

# Kolkajen-Jonny

# Bänk- och pilotförsök 2019-2020

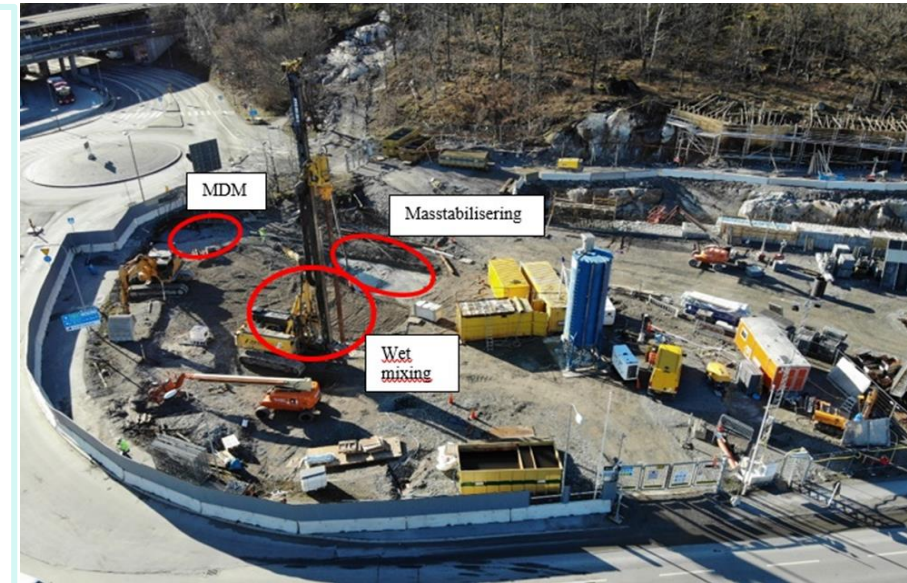
Målet var att optimera produkt, aktiveringsmetod och injekteringsätt.

## ISCO-ISS

- Bänkskaletest för att utvärdera dos samt olika blandningar med cement och persulfat:
  - Stabilisering – UCS & K
  - Nedbrytning av förorening
  - Effekt på porgashalter
- Pilotförsök för att utvärdera metod för tillsats i fält:
  - Våt och torr metod

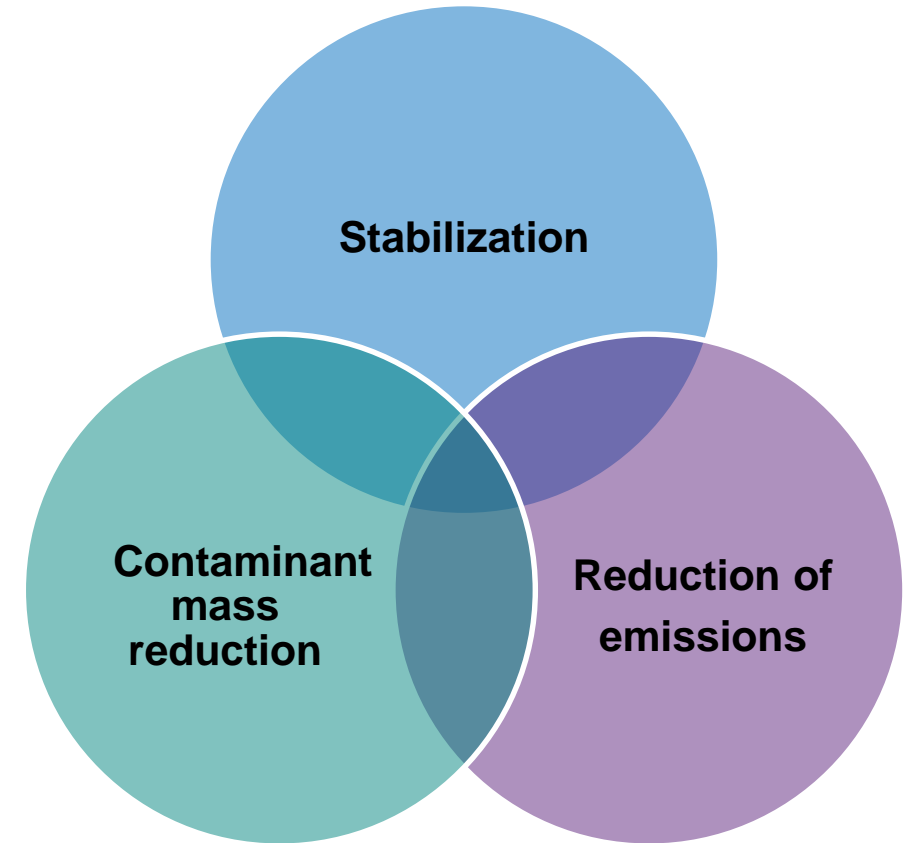
## ISS-ISCO i lera:

- Utvärdera cement resp. persulfat dos
- För föroreningsreduktion (PAH):
  - 34 kg/m<sup>3</sup> Persulfat + 70 kg/m<sup>3</sup> cement + 100 l/m<sup>3</sup> vatten → 75 – 95 % reduktion
- För geoteknisk stabilitet (>100 kPa):
  - Cement minst 100 kg/m<sup>3</sup> erfordras.
  - Mixning i två cykler erfordras

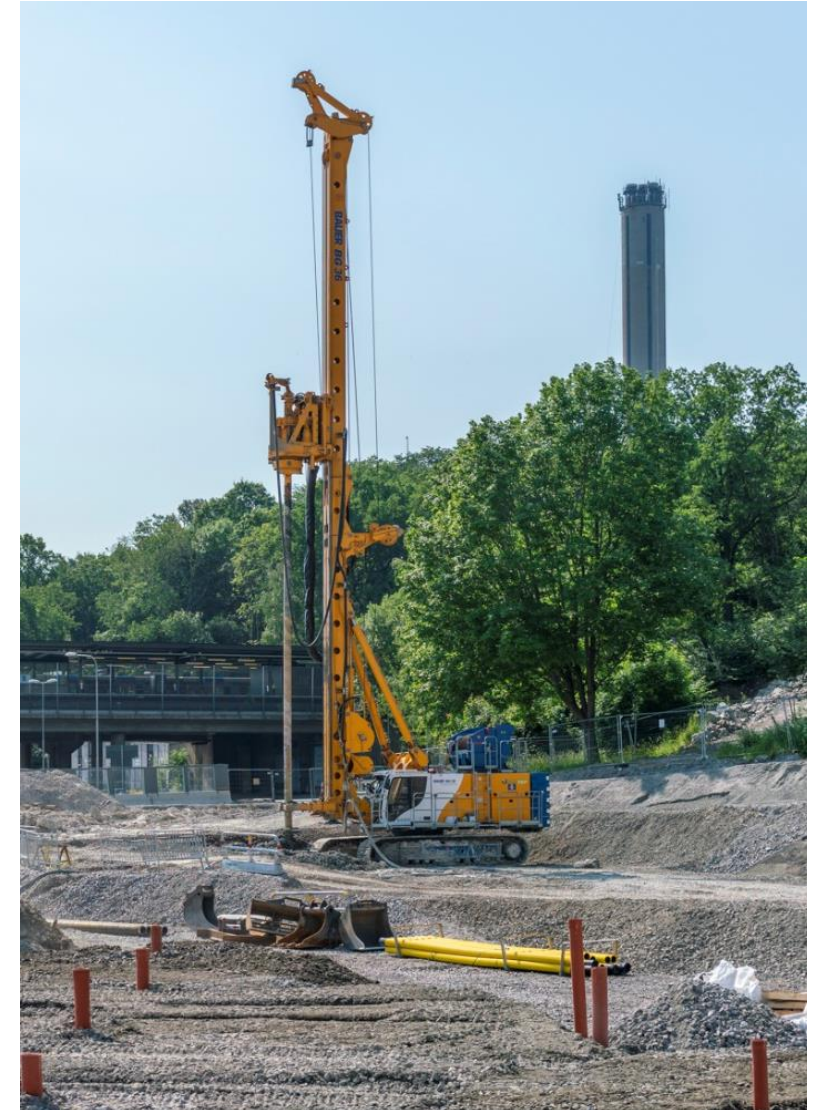
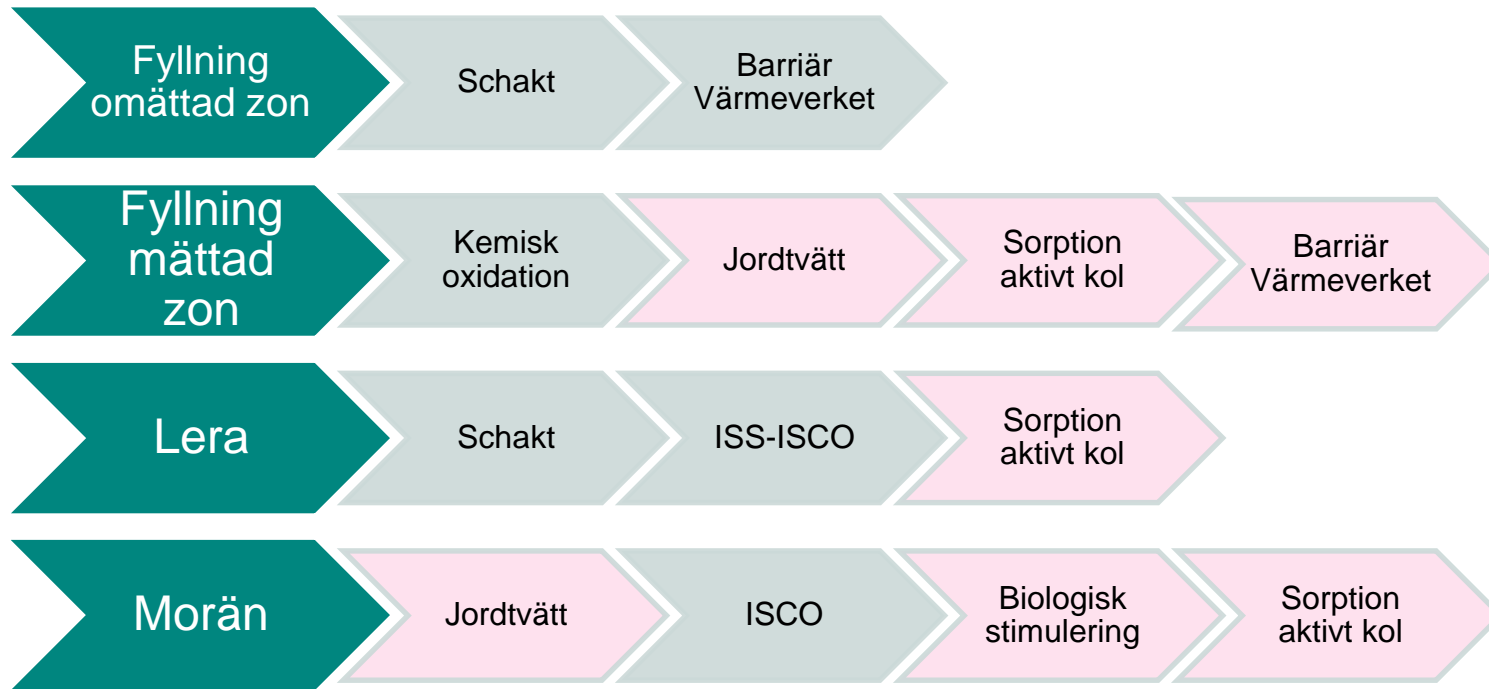


