



SKB rapport

R-98-04

Maj 1998

Påverkan på växtligheten av sänkt grundvattenyta vid ett djupförvar

Jan Sidenvall, Geosigma AB

Lars Birgersson, Kemakta



SKB, Box 5864, 102 40 Stockholm
Telefon 08-665 28 00 • Telefax 08-661 57 19 • Telex 13108 S

PÅVERKAN PÅ VÄXTLIGHETEN AV SÄNKT GRUNDVATTENYTA VID ETT DJUPFÖRVAR

Jan Sidenvall¹, Lars Birgersson²

1 Geosigma AB
2 Kemakta

Maj 1998

Denna rapport har gjorts på uppdrag av SKB. Slutsatser och framförda åsikter i rapporten är författarens(nas) egna och behöver nödvändigtvis inte sammanfalla med SKB:s.

Förord

Denna rapport baseras till stor del på samtal med ett stort antal personer under vintern-våren 1997. Sedan dess har situationen i Hallandsåsen vad avser grundvatten-avsänkningar och förekomsten av tätningsmedel fått stor uppmärksamhet i media. Rapporten har därför i ett sent skede kompletterats med uppgifter vad gäller grundvattensituationen och påverkan på växtligheten vid Hallandsåsen.

Sammanfattning

Djupförvaret, samt anslutande schakt och/eller ramper, kommer under ett antal årtionden att länshållas. Detta kommer att orsaka en avsänkning av grundvattennivån i omgivande berg. Denna grundvattenavsänkning kan leda till att grundvattennivån i omgivningens jordlager förändras, vilket i sin tur kan leda till lokal utdränering. Denna rapport syftar till att belysa om och i så fall hur denna lokala utdränering förväntas påverka vegetationen i närheten av djupförvaret. Rapporten baseras till stor del på samtal med personer vilka har erfarenhet från projekt rörande gruvschakt, bergtunnlar, bergskärningar, täktverksamheter m m.

Sammanfattningsvis kan konstateras att det gjorts mycket få utredningar huruvida grundvattenförändringar i samband med bergarbeten (bergtunnlar, gruvschakt, bergsskärningar för vägar/järnvägar etc) skadar vegetationen. Det är först i samband med problem med inläckande vatten i tunnelarbetena under Hallandsåsen och utförandet av Norra länken som krav på utredningar och skyddsåtgärder har ställts.

Erfarenheterna visar att en underjordsanläggning påverkar grundvattennivåer i bergborrade brunnar upp till någon kilometer från schaktet. Påverkan på grundvattennivån i ovanliggande jordar förefaller vara betydligt mindre. En rimlig uppskattning är att viss påverkan på vattentillgången i ovanliggande jordar kan förväntas några tiotals upp till i storleksordningen hundra meter från ett schakt/tunnelpåslag. Lokal jordsammansättning och sprickbildning i berggrunden har stor betydelse.

Påverkan på växtligheten av sänkt grundvattenyta vid ett djupförvar kommer att bero på platsens vegetationstyp. Eventuell påverkan kommer i första hand att drabba fuktkrävande växtlighet vilken kan komma att minska i omfattning på bekostnad av torra vegetationstyper. Baserat på erfarenheter från liknande anläggningar bedöms dock påverkan på växtligheten bli måttlig, eller obefintlig, samt i första hand vara lokaliserad till de markområden som ligger i anslutning till schakt/tunnelpåslag.

En ramp bör ge något större påverkan på vegetationen än ett schakt.

Den eventuella påverkan som hittills skett på Hallandsåsens växtlighet är mycket måttlig. Dock kan kommande somrar, speciellt om de blir torra, komma att innebära att fuktkrävande växtlighet till viss del slås ut på bekostnad av växtlighet vilken är mindre fuktkrävande. Vid en jämförelse med den förväntade påverkan på växtligheten i anslutning till ett djupförvar skall det noteras att såväl vatteninströmningen som grundvattenavsänkningen är betydligt större vid Hallandsåsen än vad som förväntas vid ett djupförvar.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sida
Förord	1
Sammanfattning	2
1 Vatteninströmning till underjordsanläggningar	4
1.1 Frågeställning	4
1.2 Förväntad vatteninströmning till djupförvaret	4
1.3 Räkneexempel	5
2 Kunskapsläget rörande vegetationsförändringar orsakade av vattenavsänkningar i närheten av gruvschakt, tunnlar m m	7
2.1 Hittills vunna erfarenheter samt nuvarande forskningsläge	7
2.2 Hydrogeologisk beskrivning av djupförvarets närområde	8
2.3 Jämförelse med isälvsavlagringar	9
2.4 Erfarenheter beträffande vegetationens anpassning till rådande förhållanden	10
2.5 Utdikning av mark	11
3 Slutsatser	12
3.1 Vad förväntas hända vid etablering av ett gruvschakt/tunnelpåslag?	12
3.2 Övriga aspekter	13
Referenslista	14
Bilaga: Erfarenheter från Hallandsåsen	16

1 Vatteninströmning till underjordsanläggningar

1.1 Frågeställning

En fråga som ofta ställts i samband med presentationer av djupförvarsanläggningen är:

”Hur kommer växtligheten att påverkas av att stora mängder vatten rinner in till förvaret under drift och pumpas bort? Kommer träd och blommor att försvinna i djupförvarets närhet?”

