symposium bodem breed

NTP

Bodemsaneringstechnieken
“Innovatief en duurzaam saneren”

Dennis Scheper

expertise bodem en ondergrond

DORDRECHT

Stantec

België vs. Nederland

symposium bodem breed

Tijdstip	Onderdeel
10.30-10.35 uur	Welkom door de voorzitter
10.35-10.50 uur	Duurzame en innovatieve binnenstedelijke sanering Chroom-6 Jan Van den Ouwelant (Greensoil)
10.50-10.55 uur	Vragen n.a.v. presentatie Greensoil
10.55-11.10 uur	De bodem is één grote bioreactor Nick van 't Klooster / Harald Opdam (Heijmans)
11.10-11.15 uur	Vragen n.a.v. presentatie Heijmans
11.15-11.30 uur	Accurate injectiestrategie door combinatie van EnISSA data en SPIN® injectietechnologie Pieter Buffel & Jeroen Vandenbruwane (EnISSA & INJECTIS)
11.30-11.35 uur	Vragen n.a.v. presentatie EnISSA/Injectis
11.35-11.50 uur	Aan de slag met sanering PFAS puntbronlocaties John van Tol & Iris van der Veen (Tauw)
11.50-11.55 uur	Vragen n.a.v. presentatie Tauw
11.55-12.00 uur	Afsluiting door de voorzitter

NTP

GreenSoil Group – Sustainable Soil Remediation

heijmans

EnISSA – enhanced in-situ soil analysis

INJECTIS

TAUW

Hèt netwerk event van de bodem en ondergrond

symposium bodem breed

GreenSoil Group
Sustainable Soil Remediation

Duurzame en innovatieve VOCl en Cr6 sanering in stedelijke omgeving

Jan Van den Ouwelant

expertise bodem en ondergrond

Dordrecht

Stantec

symposium bodem breed

Inhoud

- Voorstelling GreenSoil
- Project achtergrond
- Uitgangssituatie
- Fase I
- Fase II: haalbaarheidsonderzoek
- Fase III: implementatie
- Resultaten

Hèt netwerk event van de bodem en ondergrond

GreenSoil Group
Sustainable Soil Remediation

symposium bodem breed

Voorstelling GreenSoil

- Algemeen (Kennis) Aannemer
- Internationaal (NL, BE, IT, BR, CHL)
- Innovatie en R&D
- Biologische technieken
- Contractueel maatwerk

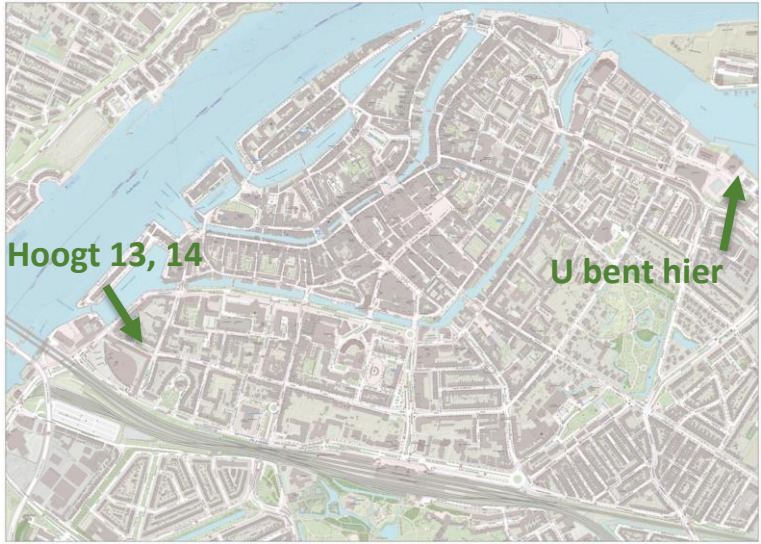
VCA**

GREENSOIL Group
Sustainable Soil Remediation

Project achtergrond

- Hoogt 13: Historisch pand (Rijksmomument)
  - 1786 – 1852: Scheepsbouw Jan Schouten
  - 1935 – 1961: Galvaniseerbedrijf Ampère
  - 1961 – 1974: Elektromotorenfabriek Dordt
  - 1974 – 2010: Meubelstoffeerderij

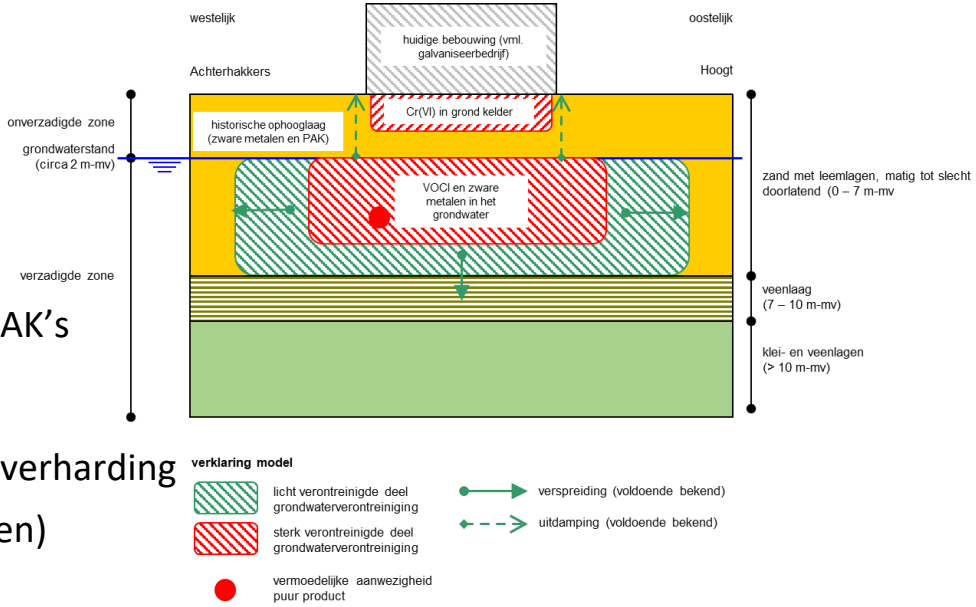
- Hoogt 14:
  - 1737 – 1883: Joodse Begraafplaats



symposium bodem breed

Project achtergrond

- Bodemonderzoek (vanaf 1997)
  - Activiteiten chromeringsbedrijf:
    - ontvettingsbaden + riolering → VOCl
    - dompelbaden (kelder) → Cr (VI)
  - Heterogene toplaag: zware metalen & PAK's
- Saneringsplan (2003)
  - Zware metalen bovengrond: isolatie via verharding
  - Cr (VI): ontgraving onder pand (zuigwagen)
  - VOCl: pump & treat



GreenSoil Group
Sustainable Soil Remediation

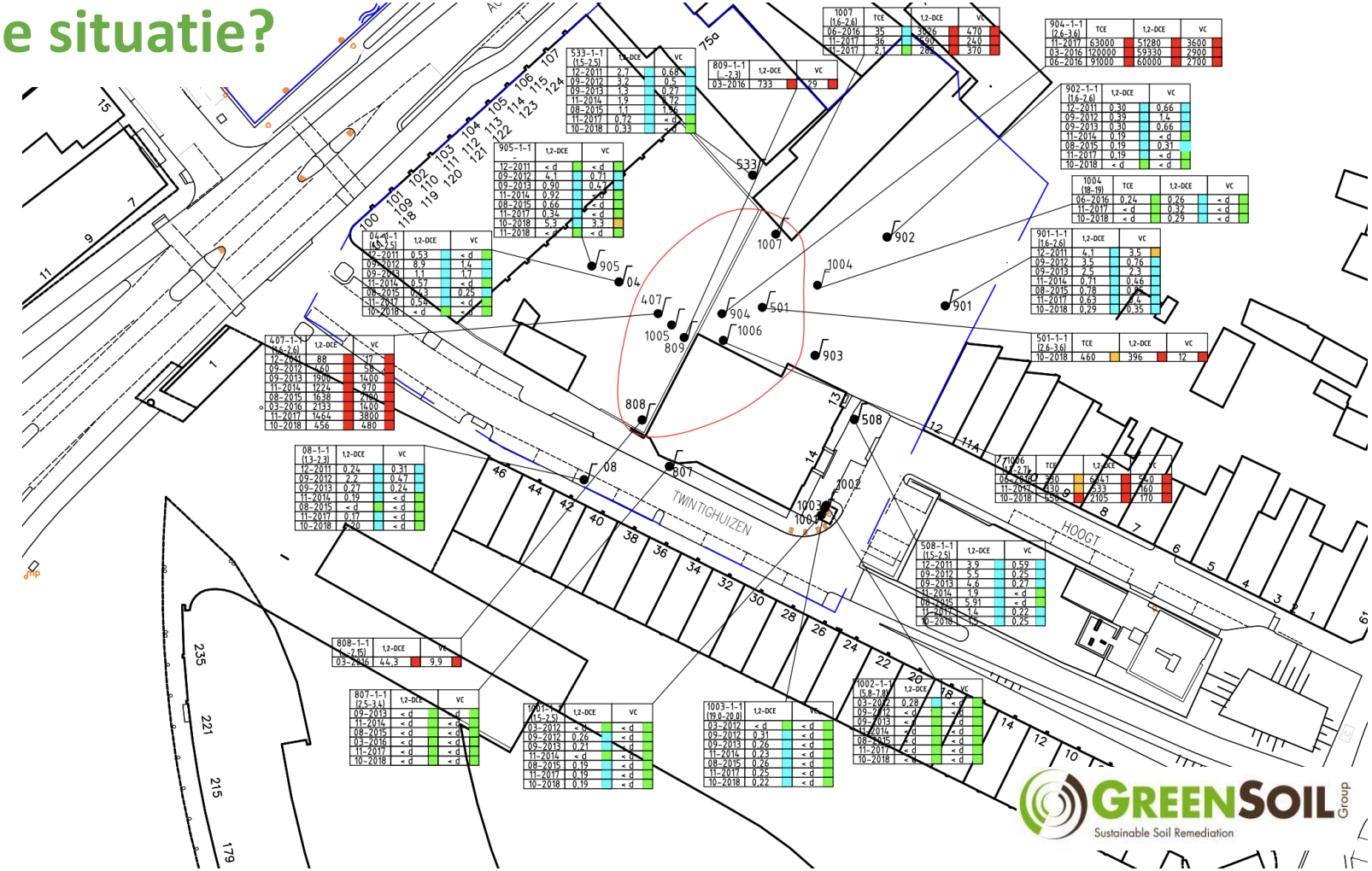
symposium bodem breed

Project achtergrond

- Uitvoering bodemsanering 2004 – 2009
  - Tegenvallende resultaten
    - Uitvoeringstechnisch thv kelder (locatie C) → isolatie
    - Rendement P&T VOCl (locatie A)
- 2011: Nazorgplan
  - Monitoring stabiele restverontreiniging
  - Gebruiksbeperkingen
  - 2011 – 2019: nazorg
  - Eindige situatie?

GreenSoil Group
Sustainable Soil Remediation

Eindige situatie?



