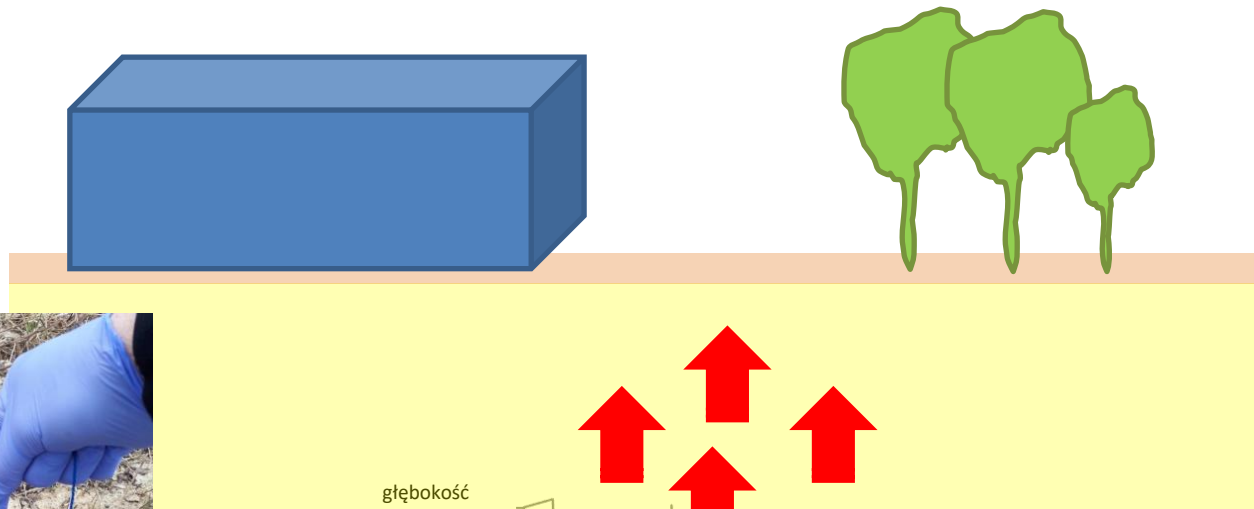
Finalna koncepcja remediacji

Półprzepuszczalna samoodnawialna bariera nanowęglowa w strefie saturacji

