

KYT - Syväbiosfääritutkimukset

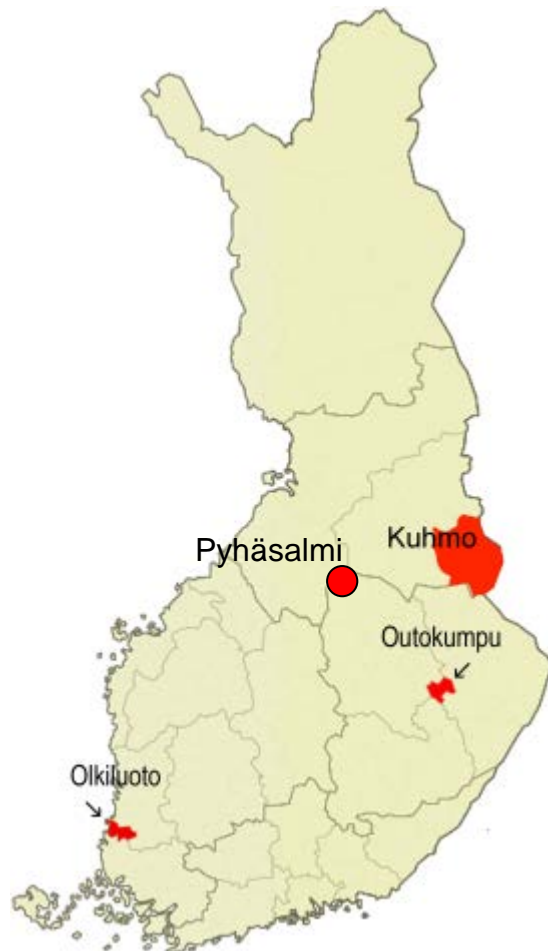
Malin Bomberg

Teknologian tutkimuskeskus VTT

Mikrobien merkitys syväbiosfäärissä

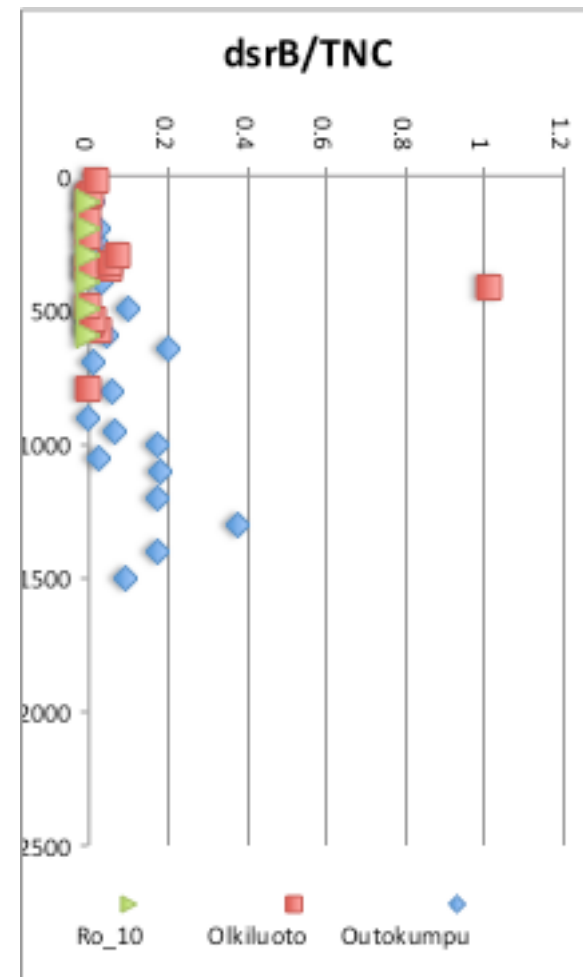
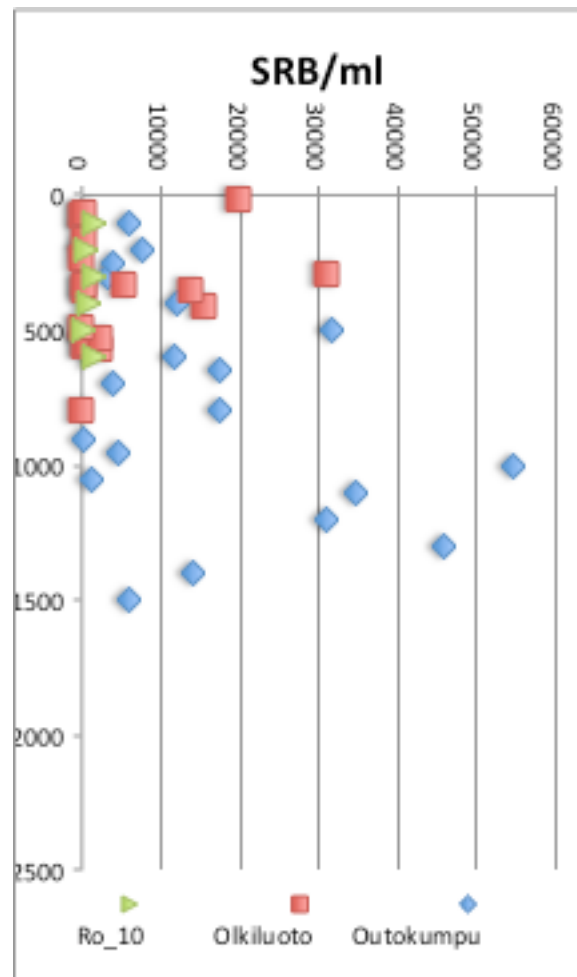
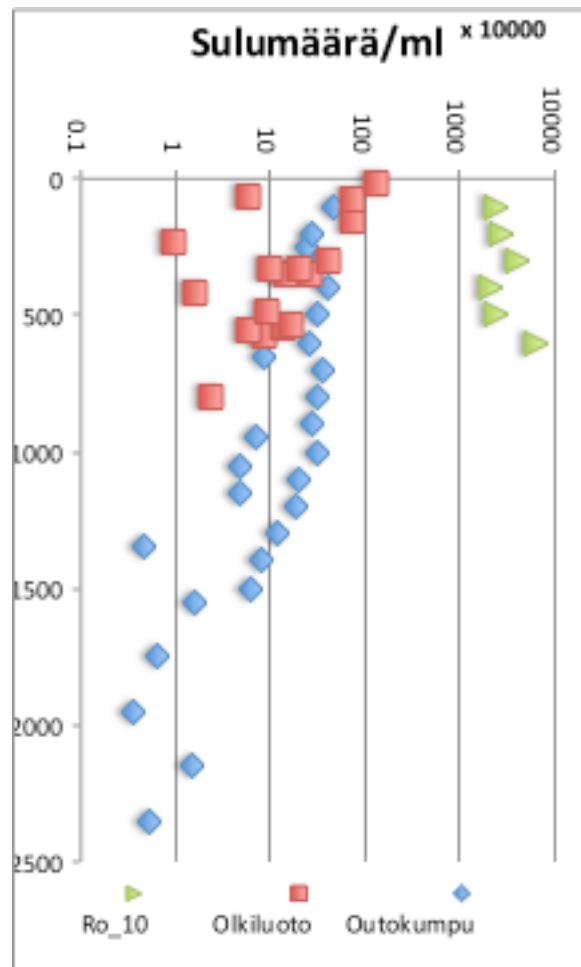
- Mikrobiyhteisöt ovat hyvin monimuotoiset – tuhansia lajeja
- Yleensä matala aineenvaihdunta, mutta reagoivat nopeasti ympäristön muutoksiin
 - Heterotrofisia – orgaanisten hiiliyhdisteiden hajottajia, usein tuottaen orgaanisia happoja
 - Autotrofeja – hiilidioksidin sitoja
 - Typpibakteerit – nitraatin ja nitriitin pelkistys, ammoniakin hapetus, typensidonta
 - Metanogeenit – metaanintuottajat
 - Metanotrofit – metaaninhapettajat
 - Rikkiyhdisteiden pelkistäjät ja hapettajat
 - Raudan/mangaanin pelkistäjät ja hapettajat
- ylläpitävät mikrobiyhteisöjen toimintaa syväbiosfäärissä

