



DokumentID
1434717

Sida
1(11)
Datum
2014-07-03

Handläggare
David Luterkort
Patrik Sellin

Ärende

Er referens
SSM2011-2426-184
Kvalitetssäkrad av
Allan Hedin
Helene Åhsberg
Godkänd av
Martin Sjölund
Kommentar
Granskning, SKBdoc 1387259

Ert datum
2014-03-19
Kvalitetssäkrad datum
2014-07-03
Godkänd datum
2014-07-03

Strålsäkerhetsmyndigheten
Att: Ansi Gerhardsson
171 16 Stockholm

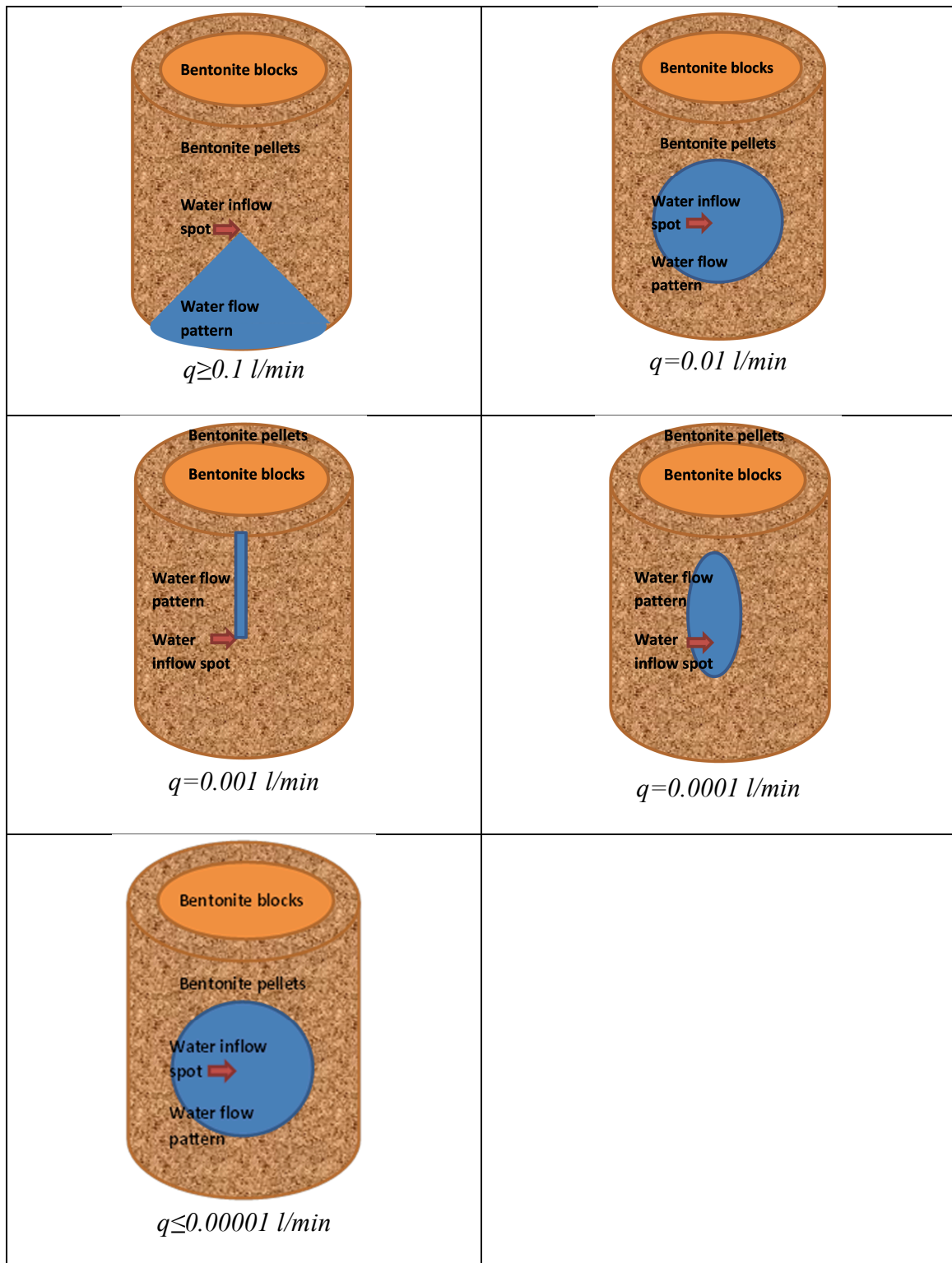
Svar till SSM på begäran om komplettering rörande konstruktionsförutsättning ”inflöde till deponeringshål mindre än 150 kubikmeter”