Det är känt att vattennivåer och vattentillgången i t ex bergborrade brunnar kan påverkas inom någon kilometer från underjordsanläggningar. Det kan därför inte utan vidare uteslutas att även växtligheten i närheten av en underjordsanläggning kan påverkas.

Frågan är sålunda i högsta grad relevant. Denna rapport syftar till att belysa frågan.

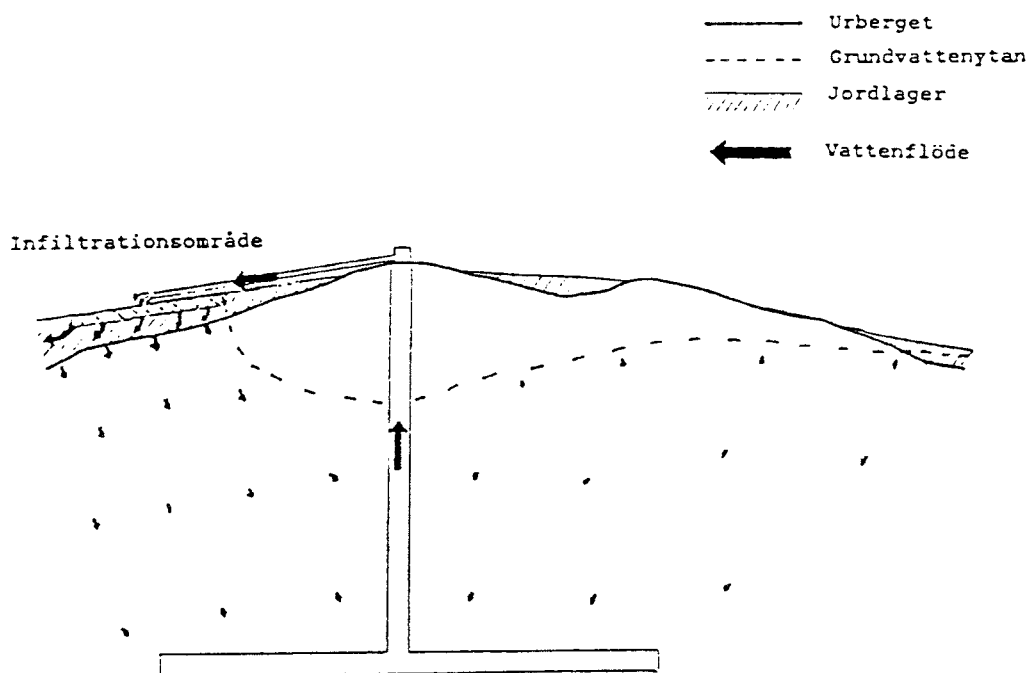
1.2 Förväntad vatteninströmning till djupförvaret

Baserat på erfarenheter från gruvor och forskningsstationerna i Stripa och Äspö så förväntas i storleksordningen 1000 l vatten per minut att strömma in till djupförvarets underjordsdel under driftperioden [Jennervik 1993, Andersson och Jennervik 1993, Kjellbert 1994, Birgersson et al 1996, m fl].

Detta vatten kan behöva avsaltas och/eller renas med avseende på borrhax, nitratkväve från sprängmedlet, oljespill etc. Därefter kommer detta vatten att ledas till:

- havet eller
- närbelägen recipient eller
- lämpliga jordlager i anslutning till djupförvaret för att där infiltreras

Genom att, efter rening/avsaltning, infiltrera allt eller del av det vatten som pumpas upp kan eventuella negativa konsekvenser för växtligheten minskas. Infiltration illustreras schematiskt i Figur 1.



Figur 1. Schematisk bild av grundvattennivåer och flöden vid infiltration och tunnelarbeten.
 Figuren hämtad ur Andersson och Jennervik, 1993.

Om detta vatten inte infiltreras i närheten av djupförvaret utan leds bort kan grundvattentillgången i djupförvarets närhet komma att påverkas. Denna påverkan finns beskriven i ett antal referenser vad avser förändringar i grundvattennivåer i t ex bergboreade brunnar. Eventuell påverkan på växtligheten i djupförvarets närhet finns ej utredd, såvitt känt.