# Övergripande saneringsstrategi

- **I omättad zon schakt ner till grundvattennivå (ca 3-4 m), förorenade massor ersätts med rena (ca 40 000 m<sup>3</sup>)**
- **Underliggande lerlager behandlas med ISCO-ISS (ca 50 000 m<sup>3</sup>)**
  - Kombinerar behandling och stabilisering
  - Soil mixing är en effektiv metod för täta jordar
  - ISS ökar lerans hållfastighet vilket möjliggör byggnation
- **Underliggande moränlager behandlas med injektering av persulfat (ca 70 000 m<sup>3</sup>)**
  - Förekomst av sten förhindrar soil mixing
  - Injektering är mer effektiv i genomsläppliga jordar
  - Möjlighet att komplettera med biologisk nedbrytning/kolloidalt aktivt kol



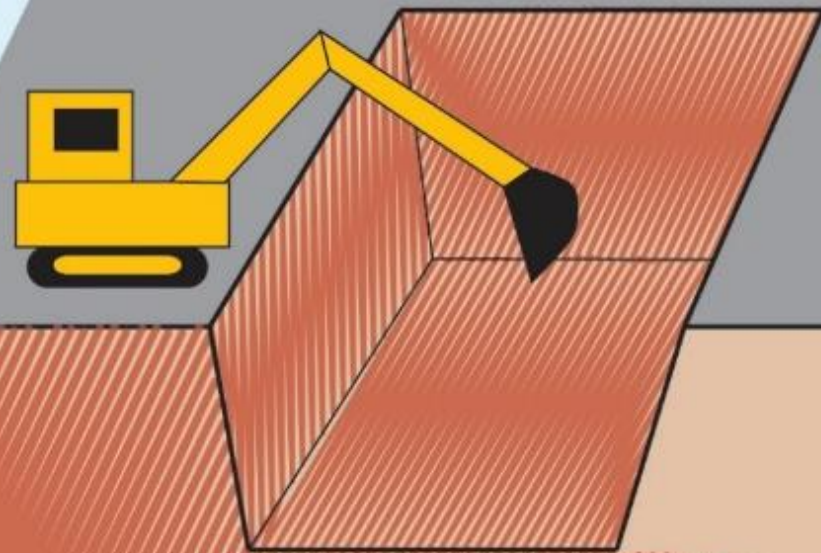
# Huvudåtgärder (gröna) och kompletterande metoder (rosa) som kan användas vid behov