1007 (16-2.6)	TCE	1,2-DCE	VC
06-2016	35	1276	470
11-2017	36	590	240
11-2017	2.1	288	370

904-1-1 (2.6-3.6)	TCE	1,2-DCE	VC
11-2017	63000	51280	3600
03-2016	120000	59330	2900
06-2016	91000	60000	2700

533-1-1 (15-2.5)	1,2-DCE	VC
12-2011	2.7	0.68
09-2012	3.2	0.5
09-2013	1.3	0.27
11-2014	1.9	0.72
08-2015	1.1	1.56
11-2017	0.72	< d
10-2018	0.33	< d

809-1-1 (...-2.3)	1,2-DCE	VC
03-2016	733	29

902-1-1 (1.6-2.6)	1,2-DCE	VC
12-2011	0.30	0.66
09-2012	0.39	1.4
09-2013	0.30	0.66
11-2014	0.19	< d
08-2015	0.19	0.31
11-2017	0.19	< d
10-2018	< d	< d

905-1-1	1,2-DCE	VC
12-2011	< d	< d
09-2012	4.1	0.71
09-2013	0.90	0.47
11-2014	0.92	< d
08-2015	0.66	< d
11-2017	0.34	< d
10-2018	5.3	3.3
11-2018	< d	< d

1004 (18-19)	TCE	1,2-DCE	VC
06-2016	0.24	0.26	< d
11-2017	< d	0.32	< d
10-2018	< d	0.29	< d

04-1-1 (15-2.5)	1,2-DCE	VC
12-2011	0.53	< d
09-2012	8.9	1.4
09-2013	1.1	1.7
11-2014	0.57	< d
08-2015	0.43	0.25
11-2017	0.56	< d
10-2018	< d	< d

901-1-1 (1.6-2.6)	1,2-DCE	VC
12-2011	4.1	3.5
09-2012	3.5	0.76
09-2013	2.5	2.3
11-2014	0.71	0.46
08-2015	0.78	0.85
11-2017	0.63	0.4
10-2018	0.29	0.35

407-1-1 (1.6-2.6)	1,2-DCE	VC
12-2011	88	17
09-2012	460	53
09-2013	1900	1400
11-2014	1224	970
08-2015	1638	2190
03-2016	2133	1400
11-2017	1464	3800
10-2018	456	480

501-1-1 (2.6-3.6)	TCE	1,2-DCE	VC
10-2018	460	396	12

08-1-1 (1.3-2.3)	1,2-DCE	VC
12-2011	0.24	0.31
09-2012	2.2	0.47
09-2013	0.27	0.24
11-2014	0.19	< d
08-2015	< d	< d
11-2017	0.17	< d
10-2018	0.20	< d

1006 (1.2-1.7)	TCE	1,2-DCE	VC
06-2016	350	6141	5.0
11-2017	350	533	160
10-2018	330	2105	170

508-1-1 (1.5-2.5)	1,2-DCE	VC
12-2011	3.9	0.59
09-2012	5.5	0.25
09-2013	4.6	0.27
11-2014	1.9	< d
08-2015	5.91	< d
11-2017	1.4	0.22
10-2018	1.5	0.25

808-1-1 (1.5-2.15)	1,2-DCE	VC
03-2016	44.3	9.9

807-1-1 (2.5-3.4)	1,2-DCE	VC
09-2013	< d	< d
11-2014	< d	< d
08-2015	< d	< d
03-2016	< d	< d
11-2017	< d	< d
10-2018	< d	< d

1001-1-1 (1.5-2.5)	1,2-DCE	VC
12-2011	< d	< d
09-2012	0.26	< d
09-2013	0.21	< d
11-2014	< d	< d
08-2015	0.19	< d
11-2017	0.19	< d
10-2018	0.19	< d

1003-1-1 (19.0-20.0)	1,2-DCE	VC
03-2012	< d	< d
09-2012	0.31	< d
09-2013	0.26	< d
11-2014	0.23	< d
08-2015	0.26	< d
11-2017	0.25	< d
10-2018	0.22	< d

1002-1-1 (5.8-7.8)	1,2-DCE	VC
03-2012	0.28	< d
09-2012	< d	< d
09-2013	< d	< d
11-2014	< d	< d
08-2015	< d	< d
11-2017	< d	< d
10-2018	< d	< d

GREENSOIL Group
Sustainable Soil Remediation

symposium bodem breed

Uitgangssituatie

- 2019: aanpak “rest” verontreiniging
- Complexe randvoorwaarden!
- Aanvullende bodemsanering
  - Actieve aanpak “toegankelijke” verontreiniging
  - Zware metalen, PAK’s & asbest: leeflaagsanering
  - VOCl: bio-augmentatie
  - Herstel functioneel gebruik terrein

	Soil	Groundwater
Volume	300 m^3	2.500 m^3
Depth	2 m-bgl	7 m-bgl
Parameters		
Cr (VI)	> 70 mg/kg	> 1.000.000 µg/l
TCE	-	> 100.000 µg/l
c-DCE	-	> 53.000 µg/l
VC	-	> 3.600 µg/l

Fase I

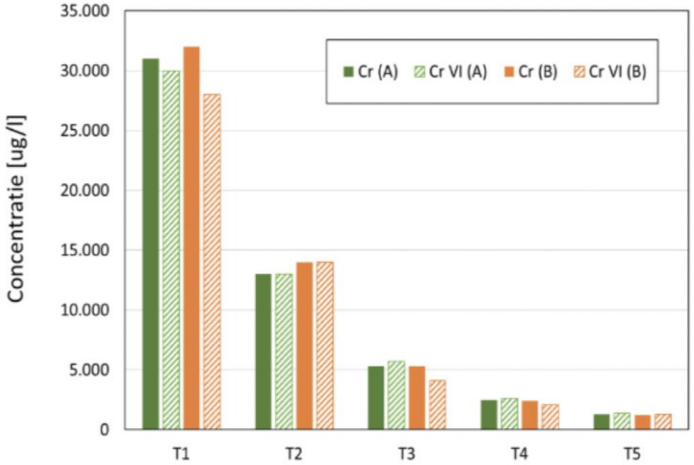
- Leeflaagsanering
  - Zware metalen, PAK's, asbest: ontgraving ca. 300 m3
  - Archeologische vondst
- Bio-augmentatie
  - Doseren organisch substraat (Dehalo-GS™)
  - Doseren micro-organismen (Dehalococcoïdes)
  - Directe injecties via "chain-drive" (70 stuks) – 20m3 oplossing
  - Stimuleren biologische afbraak VOCl
- Herstel terrein & verhardingen

GreenSoil Group
Sustainable Soil Remediation

symposium bodem breed

Fase II: haalbaarheid bronaanpak

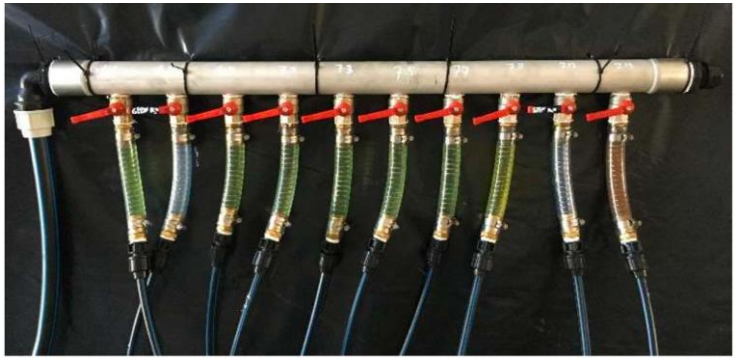
- Aanpak bronzone (kelder)?
  - Technische uitvoerbaarheid?
  - Onverzadigde zone: in-situ spoelen
  - Verzadigde zone: inpandige directe injecties
- Labo-onderzoek door R&D GreenSoil
  - Chemische reductie van Cr(VI) tot Cr(III)
  - Uitspoelen van mobiele Cr(VI) en reiniging



symposium bodem breed

Fase III: bronaanpak

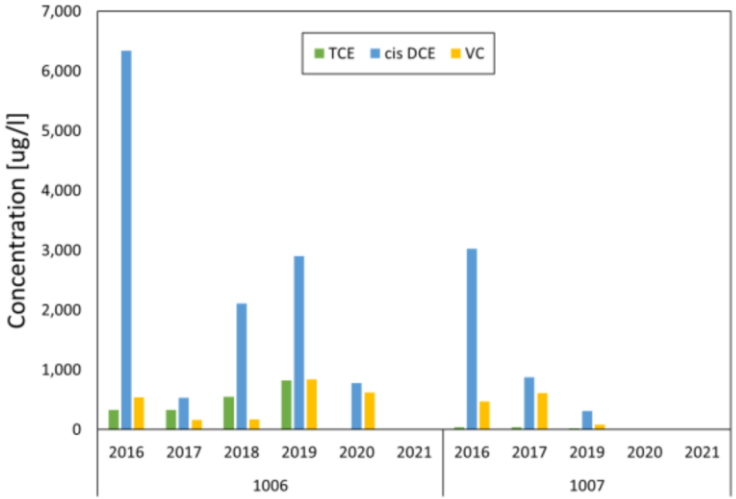
- Directe injecties kelder: 18 stuks
  - 8 m3 injectieoplossing
  - Biologische afbraak VOCl
  - Reductie Cr(VI) tot Cr(III)
- Bodemsaneringssysteem
  - 10 filters
  - Onttrekking hangwater
  - Infiltratie drinkwater voor spoelen
  - Afvoer 13 ton hoog geconcentreerd Cr(VI) oplossing

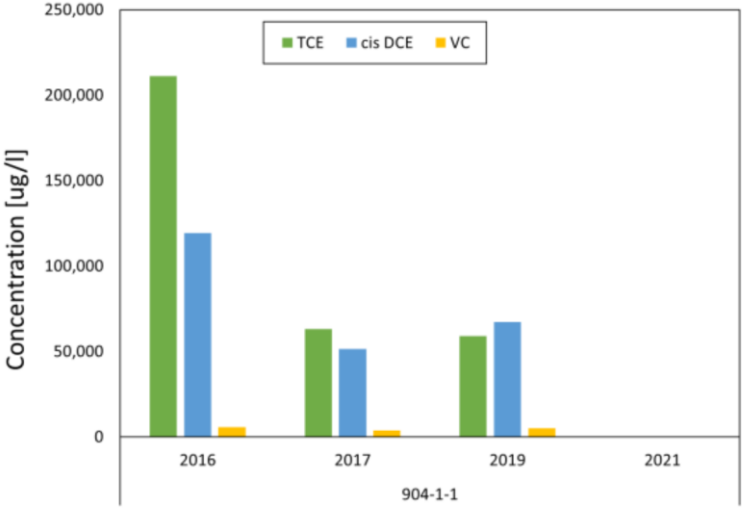


GreenSoil Group
Sustainable Soil Remediation

symposium bodem breed

Resultaten: VOCl

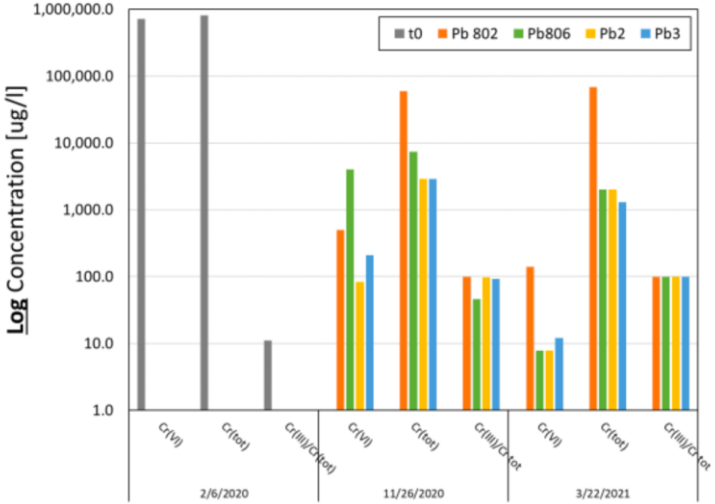


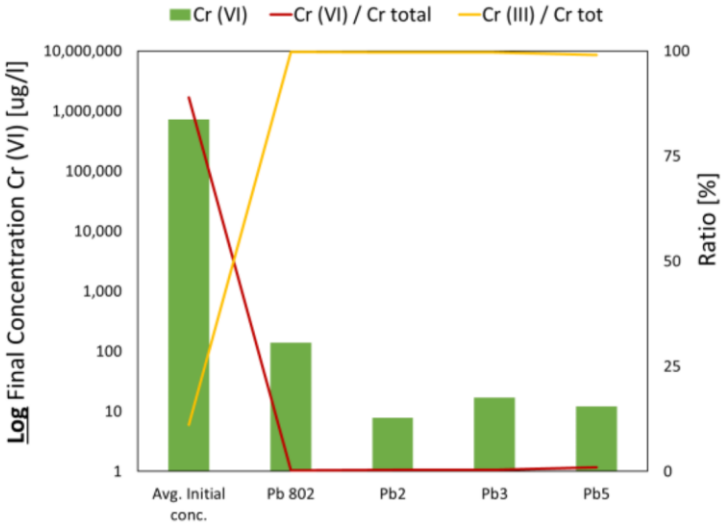


Volledige afbraak vond reeds plaats → dosering overmaat TOC zorgt voor versnelde biologische afbraak tot onder I-waarde !

