



Remediacja – słów kilka

Szczecin 19.01.2017

Krystian Binder

SOIL DIVISION

UNE SOCIÉTÉ DE  SOLETANCHE FREYSSINET

Powiązania biznesowe



SOLETANCHE FREYSSINET



FREYSSINET



MENARD



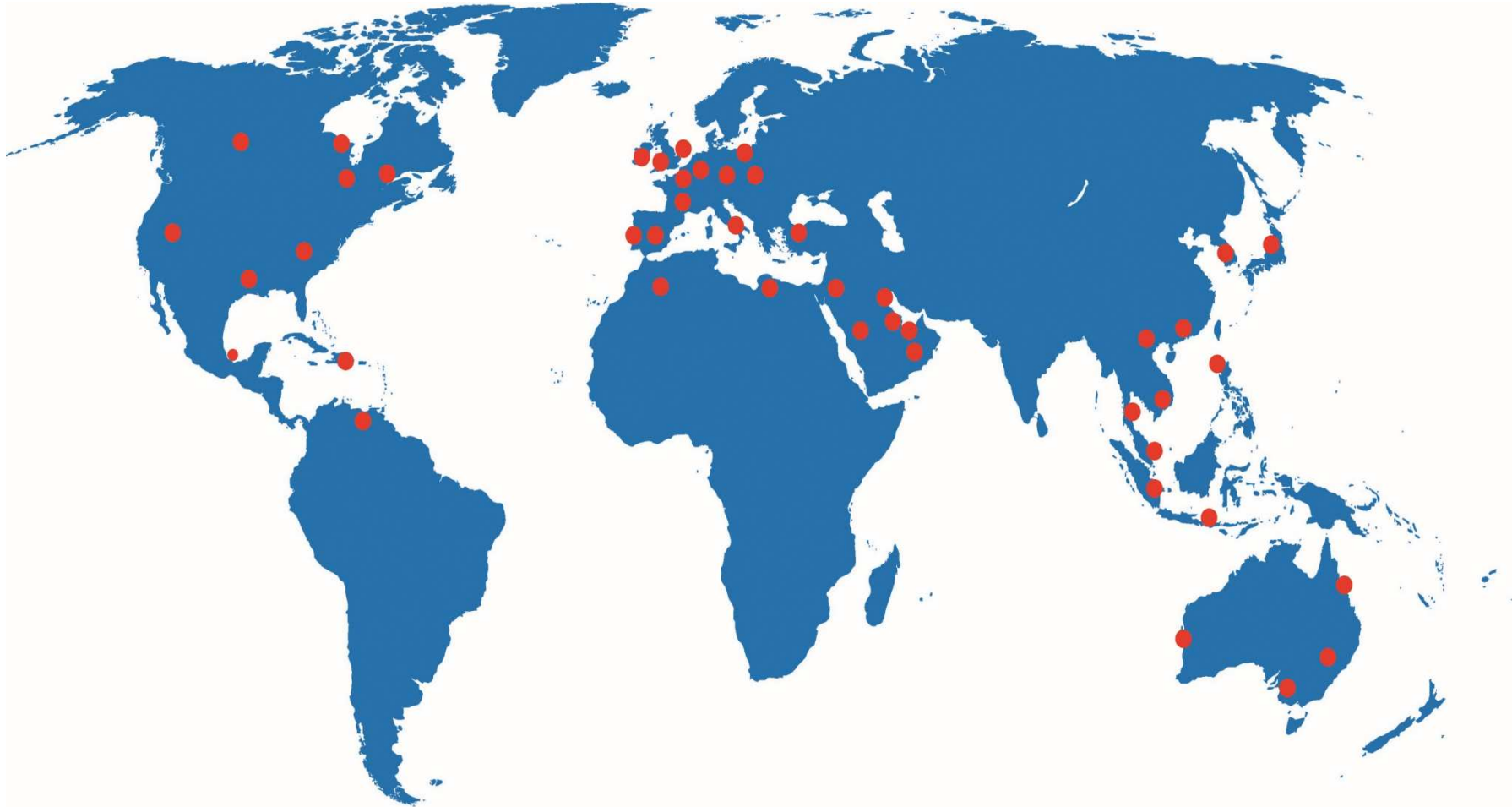
SOLETANCHE POLSKA



SOIL DIVISION

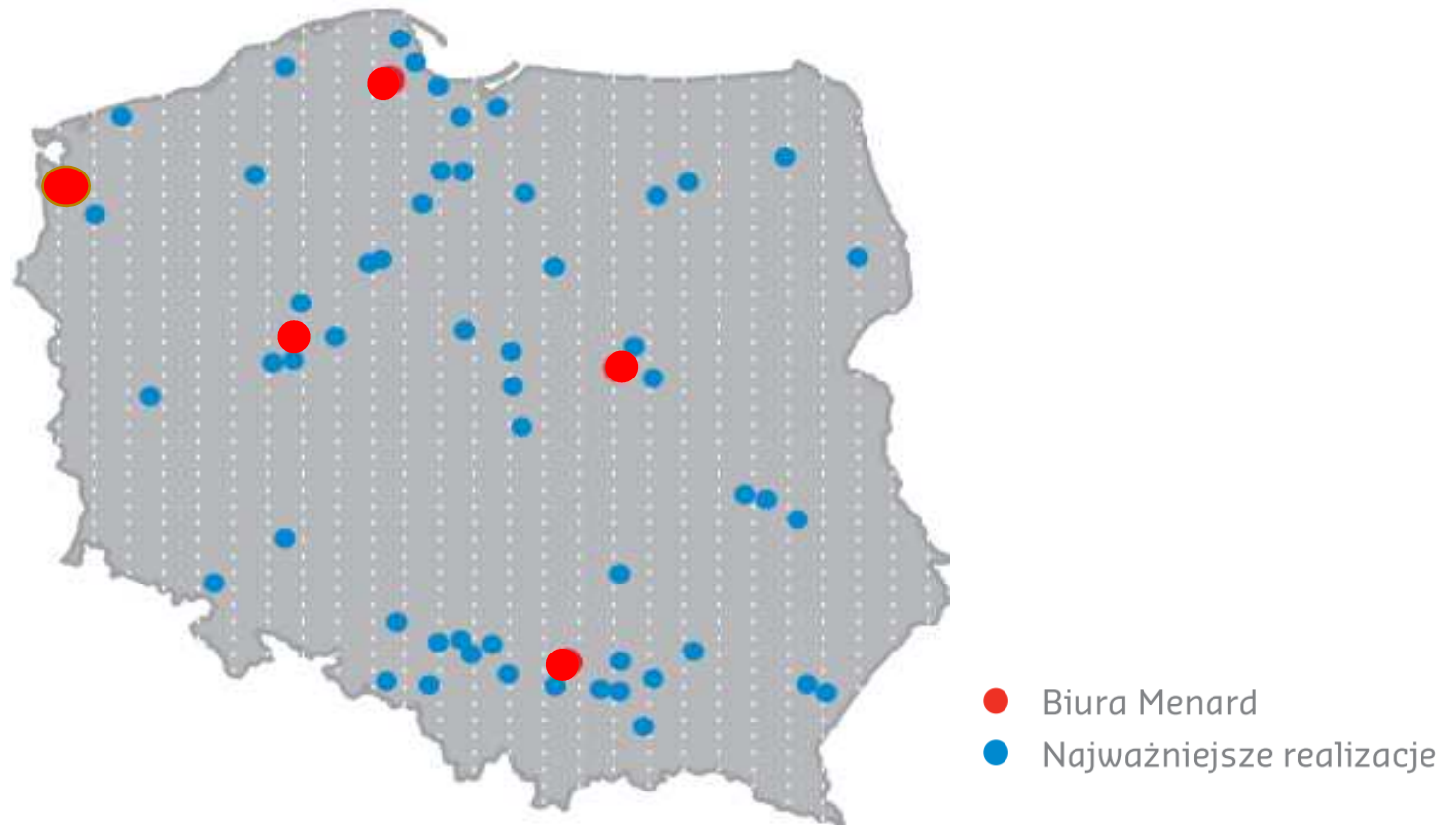
Menard – Światowy poziom

➤ Menard oferuje swoje usługi w ponad 50 krajach na całym świecie



Menard Polska

➤ Na terenie Polski nasza firma uczestniczyła w realizacji ponad **500 projektów**



Plan prezentacji

- **1. Uwarunkowania prawne**
 - Od stwierdzenia zanieczyszczenia do raportu powykonawczego remediacji – ogólna procedura
 - Co to jest remediacja?
 - Istnienie zanieczyszczenia – rozporządzenie dot. oceny powierzchni ziemi
 - Historyczne zanieczyszczeni ziemi
 - Historyczne rejestry zanieczyszczeń
 - Odpad – co to jest

- **2. Metody remediacji - technologie**

Historyczne zanieczyszczenie – procedura

1. Ustalenie istnienia zanieczyszczenia

2. Ustalenie na kim ciąży obowiązek remediacji

3. Zgłoszenie historycznego zanieczyszczenia powierzchni ziemi

4. Wystąpienie do RDOŚ z wnioskiem o wydanie decyzji ustalającej plan remediacji wraz z projektem planu remediacji

5. Wykonanie remediacji

6. Przedłożenie dokumentacji z przeprowadzenia remediacji

Remediacja – definicja wg POŚ (2014r.)



REMEDIACJA

dotyczy

Gleby, ziemi i wód gruntowych

polega na

Usunięciu lub zmniejszeniu ilości substancji powodujących ryzyko, ich kontrolowaniu oraz ograniczeniu rozprzestrzeniania

w celu

Nie stwarzania przez teren zanieczyszczony zagrożenia dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska



Remediacja a rekultywacja

Obecnie	Przed nowelizacją
<ul style="list-style-type: none">➤ Wprowadzenie terminu remediacja➤ Mniej restrykcyjny charakter (ryzyko a nie tylko standardy jakości gleby i ziemi)➤ Wprowadzenie terminu woda gruntowa	<ul style="list-style-type: none">➤ Rekultywacja zanieczyszczonej gleby lub ziemi polega na ich przywróceniu do stanu wymaganego standardami jakością

Remediacja – definicja wg POŚ (2014r.)

A. Usunięcie substancji do dopuszczalnej zawartości w glebie i w ziemi

B. Inny sposób niż w pkt. A

- Zmniejszenie ilości substancji
- Ograniczenie możliwości rozprzestrzeniania się zanieczyszczeń i kontrolowanie zanieczyszczenia poprzez okresowe prowadzenie badań
 - Capping
 - Bariery
 - Solidyfikacja/Stabilizacja
 - Inne metody in-situ (np. oksydacja – utlenienie (lub inny zw. chemiczny))
- Przeprowadzenie samooczyszczenia w tym:
 - Wspomaganie samooczyszczenia (dod. Bakteri, pożywek i utlenianie)
 - Kontrolowanie zanieczyszczenia poprzez okresowe prowadzenie badań

A. „Dopuszczalne zawartości substancji” - rozporządzenia

Standardy jakości
gleby oraz standardów
jakości ziemi z 9
września 2002r.

Lp.	Zanieczyszczenie	Grupa A	Grupa B				Grupa C					
			Głębokość [m ppt]									
			0-0.3		0.3-15.0		>15		0-2		2-15	
			Wodoprzepuszczalność gruntów [m/s]									
do		poniżej		do		poniżej		do		poniżej		
1·10 ⁻⁷		1·10 ⁻⁷		1·10 ⁻⁷		1·10 ⁻⁷		1·10 ⁻⁷		1·10 ⁻⁷		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		
I. METALE												
1	Arsen	20	20	20	25	25	55	60	25	100		
2	Bar	200	200	250	320	300	650	1000	300	3000		
3	Chrom	50	150	150	190	150	380	500	150	800		
4	Cyna	20	20	30	50	40	300	350	40	300		
5	Cynk	100	300	350	300	300	720	1000	300	3000		
6	Kadm	1	4	5	6	4	10	15	6	20		
7	Kobalt	20	20	30	60	50	120	200	50	300		
8	Miedź	30	150	100	100	100	200	600	200	1000		
9	Molibden	10	10	10	40	30	210	250	30	200		
10	Nikiel	35	100	50	100	70	210	300	70	500		
11	Ołów	50	100	100	200	100	200	600	200	1000		
12	Rtęć	0.5	2	3	5	4	10	30	4	50		

A. „Dopuszczalne zawartości substancji” - rozporządzenia

Prowadzenie oceny zanieczyszczenia powierzchni ziemi z 5 września 2016r.

Grupy

- I - mieszkaniowe
- II - orne
- III - lasy
- IV - przemysłowe

Lp.	Substancja	Dopuszczalne zawartości substancji powodujących ryzyko z podziałem na grupy i podgrupy gruntów					
		I	II			III	IV
I. METALE I METALOID							
			Podgrupa gruntów				
			II-1	II-2	II-3		
1	Arsen (As)	25	10	20	50	50	100
2	Bar (Ba)	400	200	400	600	1000	1500
3	Chrom (Cr)	200	150	300	500	500	1000
4	Cyna (Sn)	20	10	20	40	100	350
5	Cynk (Zn)	500	300	500	1000	1000	2000
6	Kadm (Cd)	2	2	3	5	10	15
7	Kobalt (Co)	50	20	30	50	100	200
8	Miedź (Cu)	200	100	150	300	300	600

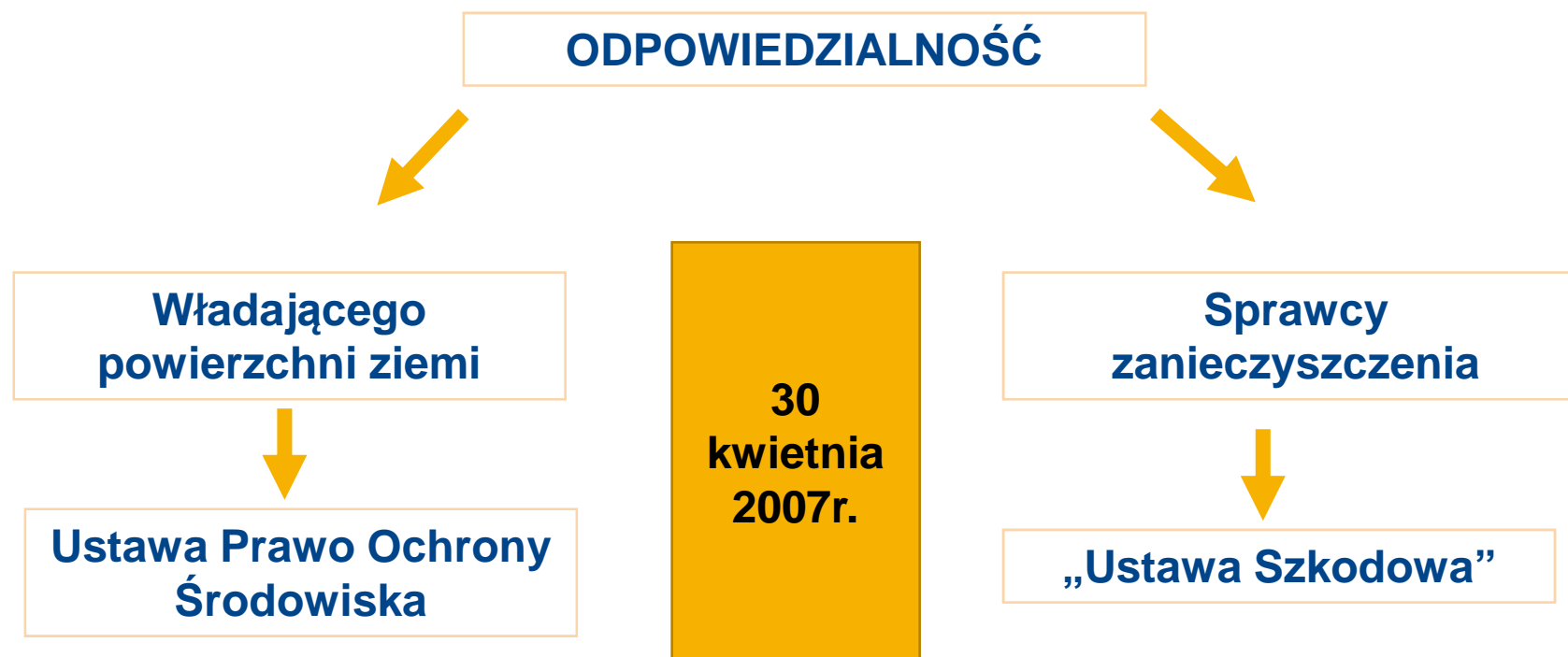
Woda gruntowa

- A co z wodą gruntową?