Över lägsta  
grundvattenyta

Oberoende av jordart

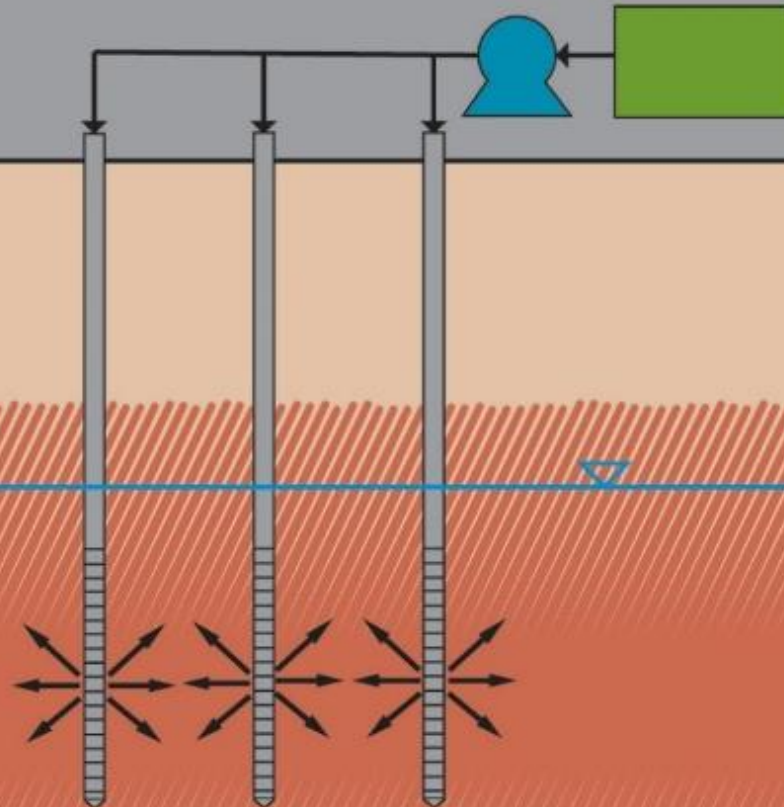
**Schakt av förorenad jord**



Under lägsta  
grundvattenyta

I friktionsjord

**Kemisk oxidation**



**Kemisk oxidering i  
lera med KC-pelare**



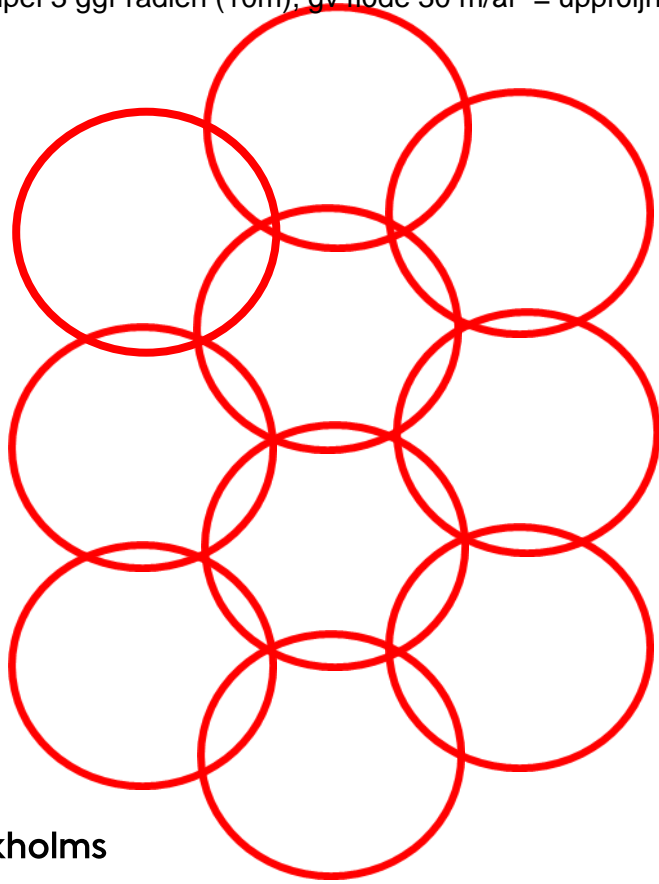
**Saneringsmetoder  
i olika delar**

# Varför hexagoner?

Räknas överlappande områden bort så bildas hexagoner vilket ger:

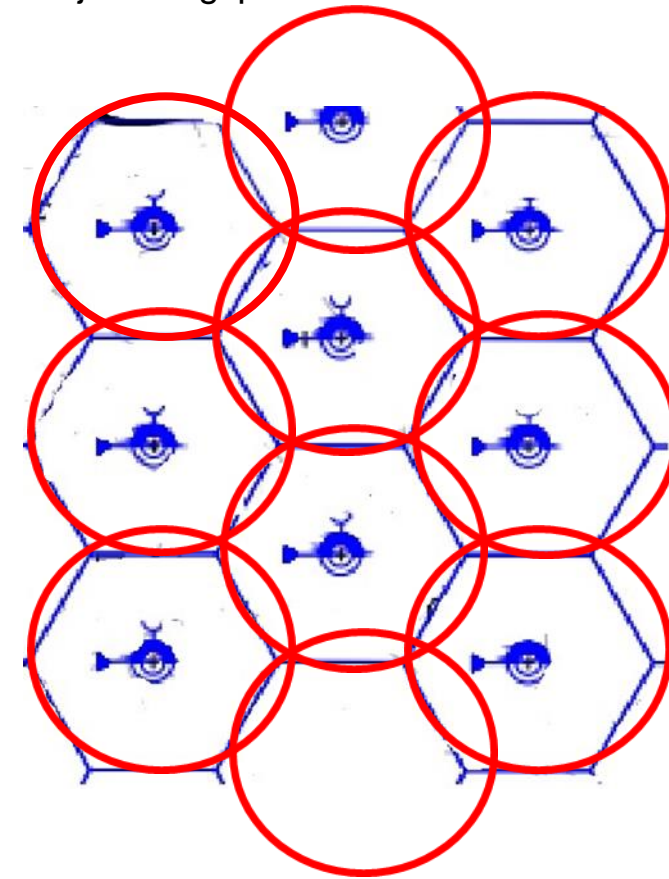
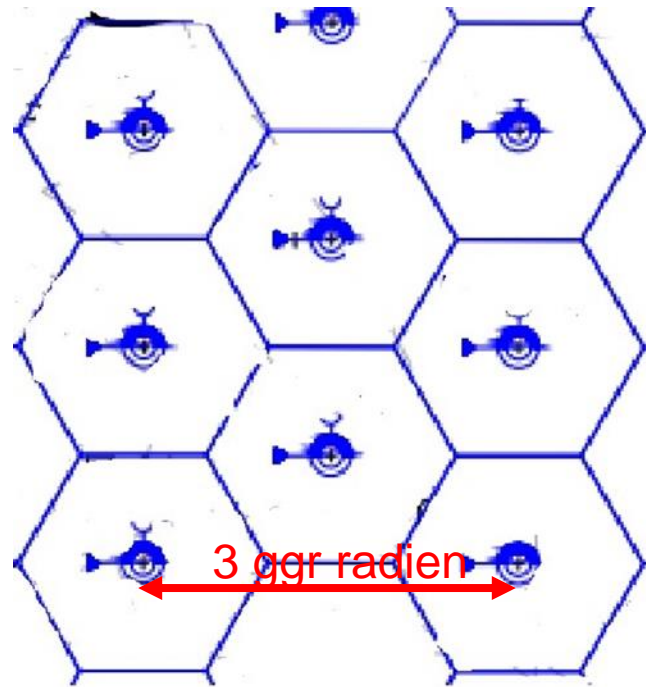
- För grundvattenrör:

- Lämpligt för placering för uppföljning (representativ area/volym)
- Intervall för uppföljning baserat på grundvattenflödet
- Exempel 3 ggr radien (10m), gv flöde 30 m/år = uppföljning minst 1 år.



- För injekteringspunkter:

- Täckande area/volym vid given influensradie
- Given inbördes placering av injekteringspunkter