GreenSoil Group
Sustainable Soil Remediation

Resultaten: Cr(VI)





Reductie/immobilisatie van Cr(VI) tot Cr(III) → 99% reductie mobiele fractie

symposium bodem breed

Dank voor de aandacht!

- Vragen?
  - Jan Van den Ouwelant
  - Manager Business Development GreenSoil
  - j.vandenouwelant@greensoilgroup.com
  - +32 470 10 19 47

Hèt netwerk event van de bodem en ondergrond

GREENSOIL Group
Sustainable Soil Remediation

symposium bodem breed

heijmans

Biobased engineering Symposium Bodem Breed

Nick van 't Klooster & Harald Opdam

expertise bodem en ondergrond

DORDRECHT

Stantec

De Bodem is één grote bioreactor ?

symposium bodem breed

Even voorstellen

- Nick van ‘t Klooster, commercieel manager Heijmans Bodem
- Harald Opdam, Lead Engineer Heijmans Bodem

De Bodem is één grote bioreactor ?

symposium bodem breed

Introductie Heijmans Bodem

Innovaties bij bodemsanering

- Schiphol-Oost : in-situ bioreactor
- Chemie-Pack Moerdijk : mini-spargers

BODEM:

- Advies & Onderzoek
- Saneringen
- Grondstoffen
- Geodesie
- Explosievenopsporing
- Grondverzet

HEIJMANS BODEM

heijmans

Een schone en gezonde bodem voor een duurzame toekomst

Door een toenemende schaarste van de bovengrondse ruimte wordt onze bodem steeds belangrijker. Er is steeds meer behoefte om het gebruik van de ondergrond te ordenen en mogelijke ondergrondse conflicten te vermijden. Dat voorkomt vertragingen, stagnatie en uitloop op bouwprojecten.
De bodemspecialisten van Heijmans kunnen die complexe ondergrond gedetailleerd in kaart brengen, saneren en bouwrijp maken. Ons uitgangspunt hierbij is een gezonde en schone bodem voor een gezonde leefomgeving.

ANALYSE VAN HET BOUWPROJECT

ANALYSE VAN DE ONDERGROND

- Gezamenlijke bepaling type onderzoek, afhankelijk van project, klantwens- en ambitie
- Geofysisch bodemonderzoek
- Milieukundig bodemonderzoek
- Ecologisch bodemonderzoek

ADVIES

- Duurzaamheid
- Wettelijke regelgeving (omgevingswet, milieukundige wetten)
- Integraliteit

OPLOSSINGEN

- In kaart brengen van bodemrisico's en ondergrondse infrastructuur
- Bodemsaneringen in-situ en ex-situ
- Grondwaterzuivering
- Grondverzet
- Explosievenopsporing
- Grond- en bouwstoffen
- Expertise andere Heijmans specialismen
- Bouwrijp maken van (verontreinigde) locaties

MONITORING EN EVALUATIE

- Monitoren van de grond gedurende het gehele bouwproject
- Evalueren van bouwklaar maken van de grond en eventueel overdracht naar andere Heijmans disciplines

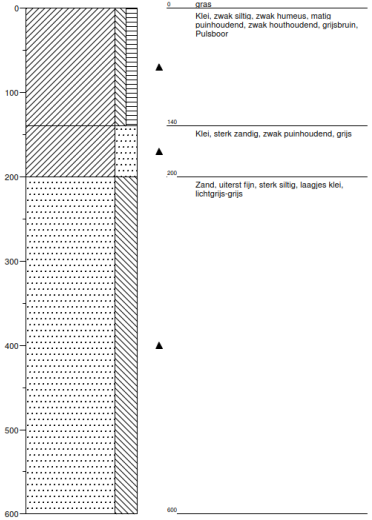
De Bodem is één grote bioreactor ?

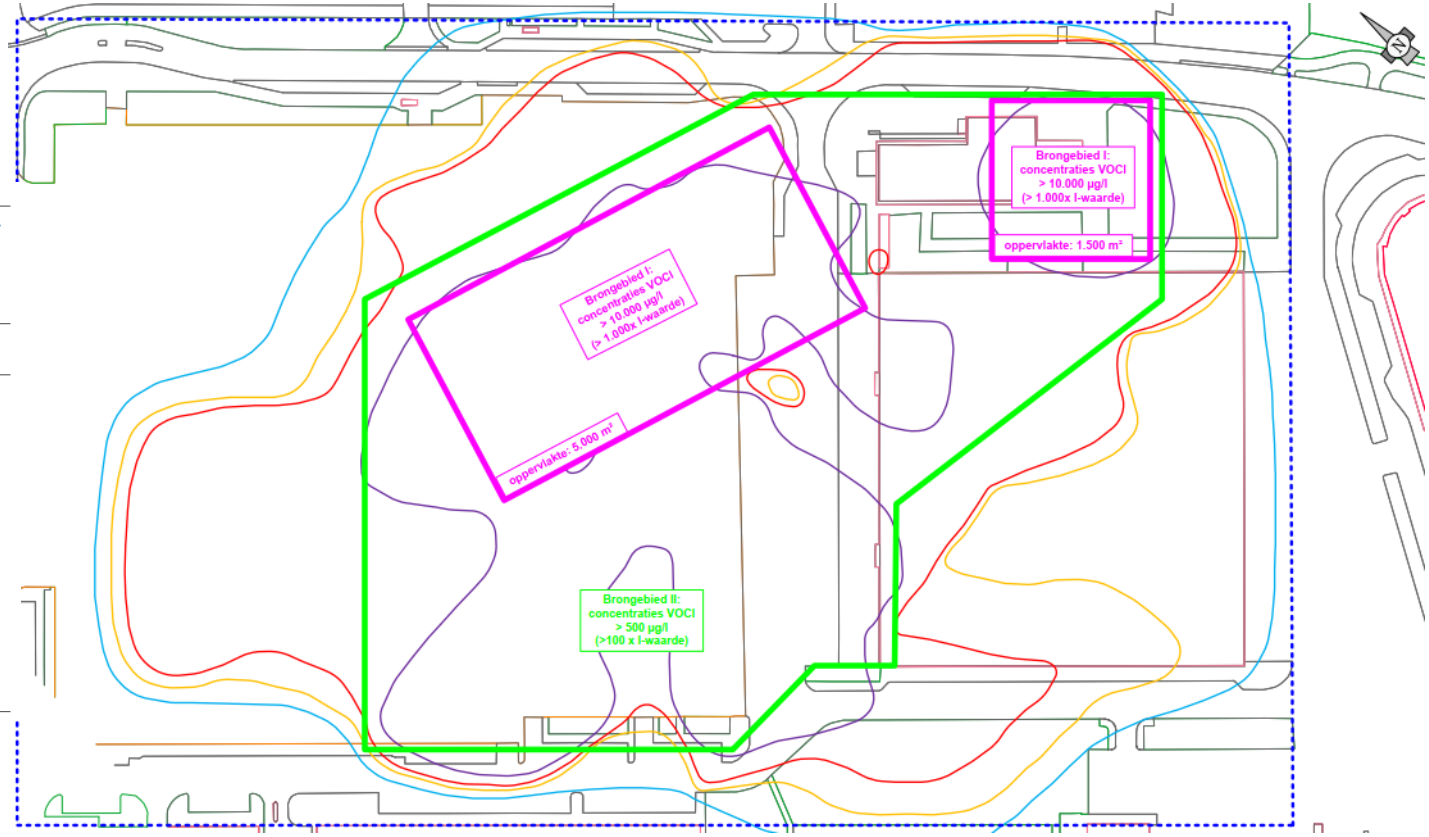
Innovaties bij bodemsanering

- Schiphol-Oost : in-situ bioreactor
- Chemie-Pack Moerdijk : mini-spargers

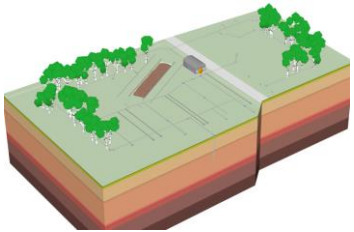
symposium bodem breed

Schiphol Bioreactor





Schiphol Bioreactor



https://youtu.be/ODNOw5LM118

symposium bodem breed

Schiphol Bioreactor

symposium bodem breed

Schiphol Bioreactor

Resultaten (1)

Periode	Influent concentratie Bioreactor [µg/l]					Verblijftijd	Bacterien DHC	Effluent concentratie Bioreactor [µg/l]					Rendement
	PER	TRI	CIS	VC	Σ VOCL	[dag]	[cellen/ml]	PER	TRI	CIS	VC	Σ VOCL	[%]
2017-Q1	0,0	537,0	6154,0	568,2	7259,1	39	1,1E+06	0,0	0,1	2,1	0,1	2,3	100,0%
2017-Q2	0,0	98,8	2054,9	237,0	2390,8	19	1,5E+05	0,0	0,1	5,0	3,3	8,4	99,6%
2017-Q3	0,0	274,5	3668,7	1010,8	4954,0	21	1,9E+04	0,0	0,1	4,8	3,1	8,0	99,8%
2017-Q4	0,2	301,7	4676,1	820,9	5798,9	21	9,8E+04	0,0	0,2	3,2	0,1	3,5	99,9%
2018	0,0	645,8	5541,7	1005,8	7193,3	17	8,3E+04	0,0	0,1	8,6	15,0	23,7	99,7%
2019	0,0	71,8	3423,6	439,8	3935,2	15	4,2E+05	0,0	0,1	3,5	0,1	3,7	99,9%

symposium bodem breed

Schiphol Bioreactor

Resultaten (2)

Periode	1ste orde afbraak constante [dag-1]				Rendement [%]
	PER	TRI	CIS	VC	
2017-Q1	-	0,227	0,203	0,211	100,0%
2017-Q2	-	0,373	0,310	0,220	99,6%
2017-Q3	-	0,377	0,323	0,282	99,8%
2017-Q4	-	0,367	0,355	0,422	99,9%
2018	-	0,526	0,373	0,242	99,7%
2019	-	0,475	0,472	0,552	99,9%
gemiddelde :		**0,39**	**0,34**	**0,32**	**99,8%**

Innovatie bioreactor

Lessons learned:

- In-situ saneren in slecht doorlatende bodem, mogelijk middels anaerobe bioreactor;
- Gecontroleerd hoge VOCl concentraties volledig afgebroken, tot lage gehalten Cis, Vc;
- Snelle anaerobe afbraak mogelijk [$k > 0,3$ dag^{-1}]