- **WNIOSEK**

- Remediacja to nie oznacza zawsze
 - wydobywanie gruntów lub oczyszczenie ich do poziomów zgodnych z dopuszczalnymi tabelarycznymi stężeniami
 - ale przede wszystkim **ocena ryzyka substancji** pod kątem przebywania człowieka oraz wpływu na środowisko.

1. Uwarunkowania prawne – dwa rodzaje odpowiedzialności



Uwarunkowania prawne – Historyczne zanieczyszczenie

OGÓLNA ZASADA:

Władający powierzchnią ziemi, gdzie zidentyfikowano historyczne zanieczyszczenie powierzchni ziemi, jest obowiązany do przeprowadzenia remediacji

WYJĄTKI:

1. Jeżeli władający powierzchnią ziemi wykáže, że historyczne zanieczyszczenie powierzchni ziemi dokonane po dniu objęcia przez niego władania spowodował inny sprawca to obowiązek remediacji spoczywa na sprawcy
2. Jeżeli zanieczyszczenie zostało spowodowane przez innego sprawcę za zgodą lub wiedzą władającego powierzchnią ziemi, władający i sprawca odpowiadają razem.

Historyczny rejestr zanieczyszczeń

POWSTAWIANIE REJESTU HISTORYCZNYCH ZANIECZYSZCZEŃ POWIERZCHNI ZIEMI

Wcześniej:

starosta prowadził, aktualizował corocznie, rejestr zawierający informacje o terenach, na których stwierdzono przekroczenie standardów jakości gleby lub ziemi, z wyszczególnieniem obszarów, na których obowiązek rekultywacji obciąża starostę.

RODZAJY ZANIECZYSZCZEŃ

ZANIECZYSZCZEŃ POWIERZCHNI ZIEMI

RODZAJY ŚRODOWISKA:

władającego powierzchnią

ziemi, dokonuje do rejestru wpisu o potencjalnym historycznym zanieczyszczeniu powierzchni ziemi, nie później niż w terminie 6 miesięcy od dnia otrzymania odpowiednio: wykazu od starosty, zgłoszenia od władającego

Historyczne zanieczyszczenie powierzchni ziemi - to zanieczyszczenie powierzchni ziemi, które zaistniało przed dniem 30 kwietnia 2007 r. lub wynika z działalności, która została zakończona przed dniem 30 kwietnia 2007

przekazuje wykaz oraz - raz na 2 lata - jego aktualizację do RDOŚ

STAROSTA:

- dokonuje identyfikacji potencjalnych historycznych zanieczyszczeń powierzchni ziemi
- sporządza wykaz potencjalnych historycznych zanieczyszczeń powierzchni ziemi
- aktualizuje wykaz co 2 lata

zgłasza RDOŚ stwierdzenie historycznego zanieczyszczenia powierzchni ziemi (niezwłocznie po jego wykryciu)

wydaje decyzję o wpisie potencjalnego historycznego zanieczyszczenia powierzchni ziemi

WŁADAJĄCY POWIERZCHNIĄ ZIEMI

właściciela nieruchomości, a jeżeli w ewidencji gruntów i budynków ujawniono inny podmiot władający gruntem - podmiot ujawniony jako władający

KAŻDY

kto stwierdził potencjalne historyczne zanieczyszczenie powierzchni ziemi, może zgłosić ten fakt staroście

Projekt planu remediacji

- **Projekt planu remediacji zawiera m. in:**
 - opis właściwości gleby oraz rodzaju pokrycia terenu, w tym roślinności, zabudowy
 - sposób użytkowania zanieczyszczonego terenu
 - rodzaj zanieczyszczenia
 - aktualną i docelową zawartość w glebie i w ziemi substancji powodujących ryzyko
 - ocenę występowania znaczącego zagrożenia dla zdrowia ludzi lub stanu środowiska na danym terenie;
 - budowę geologiczną i warunki hydrogeologiczne;
 - planowany sposób prowadzenia remediacji;
 - sposób potwierdzenia prawidłowego wykonania remediacji, w tym miejsce i sposób przeprowadzenia kontrolnych pomiarów .
- **Wystąpienie z wnioskiem o wydanie decyzji ustalającej plan remediacji wraz projektem planu remediacji**

Potwierdzenie prawidłowo wykonanej remediacji

- **Przedłożenie do RDOŚ po wykonaniu remediacji raportów powykonawczych z badaniami**
- **Wydanie decyzji przez RDOŚ zatwierdzającej zakończenie remediacji**

Ustawa o odpadach

- **Odpad** – rozumie się przez to każdą substancję lub przedmiot, których posiadacz pozbywa się, zamierza się pozbyć lub do których pozbycia się jest obowiązany

Ustawa o odpadach, grudzień 2012

- **Remediacja w miejscu występowania gruntów zanieczyszczonych = mniej odpadów**

Ustawa o odpadach – kody odpadów

- 17 05 03* - Gleba i ziemia, w tym kamienie, zawierające substancje niebezpieczne (np. PCB) – odpad niebezpieczny
- 17 05 04 – Gleba i ziemia, w tym kamienie, inne niż wymienione w 17 05 03

Ustawa o odpadach – odpady niebezpieczne - właściwości

- H1 – wybuchowe
- H2 – utleniające
- H3 – łatwo palne
- H4 – drażniące
- H5 – szkodliwe
- H6 – toksyczne
- H7 – rakotwórcze
- H8 – żrące
- H9 – zakaźne
- H10 – działające szkodliwe na rozdroczość
- H11 – mutagenne
- H12 – w kontakcie z wodą, powietrzem lub kwasem utleniają toksyczne gazy
- H13 – uczulające
- H14 – ekotoksyczne
- H15 – wydzielające niebezpieczne odcieki

Ustawa o odpadach – odpady niebezpieczne - właściwości

H13(*) „uczulające”: substancje i preparaty, które w przypadku ich wdychania lub wniknięcia przez skórę, są w stanie wywołać reakcję nadwrażliwości, tak że w wyniku dalszego narażenia na kontakt z tą substancją lub preparatem pojawiają się charakterystyczne skutki negatywne,

H14 „ekotoksyczne”: odpady, które stanowią lub mogą stanowić bezpośrednie lub opóźnione zagrożenie dla co najmniej jednego elementu środowiska,

H6 „toksyczne”: substancje i preparaty (w tym substancje i preparaty bardzo toksyczne), które w przypadku ich wdychania, spożycia lub wniknięcia przez skórę mogą powodować poważne, ostre lub chroniczne zagrożenie dla zdrowia, a nawet śmierć,

Rozporządzenie w sprawie uznania odpadów za niebezpieczne

- Odesłanie do dyrektywy UE nr 1272/2008

Podstawowe wartości graniczne

Klasa zagrożeń	Podstawowe wartości graniczne, jakie należy uwzględnić
Toksyczność ostra:	
— Kategoria 1–3	0,1 %
— Kategoria 4	1 %
Działanie żrące/drażniące na skórę	1 % ⁽¹⁾
Poważne uszkodzenie oczu/działanie drażniące na oczy	1 % ⁽²⁾
Stwarzające zagrożenie dla środowiska wodnego	
— Kategoria ostra 1	0,1 % ⁽³⁾
— Kategoria przewlekła 1	0,1 % ⁽³⁾
— Kategoria przewlekła 2–4	1 %

⁽¹⁾ Lub < 1 % w stosownych przypadkach, patrz pkt 3.2.3.3.1.
⁽²⁾ Lub < 1 % w stosownych przypadkach, patrz pkt 3.3.3.3.1
⁽³⁾ Lub < 0,1 % w stosownych przypadkach, patrz pkt 4.1.3.1

2. Zanieczyszczenia

- Nieorganiczne**

- Metale ciężkie : Hg, Pb, Zn etc.
- Niemetale: As
- Związki anionowe: Azotany, Siarczany, Fluorki, Chlorki, Cyjanki

*Lanthanide series

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70
La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb
138.91	140.12	140.91	144.24	144.91	150.36	151.96	157.25	158.93	162.50	164.93	167.26	168.93	173.04

** Actinide series

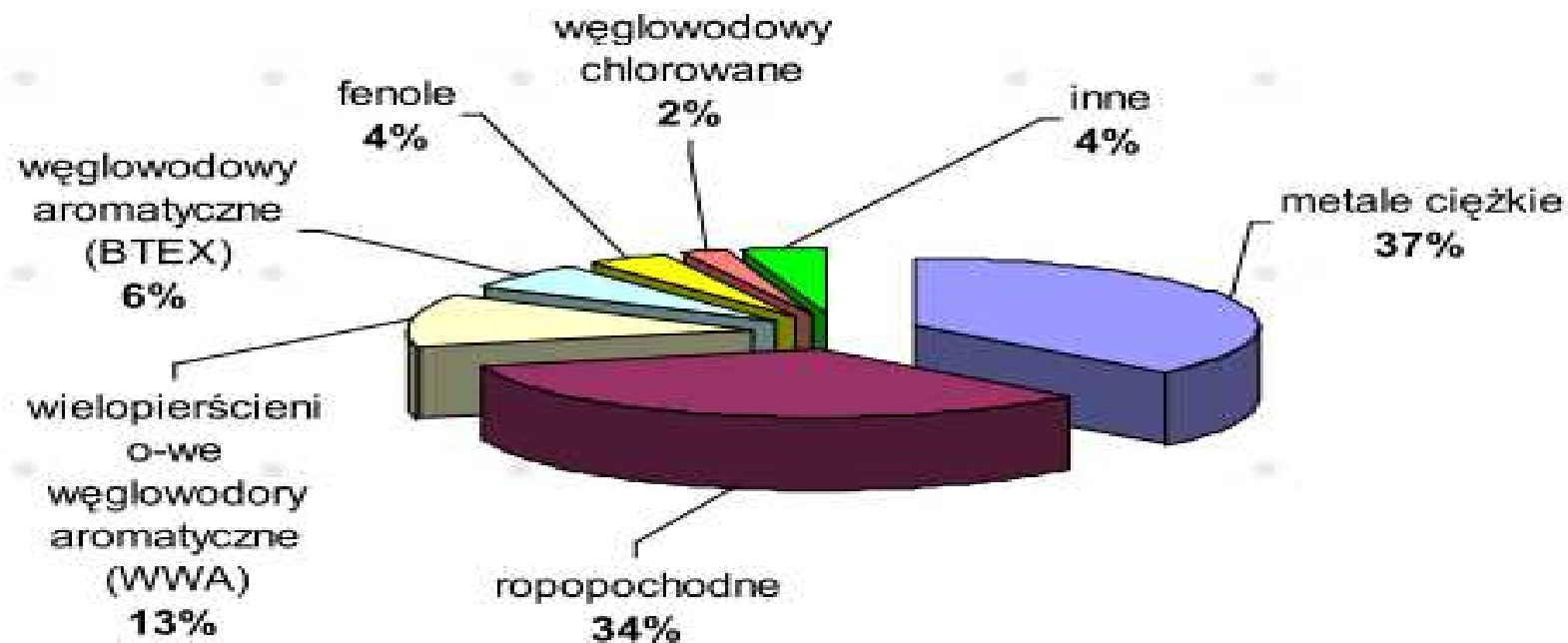
89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No
227.03	232.04	231.04	238.03	237.04	244.06	243.06	247.07	247.07	251.08	252.08	257.10	258.10	261.10

- Organiczne**

Zanieczyszczenie	Podmiot zanieczyszczający
Ropa naftowa i produkty jej rafinacji (paliwa, oleje, smary, rozpuszczalniki), BTEX	Rafinerie, ropociągi, stacje magazynowania i dystrybucji paliw
Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne WWA	Fabryki tworzywn sztucznych, barwników, zakłady farmaceutyczne
Węglowodory chlorowane	Rozpuszczalniki w przemyśle chemicznym
Fenole – pochodne benzenu	Gazownie, koksownie, rafinerie
Pestycydy	Rolnictwo

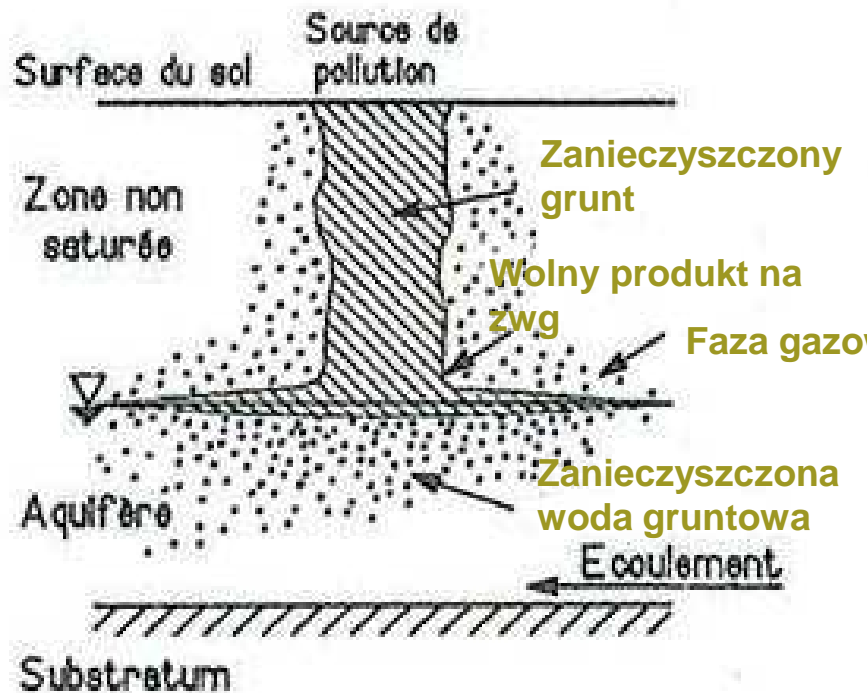
- Ponad 90% wszystkich zanieczyszczeń środowiska gruntowo-wodnego stanowią związki organiczne – w tym głównie składniki lub pochodne ropy naftowej

