

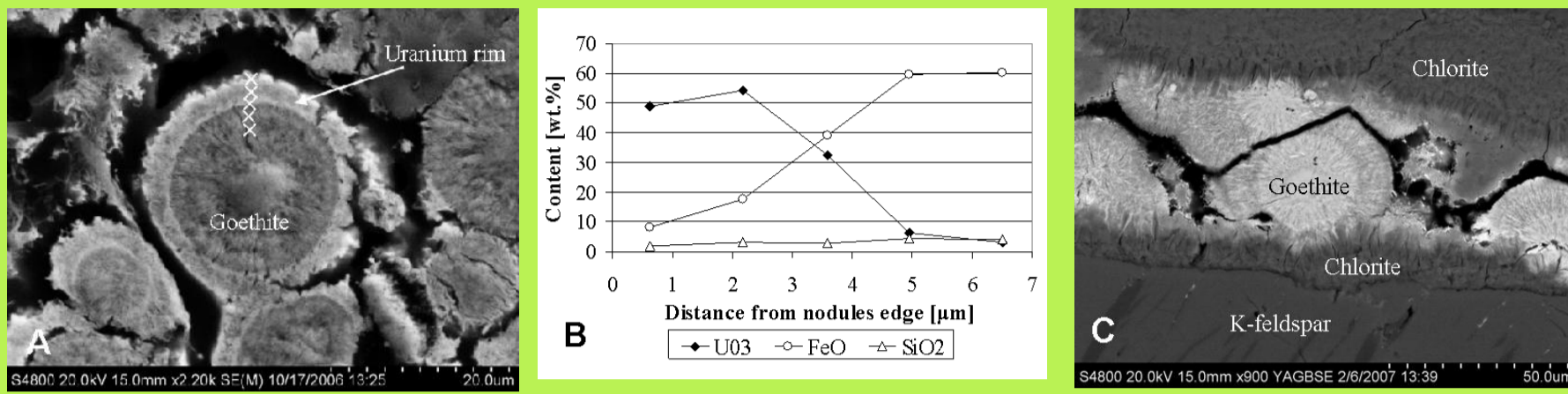
GeoChem - Uraanin käyttäytyminen kiteisissä kivissä: Tulosten hyödyntäminen turvallisuusanalyysissä

Jokelainen L.* , Markovaara-Koivisto M., Siitari-Kauppi M., Hellmuth K-H.

