

*Maaperän ja pohjaveden biologinen in situ
kunnostus SOW-tekniikalla, Case Hanasaari*



Mutku-päivät 21.3.2019

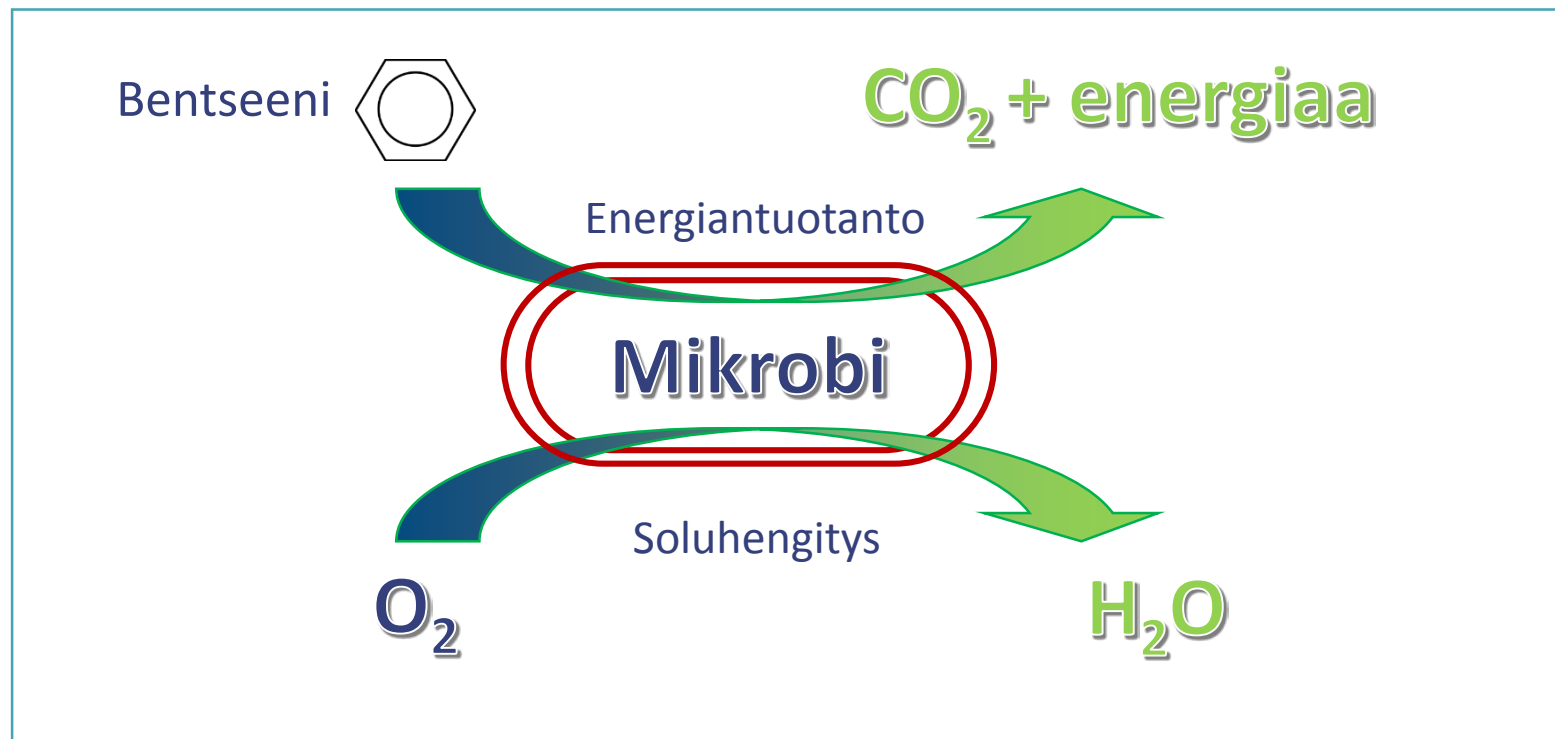
Mikko Myllymäki

SOW – Super Oxygenated Water

- SOW-tekniikassa hyödynnetään liuottimen (tässä vesi) kykyä liuottaa happea hetkellisesti itseensä enemmän kuin hapen maksimiliukoisuus kyseiseen liuottimeen on
- Ylikyllästystila saadaan aikaiseksi voimakkaalla hapen ja veden sekoittamisella, jolloin happea liukenee veteen nopeammin kuin sitä vedestä vapautuu
- Tällöin happipitoisuus vedessä kasvaa hetkellisesti maksimiliukoisuutta suuremmaksi ja voi olla jopa 50 mg/l
- Hapen normaali maksimiliukoisuus veteen 10 °C:ssa on 11 mg/l

Hapen rooli aerobisessa biologisessa in situ-kunnostuksessa

- Haitta-aineet mikrobien ”ruokaa”
- Happi toimii prosessissa elektronin vastaanottajana
- Lopputuotteena hiilidioksidia ja vettä



SOW aerobisessa biologisessa in situ-kunnostuksessa

- Biologisessa prosessissa hiili-typpi-fosfori suhde:
100C : 10N : 2P
- Hiilen lähteenä haitta-aine (tässä bentseeni)
- Elektronin vastaanottajana happi O₂

Reaktioyhtälö



Stoikiometrinen hapen määrä:

Mikrobit tarvitsevat 3,1 g happea hajottaakseen 1 gramman bentseeniä

Hapen kulutuksen arviointi ja laitteiston mitoitus

Hapen kulutuksen arvioinnissa huomioitava

1. Veteen liuenneet orgaaniset haitta-aineiden pitoisuudet
2. Liukoisessa muodossa olevat epäorgaaniset happea kuluttavat ionit (esim. rauta Fe^{2+} ja mangaani Mn^{2+})
3. Maaperään sitoutuneiden haitta-aineiden pitoisuudet