Näytteenottoapaikat vuoteen 2013

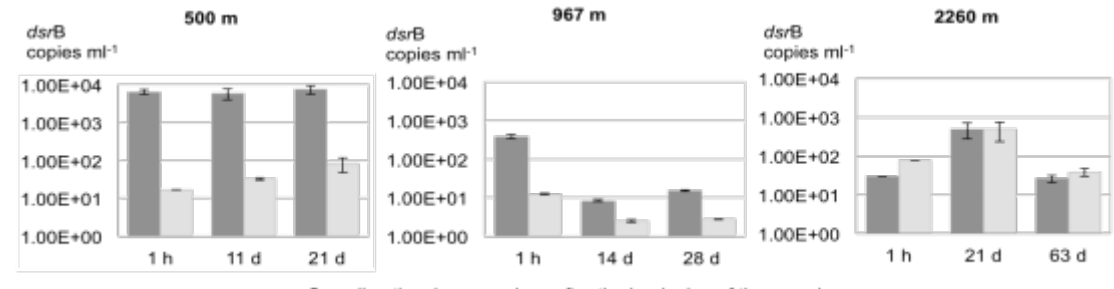
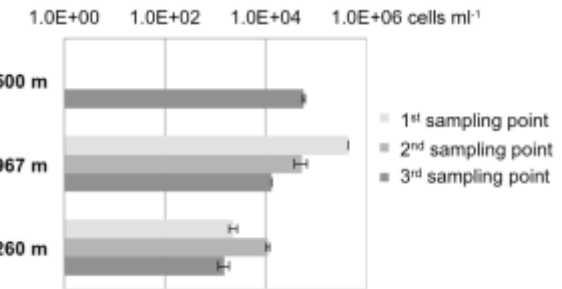
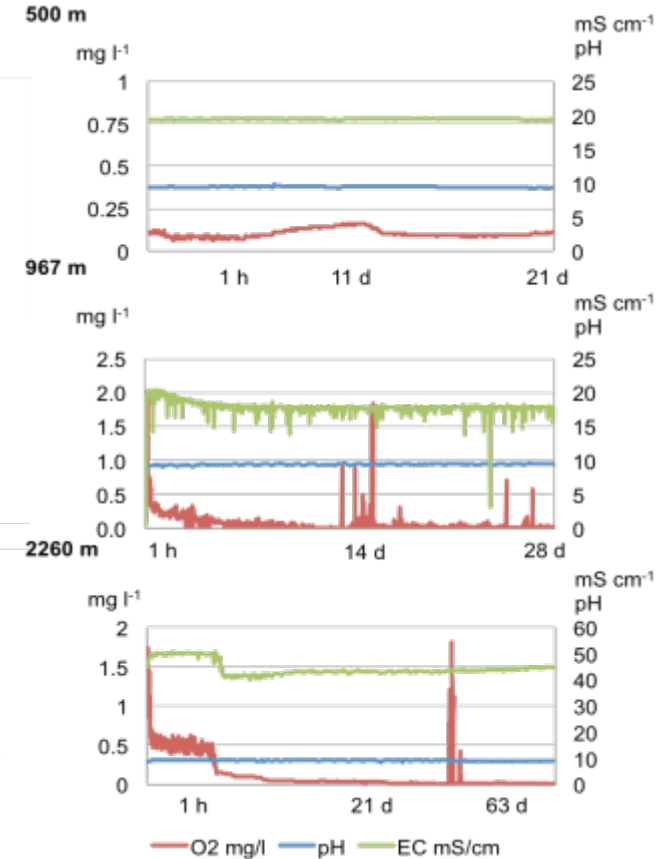
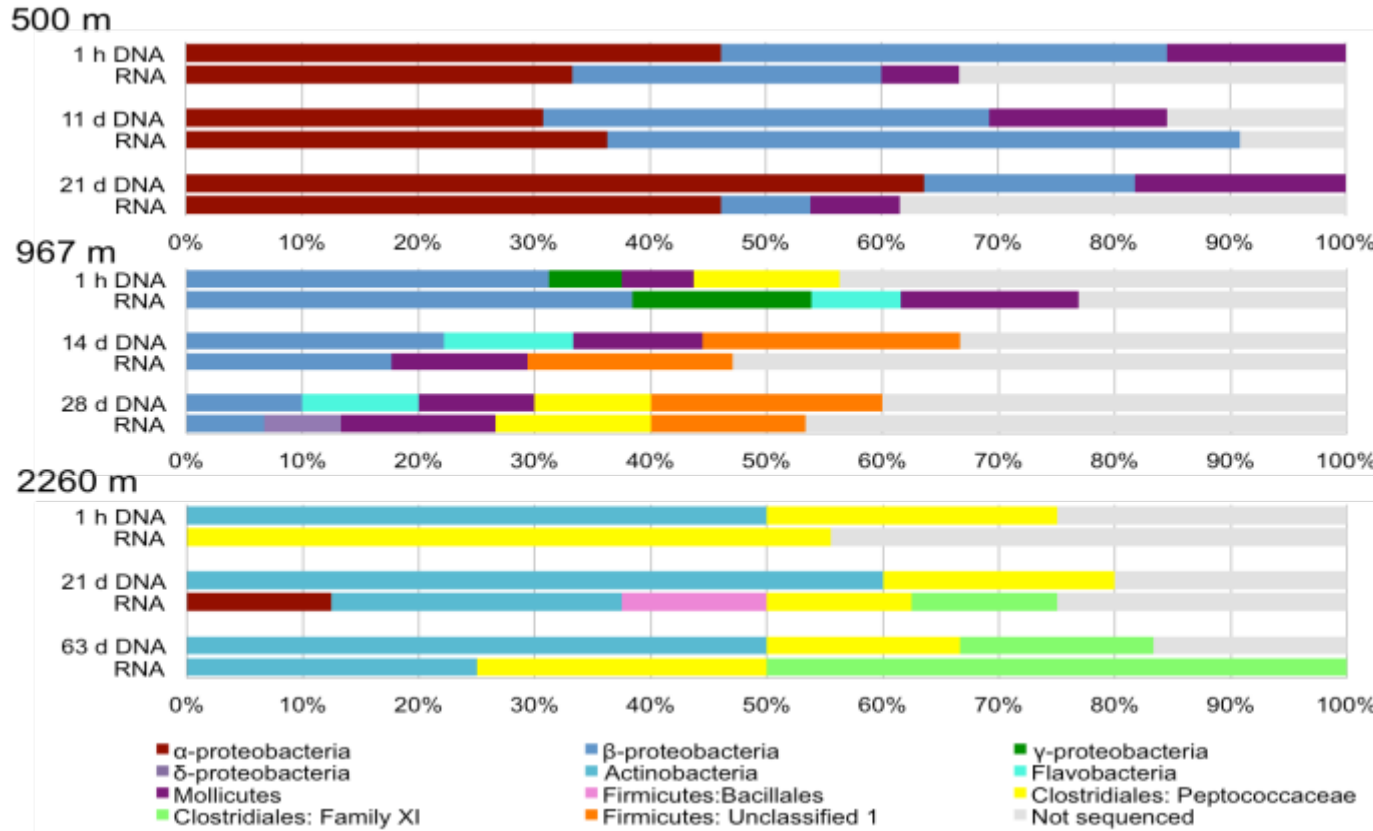