Zanieczyszczenia

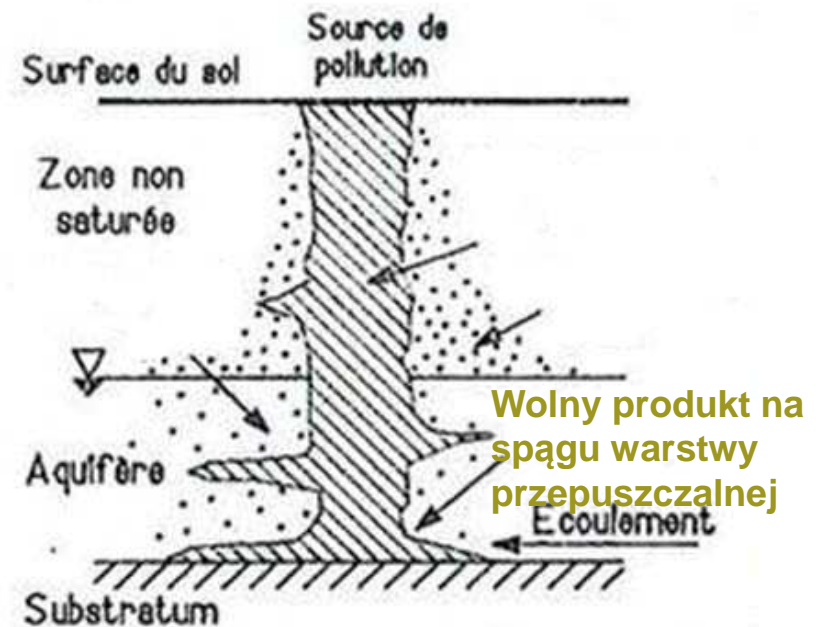


Rodzaje zanieczyszczenia gleb w Europie (EEA EIONET)

Zanieczyszczenia organiczne droga migracji



Np. Benzyny

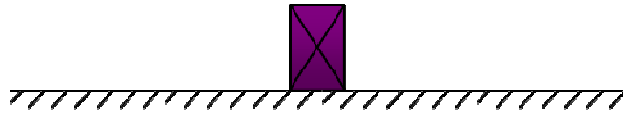


Np. Rozpuszczalniki

Metody remediacji

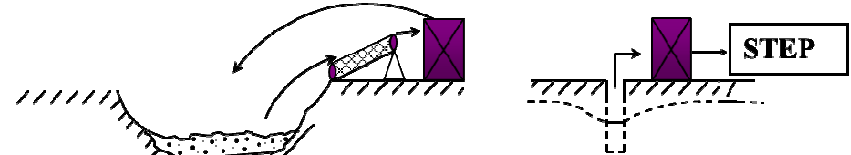
> In-Situ

- > Zalety – Ekonomiczna, Brak transportu
- > Wady - Zajmuje więcej czasu niż metody off-site



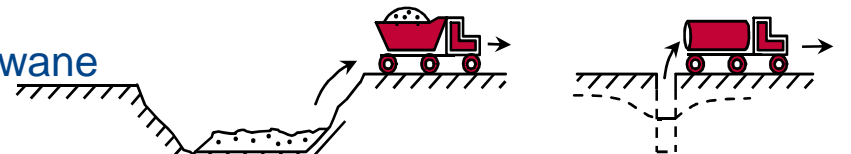
> On-Site

- > Zalety – Ekonomiczna, Brak transportu
- > Wady - Wymagane miejsce do przeprowadzenia oczyszczania,
- Zajmuje więcej czasu niż off-site treatment

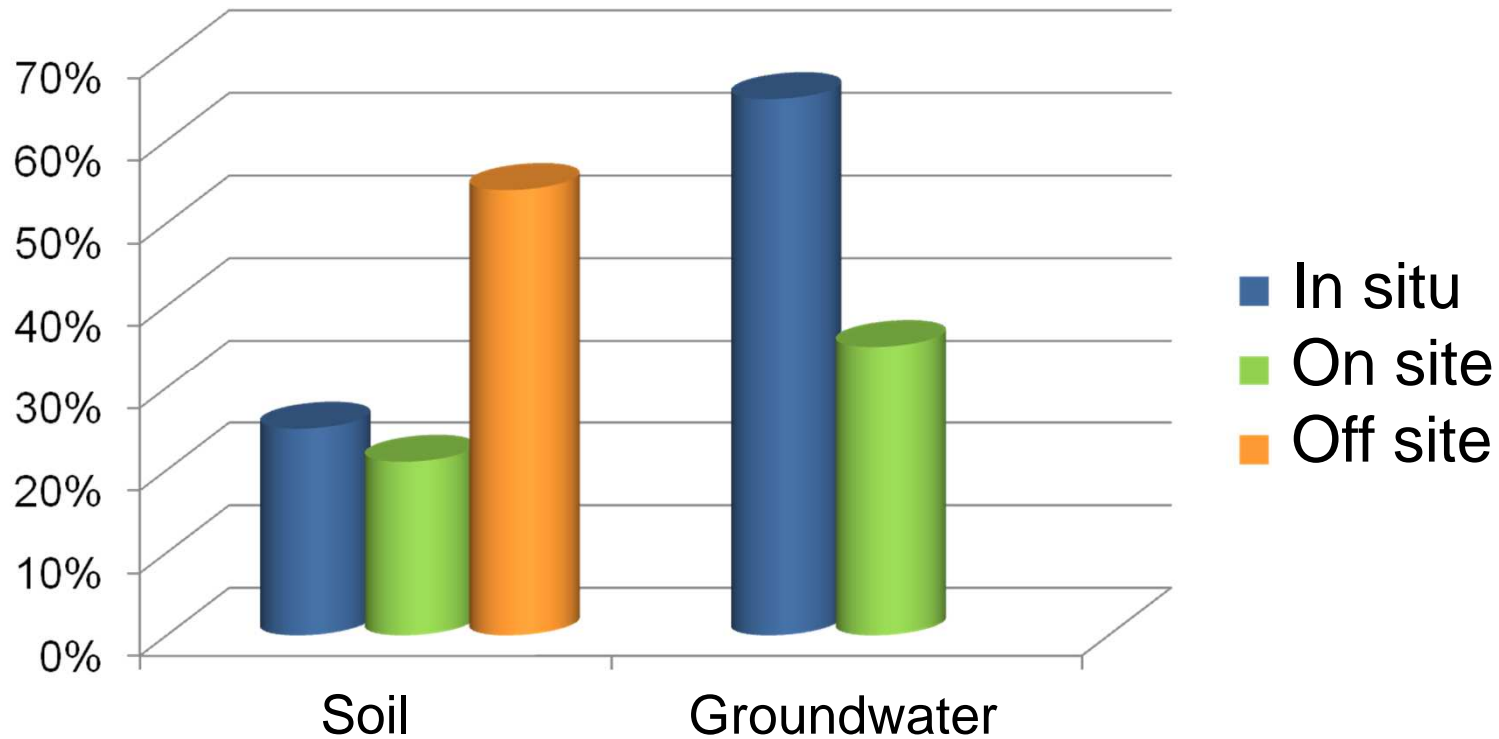


> Off-Site

- > Zalety – Zanieczyszczenia całkowicie wydobywane
 - Szybkie tempo prac
 - Możliwość stosowania do wszystkich typów zanieczyszczeń
 - Zalecany tylko przy dużych koncentracjach zanieczyszczeń
- > Wady – Wysokie koszty, Większa ingerencja w środowisko



Metody remediacji



➤ Źródło: Ernst&Young 2010

Metody remediacji



Rys. 17. Klasyfikacja metod rekultywacji gleb [opracowanie własne na podstawie Bilitewski i in. 2006 oraz http://chemia.nowa.ug.edu.pl/sites/default/files/_nodes/strona-chemia/14333/files/okladka_skrypt2014_inzynieria_srodowiska.pdf]

Metody remediacji



Tereny przemysłowe

On-site

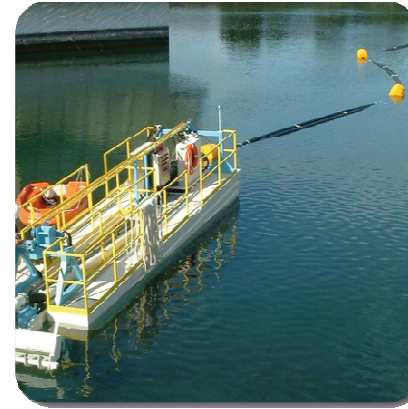
In-site



Wody gruntowe

Barierę nieprzepuszczalne

*Przepuszczalne
Barierę Reaktywne
PRB*



Zbiorniki

*Oczyszczanie
(separacja)*

Stabilizacja

Konsolidacja

Systemy drenażowe



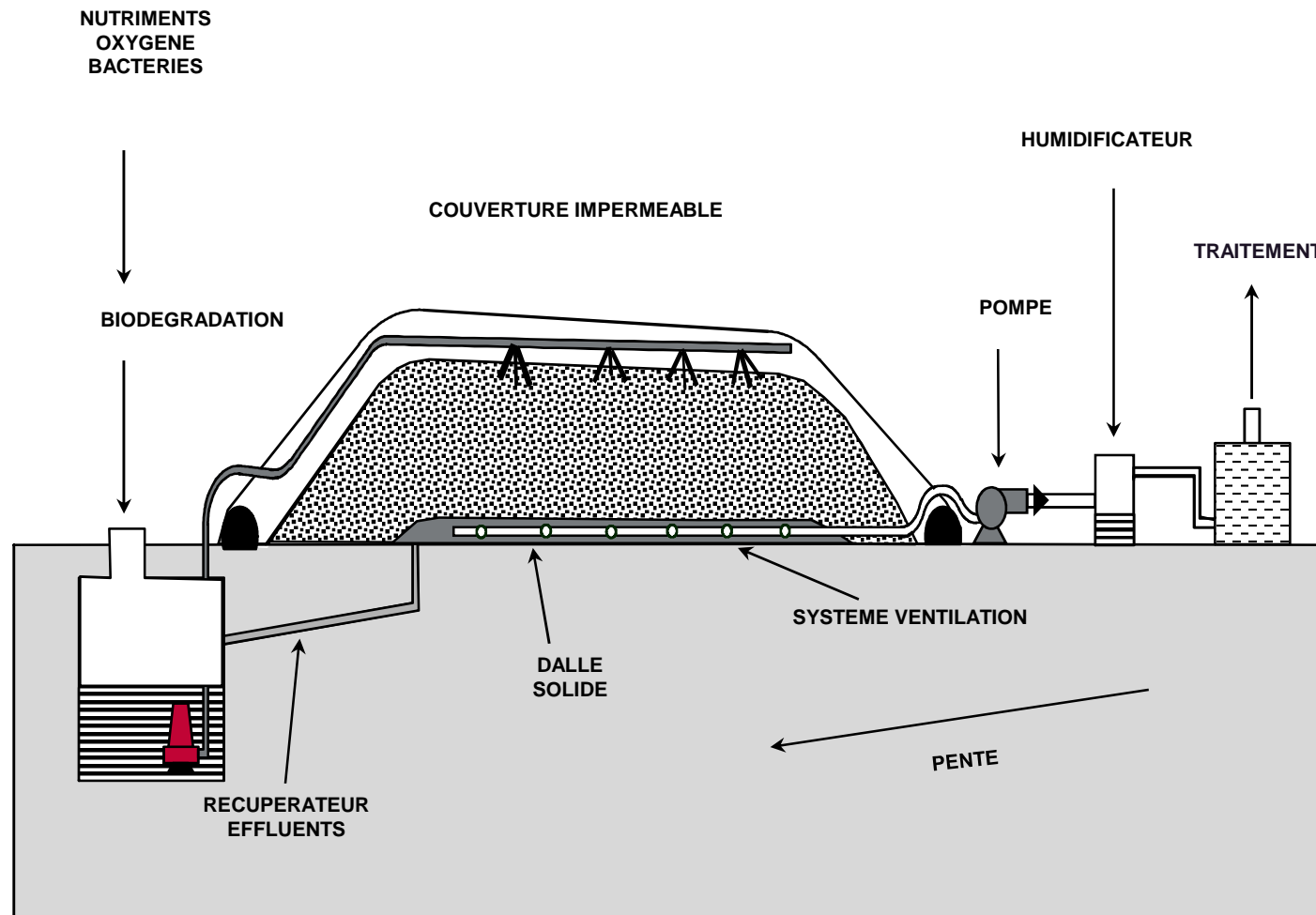
Wydobywanie zanieczyszczeń

Off-site

Biostymulacja

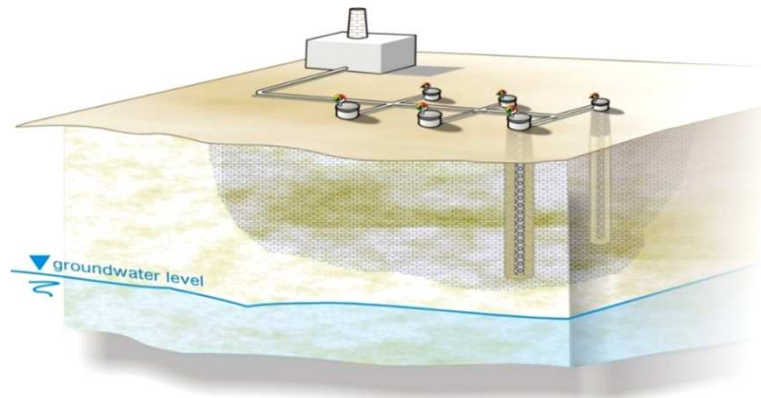
- Dostarczenie:
 - Wody
 - Większa dostępność biologiczna poprzez wzrost wilgotności i desorpcji zanieczyszczeń
 - Tlenu (innych akceptorów elektronów)
 - Wspomagają biodegradację
 - Substancji biogennych i powierzchniowo czynnych (surfaktanty)
 - Wspomagają biodegradację
 - Zwiększa rozpuszczalność i dostępność zanieczyszczeń dla mikroorganizmów
 - Optymalizacja temperatury
 - Optymalizacja pH

Biostymulacja – bioremediacja – substancje biogenne i powierzchniowo czynne (SPC)