- Hoge concentraties in bronzone succesvol gesaneerd
- Doorspoelen slecht doorlatend bodempakket blijft lastig, stagnante zones

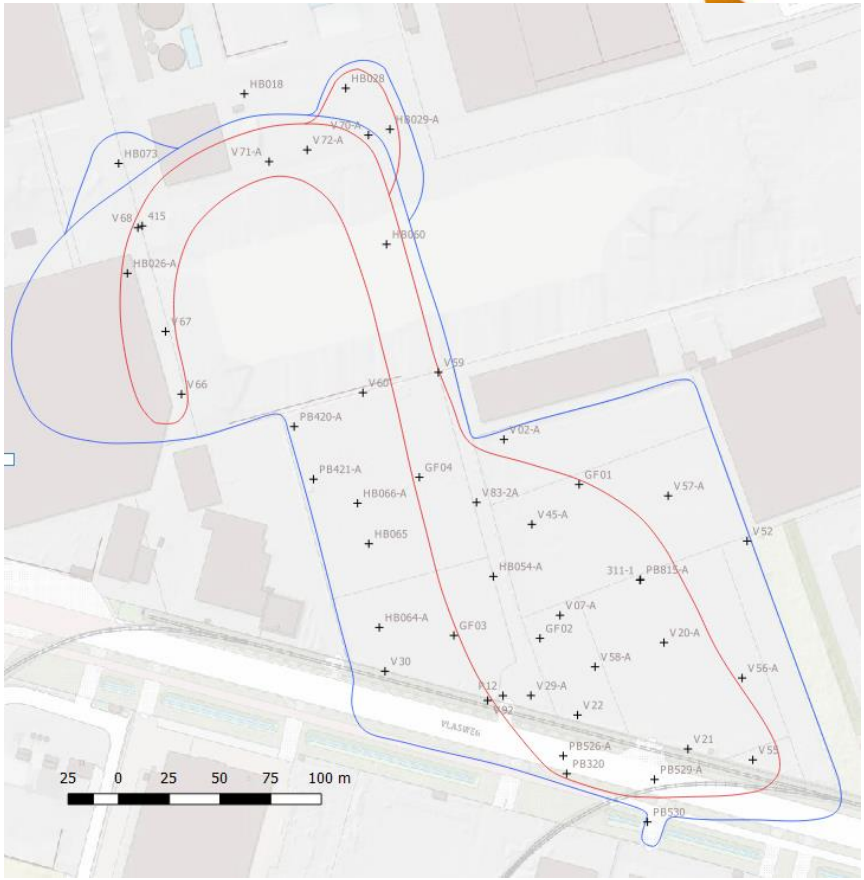
De Bodem is één grote bioreactor ?

Innovaties bij bodemsanering

- Schiphol-Oost : in-situ bioreactor
- Moerdijk : Mini-Spargers

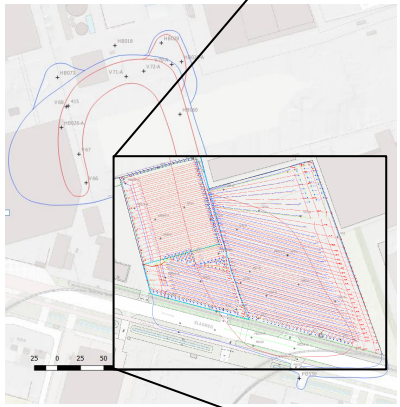
Moerdijk-MSP

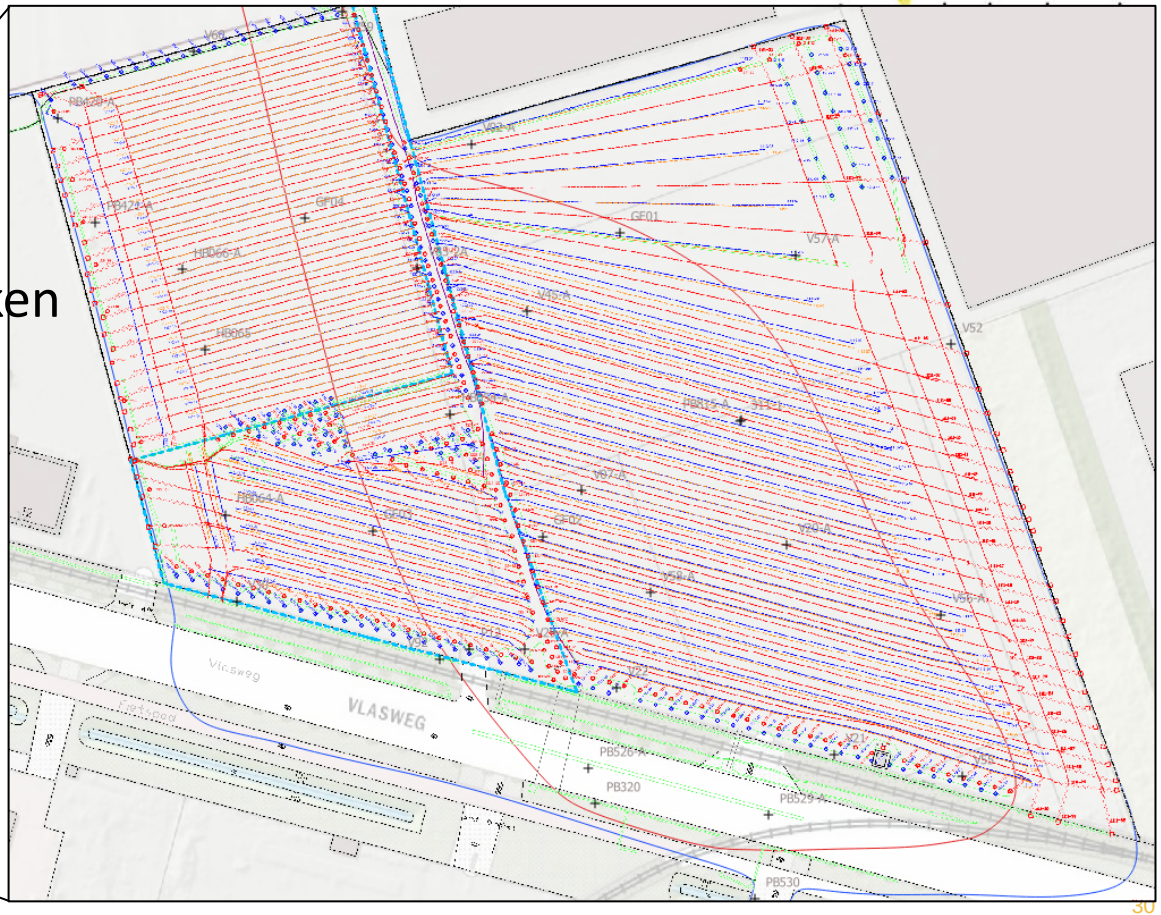
- Oppervlak >70.000 m2
- Complexe verontreiniging
- Hoge vracht
- Heterogene bodemopbouw
- Complexe industriële omgeving



Moerdijk-MSP

- Intensief systeem
- Combinatie van technieken

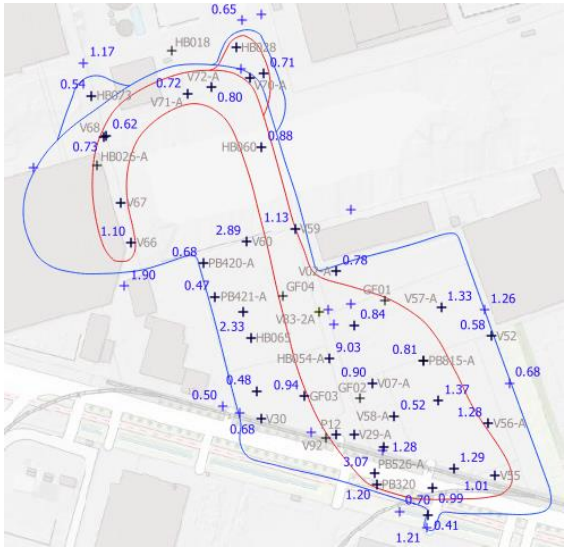


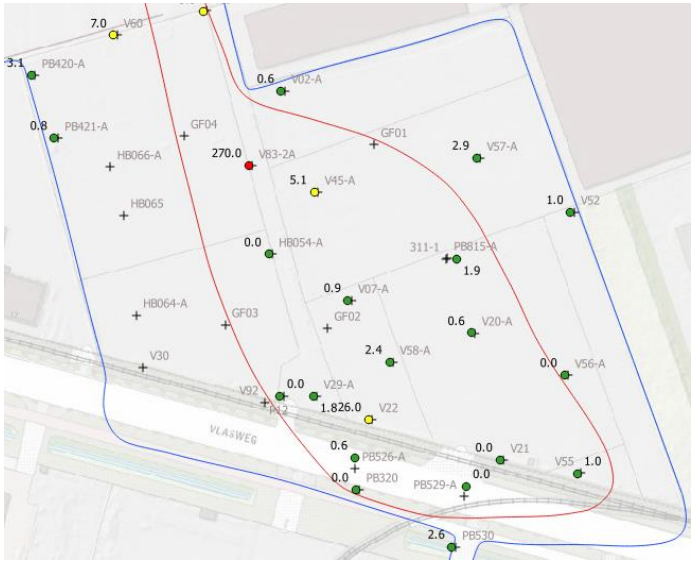


Moerdijk-MSP

Resultaat na 3 jaar:

lokaal en niet voor alle parameters (Nonylfenol) voldoende resultaat





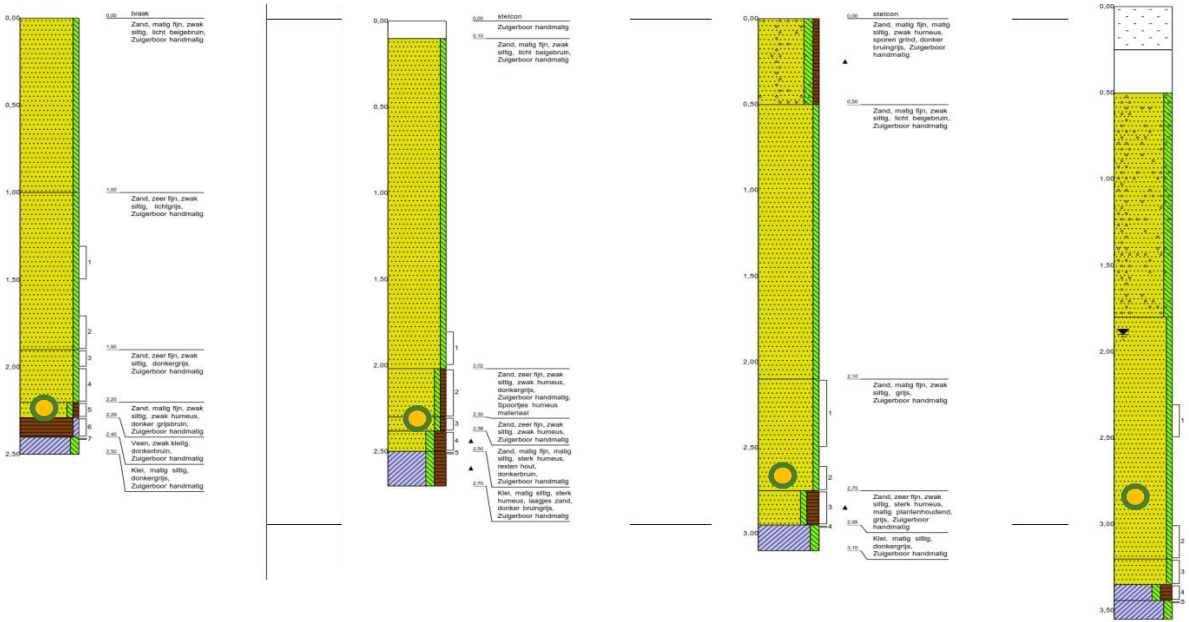
Moerdijk-MSP

Gelaagde bodemopbouw:

- geulen,
- glooiend
- lokaal veen,
- sterk humeuze laag

=> gericht en lokaal beluchten

=> MSP punten



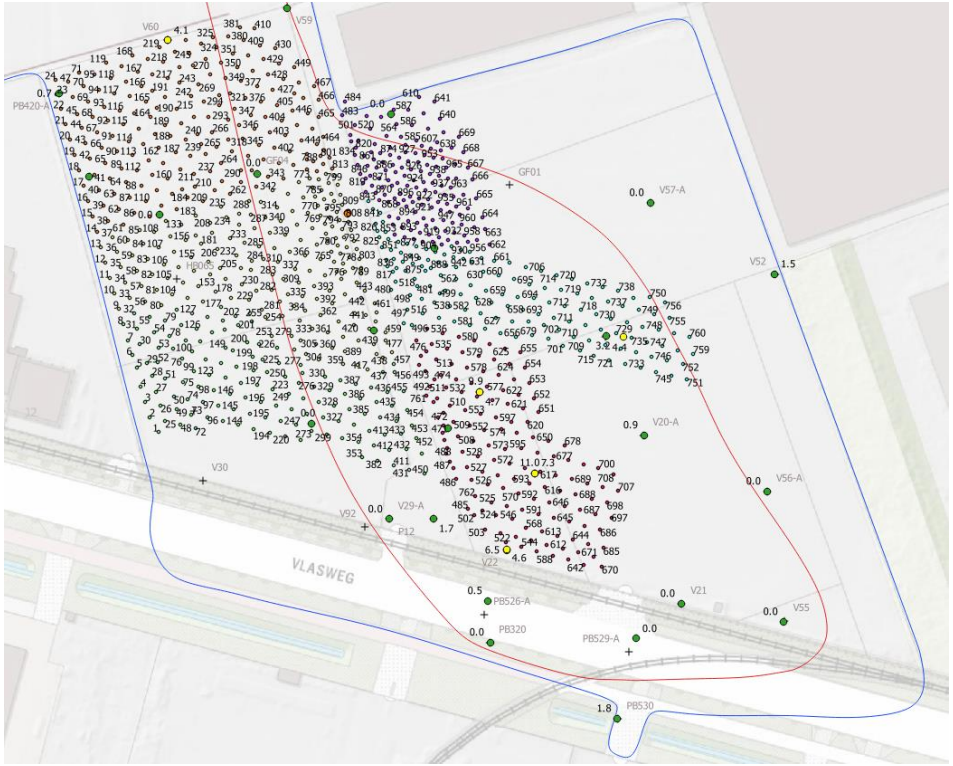
Mini-Sparging systeem

- Nauwkeurige & snelle plaatsing
- Efficiënte beluchting
- Gerichte beluchting
- Filter 4 cm lengte

em breed

Mini-Sparging systeem

- >1000 MSP filters
- h.o.h. 3 tot 5 meter
- beluchting 10-20 l/min

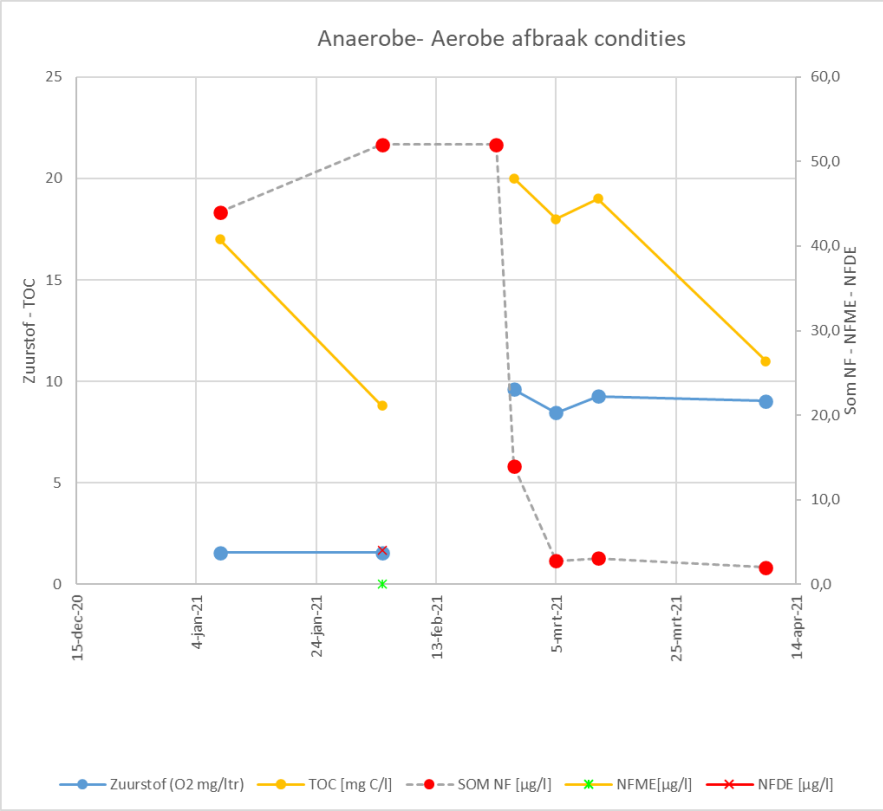


Mini-Sparging systeem

Resultaat

- nalevering zorgt voor stijgende NF

- zuurstof gehalten > 9 mg/l
- optimale afbraakomstandigheden in gelaagde bodem;
- volledige afbraak NF in grondwater



Innovatie Mini-Sparging punten

Lessons learned:

- Gelaagde bodem beïnvloedt effectieve invloedsfeer saneringssysteem
- MSP-systeem kan nauwkeurig en snel op diepte worden geplaatst;
- MSP-systeem zorgt voor aerobe condities in gelaagde bodem;

- Snelle en volledige aerobe afbraak NF mogelijk in waterfase

symposium bodem breed

Innovatief en duurzaam saneren

Dank U

symposium bodem breed

NJECTIS

EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

Accurate injectiestrategie combinatie EnISSA data en SPIN® injectietechnologie

Pieter Buffel & Jeroen Vandenbruwane

expertise bodem en ondergrond

DORDRECHT

Stantec

symposium bodem breed

Accurate injectiestrategie door combinatie van EnISSA data en SPIN® injectietechnologie

Dhr. Pieter Buffel (EnISSA, België)

Dr. Ir. Jeroen Vandenbruwane (Injectis, België)

Het netwerk event van de bodem en ondergrond

EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

INJECTIS

EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

symposium bodem breed

Inleiding project

Locatie : voormalige metaalbewerkingsactiviteit (producent wasmachines)

INJECTIS

EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

symposium bodem breed

Inleiding project

Locatie : voormalige metaalbewerkingsactiviteit (producent wasmachines)

Plannen : reconversie tot woonzone en lokale handel

INJECTIS

EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

symposium bodem breed

Inleiding project

Locatie : voormalige metaalbewerkingsactiviteit (producent wasmachines)

Plannen : reconversie tot woonzone en lokale handel

Aankoop : vaststelling bodemverontreiniging met PCE (tetrachlooretheen)

thv ontvettingsbad en riolering (OBO 10/2015)

INJECTIS

EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

symposium bodem breed

Inleiding project

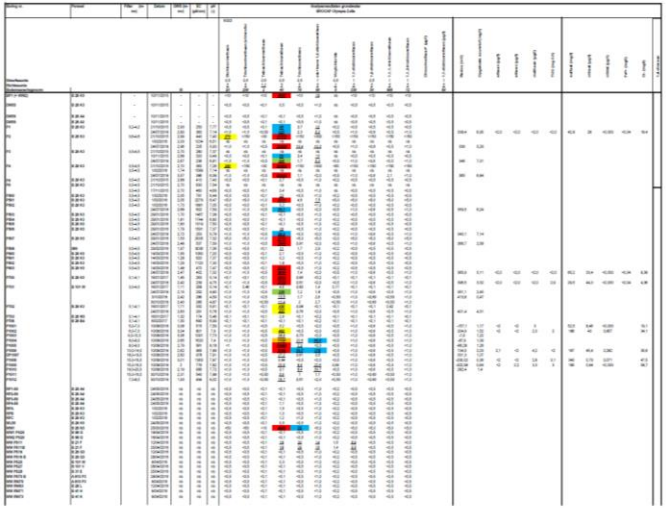
Afperking : “traditionele” onderzoekstechnieken periode 2015 - 2020

➔ **75** boringen met **> 100** bodemstaalnames

en > 1.000 individuele bodemanalyses

➔ **40** peilbuizen met **> 80** grondwaterstaalnames

en > 1.000 individuele grondwateranalyses



INJECTIS

EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

symposium bodem breed

Inleiding project

Resultaat : rudimentaire afperking (4 plannen)

➔ Voldoen aan minimale vereisten conform “Standaardprocedure Beschrijvend Bodemonderzoek” OVAM

INJECTIS

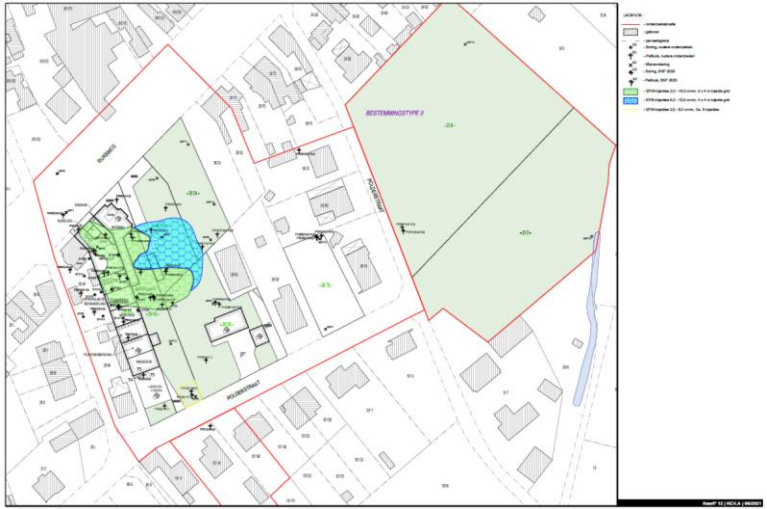
EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

symposium bodem breed

Voortraject sanering

Principe : actieve aanpak op bronpercelen (ontgraving kern + *in situ*)

+ monitoring effect op stroomafwaartse pluim



INJECTIS

EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

symposium bodem breed

Voortraject *in situ* sanering

Techniek : *In situ* chemische oxidatie (ISCO) mbv permanganaat

Raming : € 1.200.000

€ 810.000 *in situ* werkzaamheden

1/3 product + 2/3 injecties

=> Duurzaamheid: cruciaal om oxidans en verontreiniging in contact te brengen!

=> Besparing mogelijk door verfijning van de afperking + gerichte injectie?

