

Yttrande över SKB:s ansökan om KBS-3 metoden för kärnavfallslagring

Mål nr 1333-11

Vid Mark- och miljödomstolen vid Nacka tingsrätt, Box 1104, 131 26 Nacka Strand

NACKA TINGSRÄTT
Avdelning 4

INKOM: 2017-02-13
MÅLNR: M 1333-11
AKTBIL: 473

Från:

Gilbert Ossbahr

Föreningsgatan 49

582 30 Linköping

Gilbert Ossbahr är tekn. dr. med mångårig verksamhet som universitetslektor inom industriell produktionsteknik.

SAMMANFATTNING

Man kan förutse att människans påverkan av berggrunden kommer att skada det planerade kärnavfallslagret KBS-3 långt innan dess radioaktivitet har avklingat. Det leder till allvarliga radioaktiva utsläpp i den mänskliga miljön. Skadorna orsakas av borrhål för bergvärme och geovärme, tunnelförläggningar för högspänningskablar och tillämpningar av kemiska metoder inom gruvnäringen. Konsekvenserna förvärras om stadsbebyggelse utvecklas i avfallslagrets närhet.

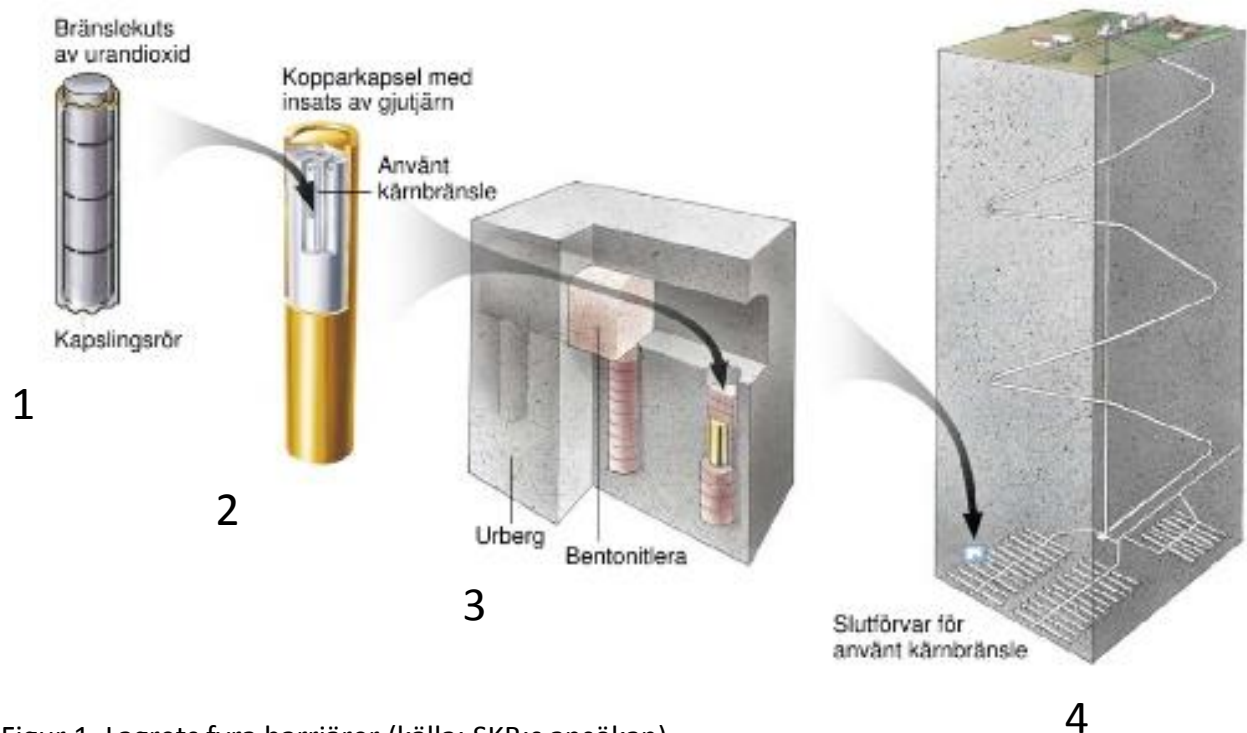
Bergborrningstekniken och relaterade teknikområden utvecklas nu kraftigt och leder till betydligt snabbare och framförallt billigare metoder för byggnation av berganläggningar. Detta öppnar också för en rad nya applikationer vars detaljer vi nu bara kan spekulera om. En av dessa gäller lagring av koldioxid i mycket stora volymer från bränslebaserade kraftverk. En annan gäller korttidslagring av elektricitet i system med bergrum och pumpkraftverk. En tredje är underjordiska processanläggningar för kemikalier och avloppsvatten.

Med stor säkerhet kommer människans egenskaper i form av bl a obetänksamhet och girighet att bestå. Det finns inga möjligheter att tvinga människor i framtiden att ta del av våra insikter om de faror, som är förenade med de radioaktiva materialen i ett kärnavfallslager. Än mindre kan vi tvinga dem att avstå från handlingar som vi vet är farliga. Därför går det inte att förhindra farliga bergverksamheter i närheten av det planerade lagret, särskilt inte när ekonomiska drivkrafter för dessa verksamheter finns.

Frågan om människans inverkan på lagret har varit på tal under hela den långa tid som forskningsarbetet på KBS-3 har pågått. Men forskningen vid SKB verkar inte ha gjorts för att identifiera de mest allvarliga situationerna. Tvärtom utgår exemplen på mänskliga handlingar, som tas upp i SKB:s ansökan, som harmlösa och nedtonande. Lagrets utformning verkar heller inte ha påverkats av diskussionerna vid de seminarier och möten, som SKB, i sin ansökan, omnämner att de haft i frågan. Konstruktionen framstår som, i allt väsentlig, oförändrad sedan konceptet först presenterades 1983. Den har heller inte, till synes, påverkats av den etiska huvudprincip, som Regeringens rådgivande organ, KASAM, har uttryckt [1]. Denna princip innebär att "ett slutförvar bör utformas så att det dels gör kontroll och åtgärder onödiga, dels inte omöjliggör kontroll och åtgärder" [1]. Möjligheten att återta avfallet när KBS-3 lagret börjat läcka, verkar inte vara genomförbar. Detta är annars är den nödutgång, som behövs i sådana situationer.

Föremålet för detta yttrande

Yttrandet gäller SR-site, som SKB ansöker om godkännande för. I sammanfattning gäller ansökan den berganläggning som illustreras i figurerna 1 och 2.



Figur 1. Lagrets fyra barriärer (källa: SKB:s ansökan).