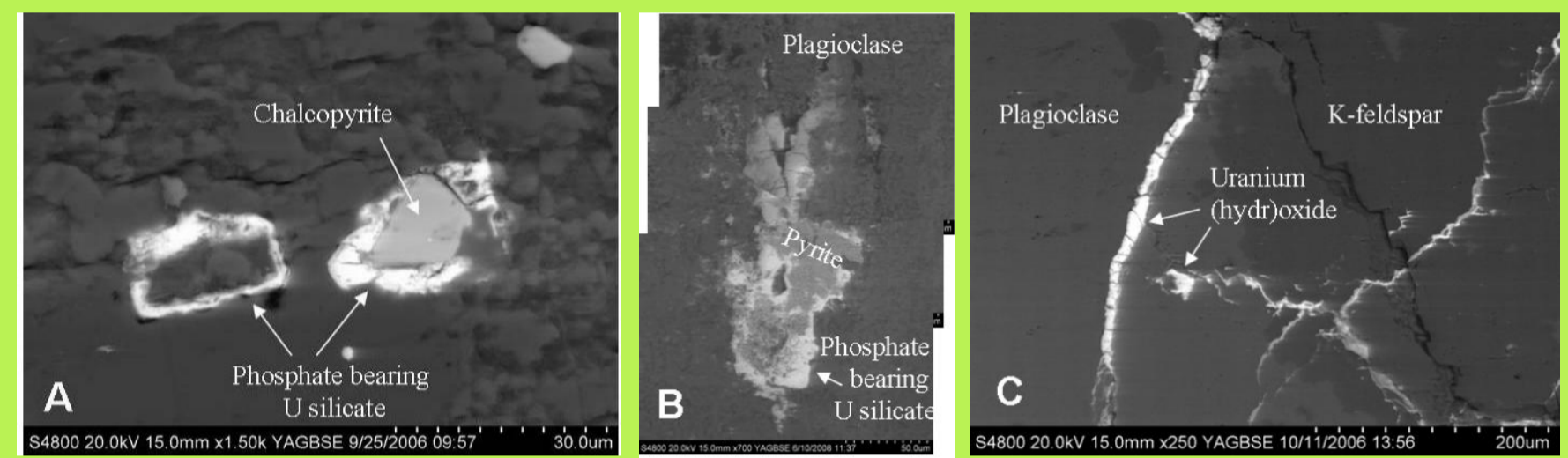
*Lalli.Jokelainen@helsinki.fi

Luonnon uraanimineraalien tunnistus

Askolan koelouhos



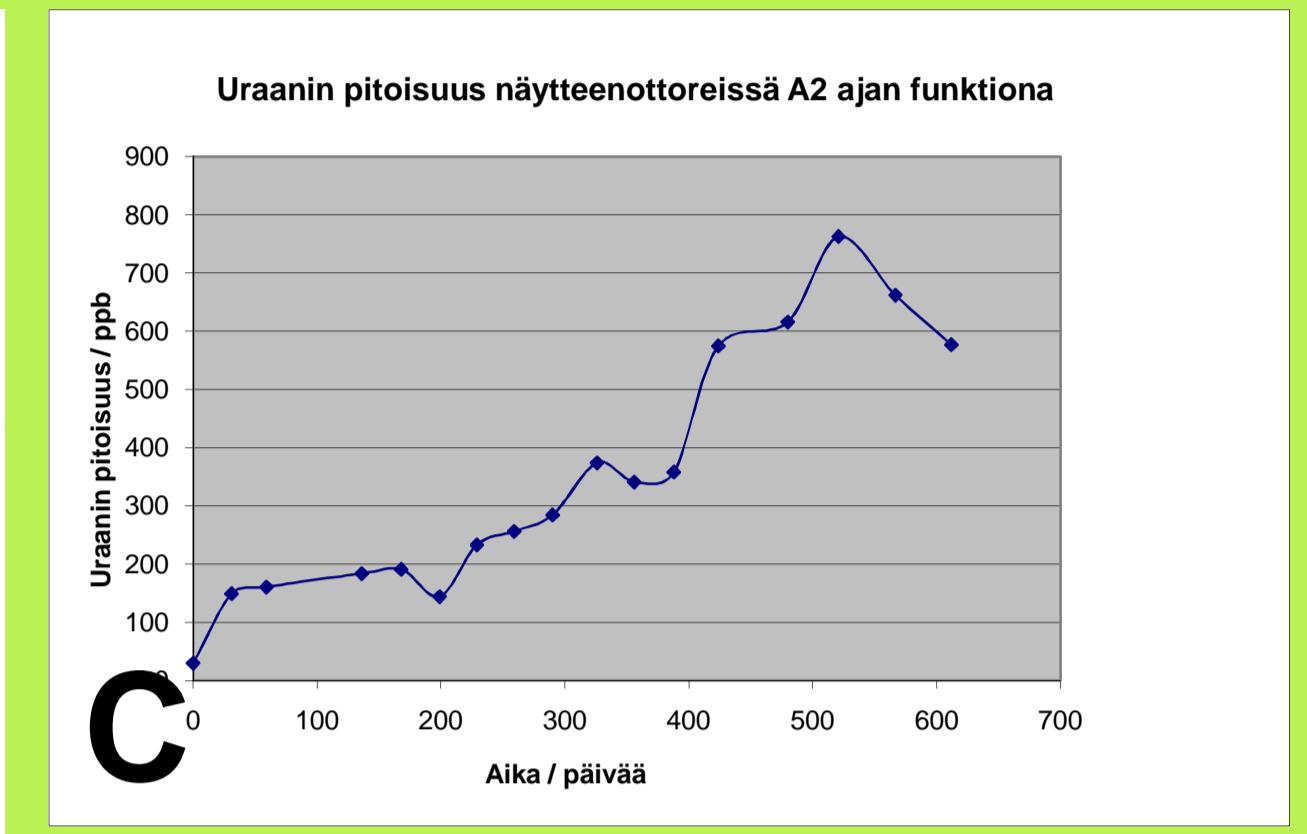