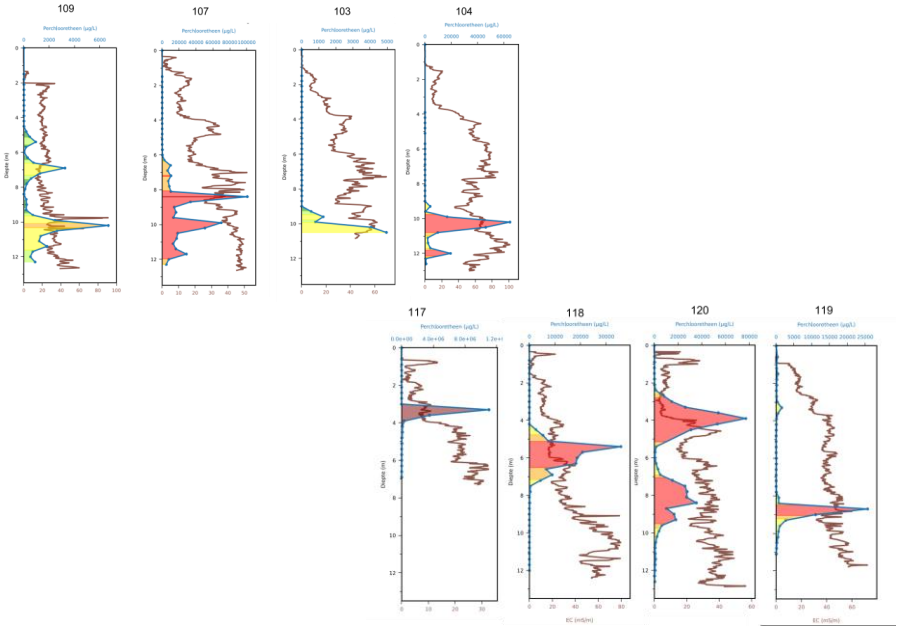
INJECTIS

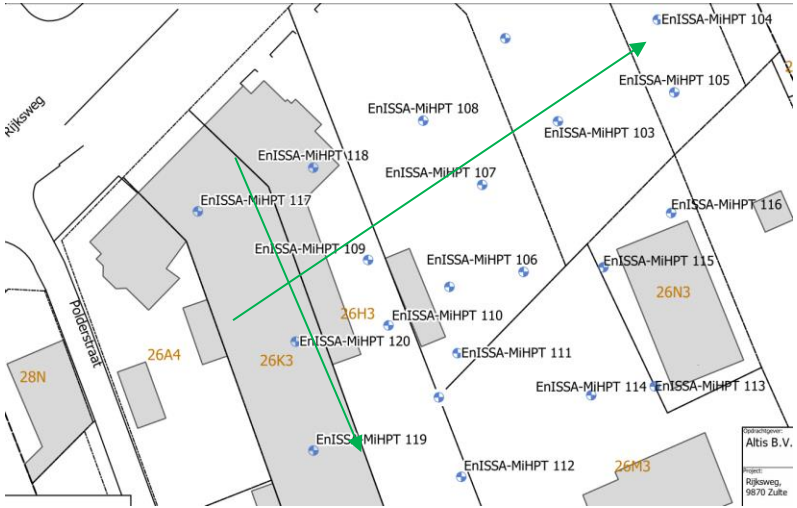
EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

symposium bodem breed

Gedetailleerd onderzoek EnISSA MIP

Verfijning : dmv 23 MiHPT sonderingen tot 12 m-mv (opp. 70 x 90 m)





NJECTIS

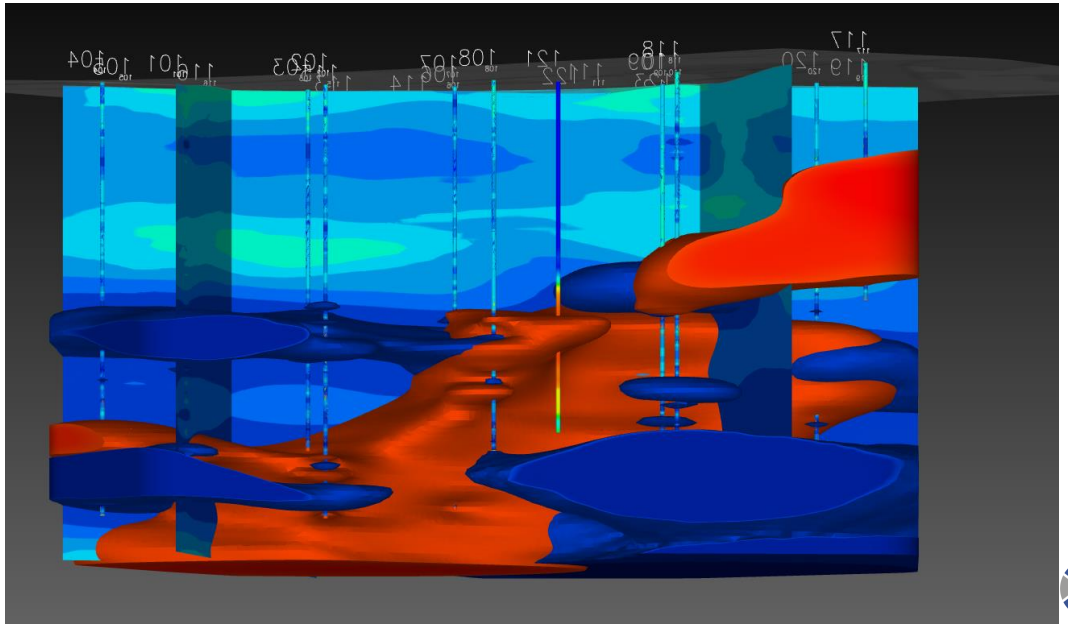
EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

symposium bodem breed

Gedetailleerd onderzoek EnISSA MIP

Verfijning : dmv 23 MiHPT sonderingen tot 12 m-mv (opp. 70 x 90 m)

- 3.100 analsyes PCE/TCE/DCE/VC
- 18.596 HPT metingen
- Visualisatie interactieve webomgeving



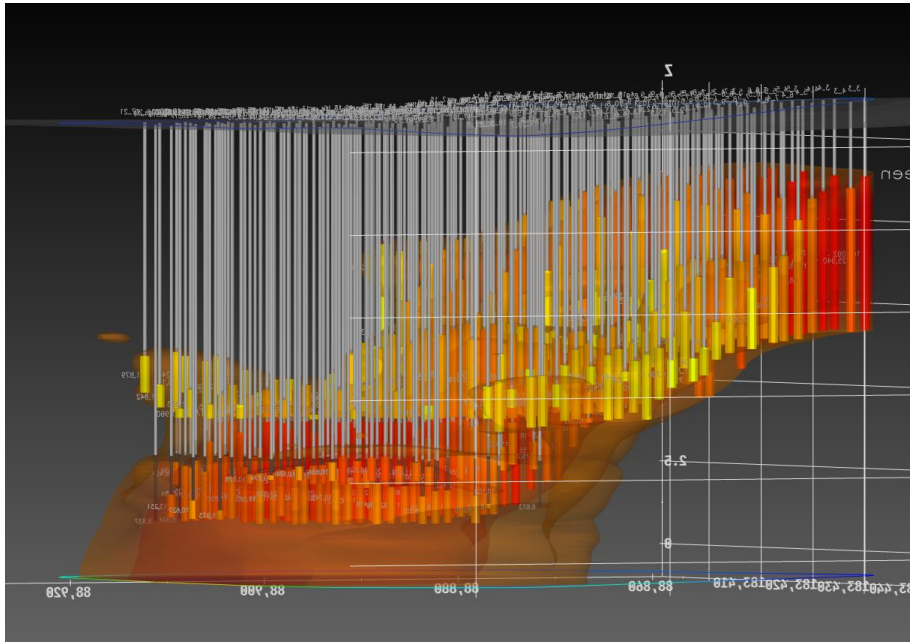
INJECTIS

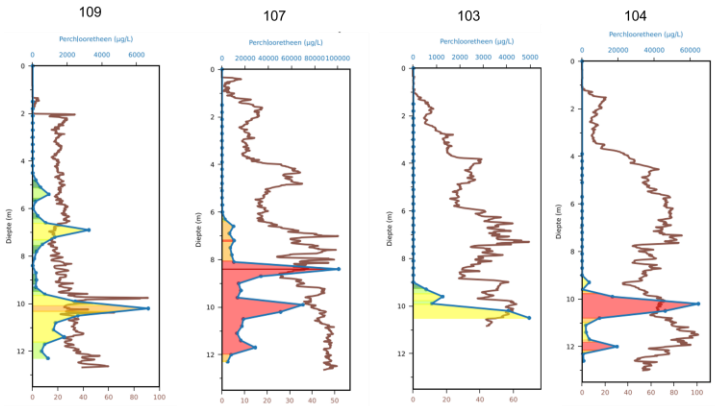
EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

symposium bodem breed

Gedetailleerd onderzoek EnISSA MIP

Ontwerp : 240 injecties in verschillende diepte-trajecten in een zeer heterogene bodemopbouw





INJECTIS

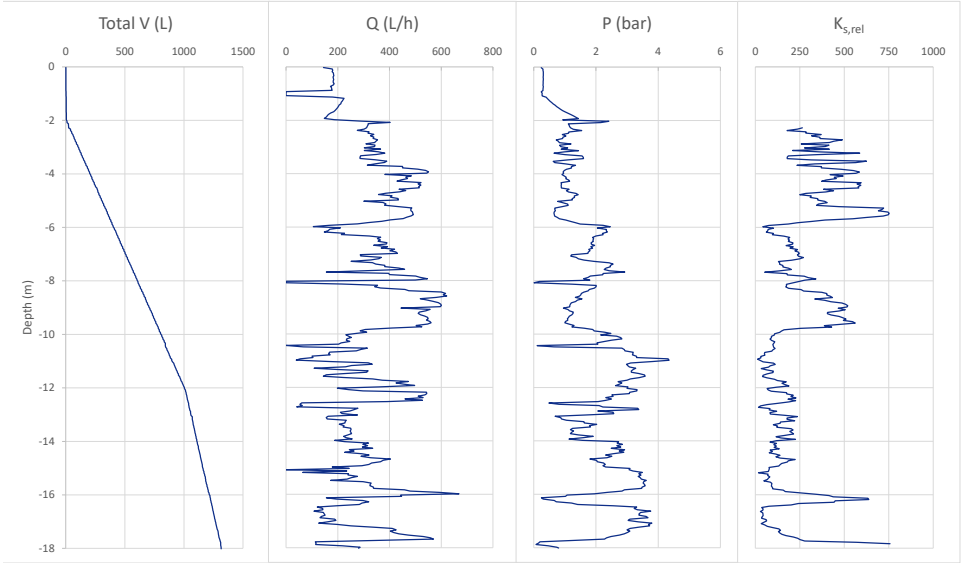
EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

symposium bodem breed

Accurate injectie dmv innovatieve techniek

SPIN INJECTION LOG	
Injection point	Project_IP1

	Date	Hour
Start	10/09/2019	10:13:45
End	10/09/2019	16:32:16



NJECTIS

Dankzij:
- exacte dieptebepaling
- innovatie injectiekop
- uiterst gecontroleerde injectiedruk

NJECTIS

EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

symposium bodem breed

Resultaat

Initieel ontwerp:

211 injecties

1.043 injectiemeter

52.000 kg product

=> kostprijs: 561.000 EUR

Verfijnd ontwerp:

248 injecties

554 injectiemeter

16.000 kg product

=> kostprijs: 395.000 EUR

Netto besparing :

36.000 kg product

166.000 EUR (- 30.000 EUR)

= **136.000 EUR**

INJECTIS

EnISSA
enhanced in-situ soil analysis

symposium bodem breed

EnISSA
Gorislaan 49
B-1820 Steenokkerzeel
Belgium
www.EnISSA.com

Ir. Pieter Buffel
Teamleader
Pieter.buffel@EnISSA.com
Mob.: +32 471817139

WINNER OF THE NICOLE INNOVATION AWARD 2011

Injectis NV
Toekomststraat 15
B-9890 Gavere
Belgium
www.injectis.com

Dr. Ir. Jeroen Vandenbruwane
Managing director
jeroen@injectis.com
Mob.: +32 474 36 85 45

WINNER OF THE NICOLE INNOVATION AWARD 2019

INJECTIS

symposium bodem breed

TAUW

Aan de slag met sanering PFAS puntbronlocaties!

