



Svensk Kärnbränslehantering AB
Bleholmstorget 30
Box 250
101 24 Stockholm

Begäran om komplettering
2017-02-13

Handläggare: Henrik Öberg
Vår referens: SSM2015-725-51
Er referens:

Begäran om komplettering av ansökan om utökad verksamhet vid SFR

Strålsäkerhetsmyndigheten (SSM) har funnit behov av nedanstående kompletteringar vid granskningen av Svensk Kärnbränslehantering AB:s (SKB) ansökan om tillstånd enligt lagen (1984:3) om kärnteknisk verksamhet till utökad verksamhet vid anläggning för slutförvaring av låg- och medelaktivt radioaktivt avfall (SFR).

SSM önskar att kompletteringarna eller en tidplan för dess framtagande är myndigheten tillhanda senast den 13 mars 2017.

Om SKB önskar ytterligare förklaringar eller förtydliganden av de frågor som omfattas av denna begäran, och som inte avser enklare klargöranden av praktisk eller administrativ karaktär, ska detta ske vid protokollförda möten mellan berörda personer på SSM och SKB.

Kompletteringar

SSM önskar komplettering i följande frågor som rör geokemiska aspekter i ansökan:

1. Principalkomponentanalysen (PCA:n) som är utförd för grundvattnen i SFR är inte komplett då endast data för Cl^- , SO_4 , $\delta^{18}\text{O}$ och $\delta^2\text{H}$ har använts för att bestämma grundvattenblandningen. SSM önskar att SKB tydligare motiverar sitt val av korrelerade variabler i sin PCA.
2. SSM önskar att SKB förtydligar hur man beaktar korrelationen mellan oxidation av organiskt material och reduktion av sulfat i grundvattnen i SFR. SSM anser att reaktionen skulle kunna påverka redox i fjärrområdet och således lösligheten och sorptionen av radionuklider. En utförligare diskussion är önskvärd här.



3. SSM önskar att SKB förtydligar sin beskrivning av redox i grundvattnen vid SFR och i synnerhet kopplingen mellan uppmätta redoxpotentialer i grundvattnet och närvaron av redoxkänsliga mineraler som järnoxider och leror i bergsprickor.
4. SSM önskar att SKB förtydligar sin beskrivning av växelverkan mellan cement- och betongmaterial och salint grundvatten, i synnerhet med avseende på:
 - a. påverkan av bildning av Friedels salt på pH,
 - b. påverkan av Mg^{2+} i grundvattnen på pH,
 - c. samt valet av beräkningsmodell för aktivitetskoefficienter för species i vattenlösning vid modelleringen av betongdegradering.
5. SSM önskar att SKB förtydligar sin beskrivning av växelverkan mellan cement- och betongmaterial och karbonat i grundvatten, i synnerhet med avseende på potentiell ytarmering av betongsprickor från kalcit och resulterande sänkning av pH i närområdet.
6. SSM önskar att SKB utvecklar ett resonemang kring den potentiella växelverkan mellan Fe^{2+} , bildat från anaerob korrosion av stål, och cement och betong.
7. SSM önskar att SKB ytterligare motiverar valet av genomgående oförändrade K_d -värden på bentonit under hela perioden som omfattas i säkerhetsanalysen.

Skälen för begäran om komplettering

SSM grundar denna kompletteringsbegäran på en granskning av följande delar av SKB:s ansökan:

- TR-14-01
- TR-14-02
- TR-14-03
- TR-14-04
- TR-14-05
- TR-14-07
- TR-14-09
- TR-14-10
- TR-14-11
- TR-14-12
- TR-11-04
- R-11-06



- R-13-38
- R-10-48
- TR-04-18
- TR-12-12
- P-11-25
- R-08-102
- P-11-01
- R-13-40
- R-14-01
- R-14-03
- R-13-16

Bakgrunden till de ovan nämnda kompletteringarna beskrivs närmare i det följande:

1. Proceduren med att använda principalkomponentanalys handlar om att genom ortogonal transformation reducera en uppsättning korrelerade variabler till ett mindre antal okorrelerade (ortogonala) sådana. Om man ursprungligen, som i SKB:s fall med Cl^- , SO_4 , $\delta^{18}\text{O}$ och $\delta^2\text{H}$, endast utgår från fyra variabler, finns vissa fördelar för bestämning av typvatten ("end-member") genom mixing-modellering då man redan från början har en reducerad uppsättning korrelerade variabler, medan tillämpningen på berg-vattenreaktioner blir betydligt svårare. SSM önskar därför en utförligare motivering till valet av korrelerade variabler.
2. Grundvatten vid SFR har höga partialtryck CO_2 ($\log \text{PCO}_2 = -3.5$ bar [Gimeno m. fl. 2011]) vilket med stor sannolikhet innebär att degradering av organiskt kol förekommer. Även om det lyfts fram [Nilsson m. fl. 2011] att mikrobiell sulfatreduktion förekommer i grundvattnet vid SFR görs ingen koppling till det höga partialtrycket CO_2 . Det är vedertaget, se exempelvis [Andrews m. fl. 1996], att höga PCO_2 är en effekt av mikrobiell oxidation av organiskt kol av sulfat för att bilda sulfid- och bikarbonatjoner. Därför önskas en tydligare diskussion kring dessa reaktioner.
3. En stor del av SKB:s diskussioner kring variationer i de hydrokemiska förhållandena är upphängda på mixing-modeller av olika grundvattentyper medan stabila redoxförhållanden i stället anses bero på heterogena reaktioner. I SKB:s utvärdering av redoxförhållanden i SFR relateras reducerande redoxpotentialer till



järnbaserade mineraler. Men ekvibrering av silikater som biotit, klorit och lermineraler bidrar i första hand med andra joner än reducerat järn till grundvattnet vilket gör resonemanget svårtolkat. Därför önskar SSM förtydligande i frågan.

4. Grundvattnet som används i modelleringen av betonggraderingen [Höglund 2013] har en kloridkoncentration ($[Cl^-]=5000$ mg/L) vid vilken Friedel's salt kan bildas, en process som medför ökat pH [Honda m. fl. 2009]. I Höglunds modellering så är dock inte den kemiska reaktionen som beskriver bildandet av Friedel's salt associerad med ett ökat pH vilket är ovanligt och bör således utförligare motiveras. Vidare beaktas inte Mg^{2+} då påverkan av grundvatten på pH diskuteras i [Höglund 2013] vilket är underligt då $Mg(OH)_2$ har lägre löslighet än portlandit. Detta bör utvecklas och förklaras. Vidare använder Höglund Debye-Hückel-modellen eller Davies-ekvationen vid modellering av aktivitetskoefficienter vilket utförligare bör motiveras då dessa modeller har problem med att adekvat beskriva hur salinitet påverkar löslighet.
5. Höglunds analys av betonglakning exkluderar karboneringseffekter och det är därför oklart om bildning av fasta karbonater som kalcit hindrar betongdegradering genom att armera sprickor och/eller minskar porvatten-pH och sorption. Detta bör diskuteras utförligare.
6. Vid reducerande betingelser är tvåvärt järn termodynamiskt gynnat. De stora mängderna tvåvärt järn som frigörs vid stålkorrosion kan spela en viktig roll i cement- och betongdegradering. Även om lösligheten för Fe^{2+} är begränsad i porvattnets höga pH är det inte orimligt att anta att tvåvärt järn kan spela en liknande roll som Mg^{2+} i grundvatten och ersätta Ca^{2+} i exempelvis portlandit. Detta är ett förhållandevis nytt område som saknar relevant forskning. En diskussion kring problemställningen vore dock önskvärd.
7. I diskussionen kring bentonitdegraderingen redovisar SKB att omfattningen på transformationen från montmorillonit till nya leror och zeoliter efter 10 000 år uppgår till omkring en tredjedel. Ändå modelleras bentonit genomgående med K_d -värden för montmorillonit vilket utförligare bör motiveras då zeoliters sorptionsegenskaper i jämförelse med montmorillonit kan påverkas annorlunda av exempelvis högt pH.



Denna begäran om komplettering har beretts av utredarna Georg Lindgren, Bo Strömberg och Henrik Öberg.

Ansi Gerhardsson
Chef, slutförvarsenheten

Referenser

Andrews, J. E., Brimblecombe, P., Jickells, T. D., and Liss, P. S., *An Introduction to Environmental Chemistry*, Blackwell Science, Oxford, Storbritannien, 1996.

Gimeno, M. J., Auqué, L. F. Gomez, J. B., Acero, P., *Site investigation SFR Water-rock interaction and mixing modelling in the SFR*, SKB P-11-25, SKB, Stockholm, Sverige, 2011.

Honda, A. Matsuda, A., Nakanishi, H., Fujita, H., Negishi, K., *Modeling of pH elevation due to the reaction of saline groundwater with hydrated ordinary Portland cement phases*, In Scientific Basis for Nuclear Waste Management, 2009.

Höglund, L. *The impact of concrete degradation on the BMA barrier functions*, SKB R-13-40, SKB, Stockholm, Sverige, 2013.

Nilsson, A.-C., Tullborg, E.-L., Smellie, J. A. T., Gimeno, M. J., Auqué, L. F., Sandström, B., Pedersen, A. K., *SFR site investigation Bedrock Hydrogeochemistry*, SKB R-11-06, SKB, Stockholm, Sverige, 2011.]