Strålsäkerhetsmyndigheten, SSM, har i sin skrivelse till Svensk Kärnbränslehantering AB, SKB, daterad 2014-03-19 begärt ytterligare fördjupad information om SKB:s planerade hantering av konstruktionsförutsättningen som föreskriver att inflöden till deponeringshålen under buffertens återmättnadsfas ska vara mindre än 150 m³. SKB har i ett tidigare svar givit information i denna fråga (SKBdoc 1372560). SSM har utifrån dessa svar identifierat några mer utmärkande frågor och SSM önskar specifikt svar på.

1. SKB bedömer förutsättningarna för att kunna definiera en undre gräns för flöden (eller andra relevanta parametrar) som orsakar erosion utifrån erfarenheterna från det utvecklingsprojekt som nämndes i den tidigare kompletteringen.

SKB:s svar

Idag finns ett tillräckligt bra underlag för att bedöma det lägsta inflöde som kan orsaka kanalbildning. Underlaget kommer att presenteras i slutrapporteringen från projektet *Effekter av vatteninflöde och tidig vattenupptagning, EVA*, men den väsentligaste informationen finns redan i ett av de underlag som SKB ingav till SSM i december 2013 (SKBdoc 1415878). Syftet med detta dokument var att bedöma sannolikhet för och konsekvenser av ojämn bevätning. Vattenupptag i pelletsspalten har stor inverkan på vattenmättnadsprocessen. I avsnitt 2.4 i SKBdoc 1415878 presenterades vattenupptag i spalten för olika punktinflöden till deponeringshålen. Dessa sammanfattas i figur 1.



Figur 1. Enkel konceptuell modell av fördelningen av vattenflödet in till pelletsen i spalten i deponeringshålen (SKBdoc 1415878). De blå områdena illustrerar fördelningen av det inflödande vattnet. De absoluta gränserna mellan de olika mönstren är inte klara, men en gradvis övergång förväntas.

Figur 1 visar att vid relativt höga inflöden (>0,1 l/min) kan pelletsfyllningen inte täta och gravitationen driver vattnet mot botten på deponeringshålet. Pelletsfyllningen vattenmätas vid detta inflöde på liknande sätt som sand, en tydlig vattenmättnadsfront som rör sig uppåt formas. Till skillnad mot sand bildas dock en vertikal kanal där huvuddelen av vattnet flödar ut ur pelletsfyllningen. Vid inflöden runt 0,001 l/min tätar pelletsfyllningen

däremot närmast inflödespunkten, men flödet är för stort för att tätningen skall vara effektiv och ett tydligt kanalbildningsfenomen kan observeras. Vid ett inflöde på 10^{-5} l/min fördelas däremot inflödet helt jämnt i pelletfyllningen och slutsatsen är att diffusion är den dominerande processen. Baserat på figur 1 går det att konstatera att kanalbildning inte kommer att förekomma för inflöden under 10^{-5} l/min och att gränsen ligger någonstans i intervallet 10^{-5} - 10^{-4} l/min. För inflöden högre än 10^{-4} l/min går det inte att utesluta kanalbildning (SKBdoc 1415878). Ett pessimistiskt gränsvärde är därför 10^{-5} l/min.

2. SKB redogör för hur den nuvarande eller en vidareutvecklad konstruktionsförutsättning är tänkt att kunna verifieras med mätningar under driftsfasen så att kanalbildning med erosion inte uppnår en omfattning som leder till att säkerhetsanalysens krav på buffertdensitet åsidosätts.

SKB:s svar

SKB har för fullskaleförsöken i Äspölaboratoriet utvecklat metoder för att mäta vatteninflöde till deponeringshål och deponeringstunnlar.