# Övergripande strategi

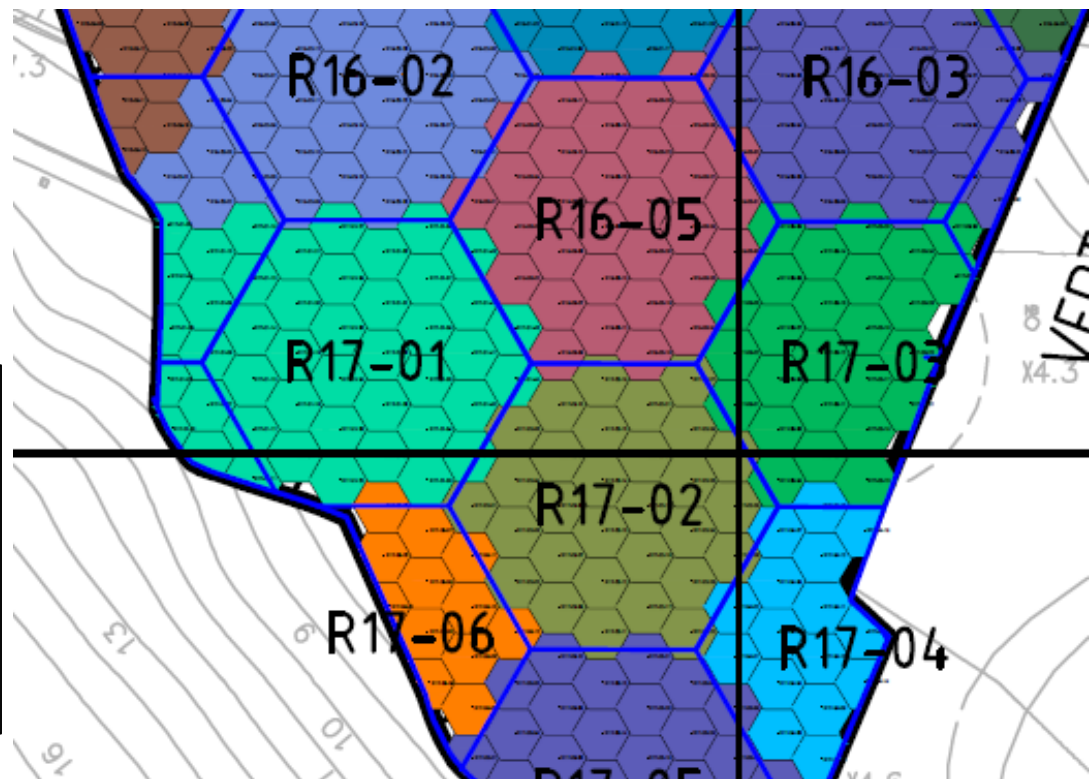
Bänk och pilotförsök ISS-ISCO

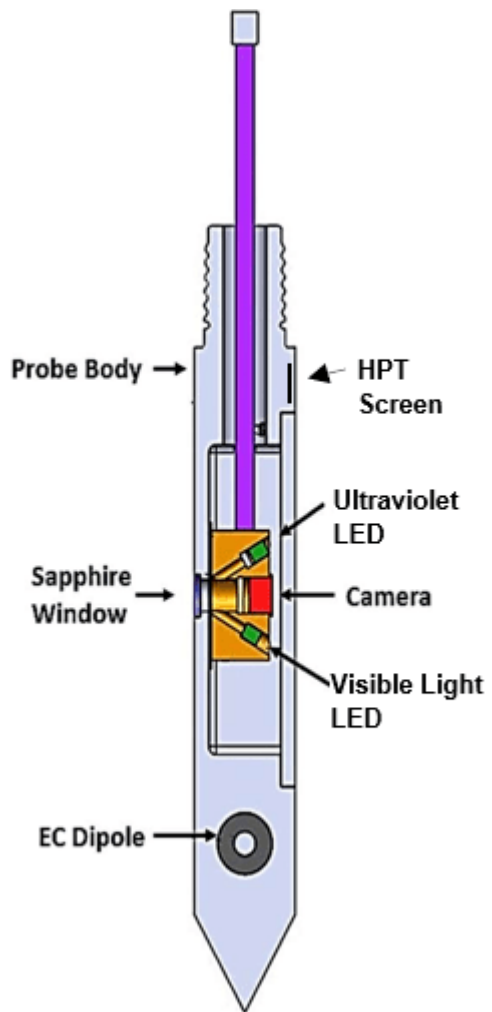
- Minsta dosering dosering:
  - 34 kg/m<sup>3</sup> persulfat
  - 70 kg/m<sup>3</sup> cement

Injekteringspunkter:

- Ca 32 st à 11 m<sup>2</sup> i varje GV-hexagon
- Dosering:
  - Vätska ca 600 l/m
  - Persulfat 150 -250 kg/m

Varje GV-rör representerar 350 m<sup>2</sup>



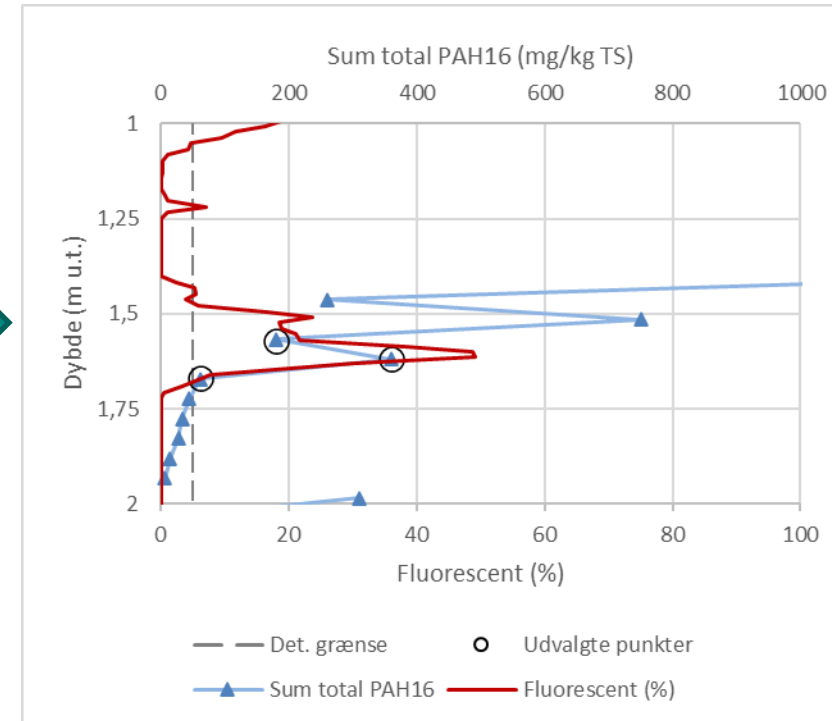
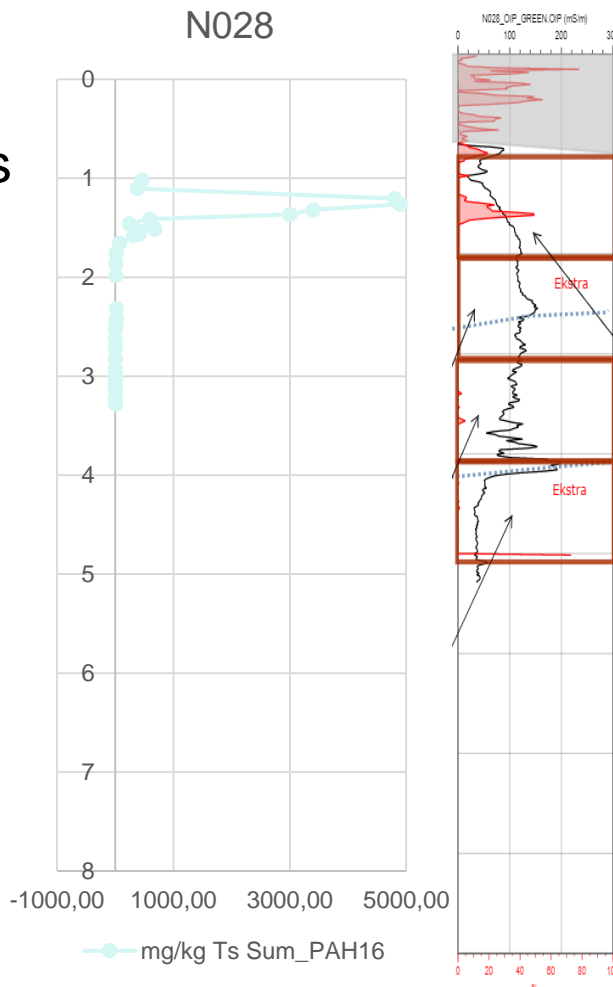


# OIP – Optisk screening metod



# Korrelering OIP med jordprover

- För dimensionering av inblandningspelare
  - Jordprover tas och analyseras
  - Sondering utförs
  - Jämförelse fluorescence med analyser
- **Resultat: PSR = 26% fluorescence**
- **>50% mindre åtgärdsbehov**