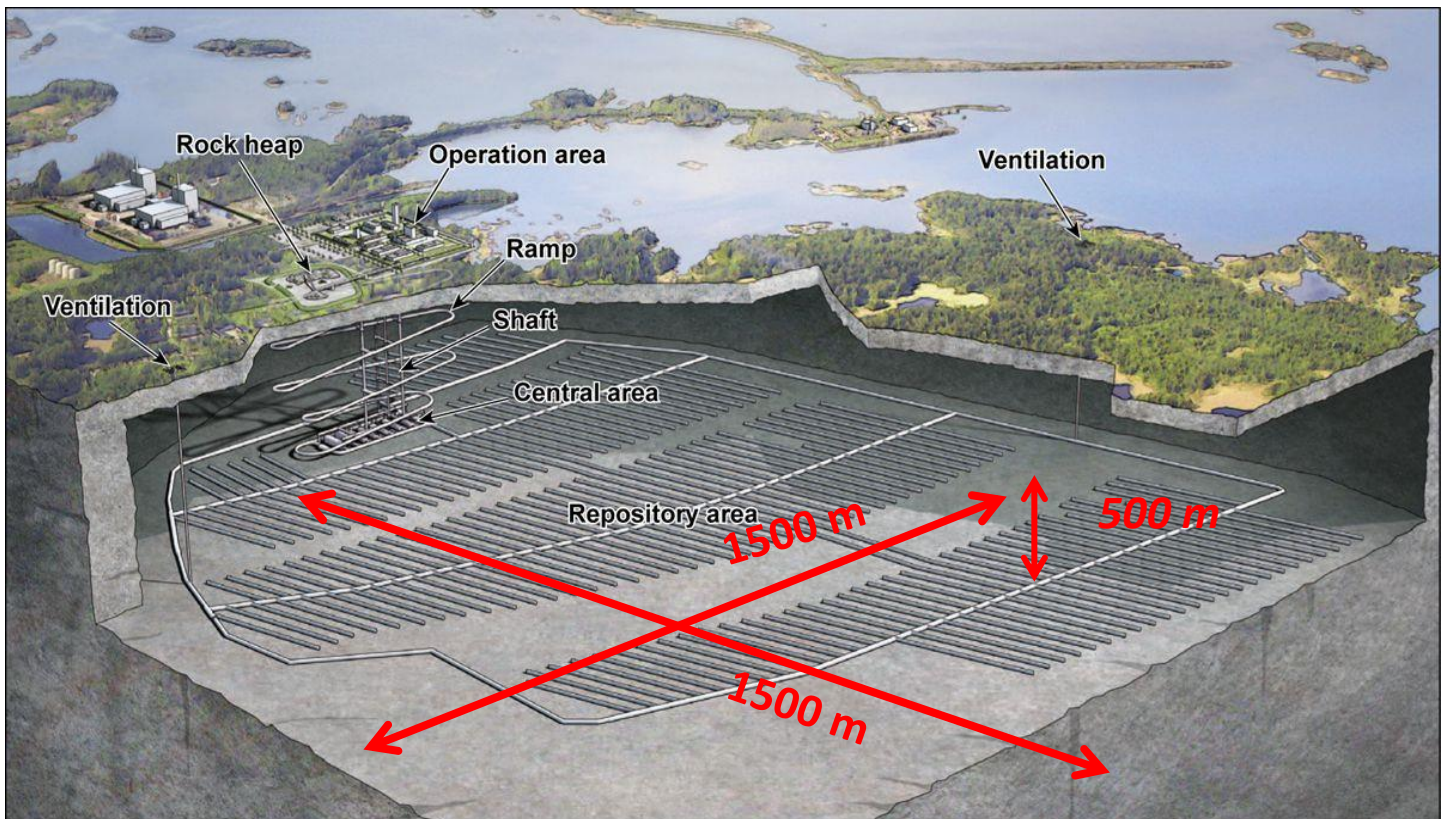
Avfallet lagras i kopparkapslar. Dessa placeras i tunnlar 500 meter ned i berget. Kapslarna bäddas in i lera.

Metodens säkerhet baseras på fyra barriärer, figur 1:

1. Avfallet självt, som är svårlösligt i rent, salthaltigt, vatten
2. Kopparkapslarna, som nästan inte korroderar i rent, salthaltigt, vatten.
3. Leran, som försvårar för vatten att strömma fritt vid kopparkapslarna
4. Berget, som försvårar för vatten vid lagret att nå markytan

Företaget SKB, som utvecklat KBS-3, hävdar att metoden är säker i minst 100 000 år.

Platsen, som valts ut för lagret ligger vid norra Upplandskusten, nära Forsmark. Anläggningen ska bli nästan osynlig i den nästan obefolkade skärgårdsmiljön.



Figur 2. Lagrets placering (källa: SKB:s ansökan).

12 000 ton högaktiv kärnavfall ska ligga i 6 000 kopparkapslar. Djup: 500 m, Yta: ca 2 km² (källa SKB).

Inriktningen av granskningen

Den aspekt på kärnavfallsproblematiken, som här tas upp gäller människans oavsiktliga inverkan på kärnavfallslagret KBS-3. Medvetet utelämnas många andra viktiga aspekter på KBS-3, som bl a gäller avsiktliga intrång, kärnvapenspridning, krigssituationer, sabotage, istider, berg rörelser, och de många, till synes, små men viktiga detaljerna kring bentonitlerans beständighet, koppars inerthet och de naturliga vattenrörelserna på stora djup. En del av dessa andra aspekter tas upp av andra kritiker av KBS-3 konceptet.

Metoden för denna granskning

Det är givetvis inte möjligt att, med någon grad av trovärdighet, göra förutsägelser om mänskliga verksamheter i perspektiv av 100 000 år. Därför lyfts i stället några mer begränsade scenarier fram, som har betydligt kortare tidshorisont. De är särskilt sådana som tekniskt är möjliga, har ekonomiska drivkrafter och ligger i tiden redan nu. Om något av dessa scenarier visar sig skada KBS-3 lagret i dessa mer närliggande perspektiv blir ju konsekvenserna desto värre i långtidsperspektiv.

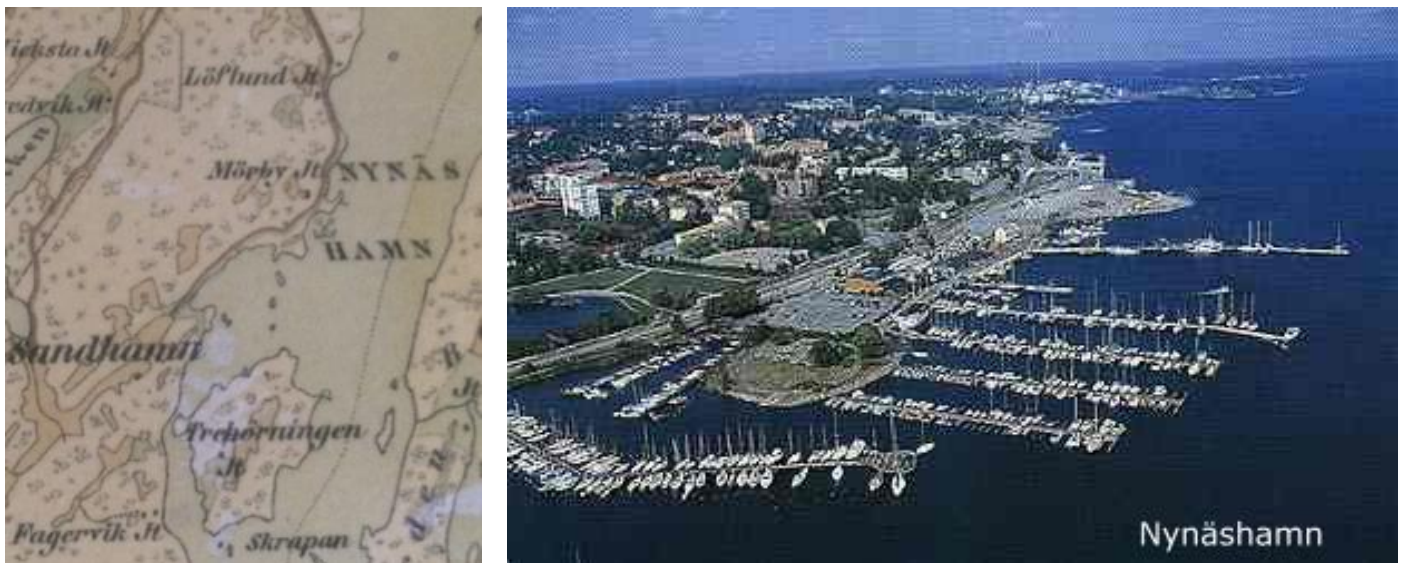
De scenarier som här valts ut för belysning är:

1. Stadsbebyggelse ovanför lagret
2. Bergvärme och geovärme i stadsbebyggelse.
3. Djupa tunnlar för högspänningskablar.
4. Mineralutvinning med nya metoder.
- 5 Berglager för koldioxid.
6. Korttidslagring av elektricitet
7. Underjordiska anläggningar

Vart och ett av dessa scenarier beskrivs med avseende på konsekvenserna för KBS-3 lagret varvid slutsatser om dess duglighet kan dras. Jämförelse görs också med de exempel på scenarier för mänskliga handlingar, som tas upp i SKB:s ansökan.

Scenario 1: Stadsbebyggelse ovanför lagret

Befolkningen i världen ökar och klimatförändringen gör att många människor i världen kommer att söka sig norrut. Särskilt i kusttrakterna kan stadsbebyggelse utvecklas snabbt. Jämförelse kan göras med andra kustområden t ex området sydost om Stockholm:



Figur 3. Nynäshamn för 150 år sedan och Nynäshamn nu.

