

Mikrobiologian turvallisuusmerkitys

- Mikrobit tekevät sitä mikä on mahdollista, jos se on niille hyödyllistä: Korroosioreaktio voi olla energialähde

tai

- Aineenvaihdunnan tuote voi olla haitallinen:
 - Sulfidi reagoi kuparin kanssa
 - Aineenvaihduntatuote muodostaa liukoisuutta ja kulkeutumista lisääviä komplekseja

=>

Biosfäärin ”pelisäännöt” ja mahdollisuudet on tunnettava

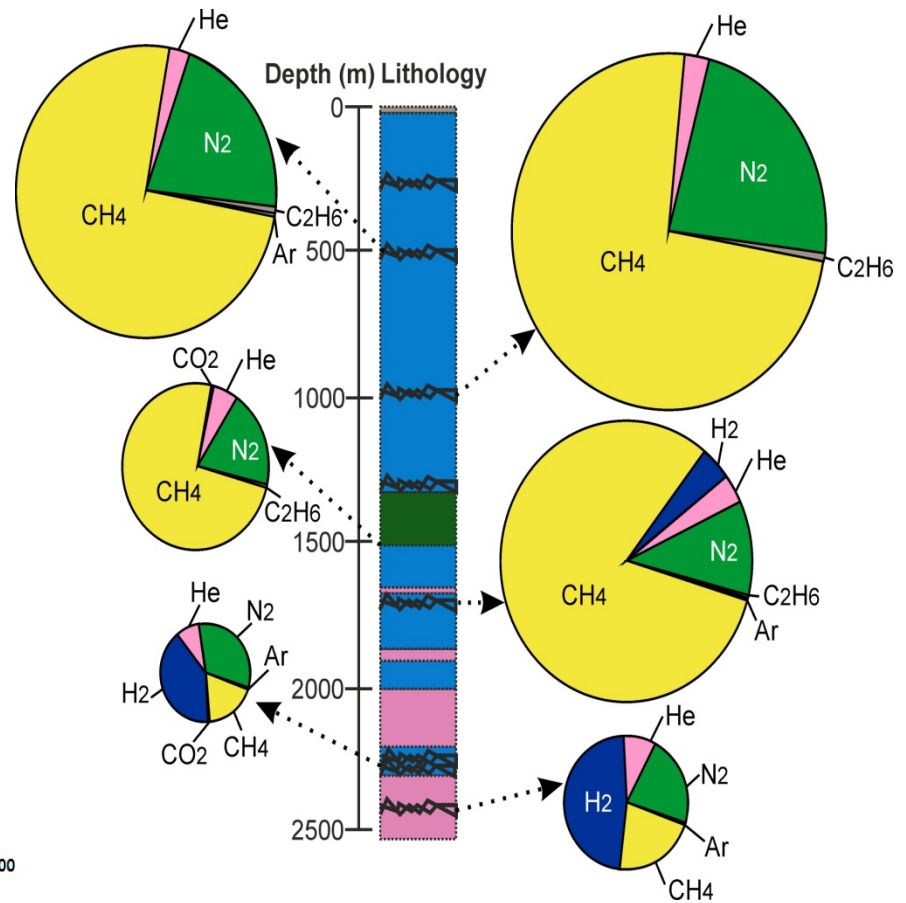
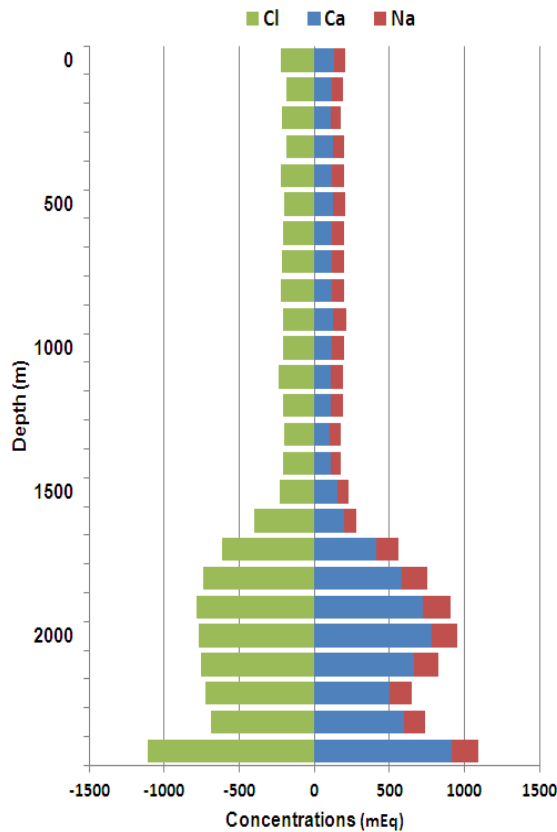
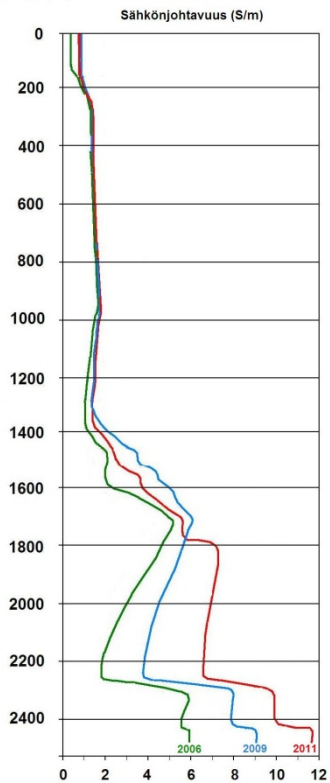
Syvien kalliopohjavesien ominaisuudet ja tutkimusmenetelmät (GTK)

