



Hanasaaren koekunnostus ISGS-menetelmällä

LAMOR
ENVIRONMENTAL SOLUTIONS

RA-SK OY

Mini-seminaari 27.03.2020

LAMOR CORPORATION AB



Öljyntorjunnan, jätehuollon ja vesienkäsittelyn
laitevalmistaja ja urakoitsija

– **työyhteenliittymän johtava osapuoli**

1982 Lamor Corporation perustettu

350 Vakituinen henkilöstö

1200 Ammattilaisia toimintavalmiudessa
yli sadassa maassa

RA-SK OY



- Pilaantuneen maan saneeraus
- Jakeluasemien rakentaminen
- Purku-urakointi
- Rakennusurakointi
- Maanrakennus

– **työyhteenliittymässä maanrakennustyöt**

LAMOR

1. Tehty esiselvitys(1-2 2018)

a. Esiselvityksen tavoitteet

- Lähtötilanteen tarkka selvitys, jotta kunnostuksen vaikutus voidaan selvästi osoittaa
- Kohdentaa kunnostus haluttuihin pilaantuneimpiin "hot-spoteihin"

b. Tutkimusalue ja menetelmät

- Valittu 12 m x 12 m alue RF402A ympäriltä 5 m ylin kerros, koska korkeita pitoisuuksia eikä maan alla infraa
- Pilaantunein kerros 1...3 m syvällä, BTEX yli ylemmän ohjearvon, PAH ja öljyhiilivedyt yli vaarallisen jätteen rajan



1. Tehty esiselvitys(1-4 2018

- Maanäytettä lähetettiin 5 kg Peroxychemille Yhdysvaltoihin reseptointiin
- Testattiin neljää eri tehostetaineen koostumusta läpivirtaustestillä
- Analysoitiin maanäytteen lähtö- ja loppupitoisuudet sekä suodosnesteeseen kertyneet liukoiset pitoisuudet

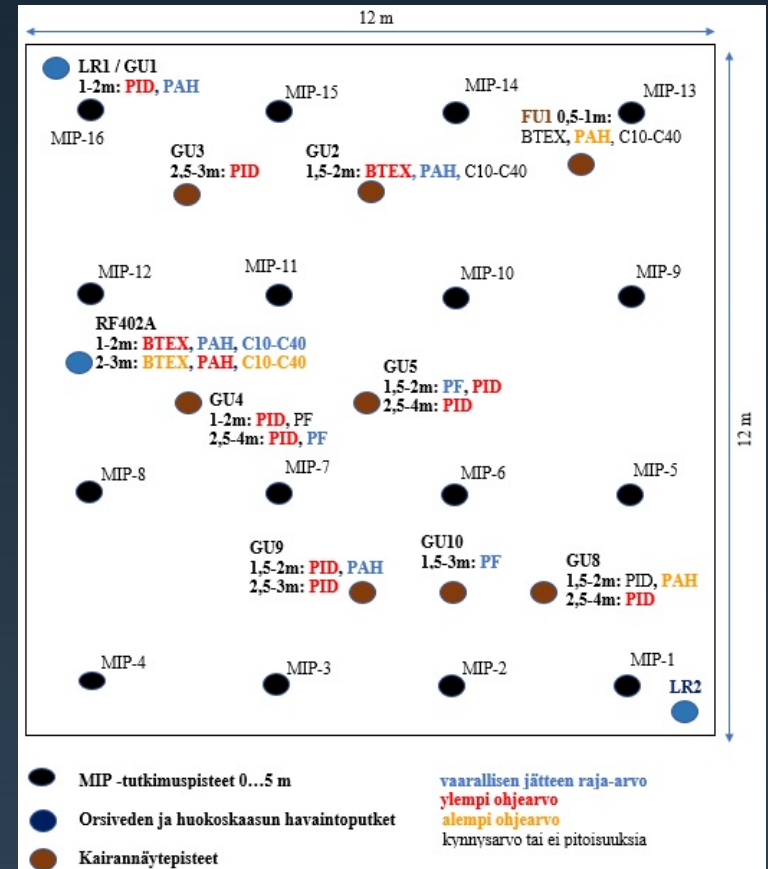
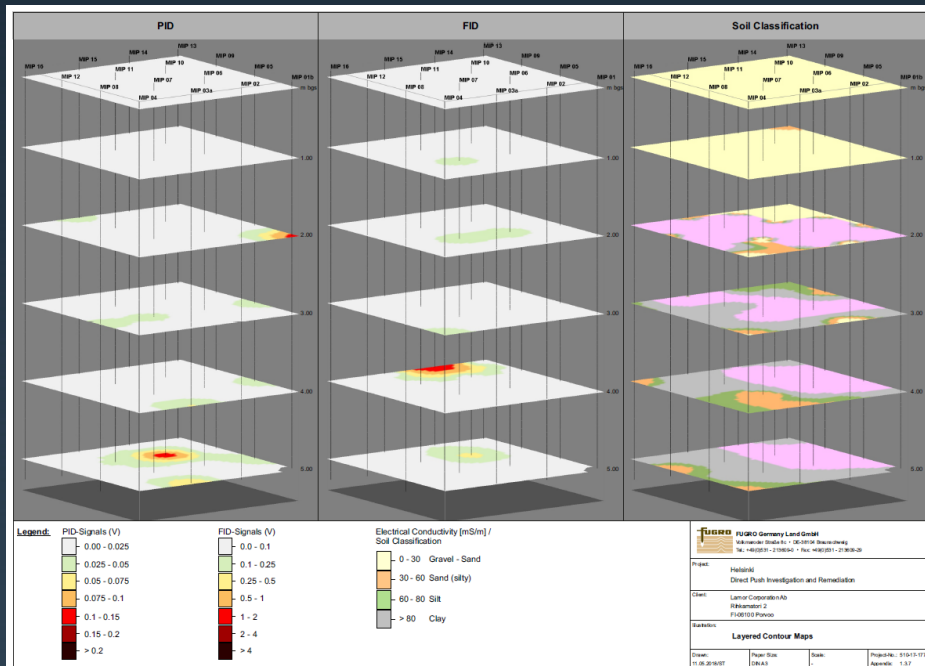