Biostymulacja – wentylacja – (bio)Venting

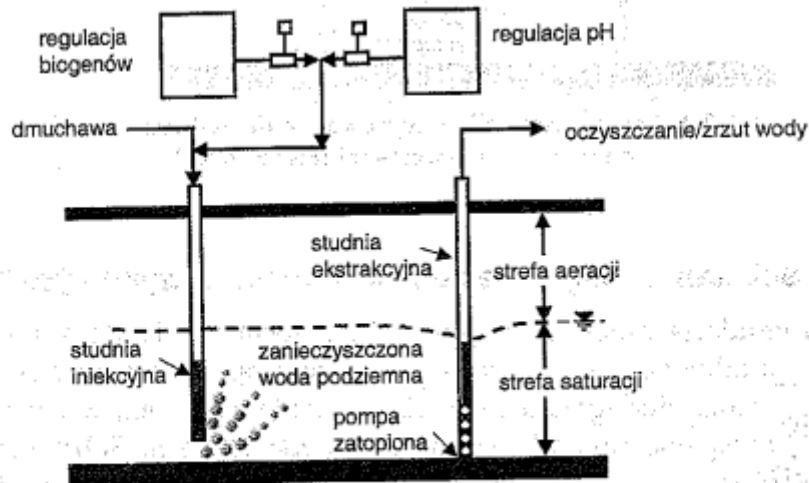
- Rozpuszczalniki, węglowodory, alkohole, eter, aceton
- Desorpcja i odparowanie, wymuszona konwekcyjnym przepływem powietrza



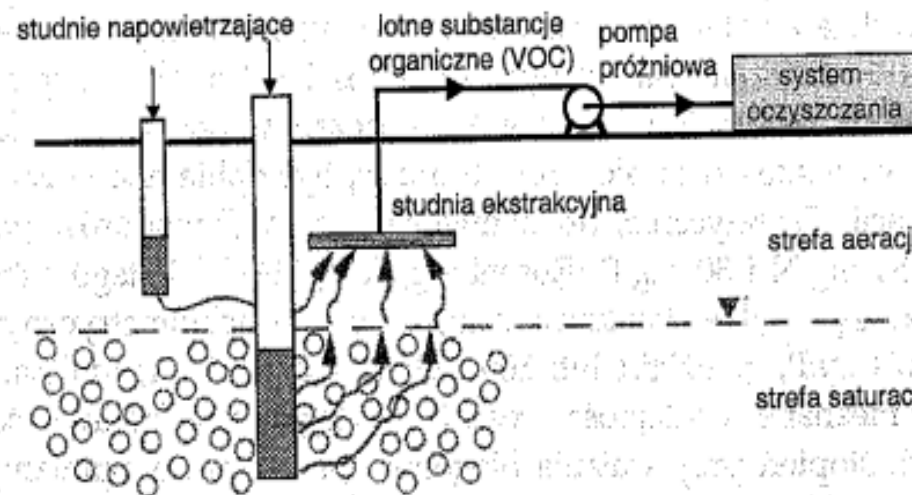
- Przepuszczalne grunty (nie więcej niż 15 frakcji ilastej)
- Poziom lustra wody min 1,5m p.p.t.
- 1 studnia na około 75m²

Biostymulacja – napowietrzanie

- Wzrost zawartości tlenu – wspomaganie biodegradacji



Rys. 5.6. Schemat typowej instalacji do napowietrzania warstwy wod (FRTR v. 4.0)



Rys. 5.7. Kombinacja (bio)wentylacji gruntu (SBV) i napowietrzania warstwy wodonośnej (na podstawie USEPA, 1996a)

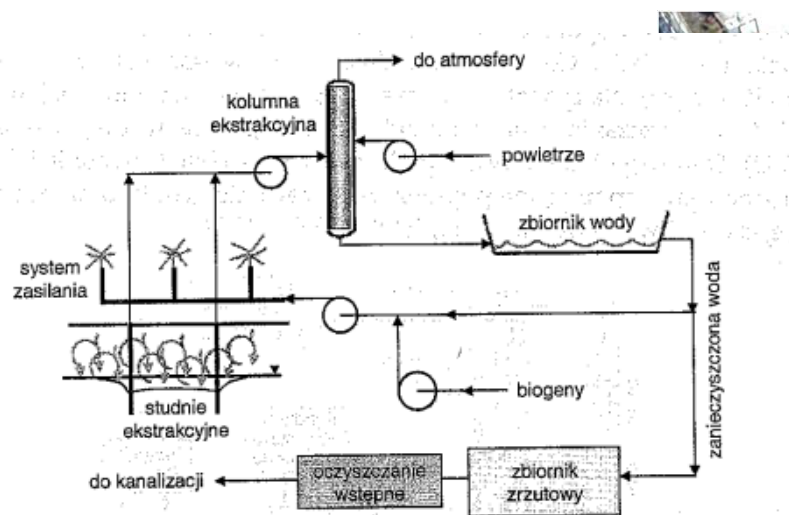
Odgazowanie gruntu

- **Oczyszczanie powietrza na filtry z węglem aktywnym**
 - Pojemność filtra z węglem aktywnym około 10% (1000kg AC – 100kg zanieczyszczeń)



Płukanie gruntu

- Wszystkie rodzaje zanieczyszczeń – rozdrobnienie na drobne frakcje
- Zalety – wysoka wydajność
- Opłacalne przy dużych ilościach



Rys. 5.2. Schemat instalacji do płukania gruntu (Testa, 1991 - zmodyfikowany)



Metody ekstrakcyjne - Pump and treat

- Wszystkie rodzaje zanieczyszczeń
- Woda jest pompowana i oczyszczana na powierzchni
- Zalety: Łatwość stosowania i podtrzymywania procesu
- Wady: Nie nadaje się do wysokich stężeń zanieczyszczeń



Pump & treat



100 m³/h

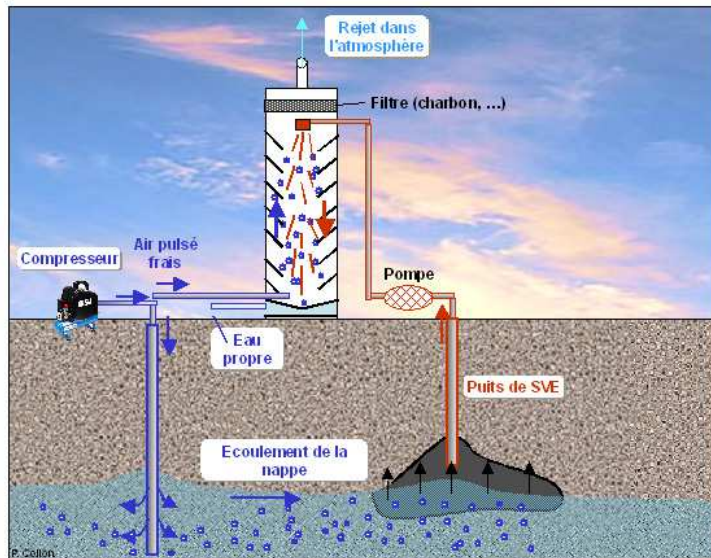


5 m³/h

Pump&Treat

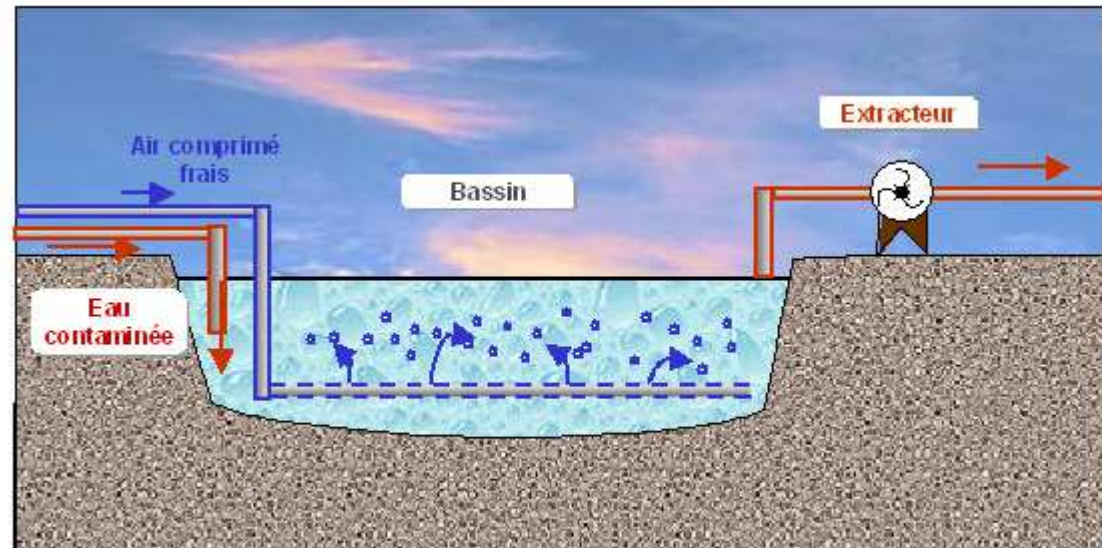
Lotne związki: BTEX, rozpuszczalniki, inne LZO

Kolumna strippingowa z oczyszczaniem powietrza na filtrze z węglem aktywnym



👁️ Schéma de principe de l'« air stripping ».

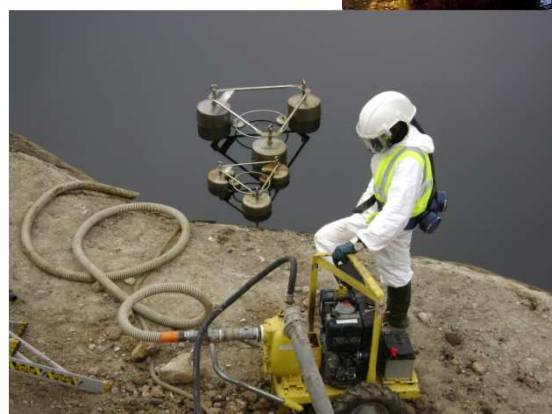
Przepływ <50 m³/h



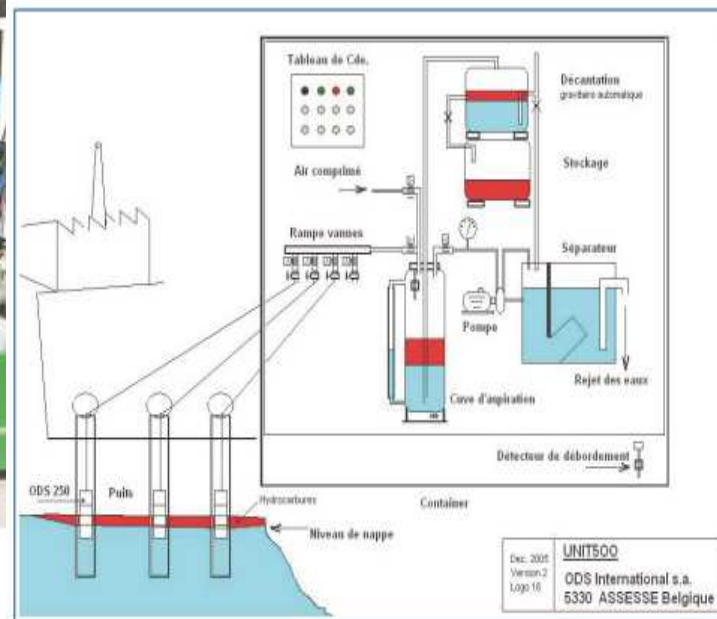
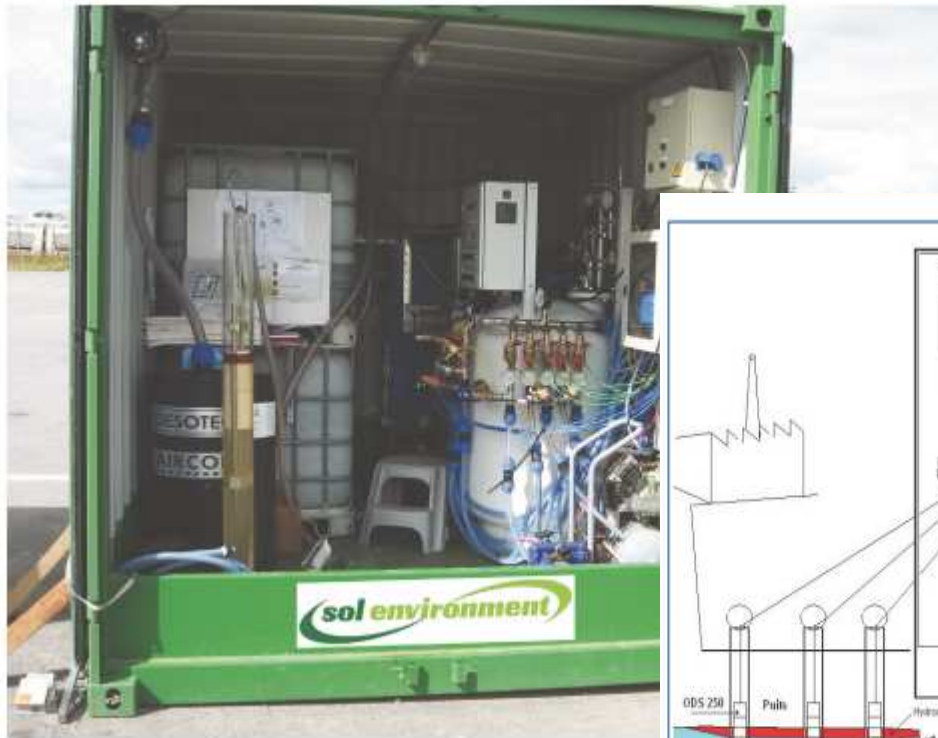
👁️ Bullage d'air dans un bassin

Przepływ >50 m³/h

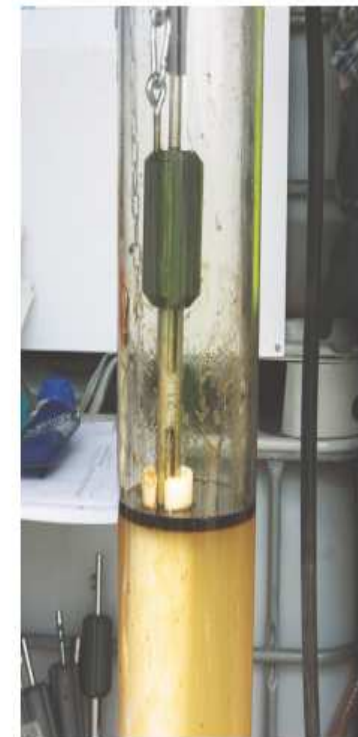
Sczerpywanie lekkich substancji roponośnych - skimming



Oil Deep Skimming



Operating principle



ODS skimmer

Bariery nieprzepuszczalne

- Bariery nieprzepuszczalne – HDPE membana (high-depth vertical confinement)