I Forsmark et al. (2001) redovisas metoder som användes för att bestämma inflöde av vatten till deponeringshålen i Prototypförvaret. Mätosäkerheten för inflödesmätningarna uppskattades till mellan +/- 0,004 och +/- 0,00009 l/min beroende på mätmetod och mätperiodens längd. Mätprincipen var att mäta förändringen för vattenytans nivå i deponeringshålen och räkna fram ett inflöde. Följande mätosäkerheter identifierades:

- Osäkerhet i deponeringshålens radie
- Osäkerhet i tidperiod för mätningen
- Osäkerhet för bestämning av nivån för vattenytan
- Osäkerhet i läckage från tunnelgolvet

Den största osäkerheten var bestämningen av nivån för vattenytan. Dessa osäkerheter kan kontrolleras. För att uppnå en låg mätosäkerhet vid låga inflöden krävs dock en lång mätperiod.

Inflödet till tunnlar har bland annat uppmäts för Prototypförvaret (Forsmark et al. 2001) och för Backfill and Plug Test (Stenmark och Gunnarsson 1998). För Backfill and Plug Test användes två olika mätprinciper för sektioner (en salvlängd) med högt och lågt inflöde. För dessa inflödestester definierades sektioner med höga inflöden som $> 0,01$ l/min. För sektioner med höga inflöden pumpades vattnet till ett kärl där volymen bestämdes. Sektionerna avgränsades med fördämningar i betong där detta behövdes och tunneln stängdes av för att undvika transport av vatten via luften. För sektioner med låga inflöden samlades vattnet upp direkt från tunnelgolvet en gång per dygn och volymen bestämdes. I de torraste sektionerna uppmättes ett inflöde på 0,0005 l/min och detta var stabilt under mättiden som var en dryg månad. Ingen uppskattning av mätosäkerheten gjordes men på samma sätt som för bestämningen av inflöde till deponeringshålen så kan osäkerheterna kontrolleras. I Forsmark är det av intresse att mäta inflödet noggrant för de torraste tunnlar. Detta kan t ex göras genom att samla allt vatten från tunneln i ett kärnbränslehål med känd geometri och mäta vattennivån över tiden. Detta ger då motsvarande mätosäkerhet som för deponeringshålen eller bättre. På samma sätt som för deponeringshålen så krävs en lång mätperiod för att uppnå en låg mätosäkerhet.

För att mäta de låga inflöden som krävs för att undvika deponeringshål med risk för erosion på mer än 35 kg buffertmaterial så krävs omfattande praktiska arrangemang i slutförvarsanläggningen. Gränsen har valts eftersom en andel om 10 % inflöde till ett deponeringshål av det totala tunnelinflödet innebär en massförlust om cirka 35 kg, vilket ger marginal till kravet om 100 kg (SKBdoc 1371890). Relativt långa mättider kommer också att krävas för de mycket låga inflöden som behöver bestämmas för aktuella tunnlar och deponeringshål. Hur representativa de uppmätta inflödena är för buffertens och återfyllningens bevätningsperiod behöver dessutom hanteras, se vidare svar på fråga c nedan. Som konstateras i SKB:s svar på frågorna 3 och 4 nedan så har dessa inflödeskrav (inflöde till deponeringshål mindre än 150 kubikmeter) också mycket marginell inverkan på förvarets säkerhet efter förslutning. SKB bedömer därmed att denna konstruktionsförutsättning inte kommer att resultera i ett rimligt acceptanskriterium och att konsekvenser av kanalbildning och erosion blir acceptabla utan denna konstruktionsförutsättning vilket redovisas i svaret på frågorna 3 och 4. SKB avser att frångå denna konstruktionsförutsättning.

3. SKB bör belysa effekterna av den planerade hanteringen av konstruktionsförutsättningen som syftar till att begränsa kanalbildning med erosion på utnyttjandegraden av potentiella deponeringshålpositioner.

SKB:s svar

Enligt den beräkning av kanalbildning/erosion som redovisades i det svar som lämnades till SSM (SKBdoc 1371890) var det totalt 68 deponeringshål där konstruktionsförutsättningen med avseende på andel av tunnelinflöde till deponeringshål inte var uppfylld. Av dessa var det 14 deponeringshål där inflödet överskrider konstruktionsförutsättningen med avseende på inflöde till ett enskilt deponeringshål (0,1 l/min). I beräkningen av inflöden som ligger till grund för detta (Joyce et al. 2013) är det totalt 20 deponeringshål som överskrider 0,1 l/min. Av dessa är det 14 som också överskrider konstruktionsförutsättningen med avseende på andel. Att utesluta deponeringshål baserat på konstruktionsförutsättningen med avseende på andel av tunnelinflöde till deponeringshål är praktiskt utmanande. Även om det är möjligt att mäta låga inflöden till deponeringshål och deponeringstunnlar med tillräcklig noggrannhet så kommer det att medföra praktiska svårigheter. Under alla förutsättningar kommer inte konstruktionsförutsättningen som syftar till att begränsa kanalbildning med erosion att ha någon stor betydelse för nyttjandegraden av potentiella deponeringshålpositioner. Även om alla positioner skulle kunna undvikas så rör det sig inte om fler än ~1% av det totala antalet.