Rozwiązanie długoterminowe

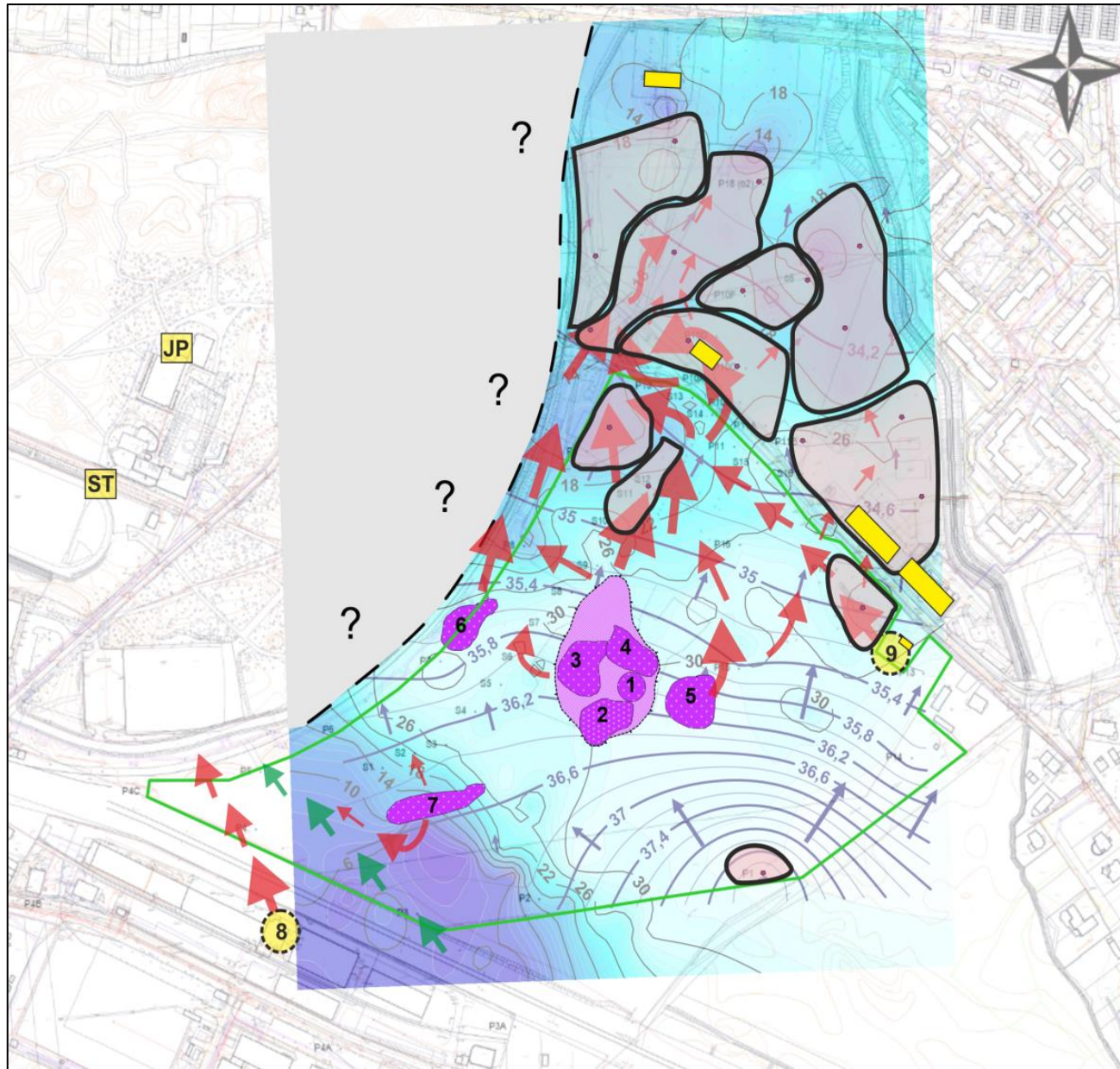


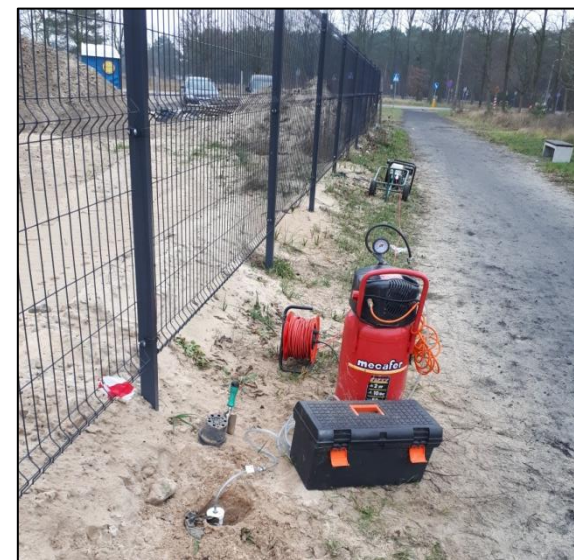