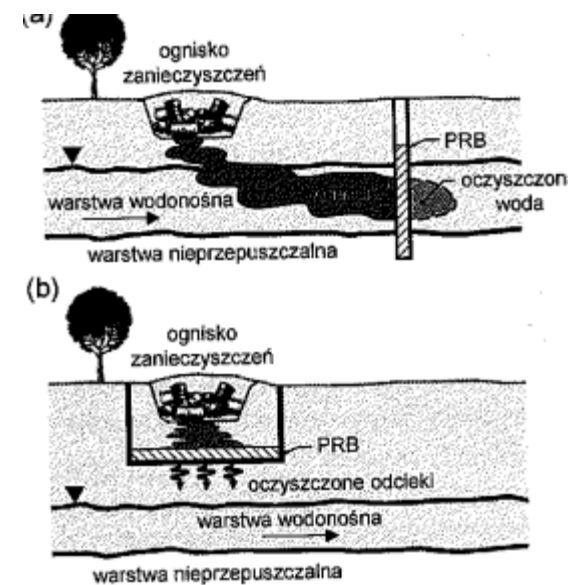
Przepuszczalne Bariery Reaktywne

- Przepuszczalne bariery reaktywne z materiałem aktywnym
 - Indukuje procesy fizykochemiczne i biologiczne w strefie saturacji – rozkład lub immobilizacja zanieczyszczeń podczas przepływu wody podziemnej
- Zalety – nie zakłócają naturalnych warunków hydrogeologicznych



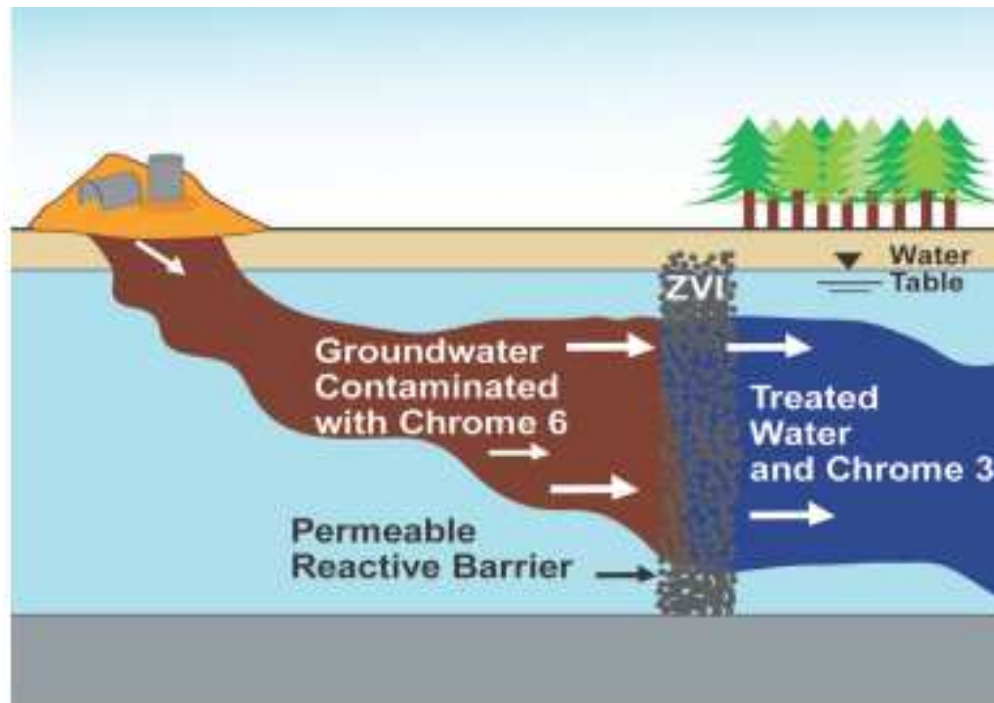
Rys. 4.6. Podstawowe systemy przepuszczalnych barier aktywnych (PRB) (USEPA, 1998)

- System bramek – łatwiejsza wymiana materiału aktywnego ale powoduje spiętrzenie wody

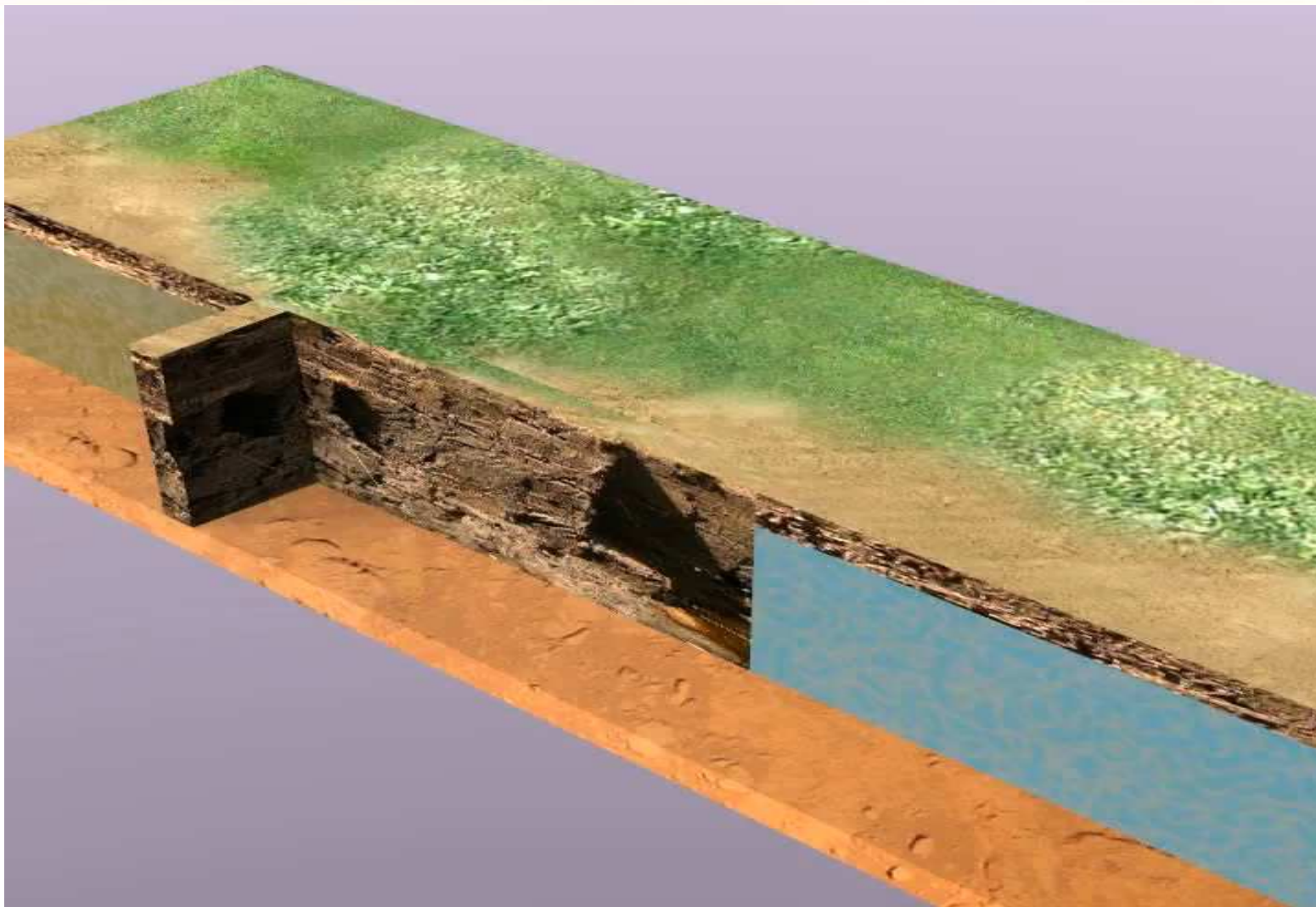


Przepuszczalne Bariery Reaktywne

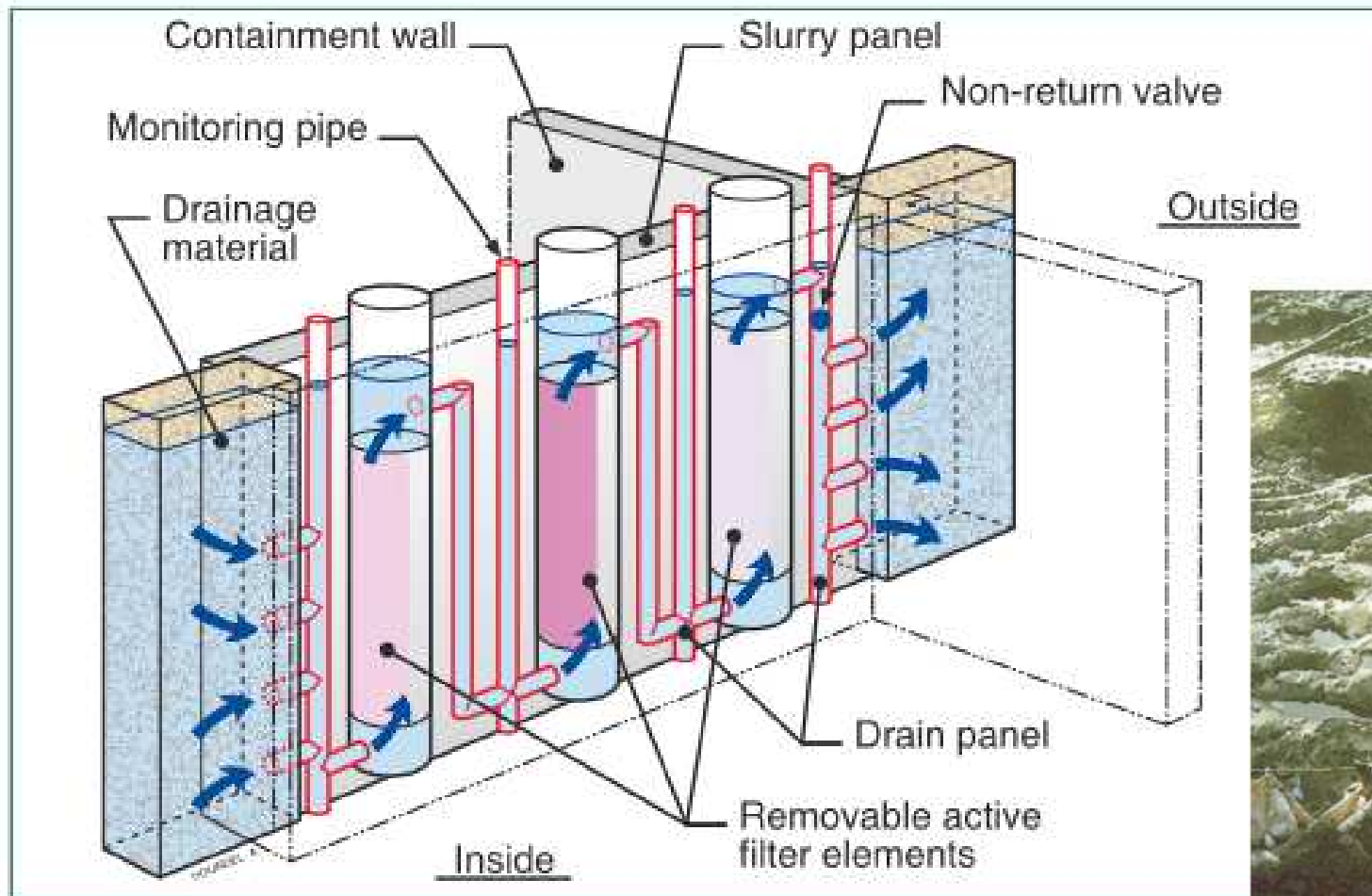
- Bariery z żelazem metalicznym Fe^0
 - Stosowany dla rozpuszczalników – TCE, PCE
 - Metale ciężkie



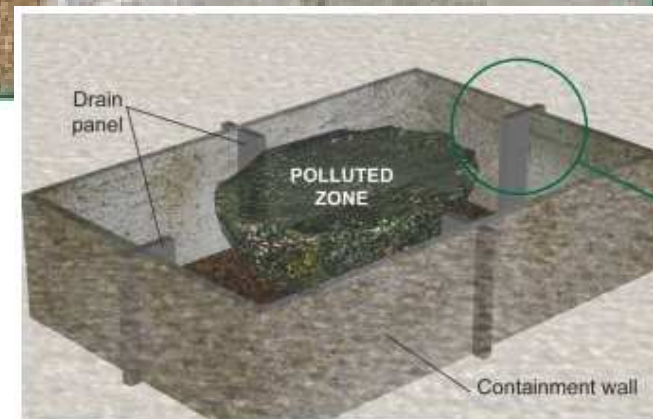
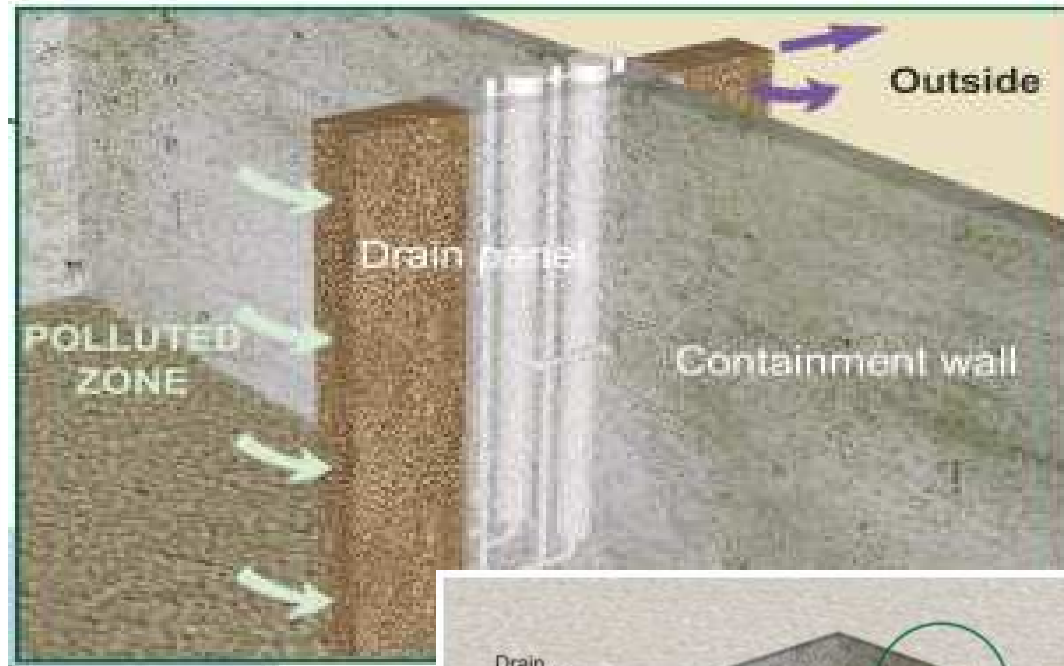
Przepuszczalne Bariery Reaktywne



