

## **SKB – Huvudrapport SR-Site**

### **Redovisning av säkerhet efter förslutning av slutförvaret för använt kärnbränsle**

#### **Huvudrapport från projekt SR-Site**

#### **Del III**

I tidigare distribuerad rapport finns det fel som nu har korrigerats. De korrigerade sidorna 602 och 766 bifogas. Den ändrade texten är markerad med en vertikal linje i sidmarginalen. En uppdaterad pdf-version av rapporten, daterad 2012-01, finns på [www.skb.se/publikationer](http://www.skb.se/publikationer).

**Svensk Kärnbränslehantering AB**

Swedish Nuclear Fuel  
and Waste Management Co  
Box 250, SE-101 24 Stockholm  
Tel +46 8 459 84 00



Ånga har visats ha en effekt på bentonitens egenskaper /Couture 1985/. Detta har även diskuterats av /Pusch 2000/ och /Karlund och Birgersson 2006/. Det har observerats att ånga skulle kunna påverka bentonitens maximala fria svällning. Någon tydlig mineralomvandling har emellertid inte identifierats av Couture, trots att experimenten genomfördes vid en högre temperatur än den maximala temperaturen i förvaret. Ångans påverkan på buffertens långsiktiga funktion förväntas därför vara begränsad.

## Högt pH

Om grundvatten med högt pH ( $\text{pH} > 11$ ) skulle komma i kontakt med bufferten kan viss omvandling eller upplösning förväntas ske. Omvandlingens omfattning beror på vattnets faktiska pH, den lokala hydrologiska miljön samt mängden cement som genererar det höga pH-värdet (massbalans). För SR-Site antas emellertid att kvalitetskontrollsystemen kommer att vara tillräckliga för att undvika att sådan cement som skulle kunna ge upphov till vatten med högt pH i förvaret används.

## Termisk gradient

Effekten av en temperaturgradient på omfördelningen av föroreningar har beräknats av /Sena et al. 2010/ och /Karlund och Birgersson 2006/. Denna process visade sig ha en mycket begränsad effekt. Temperaturgradienten påverkas endast i begränsad omfattning av den absoluta temperaturen och processens beroende av temperaturen är därför begränsad.

## Interaktion med metalliskt järn

I dagsläget finns ingen mekanistisk kunskap om detta och inte heller någon kvantitativ modell. Så länge som kopparkapseln är intakt förväntas emellertid inte någon interaktion mellan bentoniten i bufferten och metalliskt järn.

## Sammanfattning

Eftersom det fortfarande finns vissa osäkerheter som rör effekten av höga temperaturer på buffertens långsiktiga funktion kan ett fall med en omvandlad buffertzona intill kapseln inte helt uteslutas. Följderna av ett sådant fall skulle vara sänkt svälltryck intill kapseln och en korrelerad konsolidering av denna del av bufferten på grund av svälltrycket i resten av bufferten. Det krävs emellertid att en stor del av bufferten omvandlas för att svälltrycket i bufferten ska sjunka under tryckkriteriet 1 MPa, där advektiva förhållanden måste beaktas, något som är mycket osannolikt. Om ett så lågt tryck uppstod skulle sulfatreducerande bakterier kunna överleva och sulfidkorrosionen öka.

Undersökningar av interaktionen mellan järn och buffertmaterial pågår. Med antagandet att det förekommer kontakt mellan insatsen och bufferten är det troligt att endast området närmast insatsen skulle påverkas och att buffertens övergripande transportegenskaper fortfarande skulle upprätthållas. I dag kan det emellertid inte uteslutas att hela diffusionsbarriären skulle kunna förloras. Detta skulle emellertid endast få följder för fördröjningen.

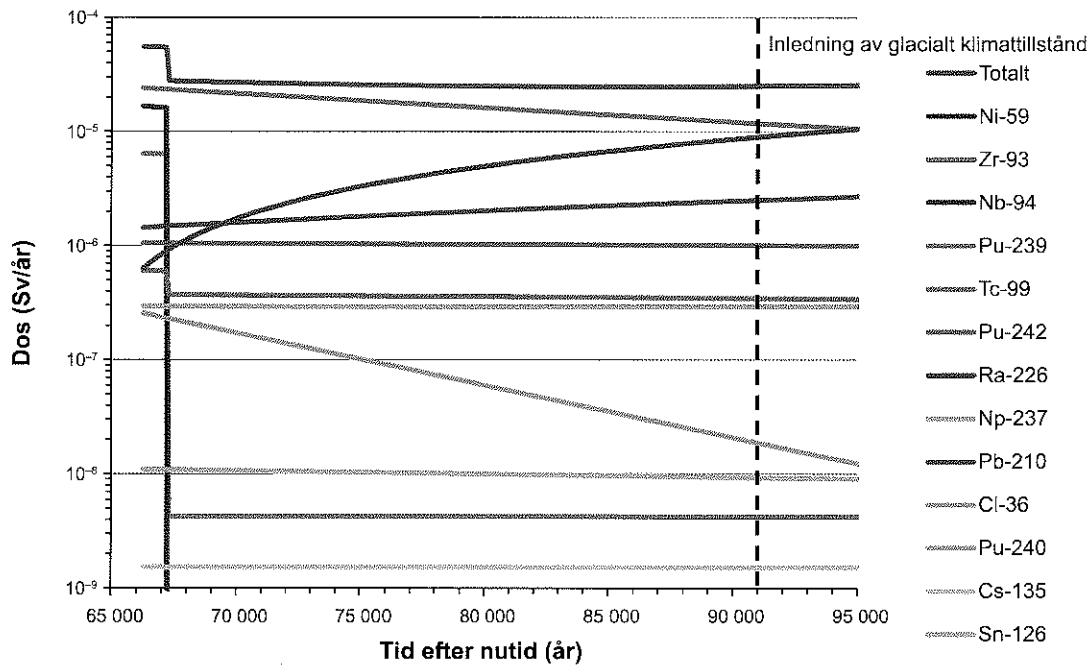
## Variation med global uppvärmning och övriga klimatfall