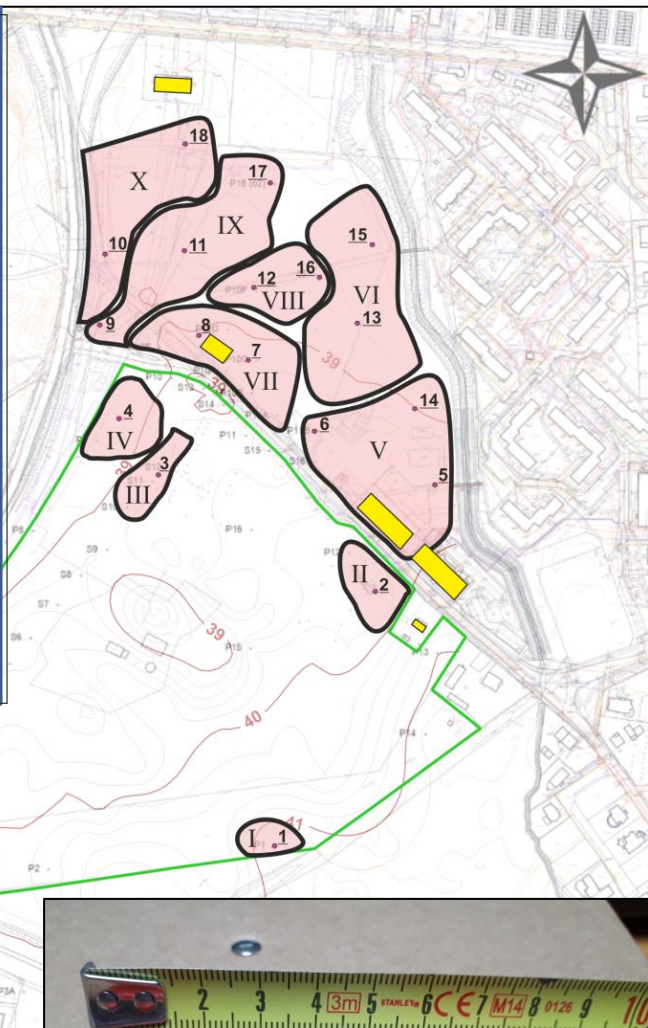
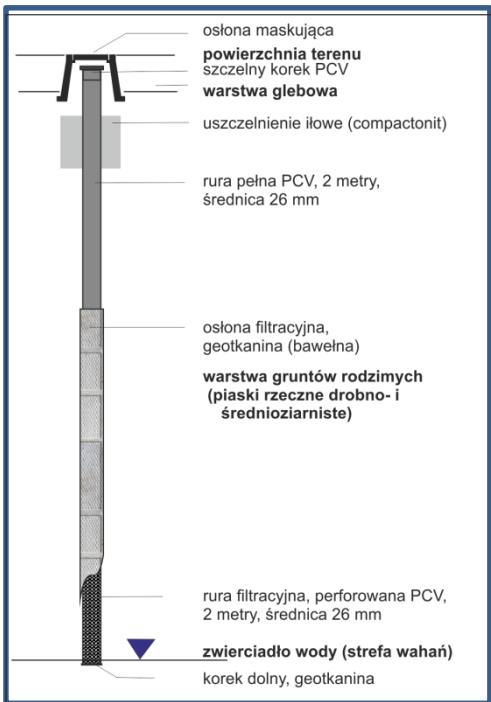
Dlaczego badać powietrze gruntowe? (Atmogeochemia)