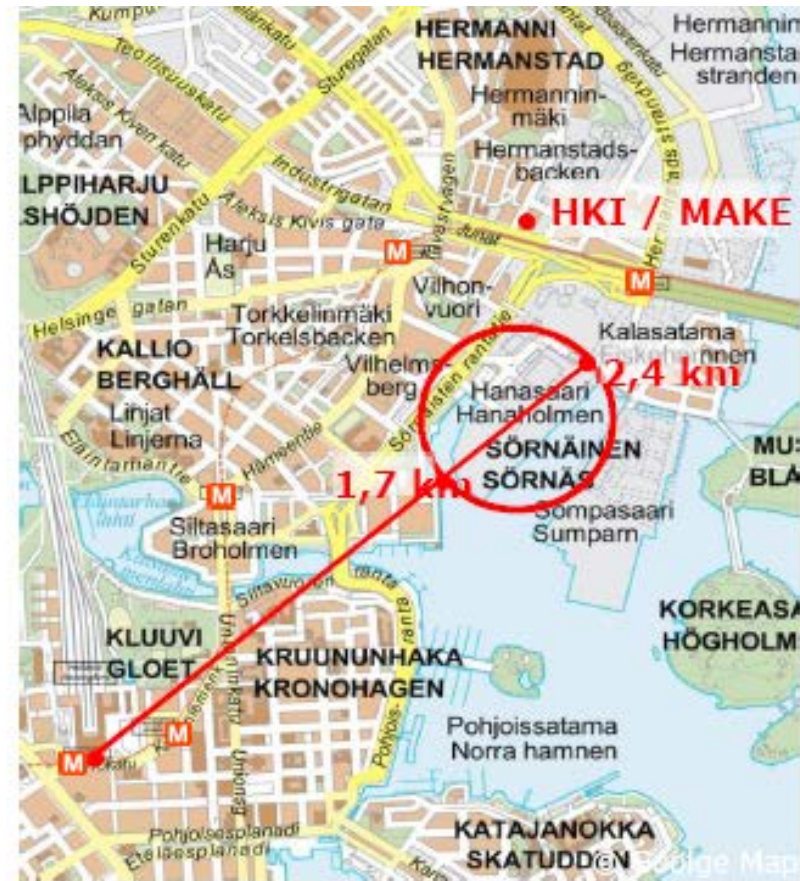
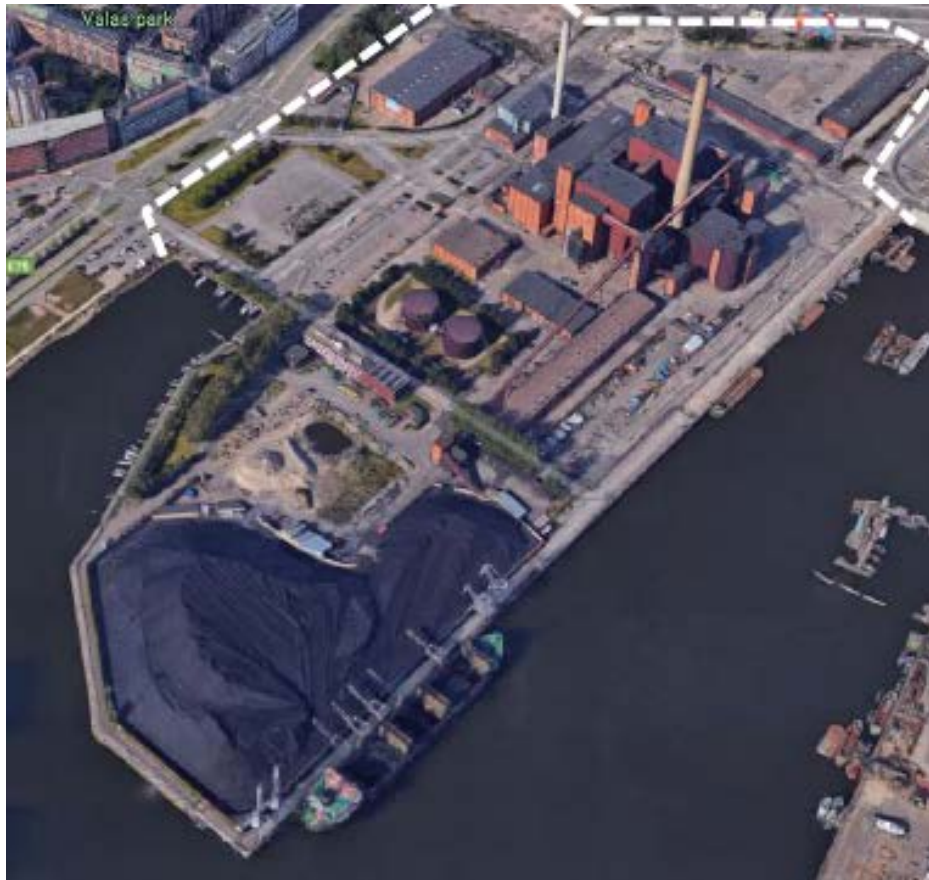
Kertomalla em. pitoisuudet stoikiometrisella kertoimella saadaan karkea arvio tarvittavasta maaperään syötettävän hapen määrästä

Kunnostettava kohde (Hanasaari), sijainti



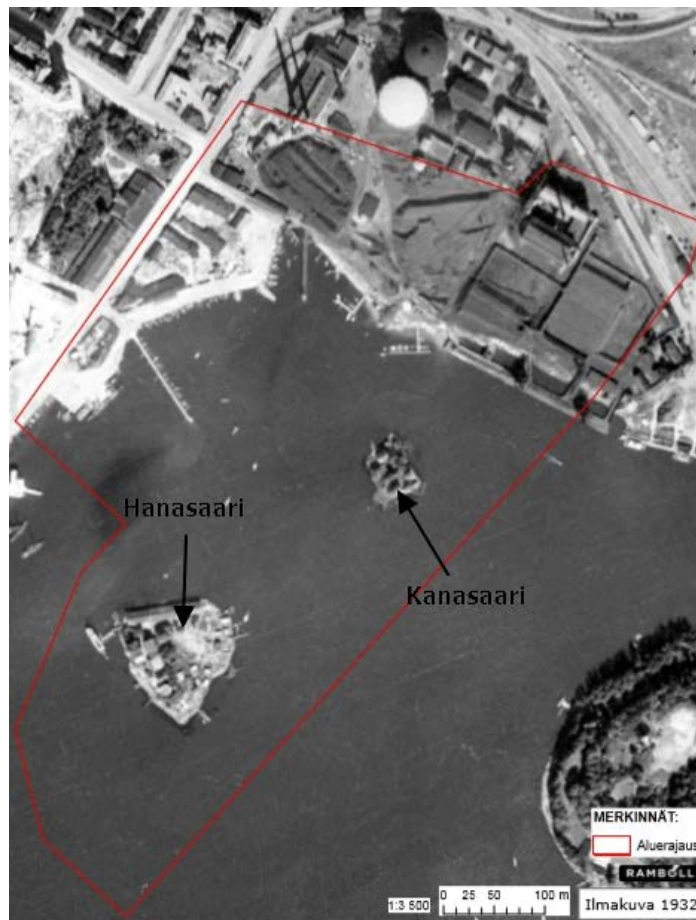
Kunnostettava kohde (Hanasaari), sijainti