Slutsatser:

- att det inte bara är möjligt utan även troligt att platsen för det tilltänkta lagret har stadsbebyggelse inom bara 150 år.
- att en stad, som anläggs ovanför lagret inte verkar innebära något hot mot lagret i sig, men om en läcka uppstår av annan orsak, blir fler människor drabbade.
- att flera bergverksamheter, som kan skada lagret, aktualiseras t ex bergvärme och underjordiska industrianläggningar för kemi och avloppsvattenrening.

Scenario 2: Bergvärme och geovärme i stadsbebyggelse

Täta gitter av borrhinar för bergvärme, figur 3, görs nu för uppvärmning av flerbostadshus i städer. Hålen blir allt djupare:

I Sverige finns för närvarande närmare ½ miljon borrhål för bergvärme [2]

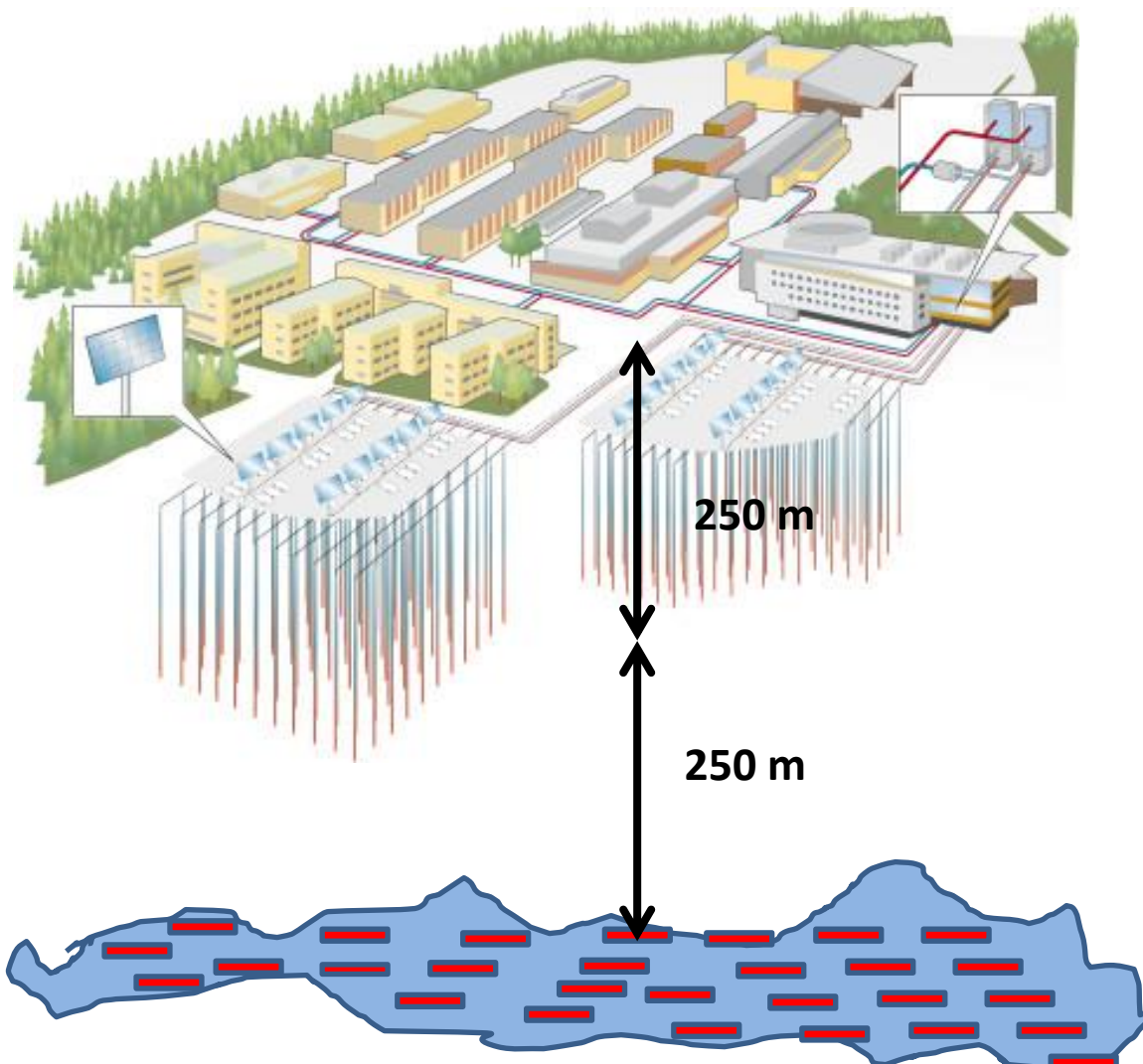
Typiska borrhåldjup för 15 år sedan var 60-80 m.

Typiska borrhåldjup idag är 200-250 m.

Ekonomin talar för allt djupare hål.

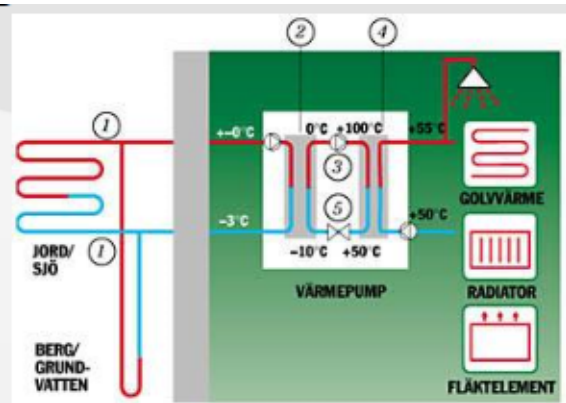
Normaldjupet bara om några årtionden

kan vara 500 m eller mer.



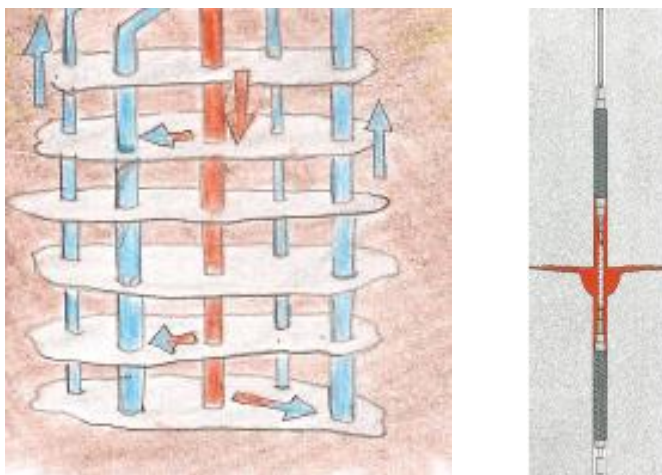
Figur 3. Lagret riskerar att genomborras av hela gitter av bergvärmehål (källa: Grundbilden från [3])

En bergvärmepump kan liknas med ett omvänt kylskåp. Kylskåpet lånar kyla av omgivningen och avger värme. Bergvärmepumpen gör tvärtom. Man borrar ett hål på 50-200 m ner i berget och borrhålet är fyllt med grundvatten, där en slang sänks ner. Den är fylld med vatten och frostskyddande glykol. Vattnet i slangen värms av det något varmare grundvattnet och pumpas upp och in i en bergvärme växlare. Där värmer slangens bergvärmada vatten ett köldmedium – en vätska som förångas vid låga temperaturer.



Figur 4. Principen för bergvärme och jordvärme (källa: Dala kylmekano AB).

Det finns även geovärme. Skillnaden är då att man även tillför värme från markytan t ex solvärm t vatten under den varma årstiden. Det varma vattnet kan pumpas ned från olika källor t ex solfångare, sjövattnet, spillvärme eller överskott av fjärrvärmvattnet. För att öka bergets förmåga att ta emot och ge ifrån sig värme finns möjligheten att spräcka upp berget i horisontella plan mellan olika hål, figur 5.



Figur 5. Uppvärmning av berg genom nedpumpning av solvärm t vatten. Till höger illustreras hur uppspräckningen av horisontella sprickplan i berget går till. (källa: Hydrock).