Suma
WWA

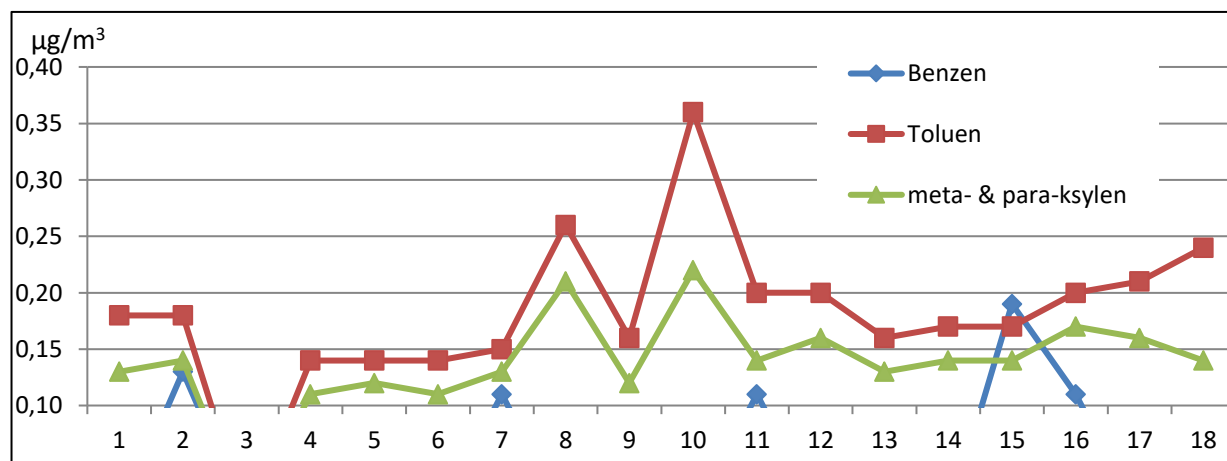
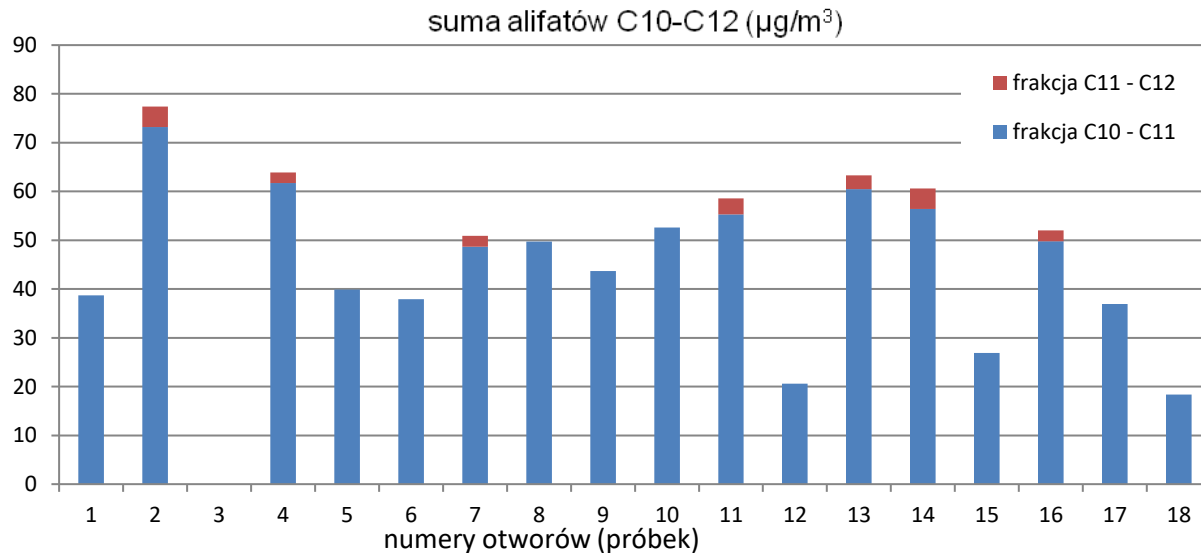
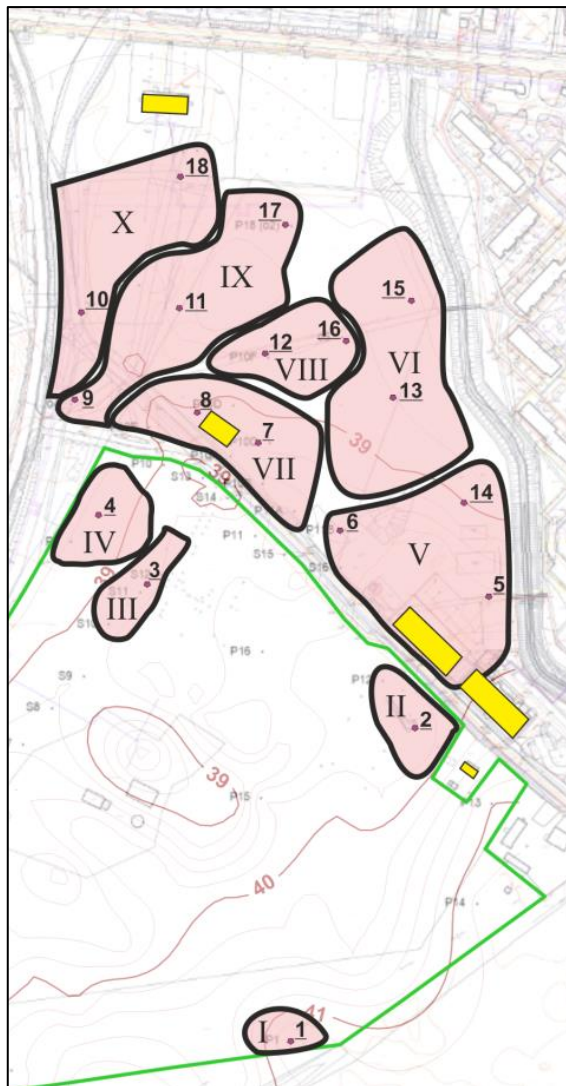
Propozycja lokalizacji badań atmogeochemicznych w kontekście wyników projektu GreenerSites