1.3 Räkneexempel

I samband med Förstudie Östhammar har en genomgång gjorts av "Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar" [Follin et al, 1996]. I rapporten redovisas följande årsmedelvärden:

- nederbörd, 600-700 mm
- avdunstning, 400-500 mm
- avrinning, 200-300 mm

Avrinningen utgörs av:

- direkt avrinning
- ytligt grundvatten som snabbt avrinner till närbelägna bäckar etc
- bildning av djupt grundvatten som mycket långsamt avrinner till sjöar och hav

En vatteninströmning av $1 \text{ m}^3/\text{minut}$ motsvarar $60 \cdot 24 \cdot 365 \text{ m}^3/\text{år} = 525\,600 \text{ m}^3/\text{år}$.

Antag en yta av 1 km^2 och en årsnederbörd av 700 mm . Detta ger $700\,000 \text{ m}^3$ nederbörd per år och kvadratkilometer. Den mängd vatten som strömmar in till ett djupförvar är sålunda i samma storleksordning som den mängd nederbörd som faller över en area av 1 km^2 . Det är känt att endast en liten del av nederbörden bidrar till bildningen av djupt grundvatten. Det vatten som strömmar in till djupförvaret härstammar följaktligen från ett betydligt större område än 1 km^2 .

2 Kunskapsläget rörande vegetationsförändringar orsakade av vattenavsänkningar i närheten av gruvschakt, tunnlar m m

2.1 Hittills vunna erfarenheter samt nuvarande forskningsläge

För att få en bild av hittills vunna erfarenheter samt nuvarande forskningsläge inom ämnesområdet har kontakt tagits med ett stort antal personer, se Referenslista. Dessa har i sitt arbete kommit i kontakt med projekt rörande gruvschakt, bergtunnlar, bergskärningar, täktverksamhet m m.

Inom Naturvårdsverkets naturresursavdelning påpekade flera personer att kunskapsområdet var mycket intressant, men de kände tyvärr inte till några relevanta undersökningar eller forskningsresultat.

Tillfrågade personer inom gruvindustrin framhöll att det primära intresset för deras del är om och i så fall hur vegetationen i gruvors närhet påverkas av dammbildning, tungmetallnedfall och tungmetallupptag. Däremot är intresset för vegetationens påverkan av grundvattenavsänkningar nära gruvschakt och dagbrott litet. Som en följd av detta inriktar sig befintliga kontrollprogram bl a på vegetationsskador orsakade av gruvverksamhet såsom upptag av tungmetaller, försurning, dammbildning etc.

Det framfördes vidare att det ofta finns vegetation nära gruvschakt, dagbrott och bergtäkter. Exempelvis finns det vegetation (fjällväxter) alldeles intill dagbrottet i Aitik. Lagerföljden på denna plats är ca 5 m ytmorän och ca 15 m bottenmorän. Vid gruvschakten i Sala, Dannemora och flera andra platser i Bergslagen finns träd (bl a björk), buskar, gräs och örter intill schakten trots att grundvattennivåerna ligger åtskilliga meter under markytan (i vissa fall mer än 100 m ned).

Personer verksamma med berg- och grustäkter (tillsynsansvariga respektive utövande) har noterat att t ex tall ofta växer nära täktkanter utan att synbart lida av torka. Detsamma gäller även örter och gräs. Några vegetationsundersökningar utförs normalt inte varken före, under eller efter täktverksamheten. Om sådana trots allt har utförs, beror detta i regel på skador orsakade av t ex dammbildning. I samband med schaktarbeten i olika täkter har det konstaterats att t ex tallrötter når mycket långt ned i olika friktionsmaterial. Trädens finrötter har också en mycket stor förmåga att tränga igenom hårda/täta lager (sprängverkan). Olika tätskikt, t ex på en deponi, kan penetreras av trädrötter. Ett ytterligare exempel på rötters förmåga att tränga igenom hårda lager är rotinträngning i avloppsledning.

Personer vilka arbetar med tunnelprojekt konstaterar att några studier av tunnelns eventuella påverkan på vegetationen normalt inte görs. Motiveringen till detta är att man anser att andra typer av miljöstörningar såsom trafik, dammbildning, buller,