Valitulla tehostetaineen reseptillä käsiteltyä maa-ainesta



1. Tehty esiselvitys(1-4 2018)

- MIP-sensoreilla 16 tutkimuspistettä 0...5 m syvyydellä
 - DELCD – klooratut, PID - haihtuvat hiilivedyt
 - FID – öljyhiilivedyt, PAH-yhdisteet, EC - sähkönjohtavuus
- MIP-tutkimus ja ns. perinteinen näytteenotto rinnakkain



1. Tehty esiselvitys(1-4 2018)

c. Esiselvityksen tulokset

- Maanäytteitä kairaamalla 11 tutkimuspistettä 0...5 m :syvyydellä
 - Metallit ja syanidi, vain kynnysarvon ylityksiä
 - BTEX ylemmän ohjearvon ylityksiä
 - PAH-yhdisteet, VJ ylityksiä PAH-16 max 15 000 mg/kg
 - C10-C40 esiintyy vain paikoin, VJ ylityksiä max 63 000 mg/kg
 - Kloorattuja liuottimia alle laboratorion määrittäysrajan
- Maanäytteistä analysoitiin kokonaispitoisuuksien lisäksi liukoisoituksia
- Maaperä 0...1,5 m hiilijätteen sekainen TäHk, 1,5...2-3 m karkea luonnonmaa, 2-3...5 m savi-silttikerros
- Pilaantunein kerros 1,5...2 m syvällä, BTEX yli ylemmän ohjearvon, PAH ja öljyhiilivedyt yli vaarallisen jätteen rajan
- Orsivesipinta 2,3 m syvyydessä, veden hidas virtaussuunta vaihtelee
- Vesinäytteitä kahdesta havaintoputkesta: metallit, syanidi, VOC, PAH, C10-C40:- pitoisuudet pieniä alle 1 mg/l
- Huokoskaasunäytteitä kahdesta havaintoputkesta: BTEX 1,5...3,1 mg/m³, PID 98...102 ppm