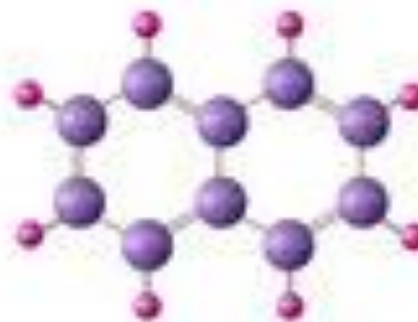
Diagnoza związków organicznych w badanych próbkach powietrza gruntowego:

niemal brak arenów, są alifaty



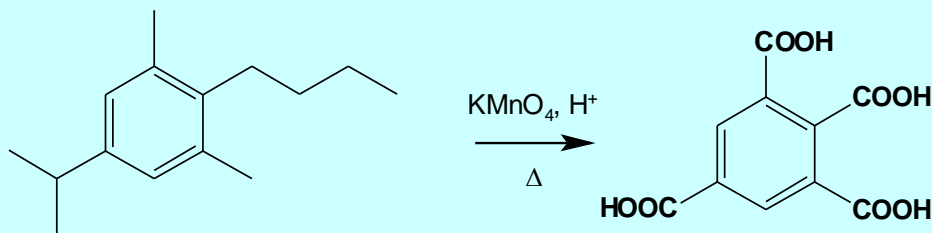
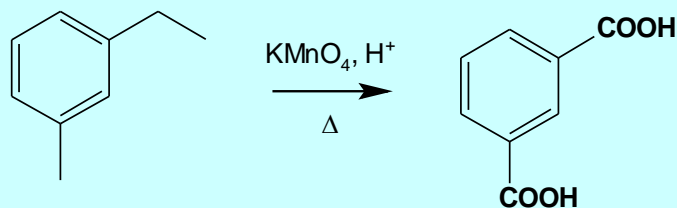