# Utförs 2022-2023:



Installation Injekteringsrör  
För injektering aktiverat persulfat



2 st KC-pelar maskiner (soil mixing)  
Verkttyg infällt i bilden

Blandarstation  
Persulfat/cement

# Fullskaleinjektering av basaktiverat persulfat – 2022 och framåt

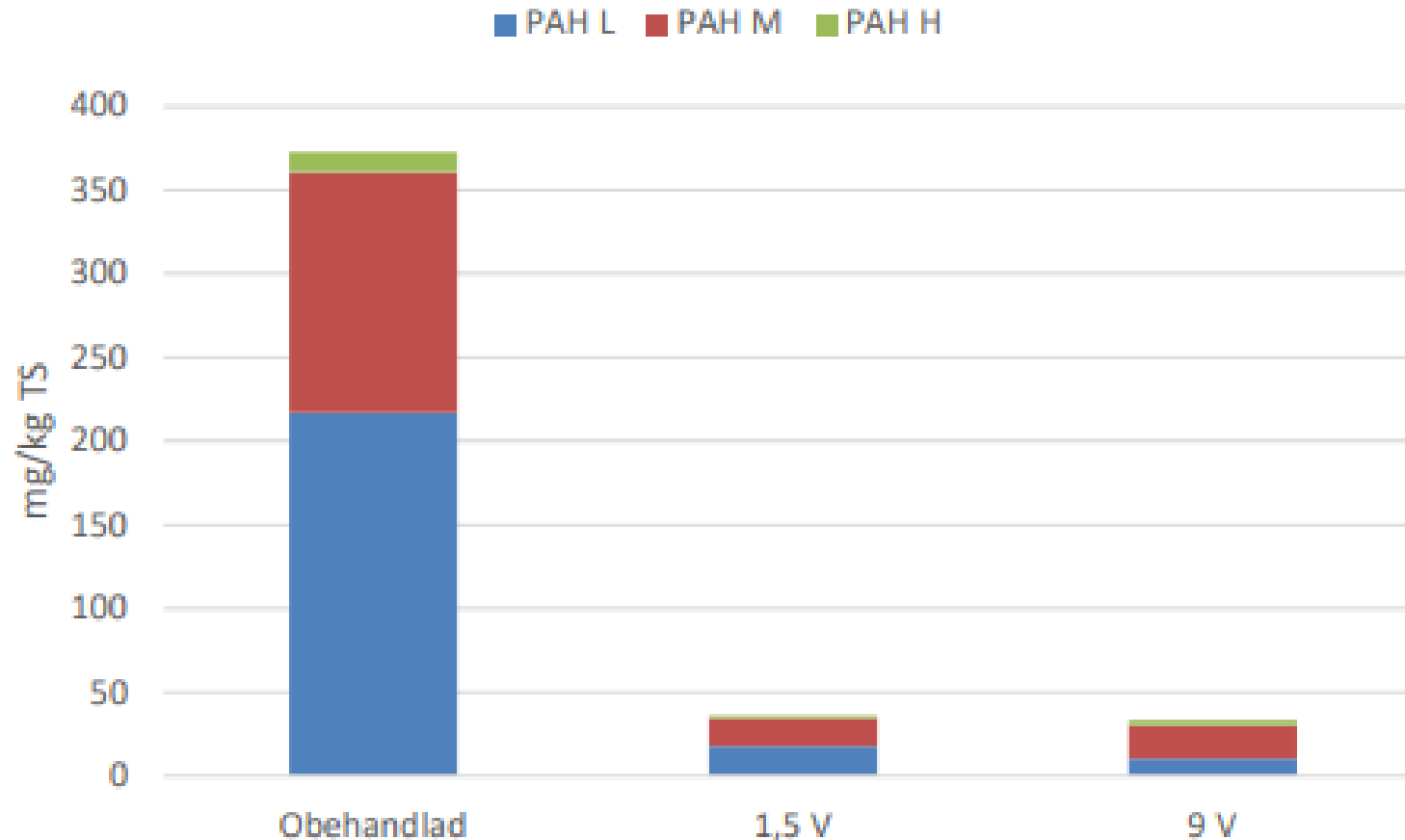


Automatiserad pumpanläggning så att flera punkter kan injekteras samtidigt



TAM-rör

# Resultat av ISS-ISCO i lera



## Reduktion av PAH på 9 veckor

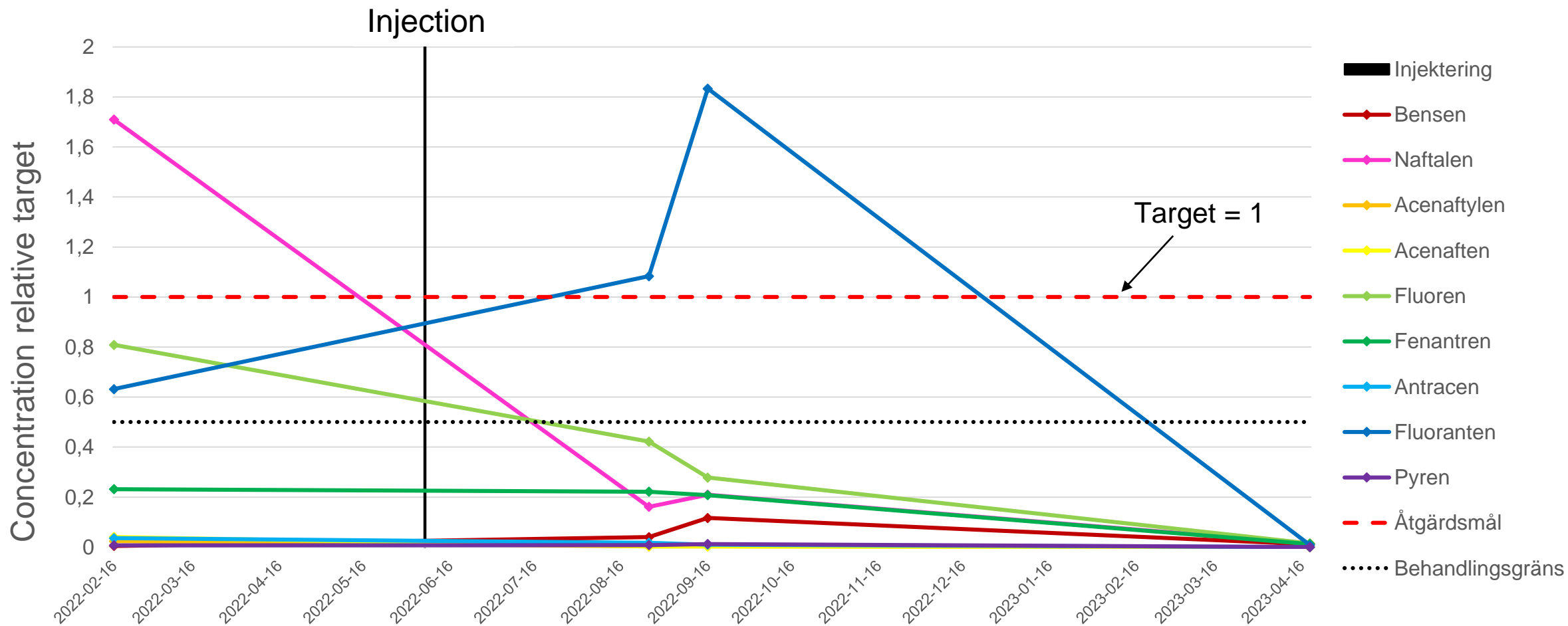
- Ca 95% reduktion av PAH-L
- Ca 90% reduktion av PAH-M
- Ca 80% reduktion av PAH-H

Högre procentuell reduktion av lättare PAH:er.

All reduktion sker före de första 2 veckorna.

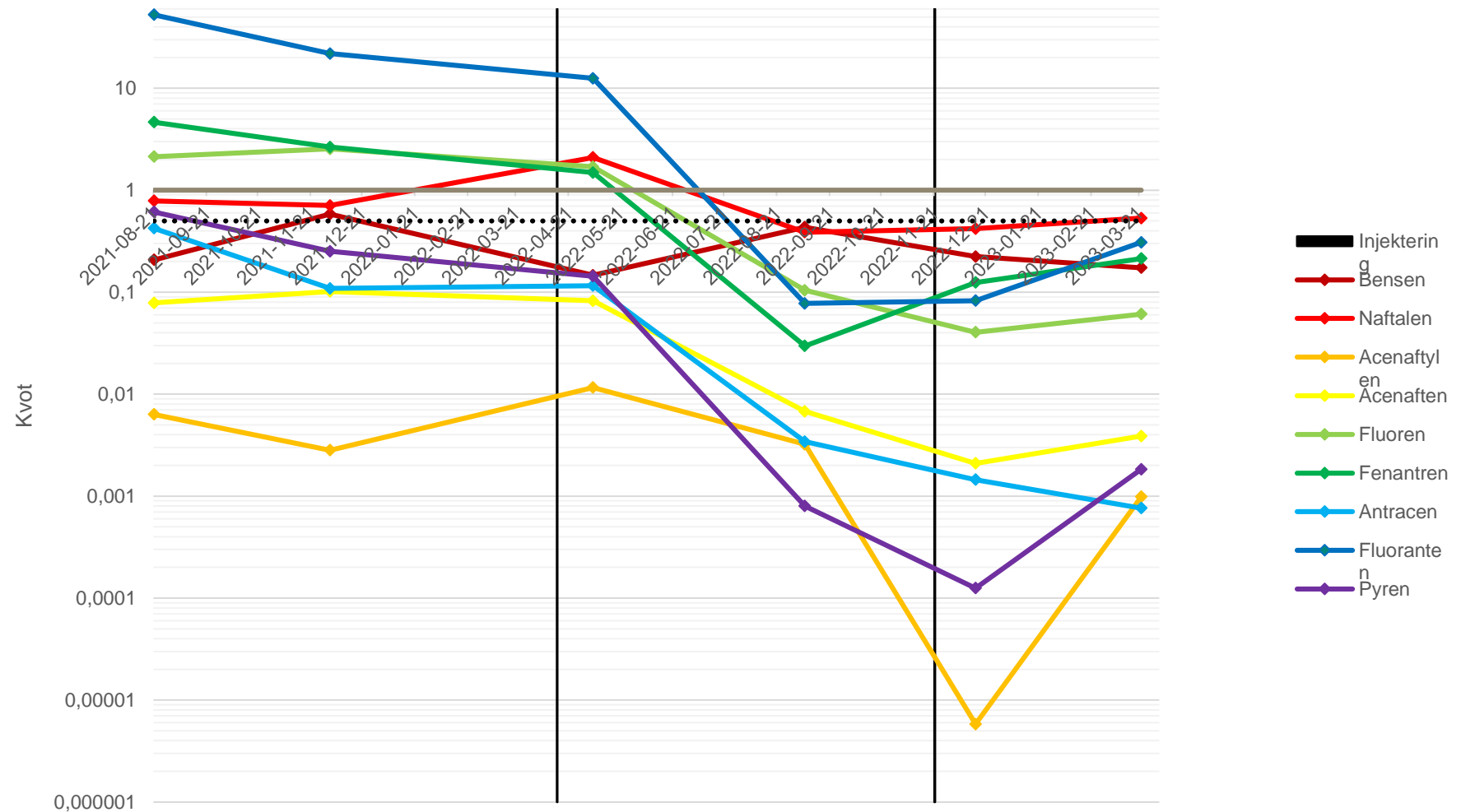
# Resultat av fullskalesanering med basaktiverat persulfat

