

Anvendelse af Soil mixing

- ud fra regionens myndigheds/bygherre perspektiv



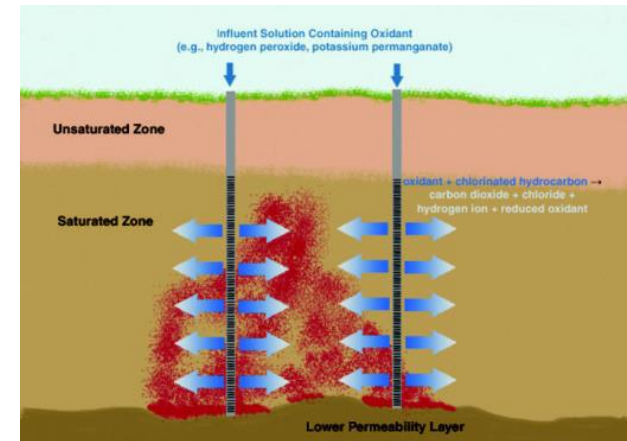
Hvorfor udvikling soil mixing

- Regionens grundvand sikres
 - 80 % drikkevand sikres inden 2025
- Region Hovedstadens udviklingsstrategi
- Behov for nye afværgemetoder og optimering af kendte metoder
- Flere oprensninger, billigere og bedre – f.eks effekt, tid, bæredygtig
- Videreudvikling og kombination af kendte teknikker i samarbejde med andre



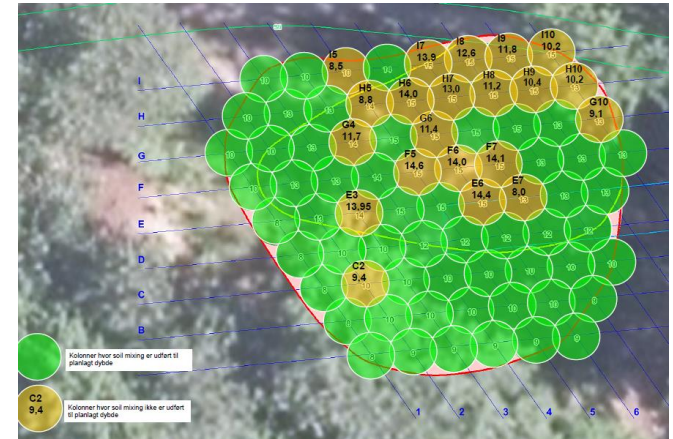
Fordele ved soil mixing

- In situ nedbrydning
- Optimal fordeling af reaktanter
- Kontakt med forurening - også fri fase
- Fungerer både i umættet og mættet zone
- Stor behandlingsdybde
- Begrænset forbrug af sand/grus
- Mindre jord til bortskaffelse/rensning
- Mindre afdampning og lugt
- Kort etableringstid



Barrierer og udfordringer

- Ændring af jordens oprindelige karakter
- Afgangs- og pladsforhold
 - Behov for en del grej
 - Forureninger helt eller delvist under bygninger
- Geologi - hindringer i jorden
- Begrænsede erfaringer og usikkerheder
 - Kombineret nedbrydning og stabilisering
 - Materiel, udbud, kontrol/dokumentation
- Rette opskrift
 - Komplekst samspil reaktanter, bindemidler, jord
 - Lokalitetsspecifikt
 - Stofspecifikt
 - Cementtyper
- Tid og økonomi til laboratorie-tests
- Aftale med grundejer og tilladelser



Aftaler og tilladelser

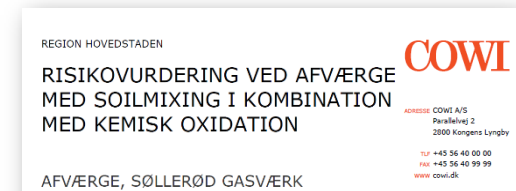
Aftale med grundejer:

- Ændrede jordbundsforhold
- Forventet styrke i behandlet jord 0,35 Mpa
- Svarer til de dybe intakte aflejringer
- Bedre end i de bløde tørve- og lerlag