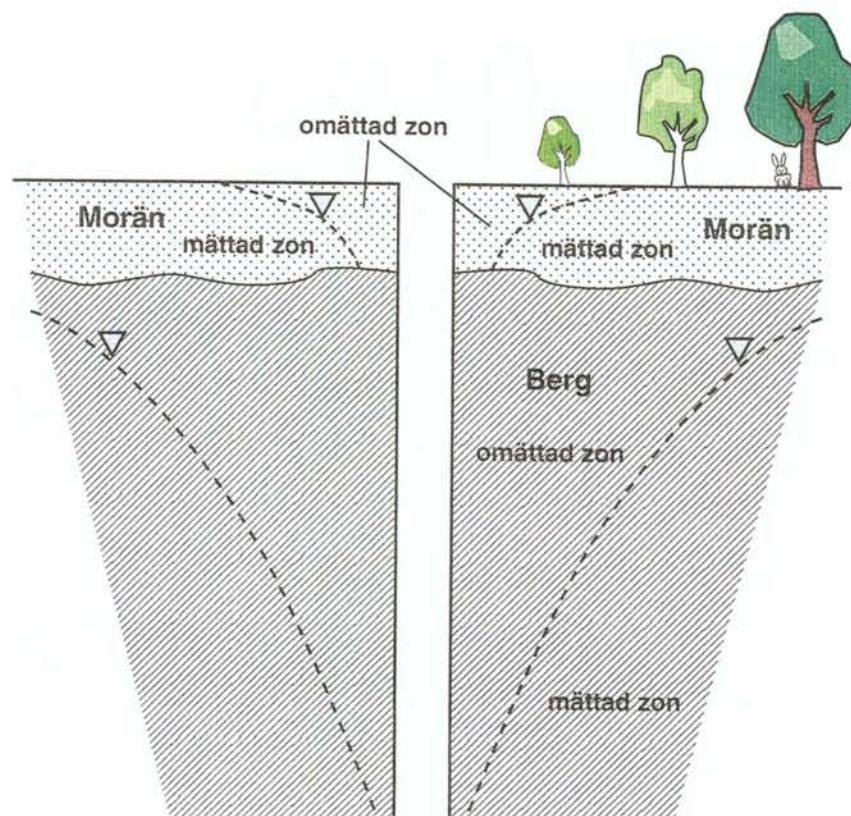
sinade brunnar etc är väsentligare. Under de senaste åren har dock frågeställningar kommit upp huruvida utförandet av tunnlar kan påverka befintlig vegetation. Det är främst två fall som har diskuterats. Det ena projektet gäller järnvägstunnlarna under Hallandsåsen. Där har berörda länsstyrelser krävt att kontrollprogram skall upprättas och genomföras. I kontrollprogrammet finns bl a krav på vattennivå- och vattenföringsmätningar i våtmarker samt viss uppföljning av vegetationsförändringar på Hallandsåsen. Personal från Lunds Universitet har engagerats i arbetet. Kontrollprogrammet har fått en större tyngd på grund av att inläckande vattenmängd i norra tunneldelen har blivit väsentligt större än vad man tidigare hade räknat med. Dessutom är vegetationen på Hallandsåsen mycket känslig för förändrade vattenförhållanden. En beskrivning av grundvattenförhållanden vid Hallandsåsen återfinns som Bilaga.

För Norra länken (vägtunnelprojekt) i Stockholm har också frågeställningar om tunnels/skärningars vattendrainerande inverkan med eventuellt åtföljande skador på vegetationen tagits upp. Detta gäller speciellt de avsnitt där vägen avses gå i jordskärningar. Uppföljning sker också av t ex yt- och grundvattenförhållanden i Lilljansskogen samt eventuell påverkan på äldre träd i Bellevueparken. I gällande detaljplaner har olika uppföljningsåtgärder fastlagts.

SveBeFo (Svensk Bergteknisk Forskning) har i en internrapport beskrivit olika tunnelprojekt bland annat vad avser känd miljöpåverkan och upprättade miljökonsekvensbeskrivningar.

2.2 Hydrogeologisk beskrivning av djupförvarets närområde

Den uppfattning de kontaktade personerna har om hydrologin i djupförvarets närområde illustreras nedan i figur 2. Den generella uppfattningen är att grundvattennivån kommer att förändras i närheten av schaktet/tunneln.



Figur 2. Schematisk hydrogeologisk illustration av området i närheten av ett schakt.

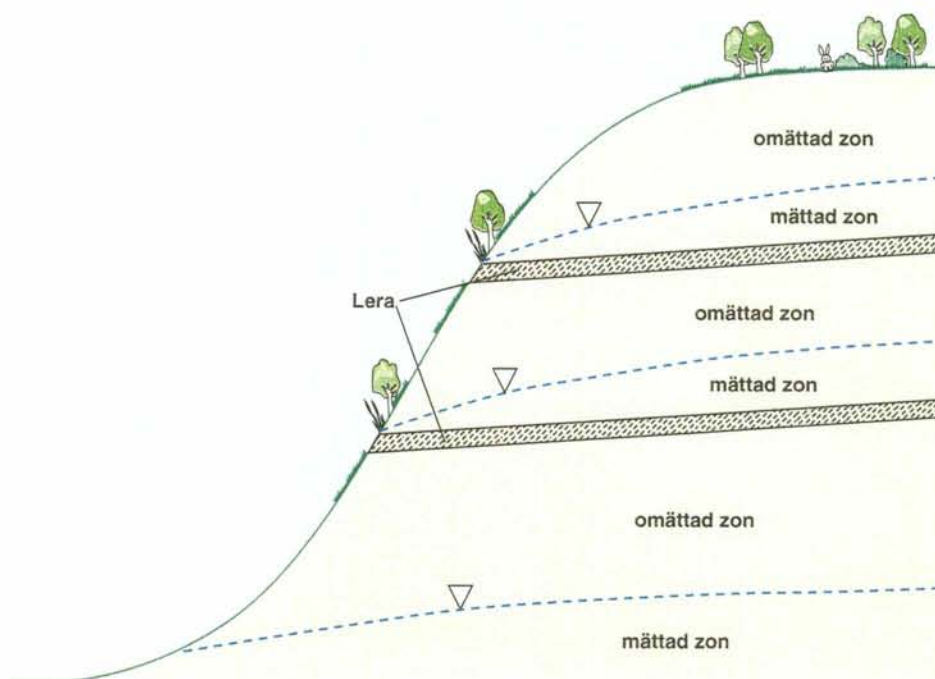
Vatteninströmning till schaktet innebär att grundvattennivån i omgivande berg kommer att påverkas. Påverkan i ovanliggande morän förväntas dock bli avsevärt mindre eftersom infiltrationshastigheten i morän är hög (hög vattengenomsläpplighet) och låg i underliggande berg. Detta leder till bildandet av en sekundär grundvattenyta i moränskiktet. Denna grundvattenyta påverkas endast marginellt av en avsänkning av grundvattnet i underliggande berg.