Cell R08-03-U



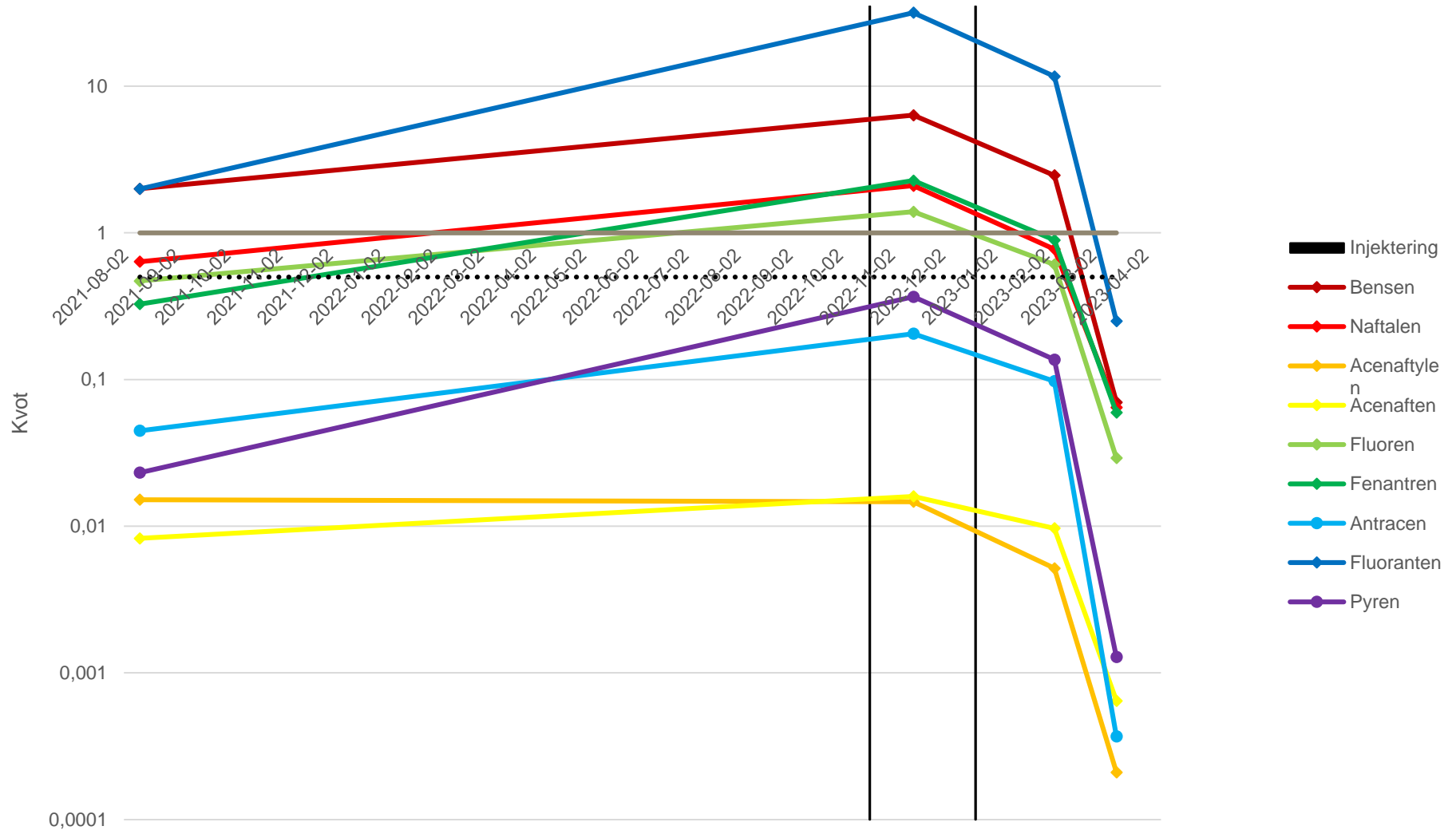
# Resultat av ISCO i morän

Halt relativt åtgärds mål R14-04-U



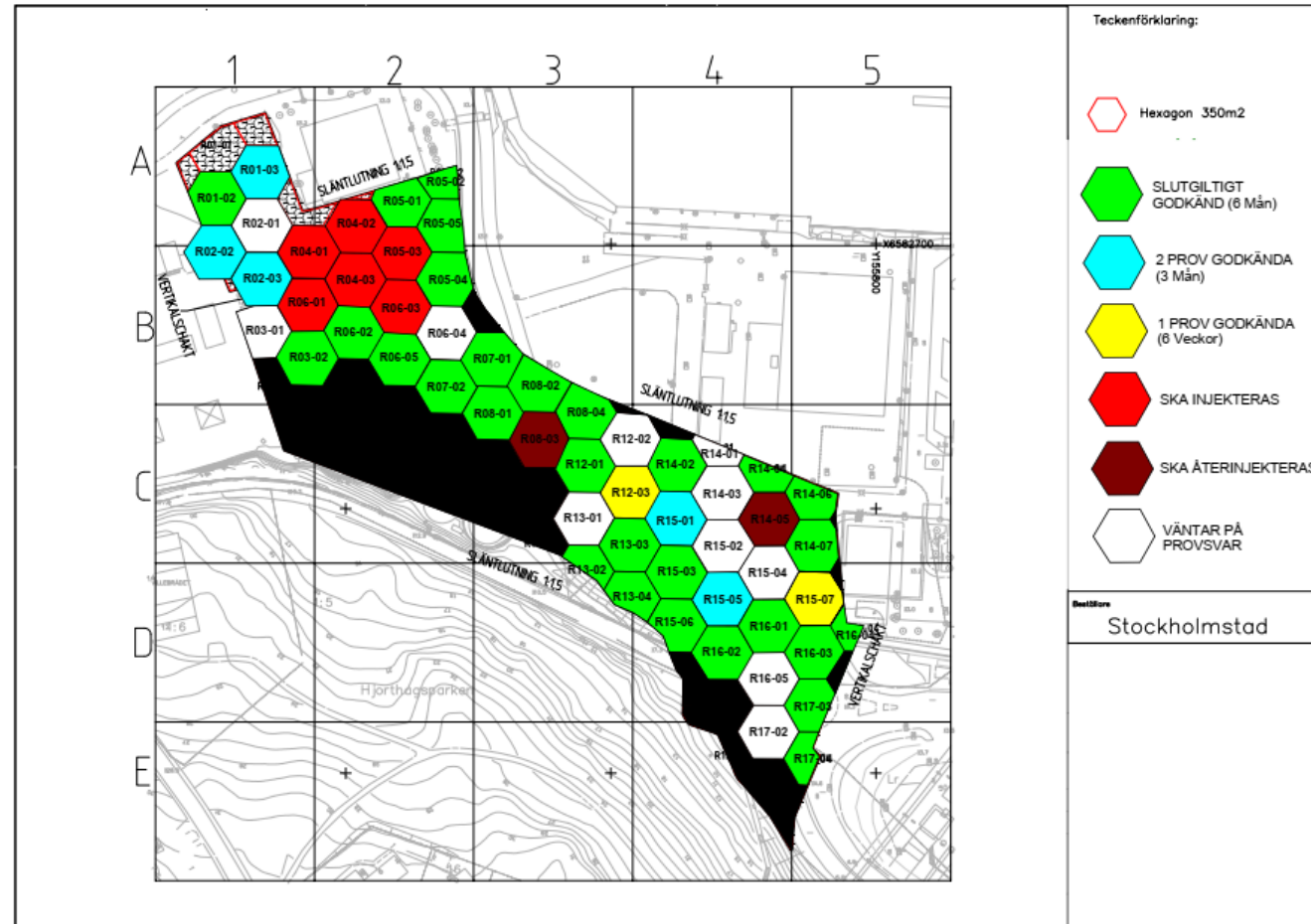
# Resultat av ISCO i morän

Halt relativt åtgärds mål R15-07-U



# Resultat av ISCO i morän april 2023

- Totalt 60 hexagoner
- 27 krävde ingen åtgärd
- 7 klarar nu kraven minst 1 gång efter åtgärd
- 11 - inväntar provsvar
- 8 - åtgärd pågår (varav 6 st nyupptäckta)