Møder og aftaler med relevante parter

- Kommunen som myndighed (og grundejer på Søllerød)
- Vandforsyningen
- Naboer (meget støj)

Risikovurdering for grundvand ved tilsætning af reaktanter og bindemidler



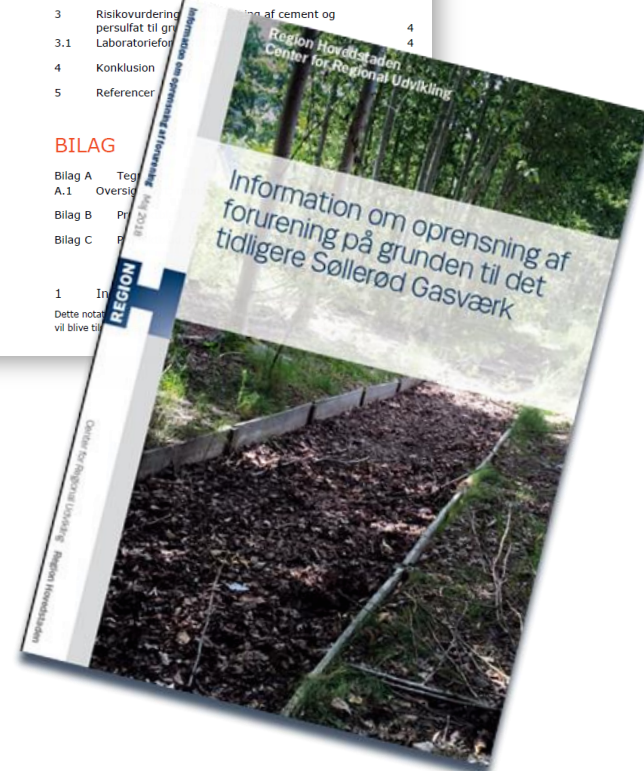
INDHOLD

1	Indledning	1
2	Beskrivelse af afværge	2
3	Risikovurdering	3
3.1	Laboratorieforsøg	4
4	Konklusion	4
5	Referencer	

BILAG

Bilag A	Tegninger
A.1	Overview
Bilag B	Profil
Bilag C	Profil

1	Indledning
Dette notat vil blive tilsendt til:	



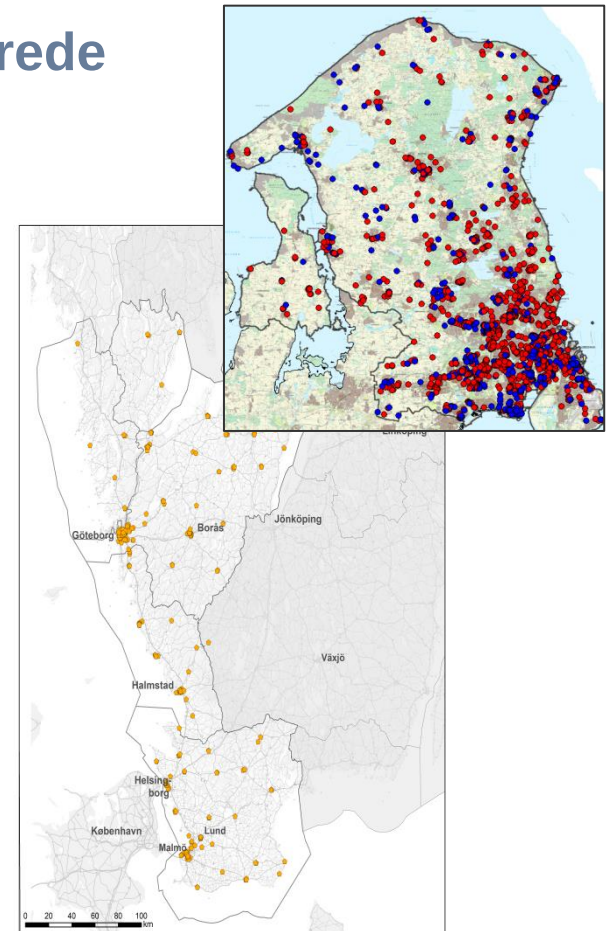
Hvor mange sites til Soil mixing - chlorerede