4. SKB redogör för konsekvenserna av kanalbildning med erosion i fallet att det inte kan uteslutas ske i de valda deponeringshålen.

SKB:s svar

Det kommer att medföra praktiska svårigheter att helt undvika kanalbildning med åtföljande erosion på >35 kg. Detta gäller dock endast ett fåtal kapselpositioner i ett förvar i Forsmark. Utgående från att deponeringshål med inflöden på >0,1 l/min kan exkluderas och att ingen kanalbildning och därmed ingen massförlust förekommer för inflöden <10⁻⁵ l/min kan antalet reduceras ytterligare. Förutom detta går det att tillgodoräkna sig flöde

genom bergmatrisen. När detta flöde tillgodoräknas minskas den tillgängliga volymen i återfyllnaden och bufferten vilket resulterar i att en mindre volym vatten flödar genom kanaler och att erosionen minskar. I SKBdoc 1385067 (Svar till SSM på begäran om komplettering rörande lång återmättnadsfas) visades att det tar ~2000 år för bufferten att mättas i ett deponeringshål utan sprickor om bergmatriskonduktiviteten är 10^{-13} m/s. I de fall där den beräknade tiden för att fylla tunneln genom sprickor är >2000 år kan man anta att vattenflöde genom matrisen kommer att dominera jämfört med lokaliserat flöde i en spricka och att förutsättningarna för kanalbildning och därmed massförlust kommer att försvinna. Detta gäller under förutsättningen att bergmatriskonduktiviteten är 10^{-13} m/s eller högre i Forsmark. Mätningar av matriskonduktivitet visar att dessa ligger i storleksordningen $KM = 4 \cdot 10^{-14} - 5 \cdot 10^{-12}$ m/s (Vilks 2007). Konsekvenserna av detta illustreras i tabell 1.

Tabell 1. Erosionen i de deponeringshål (N=68) där det beräknade inflödet till ett enskilt deponeringshål överstiger 10 % av det totala beräknade inflödet till tunneln enligt SKBdoc 1371890. Tabellen visar även det största inflödet från en enskild spricka till deponeringshål, totalt inflöde till tunneln, tid för att fylla tunneln samt Qeq kring dessa deponeringshål i en simulering av vattenflödet efter förslutning och återmättnad. Röd markering visar deponeringshål som uteslutits på grund av att inflödet till deponeringshålet är högre än 0,1 l/min. Grön markering visar deponeringshål där ingen kanalbildning bedöms förekomma eftersom inflödet är lägre än 10^{-5} l/min. Gul markering visar deponeringshål där ingen kanalbildning bedöms förekomma eftersom tiden att fylla tunneln med grundvatten är >2000 år och därmed kommer matrisflödet kommer att dominera. De beräknade massförlusterna i de "gula" och "gröna" fallen gäller för förutsättningarna i SKBdoc 1371890, dvs ingen hänsyn har tagits till låga inflöden eller matrisflöden.