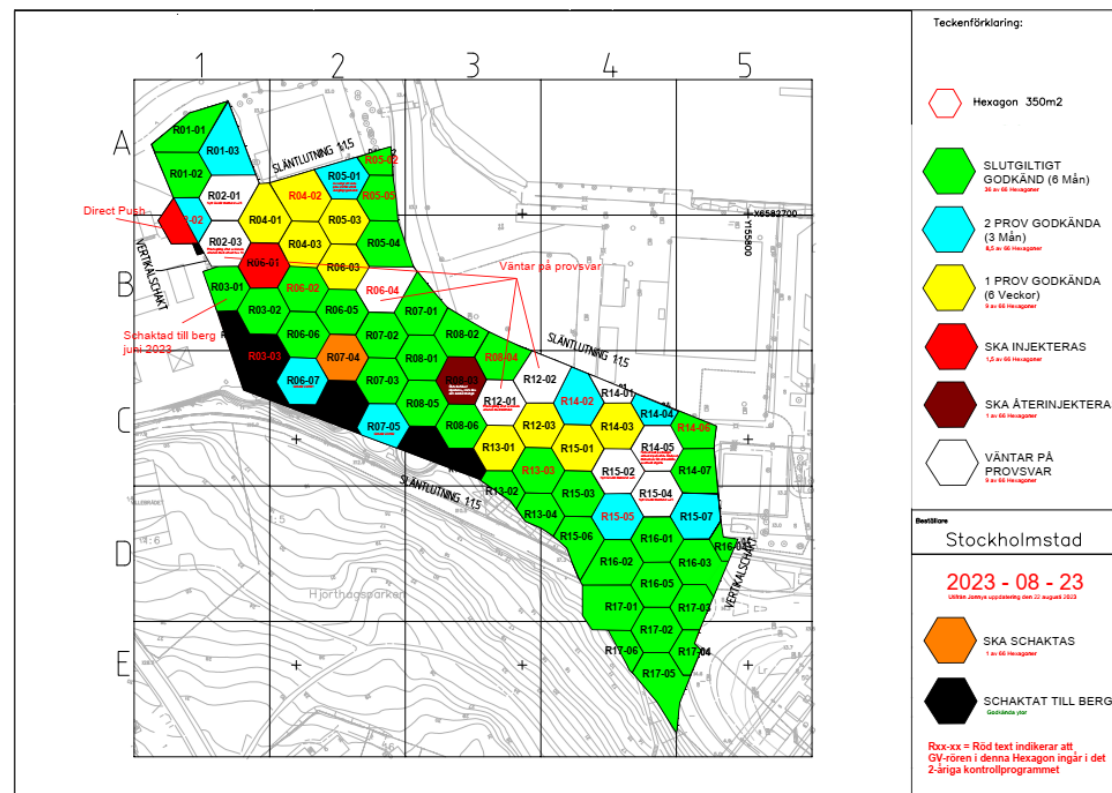




# Nuläge Augusti 2023 –

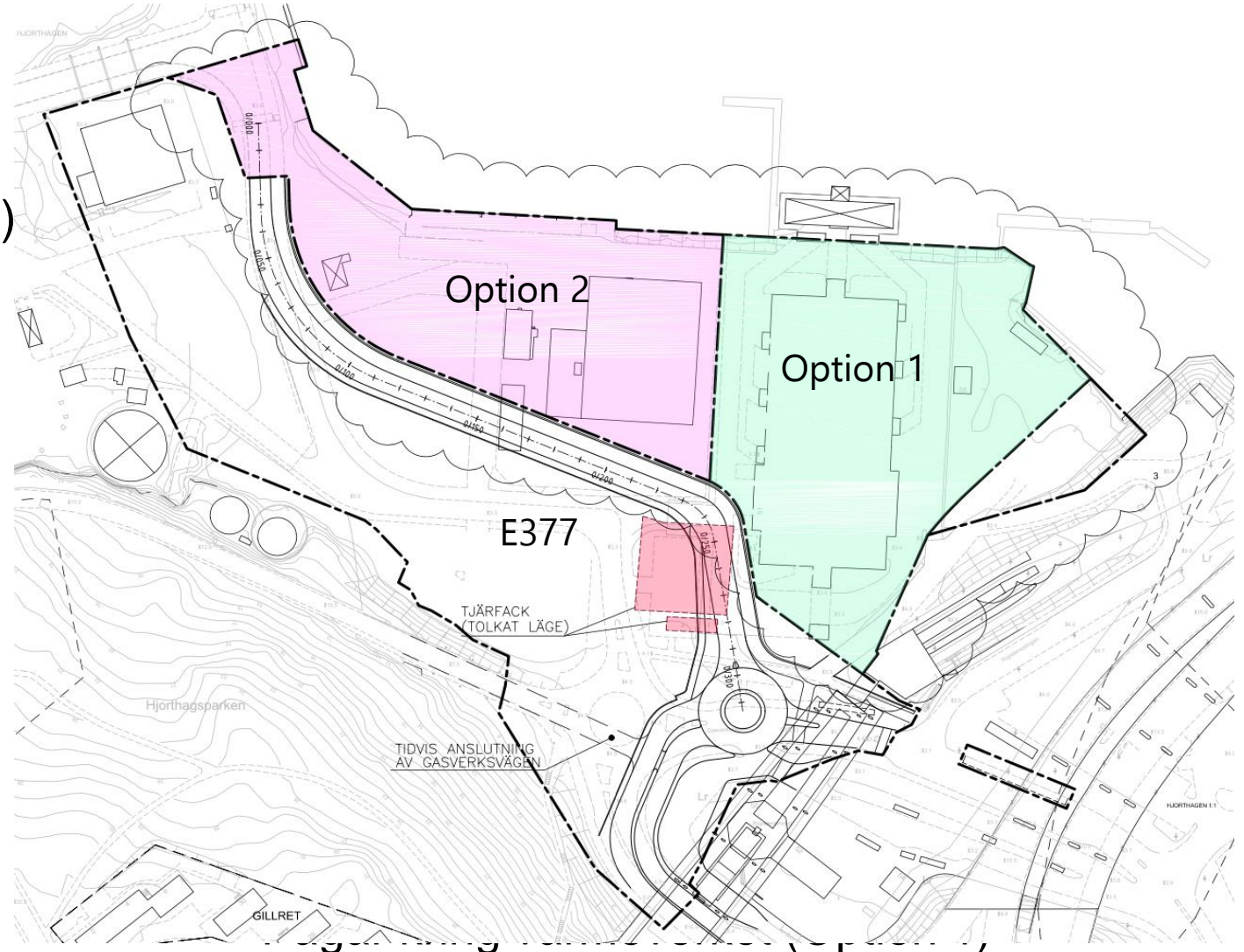
- ISCO-ISS färdigställdes våren 2023, och åtgärdsmålen uppnåddes
- Persulfatinjekteringar blir klara 2023
  - Gröna hexagoner (36 st): – under åtgärds mål efter 3 provtagningar inom 6 månader efter injektering
  - Blåa hexagoner (8,5 st)– under åtgärds mål efter 2 provtagningar, provtagningen efter 6 mån inte utförd ännu
  - Gula hexagoner (9 st)– under åtgärds mål efter en provtagning, provtagning efter 3 och 6 mån återstår
  - - Vita hexagoner (9 st) – kontrollprovtagning ännu inte utförd
  - - Bruna hexagoner (1 st)– ytterligare injektering krävs
  - - Röda hexagoner (1,5 st) – nya områden – senaste kontrollprovtagningen visade på halter över åtgärds mål I hexagoner som tidigare bedömts klara åtgärds målen

## Nuläge i Morän (66 hexagoner)



# Kolkajen – Hur långt har vi kommit i dagsläget?

- Schaktsanering (fyllning)
  - Slutförd i området för E377
  - Slutförd kring värmeverket (Option 1)
- ISS-ISCO (lera)
  - Slutförd i området för E377
- ISCO (friktionsjord)
  - I slutfasen i E-377
  - Pågår i Option 1