2. Kunnostusmenetelmän kuvaus

a. Menetelmävalinnan perustelu – haluttiin sopiva menetelmä kohteeseen, jossa

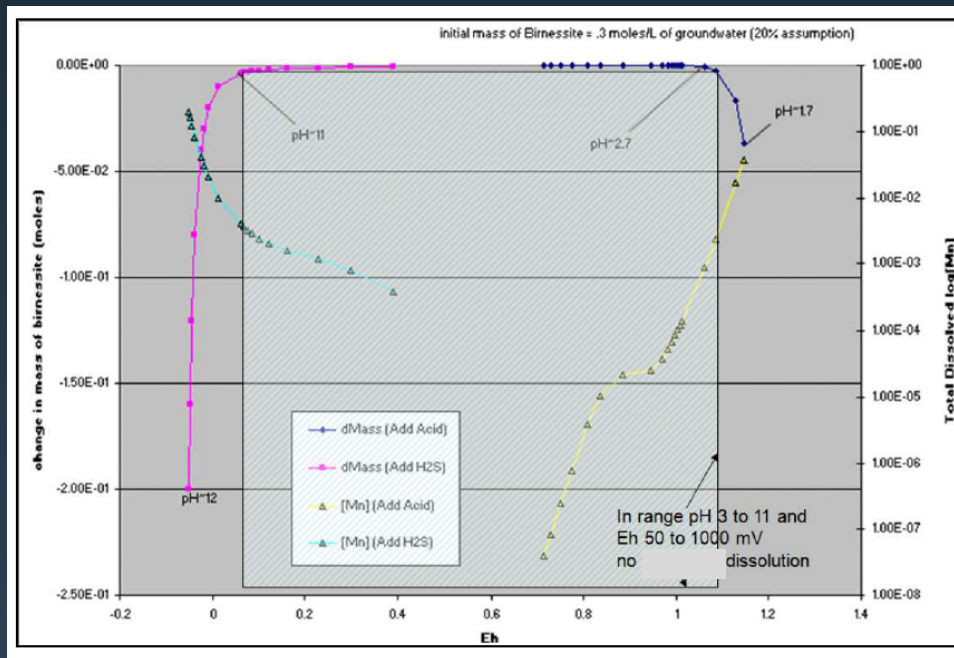
- Korkeat haitallisten aineiden lähtöpitoisuudet
- Sekoitus ominaisuuksiltaan erilaisia haitta-aineita
- Jätetäyttöä tai vapaata faasia
- Pilaantuneisuutta pohjavesipinnan alla ja päällä
- Kunnostus tehtävä nopeasti
- Kustannus tiedettävä tarkasti etukäteen

b. ISGS-menetelmän toimintaperiaate

- Maaperään suorainjektoidaan katalysoitua hapetinta ja liukoisia mineraalisuoloja
- Tehdään vain yksi injektointien erä
- Hapetin hajoittaa orgaanisia haitta-aineita kemiallisella hapetuksella
- Mineraalisuolat kiinteytyvät reagoineiden matriisien pinnoille pysyväksi mineraalikuoreksi
- Kiinteytys vähentää liukoisuuden lisäksi veden- ja kaasunjohtavuutta

2. Kunnostusmenetelmän kuvaus

- Menetelmän kehittänyt ja suojannut Peroxychem Ltd.
- Menetelmää on käytetty yli 20 kohteessa Yhdysvalloissa, Britanniassa ja Alankomaissa



Tuotettu mineraalikuori on maaperässä
liukenematon hyvin laajalla pH- ja
redox-potentiaalin alueella

2. Kunnostusmenetelmän kuvaus

c. Koekunnostukselle asetetut tavoitteet

- Haitta-aineiden määrän vähentymä 20 prosenttia
- Haitta-aineiden liukoisten pitoisuuksien vähentymä 60-80 prosenttia
- Kulkeutumisen vähentymä kaasumaisessa ja liukoisessa muodossa 80 prosenttia

d. Yleinen kuvaus käytetyistä laitteista ja kemikaaleista

- Kalusto – tarvikekontti, IBC-kontteja sekoitukseen, lietepumppu ja injektiojärki injektointiin
- Hapetinta ja yleisesti saatavissa olevia jauhemaisia nesteeseen liukenevia epäorgaanisia aineita