- Hanasaari sijaitsee Helsingissä meren rannalla, Sörnäisten kaupunginosassa

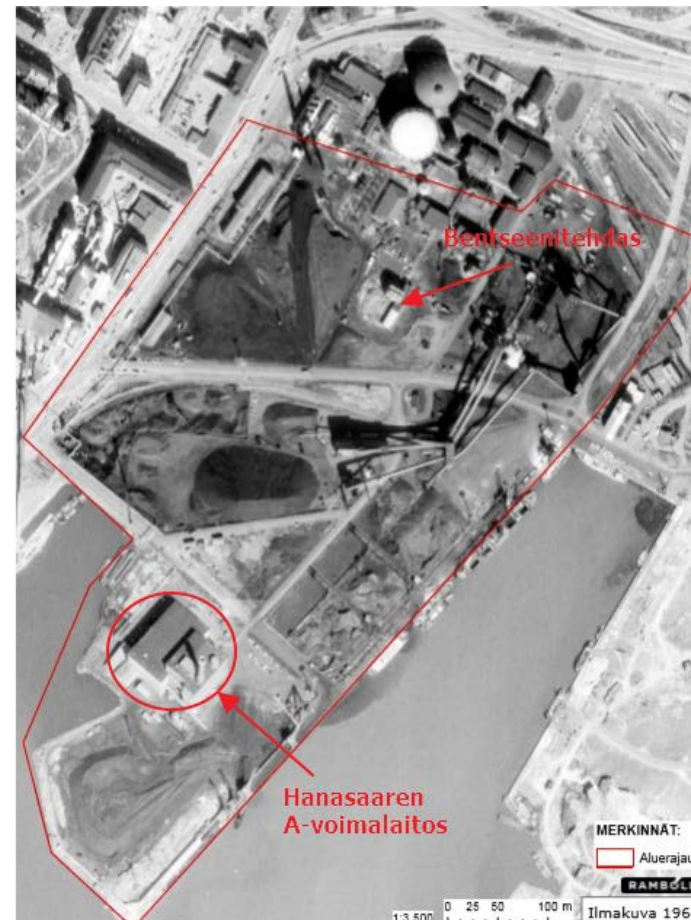


Kunnostettava kohde (Hanasaari), Historiaa

- Entistä meren pohjaa, joka täytetty 1950-60 luvulla
- Nykyään alueella toimii Hanasaaren B voimalaitos, joka jatkaa toimintaansa vuoteen 2024 saakka