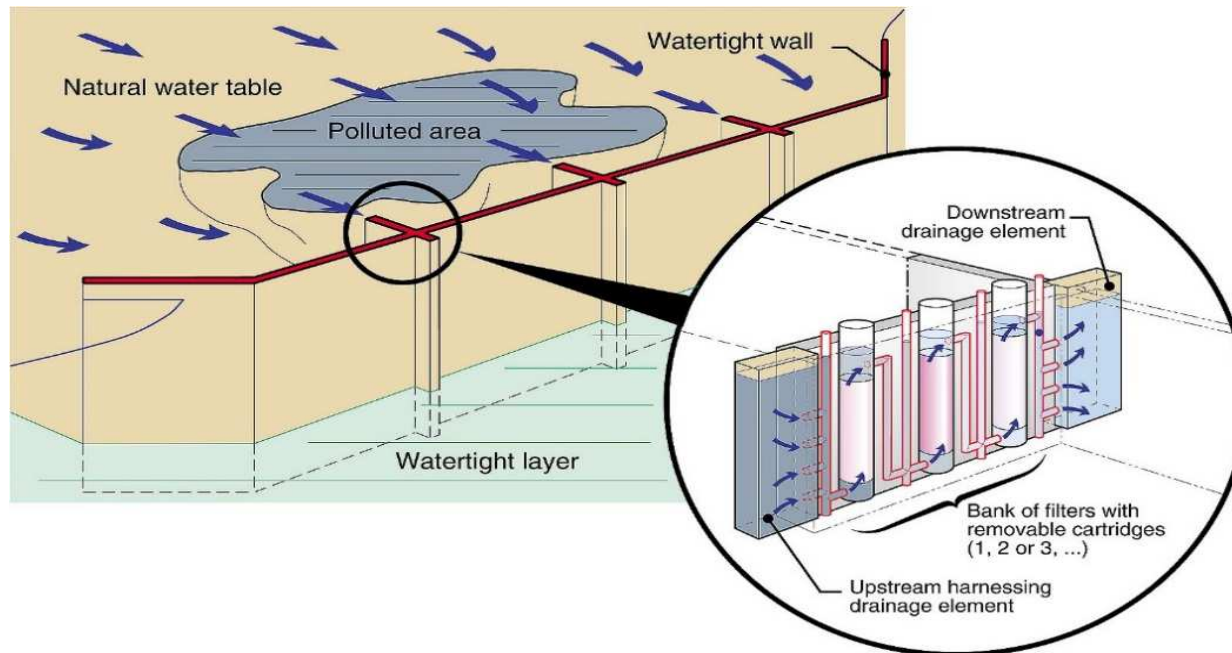
Innowacyjne technologie – PBR



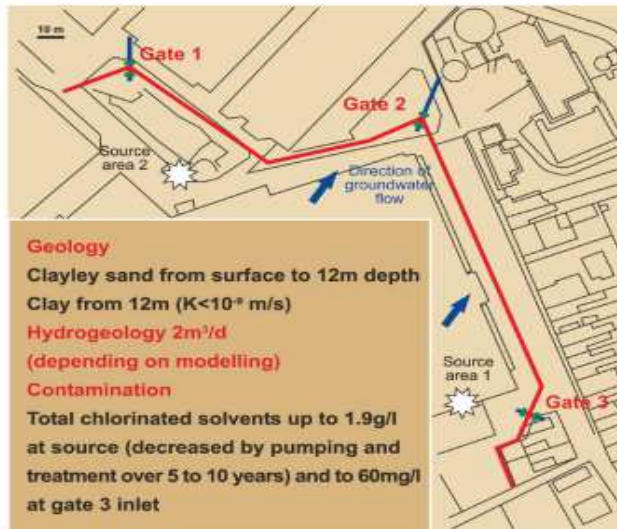
Innowacyjne technologie – PBR



Innowacyjne technologie – PBR



Innowacyjne technologie – PBR z Fe⁰ - rozpuszczalniki

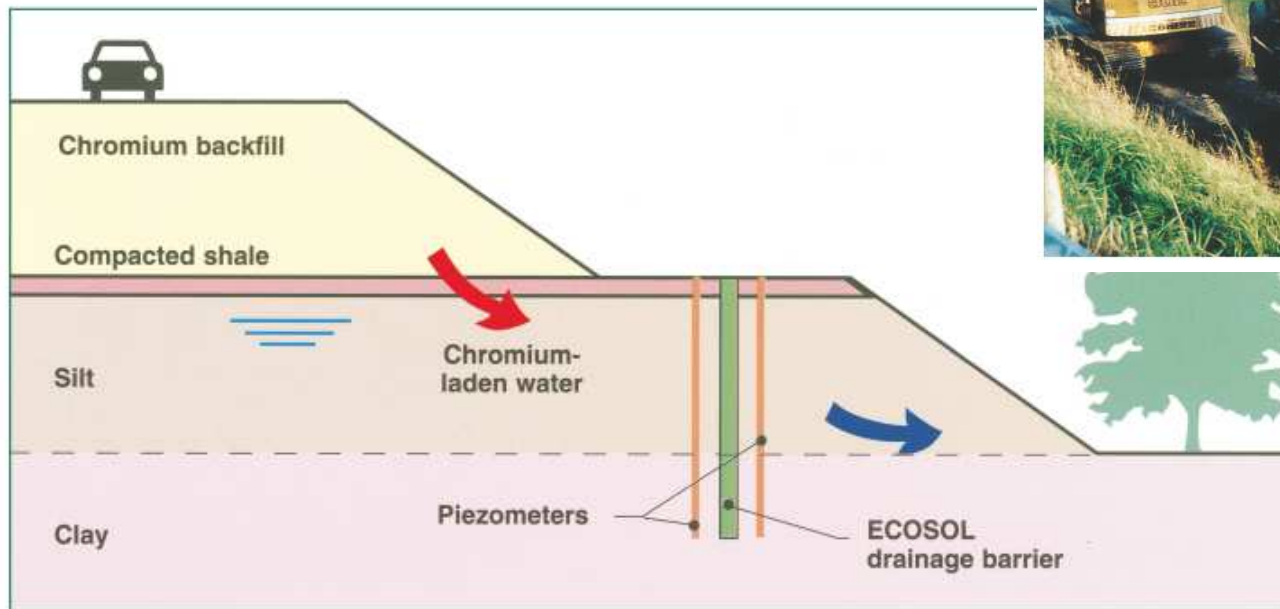


Instalacja drenów przy wykorzystaniu trenchera



Finished detail of gate at surface

ECOSOL drainage trench

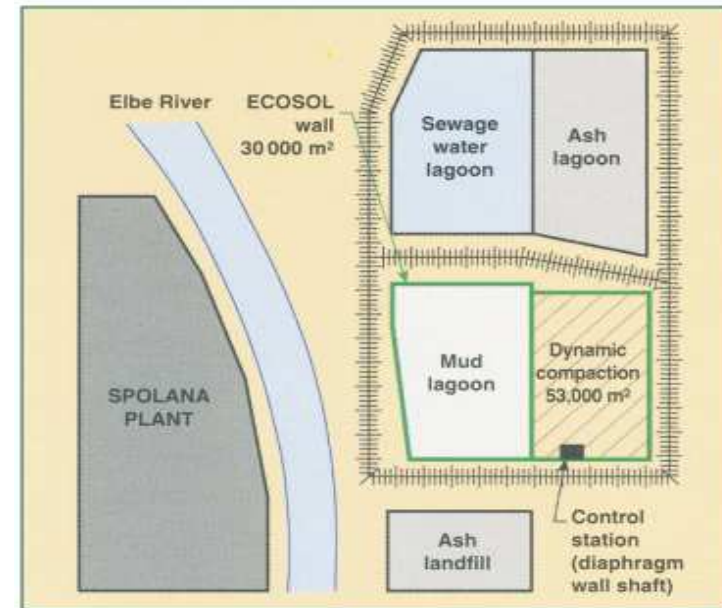
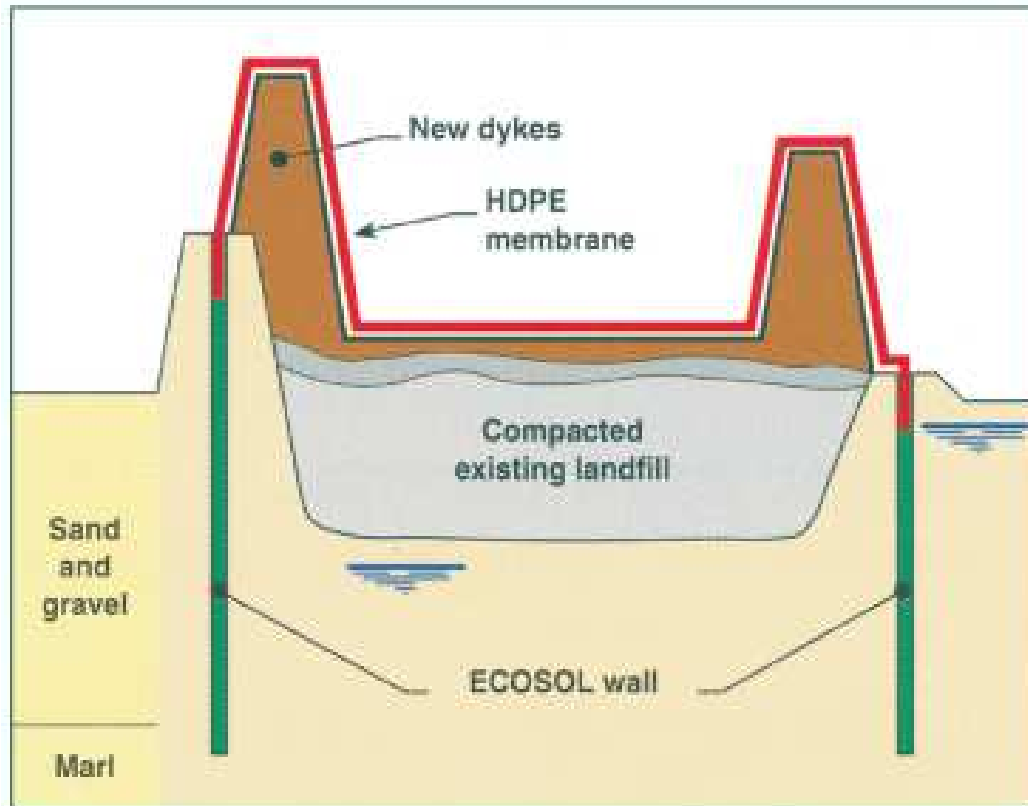


Final situation



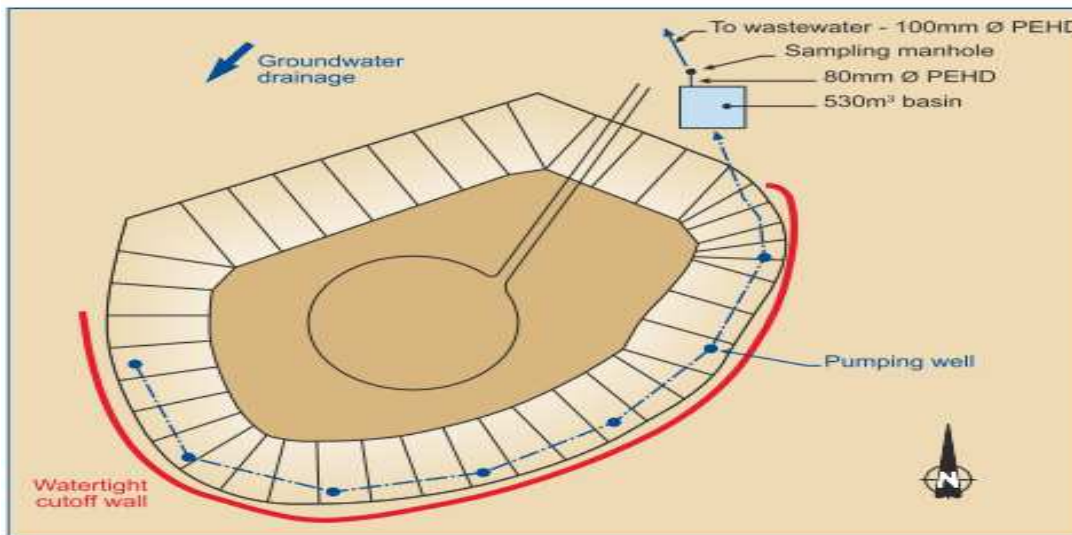
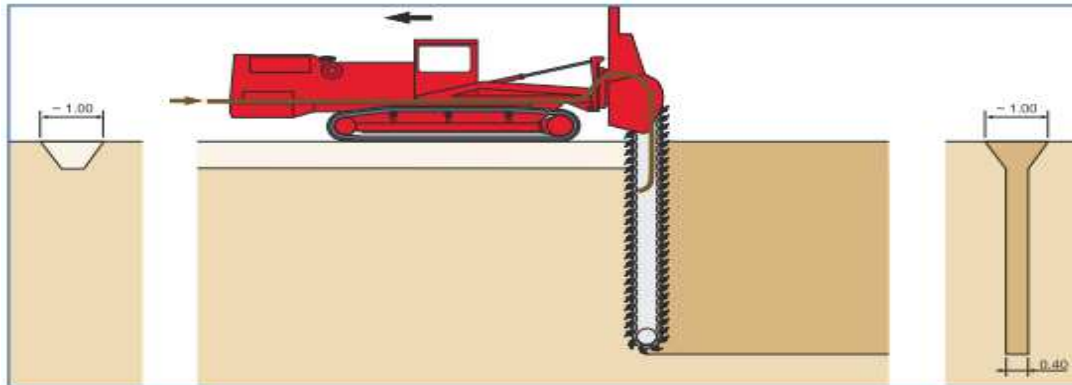
➤ Podbudowa drogi zanieczyszczona Cr VI