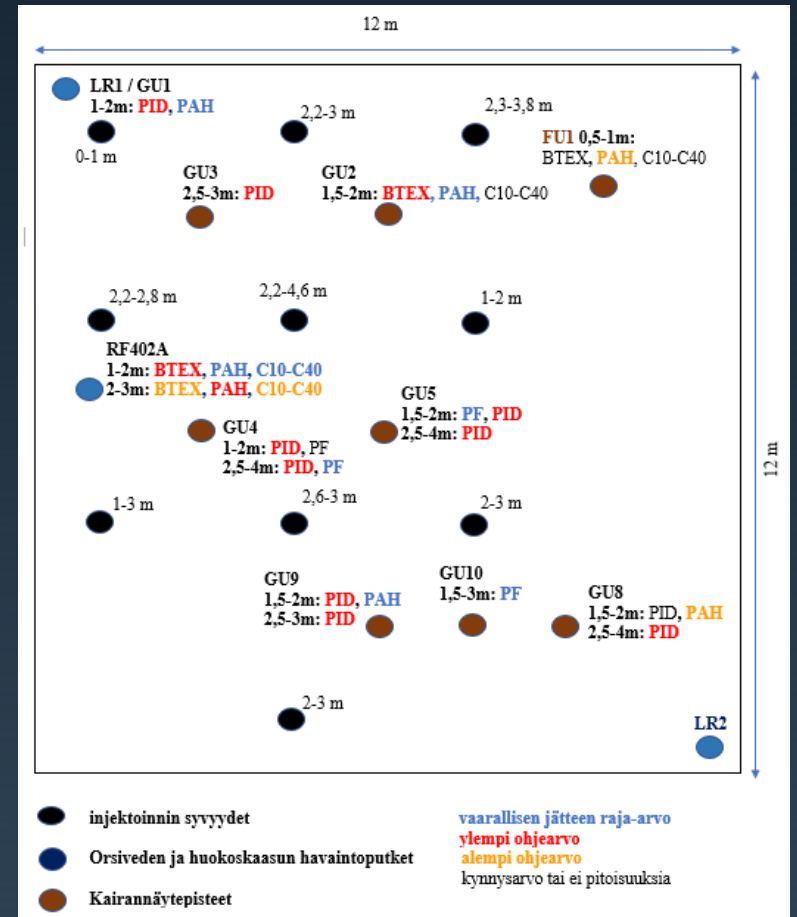


3. Työmaan toteutus 9-2018

a. Valmistelevat työt – pima-luvitus, johtonäytöt, kemikaalien ja veden hankinta, aitaus

b. Kunnostuksen toteutus

- Tehosteaineen kemikaalit ja vesi sekoitettiin 1 m³ erissä juuri ennen injektointia
- Tehosteaineen injektointi lietepumpulla kymmeneen pisteeseen pääosin 1...3 m syvyyteen
- Injektoitiin neljän päivän aikana 6 700 litraa, pääosin syöttöpaineella 1,5...2 bar, max 7 bar
- Injektoinnilla täytettiin 30...35 prosenttia kohdekerrosten huokostilasta



3. Työmaan toteutus 9-2018

c. Kohdatut haasteet

- Injektoitua ainetta nousi paikoin maanpinnalle viereisistä tutkimus- tai injektio pisteistä
 - Maan pinnalle nousseen tehostetaineen neutralointi on helppoa
- Ei kemikaalivahinkoja