Benzene
 C_6H_6



Naphthalene
 $C_{10}H_8$

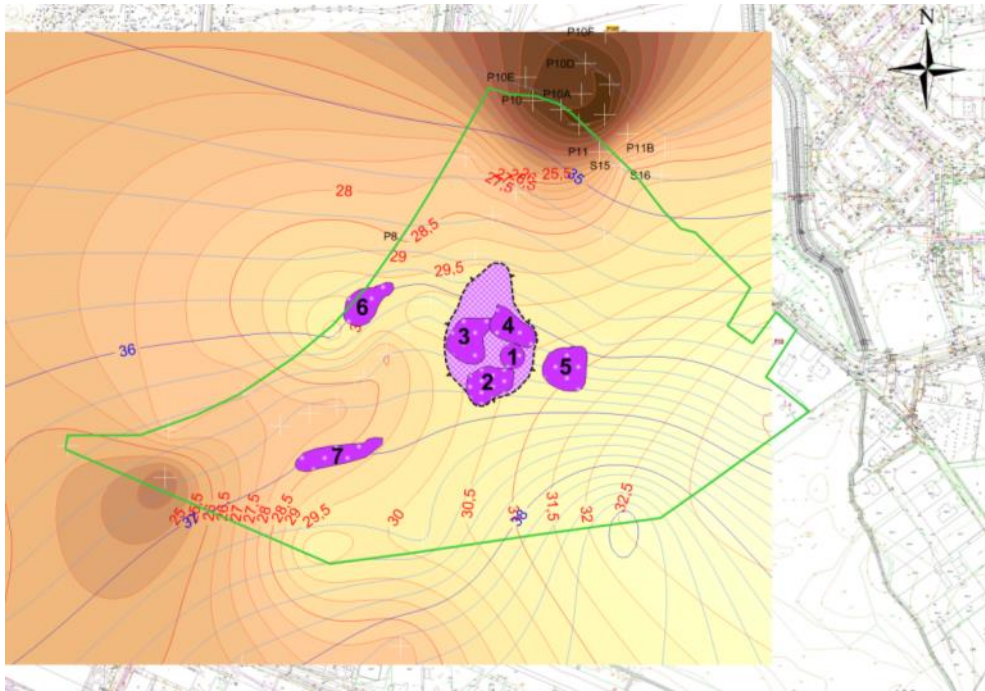
W warunkach wyczerpującego utleniania alifatycznych pochodnych węglowodorów aromatycznych następuje całkowite utlenienie łańcucha bocznego takiego związku do odpowiedniego kwasu karboksylowego, z grupą karboksylową związaną bezpośrednio z pierścieniem (niezależnie od długości łańcucha bocznego) w miejscu, w którym obecny był łańcuch boczny takiej pochodnej. Reakcja wymaga ostrych warunków ($KMnO_4$ w środowisku kwaśnym, długotrwałe ogrzewanie) i może prowadzić do otrzymania kwasów posiadających wiele grup karboksylowych, o ile wyjściowy węglowódor posiadał więcej niż jeden łańcuch boczny.:



Wnioski z badań atmogeochemicznych na obszarze inwestycyjnym przy ul. Kujawskiej

- Najbardziej prawdopodobny scenariusz zaniku organicznych związków aromatycznych – składników oleju kreozytowego, który zanieczyścił środowisko gruntowo-wodne – to efektywne działanie mikroorganizmów tlenowych na granicy strefy zawodnionej i napowietrzonej, tj. na gł. ok. 4 m p.p.t.
- Możliwym produktem biodegradacji związków aromatycznych (BTEX i naftalenu) są związki alifatyczne z frakcji C10-C12 (tylko ta frakcja jest wykrywana, jest to jeszcze frakcja lotna).
- Zawartość związków alifatycznych stwierdzona w próbkach powietrza gruntowego nie stanowi zagrożenia dla stałego pobytu ludzi na tym terenie, w tym **nie wymaga stosowania specjalnych zabezpieczeń w procesach budowlanych.**

Praktyczne efekty działań rekultywacyjnych i remediacji



Utworzono bezpieczną pryzmę bioremediacyjną
- jednocześnie jest to bariera akustyczna dla tego terenu.