- Outokumpu
 - pakkerinäytteenottoja rakovyöhykkeistä (180 m, 500 m, 968 m, 1820 m, 2260 m, 2300 m)
 - Letkunäytteenottoja (0-1500 m, 0-2500 m)
- Kuhmo Romuvaara
 - Ro_10 - 0-600 m (letkunäytteenotto)
- Olkiluoto 300-600m
 - useampi reikä (pakkerinäytteenotto, PAVE)
 - VLJ-luola, pohjavesiasema
- Tulossa 2013 Pyhäsalmen kaivos

Solumäärät ja sulfaatinpelkistäjät

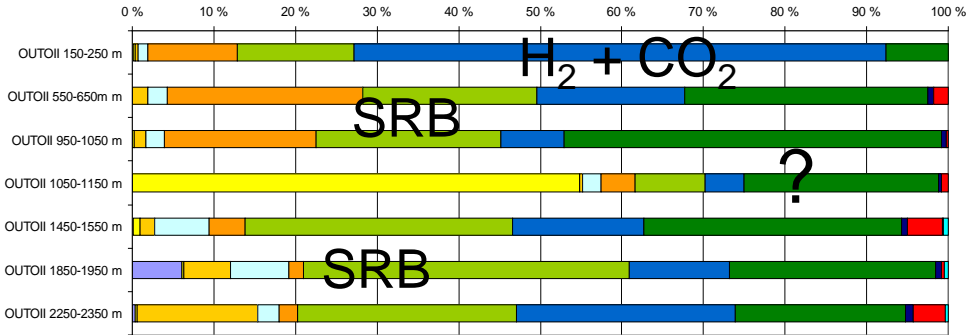


Näytteenoton ajankohta

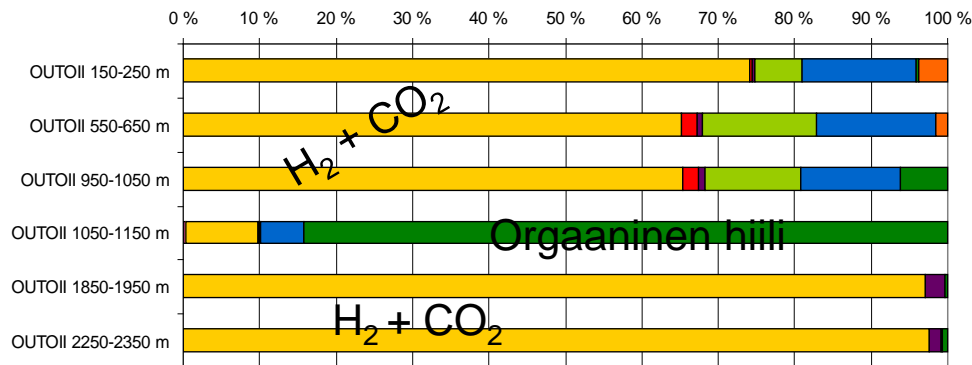


Outokummun mikrobiyhteisöjen tunnistus 16S rRNA PCR-DGGE ja Pyro-sekvensoinnin avulla