5 sites i RegH i jordplansperioden, baseret på:

- 20-25 forventede afværgesager til oprensning
- 50% ikke egnede pga. bygninger og adgangsforhold
- 25% ikke optimale pga. geologi, omkostninger, fremtidig arealanvendelse

20 sites i Skåne, Halland og V. Götaland over 10-årsperiode

- Baseret på samme vurderingsmåde som i RegH



Vurdering af metoder

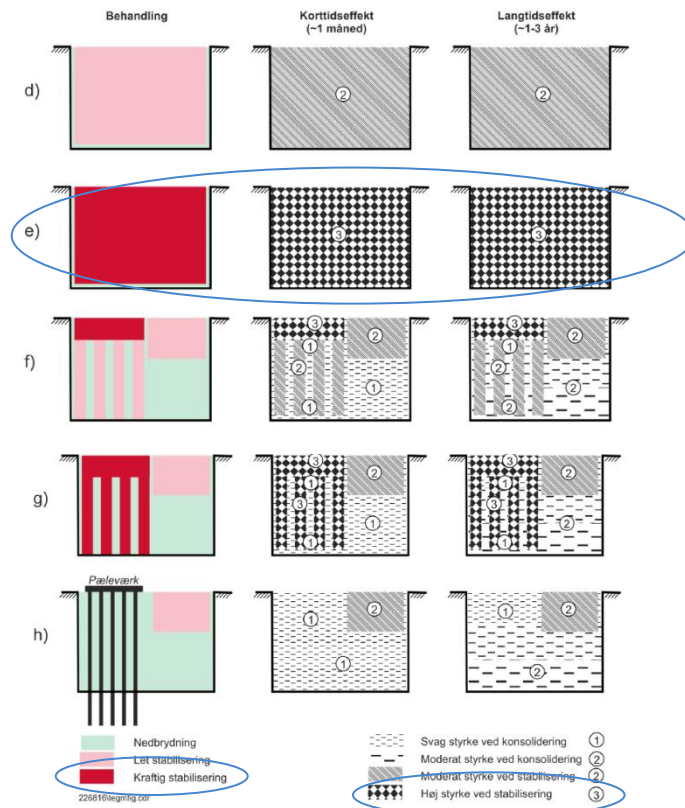
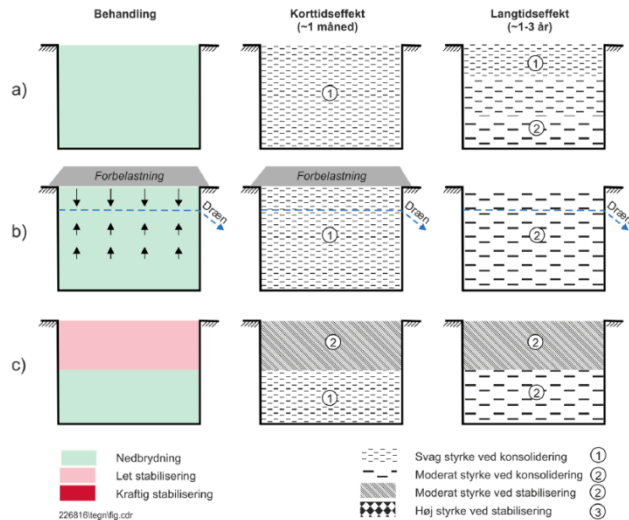
Afværge og skitseprojekt Søllerød

Termisk	Vurdering i afværgeprogram
ISTD	Ikke cost-effectiv pga. grundvand
ERH	Kun effektiv overfor de mest flygtige
STAR	Ikke mulig pga. spredt fri fase