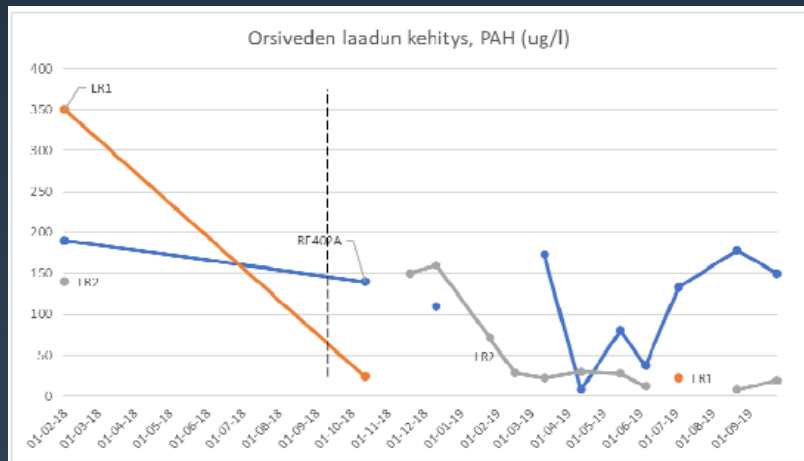


4. Seuranta ja varmentaminen 10-2018 – 12-2019

a. Kunnostusmenetelmän tehokkuuden seuranta - parametrit ja niiden merkitys

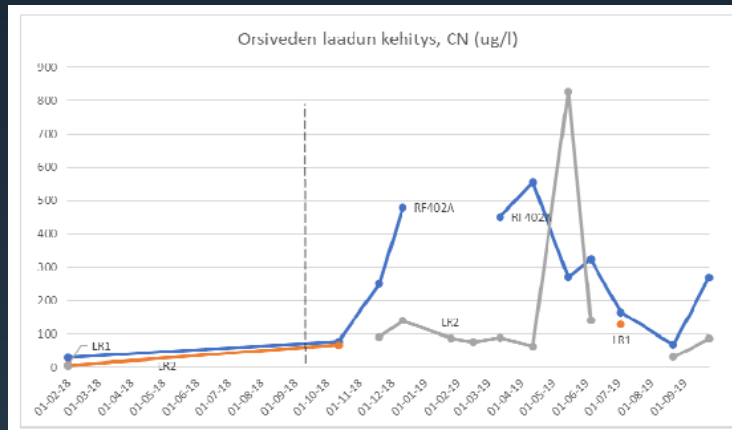
- Tarkkailtiin haitta-aineiden kulkeutumista liukoissa ja kaasumaisessa muodossa
- Vesinäytteitä orsivedestä kerran kuukaudessa kolmesta havaintoputkesta, kahdesta putkesta kerrallaan
- Vesinäytteistä analysoitiin DOC, C10-C40, PAH, pH, metallit, syanidi;- joka toinen kuukausi myös C5-C10
- Huokoskaasunäytteistä VOC kahdesta havaintoputkesta 0-11 – 2018

a. Kunnostusmenetelmän tehokkuuden seuranta - tulokset ja niiden tulkinta

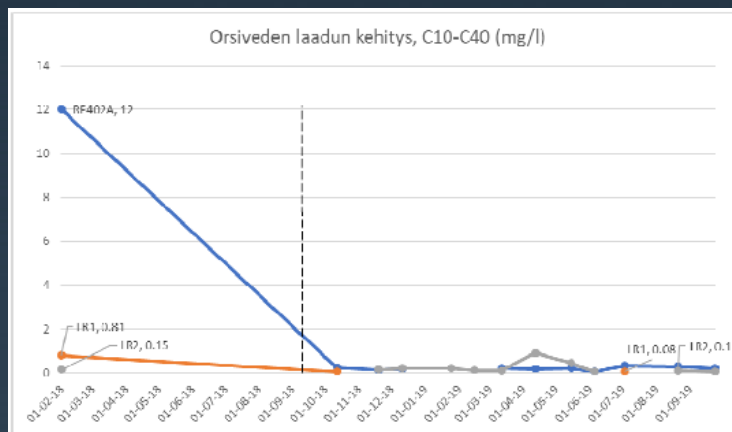


- LR1 pysyvä lasku PAH 350 ug/l > 22 ug/l
- LR2 pysyvä lasku PAH 140 ug/l > 19 ug/l
- RF402A pieni lasku PAH 92...280 ug/l > 150 ug/l
- Pitoisuuden lasku erityisesti naftaleenin osalta

4. Seuranta ja varmentaminen 10-2018 – 12-2019



- LR1 nousu kokonaissyanidi 6 ug/l > 128 ug/l
- LR2 nousu kokonaissyanidi PAH 5 ug/l > 86 ug/l, 8 kk injektoinnista piikki 827 ug/l
- RF402A nousu kokonaissyanidi 7...29 ug/l > 268 ug/l, 7 kk injektoinnista piikki 554 ug/l



- LR1 pysyvä lasku öljyhiilivedyt 0,81 mg/l > 0,08 mg/l
- LR2 pysyvä lasku öljyhiilivedyt 0,15 mg/l > 0,06 mg/l
- RF402A pysyvä lasku öljyhiilivedyt 0,2...12 mg/l > 0,21 mg/l
- Haitta-aineet olivat kerrostuneet orsiveden yläosaan, putki tyhjjeni huonon antoisuuden vuoksi kokonaan, pulloja ei täytetty aina samassa järjestyksessä > näkyy tuloksissa

4. Seuranta ja varmentaminen 10-2018 – 12-2019

- Huokoskaasunäytteistä VOC kahdesta havaintoputkesta 10-11 – 2018
 - VOC pitoisuudet alle määritysrajojen VOC 9 ug/m³
 - PID 0 ppm vs. lähtö 98 ja 102 ppm
 - BTEX yksittäiset komponentit alle 6 ug/m³ vs. lähtö BTEX-summat 1 520 ja 3 090 ug/m³