Bacteria

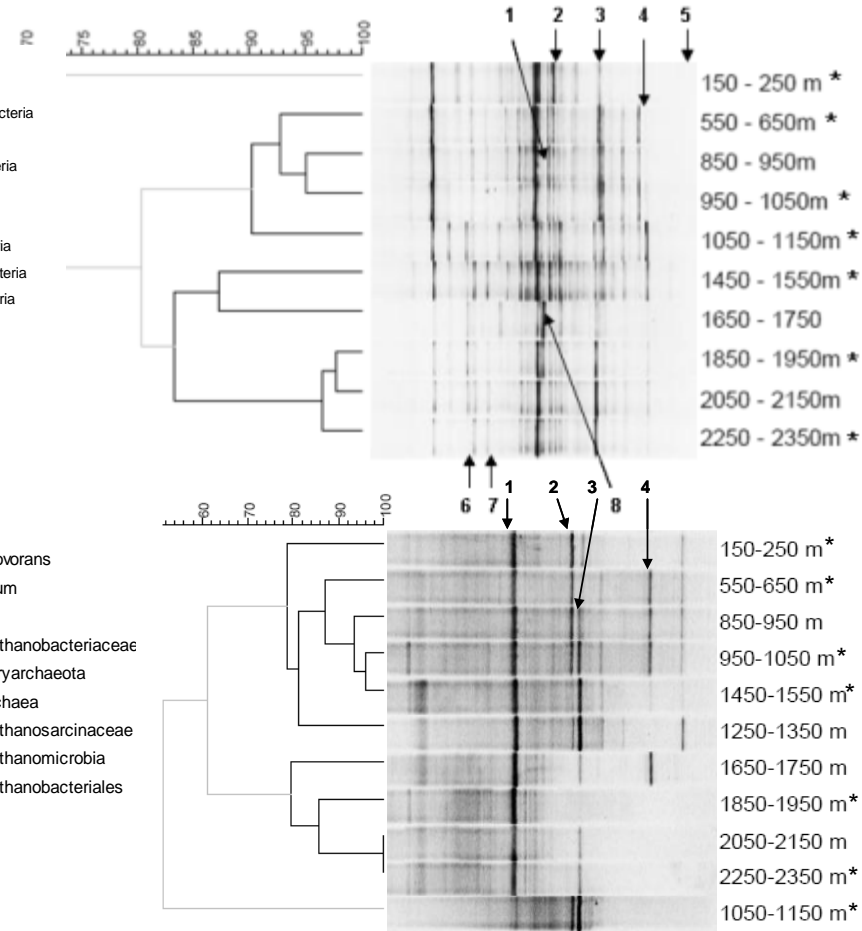


Archaea

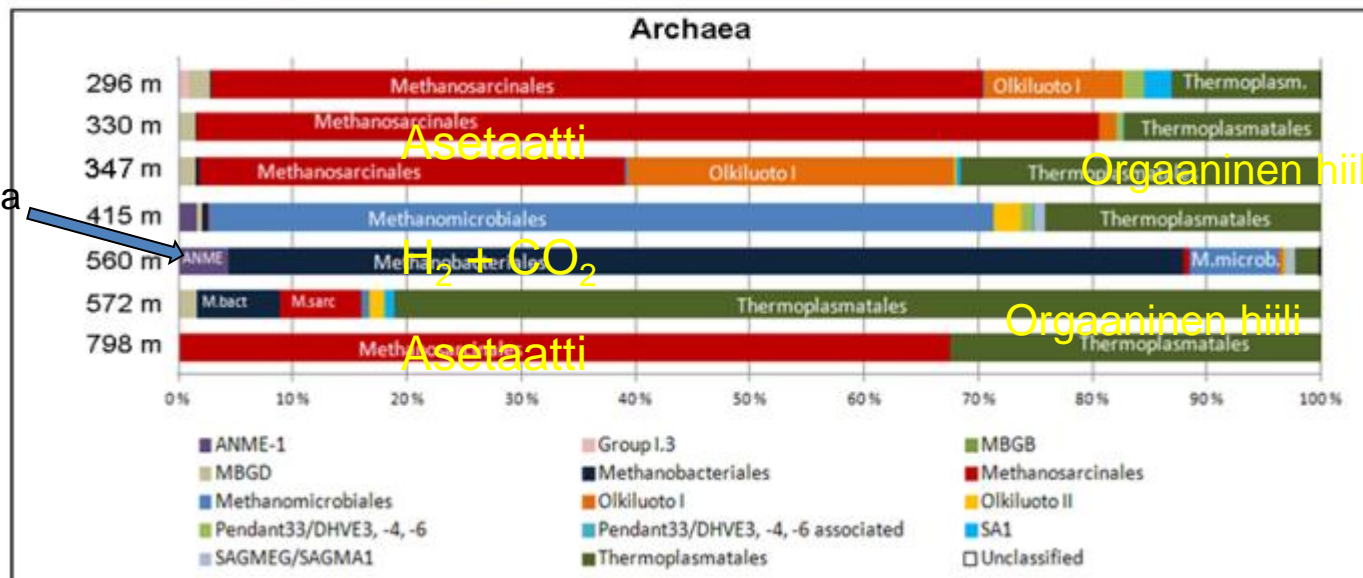
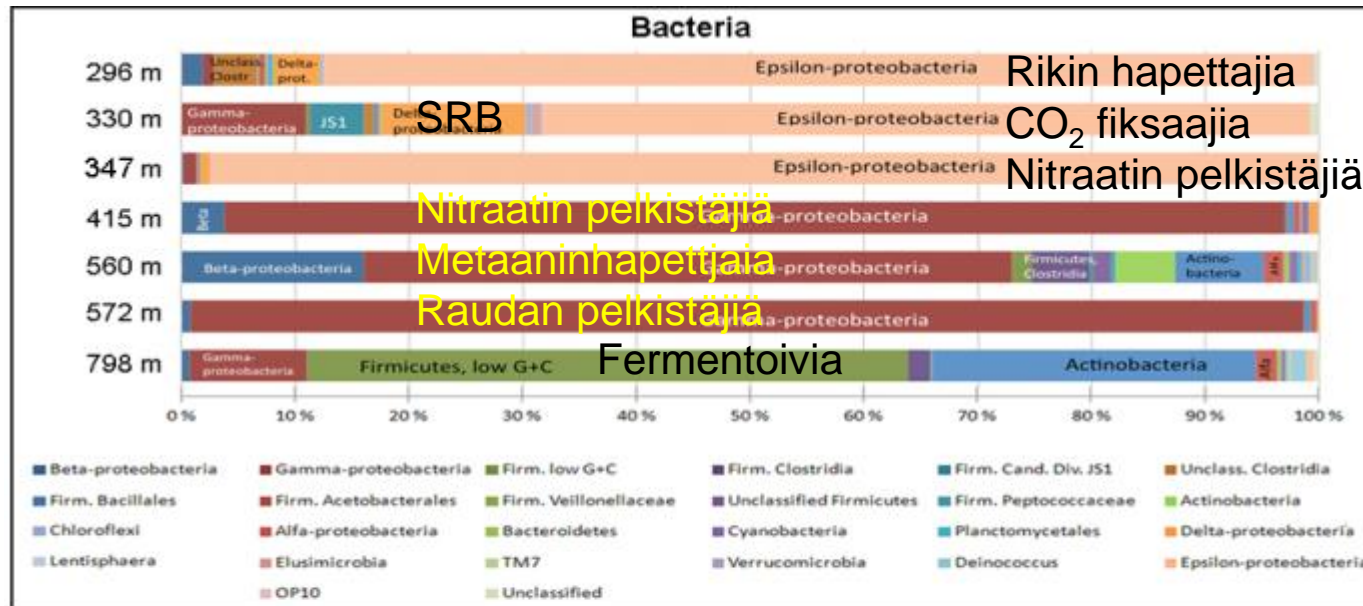