Det utvecklas nu planer för att använda geovärme i stor skala. Nya användningsområden gäller t ex snösmältning på vägar, flygplatser, järnvägar, cykelbanor och trottoarer. Fjärrvärmesystem kan också utnyttja geovärme för att klara förbrukningstoppar under året [4].

Pumpningen av vattnet i geovärmesystem i närheten av KBS-3 lagret riskerar att spola bort stora delar av den lera som ska omge själva kapslarna. Barriär 3 blir då nedbruten.

Med vattnet från markytan kommer olika ämnen att följa med ned i djupet. Det är framförallt syre från luften men antagligen också ammoniak från läckande värmepumpar och kanske även salter och andra kemikalier. Detta ökar förutsättningarna för korrosion av kopparkapslarna och upplösning av själva avfallet.

Slutsatser:

-att barriär 4, blir genombruten av tätt placerade borrhål för bergvärme och geovärme, särskilt när städer byggs ovanför laget. Någon betydande infångning av radioaktiva ämnen på bergväggarna i hålen kan inte väntas på grund av hög strömmingshastighet och små fästytter. Strömningen uppåt fortsätter, av termiska skäl, även lång tid efter det att pumparna tagits ur bruk.

-att barriär 3, blir genombruten genom bortspolning av leran runt närliggande kapslar. I geovärmesystem kan pumptrycken vara stora och leda till snabba förlopp.

-att barriär 2, dvs kopparkapslarna, blir sönderkorroderad genom tillförsel av syre från ytvattnet och av ammoniumjoner från ammoniak i värmepumparna samt av andra tillförda kemikalier.

-att barriär 1 löses upp i det strömmande vattnet. Vissa av ämnena i avfallet är lösliga t ex jod och radium medan andra är mer svårslösliga. Deras upplösning påskyndas av de nämnda föroreningarna som är troliga i berg- och geovärmesystem.

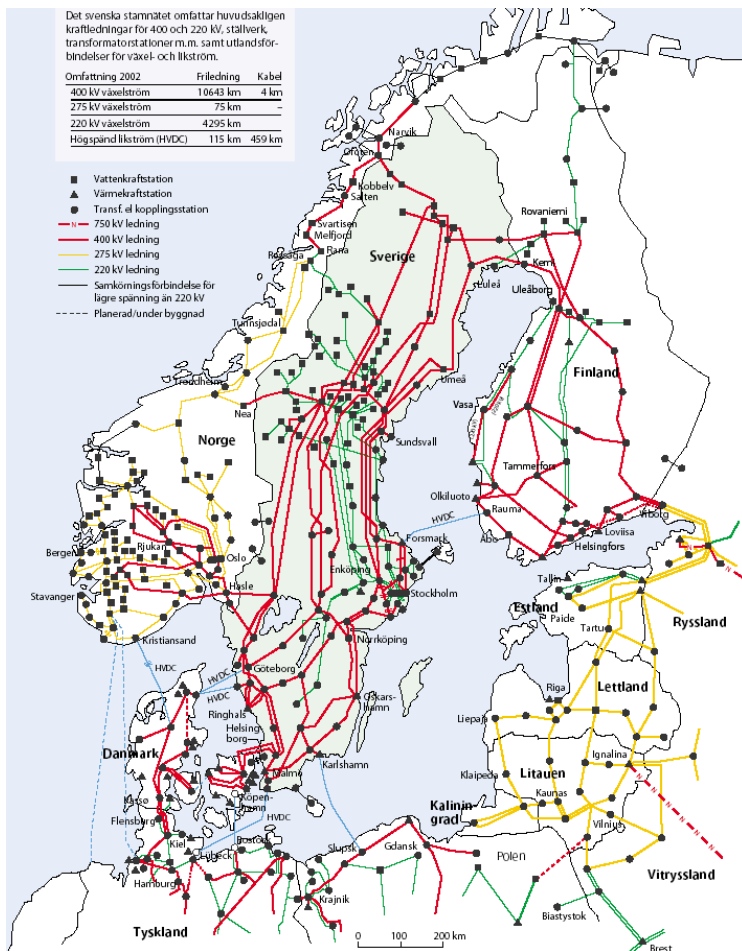
Scenario 3: Djupa tunnlar för högspänningskablar

Redan idag är det svårt att dra fram kraftledningar av nuvarande slag. Elnäten byggs ut men ingen vill ha luftledningar nära sig. Därför går man nu över till jordkablar i ökad grad.



Figur 6. Kraftledningar av nuvarande slag.

Men jordkablar har också nackdelar. Den högspända strömmen ger risker. Kablarna är också svåra att dra fram med tanke på bebyggelse och andra hinder.



Figur 7. Högspänningsnätet i Sverige och omgivande länder idag (källa [5]).

I takt med att den förnybara elproduktionen fortsätter att byggas ut kommer utbyggnaden av alltmer "finmaskiga" högspänningsnät att fortsätta.

En lösning på intressekonflikterna vid utbyggnad av elnäten består i att lägga ledningarna i bergtunnlar. Detta har redan börjat tillämpas. T ex har den högspända likströmsöverföringen mellan Frankrike och Spanien, som nyligen blivit färdigställd, förlagts till bergtunnel, figur 8 och 9.



Figur 8 Bergtunneln genom för högspänd ström mellan Frankrike och Spanien (källa: [6]).



Figur 9. Interiör från tunneln för högspänd likström under Pyrenéerna (källa [6].)

Borringen för tunnlar av den typ som är aktuell för högspänningskablar görs med fullortsborrar. Denna borrarsteknik utvecklas nu kraftigt i olika varianter, både för att öka borrhastigheten och för att klara alla slags bergskvaliteter. Den gemensamma arbetsprincipen är att inbyggda drivmotorer i ett borrhuvud vrider runt en frontskiva med rullar av stål eller hårdmetall. När frontskivan samtidigt pressas framåt spräcks berget upp i flisor. Flisorna matas sedan ut på t ex vagnar som fraktar materialet ut ur tunneln. Borrhålen kan göras nästan obegränsat långa och i olika diametrar. Små diametrar är givetvis billigare att borra.



Figur 10. Fullortsborrar i olika dimensioner och utföranden (källa: [7]).

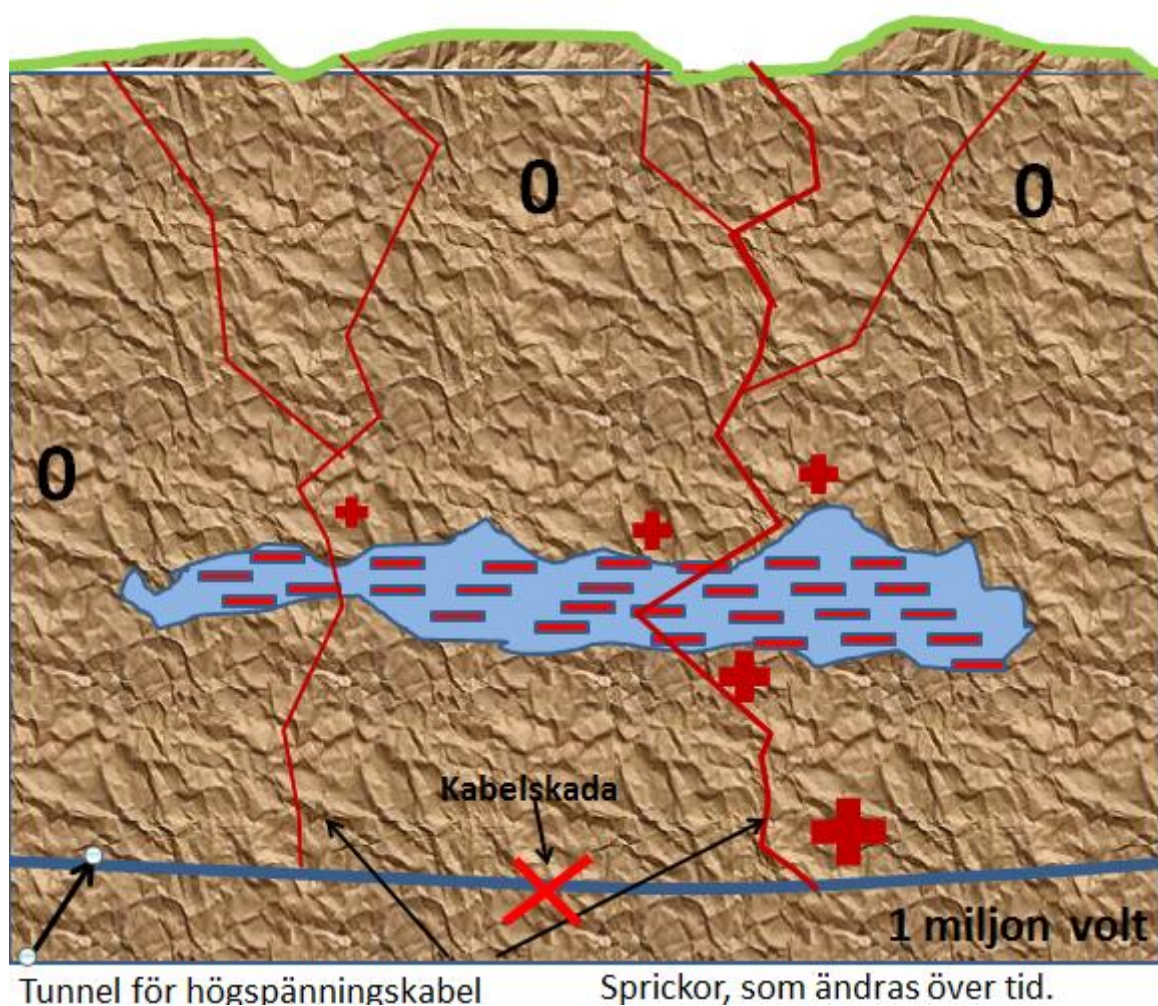
Ett intressant förhållande är att djupet som borrhningarna sker på har mycket liten inverkan på kostnaderna. Det finns tvärtom fördelar med att lägga tunnlar på relativt stora djup t ex 500 – 600 meter. Det ger:

- Färre problem med sprickzoner (typ Hallandsåsen).
- Mindre risk för kollisioner med annan bergverksamhet.
- Mindre risk för personskador vid kortslutningar eller andra händelser.

Visserligen bör bergtunnlar för elkablar förstås vara tätade med ett betongskikt mot bergytan. Men vid den degenerering, som alla mänskliga skapelser drabbas av över tid, måste vi räkna med att vattenläckage kommer att uppstå från det omgivande grundvattnet. Detta vatten kommer då att behöva tömmas ur tunneln genom aktiv pumpning under ansenliga tidsperioder. Därigenom uppstår

tryckskillnader i sprickzonerna vid kabeln. Teoretiskt skulle vattenstrålar med tryck på upp till 50 Bar kunna träffa leran vid ett antal kapslar. Vid detta tryck, som är ungefär 20 ggr högre än normalt vattenledningstryck i bostäder, spolats leran bort på mycket kort tid. Barriär 3 vid ett flertal kapslar i ett ovanför liggande KBS-3 lager blir således genombruten.

Parallellt med degenereringen av betongskikten i tunnarna kommer även isoleringen av kablarna att göra detsamma. Läckströmmar kommer då att gå in i det omgivande berget via sprickor. Vattnet i dessa sprickor är, som påpekas i SKBs rapporter, salthaltigt och kommer därför att ha låg resistens. Den läckande elströmmen följer således sprickorna in i lagret och sedan vidare genom de ler- och sandfyllda kilometerlånga gångarna i KBS-3 lagret. En del av läckströmmarna kommer då att ta "genvägen" över kopparkapslarna eftersom resistansen i dessa är närmast noll. Då sker elektrolytisk upplösning av kopparen i den del som omges av positivt laddad lera. Detta kan ske snabbt. Därefter sker fortsatt upplösning av delar av kärnavfallet. Ett försök till illustration ges i figur 11.



Figur 11. Illustration av de sprickor, som leder till bortspolning av lera vid kapslarna samt läckströmmar som ger elektrolytisk upplösning av kapslar och kärnavfall.

Utöver nämnda borrhningar för elkablar kan man förutse att ett stort antal borrhningar av tunnlar kommer att göras även för andra ändamål. De kan vara avsedda för bl a:

- Dricksvattenledningar
- Avloppsrör
- Pipelines för biogas och vätgas
- Rörpost i nya varianter
- Fiberledningar för datatrafik

Även dessa tillämpningar leder till tryckförändringar i grundvattnet och kan medföra bortspolning av leran i barriär 3 i ovanförliggande kärnavfallslager.

Slutsatser:

-att det är troligt att tunnlar för högspänningskablar kommer att läggas på stora djup och i närheten av KBS-3 lagret.

-att vattenströmmarna till följd av dränering vid djupa tunnlar riskerar att spola bort leran vid ett antal kopparkapslar. Det gäller särskilt under byggnationen av tunnarna, men även när tätningsskikten vid dess väggar börja degenerera.

-att Jordströmmar, till följd av läckströmmar vid högspänningskablar, som börjat degenerera, riskerar att leda till elektrolytisk upplösning av delar av kopparkapslarna för kärnavfallet

-att även upplösningen av kärnavfallet påskyndas av jordströmmarna.

-att även tunnlar för bl a avloppsvatten, dricksvatten, gas och datatrafik kommer att byggas på stora djup och medverka till att påverka barriär 3 negativt.

Scenario 4: Mineralutvinning med nya metoder

Gruvbrytningen står inför stora förändringar. Allt mer flyttar intresset över till nya metaller och mineraler. Ingen vet med någon grad av säkerhet vilka dessa metaller och mineraler kommer att vara i framtiden. Fokus just nu är bl a på de sk "sällsynta jordartsmetallerna" [8], som förekommer i mycket små koncentrationer i bl a ådror i gråberg. Dessa metaller har betydelsefulla tillämpningar i elektronik, högeffektiva servomotorer, supraledande elkablar och solceller [9]. Tillhörande brytningsteknik och processer utvecklas samtidigt. Genom automation kan maskiner för borrhning och krossning arbeta självständigt på stora djup och i trånga gångar. Människor i dessa miljöer blir då sällsynta. Av särskilt intresse är maskiner, som kan "gräva sig" fram i kristallint berg utan att sprängning behöver utföras, figur 12 och 13. Därigenom kan även mindre fyndigheter som är insprängda i gråberget tas till vara. Dessa anses, med nuvarande teknik vara ointressanta för utvinning men kan med ny teknik bli mycket intressanta.



Figur 12. Automatisk maskin för urborrning av malm i valbara riktningar.



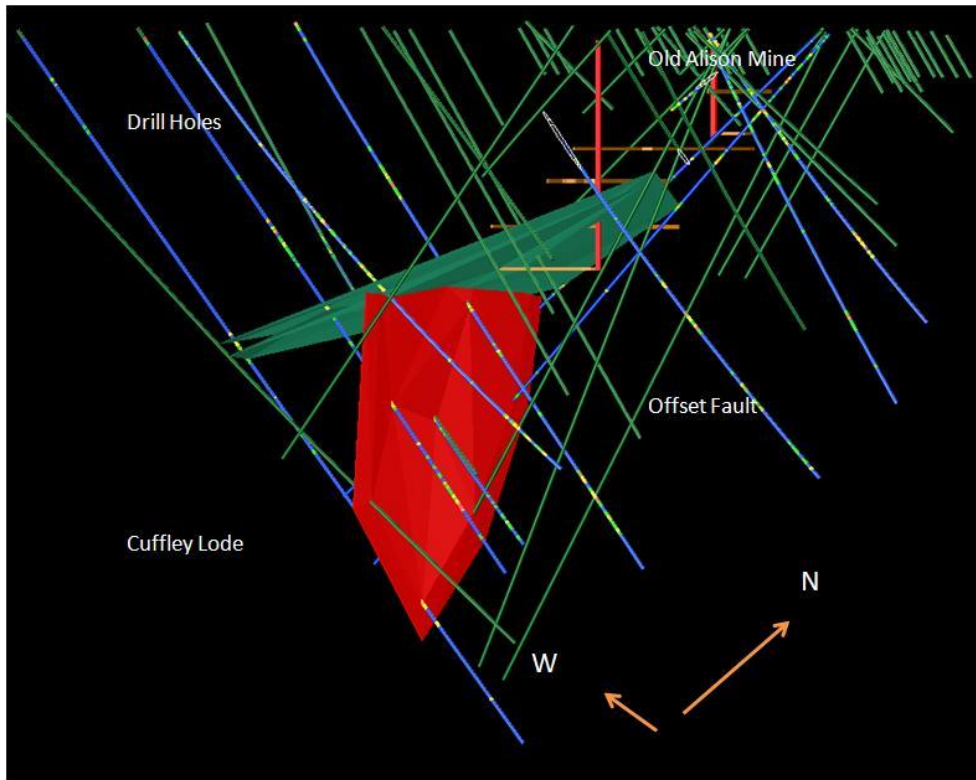
Figur 13 Automatisk maskin för bortfräsning av malm i gruvgångar.