AFVÆRGE-STRATEGI	FORVENTET OPRENSNINGSEFFEKT		AFLEDTE EFFEKTER	ØKONOMI NUTIDS-VÆRDI	OPRENSNINGSTID	MILJØEFFEKTER
	Fluxred. (%)	Massefjernelse i indsatsområde, %		1000 kr	År	
Afværgepumpning m. vandbehandling og afledning til kloak	>75%	Kort sigt: <10% Langt sigt, 50 år: >50 %	Nyt vandbehandlingsanlæg på lokaliteten, gener ved fremtidig arealanvendelse m. børnehaven/ældreboliger	Samlet: 17.5 Etabl: 2.8 Drift: 14.7	50	Lang driftstid Moderat CO ₂ belastning Stort kulforbrug
Jordfjernelse opboring og opfyld med beton	>75%	100 %	Store gener med lugt, støj, trafikbelastning, adgangsforhold i anlægsperiode, relativ lang anlægsperiode	Samlet: 11.8 Etabl: 10.8 Drift: 1.0	1	Stor CO ₂ belastning, Stort råstofforbrug (sand/grus og cement), stor affaldsmængde, jord til rensning, meget transport og borearbejde
Soil mixing m. opgravning overjord	>75%	Benzen: 100% Phenol: 83 % TPH: 39%	Gener med lugt, støj, begrænset adgang, men kort anlægsperiode	Samlet: 9.0 Etabl: 7.9 Drift: 1.1	1	Hurtig metode Moderat CO ₂ , transport og borearbejde mv.

Excl. cyanid-området

Ønsker og krav til styrkeniveau



Styrkeudvikling:

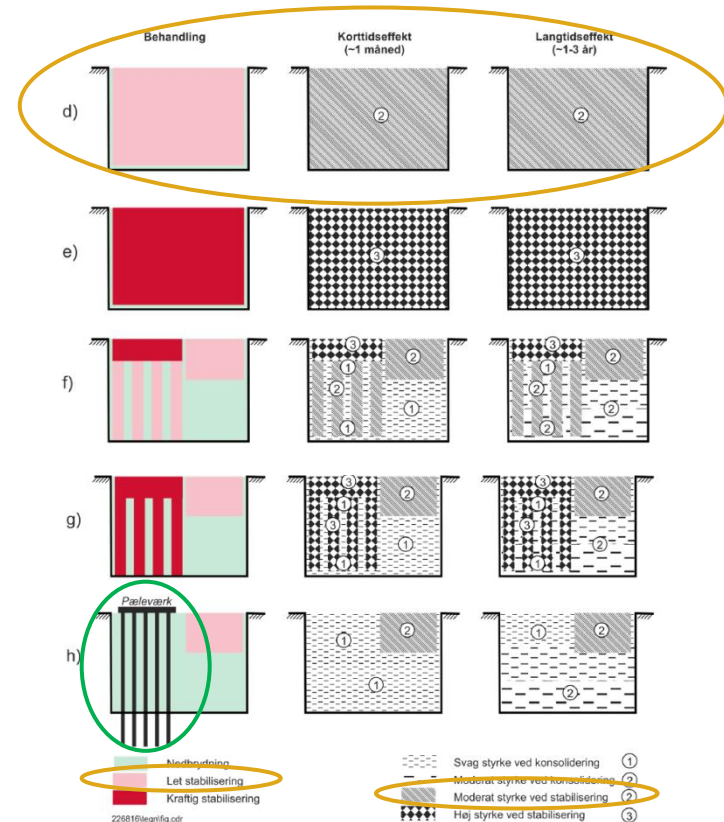
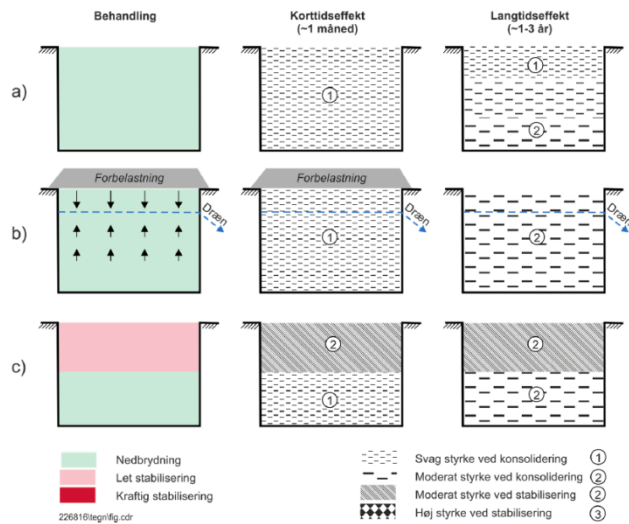
Hurtig og stærk nok til:

- der kan arbejdes og køres efter kort tid
- materiale fra nabokolonner ikke flyder ind

Ikke mere end at:

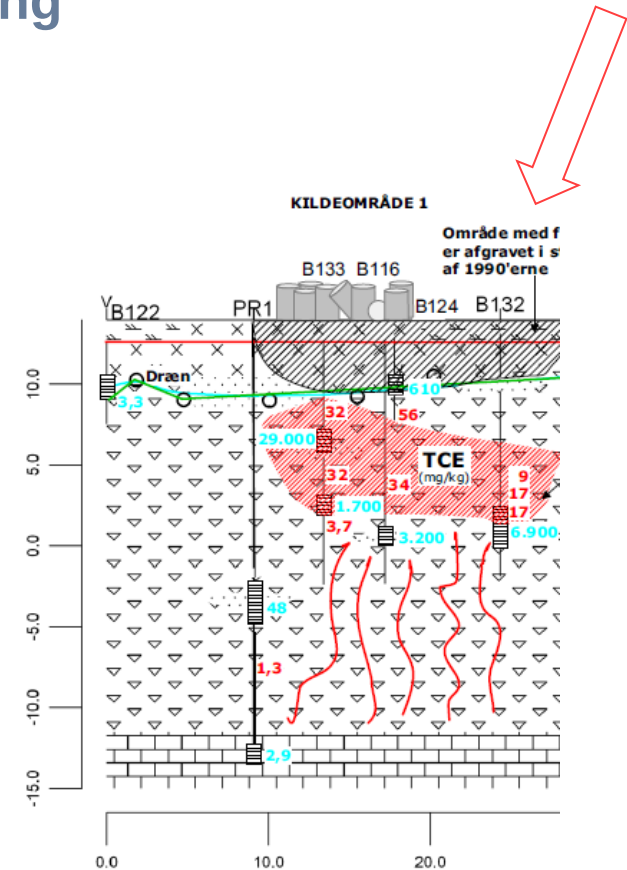
- der kan bores med overlap
- der er tid til nedbrydningsreaktionerne