- Flavobacteria
- Gammaproteobacteria
- Actinobacteria
- Alphaproteobacteria
- Mollicutes
- Clostridia
- Betaproteobacteria
- unclassified_Bacteria
- Deltaproteobacteria
- Erysipelotrichi
- Anaerolineae
- Sphingobacteria

- Methanolobus
- Methanomethylivorans
- Methanobacterium
- Methanosarcina
- unclassified_Methanobacteriaceae
- unclassified_Euryarchaeota
- unclassified_Archaea
- unclassified_Methanosarcinaceae
- unclassified_Methanomicrobia
- unclassified_Methanobacteriales



Olkiluodon mikrobiyhteisöt

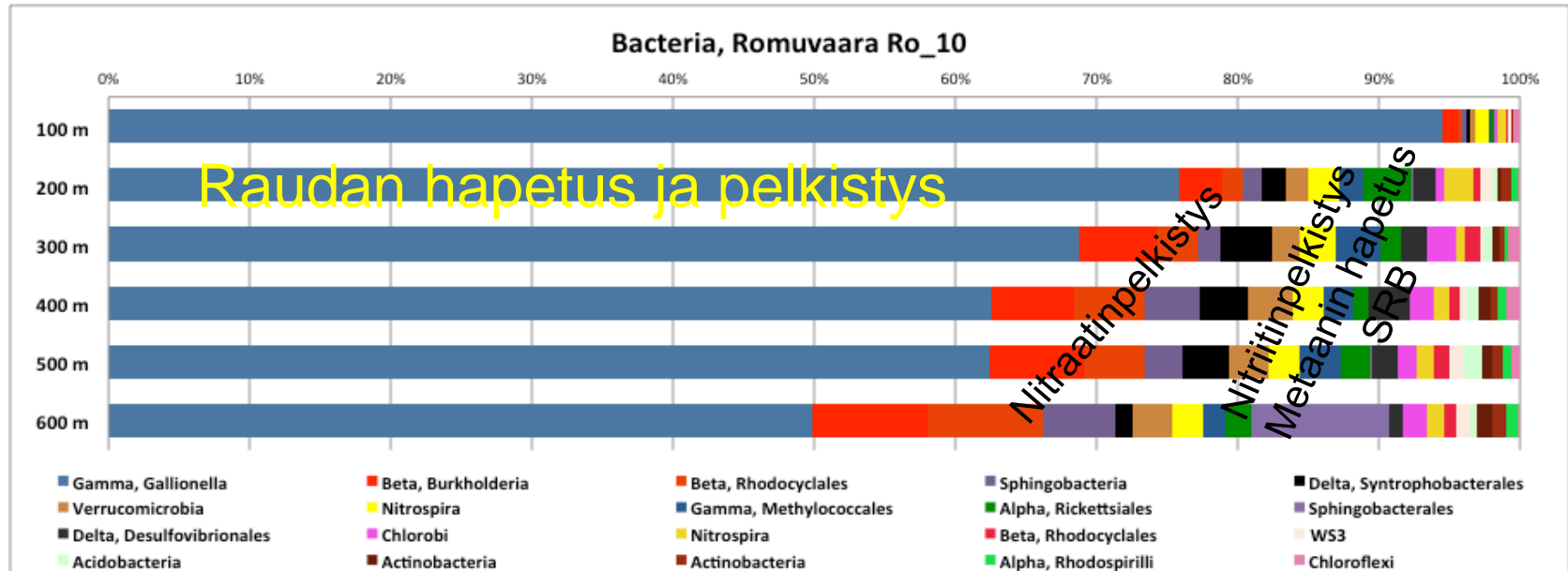


metaanin hapettaja

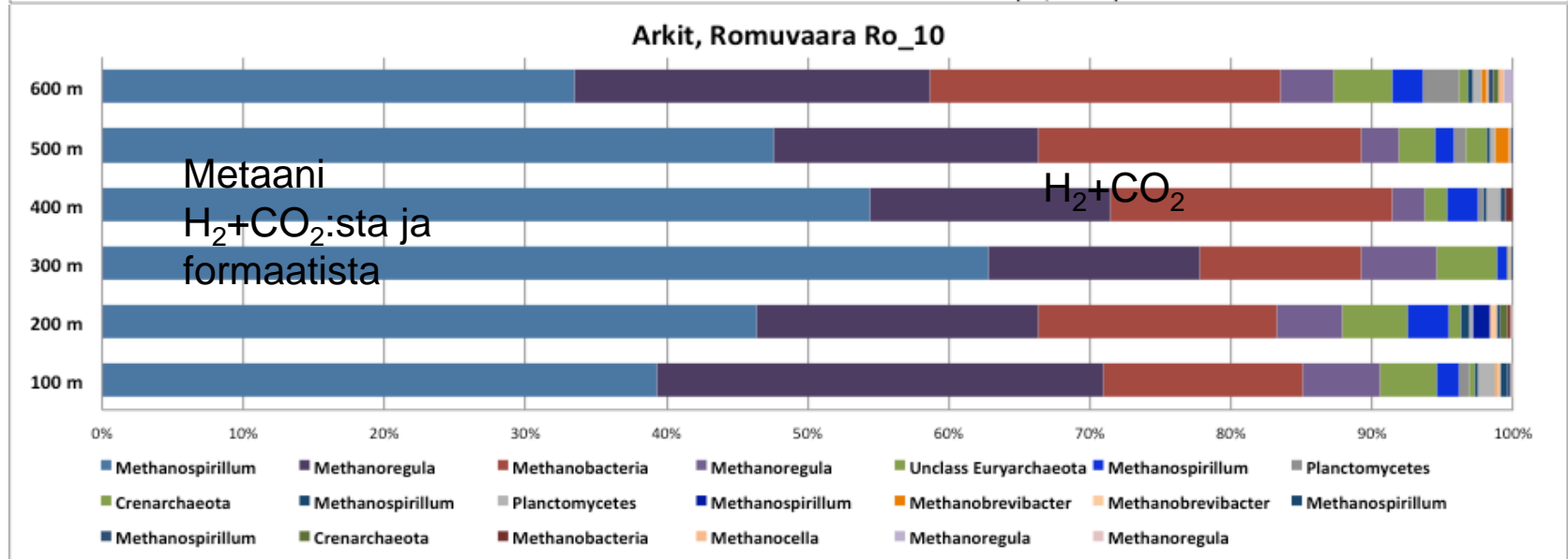


Romuvaara Ro_10 mikrobiyhteisö

Bakteerit



Arkit

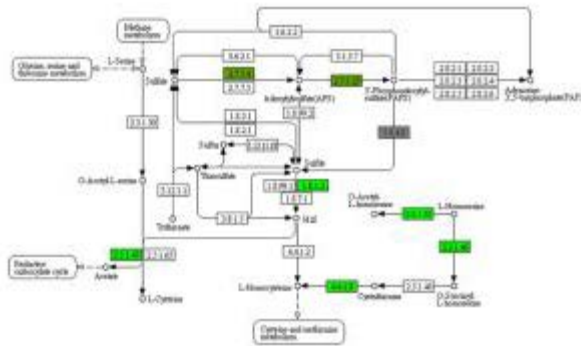


Metagenomiikka (Geobioinfo)