En allmän uppfattning är att de naturliga vattenmagasin som finns i fastmarksjordarna är fullt tillräckliga för att förse växtligheten med vatten. Dessutom framförs det att skillnaden i vattengenomsläpplighet mellan jord och berg antagligen orsakar stor tröghet i systemet vilket leder till att inläckaget till underjordsanläggningen inte nämnvärt borde påverka den mängd vatten som är tillgänglig för växter.

2.3 Jämförelse med isälvsavlagringar

Den ovan beskrivna hydrauliska situationen liknar den som kan observeras i flera av våra isälvsavlagringar, se figur 3. I dessa finns täta lerlinsor insprängda i material med betydligt högre genomsläpplighet. Detta har resulterat i att flera grundvattennivåer har bildats vilka omges av omättade zoner. Generellt är växtlighet hög vid utströmningszonen ovanför lerskiktet.

Åskådliga exempel på detta fenomen återfinns i ett antal numera nedlagda grustäcker. I en av dessa finns riklig förekomst av bladvass längs med lerlinserna. Mellan lerlinserna är mängden markvatten så liten så att endast mycket sparsam vegetation förekommer.



Figur 3. *Isälvsavlagring. Exempel på naturligt förekommande formation med flera grundvattennivåer.*

2.4

Erfarenheter beträffande vegetationens anpassning till rådande förhållanden

De kontaktade personerna, se Referenslista, har uppfattningen att vegetationen utnyttjar markvattnet i jordlagren. Det kan också konstateras att lerjordar binder betydligt större markvattenmängder än grova friktionsjordar. Givetvis inverkar respektive jordarts mäktighet på platsen. Tillgången till vatten och områdets klimat avgör vilken vegetation som utbildas. Där tillgången på markvatten är liten, t ex på hållmarker och grova friktionsjordar, utvecklas en torrängsvegetation. Där tillgången på vatten är något större eller där det finns möjligheter för rötter att tränga långt ned i marken uppkommer t ex tallhedar. I områden med mycket höga grundvattennivåer, dvs med mer eller mindre genomdränkta jordar, utvecklas olika typer av våtmarksvegetation. I extremfallet utvecklas högmossar.

Ovanstående innebär att vegetationen sakta har anpassats till på platsen rådande klimat och vattentillgång. Nuvarande vegetation runt våra gamla gruvschakt vid t ex Sala gruvor, Dannemoragravorna eller runt Aitikgruvan är exempel på detta. Eftersom inventeringar och kontrollprogram saknas från den tid gruvbrytningen startade är det svårt att sja om hur växtligheten eventuellt har förändrats. Det är dock rimligt att anta att växtlighet som levde ”på marginalen” slagits ut redan i ett tidigt skede av gruvans etablering.

Inför etableringen av Äspölaboratoriet gjordes en vegetationsundersökning på ön Äspö inför etableringen av borrhål, vägar, hisschakt, tunnel och byggnader. Denna undersökning avses att följas upp under 1998.

2.5 Utdikning av mark

En närliggande verksamhet som leder till påverkan på det lokala grundvattenförhållandet är utdikning av mark. Det finns omfattande erfarenheter och ett flertal utredningar rörande vegetationspåverkan i samband med utdikningar av marker, speciellt våtmarker [Naturvårdsverket, 1985 och 1987]. Konsekvenserna av utdikningar av olika våtmarker är ofta omfattande och berör inte enbart vegetationen inom avrinningsområdet utan har även konsekvenser för t ex områdets vattenkvalitet, näringsläckage, fauna, lokalklimat, hydrologi samt landskapsbild.