ISS-ISCO (lera)

		Provpunkt	Pilotförsök 1																	
		Ankomstdag																		
		Provets märkning	P1_1_0-0,5m	P1_2_0-0,5m	P1_2_0,5-1,2m	P1_3_0-0,5m	P1_3_0,5-1m	P1_3_1-1,5m	P2_1_0-0,5 m	P2_1_0,5-1 m	P2_1_1-1,5 m	P2_1_1,5-2 m	P2_1_2-2,5 m	P2_1_2,5-3 m	P2_1_3-3,5 m	P2_2_0-0,5 m	P2_2_1,5-2 m	P2_2_2-2,5 m	P2_2_2,5-3 m	P2_2_3-3,5 m
		Kolumninnehåll	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring
Ämne	Är	Enhet																		
Bensen	65	mg/kg Ts	422%	-12%	1%	-20%	103%	2650%	220%	103%	-32%	2275%	317%	56%	50%	9%	-33%	52%	592%	10122%
Naftalen	65	mg/kg Ts	173%	64%	2233%	7500%	206567%	86567%	221%	-14%	-15%	1100%	249%	22%	-13%	71%	38%	140%	1007%	3736%
Fluoranten	65	mg/kg Ts	113%	200%	4186%	31011%	61900%	25233%	445%	-38%	-59%	1681%	200%	27%	157%	-41%	93%	239%	1900%	1767%
Summa PAH med låg molekylvikt	65	mg/kg Ts	182%	71%	2122%	7043%	149900%	63536%	233%	-15%	-21%	1092%	245%	18%	-7%	71%	37%	140%	932%	2800%
Summa PAH med medelhög molekylvikt	65	mg/kg Ts	188%	208%	3650%	21150%	75576%	37738%	387%	-29%	-55%	1285%	248%	65%	165%	-40%	41%	186%	2468%	2873%
Summa PAH med hög molekylvikt	65	mg/kg Ts	150%	244%	8900%	17592%	45900%	21900%	400%	-33%	-50%	2324%	264%	35%	206%	-13%	120%	193%	1020%	1060%
Summa cancerogena PAH	65	mg/kg Ts	165%	243%	9500%	16567%	44344%	21233%	430%	-35%	-50%	2273%	245%	35%	213%	-15%	125%	177%	1011%	1056%
Summa övriga PAH	65	mg/kg Ts	174%	117%	2855%	12291%	89900%	41329%	266%	-24%	-32%	1233%	243%	33%	33%	65%	36%	154%	950%	2005%
Summa totala PAH16	65	mg/kg Ts	167%	140%	3048%	13176%	763536%	345355%	283%	-23%	-33%	1367%	241%	33%	58%	63%	48%	140%	859%	1507%
		Pilotförsök 2																		
		P2_2_3,5-4 m	P2_2_4-4,5 m	P2_2_4,5-5 m	P2_2_5-5,5 m	P2_5,5-6 m	P2_2_6-6,3 m	P2_3_0-0,5 m	P2_3_0,5-1 m	P2_3_1-1,5 m	P2_3_1,5-2 m	P2_3_2-2,5 m	P2_3_2,5-3 m	P2-3_3-3,5m	P2-3_3,5-4m	P2-3_4-4,5m	P2-3_4,5-5m	P2-3_5-5,5m	P2-3_5,5-5,8m	
		Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	Förändring	
Ämne																				
Bensen		-57%	88135%	817%	-96%	-99%	-94%	-14%	-37%	-60%	47%	-77%	900%	411%	-69%	97%	-40%	-77%	81%	
Naftalen		-63%	-49%	-21%	-86%	-97%	-90%	49%	-46%	1500%	11233%	33%	4700%	2300%	215%	97%	-14%	-74%	-30%	
Fluoranten		-46%	0%	-12%	-74%	-95%	-89%	1312%	540%	700%	1767%	164%	380%	140%	592%	118%	72%	-68%	37%	
Summa PAH med låg molekylvikt		-64%	-47%	-20%	-86%	-96%	-89%	51%	-45%	991%	7627%	40%	3309%	1673%	216%	90%	-14%	-73%	-29%	
Summa PAH med medelhög molekylvikt		-52%	12%	-18%	-80%	-97%	-94%	1233%	300%	981%	2441%	156%	549%	251%	520%	20%	36%	-71%	13%	
Summa PAH med hög molekylvikt		-43%	-11%	0%	-80%	-93%	-78%	717%	431%	400%	1160%	148%	200%	0%	1100%	180%	160%	-71%	15%	
Summa cancerogena PAH		-42%	-13%	0%	-80%	-93%	-79%	700%	417%	389%	1122%	129%	211%	0%	1100%	167%	144%	-71%	27%	
Summa övriga PAH		-62%	-33%	-20%	-84%	-96%	-88%	90%	-26%	750%	3757%	63%	1329%	657%	266%	67%	-5%	-74%	-22%	
Summa totala PAH16		-60%	-32%	-18%	-85%	-95%	-86%	108%	-18%	555%	2900%	64%	900%	464%	290%	59%	-2%	-72%	-17%	

# Utmaningar – Jordprov vid pilotförsök i Iera



		värden före och efter åtgärd			
		artersmark	Medel före	Medel efter	ändring med
Ämne	källare				
Bensen	0,08	5,59	1,83	-67%	
Naftalen		2,24	1,33	-41%	
Fluoranten		0,11	0,15	36%	
Summa PAH med låg molekylvikt	18	2,30	1,38	-40%	
Summa PAH med medelhög molekylvikt	4	0,42	0,48	15%	
Summa PAH med hög molekylvikt	2	0,24	0,31	28%	
Summa cancerogena PAH		0,22	0,28	26%	
Summa övriga PAH		2,74	1,91	-30%	
Summa totala PAH16		3,02	2,20	-27%	

E-377 ISCO i Moran Klassning av GV-rör -U / -M			DP EUR	DP ALS	DP EUR	DP ALS	DP EUR	DP ALS	ALS	EUR	ALS	DP EUR	DP ALS	TP_ALS	TP_SGS
ELEMENT	Enhet	Åtgärds mål	R02_02_22 1206	R02_02_22 1206	R06_03_u_ 221114	R06_03_u_ 221124	R06_03_u_ 221207	R-06- 03_221207	R06-04-U	RO6_04_u_ 221108	RO6_04_u_ 221124	R06_04_22 1206	R06_04_22 1206	R06_04_U_ 230103	R06-04- U_230103
Sampling Date			2022-12-06	2022-12-06	2022-11-14	2022-11-24	2022-12-07	2022-12-07	2022-02-10	2022-11-08	2022-11-24	2022-12-06	2022-12-06	2023-01-03	2023-01-02
bensen	mg/L	0.3	0,0015	0,0013	0,1		0,077	0,00037	0,0148	0,031		0,034	0,145		
naftalen	µg/L	6200	1700	4,4	12000		9800	5560	2260	13000		12000	4430	10100	4800
fluoranten	µg/L	12	2,5	2,27	0,27	0,27	0,38	1	0,12	0,2	0,13	0,19	0,4	0,466	0,15
summa PAH 16	µg/L		1702	44,5	12000		10000	5800	2350	14000		13000	4690	10400	5000

E-377 ISCO i Moran Klassning av GV-rör -U / -M			TP_EUR	DP EUR	DP ALS	DP EUR	DP ALS	DP EUR	DP ALS	DP EUR	DP ALS
ELEMENT	Enhet	Åtgärds mål	R06_04_u_ 230103	R15_02_M_ 221207	RIS- 02_M_2212 07	R15_02_u_ 221207	RIS- 02_U_2212 07	R15_04_M_ 221208	RIS_04_M_ 221208	R15_04_U_ 221208	RIS_04_U_2 21208
Sampling Date			2023-01-03	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-07	2022-12-08	2022-12-08	2022-12-08	2022-12-08
bensen	mg/L	0.3	0,044	0,0065	0,0061	0,051	0,0455	0,13	0,121	0,071	0,0711
naftalen	µg/L	6200	11000	2300	905	1300	461	11000	256	3500	79
fluoranten	µg/L	12	0,25	12	11	16	13,4	29	9,24	3,4	2,58
summa PAH 16	µg/L		12000	2601	1150	2000	862	12003	0,25	3900	0,25

# Utmaningar – Kan man lita på labbanalyser?