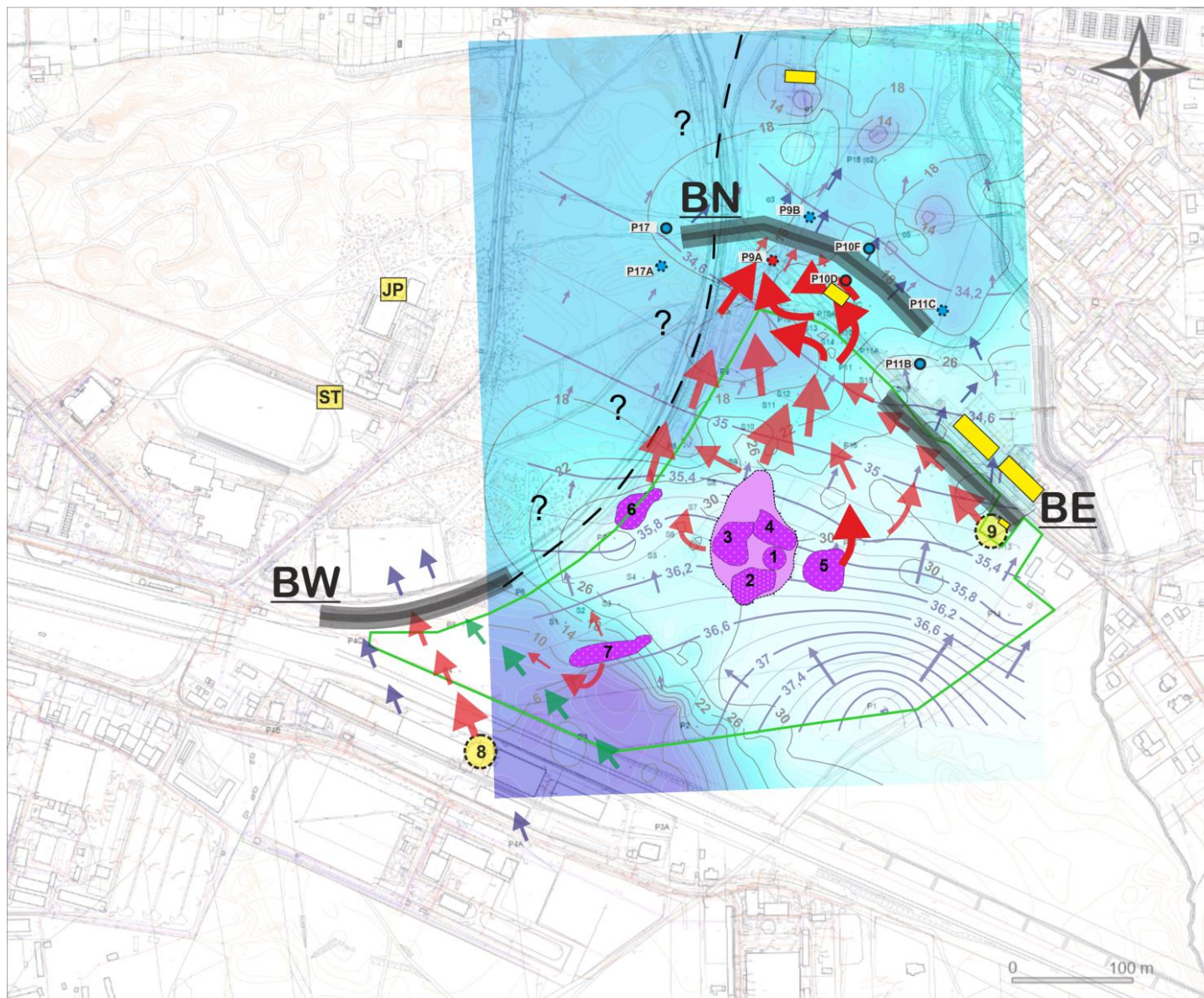
Usunięto główne ogniska zanieczyszczeń ze strefy niezawodnionej.

Przeprowadzono rekultywację terenu:
usunięto gruby i średni gruz,
wymieniono ziemię tam, gdzie to było niezbędne,
zmniejszono ilość zanieczyszczeń,
zachowano większość istniejących drzew.

Wprowadzono nowy, przejściowy sposób zagospodarowania działek, nowe ukształtowanie powierzchni,
wybudowano drogę techniczną,
zasadzono drzewa i krzewy,
zasiano trawę.