I samband med ett flertal utdikningsföretag har det konstaterats att avgörande för hur vegetationsutvecklingen blir efter dikningsföretaget är:

- ursprunglig vegetationstyp
- hur kraftig vattensänkningen efter dikningen blir
- vilken förändring av näringsförhållandena som sker

Följande förändringar har noterats:

- Djupa torvmarker utvecklas till sumpskogar.
- Sumpskogar utvecklas till torvmarskogar.
- Våta fastmarksskogar utvecklas till fuktiga skogstyper.
- Vegetationsförändringarna går snabbare och är mer omfattande på näringsrika vegetationstyper än på näringsfattiga.
- I artrika vegetationstyper sker förändringarna snabbare än i artfattiga. Våtmarksväxter som dystarr, kallgräs och flertalet vitmossor minskar ofta snabbt efter dikningsföretagets utförande. I stället tillkommer växter som är karakteristiska för torra myrarter såsom hjortron, videris och björnmossa.
- Utdikning av relativt torra myrmarker leder till att ovan nämnda typväxter också försvinner och ersätts av en fastmarksflora.

3 Slutsatser

Det kan sammanfattningsvis konstateras att det har gjorts mycket få utredningar i Sverige huruvida grundvattenförändringar i samband med bergarbeten (bergtunnlar, gruvschakt, bergsskärningar för vägar/järnvägar etc) skadar vegetationen. Det är först i samband med problem med inläckande vatten i tunnelarbetena under Hallandsåsen och utförandet av Norra länken som krav på utredningar och skyddsåtgärder har ställts. Kunskapsnivån är sålunda förvånansvärt låg.

3.1 Vad förväntas hända vid etablering av ett djupförvars schakt/tunnelpåslag ?

Det troliga är att länshållningen av bergschaktet orsakar en avsänkning av grundvattennivån i omgivande berg. Detta leder i sin tur till att grundvattennivån i omgivningens jordlager förändras, vilket eventuellt kan leda till lokal utdränering.

En underjordsanläggning påverkar grundvattennivåer i bergborrade brunnar upp till någon kilometer från schaktet. Påverkan på grundvattennivån i ovanliggande jordar förväntas bli betydligt mindre. En rimlig uppskattning är, att viss påverkan på vattentillgången i ovanliggande jordar kan förväntas några tiotals upp till i storleksordningen hundra meter från ett schakt/tunnelpåslag. Lokal jord-sammansättning och sprickbildning i berggrunden har stor betydelse.

Beroende på platsens vegetationstyp förväntas följande att inträffa:

- Dominerar en torrängsvegetation i området, kommer denna sannolikt att bli i stort sett opåverkad. Markvattnet i jordlagren räcker för vegetationstypens normala behov.
- Finns det träd i området kommer dessa troligen att lida brist på vatten. En snabb och varaktig grundvattenavsänkning kan leda till att träd i schaktets närhet dör. Sker däremot grundvattenavsänkningen långsamt, dvs över flera vegetationsperioder, finns det goda förutsättningar för trädens rötter hinner söka sig allt längre ned i marken och ned i bergsprickor.
- På lätta jordar förväntas viss påverkan av vegetationen. Detta fall kan jämföras med hur det ser ut nära ekskogsbryn en torr sommar.
- På tunga lerjordar torde vegetationen bli oförändrad.
- Vegetationen inom fuktiga skogsmarker och våtmarker kan påverkas mycket snabbt och drastiskt av utdikningsföretag trots att grundvattenavsänkningarna kanske uppgår till mindre än någon meter. Liknande resultat kan också erhållas om gruvschakt, tunnelpåslag eller stora bergsskärningar utförs nära eller igenom sådana vegetationstyper. På kortare tid än några vegetationsperioder kommer floran i sådana områden att förändras.

En ramp bör ge något större påverkan på vegetationen än ett schakt.

Vid LKAB:s gruva i Masungsbyn, Kiruna kommun, har ett våtmarksområde dränerats. Därvid har en granskog drabbats av 50 %-iga barrförluster. Dessutom visar björk och al i området tydliga tecken på att lida av torka. Markvegetationen som bestod av fuktkrävande växter är också klart påverkad och lider av den förändrade vattenregimen. Den enda tänkbara orsaken till att området har dränerats anses vara gruvan i Masungsbyn.

3.2 Övriga aspekter

Själva underjordsanläggningen med tillhörande schakt/ramp kan sålunda ge någon lokal påverkan på vegetationen. Det finns emellertid andra typer av ingrepp i samband med etableringen av djupförvaret som kan ge större effekter om insatserna inte utförs korrekt.

Asfaltering innebär kraftigt minskad infiltrationskapacitet. Detta kan leda till väsentligt förändrade markvattenmängder samt avsänkning av grundvattennivån i jorden.

Markvattenavledning innebär dränering av omgivande marker. Felaktigt utfört kan detta kan bli förödande för framförallt närliggande våtmarker.

Eventuellt kommer vägar till djupförvaret att behöva anläggas. *Utdikningen* längs dessa ger antagligen stor påverkan på vegetationen.

Referenslista

Andersson, J., Jennervik, A., Vattenpåverkan av bergarbeten, SKB AR 44-93-010.

Birgersson, L., Hallberg, B., Sidenvall, J., Förstudie Nyköping - Markanvändning och miljöaspekter, SKB PR D-96-010.