Iris van der Veen & John van Tol

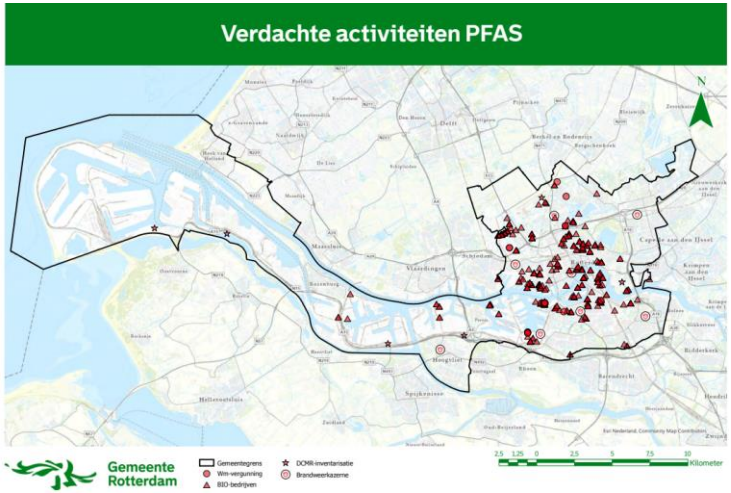
expertise bodem en ondergrond

DORDRECHT

Stantec

Introductie

- Afgelopen jaren veel aandacht voor diffuus voorkomen
- Inmiddels ook talloze PFAS puntbronnen in NL geïdentificeerd en onderzocht
- Wet- en regelgeving/beleid nog in ontwikkeling
- Veelal ook sprake van een omvangrijke verontreiniging van het grondwater met mobiele (korte keten) PFAS



TAUW

Ontwikkelingen EU regelgeving

EU Green deal Action plan (2019)

- Stimulering gebruik duurzame bronnen door transitie naar schone en circulaire economie
- Herstel biodiversiteit en **vermindering verontreiniging**

PFAS opgenomen in:

- EU Chemicals strategy for sustainability (Oktober 2020) → Towards a zero pollution ambition for a toxic-free environment
- EU Zero pollution action plan water, lucht en bodem (Mei 2021)
- Nieuwe EU Drinkwaterrichtlijn: Directive (EU) 2020/2184

Brussels, 14.10.2020
SWD(2020) 249 final

COMMISSION STAFF WORKING DOCUMENT

Poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS)

Accompanying the document

COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS

Chemicals Strategy for Sustainability
Towards a Toxic-Free Environment

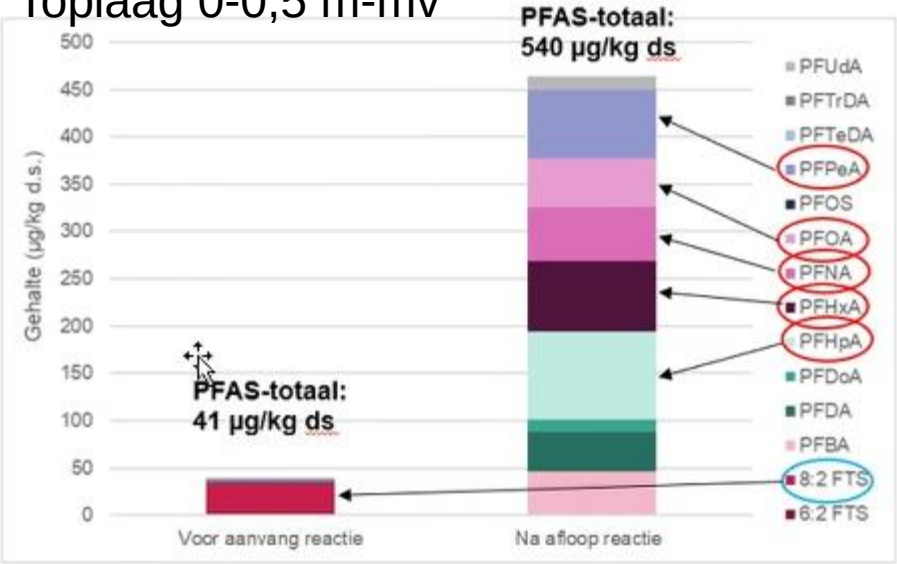
{COM(2020) 667 final} - {SWD(2020) 225 final} - {SWD(2020) 247 final} - {SWD(2020) 248 final} - {SWD(2020) 250 final} - {SWD(2020) 251 final}

Wanneer wordt er nu gesaneerd?

- Momenteel vrijwel alleen sanering van puntbronnen bij nieuwe ontwikkeling
- Maar PFAS is mobiel en kan leiden tot risico's bijv.:
  - Bedreiging oppervlaktewaterkwaliteit
  - Opname in gewassen/risico's bij veedrenking
  - Risico voor drinkwaterwinning/gebruik grondwater

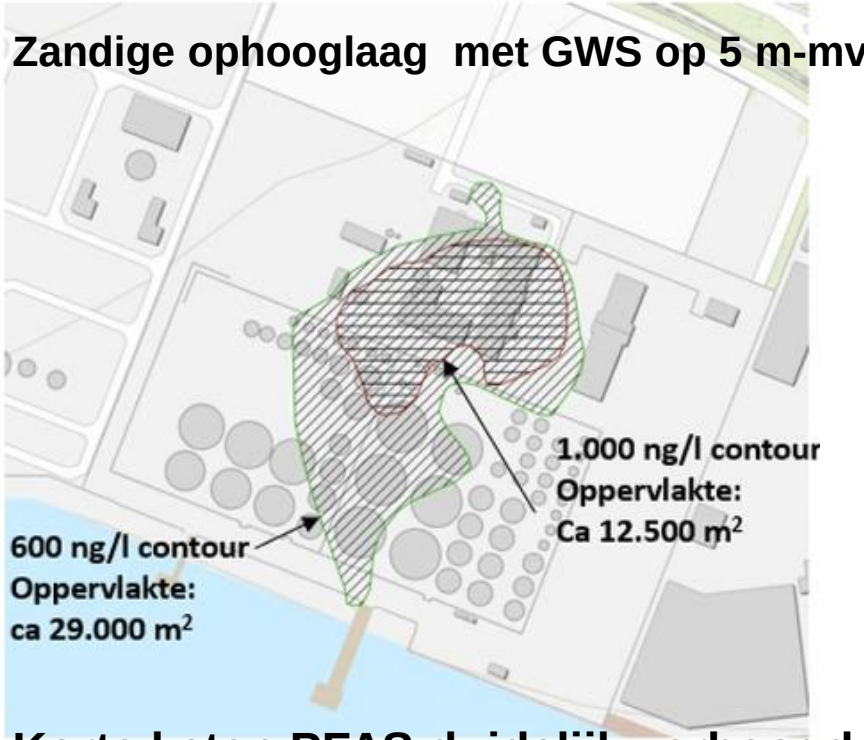
Case Study: locatie met brandblussysteem in gebruik sinds 2006

Toplaag 0-0,5 m-mv



Resultaten (gehalten in µg/kg ds) standaardanalyse (links) en TOP–analyse (rechts)

Zandige ophooglaag met GWS op 5 m-mv



Korte keten PFAS duidelijk verhoogd tot tenminste 12 m-mv

Wat willen we jullie meegeven?

Om PFAS puntbronlocaties aan te pakken, zijn er ondanks:

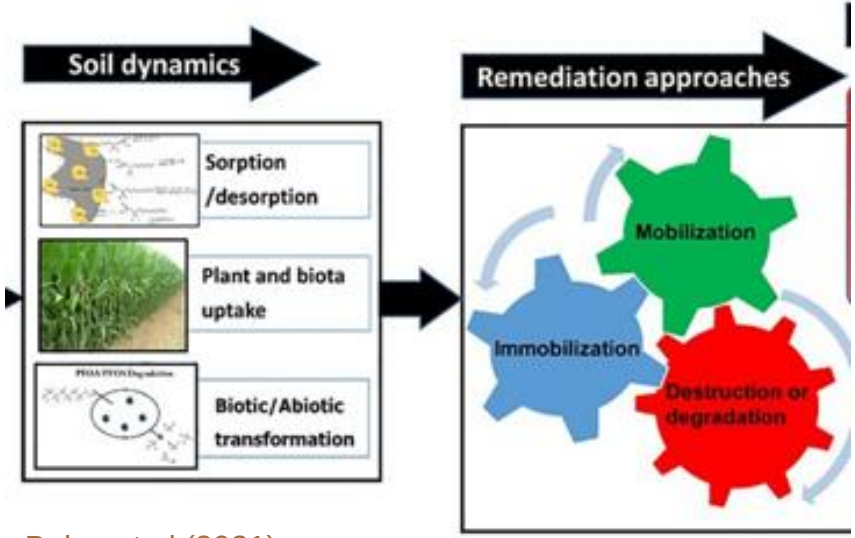
- Het soms achterblijven van concrete wet- en regelgeving

en/of de huidige

- Technische, procesmatige & juridische belemmeringen/uitdagingen

Zeker al verschillende **innovatieve, duurzame** en **effectieve** saneringsopties waarmee je verdere verspreiding en hogere saneringskosten in de toekomst kunt voorkomen en al kunt anticiperen op toekomstige ontwikkelingen!

Saneringstechnieken PFAS



Bolan et al (2021)

(Nog) heel veel in ontwikkeling maar welke duurzame/innovatieve technieken zijn nu al inzetbaar?

Technieken grond

Status	Techniek	Geschikt voor
Bewezen (full-scale):	**BBT: Verwijdering door ontgraving icm:** 1. (geoptimaliseerde) extractieve reiniging 2. Storten: 3. Incineration	1. zand (afslibbaar deel < 40% w/w) tot max. ca. 1.000 µg/kg 2. klei, veen, zand > 60-140-60 µg/kg (PFOS/PFOA/overige PFAS) 3. “Last resort” -> zeer hoge gehalten
	ex-situ immobilisatie/stabilisatie (soil mixing met adsorbents)	Beheersmaatregel. Geen verwijdering uit de grond.
In ontwikkeling (innovatief)	Ex-situ: “Energie-intensief en kostbaar”: 1. Ball milling 2. Thermal treatment 3. Smoldering combustion (STARx)	Bronaanpak (hoge gehalten). Getest op lab-/pilot-schaal
	In-situ: 1. Immobilisatie (injecteren vloeibare adsorbents) 2. Geavanceerde ISCO (oxidatie/reductie)	1. Beheersmaatregel: getest op labschaal en beperkt full-scale • Bronbeheersing • Bescherming kwetsbaar object 2. Bronsaneing. Voornamelijk nog getest op lab-schaal
	“Duurzaam/groen” 1. Fytoremediatie 2. Schimmels 3. Biostimulatie/bioaugmentatie	1. Beheersmaatregel en extensief (lange termijn)beheer. 2. M.n. omzetting precursors 3. Labstudie (Huang/Jaffe, 2019) was hoopvol. (Nog) geen bevestiging (in het veld).