- Erityisesti Outokummun syväreikä
- Näytteenottotekniikka:
 - Mikrobit kontaminoimatta
 - Kaasut kvantitatiivisesti talteen
- Kaasut ja syvän biosfäärin energia
- Suolaisten vesien evoluutio ja ikä: stabiilit isotoopit
- Jalokaasut: viipymäikätkimetus (He, Ar, Ne, Xe)
- Kaasujen liukoisuus

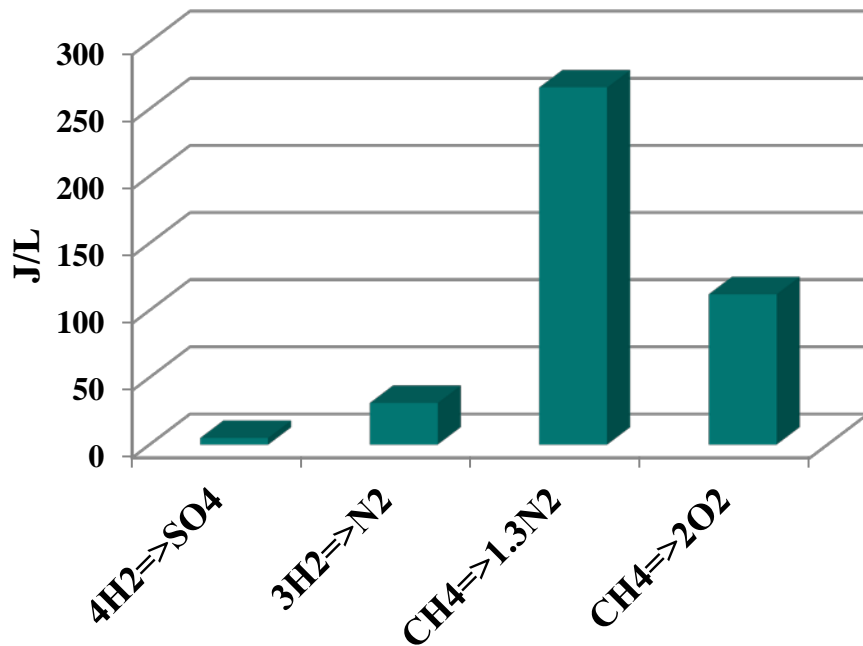
Näytteenottotekniikkaa

- Letkuprofiili otettu useita kertoja
 - Runsaasti eri syvyyksien näytteitä
 - Myös kaasut talteen (myös jalokaasut)
- Tulppanäytteitä ja muita pumppauksia eri syvyyksiltä
 - Pitkät pumppaukset
 - Suuret näytemäärät
 - Edustavat rakovedet
- Paineelliset näytteet
 - PDS (GFZ Potsdam)
 - PAVE
- Kenttämittausta ja näytekäsittelyä
 - mm. on-line massaspektrometri