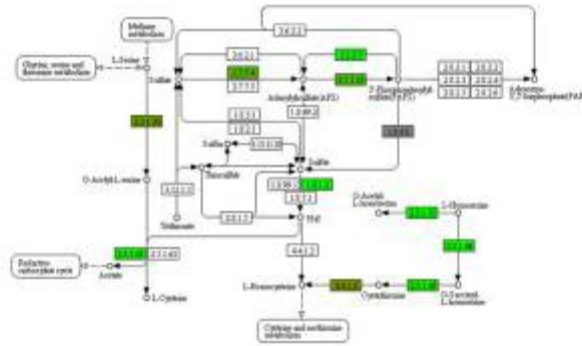
Olkikuoto OL-KR49/532m, OL-KR40/609m
 Outokumpu 500 m, 968 m, 2265 m, 2300 m

SULFUR METABOLISM

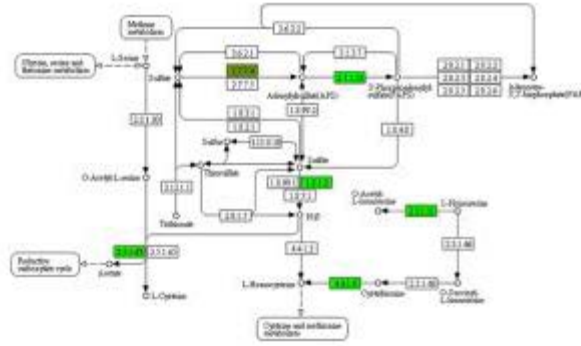
Alphaproteobacteria



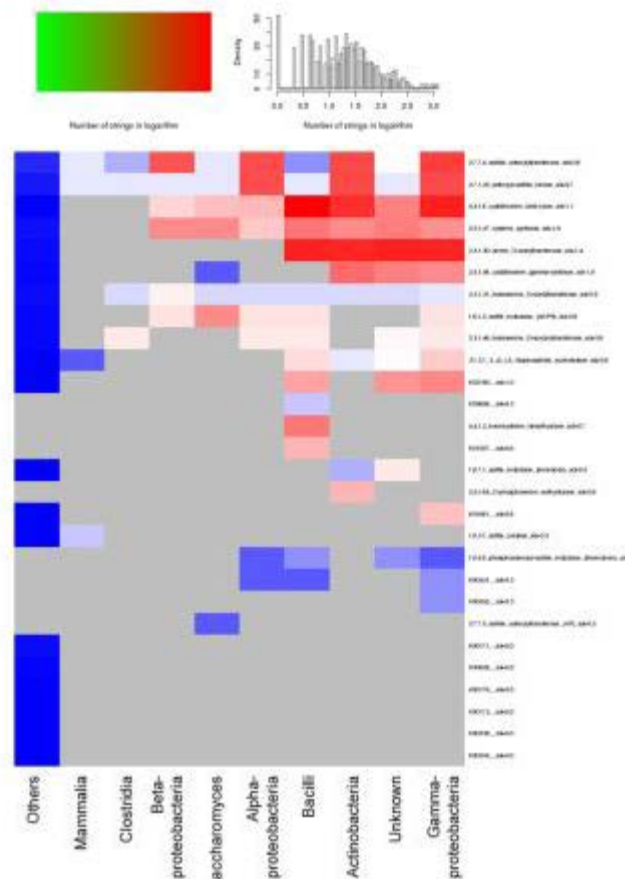
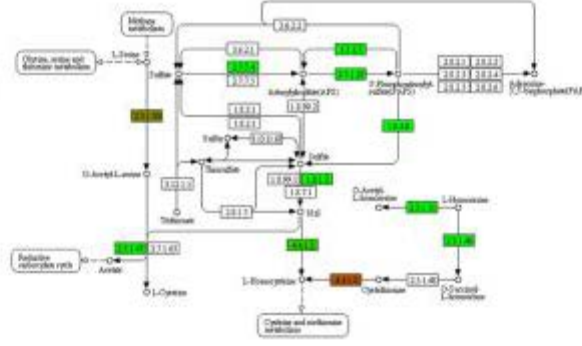
Gammaproteobacteria