Tunnel ID	Hål ID	Inflöde till hål (l/min)	Totalt inflöde till tunnel (l/min)	Tid för att fylla tunnel (y)	Massförlust (kg)	Andel av tunnelflöde till enskild spricka i hål (%)	Qeq (m ³ /yr)
68	2076	7,77E-04	7,91E-04	3003	170,45	98,14%	1,12E-05
13	411	1,58E+00	1,89E+00	1,26	146,83	83,77%	4,53E-04
201	6682	6,33E-05	8,18E-05	29056	138,55	77,37%	2,23E-04
18	527	6,33E-03	1,40E-02	169	119,43	45,04%	1,39E-04
32	941	6,21E-06	1,24E-05	191518	104,40	50,06%	1,53E-05
11	366	1,51E-04	3,32E-04	7153	98,25	45,60%	1,58E-04
198	6571	7,81E-03	1,93E-02	123	96,77	40,49%	1,65E-05
20	603	2,74E-03	6,69E-03	355	94,77	41,01%	9,55E-05
27	802	2,72E-02	7,37E-02	32	94,66	36,88%	4,04E-04
146	4739	2,87E-02	7,20E-02	33	94,24	39,85%	5,30E-05
80	2471	9,48E-04	2,44E-03	976	88,67	38,94%	8,20E-05
194	6425	3,78E-05	1,47E-04	16122	86,41	25,65%	3,88E-06
193	6392	5,55E-05	2,37E-04	10019	85,78	23,41%	0,00E+00
145	4706	8,36E-03	2,92E-02	81	85,72	28,66%	5,49E-05
31	905	3,08E-02	8,65E-02	27	83,65	35,60%	2,20E-04
144	4673	8,44E-03	2,41E-02	98	82,68	34,96%	5,81E-05
170	5574	4,65E+00	2,07E+01	0,11	80,21	22,43%	1,66E-02
2	22	1,02E-02	3,25E-02	73	77,20	31,47%	3,79E-05
76	2353	1,39E-04	5,82E-04	4080	76,99	23,92%	3,56E-06
32	942	3,85E-06	1,24E-05	191518	76,46	31,01%	2,16E-05
18	528	4,28E-03	1,40E-02	169	76,22	30,44%	9,84E-05
11	367	1,00E-04	3,32E-04	7152	75,20	30,22%	2,67E-04
109	3569	3,50E-01	1,23E+00	1,93	72,34	28,43%	1,03E-03
193	6395	6,68E-05	2,37E-04	10019	71,80	28,14%	0,00E+00

168	5512	4,72E+00	1,68E+01	0,14	71,62	28,04%	1,26E-02
79	2443	4,62E-02	4,10E-01	5,79	70,99	11,26%	2,54E-04
200	6660	2,64E-02	9,81E-02	24	69,77	26,93%	2,60E-05
20	605	1,61E-03	6,69E-03	355	69,25	24,01%	1,17E-05
9	284	1,11E-02	5,11E-02	47	69,00	21,79%	1,51E-05
164	5397	4,06E+00	2,16E+01	0,11	66,20	18,81%	2,00E-02
198	6587	3,55E-03	1,93E-02	123	65,94	18,40%	1,00E-05
206	6875	4,07E+00	1,75E+01	0,14	63,40	23,21%	1,13E-03
36	1057	3,28E-03	1,42E-02	167	63,20	23,13%	5,16E-05
62	1868	1,18E+00	5,27E+00	0,45	62,15	22,37%	1,80E-03
198	6570	4,25E-03	1,93E-02	123	61,29	22,06%	2,47E-05
77	2382	7,74E-02	3,55E-01	6,70	60,83	21,81%	4,59E-04
175	5761	1,80E-01	8,54E-01	2,78	59,46	21,06%	1,90E-04
49	1498	7,77E-02	3,80E-01	6,26	58,92	20,46%	3,05E-05
145	4705	3,41E-03	2,92E-02	81	52,68	11,69%	5,50E-05
16	474	1,88E-03	1,09E-02	219	52,29	17,28%	8,98E-05
42	1247	1,12E+00	6,76E+00	0,35	51,19	16,58%	1,65E-03
166	5455	4,23E+00	2,62E+01	0,09	50,20	16,12%	2,95E-02
111	3643	1,04E-01	6,57E-01	3,62	50,10	15,76%	3,43E-04
52	1591	4,88E-02	7,63E-01	3,12	47,77	6,40%	1,04E-04
146	4738	8,09E-03	7,20E-02	33	45,41	11,24%	4,25E-05
32	943	1,68E-06	1,24E-05	191518	44,67	13,56%	5,71E-05
144	4672	3,00E-03	2,41E-02	98	42,20	12,43%	4,58E-05
193	6397	2,50E-05	2,37E-04	10019	41,89	10,56%	2,84E-06
110	3581	2,39E-02	2,08E-01	11	41,86	11,45%	1,84E-04
81	2503	5,09E-02	4,20E-01	5,65	41,48	12,10%	2,49E-04
1	2	8,04E-03	6,68E-02	36	41,33	12,03%	2,22E-05
74	2281	1,07E-04	8,96E-04	2653	41,01	11,89%	2,91E-06
37	1075	2,41E-03	2,06E-02	115	41,00	11,72%	8,75E-05
143	4643	5,09E-03	6,18E-02	38	40,81	8,24%	5,83E-05
200	6669	1,15E-02	9,81E-02	24	40,55	11,68%	9,29E-06
9	285	5,82E-03	5,11E-02	47	39,90	11,40%	0,00E+00
171	5631	9,93E-02	8,81E-01	2,70	39,60	11,27%	2,70E-04
44	1312	8,36E-01	7,47E+00	0,32	39,40	11,18%	1,45E-03
82	2534	6,98E-03	6,33E-02	38	39,05	11,03%	0,00E+00
33	975	5,11E-03	4,72E-02	50	38,59	10,83%	3,21E-05
67	2043	9,52E+00	8,82E+01	0,03	38,51	10,79%	4,17E-03
200	6658	1,05E-02	9,81E-02	24	38,40	10,74%	3,58E-05
65	1978	3,80E-01	3,60E+00	0,66	38,03	10,55%	3,74E-04
175	5759	9,01E-02	8,54E-01	2,78	37,95	10,55%	2,45E-04
171	5630	9,00E-02	8,81E-01	2,70	37,28	10,21%	2,55E-04
198	6569	1,98E-03	1,93E-02	123	37,23	10,25%	1,72E-05
193	6394	2,40E-05	2,37E-04	10019	36,93	10,12%	1,30E-07
193	6393	2,38E-05	2,37E-04	10019	36,77	10,05%	2,54E-06

