

# Bentoniittipuskurin jääkauden jälkeinen eroosio

Matti Liukkonen & Markus Olin<sup>#</sup>



Teknologiasta liiketoimintaa

# BENTONIITTIPUSKURIN JÄÄKAUSIEROOSIO

- Jääkausi- eli lasiaalieroosio voi heikentää bentoniittipuskurin toimintaa ja sitä kautta heikentää kapselin korroosiokestävyyttä.
  - ✓ Puskurin tiheyden tulee olla niin korkea, ettei advektio tule merkittäväksi.
  - ✓ Glasiaalieroosio voi tulla riippumatta piping ym ilmiöistä
- Aiheutuu matalasuolaisen sulamisveden vaikutuksesta käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusreiässä
- Bentoniittipuskurin koostumuksella ratkaiseva vaikutus stabiilisuuteen
  - ✓ Natriumbentoniitti hajoaa helpommin
  - ✓ Kalsiumbentoniitin kriittinen koaguloitumiskonsentraatio korkeampi

# KRIITTINEN KOAGULOITUMISKONSENTRAATIO

- Jos ionikonsentraatio  $>$  kriittinen koaguloitumiskonsentraatio
  - ✓ Stabiili geeli muodostuu
- Jos ionikonsentraatio  $<$  kriittinen koaguloitumiskonsentraatio
  - ✓ Stabiili sooli muodostuu
    - Kolloideja vapautuu
    - Kolloideilla on mahdollisuus kulkeutua pois puskurista

# KOLLOIDI- MÄÄRITELMIÄ

Kolloidi	Esimerkki	Koostumus
<b>Emulsio</b> Käsivoiteessa toisiinsa liukene- mattomat öljy, ja vesi muodosta- vat emulsion		Kaksi toisiinsa liukenematonta nestettä
<b>Vahto</b> Muotoiluvaahdossa on ponnekaa- sukuplia nestemäisessä hoito- ja tukiaineseoksessa.		Kaasukuplia nesteessä
<b>Geeli</b> Hyytelöimisaineen suuret mole- kyylit ovat sitoneet vesimolekyy- lejä kokonaan sisälleen geeliksi.		Suurten molekyylien sisällä väliaineena esimerkiksi vettä
<b>Savu</b> Savussa on pieniä nokihiukkasia ilmassa.		Kiinteitä hiukkasia kaasussa
<b>Sumu</b> Sumussa on pienen pieniä vesipi- saroita ilmassa.		Pieniä nestepisaroita kaasussa
<b>Liete/sooli</b> Maalissa on kiinteitä väriainehiuk- kasia liettyneenä nesteeseen.		Kiinteää ainetta nesteessä

# MONTMORILLONIITIN STABIILISUUS

- Montmorilloniitti vastaa paisuntapaineen kehittymisestä ja pysyvyydestä – tiheyden pitää olla riittävän suuri
- Kaksiarvoisilla kationeilla (  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$  ) suuri vaikutus stabiilisuuteen
- Kalsiumlähteet
  - ✓ Huokosvesi
  - ✓ Pohjavesi
  - ✓ Kipsi – ja anhydridi-mineraalit
    - Liukoisuus > kriittinen koaguloitumiskonsentraatio
    - Korvaavat pohjaveteen tapahtuvat kalsiumhäviöt
    - Kun ne ovat kuluneet, geeli voi muodostaa soolin
    - Virtaava vesi voi kuljettaa soolin pois
    - Uusi geelipinta altistuu ja steady state tila vallitsee

# KIRJALLISUUSTUTKIMUS

- GLASEsta on tehty kirjallisuustutkimus kesällä 2008, Matti Liukkonen
- Bentoniittipuskuri jääkauden aikaisissa olosuhteissa
  - ✓ Kemiallinen eroosio
  - ✓ Kemiallisen stabiilisuuden mallinnus SR-Can turvallisuusanalyysissä
- SR-Can turvallisuusanalyysi
  - ✓ Pohjaveden virtauskäyttäytyminen
  - ✓ Massansiirtoilmiöt bentoniittipuskurin materiaalihäviöiden yhteydessä
- Raportoidaan VTT:n tutkimusraporttisarjassa

# EKVIVALENTTIVIRTAAMA ELI SIIRROSTEKIJÄ

- Ekvalenttivirtaama eli siirrostekijä yhdistää
  - ✓ Pohjaveden virtaaman
  - ✓ Diffuusion bentoniitista pohjaveteen
- Ekvivalenttivirtaama kuljettaa
  - ✓ Samansuuruisen määrän liuenneita aineita geeli-vesi rajapinnalle
- Suuruusarvoon vaikuttaa
  - ✓ Väliaineen transmissiviteetti, raon avauma, hydraulinen gradientti, sijoitusreiän koko ja mahdolliset kalliohalkeamat

# GLASE - MALLINNUSSUUNNITELMA

- Suunnitelma päivitetään ja mallinnus aloitetaan syksyn kuluess
- Bentoniittihävikin laskenta, joka on kokeellisesti vaikea selvittää. Myös kokeiden tulkintaan tarvitaan malleja.
- Kemiallisen mallin konsepti:
  - ✓ Samanlainen kuin LÄHITHC – projektissa
  - ✓ Reunaehdot: Raossa on laimeaa pohjavettä, mutta ei lämpötilagradienttia puskurissa kuten LÄHITHC:ssä
  - ✓ Mallissa ei ole mukana pintakompleksiaatioreaktioita eikä muodonmuutoksia
  - ✓ Pohjaveden virtaus ja pohjavesikemia otetaan annettuna
- PetraSim: bentoniitin altistuminen erittäin laimealle pohjavedelle; Comsol tuki kulkeutumiselle ja EQ3/6 tuki kemialle
- Aiheuttaako sulamisvesi kolloidin muodostusta?
- Ääritilanteet: toimiiko kuten puskuri on suunniteltu - menettää virtausvastuksensa?



# YHTEENVETO

- Kirjallisuustutkimus on viimeistelyvaiheessa
- Sen pohjalta on laadittu mallinnussuunnitelma, joka vielä päivitetään
- Suunnitelman mukainen mallinnus aloitetaan syksyn kuluessa
- Ongelmakentän monimutkaisuuden takia on oletettavaa, että lisätutkimuksia tarvitaan
  - ✓ SKB:n selvitys valmistumassa v. 2008 kuluessa
- Tarkempi tutkimus edellyttää yhteistyötä
  - ✓ THM -tutkijat
  - ✓ Pohjavesikemistit
  - ✓ Pohjavedenvirtausmallintajat