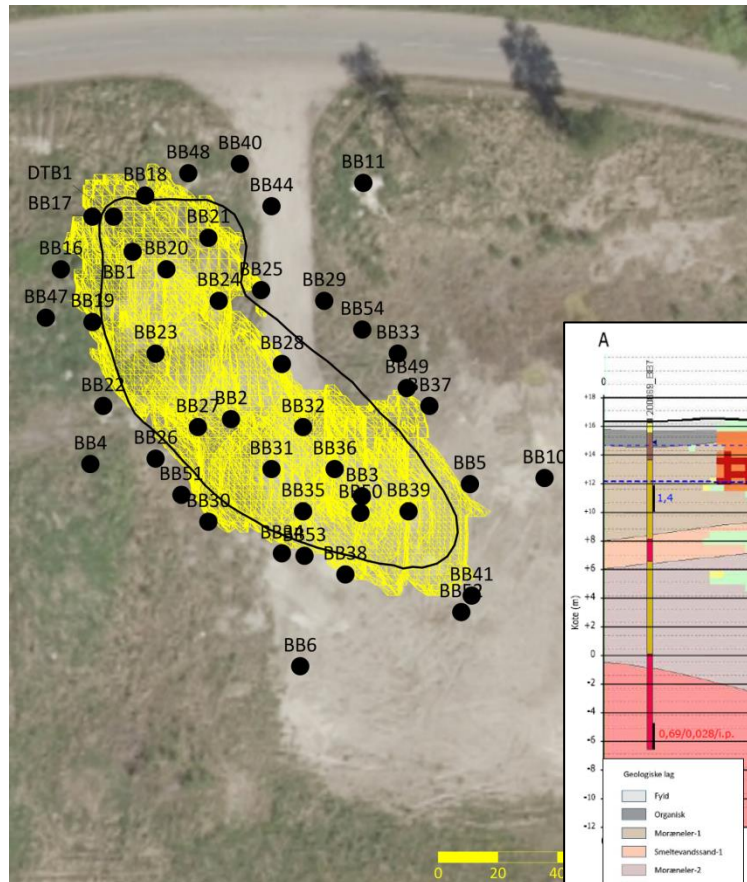
Regionens valg



- Minimum som nuværende jordlags
- Potentielt efterfølgende kan pælefunderes
- Styrkekrav Søllerød:
 - 0,35 Mpa for 90% af prøver
 - ingen prøver < 0,15 Mpa

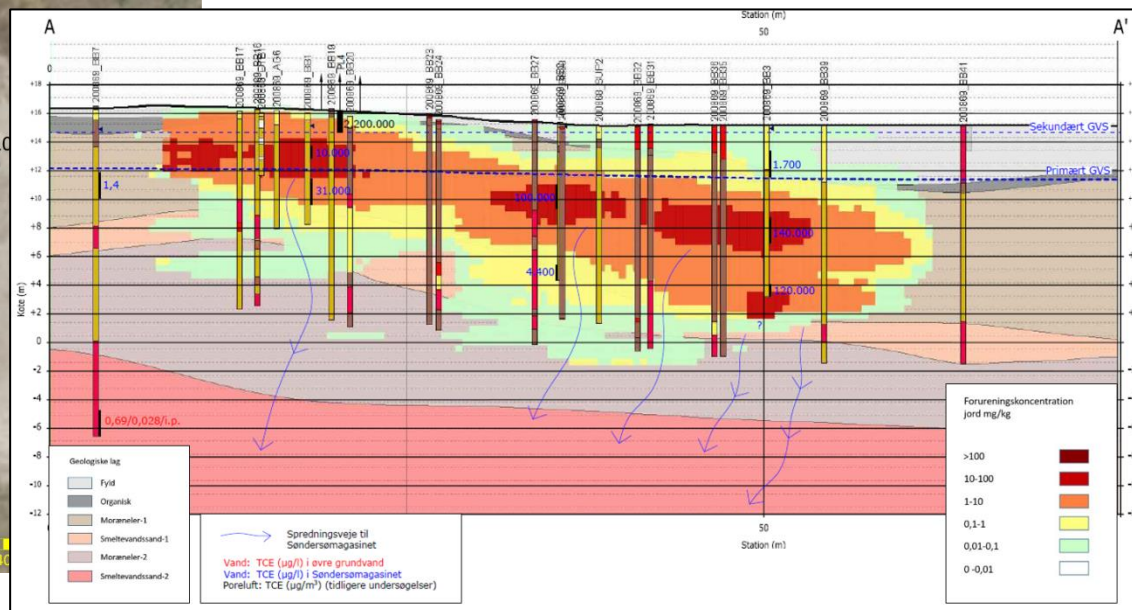
Test lokalitet ? - lille TCE forurening





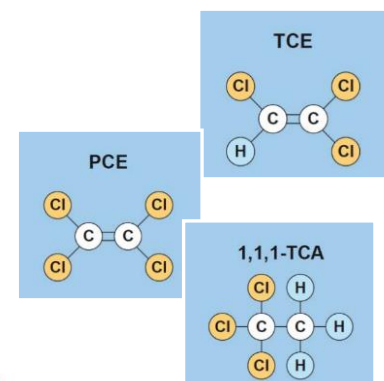
Lokalitet udbredt TCE-forurening

- TCE ned til 15 m u.t.
- Moræneler med vandførende sandlag
- Gode adgangs- og pladsforhold



Fremtidig brug

- Offentlige og private sager
- Test og dokumentation før, under og efter
- Tjæresager – succes i Søllerød
- Chlorerede – flere forskellige
- Reaktanter
 - ZVI – velkendt effekt (uden cement)
 - Andre reaktanter + cement (når vi finder opskriften)
 - Persulfat (pt. bekymring om kort reaktionstid og tilstrækkelig tilsætning)
- Potentielt tungmetaller – immobilisering
- Andre forureninger ?