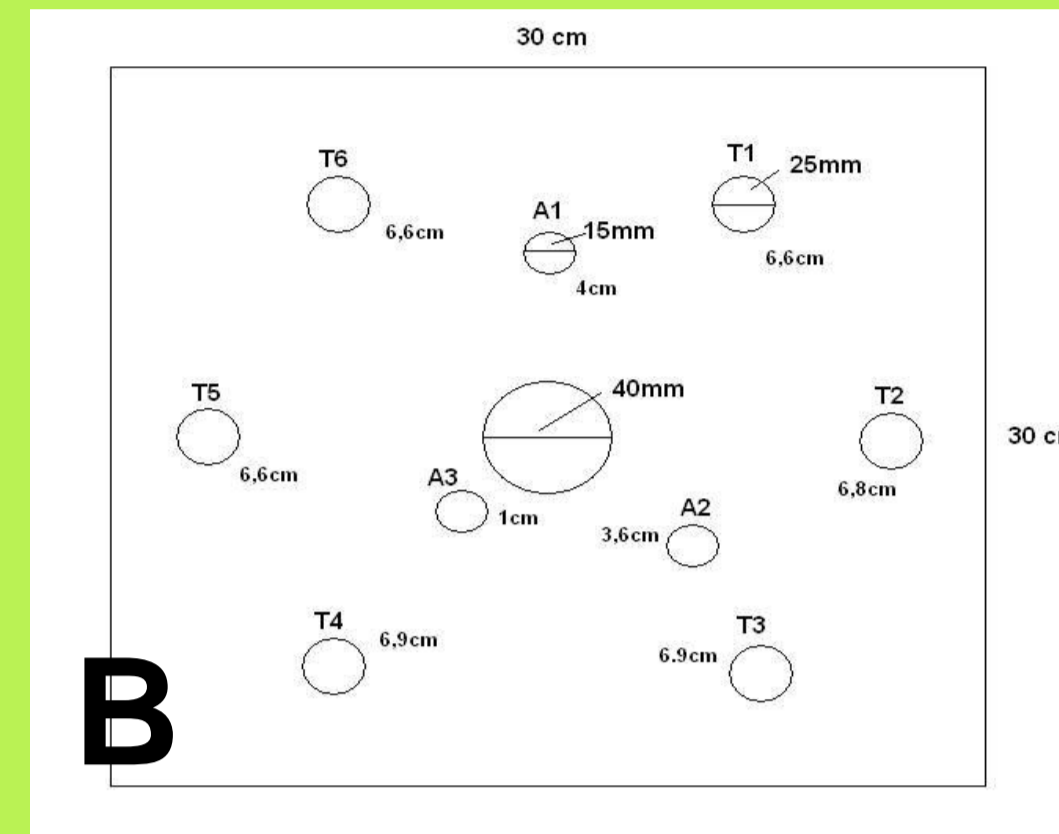
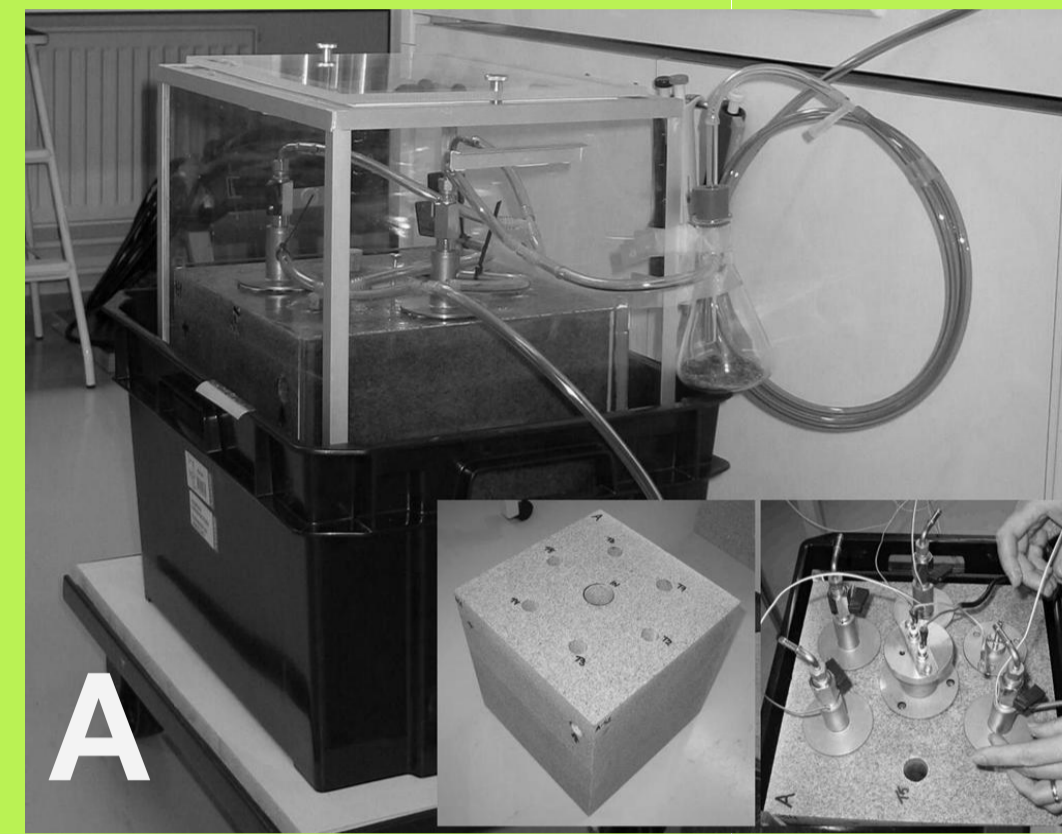
Kuva 1. 4 A) Uraani on saostunut yhdessä götiittinodulien kanssa näytteessä DH303 15.55m. B) Uraani on rikastunut erityisesti nodulien ulkokehille. Nodulit voivat hyvinkin olla mikrobitoiminnan tulosta. C) Syvemmällä kivimatriisissa götiittinoduleilla ei ole uraanirikasta kehää.