Follin S., Årebäck M., Jacks G., Förstudie Nyköping - Grundvattnets rörelse, kemi och långsiktiga förändringar, SKB PR D-96-014.

Grip, H., Rodhe, A., Vattnets väg från regn till bäck, Forskningsrådets förlagstjänst, Stockholm, 1985.

Jennervik, A., Miljöstörningar vid gruvverksamhet, SKB AR 44-93-009.

Kjellbert, N., Miljöaspekter på förläggning av ett djupförvar för använt kärnbränsle och annat långlivat avfall till Storumans kommun, SKB PR 44-94-017.

Naturvårdsverket Rapport 3003, Energitorvtäkt. Tankbara konsekvenser, G Stenbäck, 1985.

Naturvårdsverket Rapport 3270, Skogs- och myrdikningens miljökonsekvenser, Slutrapport från ett projektområde, 1987.

Kontaktade personer

Följande personer har kontaktats:

Vintern/våren 1997

Göran Angelryd	Statens oljelager, Stockholm.
Carl-Lennart Axelsson	Golder Associates AB, Uppsala.
Gunnel Blomqvist	Stockholms miljöförvaltning.
Sven-Olof Borggård	Konsult, Västerås.
Hans Cronert	Länsstyrelsen Skåne län.
Sören Dahlén	Banverket, Borlänge.
Torbjörn Fagerlind	Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU), Uppsala.
Tommy Fransson	VBB-VIAK, Stockholm.
Mats Gottnie	Stockholms miljöförvaltning.
Torbjörn Göransson	Boliden Minerals, Miljöstaben, Skellefteå.
Johan Hermelin	Sollentuna kommun.
Lars Hjelm	Länsstyrelsen Uppsala län.
Johan Ingri	Högskolan i Luleå.
Börje Karlsson	Lunds universitet. Institutionen för miljö- och energisystem.
Björn-Gunnar Lagström	Upplandsstiftelsen.
Sven-Erik Lundin	Bjerkings, Stockholm.

Claes Magnusson	Naturvårdsverket, Stockholm.
Staffan Modig	Ragn-Sells, Stockholm.
Tommy Ohlsson	Golder Associates AB, Uppsala.
Martin Pettersson	Länsstyrelsen Uppsala län.
Ulf Qvarfordt	Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU) och Uppsala universitet.
Ingvar Rhen	VBB-VIAK, Göteborg.
Torbjörn Svensson	Vägverket, Borlänge.
Sten Sjödal	Banverket, Malmö.
Lars Thorell	Naturvårdsverket, Stockholm.
Håkan Westas	Uppsala Energi.
Torbjörn Wikner	Sveriges Geologiska Undersökningar (SGU), Uppsala.
Anders Winberg	Conterra AB, Göteborg.
Olle Zellman	SKB, Äspölaboratoriet, Oskarshamn.
Peter Ögren	LKAB, Kiruna.
Karin Östman	Länsstyrelsen Gävleborgs län.

Vintern/våren 1998

Ingvar Bornemyr	Sydvatten, Malmö.
Johan Landberg	VBB-VIAK, Malmö.
Roy Stanfors	Konsult, Lund.
Lars-Erik Williams	Lunds Universitet, Ekologiska institutionen.

Erfarenheter från Hallandsåsen

Tunnelbygget genom Hallandsåsen inleddes år 1993. Enligt dåvarande planering skulle bygget ta ungefär tre år. Nu, fem år senare, är tunneln inte ens halvfärdig. Arbetet är stoppat och ett ras har inträffat i den södra delen av tunneln. Grundvattnet har sänkts långt under de tillåtna nivåerna.

Det är känt sedan länge att åsen till största delen består av sprickigt och söndervittrat berg. Innan tunnelbygget startade utfördes geologiska och geotekniska undersökningar som bekräftade att det skulle bli svårt att bygga i berget. Det var således känt av myndigheter, beställare och entreprenör att grundvattenläckaget skulle bli ett stort problem i samband med bygget.

Berggrunden i Hallandsåsen domineras av gnejser och utgör en del av den baltiska skölden som är del av jordens gamla urbergssköldar. Förutom gnejser finns bergarterna ambibolit och diabas. Diabasgångarna kan vara upp till 50 m breda. De bildades under perioderna perm och karbon, dvs för ca 360 till 240 miljoner år sedan. För ca 100 till 65 miljoner år sedan, dvs under yngre krita, skapades själva åsen. Storskaliga rörelser i jordskorpan orsakade förkastningar i berggrunden. Landskapet blev således präglad av horstar och gravsänkor. Hallandsåsen är en horst (upphöjd bergrygg).