Combining ISS With Reactants

ISS or IST	Reagent	COCs Effectively Stabilized or Treated	Underlying Process
ISS	Portland cement	Numerous, MGP waste, gasoline and diesel range organics, metals	Binding
	Blast Furnace Slag	Numerous, MGP waste, gasoline and diesel range organics	Binding
	Flyash	Metals, organics and inorganics	Binding
	Cement Kiln Dust	Metals	Binding
	Activated Carbon	Organics, Phenolic Waste	Adsorption
	Bentonite Clay	Organics	Adsorption
	Organophillic Clay	Phenolic waste, organics	Adsorption
	Attapulgite Clay	Acids Waste, Metals	Adsorption
	Lime	Inorganics, Metals	Binding
IST	Zero Valent Iron	TCE, Arsenic	Reduction
	Potassium Permanganate	TCE, Acetone, Pesticides, VOCs	Oxidation
	Sodium Persulfate	TCE, Acetone, Pesticides, VOCs	Oxidation
	Ferrous Sulfate	TCE, Acetone, Pesticides, VOCs	Oxidation
	Calcium Polysulfide	Chromium	Reduction
	Biological Nutrients	Acetone, Pesticides	Enhanced Bio-Degradation
	Hot Air	VOCs	Volatilization

Sources: Andromalos, K.B., Ruffing, D.G., and Peter, I.F., (2012) "In Situ Remediation and Stabilization of Contaminated Soils and Groundwater Using Soil Mixing Techniques With Various Reagents," SEFE7: 7th Seminar on Special Foundations Engineering and Geotechnics, Sao Paulo, Brazil, June 17-20.

engineers | scientists | innovators

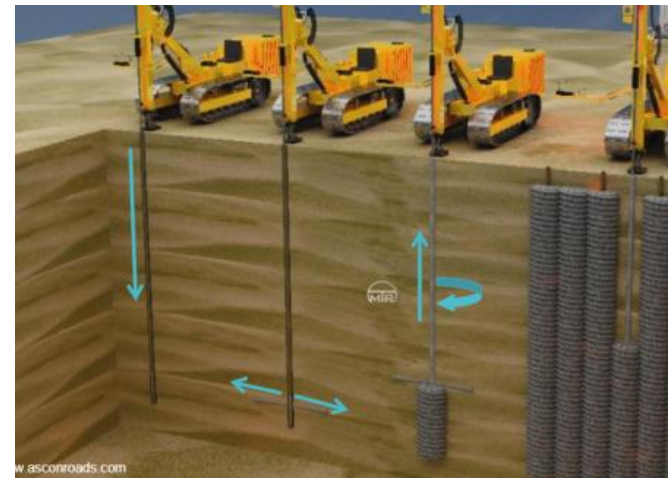
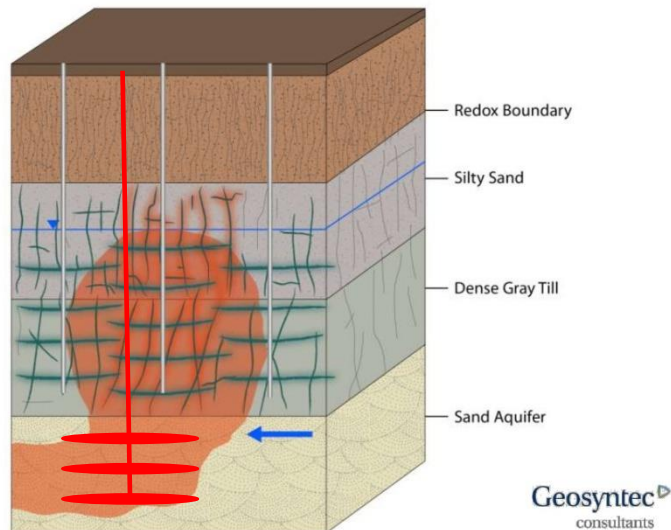
Soil mixing i faner

Tilsætning af reaktanter, bakterier mv.