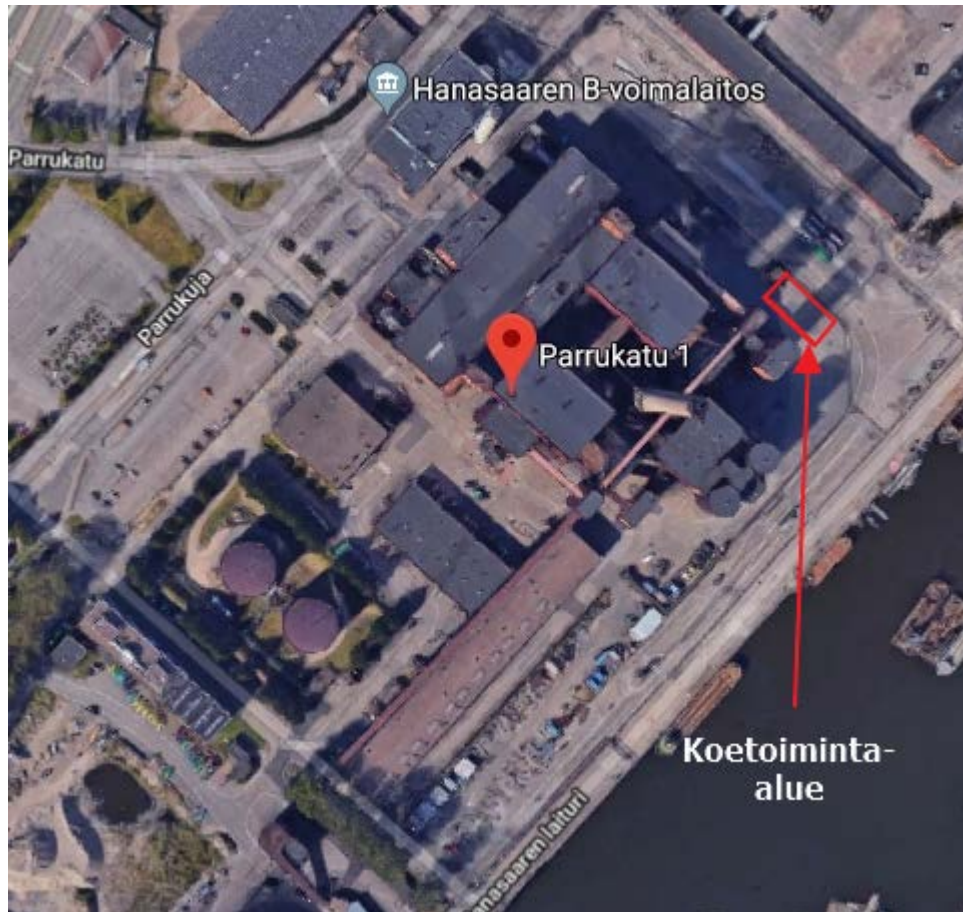
Kuva 3. Ilmakuva vuodelta 1952



Kuva 4. Ilmakuva vuodelta 1964

Koetoiminta-alueen sijainti

- Koetoiminta-alue sijaitsee kunnostettavan alueen koillisnurkassa



Kuva 5. Ilmakuva vuodelta 2017

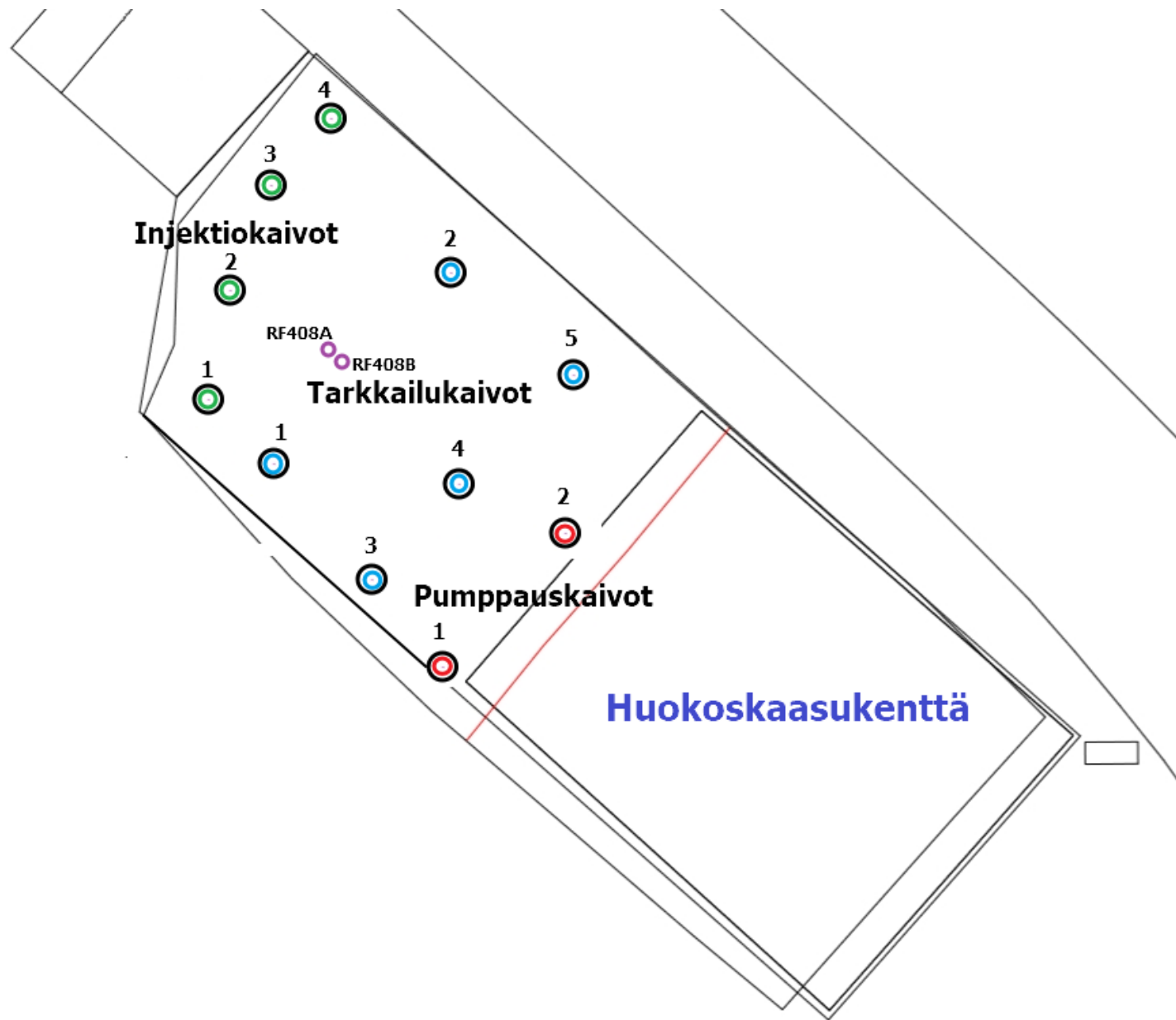
Koetoiminta-alueella esiintyvät haitta-aineet

- Koetoiminta-alueen maaperässä ja pohjavedessä esiintyy kohonneita pitoisuuksia bentseeniä, PAH-yhdisteitä, öljyä, raskasmetalleja sekä syanidia.
- Haitta-aineista runsaimmin esiintyy bentseeniä, jonka pitoisuudet pohjavedessä ovat vaihdelleet välillä 340-2000 µg/l
- Maaperän pitoisuudet ovat selvästi pohjavettä pienempiä, minkä vuoksi koetoiminnan kunnostustoimenpiteet kohdistetaan pohjaveteen

Koetoiminta alueella

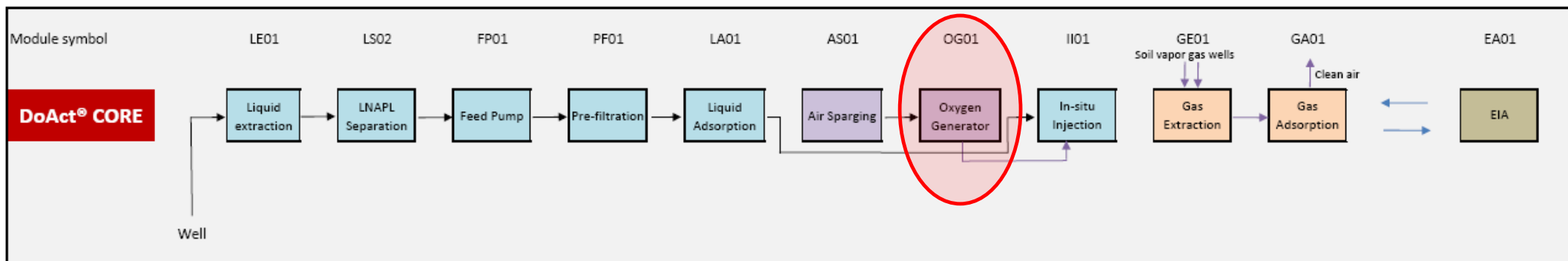
- Koetoiminta alueella toteutetaan yhteistyössä Golder Associates Oy:n kanssa (työyhteenliittymä Golder-Doranova)
- Testataan SOW-tekniikkaa hapen syöttömenetelmänä biologisessa in situ-kunnostuksessa
- Kunnostuksen tarkkailu toteutetaan alueelle asennetuista viidestä tarkkailukaivosta
- Alueelle on asennettu kaksi pumppauskaivoa, neljä injektointikaivoa ja viisi tarkkailuputkea
- Koetoiminta-alueella testataan lisäksi riskienhallintamenetelmänä huokoskaasukäsittelyn vaikutusta huokoskaasussa esiintyvien haitta-aineiden pitoisuuksiin
- Lopuksi alueella testataan Trap&Treat-käsittelyä