Kuva 2. A) Fosforipitoista uraanisilikaattia kuparikiisun ympärillä näytteessä DH303 19.25m ja B) rapautuneen rikkikiisurakkeen yhtedessä näytteessä DH311 21.45m. C) Uraani(hydr)oksida näytteen DH311 21.45m mikrorossa.

Uraanin kulkeutumiskokeet laboratoriossa

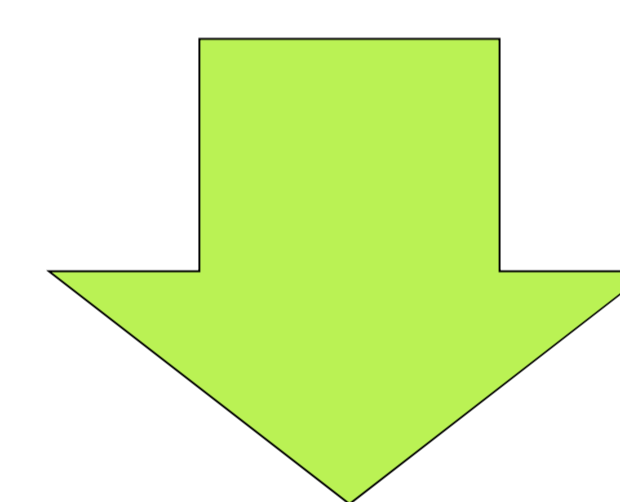
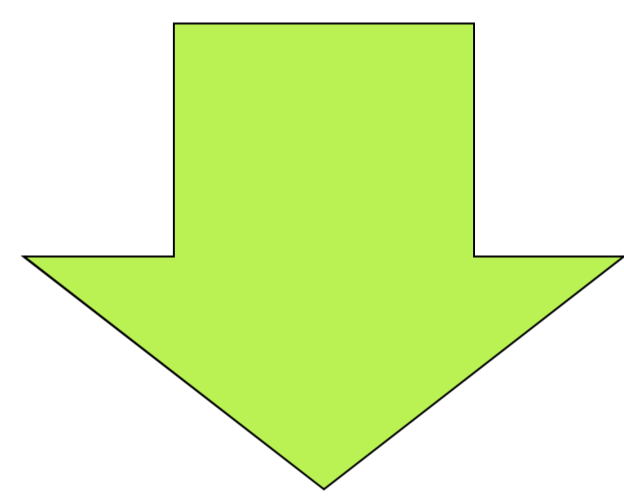
Kurun harmaa graniitti



Kuva 3. A) Uraanin diffuusiokokeessa käytetty graniittiblokki ja koejärjestelyt. Koe tehtiin huoneenlämmössä ja normaali-ilmanpaineessa. B) Kaaviokuva graniittiblokkissa olevista injektio- ja näytteenottorei'istä. C) Uraanin pitoisuuden kasvu näytteenottoreiässä A2, joka sijaitsee 3,6 cm etäisyydellä injektioarei'istä.

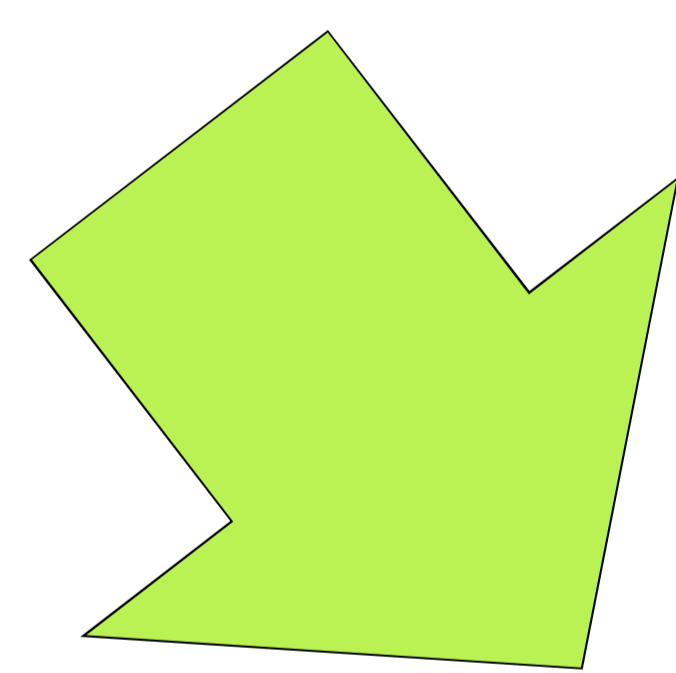
Kurun harmaa graniittiblokki on osin upotettu vesialtaaseen, ja injektio- sekä näytteenottorei'ät pidetään vedellä täytettyinä uraanin kulkeutumisen mahdollistamiseksi. Uraanilähteenä toimii metallinen köyhdytetystä uraanista valmistettu pelletti. Pelletti sijaitsee graniittiblokin keskireiässä, nk. injektioarei'ässä.