Det blir dock fortfarande några få (1 deponeringshål om bergmatriskonduktiviteten är 10^{-13} m/s eller högre) deponeringshål där massförlusten kommer att vara större än 100 kg (och

cirka 40 deponeringshål där massförlusten är större än 35 kg). I det förra svaret som lämnades till SSM (SKBdoc 1371890) konstaterades det dock att massförlusten i dessa hål är långt under gränsen där advektion kommer att dominera över diffusion och att det ekvivalenta flödet i samtliga dessa hål ligger <0,5 l/år vilket medför att dessa hål bedöms inte utsättas för omfattande kemisk erosion i senare skeden. Slutsatsen är därför att kanalbildning med efterföljande erosion inte kommer att ha någon betydelse för förvarets funktion, eftersom processen bara kommer att förekomma i relativt torra hål i mycket torra deponeringstunnlar. I övrigt kan nämnas att SKB i säkerhetsanalysen SR-Site analyserat de radiologiska konsekvenserna av att advektiva förhållanden råder initialt i samtliga deponeringshål och visat att dessa konsekvenser endast skiljer sig måttligt från fall där buffertmassa förloras genom kemisk erosion efter vattenmättnad, se t ex figur 13-40 i SKB (2011). Fallet med initial advektion överskattar naturligtvis mycket grovt omfattningen av kanalbildning i tidiga skeden, och ger ändå endast en måttlig påverkan på det beräknade antalet skadade kapslar under en miljon år och på den radiologiska risken.

SSM:s synpunkter på SKB:s tidigare komplettering, SSM 2011-2426-112, i frågan

SSM har följande synpunkter på SKB:s tidigare komplettering som SSM önskar att SKB beaktar i svaret till denna begäran om komplettering:

a) SKB avser att injektera deponeringstunnlarna för att begränsa inflödena för att kunna uppfylla konstruktionsförutsättningen för installation av återfyllnaden (SKB TR-10-18 avsnitt 4.6.2 och tabell 2-3). Kan detta leda till att inflödena till deponeringstunnlarna blir så små att angreppssättet med att mäta inflöden till deponeringshål inte är gångbar för en betydande andel av deponeringstunnlarna? Hur stor andel av deponeringstunnlarna bedömer SKB kommer att ha så pass låga flöden även utan injektering?

SKB:s svar

Injekteringen kommer att göras selektivt för att minska inflödet från deformationszoner och vattenförande sprickor där vatteninflödet riskerar att överstiga de inflöden som kan hanteras under återfyllningen av deponeringstunnlarna, se SKB:s svar 1 b (SKBdoc 1372560). I TR-10-18 definieras acceptabelt vatteninflöde per deponeringstunnel till 5 l/min för en hel deponeringstunnel. Injekteringen kommer därmed att inriktas på att reducera i sammanhanget mycket höga inflöden. Erfarenheter från Äspö visar att även vid mycket framgångsrik för-injektering av strukturer som ger inflöden i denna storleksordning så kvarstår ett vatteninflöde som i detta sammanhang är högt, se till exempel Funehag och Emmelin (2011). Ingen injektering planeras för de tunnlar där inflödena bedöms som låga. Eftersom tunnlar med mycket små inflöden inte kommer att injekteras bedöms därmed sannolikheten för att injektering ytterligare minskar inflödet till tunnlar med låga inflöden som mycket låg.