F.eks. permeable reaktive zoner/vægge

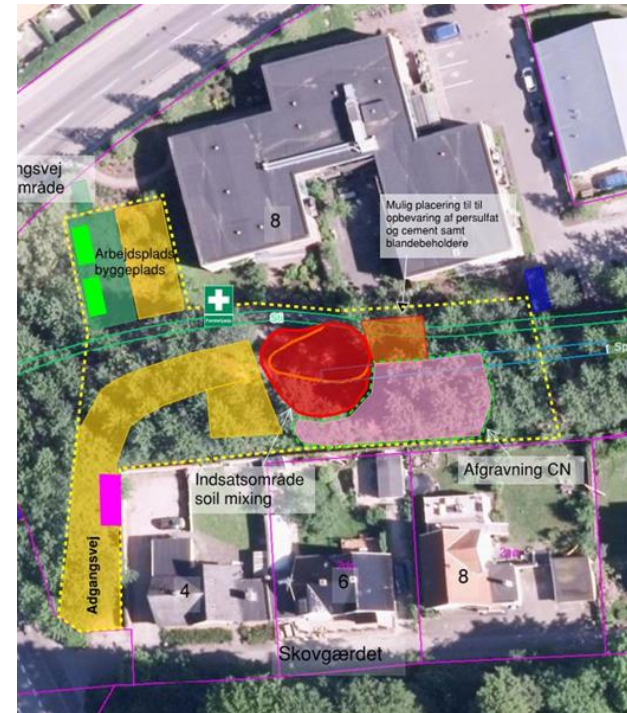


Conceptual Model – Treatment with DPT Jet Injection



Søllerød – pris

- Entreprise inkl. analyser, tests, jordmodtager mv.
 - 11 mill kr.
- Selve soil mixing:
 - 7,5 mill kr.
 - 1.880 m³
 - 4.000 kr. pr. m³
- Analyser og tests:
 - 0,4 mill kr. til styrke- og permeabilitet
 - 0,1 mill kr. forureningsindhold mv.
- Øvrigt byggeplads, rydning, tørv i soil mix område, cyanid-område, sløjfning af borer og gammelt afværgelanlæg, ny monitoringsboring, drænlæg, afsluttende flislag, jordmodtager mm. cirka 3 mill. kr.
- Forudgående bench-scale: cirka 1 mill kr.



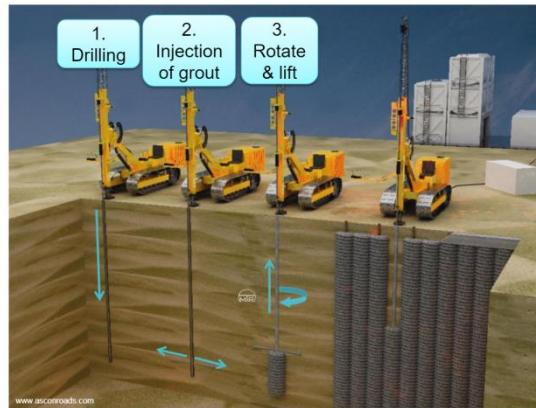
Termisk

- I dag ca. 2.000 kr/m³ (excl. håndtering vand)
- Tidligere ca. det dobbelte



Aflevering Søllerød
oktober 2018 😊

The Jet Grouting Process



Date: 2012-08-13 | Presenter: John Doe | Company Name



Boulders may force the drill string to deviate....



...leading to deviation of the jet grouted column



Boulders may even lead to a total failure to drill down to desired depth



112-08-13 | Presenter: John Doe | Company Name

42