Betaproteobacteria

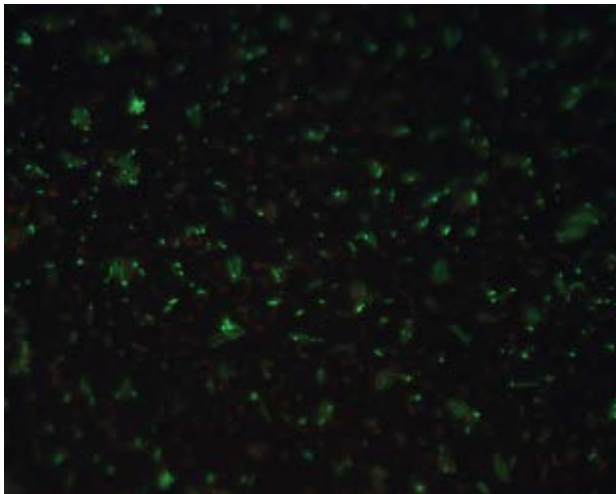


Bacilli

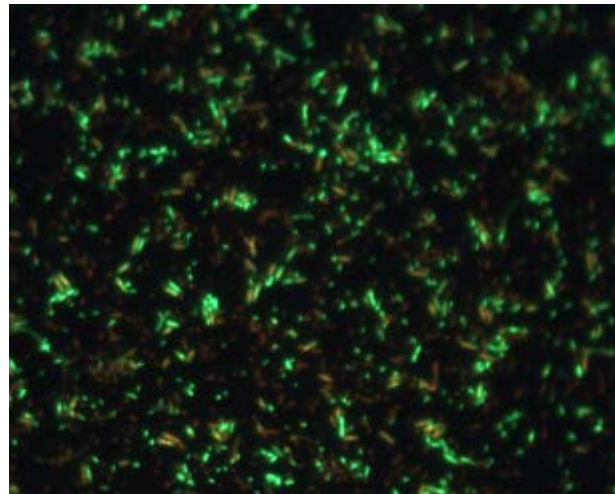


Hiilenlähteiden aktivoiva vaikutus mikrobeihin

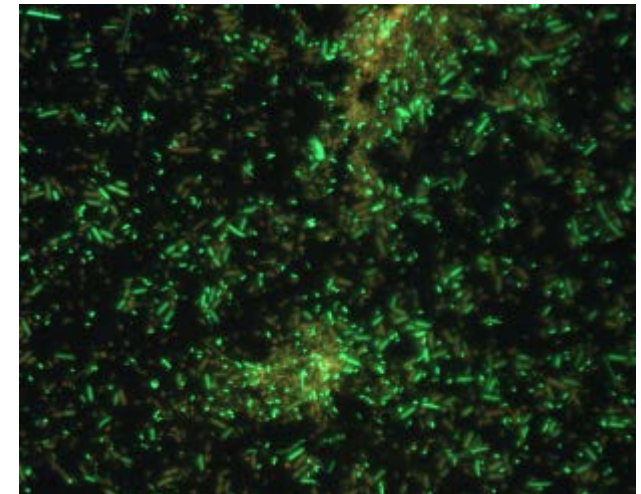
- Pienet hiiliyhdisteet ja elektroninvastaanottajat ovat tärkeitä syväbiosfäärin mikrobien toiminnalle
- Outokummun 500 m pohjaveden mikrobeille syötettiin CH_4 , CH_4+SO_4 , metanolia ja metanoli+ SO_4
- Inkubointiaika 2h
- Mikrobisolut, joiden aineenvaihdunta vilkastui substraattien lisäyksen johdosta tunnistettiin redox värillä



Ei lisäyksiä

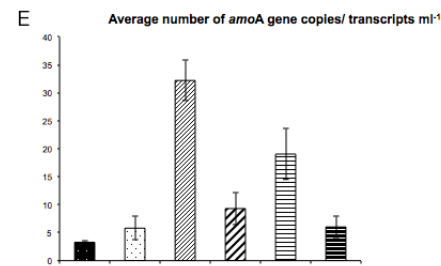
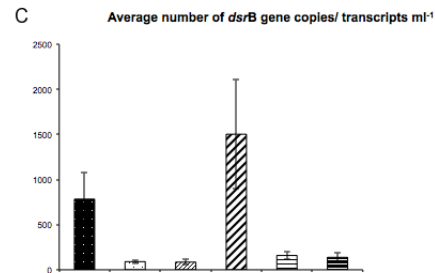
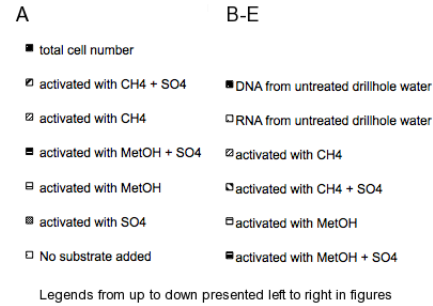
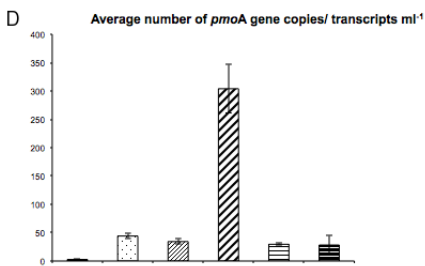
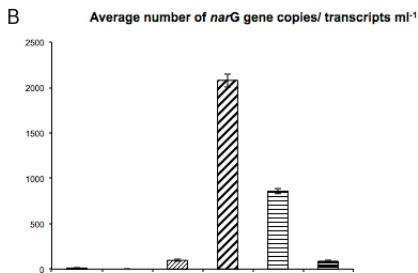
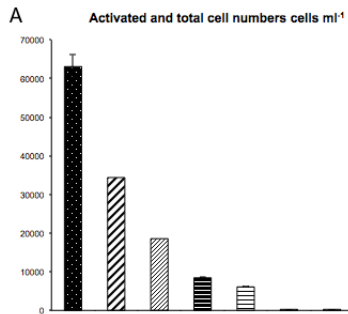


Metaani



Metanoli

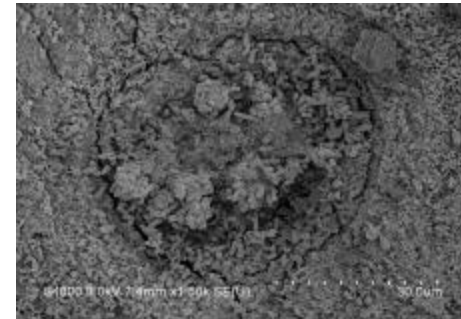
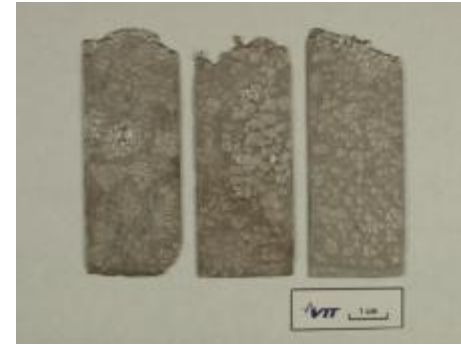
Outokumpu 500 m



- A. Aktivoituneiden solujen osuus
- B. Nitraatinpelkistäjät
- C. Sulfaatinpelkistäjät
- D. Metaaninhapettajat
- E. Ammoniakkin hapettajat