LR 2 ennen injektointia



LR 2, RF402A, LR1 huhtikuussa 2019



LR 2 ja RF402A syyskuussa 2019

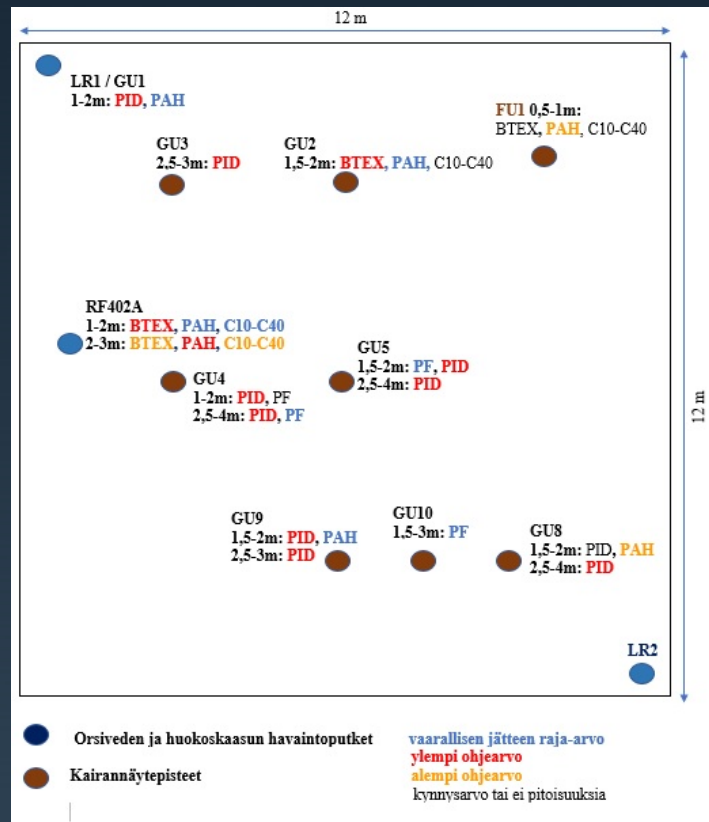
4. Seuranta ja varmentaminen 10-2018 – 12-2019

b. Lopputulosten varmennus – tulokset ja niiden tulkinta sekä jäännöspitoisuudet

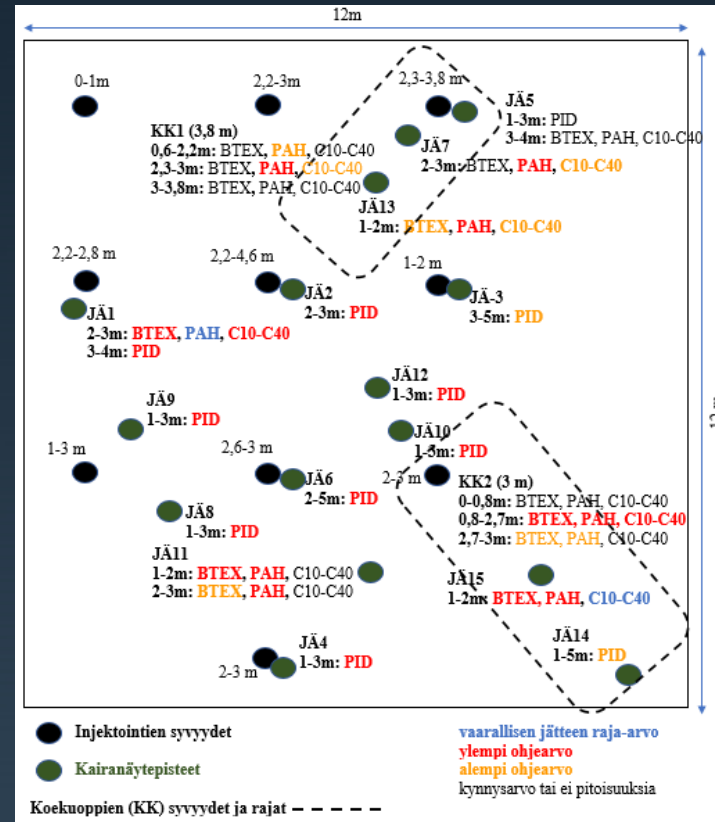
- Maanäytteitä kairaamalla 15 tutkimuspisteestä 0...5 m syvyydeltä, joista 7 näytettä laboratorioon
- PID-mittaukset joka tutkimuspisteestä 1 m välein
- Tehtiin kaksi 3,5 m syvää koekuoppaa, 7 maanäytettä laboratorioon
- Maanäytteistä analysoitiin metallit, BTEX, kokonais- ja vapaa syanidi, C5-C40, PAH-yhdisteet
- Maanäytteistä tutkittiin kokonaispitoisuuksien lisäksi liukoisuuksia ja vedenjohtavuus