SKB har i dagsläget inte identifierat någon undre gräns för vattenflöden som kan mätas i deponeringstunnlar. I svaret på fråga 2 ovan diskuteras hur låga inflöden som är möjliga att mäta och det konstateras att det är möjligt att mäta mycket små inflöden med hög noggrannhet men att detta medför omfattande praktiska arrangemang och långa mättider. SKB bedömer därmed att denna konstruktionsförutsättning inte kommer att resultera i ett rimligt acceptanskriterium och att konsekvenser av kanalbildning och erosion blir

acceptabla vilket redovisas i svaret på frågorna 3 och 4. Som konstateras i svaret på fråga 2 så avser SKB att frånga denna konstruktionsförutsättning.

b) SKB verkar i resonemanget kring andelar av inflöden till deponeringstunnlar och enskilda deponeringshål utgå ifrån att detta förhållande är konstant i tiden. Det skulle dock kunna vara tänkbart att partiell återmättnad av återfyllnaden begränsar inflödet till deponeringstunneln. Samtidigt skulle kanalbildningen i deponeringshålet kunna leda till att detta inflöde inte minskar i samma omfattning. En jämförelse av olika inflöden skulle därmed bli mer komplex och behöva innefatta återmättnadsförloppet för återfyllnaden och bufferten. Anser SKB att en sådan situation kan vara betydelsefull? Svaret bör motiveras.

SKB:s svar

I den illustration av förutsättningarna för kanalbildning och erosion som gavs i svaret till SSM (SKBdoc 1371890) förutsattes att hela förvaret var öppet och att flödesmönstret var konstant i tiden. Detta är inte en korrekt bild av verkligheten eftersom tunnlar och deponeringshål kommer att konstrueras och fyllas kontinuerligt under förvarets drifttid. Detta innebär att det verkliga flödesmönstret inte kan representeras på det sätt som görs i Joyce et al. (2013). Det relativa inflödet till deponeringshålen jämfört med tunnlar kan bli högre eller lägre än det som presenteras i Joyce et al. (2013). Det går heller inte att utesluta att det skulle kunna finnas en kombination där det finns ett inflöde till ett enskilt deponeringshål i en tunnel i storleksordningen 10^{-3} l/min, medan det totala inflödet till resten av tunneln är fördelat på ett antal punkter, varav en del har lägre inflöden. För ett inflöde av 10^{-3} l/min är förutsättningarna för kanalbildning som störst (figur 1), medan det är möjligt att inflöden under 10^{-4} l/min inte ger någon kanalbildning alls. Denna situation skulle potentiellt kunna öka det relativa inflödet till deponeringshålet. Studierna som ligger till grund för figur 1 (t ex Sandén och Börgesson 2010) visar dock att det generellt inte byggs upp några svälltryck ens vid relativt låga inflöden och det är därför inte troligt att en pelletfyllning skulle självtäta så länge som gradienten för vattentrycket (vattentryck i sprickan – trycket i fyllningen, initialt atmosfärstryck) är högre än pelletfyllningens svälltryck.

Sammanfattningsvis kan konstateras att den illustration av förutsättningarna för kanalbildning och erosion som gavs i svaret till SSM (SKBdoc 1371890) inte är rättvisande. SKB delar SSM:s uppfattning att jämförelsen av olika inflöden är mer komplex. Relativa inflöden mellan deponeringstunnlar och deponeringshål kan förändras både till mer gynnsamma och mer ogynnsamma förhållanden och de värden som redovisas i tabell 1 bygger på en enstaka realisering av fördelningen av flöden. Det finns dock ingenting som tyder på att omfattningen av massförlusten orsakad av piping och erosion väsentligt skulle skilja sig från det som har redovisats.

c) Vilka effekter bedömer SKB att förändrade flödesmönster under återmättnadstiden kan ha på möjligheten att verifiera konstruktionsförutsättningen genom mätningar innan deponeringen?