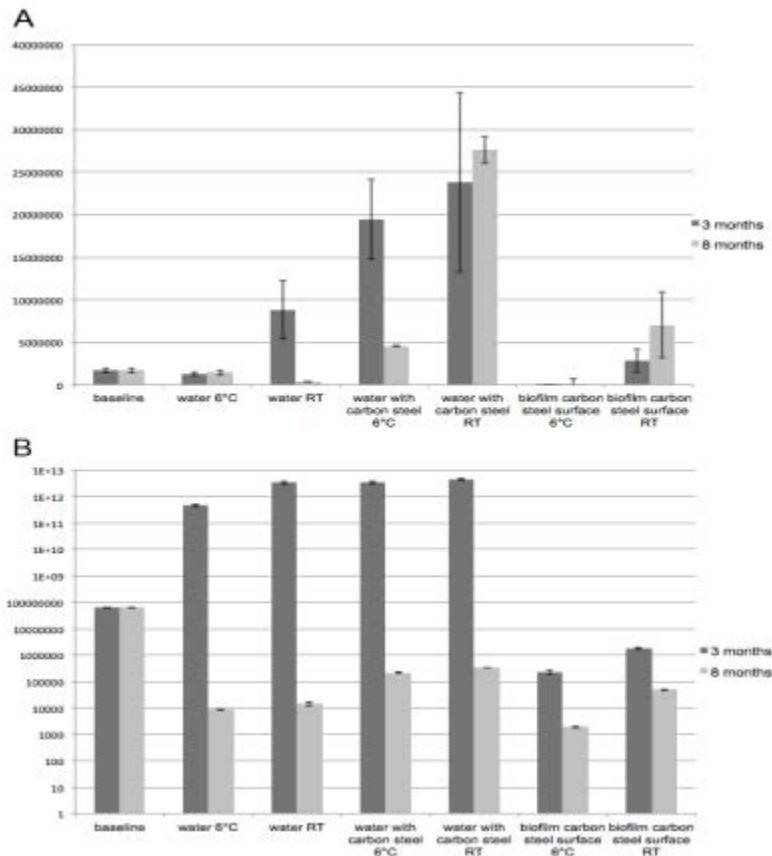
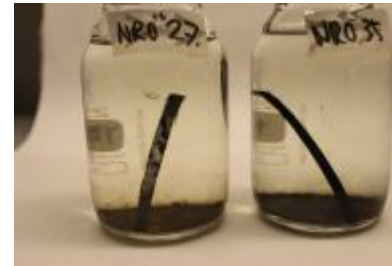
Mikrobiologisten prosessien turvallisuusmerkitys (erityisesti korroosio)

- Mikrobiologinen toiminta voi huomattavasti kiihdyttää metallisten materiaalien (purkujättemetallit ja kapselimateriaalit) korroosiota loppusijoitusolosuhteissa ja vaikuttaa siten radio-Aktiivisten aineiden nopeampaan vapautumiseen
- Mikrobien aineenvaihduntatuotteet voivat myös laskea merkittävästi pH:ta, mikä vaikuttaa myös betonin kestävyyteen
- Mikrobiologinen toiminta on erilaista eri paikoissa, tutkituissa kolmessa paikassa mikrobiyhteisöt poikkeavat toisistaan samoilla syvyyksilläkin, samoin kuin niiden käyttämät ravintoaineet
- Näin ollen on tärkeää selvittää mikrobien esiintymistä ja erityisesti niiden aktiivisuutta oikeissa käyttöolosuhteissa eikä esimerkiksi Ruotsissa tehtyjä tuloksia voida sellaisenaan soveltaa Suomen loppusijoitusolosuhteisiin arvioitaessa mikrobiologisen korroosion vaikutuksia metallisiin materiaaleihin



Purkujättemetallien korroosiotutkimus (Remic)

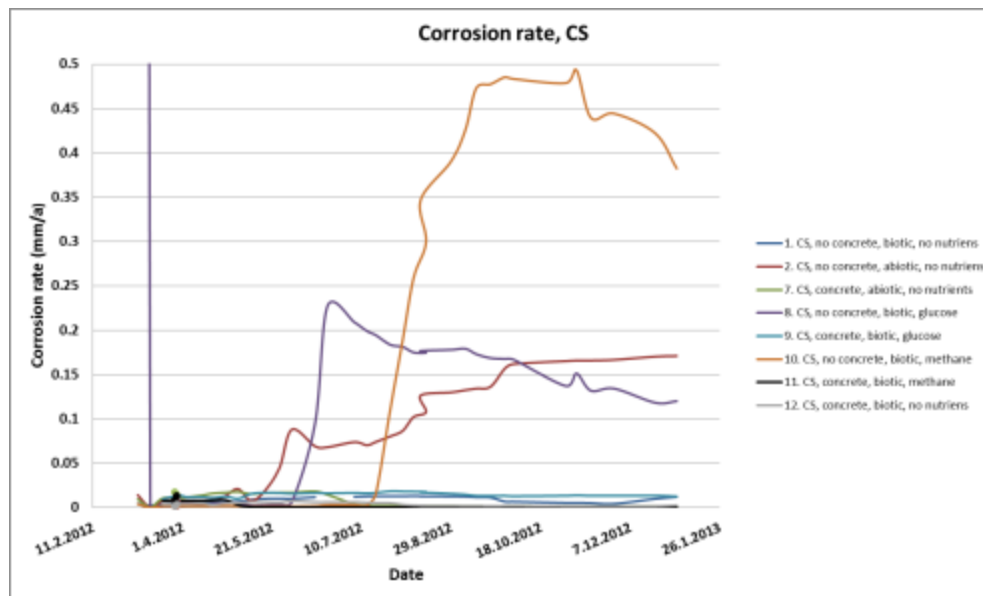
- Olkiluodon VLJ-luolan KR9:n vedessä
- 3 ja 8 kk:n altistus, hiiliteräsnäytteet



- mikrobien määrä vedessä lisääntyi, kun mukana oli hiiliteräsnäyte
- Biofilmin muodostuminen hiiliteräksen pinnalle oli voimakkaampaa huoneenlämpötilassa kuin matalammassa lämpötilassa
- Sulfaattia pelkistävien bakteerien määrä kasvoi kaikissa näytteissä 3 kuukauden altistuksen jälkeen, mutta pieneni, kun altistusaikaa nostettiin 8 kuukauteen
- Suurin osa mikrobeista muistutti Beta-proteobakteereita, todetut sulfaatin pelkistäjät kuuluivat delta-proteobakteereihin
- Alkutilanteeseen verrattuna tuloksena oli monimuotoinen mikrobiyhteisö
- Monet beta-proteobakteerit ovat myös raudan pelkistäjiä tai metaanin käyttäjiä

Purkujättemetallien korroosiotutkimus

Laboratoriokokeet (+10 C, VLJ KR9 vesi)



Alustavien tulosten mukaan

- hiilen lisäys (glukoosi tai metaani) tehostaa mikrobien aktiivisuutta ja aikaansaa korroosionopeuden selvän kasvun
- Betonin läsnäolo (korkea pH) inhiboi mikrobitoimintaa ja hiiliteräksen korroosiota



**VTT creates business from
technology**