Technieken grondwater

Status	Principe	Techniek
Bewezen (fullscale)	Adsorptie	**BBT:** • **Actief kool (GAC)** • Ionenwisseling (IEX)
	Omgekeerde osmose/nanofiltratie	
	Precipitatie/flocculatie	PerfluorAd®
In ontwikkeling (innovatief)	Adsorptie	Verschillende media (klei, polymeren, biologische materialen zoals hennep etc)
	Precipitatie/separatie	• Electrocoagulatie • Ozofractionation • Foam fractionation
	Oxidatie/reductie	• Electrochemische destructie • Sonochemical • Persulfaat/ozone catalyses hydrogen peroxide • Photo-oxidatie (TiO_2, Boron Nitride etc) • Plasma • Metalen (Nulwaardig ijzer/alkaline)
	Biodegradatie	• Schimmels • Bacteriën

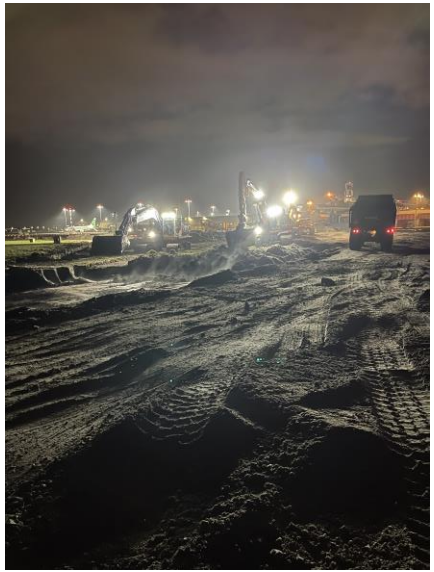
Zuiveren grondwater al heel goed mogelijk.

Aandachtspunten:

- Algemeen: Lozing rest-concentraties -> maatwerkvoorschrift nodig
- Adsorptie:
  - Doorbraak korte keten PFAS
  - Competitie tussen organische verontreinigingen

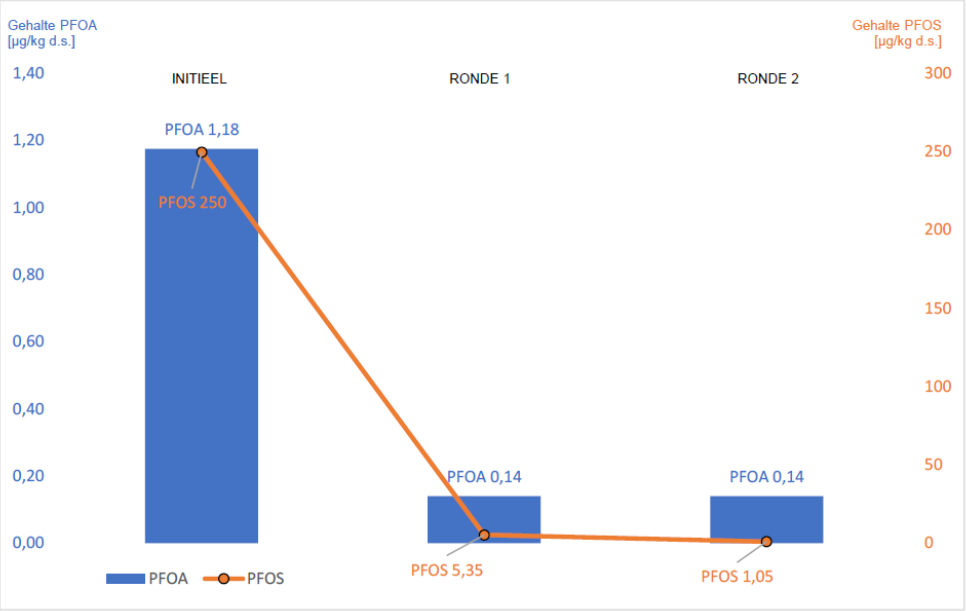
Ervaringen met sanering puntbronnen PFAS

- Snelle en uitvoerige eerste bereddering/beheersmaatregel bij incidenten betaalt zich terug!
  - Zoveel mogelijk verwijderen
  - Voorkomen herhaling/verdere verspreiding
- Sanering:
  - Bron:
    - Ontgraving icm:
      - Extractieve reiniging (obv wastest)
      - Storten (obv niet-reinigbaarheidsverklaring)
    - Pump & treat (inclusief labtesten adsorbents) met flexibel WZI systeem
  - Pluim:
    - Pump & treat met flexibel WZI systeem

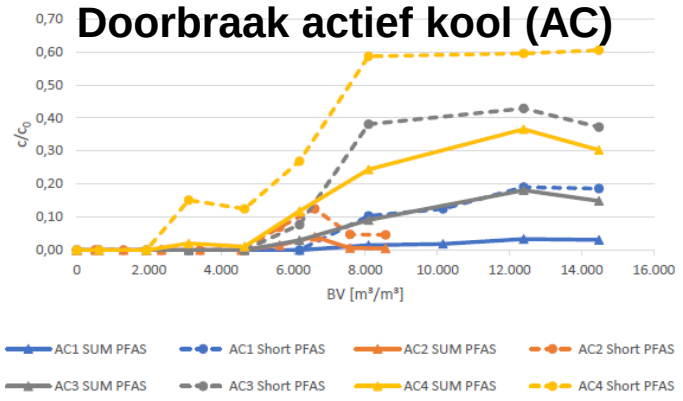


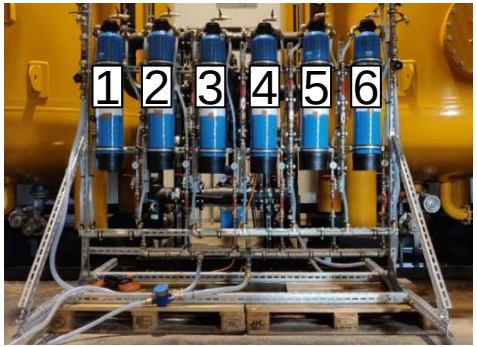
BBT: ontgraving en hybride soil washing

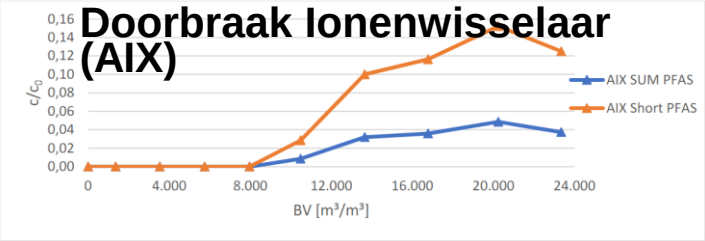
- Geoptimaliseerde extractieve reiniging voor PFAS

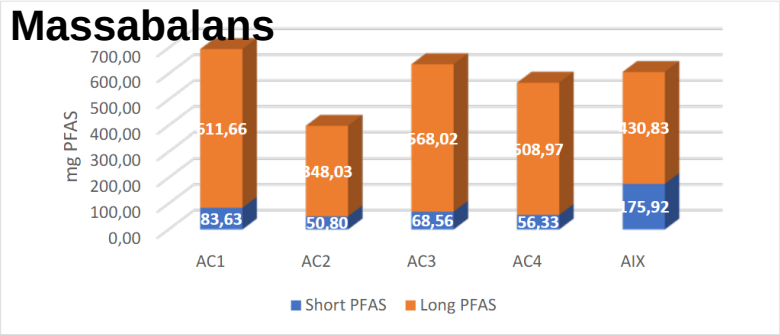


BBT: Grondwaterzuivering – op zoek naar beste adsorbents



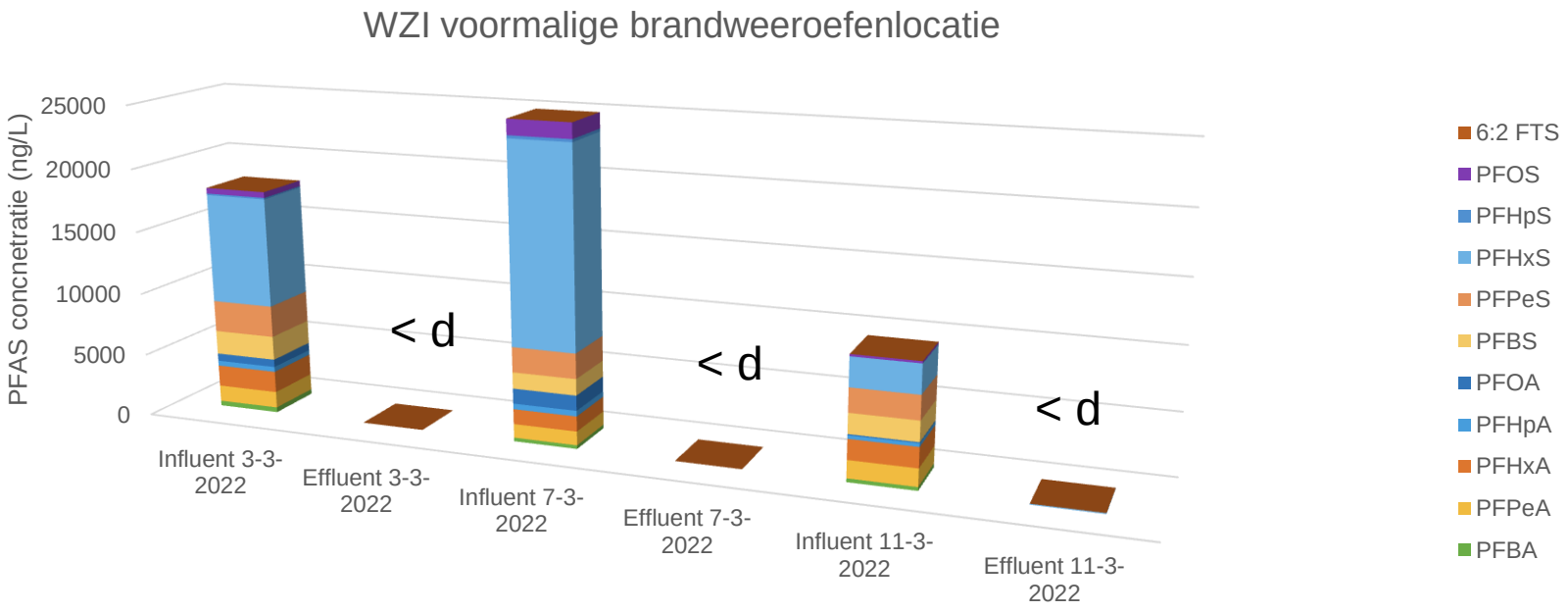






- Meest optimaal voor deze casus: AC + AIX
- Kosten AIX 3 x hoger dan AC maar adsorbeert meer dan 2 x zoveel korte keten PFAS en verlengt de gebruikstermijn van het AC sterk

Voorbeeld opstart waterzuivering grondwatersanering met AC



Resumé

1. Momenteel nog veel saneringstechnieken voor PFAS onder ontwikkeling, maar met de huidige BBT technieken kunnen al effectieve stappen gezet worden om puntbronlocaties te saneren.
2. Door nu te beginnen met saneren werk je op een **duurzame manier** aan een oplossing voor de PFAS problematiek
3. Door je aanpak flexibel in te richten en ruimte op te nemen voor inpassing van nieuwe **innovatieve technieken** heb je de grootste kans op succes

Ons statement: wacht niet langer met de aanpak van PFAS puntbronlocaties maar kom nu in actie om grotere problemen en hogere kosten te voorkomen!

symposium bodem breed

Afsluiting

NTP GreenSoil Group Sustainable Soil Remediation heijmans EnISSA enhanced in-situ soil analysis NJECTIS TAUW