Koetoiminta-alue



Laitteisto

- Koekunnostus Hanasaassa toteutetaan Doranovan kehittämällä DoAct CORE® laitteistolla
- Laitteistossa on mukana **OG-moduuli**, joka tuottaa 90-95% happea
- Happi liuotetaan veteen in-situ injection -moduulissa *ejektorien* avulla



Kuva 1. OG-moduulin sisältävän DoAct® CORE laitteiston prosessikaavio

OG-moduuli

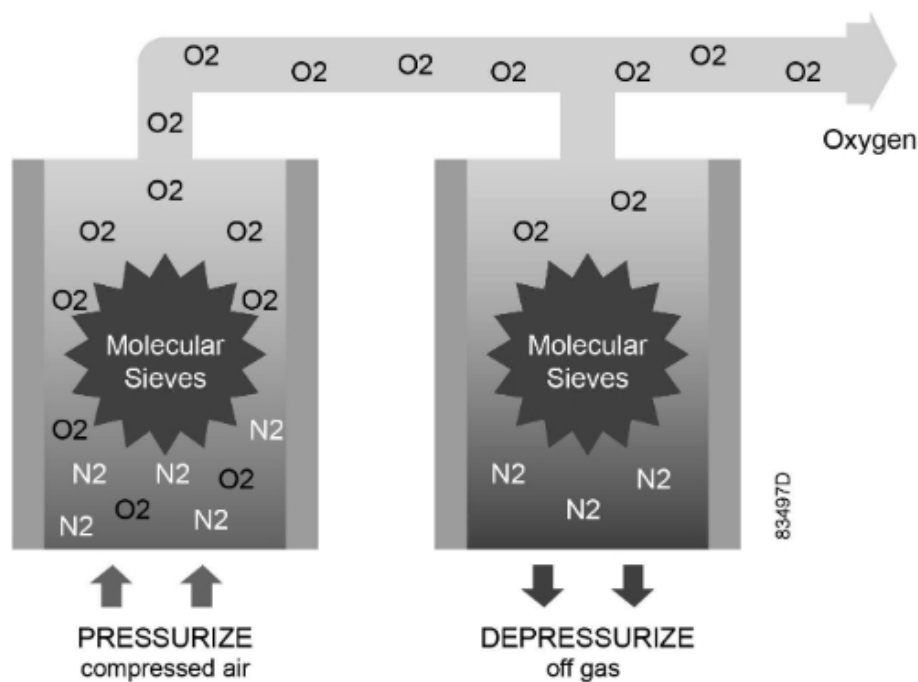
- OG-moduuli sisältää *happigeneraattorin*, jonka toiminta perustuu Pressure Swing Adsorption (PSA) tekniikkaan
- PSA-tekniikassa paineistettu ja puhdistettu ilma johdetaan zeoliitilla täytettyyn säiliöön, jolloin typpi adsorboituu zeoliittiin
- Käyttämällä kahta eri suodatinsäiliötä ja johtamalla zeoliitin läpi virtaava happi varastosäiliöön saadaan tuotettua jatkuvatoimisesti happea
- Tuotetun hapen puhtaus 90-95 %

PSA-yksikkö

- OG-moduuli sisältämä PSA-yksikkö tuottaa 95 % happea nopeudella 31 g/min, jolloin saadaan teoreettisesti valmistettua 50 mg/l SOW-vettä jopa 620 litraa minuutissa