SKB:s svar

Som redan konstaterats i svaret på fråga 3 ovan så kommer det att medföra praktiska svårigheter att utesluta deponeringshål baserat på konstruktionsförutsättningen med avseende på andel av tunnelinflöde till deponeringshål. Som konstateras i svaret på fråga 4 så ger konstruktionsförutsättning också mycket marginell inverkan på den långsiktiga säkerheten. Möjligheten att verifiera konstruktionsförutsättningen med avseende på inflöde till enskilt deponeringshål (0,1 l/min) påverkas dock inte av förändrade flödesmönster.

Som beskrivs under svaret på b ovan kommer tunnlar och deponeringshål att konstrueras och fyllas kontinuerligt under förvarets drifttid. Detta innebär att flödesmönstret kommer att förändras under återmättnadstiden.

Hur representativt ett uppmätt inflöde är för vattenmättnadsperioden kommer att beskrivas baserat på den kunskap om bergets hydrogeologiska egenskaper som fås ur detaljundersökningarna av berget i Forsmark. En säkerhetsfaktor till inflödeskravet på 01 l/min kommer förmodligen behövas för att garantera att det genomsnittliga vatteninflödet till ett deponeringshål är <0,1 l/min under återmättnadstiden.

SKB:s avslutande kommentar

För att mäta de låga inflöden som motsvarar ett totalt inflöde till deponeringshålen under buffertens återmättnadsfas mindre än 150 m³ krävs omfattande praktiska arrangemang i slutförvarsanläggningen. Relativt långa mättider kommer också att krävas för de mycket låga inflöden som behöver bestämmas för aktuella tunnlar och deponeringshål. Hur representativa de uppmätta inflödena är för buffertens och återfyllningens bevättningsperiod behöver dessutom hanteras. Som konstateras under SKB:s svar på frågorna 3 och 4 så har dessa inflödeskrav också mycket marginell inverkan på förvarets säkerhet efter förslutning. SKB bedömer därmed att denna konstruktionsförutsättning inte kommer att resultera i ett rimligt acceptanskriterium och att konsekvenser av kanalbildning och erosion blir acceptabla om inflödet till ett deponeringshål <0,1 l/min. SKB avser att frångå konstruktionsförutsättningen att inflöden till deponeringshålen under buffertens återmättnadsfas ska vara mindre än 150 m³.

Med vänlig hälsning

Svensk Kärnbränslehantering AB
Avdelning Kärnbränsle

Helene Åhsberg
Projektledare Tillståndsprövning

Referenser

Referenser och dokument i ansökan

Sandén T, Börgesson L, 2010. Early effects of water inflow into a deposition hole. Laboratory tests results. SKB R-10-70, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2010. Design, construction and initial state of the underground openings. SKB TR-10-18, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKB, 2011. Long-term safety for the final repository for spent nuclear fuel at Forsmark. Main report of the SR-Site project. SKB TR-11-01, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Vilks P, 2007. Forsmark site investigation. Rock matrix permeability measurements on core samples from borehole KFM01D. SKB P-07-162, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Övriga referenser

Forsmark T, Rhén I, Andersson C, 2001. Äspö Hard Rock Laboratory. Prototype repository. Hydrogeology – Deposition- and lead-through boreholes: Inflow measurements, hydraulic responses and hydraulic tests. SKB IPR-00-33, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Funehag J, Emmelin A, 2011. Injekteringen av TASS-tunneln. Design, genomförande och resultat från förinjekteringen. SKB R-10-39, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Joyce S, Swan D, Hartley L, 2013. Calculation of open repository inflows for Forsmark. SKB R-13-21, Svensk Kärnbränslehantering AB.

Opublicerade dokument

Stenmark L, Gunnarsson D, 1998. Äspö Hard Rock Laboratory. Characterisation of the ZEDEX drift in advance of the backfill and plug test SKB HRL-98-10, Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1371890 ver 2.0. Svar till SSM på begäran om komplettering rörande buffert och återfyllning under driften av slutförvarsanläggningen. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1372560 ver 1.0. Svar till SSM på begäran om komplettering rörande kritiska faktorer för val av deponeringspositioner. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1385067 ver 3.0. Svar till SSM på begäran om komplettering rörande lång återmättnadsfas. Svensk Kärnbränslehantering AB.

SKBdoc 1415878 ver 1.0. 3.2 Analysis of risks and consequences of uneven wetting in a dry deposition hole. Svensk Kärnbränslehantering AB.