Det finns även tankar på helt nya metoder vid bergsbrytning. En av dessa är att utnyttja termiska processer på principiellt motsvarande sätt som den gamla metoden makning. En annan består i att kunna sönderdela berget med styrda vibrationer på likartat sätt som vid ultraljudskrossning av njursten inom sjukvården. Dessa metoder kan ytterligare sänka kostnaderna och möjliggöra brytning av mindre fyndigheter.

Av särskild betydelse för ett KBS-3 lager är det att den efterföljande kemiska processen för anrikning av malmen kan komma att tillämpas redan nere i gruvgångarna i stället för, som nu uppe vid markytan. Då uppnår man att bara den anrikade delen av malmen behöver transporteras upp till markytan. Den kvarvarande resten, som i låghaltiga malmer är huvuddelen, kan lämnas kvar i gruvgångarna. Betydande mängder av de mycket potenta kemikalierna, som används i utlakningsprocesserna, t ex starka syror och oxiderande ämnen, kan då väntas tränga ut i bergssprickorna och angripa kopparkapslarna och dess innehåll även på relativt stora avstånd.

Speciellt allvarliga konsekvenser uppstår om metoder som liknar "fracking" [10] eller "In Situ Recovery Mining" [11, 12] börjar tillämpas i området kring lagret. Då pumpas stora mängder kemikalier direkt ned i marken i syfte att frigöra utvinningsbara ämnen. Det är bara att hoppas att dessa metoder inte ska tillämpas i området för KBS-3 lagret.

En ytterligare sida av mineralbrytningen gäller alla de prospekteringshål som tas upp innan de brytvärda fyndigheterna är konstaterade och har kunnat bestämmas till läge och innehåll, figur 14.



Figur 14 Datormodell över en malmfyndighet baserad på resultat från prospekteringsborrningar.

Visserligen ska prospekteringshålerna tätas ordentligt med cement efteråt – men det är knappast troligt att detta blir utfört om människan fortsätter att vara lika tanklös som nu. I verkligheten kommer berget, bli genombrutet på många nya ställen – även där brytvärda mineraler saknas.

Slutsatser:

-att gruvbrytning i området kring KBS-3 lagret måste betraktas som trolig. Framförallt behoven av nya material t ex metaller ur Lantanoidgruppen kan väntas bli åtråvärda och kan visa sig finnas i området kring KBS-3 lagret. Ny teknik kommer att möjliggöra småskalig brytning ned till stora djup och med automatiserad utrustning. Även mindre fyndigheter, som nu är okända, blir då brytvärda. Samtliga barriärer vid lagret blir påverkade.

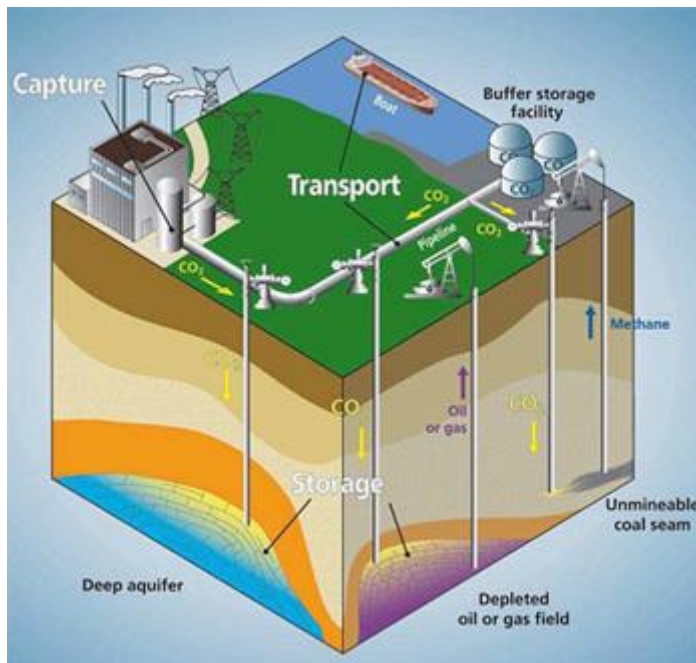
-att ny teknik för anrikning med kemikalier redan i gruvgångarna i området kring KBS-3 lagret riskerar att medföra kontaminering av grundvattnet och upplösning av såväl kopparn i kapslarnas som delar av kärnavfallet. Barriär 2 och 1 riskerar att snabbt bli genombrutna.

-att metoder för gruvbrytning som likt "fracking" och in "situ recovery mining" utnyttjar potenta kemikalier som tillförs bergmassan verkar mindre troliga men likväl möjliga.

-att prospekteringshål i och utanför områden för tilltänkta gruvverksamheter ger ytterligare passager i berget vid KBS-lagret. Barriär 4 blir ytterligare genombruten.

Scenario 5: Berglager för koldioxid

En mycket omdiskuterad fråga just nu gäller möjligheten att motverka utsläppen av koldioxid till atmosfären genom tillämpning av metoden CCS (Carbon Capture and Storage). I de flesta fall tänker man sig då att kunna pumpa ned koldioxiden i sedimentära bergarter, som har visat sig kunna behålla gaser under ett tätande sedimentskikt under längre tid, figur 15.



Figur 15. CCS-anläggning med lager i sedimentära bergarter (källa [13]).

I framtiden kan det bli aktuellt att lagra koldioxid även i kristallint berg. Anledningen kan vara att det saknas rörledningar till lämpliga områden med sedimentära bergarter. Situationen kan då vara så allvarlig att man under lång tid måste inrikta sig på att minska luftens innehåll av koldioxid. Det kan göras genom att man odlar energiskog, som tar upp koldioxid ur luften. När denna energiskog förbränns i lokala värmeverk går det att samla in och långtidslagra den bildade koldioxiden.

Genom att använda bergrum på stora djup kan man utnyttja höga tryck vid lagringen av koldioxiden. Bergväggarna där blir mycket hållfasta. Om tätningarna även blir funktionsdugliga kan koldioxiden hållas instängd under lång tid. Ekonomin kan, genom den beskrivna kostnadsminskningen vid nya bergbrytningstekniker, bli rimlig.