Finalna koncepcja remediacji

Koncepcja konstrukcji i lokalizacji 3 barier z cząsteczek nanowęgla



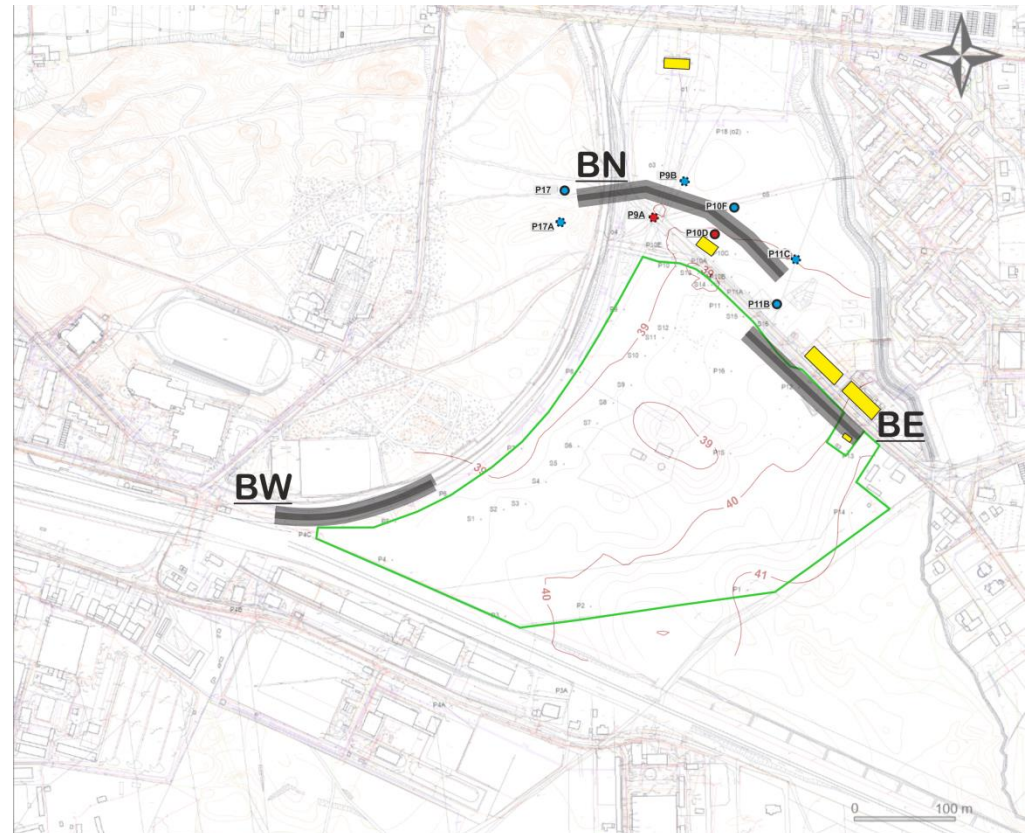
Podsumowanie

Rekultywacja terenu oraz remediacja wód podziemnych są metodami komplementarnymi, co jest konieczne przy takim typie budowy geologicznej oraz licznych poziomach zanieczyszczenia środowiska gruntowo-wodnego.

Istniejący system monitoringu jest gotowy do użycia w przypadku wdrożenia **metody pasywnych barier półprzepuszczalnych**.

Przetestowano **metodę długookresowego monitoringu** jakości wód podziemnych.

Wskazano inne ogniska zanieczyszczeń zw. organicznymi zlokalizowane poza terenem dawnej nasycalni



Wykorzystane w prezentacji materiały zostały wytworzone w wyniku projektów finansowanych ze środków własnych Miasta i Gminy Solec Kujawski oraz funduszy Unii Europejskiej takich jak:

*Fundusz Spójności,
projekt HOMBRE 7PR UE,
projekt GreenerSites.*

Wykorzystano materiały archiwalne będące w dyspozycji Gminy Solec Kujawski oraz historyczne fotografie ze zbiorów Muzeum im. Księcia Przemysła w Solcu Kujawskim.

Dziękuję za uwagę

dr Wojciech Irmiński