Uraanin vapautumista pelletistä seurataan ottamalla vesinäytteitä injektioarei'ästä ja uraanin kulkeutumista eri etäisyyksille seurataan näytteenottorei'istä. Tähän mennessä uraania on havaittu jo 3,6 cm etäisyydellä injektioarei'ästä. Uraanin kulkeutumiskoetta jatketaan kunnes uraanin pitoisuus saavuttaa maksiminsa näytteenottorei'issä.

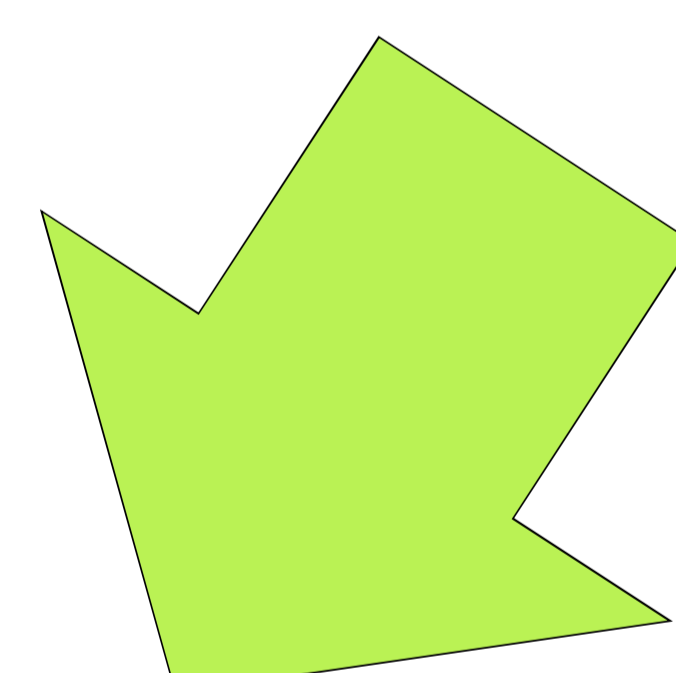


Luonnon uraanimineraalifaasit
Uraanin saostumiseen vaikuttavat mineraalit

Kiven mineraalikoostumus
Uraanin kulkeutumismennopeus
Saostuneet mineraalit



LÄHTÖTIEDOT



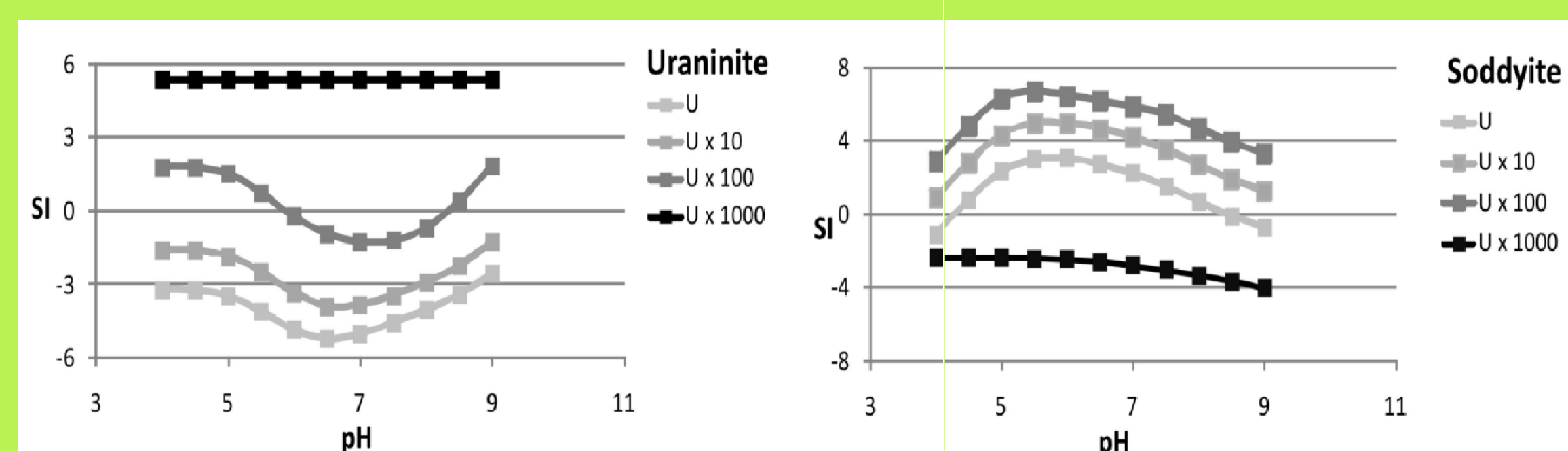
HAPELLISET OLOSUHTEET

Uraanin saostumisen mallinnus - Phreeqc

Askolan keskimääräinen pohjavesikoostumus