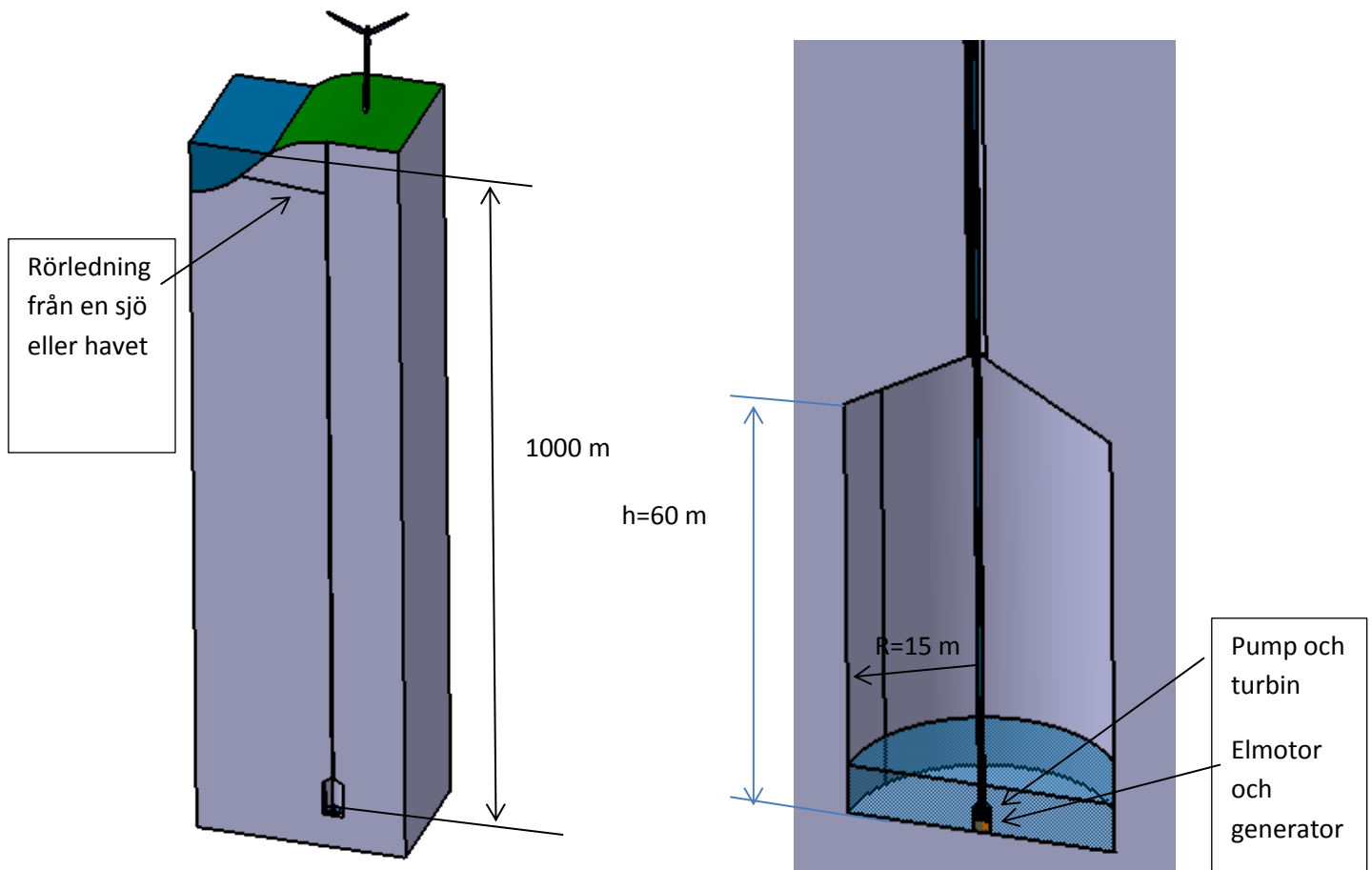
Dock varar inget för evigt. Gasen kommer så småningom att läcka ut och orsakar då en tilltagande försurning av berggrunden. Detta kan förmodas påverka ett KBS-3 lager negativt även på långa avstånd.

Slutsatser:

- att det kan förutses att lager för koldioxid byggs i området för det tilltänkta KBS-3 lagret. Troligen sker i så fall denna lagring på stora djup i berget.
- att försurning av berggrunden vid lagren kommer att uppstå, något som påverkar framförallt kopparkapslarna negativt.
- att höga vattenflöden kommer att uppstå i bergssprickorna medan koldioxidlagren byggs.

Scenario 6: korttidslagring av elektricitet

När alltmer av elenergin produceras från väderberoende källor, såsom vind och sol, kommer elektriciteten med stor sannolikhet att variera i pris beroende på den varierande tillgången. Det kan då bli lönsamt att bygga pumpkraftverk, som utnyttjar bassänger i bergrum på stora djup, såsom illustreras i figur 16.



Figur 16. Pumpkraftverk, som utnyttjar vattnet i en sjö och en bassäng i berget för att driva en turbin med generator.

Vid den dimensionering som illustreras på figur 16 kan man ta ut medeleffekten från ett större vindkraftverk på 3 MW, när det inte blåser under en veckas tid. Även andra dimensioneringar är förstås möjliga.

Slutsatser:

- att tryckskillnader uppstår i grundvattnet och riskerar att leda till bortspolning av leran vid kapslarna i ett närliggande KBS-3 lager. Barriär 3 degenererar.
- att syre och andra förorenande ämnen i stor mängd förs ned i grundvattnet vid lagret, vilket påskyndar korrosionen av kopparkapslarna och sedan även av kärnavfallet. Barriär 2 och 1 bryts ned.
- att pumpningen upp från bergrummen innebär direkt spridning av frigjord radioaktivitet till den mänskliga miljön. Barriär 4 blir genombruten.

Scenario 7: Underjordiska anläggningar

Tanken på att förlägga fabriker och byggnader i berggrunden på djup av 500 meter eller mer, kan synas lite väl futuristisk. Men dels finns det en del verksamheter som redan idag förläggs i berggrunden, t ex avloppsreningsverk som Henriksdals reningsverk under Stockholm, figur 17, dels finns det ekonomiska och andra drivkrafter som talar för utökning av bergförläggning av en rad ytterligare verksamheter. Det har t ex diskuterats om inte de nuvarande pappersmassfabrikerna vid Norrlandskusten hellre borde förläggas till större städer där spillvärmen kan tas tillvara. Då blir det nödvändigt att placera anläggningar som den i figur 18 i berget. Vi får heller inte glömma att vi talar om tidsperspektiv som gäller 30 gånger längre fram i tiden än vad de Egyptiska pyramiderna ligger bakåt.



Figur 17. Vattenhanteringen vid Henriksdals reningsverk under Stockholm.



Figur 18. Massfabriken vid Östrand.

Framöver måste vi tänka oss att allt fler typer av industriella anläggningar och andra byggnationer byggs nedåt i berggrunden i stället för uppåt, som nu.

De kan t ex avse:

- avloppsrening (som nämnts)
- dricksvattenrening
- biogasframställning
- kraftvärmeproduktion
- kemikalieproduktion
- tillverkning av pappersmassa
- odling av svamp och insektslarver
- lagring av vätgas och biogas
- transformering av elström
- varulagring vid handelscentra och hamnar

Skälen till att bygga på djupet kan vara:

- att frigöra markytor, som är attraktiva för människor
- att koncentrera verksamheter genom att kunna bygga i alla riktningar
- att väggar och tak, på enkelt sätt, blir hållfasta
- att minska riskerna för brand och andra skador
- att det, i framtiden, blir billigare att bygga nedåt i stället för uppåt t ex beroende på utveckling av nya bergbrytningsmetoder.

Att stora djup blir använda orsakas av:

- att man vill undvika krockar med tidigare borrhningar och berganläggningar på mindre djup
- att det blir billigare att förlänga hisschakt än att bygga nya vid sidan om befintliga
- att berget är mer sprickfritt på större djup

Slutsatser:

- att det är troligt att byggnation kommer att förläggas till berggrunden i ökande utsträckning.
- att det också är troligt att en del av denna byggnation kommer nå ned till djup av 500 m.
- att platsen vid norra upplandskusten mycket väl kan utvecklas till ett centrum för processindustri och internationell handel som ger stora anledningar att ha bergförlagda verksamheter.
- att det, förutom nämnda risker med kontaminering och stora tryckskillnader i grundvattnet också finns risk för direkt kollision med kärnavfallslagret KBS-3. Samtliga barriärer blir då hastigt nedbrutna.

Möjligheten att förhindra skador på KBS-3 lagret genom information

Många vetenskapliga studier har behandlat problemet att varna framtidens människor för de faror ett kärnavfallslager ger. Rapporten "Archaeological Data as a Basis for Repository Marker Design", från "Office of Nuclear Waste Isolation", [14], anger att ett system för sådan varning måste innefatta tre komponenter:

1. En serie mycket stora monoliter (pelare), som anger lagrets yttre konturer.
2. Ett antal stora jordarbeten, som är väl synliga även från satelliter.
3. Markeringar på hållbart material, dock ej metall, som innehåller hänvisningar till mer detaljerad information.