	määrä kpl	max mg/kg	keskiarvo mg/kg	mediaani mg/kg
BTEX, ennen	7	298	39	0
BTEX, jälkeen	16	44	5	1
BTEX, muutos	-	-254 / -85 %	-37 / -87 %	-
PAH, ennen	10	15 000	4 293	780
PAH, jälkeen	16	8 500	1 580	890
PAH, muutos	-	-6 500 / -43 %	-2 713 / -63 %	-
C10-C40, ennen	7	63 000	13 406	820
C10-C40, jälkeen	16	17 000	2 135	249
C10-C40, muutos	-	-46 000 / -73 %	11 271 / -84 %	-

4. Seuranta ja varmentaminen 10-2018 – 12-2019



Ennen injektointia



Tutkimuskaivu, jäännöspitoisuudet

4. Seuranta ja varmentaminen 10-2018 – 12-2019

- Reaktiopinnat erottuivat mustana ja ruosteenpunaista kokkareisena massana karkeassa täyttömaassa, paikoin sileänä monoliittina, sekä valkoisena pintana tumman savikerroksessa
- Koekuopat alle vesipinnan, mutta ei kertynyt vettä ja kaivettu massa ei valuvan märkää, ei kaivantovesiä
- Vaikutussäde noin 3 m injektointipisteessä
- Kaivetuissa massoissa ei enää vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviä pitoisuuksia
 - Kaikki kaivetut massat palautettiin koekuoppiin ja tutkimusalue asfaltoitiin



KK1 enemmän pilaantunut kohta



KK2 vähemmän pilaantunut kohta



Reaktiopintoja



5. Johtopäätökset

a. Saavutettiin tavoitteet

- MIP-menettelyn tulosten ja laboratorioanalyysien kesken huono vastaavuus
 - MIP ei sovi jätetäyttöä sisältävän maaperän tutkimiseen
- Kemiallisella hapetuksella poistettiin orgaanisten haitta-aineiden massasta 50...65 prosenttia, mikä kohdistui erityisesti vaarallisen jätteen raja-arvon ylittäviin pitoisuuksiin
- Kiinteytyksellä vähennettiin haitta-aineiden liukoisuutta ja oletettavasti myös kaasuuntumista 35...85 prosenttia
- Ainoa poikkeus on hapettumisen aiheuttama syanidin väliaikaisesti kohonnut liukoisuus
- Kiinteytyksellä vähennettiin maaperän vedenjohtavuutta $10^{-5} \dots 10^{-6} > 10^{-7}$ m/s, eli noin 90...99 prosenttia
- Kunnostukselle asetetut tavoitteet saavutettiin



5. Johtopäätökset

b. Soveltuuko menetelmä täyteen mittakaavaan

i. Tekninen toteutettavuus oli helppo, menetelmä ei ole herkkä pitoisuuksien tai massan laadun vaihteluille

ii. Turvallisuus ja ympäristönäkökulmat

- Hapettimen käsittelyssä oltava varovainen, syövyttävä aine.
- Muut tehostetaineen kemikaalit turvallisia ja helppoja käsitellä
- Hapetin on vesieliöille vaarallinen ja vaikuttaa veden juomakelpoisuuteen

iii. Kustannustehokkuus

- Koekunnostuksen omakustannus oli odotettu
- Täyden mittakaavan toteutuksessa 50...110 eur per tonni

c. Todetut haasteet

- Täyttökerros erittäin heterogeeninen – huolellinen esiselvitys oli tarpeen

d. Mahdolliset jatkokehitysideat – desorption testaus kaasufaasiin laboratoriossa riskinarviointia varten



#letscleantheworld

LAMOR