Det finns ingenting förenat med varianten med global uppvärmning (i huvudsak 60 000 år innan första förekomsten av permafrost) som skulle kunna förvärra buffertomvandlingen. Klimatet på ytan påverkar inte någon av de processer som diskuteras i detta avsnitt. Denna fråga behandlas därför inte ytterligare i varianten med global uppvärmning. Inte heller är något av de övriga klimatfall som beskrivs i avsnitt 12.1.3 relevant för buffertomvandlingsscenario.

## Kategorisering som "mindre sannolikt scenario" eller "restscenario"

Hög temperatur, högt pH och stora temperaturgradienter förväntas inte ha någon betydande effekt på buffertens stabilitet under några rimliga förhållanden. Omvandling av buffertmaterial i sådan omfattning att de fördelaktiga inneslutnings- och fördröjningsegenskaperna påverkas betraktas därför som ett restscenario.

Om bufferten kommer i kontakt med metalliskt järn kommer en viss förändring att ske. Omfattningen av en sådan förändring är för närvarande inte känd. Denna process kan endast förekomma när en kopparkapsel förlorat sin integritet och är inte relevant för kapselbrott i de fall buffert saknas.



Figur 14-5. Beräknad effektivdos från användning av vatten i de öppna schakten och rampen som dricksvatten och för bevattning (figur 6-19 i FHA-rapporten).

### Osäkerheter

Osäkerheterna i analyserna av expansion av återfyllning i deponeringstunnlarna är relativt stora. Friktionsvinkeln beror av svälltrycket och ökar med minskat svälltryck. Värdena vid låga svälltryck är inte väl kända, men laboratoriemätningar tyder på att friktionsvinkeln är större än 20 grader vid låg densitet och att de laterala spänningarna (motsvarande normalspänningar mot bergytan) är högre än spänningen i svällriktningen. Detta innebär att den motverkande friktionskraften troligtvis är större än vad som modellerats, vilket medför att resultaten troligtvis är pessimistiska vad gäller svällningen och därför borde densitetsförlusten vara mindre än vad som modellerats /Åkesson et al. 2010a/.

Det finns flera osäkerheter i analyserna av inverkan på grundvattenflödet från öppna tunnlar i förvaret, speciellt för simuleringarna med glaciala förhållanden. En viktig osäkerhet är relaterad till tillgången på vatten. I verkligheten kommer flödet i en öppen tunnel under isfronten troligtvis att vara begränsat av tillförseln av subglacialt smältvatten i det transmissiva subglaciala lagret vid isens undre gränssyta. Om vattentillförseln är otillräcklig kommer trycket att sjunka och flödet att minska. För att få ett så högt flöde som antagits ovan måste tunnelmynningarnas läge sammanfalla med en större smältvattentunnel under isen. Det bör även påpekas att det i beräkningarna antas att isfrontens läge är maximalt ogynnsamt med avseende på den hydrauliska gradienten. När förvaret är täckt av is kan den hydrauliska gradienten under isen vara ännu mindre än under de tempererade förhållandena /Vidstrand et al. 2010/.

Flera förenklande antaganden görs i beräkningarna av syretillförsel till kapselytan. Det enda transportmotståndet som hänsyn tas till är det i bufferten som omger kapseln, medan transportmotståndet i återfyllningen ovanpå bufferten i deponeringshålet och i deponeringstunneln – såväl som i sprickor i berget – försummas. Detta bedöms vara pessimistiskt, åtminstone för tempererade förhållanden. Även om tunnelåterfyllningen expanderar in i stamtunneln och återfyllningens densitet ovanför ett deponeringshål blir avsevärt lägre, bör transportmotståndet i deponeringstunneln fortfarande vara betydande. Detta stöds av resultaten av den hydrogeologiska modelleringen som tyder på att de hydrauliska gradienterna är riktade mot de öppna tunnlar i förvaret. All syretransport från de öppna tunnlar till deponeringshålen måste då ske i motsatt riktning jämfört med den hydrauliska gradienten. Andra pessimistiska antaganden rör syrekoncentrationen och att den förblir konstant under en lång tidsperiod. Det finns både biotiska och abiotiska processer som kan förbruka syre i förvarsmiljön.