Suolaisuus ja kaasut Outokummussa



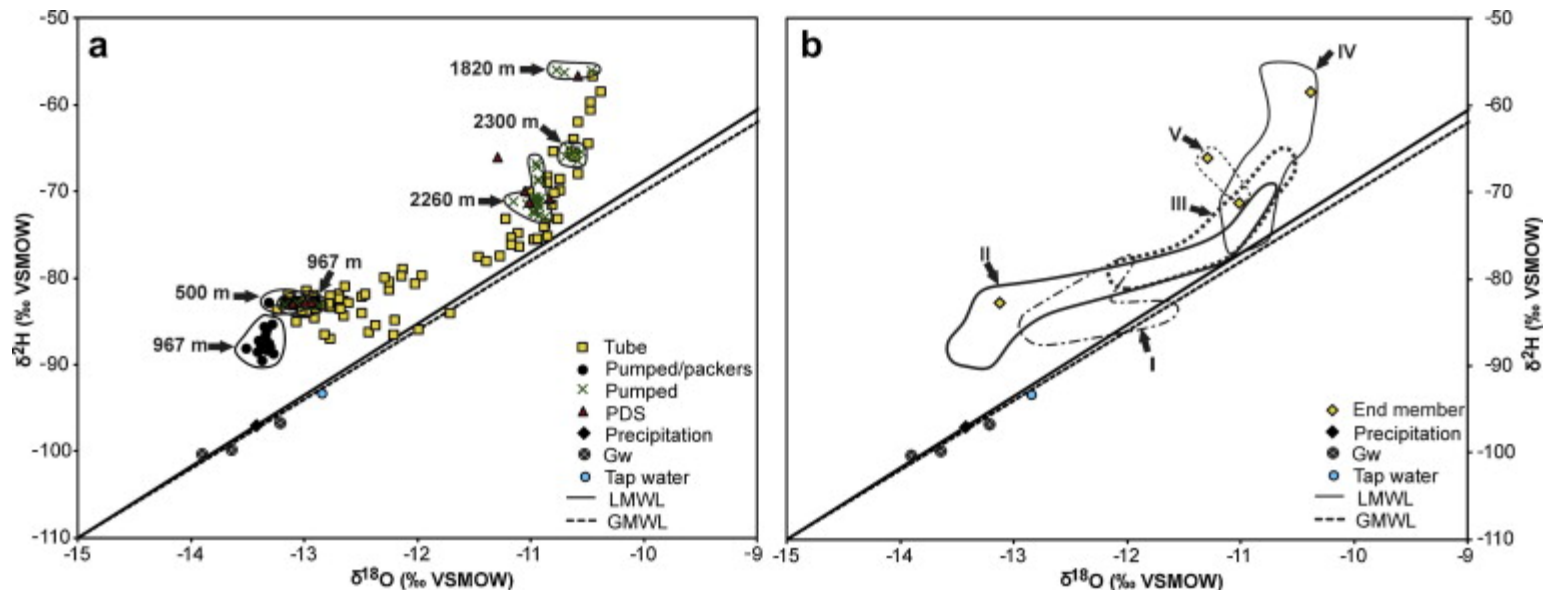
Syvän biosfäärin energia:



- Kaasufaasin teoreettinen energiasisältö $\approx 400 \text{ J/L} \approx 2\text{kJ/m}^3$ riittää 6300 v, jos oletetaan tehontarve $0.01 \mu\text{W/m}^3$!
- Mineraaleihin sitoutunut kemiallinen energia ei ”uusiudu”
- Metaanin käyttökelpoisuus vähäinen
 - **Vety käytetään?**
 - Radiogeeninen lämmöntuotto $>1 \mu\text{W/m}^3$!

Suolaisten vesien evoluutio ja ikä

- Veden stabiilien isotooppien perusteella Outokummun syvän reiän vedet ovat muodostuneet nykyisiä selvästi (3 – 10 °C) lämpimämmissä olosuhteissa



Kietäväinen et al. 2013. Appl.Geochem. 32, 37-51

Jalokaasututkimus: viipymäikätutkimus

(He, Ar, Ne, Xe)

- Luonnon radioaktiiviset hajoamissarjat:
 - U, Th: $\alpha + 2e \Rightarrow {}^4\text{He} \Rightarrow {}^3\text{He}/{}^4\text{He}$ pienenee; K: ${}^{40}\text{K} \Rightarrow {}^{40}\text{Ar}$
 - Nucleogeeninen neon ${}^{20}\text{Ne} + n \Rightarrow {}^{21}\text{Ne}$
 - Uraanin spontaani fissio $\Rightarrow {}^{134}\text{Xe}, {}^{136}\text{Xe}$
- Jalokaasut vedessä \Rightarrow viipymäikä?
 - Ikä = konsentraatio / muodostumisnopeus ”in situ”
 - Diffuusio kuoresta ilmakehään
 - Vapautuminen kivistä
- Merkitys syväbiosfääritutkimuksessa
 - Veden viipymä / aikaskaala
 - Kaasujen liikkuminen

Kaasujen liukoisuus

- Opinnäytetyö (Nina Heikkinen, HY)
- Kaasujen liukoisuus:
 - Kasvaa paineen kasvaessa
 - Pienenee lämpötilan kasvaessa
 - Pienenee suolaisuuden kasvaessa
- Liukoisuuden ylittyessä syntyy kaasufaasi