ECOSOL containment wall i zagęszczanie dynamiczne



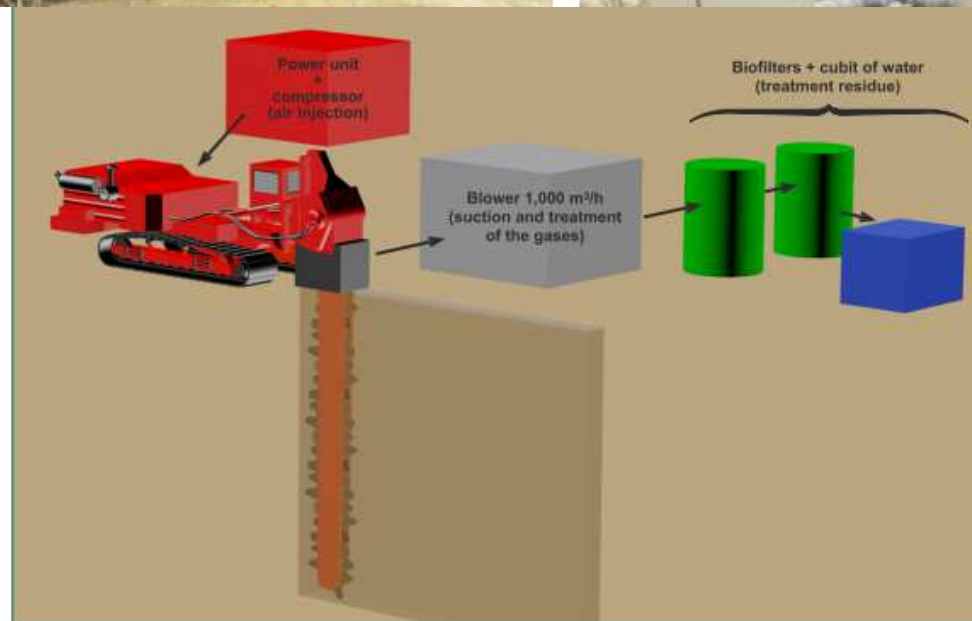
➤ Składowisko odpadów

Barrier using soil mixing

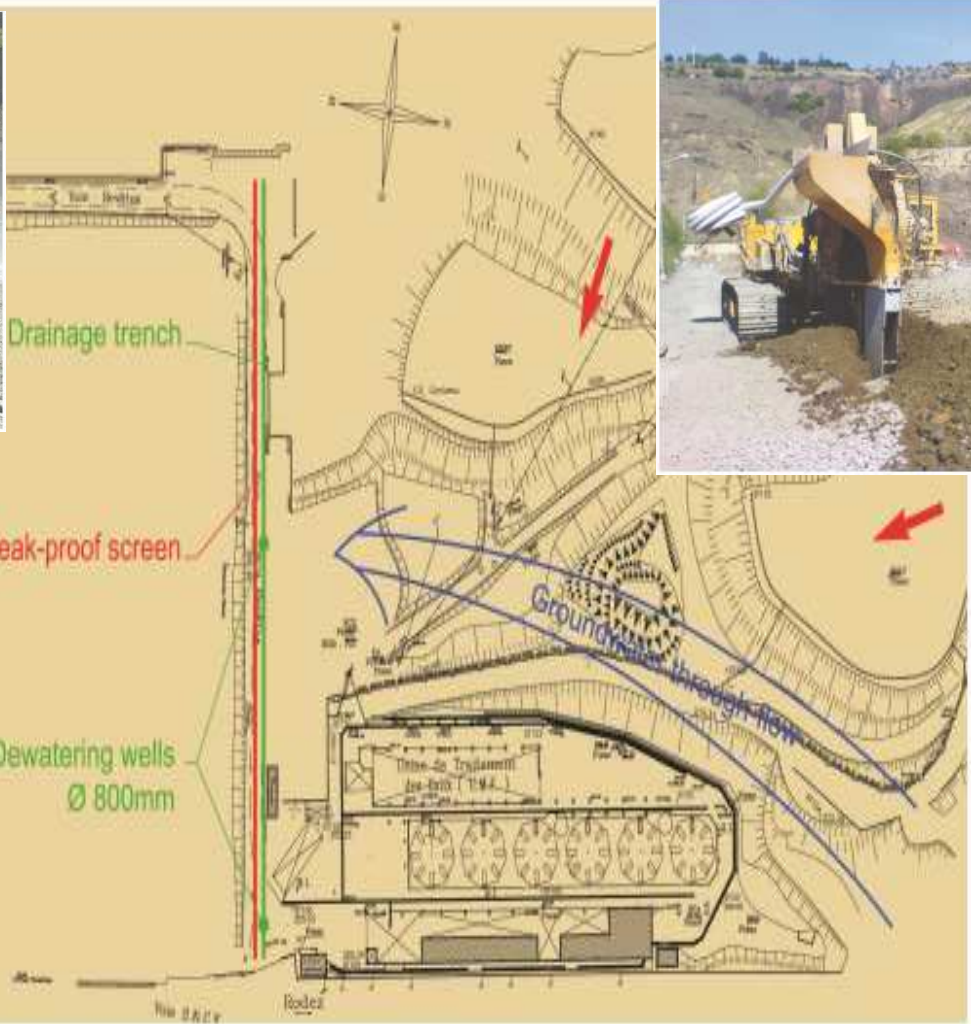


➤ Wykonanie bariery o przepuszczalności poniżej 10^{-8} m/s

Napowietrzanie – trenchmix - methanol



Draining wall– trenchmix - metale ciężkie – Zn, Cd



Céré la Ronde - Przykład realizacji

- Ekstrakcja lotnych związków poprzez soil mixing w połączeniu z instalacją odgazowującą
- Grunt zanieczyszczony lotnymi związkami organicznymi (900 mg/kg)
- Redukcja lotnych związków od 90 do 99%
- 4 tencze – długość 15m – głębokość 6m – rozstaw 1m



Immobilizacja zanieczyszczeń

- Stabilizacja/solidyfikacja
 - Stabilizacja – unieszkodliwiania substancji rozpuszczalnych (obniżenie rozpuszczalności)
 - Solidyfikacja – wiązanie zanieczyszczeń za pomocą substancji wiążącej (fizyczne zestalanie)
 - Nieorganicznej – cement, wapno itd.
 - Organicznych – epoksydy, poliestry, asfalty, smoły, poliiofetylity itd. –zaleta nad cementem – chemiczne wiązanie zanieczyszczeń organicznych co nie jest możliwe w przypadku cementu
 - Mieszanych
- Stosowanie specjalistycznych substancji o zastrzeżonym składzie
- Witryfikacja – podgrzewanie gruntu
- Zwiększenie pojemności sorpcyjnej ośrodka – dodatki organiczne – gdy występują trwałe zanieczyszczenia organiczne TZO, metale ciężkie

Solidyfikacja/Stabilizacja

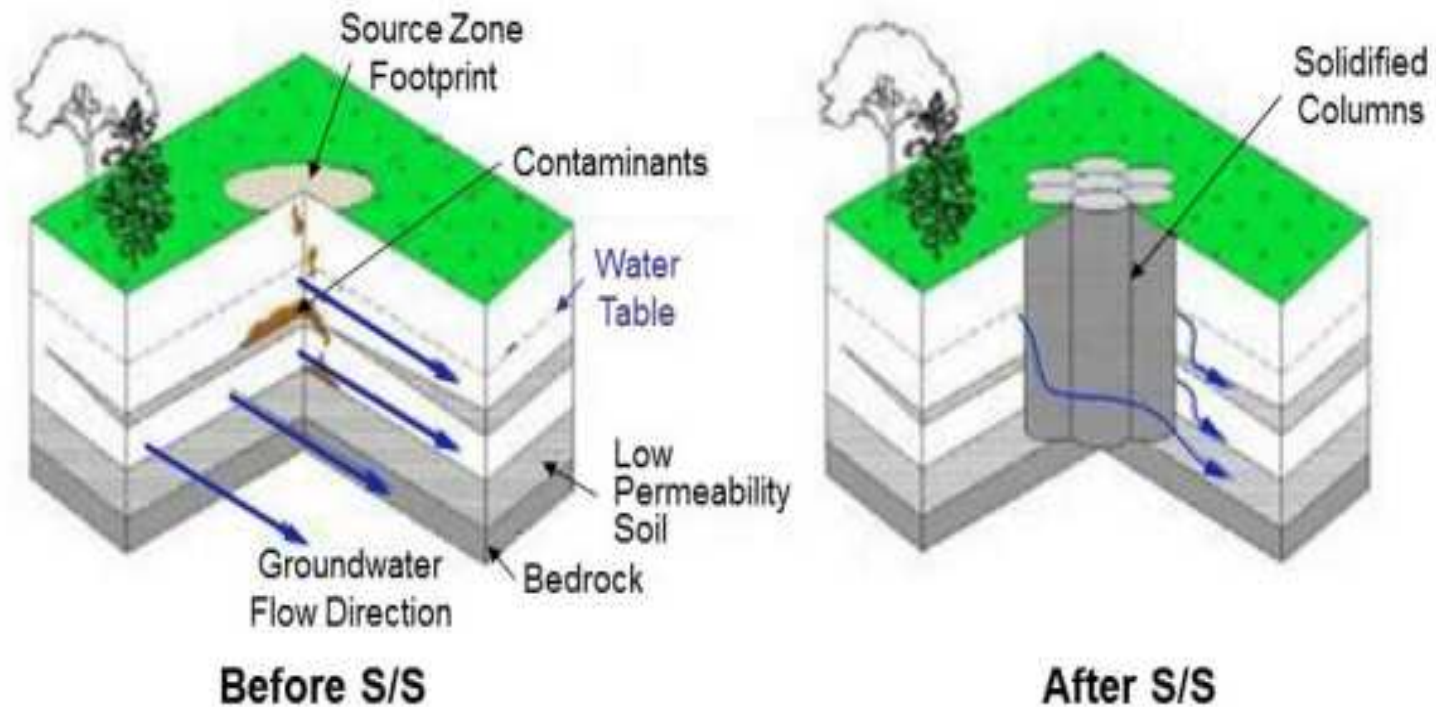
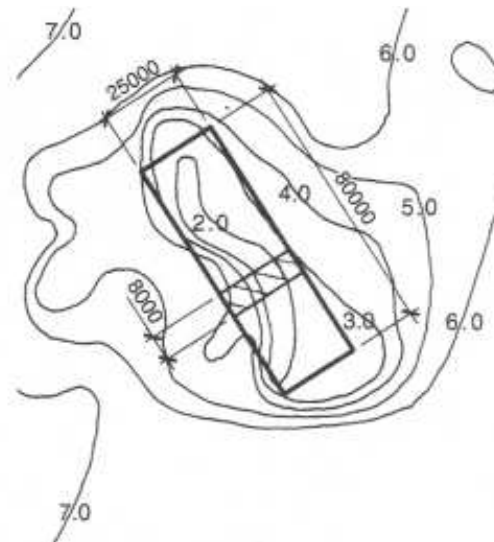


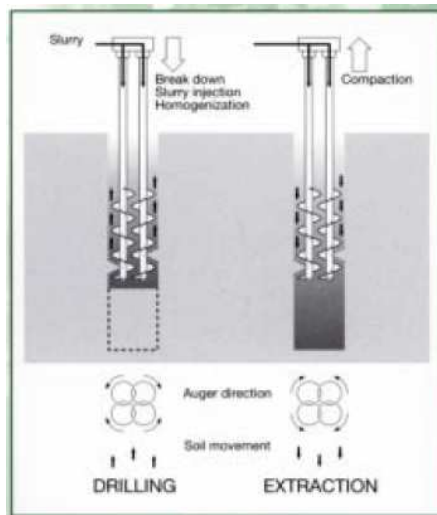
Figure 2-1. Conceptual in situ S/S model. *Source:* Modified from Palaia 2007.

Solidyfikacja/Stabilizacja

- Problem:
 - Metale ciężkie
 - Wielkość pH wpływa na mobilność metali ciężkich – im niższe tym większa mobilność
 - Rozwiązanie – soil mixing – cement, popioły



Stabilizacja – metale ciężkie



Stabilizacja poprzez soil mixing – składowiska odpadów niebezpiecznych

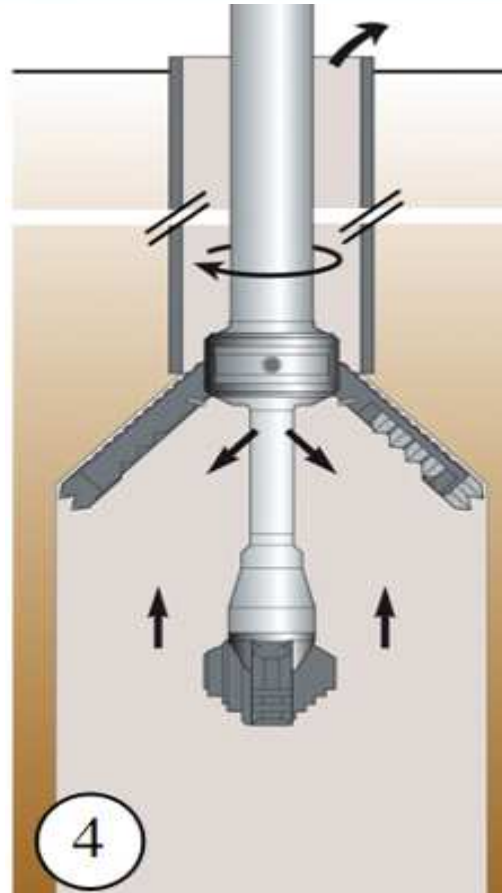


Głębokość 5 m,
Ilość punktów 2668 szt.
Objętość stabilizacji 10,000 m³

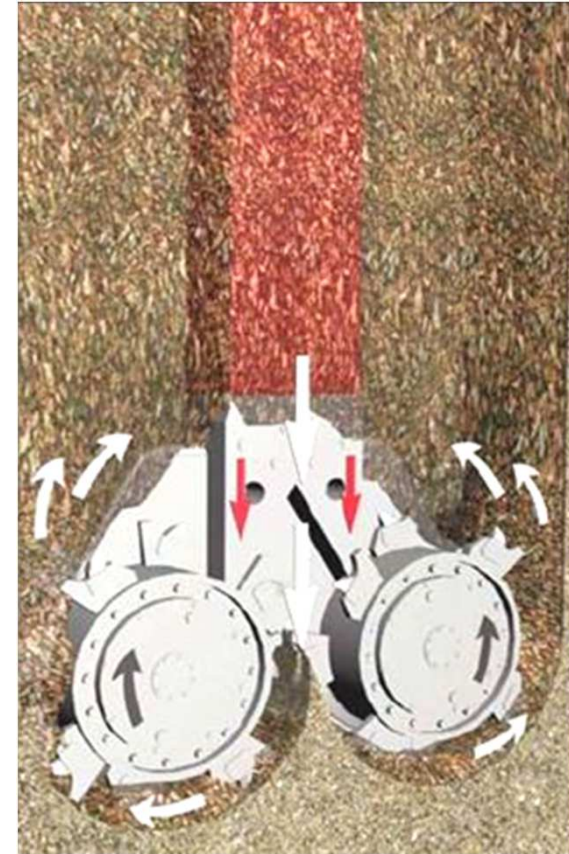
Metody mieszania gruntu



DSM



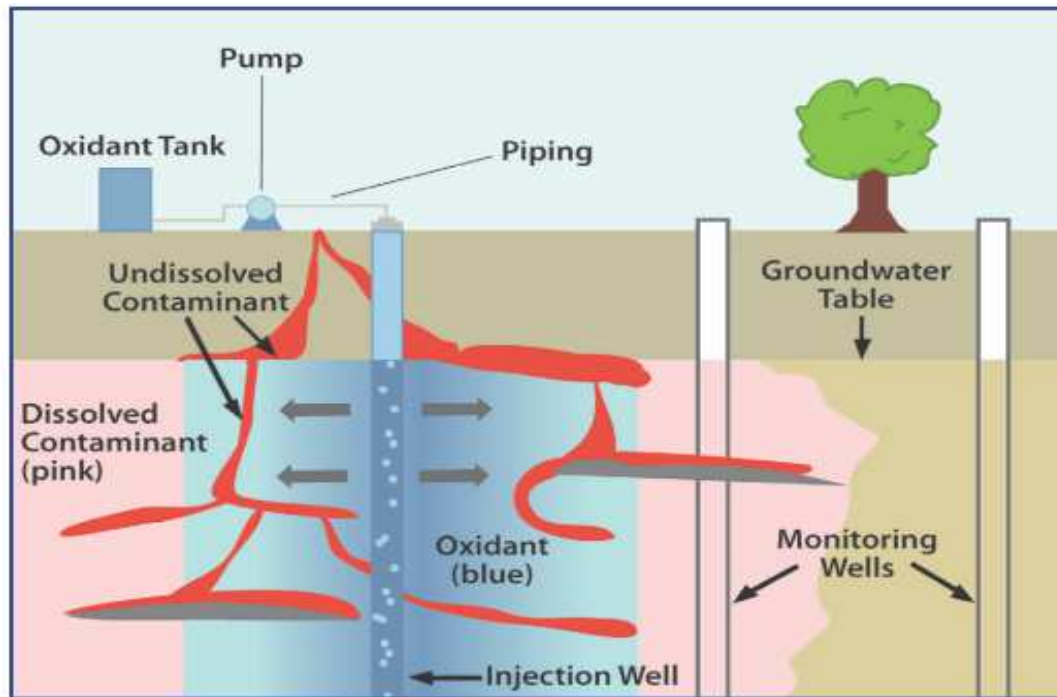
SPRINGSOL



GEOMIX/CSM

Chemiczne utlenianie (ISCO)