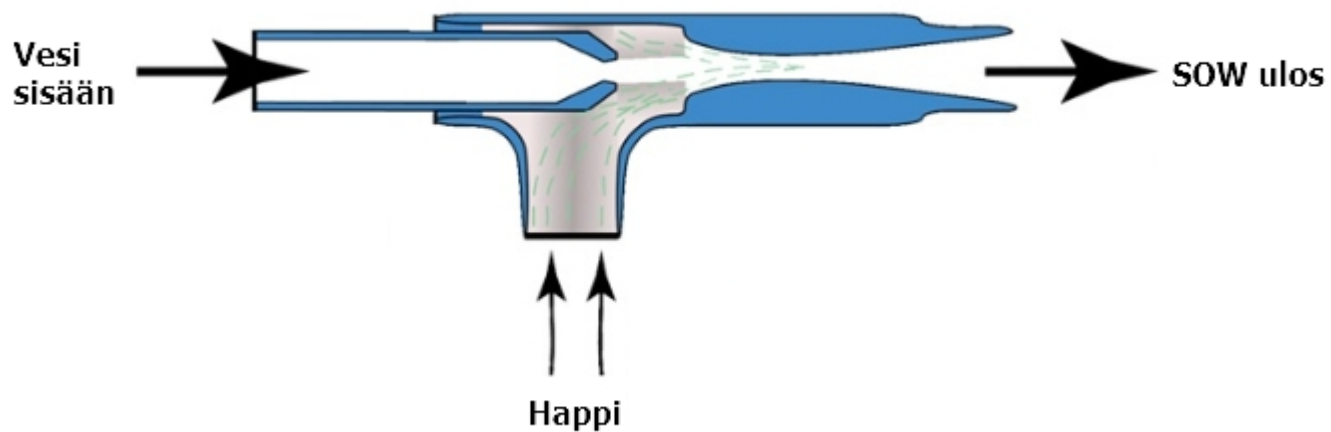
Kuva 3. PSA-yksikkö



Kuva 4. PSA-yksikön toimintaperiaate

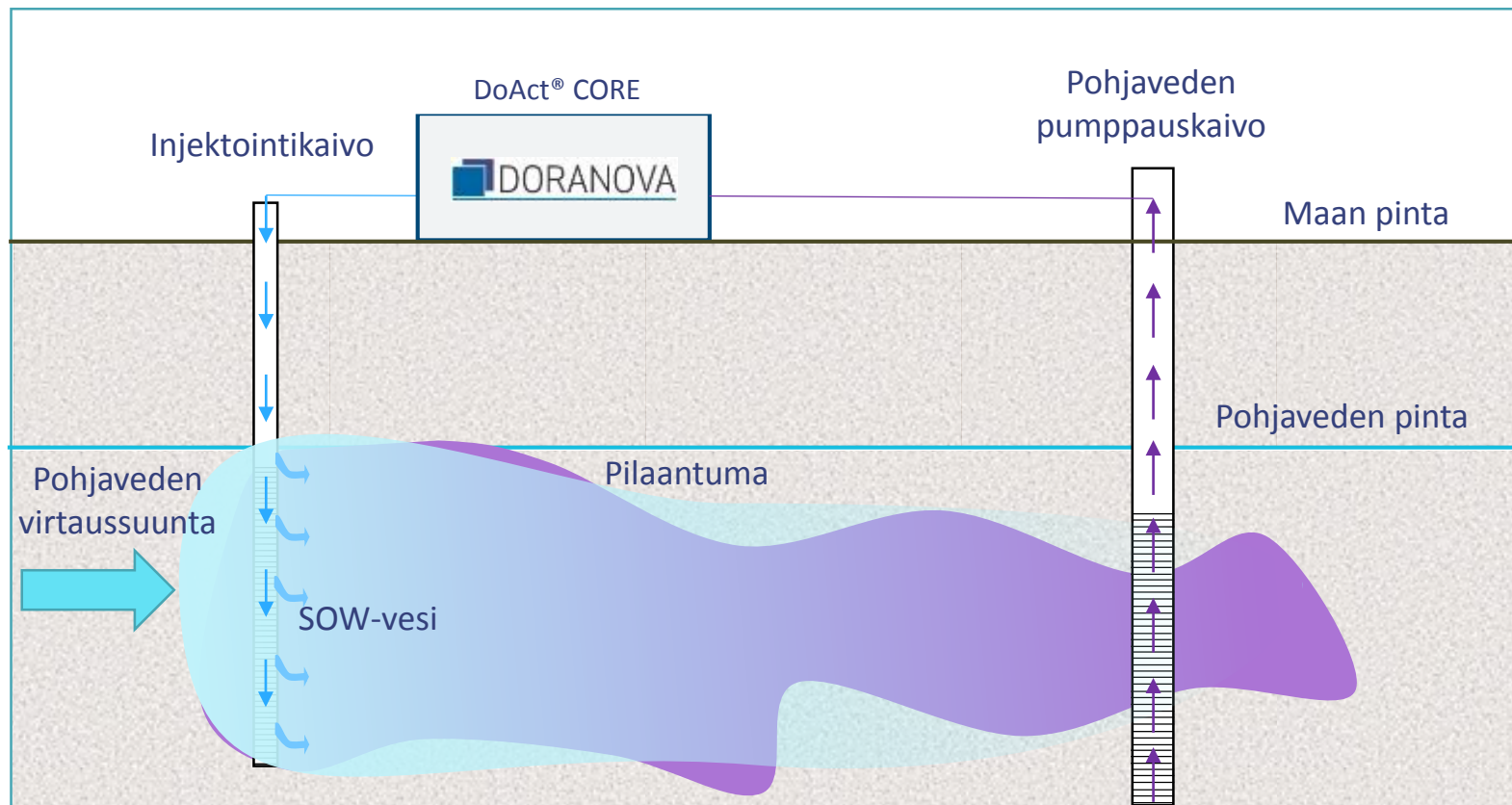
Ejektori

- Happi liuotetaan veteen *ejektorin* avulla:



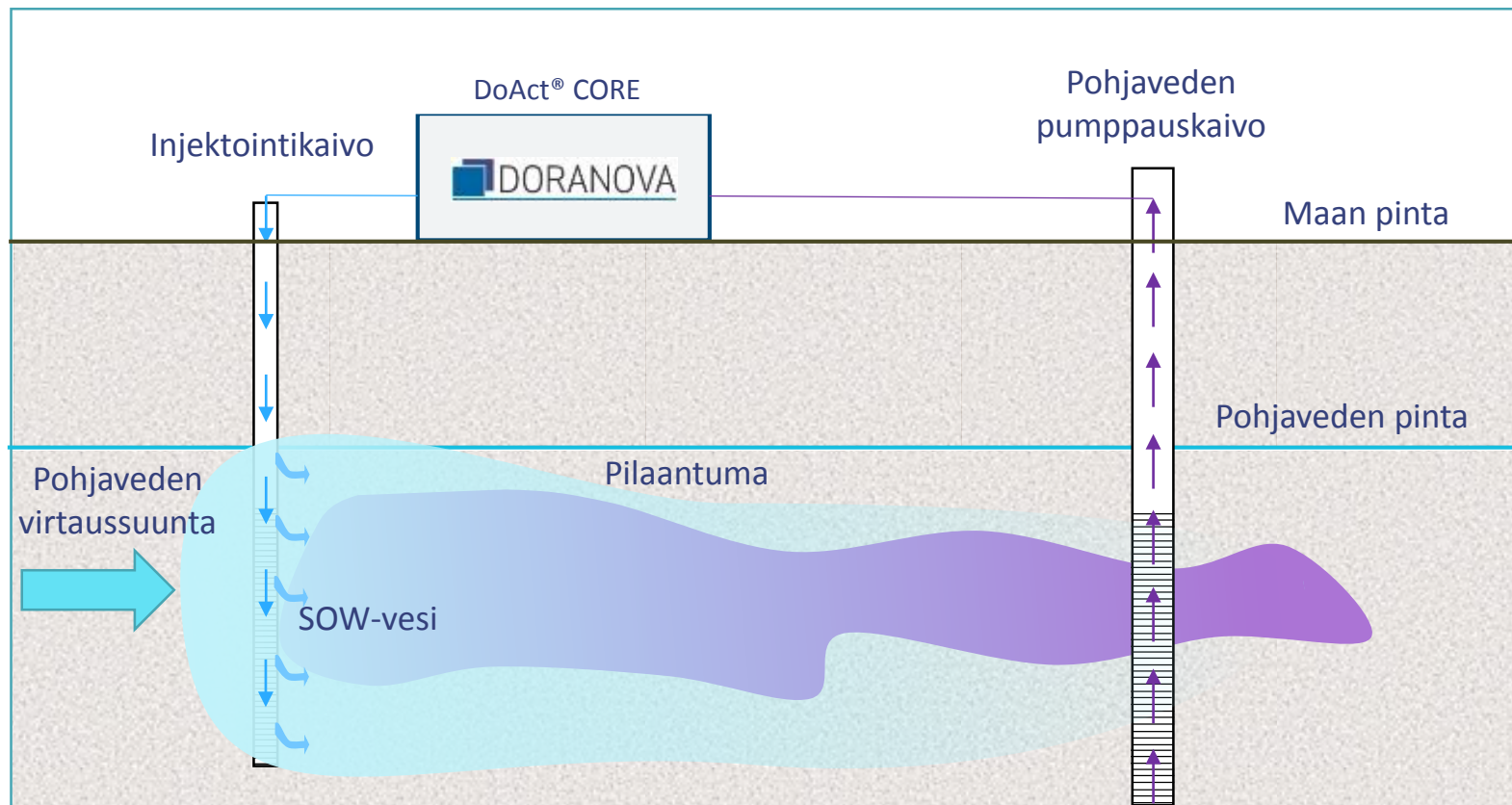
Käsittelyn periaate

- SOW-veden injektointi suoritetaan oikealle syvyydelle siivilöityjen injektiokaivojen kautta



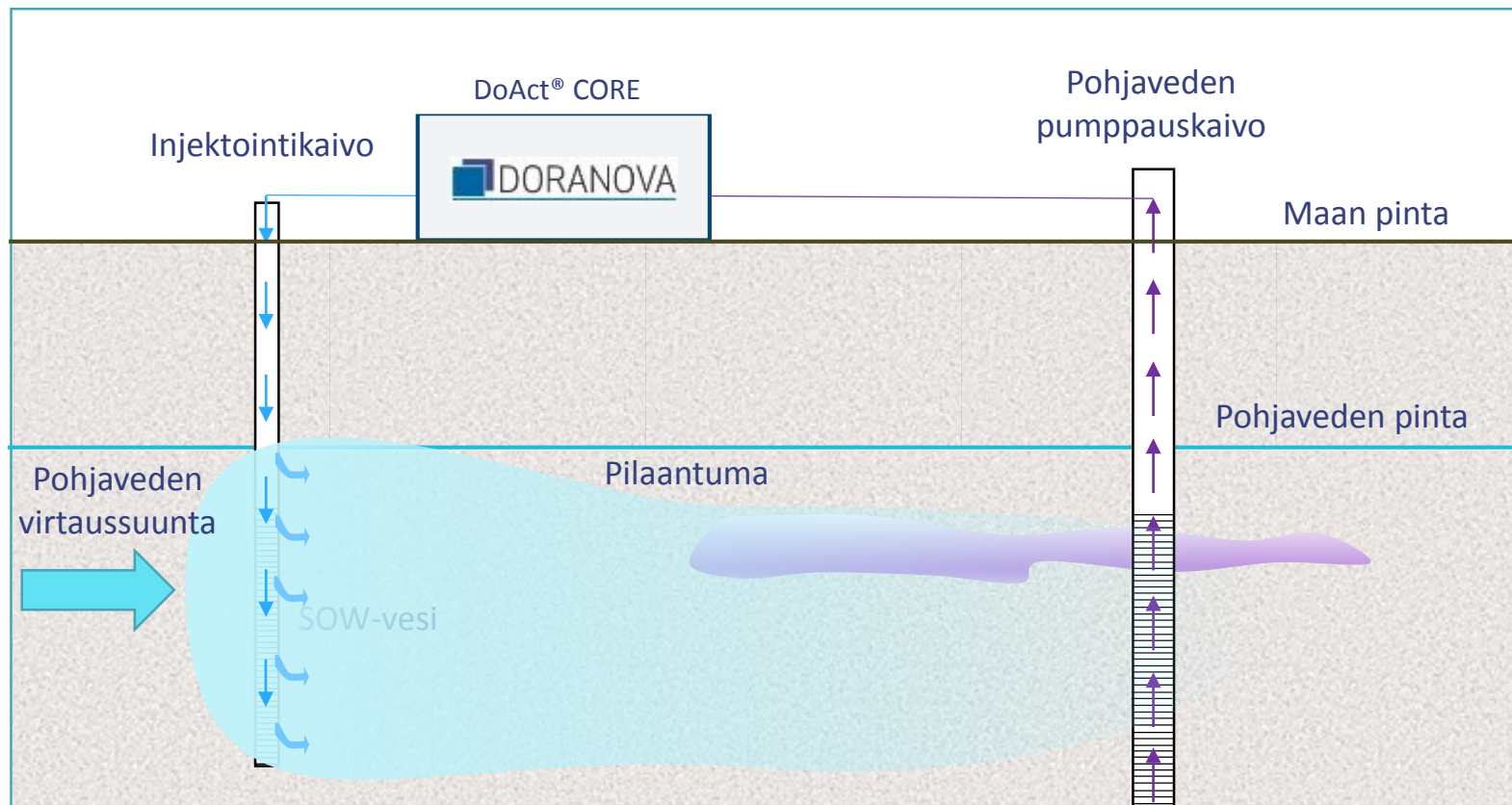
Käsittelyn periaate

- Kunnostusta jatketaan kierrättämällä SOW-vettä maaperässä pumppaamalla vesi ylös ja palauttamalla hapetettu vesi maaperään injektiokaivojen kautta