Ingenting av sådant verkar vara planerat för KBS-3 lagret. Dessvärre verkar det heller inte finnas några tankar på hur framtidens människor skulle förmås att ta till sig den information som ändå kanske finns tillgänglig. Ännu mindre kan man vänta sig att den information om KBS-3 lagret, som eventuellt har nått fram, ska leda till beslut om att avstå från farliga handlingar, särskilt inte när dessa drivs av starka ekonomiska incitament. En illustration till hur litet man ofta tänker sig för, redan i nutidens välordnade samhälle, ges av en tidningsnotis från 2009, figur 19.



Figur 19. Bergvärmeborr som gått igenom taket till tunnelbanan i Stockholm.

Som konsekvens måste man således konstatera att de radioaktiva utsläppen som här beskrivits i ett antal olika scenarier, sannolikt kommer att inträffa helt överraskande för framtidens människor. Först när man av cancerstatistik mm har funnit att något är fel, börjar människor söka efter orsaken.

Det är då nedslående att finna att KBS-3- lagret inte verkar vara möjligt att åtgärda när läckage av nämnda orsaker har uppdragats. Hur ska man kunna få människor att gräva ut tunnarna i lagret igen för att kunna ta ut sönderkorroderade avfallskapslar och pumpa bort kontaminerat vatten? Det måste ju vara livsfarligt!

Konstruktionen KBS-3 uppfyller helt enkelt inte den grundläggande etiska princip, som det rådgivande organet till Regeringen, KASAM, har formulerat och som säger att "ett slutförvar bör utformas så att det dels gör kontroll och åtgärder onödiga, dels inte omöjliggör kontroll och åtgärder" [1]. De läckage, som uppstår om lagret lämnas obevakat och glöms bort, går inte att förhindra. De åtgärder, som skulle kunna vara räddningen i dessa situationer går inte att genomföra.

Slutsatser:

- det verkar inte finnas några fungerande metoder att med information eller förbud förhindra de beskrivna mänskliga verksamheter, som riskerar att skada KBS-3 lagret.

- det verkar heller inte finnas praktiska möjligheter att reparera ett KBS-3 lager eller återta avfallet för placering i ett bättre lager, när det har uppstått läckage eller andra problem.

-KBS-3 lagret, i nu föreslagen utformning, strider mot den etiska huvudprincip, som regeringsorganet KASAM har formulerat [1].

Vad SKB skriver om människans verksamheter

I SR-Site, om tillstånd att bygga en KBS3-anläggning adresserar SKB i kapitlet 14.2 sid 748 en rad framtida mänskliga aktiviteter med inverkan på lagret. Dock argumenterar man utifrån scenarier, som måste betraktas som harmlösa. De fall och situationer, som verkligen blottlägger svaga punkter i ett KBS3-lager, har utelämnats. Några exempel:

1. I säkerhetsanalysen sid 752 presenteras ett scenario där en familj lever på jordbruk i området ovanför lagret. Någon borrar ett djupt prospekteringshål, varvid en kapsel i lagret penetreras. Hålet överges sedan. Familjen på gården använder, under ett antal år, hålet som brunn och bevattnar sina växter med det svagt kontaminerade vattnet. Tack vare "självläkande" förmåga i leran vid den skadade kopparkapseln kommer SKB fram till att den extra kollektivdosen bara blir av samma storleksordning som den årliga dosen från den naturliga bakgrundsstrålningen.

Kommentar: De verkligt stora konsekvenserna uppstår i stället när t ex gitter av tätt liggande hål för geovärme borrar i stadsmiljö till djup av 500 m eller därutöver. Då kommer syre från markytan och kanske även avsiktligt tillsatta kemikalier att ändra vattenkemin vid kapslarna. Tryckskillnader till följd av pumpning för att ge vattencirkulation gör samtidigt att leran vid kapslarna, på många ställen spolats bort. Korrosion av kopparkapslarna och upplösning av radioaktiva ämnen i bränslestavarna får då fri möjlighet att utvecklas. Det kontaminerade vattnet förs därefter upp till biosfären genom borrhålen, antingen genom pumpningen under geovärmsystemens användning eller därefter genom den uppvärmning från det radioaktiva sönderfallet som sker i avfallet och får vattnet i borrhålen att stiga mot markytan av termiska drivkrafter.

2. På sid 758 diskuteras bergtunnlar men man förutser bara att sådana förläggs på djup av högst 50 m.

Kommentar: Detta är helt visionslöst. Tunnlar kommer att dras fram även på stora djup av nyss beskrivna orsaker och i stor omfattning bl a för att möjliggöra säker överföring av högspänd likström. I en särskild utredning om jordströmmar med anledning av remissyttrande från Svenska kraftnät har SKB kommit fram till att spänningsnivåerna dock kommer att ligga under gränsen för korrosion av kopparkapslarna. Såvitt man kan förstå av expertisen på området, finns ingen sådan undre gräns.

Vidare: Utredningen tycks utgå enbart från de störningar som den redan befintliga kabeln Fenno-Skan 2 ger upphov till. I framtiden kommer många andra placeringslägen och randvillkor för likströmskablar att tillämpas, vilka leder till betydligt högre spänningsnivåer, som ger upphov till snabb korrosion av såväl kopparkapslarna som deras innehåll.

3. På sid. 760 tar SKB upp frågan om gruvbrytning. Risken avvisas med samma argument som angavs när SKB:s forskningsprogram inleddes för mer än 30 år sedan [15], och denna gång med orden: "Gruvor utesluts från vidare analys eftersom platser där det finns utvinningsbara naturresurser har uteslutits vid valet av plats."

Kommentar: Sedan 1983, då den första presentationen av KBS-3 gjordes [15], har ett stort antal mineraler och grundämnen, som ansågs ointressanta för industriell utvinning, nu blivit högintressanta [8]. Det gäller bl a metallerna i den sk lantanoidgruppen. För framtiden finns knappast några möjligheter att bedöma vilka mineraler och metaller som ska bli föremål för intensiv jakt på prospekteringsrättigheter och utvinning. Vid utvinningen kan man förutse att nya metoder kommer att tillämpas, som innefattar anrikning med hjälp av kemikalier på plats nere i gruvornas djupa orter. Detta ger risk för mycket skadliga verkningar på ett kärnavfallslager, typ KBS-3, även på långa avstånd från själva brytningsplatsen.

Yrkanden:

1. Ansökan bör avstyrkas med hänvisning till att såväl bergvärme som bergförlagda högspänningskablar, mineralbrytning, koldioxidlager, pumpkraftverk och underjordiska anläggningar i området sannolikt kommer att ge allvarliga skador på det tilltänkta KBS-3 lagret, något som heller inte kan förhindras med förbud eller information. Slutförvarsmetoden som valts är därför inte säker vad gäller hot mot människa och miljö.
2. Ansökan bör även avstyrkas med hänvisning till att KBS-3 lagret inte uppfyller den etiska grundprincip som organet KASAM har slagit fast, nämligen att: "Ett slutförvar bör utformas så att det dels gör kontroll och åtgärder onödiga, dels inte omöjliggör kontroll och åtgärder",



Källor och referenser:

- [1] SKN Rapport 45, sid 14,
- [2] SGU-rapport 2016:16, sid 31
- [3] <http://www.mynewsdesk.com/se/bengtdahlgren/pressreleases/geoenergi-inte-bara-bergvaerme-876677>
- [4] Annonstillaga i Svenska Dagbladet 2016-05-04, företaget Geotec
- [5] <https://vattenkraft.info/?page=38>
- [6] <http://www.eib.org/infocentre/stories/all/2015-february-02/connecting-france-and-spain.htm>
- [7] <http://www.nadapacific.com/microtunneling-components.htm>
- [8] <http://www.jordartsmetaller.se/>
- [9] <http://fof.se/tidning/2012/7/gron-teknik-slukar-sallsynta-metaller>
- [10] <http://www.bbc.com/news/uk-14432401>
- [11] <http://www.excelsiormining.com/index.php/in-situ-recovery>
- [12] <https://www.youtube.com/watch?v=S2voGV06M8s>
- [13] <http://www.co2remove.eu/Sections.aspx?section=418.435>
- [14] Kaplan M, F., (1982), Archaeological Data as a Basis for Repository Marker Design, Office of Nuclear Waste Isolation
- [15] Kärnbränslecykelns slutsteg, Använt kärnbränsle-KBS-3, SKBF/KBS, 1983

Linköping den 2017-02-12

Gilbert Ossbahr