- In-situ Chemical Oxidation – przekształcenie zanieczyszczeń do nietoksycznej postaci przy wykorzystaniu utleniaczy
 - Nadmanganiany, nadsiarczany, nadlenticzki czy ozon

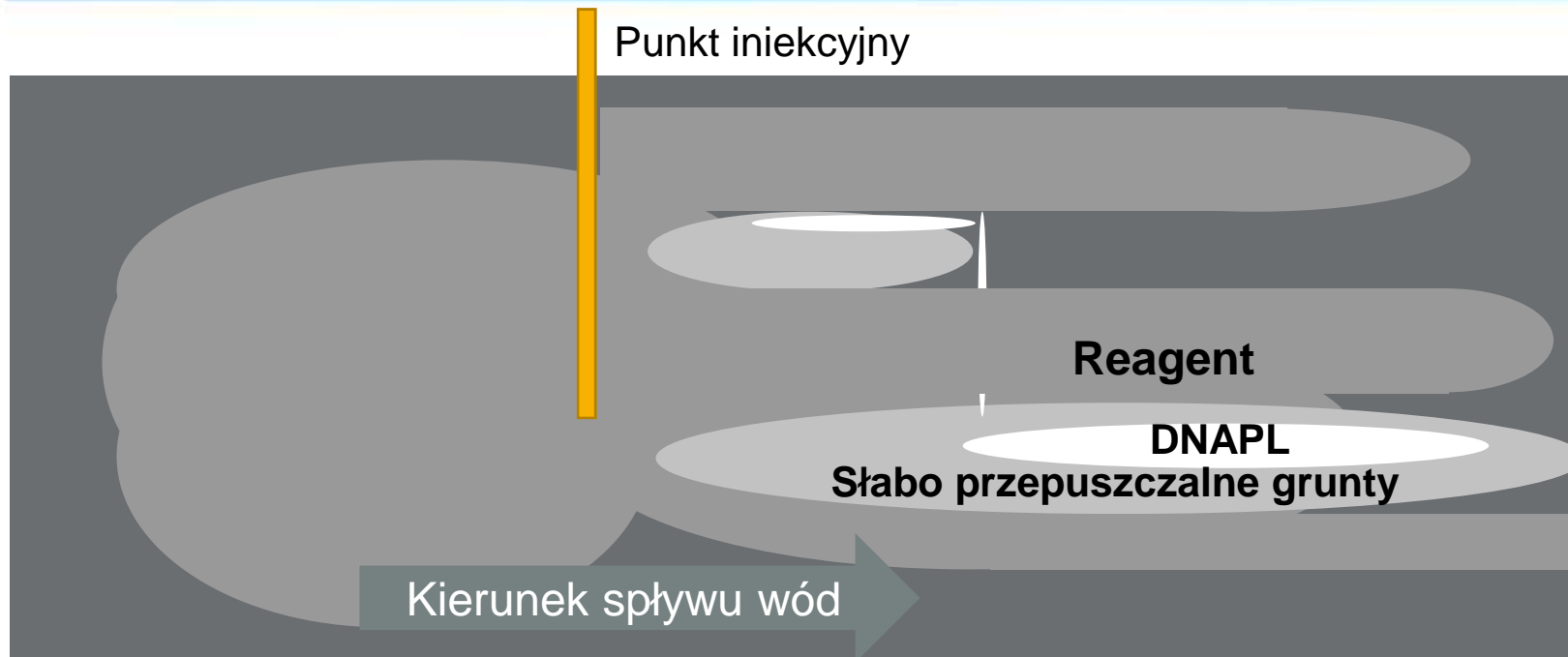


Solidyfikacja/Stabilizacja – utlenianie, redukcja

- W gruntach spoistych, słabo przepuszczalnych:
 - Soil mixing



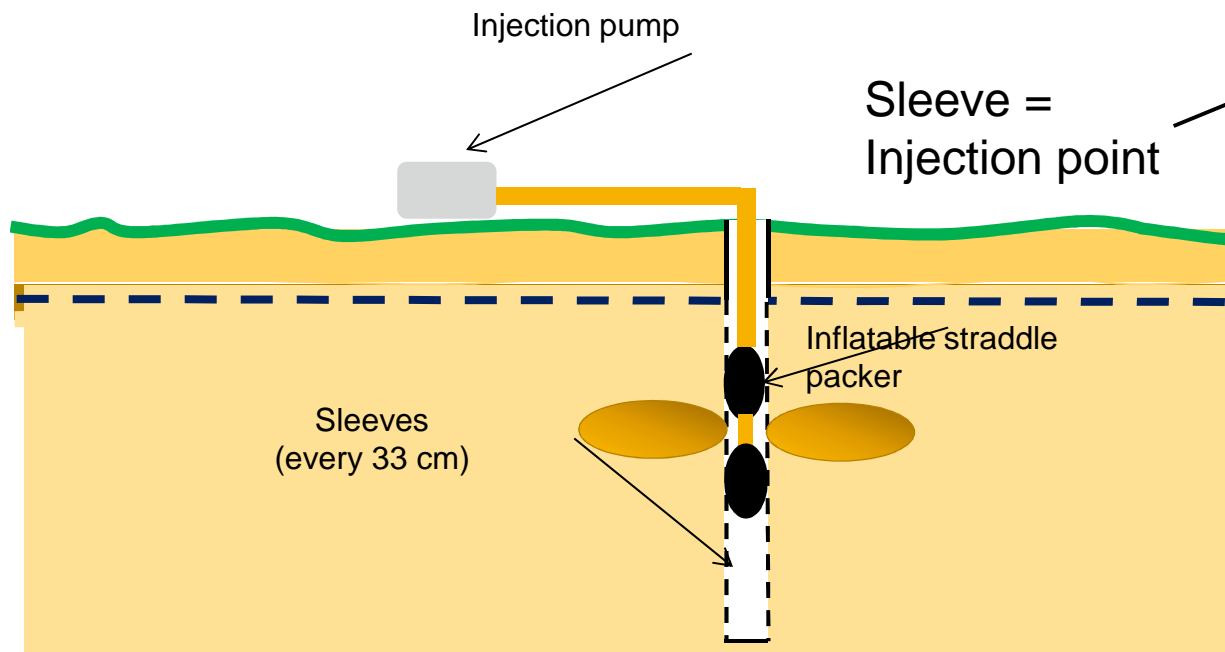
In Situ Injection



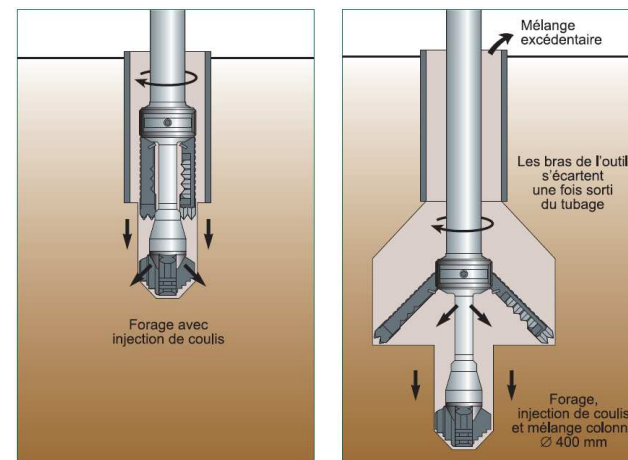
- Przy tradycyjnej iniekcji pojawia się problem gdy mamy zanieczyszczenie zamknięte w warstwie o małej przepuszczalności lub nieprzepuszczalnej

Innowacyjne technologie – Sleeved tubing injection

- Wykonanie iniekcji na całym terenie
- Kontakt pomiędzy reagentem a zanieczyszczeniem zapewniony przez dostosowanie gęstości iniekcji do lokalnych warunków gruntowych



Chemical contact in non-injectable areas



Implementacja zero wartościowego Fe	CV µg/l	PCE µg/l	TCE µg/l	DCE µg/l
Przez zastosowaniem	1 440	2 480	4 330	9 080
3 miesiące po zastosowaniu	12	770	76	320

- Stosowana w przypadku gruntów nieprzepuszczalnych
- Wymagany jest kontakt pomiędzy reagentem i zanieczyszczeniem

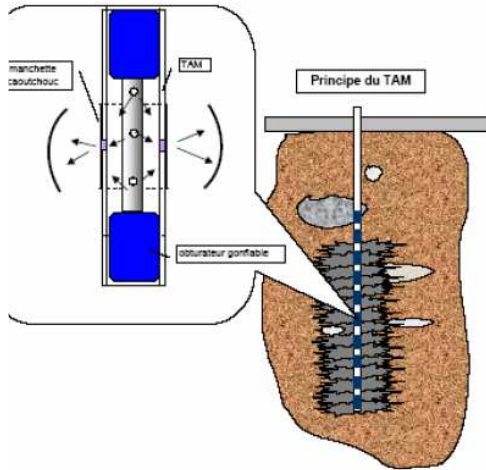
Springsoil



TAMSOL



Stabilizacja/solidyfikacja – Hg i Zn



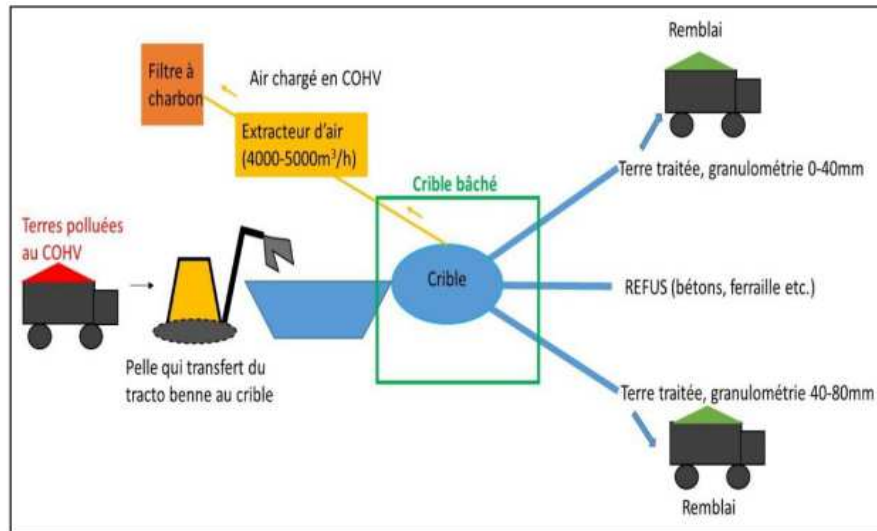
Sleeved tubing



Głębokość 5m, 1285m³ objętość



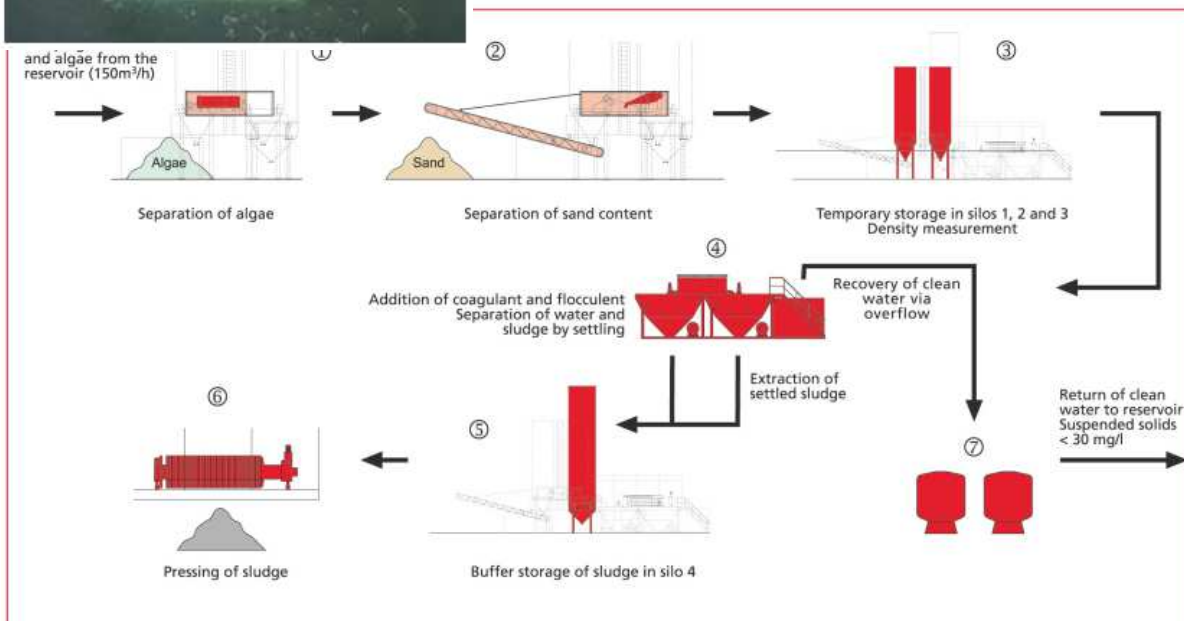
Screening - Przesiewanie



Oczyszczanie zbiorników



➤ Oczyszczenie zbiornika z glonów



Oczyszczanie zbiorników spływowych z dróg





Dziękuję za uwagę