Käsittelyn periaate

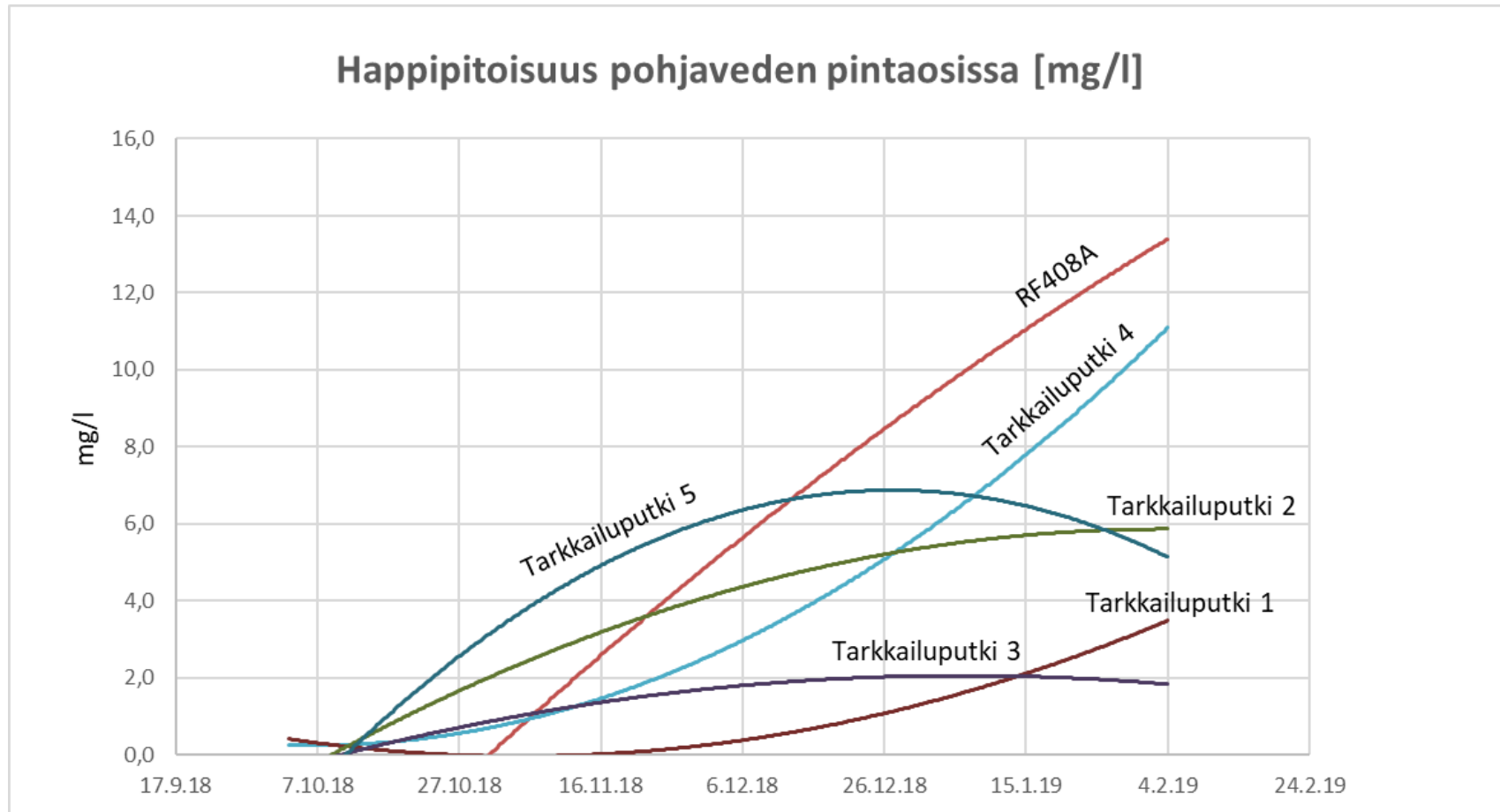
- Kunnostuksen edetessä haitta-ainepitoisuudet ja massamäärät pienenevät ja pilaantumaman koko supistuu maaperässä



Tulokset

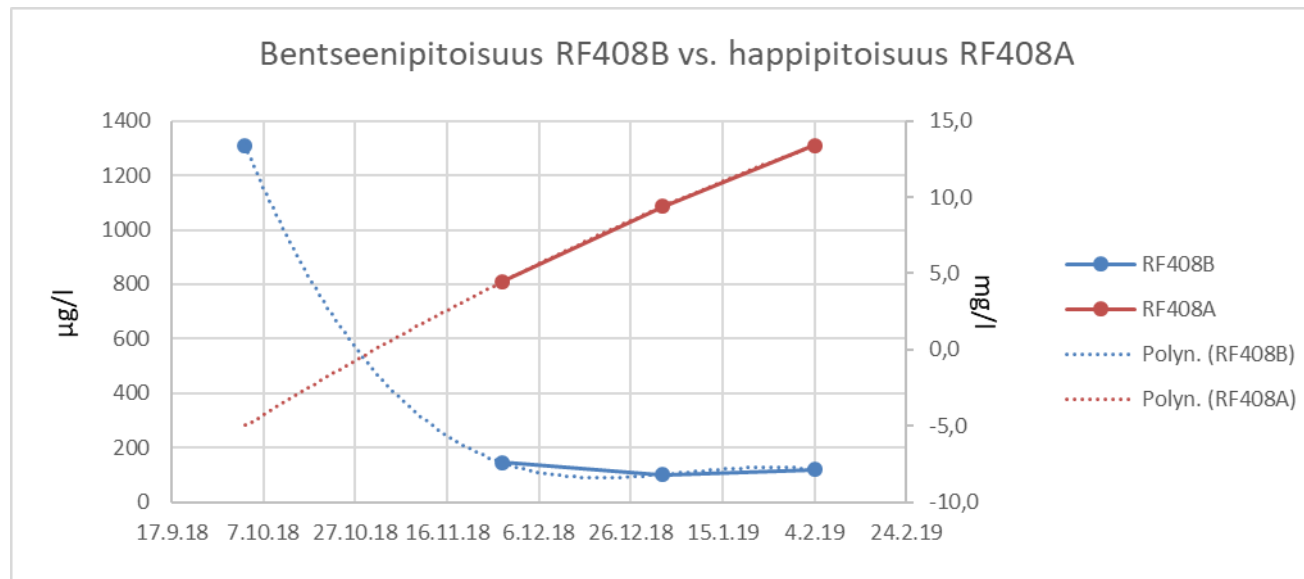
- 30.10.2018-14.3.2019 välisenä aikana kohteessa on pumpattu ja kierrätetty yhteensä 2212 m³ vettä
- Happipitoisuudet nousseet tarkkailuputkissa, pohjaveden pintaosissa jopa kyllästyspitoisuuteen saakka
- Jatkossa SOW-veden injektio suunnataan enemmän pohjaveden pohjakerrokseen

Tulokset



Tulokset

- Pitoisuudet alueella tällä hetkellä pieniä, minkä vuoksi seuranta hankalaa
- Suurin bentseeni-pitoisuuden lasku on havaittu putkessa RF408B (syvä)
- Vastaavasti naapuriputkessa RF408A (matala) on havaittu suurin happipitoisuuden nousu



Join the club!

DORANOVA OY



Mikko Myllymäki

Tutkimuspäällikkö

044-7530124

mikko.myllymaki@doranova.fi