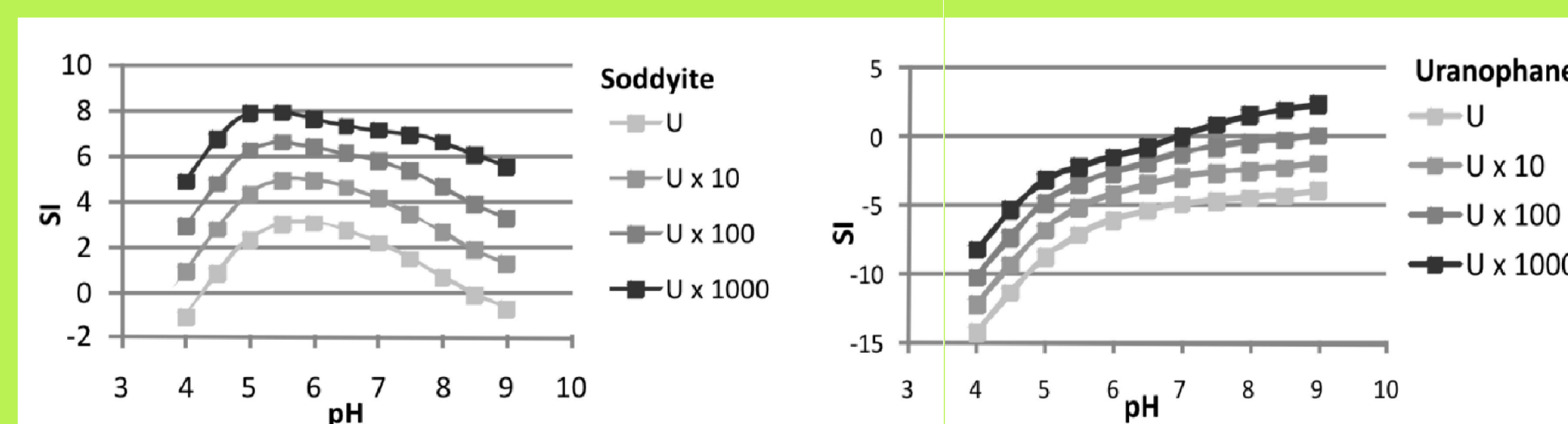
Veden tasapainotus kiven mineraalien kanssa

Varioitiin pohjaveden uraanipitoisuutta ja happamuutta



Saturaatioindeksin (SI) saadessa positiivisia arvoja, uraani saostuu pohjavedestä muodostaen mineraaleja muiden alkuaineiden kanssa.

Kuva 4. Pohjavesi on tasapainotettu kuparikiisun (chalcopyrite) kanssa. Uraanipitoisuutta kasvattamalla ja pH:ta varioimalla nähdään, että uraanin saostuminen uraniiniittina ja soddyiittina on mahdollista.



Uraniniitti UO_2
Soddyiitti $(UO_2)_2SiO_4 \cdot 2(H_2O)$
Uranofaani $Ca(UO_2)_2SiO_3(OH)_2 \cdot 5(H_2O)$

Kuva 5. Pohjavesi on tasapainotettu götiitin kanssa. Mallin mukaan uraanin saostuminen uranofaanina ja soddyiittina on mahdollista.