Hallandsåsen och de övriga skånska åsarna tillhör den så kallade Tornquistzonen. Denna zon är starkt söndersprucken och vittrad. Sprickor och vittrade partier är fyllda med lera och grus. I de lerfyllda sektionerna stoppas vattnet upp, medan grusfyllda sprickor och gångar leder vattnet ned i berget. Även om det generellt finns rikligt med sprickor och vattenförande partier i Hallandsåsen, ligger spricksystemen mycket tätt just där tunneln skulle dras fram genom berget. Vid förundersökningen framkom att tunnellen korsas av 140 sprickzoner av varierande bredd med kraftigt krossat och vittrat berg. Sprickorna löper i många fall djupt ned i berget. I många av de hål som borrats längs tunnellen konstaterades att berget var dåligt. I det ca 130 m långa horisontella hål som borrades i norra delen av tunneln noterades att berget till och med var extremt dåligt.

Uppe på åsen finns våtmarker som lagrar stora mängder vatten. Huvudparten av nederbörden avrinner via bäckar utefter bergets sidor. Bara en liten del sjunker djupare ner för att bli grundvatten. Innan byggstart låg grundvattenytan på några meters djup under markytan. I takt med att tunnelbygget har fortskridit har grundvattenytan i åsen sänkts. De utsprängda tunnlarna har fungerat som stora dräneringsrör.

Meddelad vattendom gav tillstånd att få tappa 1,8 miljoner kubikmeter vatten per år. I verkligheten har mer än dubbelt så mycket vatten avletts. I den norra delen har avtappningen varit särskilt stor. Här fick inte mer än 26 l/s avledas, medan det i verkligheten har legat på omkring 50 l/s. I detta område har också många brunnar sinat. Närmast tunneln har grundvattenytan avsänkts mer än 100 meter.

Erfarenheter från personer kontaktade vintern/våren 1998

Roy Stanfors har uppfattningen att Hallandsåsen delvis är extrem ur geohydrologisk synpunkt och att berget i Hallandsåsen är betydligt sämre än det berg som kommer att väljas för ett djupförvar. Vattenföringen i åsen är mycket hög och problem med torrlagda brunnar har inträffat. Roy har även arbetat med Bolmen-tunneln. Vatten har under ett antal år kontinuerligt läckt in i vissa avsnitt av den norra delen av tunneln. Vad Roy känner till har växtligheten inte påtagligt skadats. Roys uppfattning är att även berget i stora delar av Bolmentunneln är sämre än det berg som kommer att väljas för ett djupförvar.

Enligt Johan Landberg är grundvattennivåavsänkningen störst i den norra delen av Hallandstunneln. Eventuell påverkan på ovanliggande växtlighet beror på art av mark. Johan har uppfattningen att torrmarker klarar sig bättre. Dock kan effekter uppstå efter många år. Norra delen av tunneln är ca 1 km lång och har ett inflöde av ca 2000 l/min. Grundvattensänkningen är i denna del ca 100 m och avståndet till markytan ca 150 m. Den södra delen är ca 2 km och har ett inflöde av 600-700 l/min. Grundvattennivåavsänkningen är mindre i denna del.

Ingvar Bornemyr har arbetat bl a med Bolmentunneln. Bolmentunneln är ca 8 mil lång och har ett totalt inflöde på ca 250 l/s. Fördelningen längs tunneln är ej känd i detalj, men merparten av inflödet härrör från de norra 2.4 milerna (längs sträckan Lagan-Bolmen). Fördelningen är dock mycket ojämn. Ett fåtal sektioner svarar för stor andel av inflödet. När tunneln anlades fanns ingen ambition att täta tunneln för att reducera mängd inströmmande vatten. De krav som fanns var inriktade på arbetsmiljösäkerhet. Bergtäckningen är minst 10 m och i medeltal ca 30-40 m.

Lars-Erik Williams har utarbetat ett kontrollprogram för att följa upp eventuella förändringar i växtligheten på Hallandsåsen. Banverket är kontrollprogrammets uppdragsgivare. Lars-Erik kommer att studera ekologiska effekter på växtlighet, vegetation och vissa djurgrupper. Kontrollprogrammet kommer att starta under 1998. I en första etapp kommer det att pågå under 4 år varefter utvärdering kommer att ske för att bestämma om och hur kontrollprogrammet skall fortsätta. Eventuellt kan kontrollprogrammet komma att pågå under 10-20-30 år, beroende på vilka effekter som noteras under programmets gång. Vad Lars-Erik vet har ingen uppföljning av påverkan på växtligheten genomförts hittills. I dagsläget känner Lars-Erik inte till några noterade effekter på växtligheten. Hallandsåsen är en mosaik av torra och fuktiga vegetationstyper. Lars-Eriks bedömning är att ev påverkan i första hand kommer att drabba fuktkrävande växtlighet, vilken kan komma att minska i omfattning på bekostnad av torra vegetationstyper. Lars-Erik bedömer att omfattningen av eventuella kommande skador till stor del är beroende på kommande somrars nederbördsmängder.

Jämförelse av mängd inströmmande vatten

Nedan följer en jämförelse mellan vatteninströmningen till Hallandsåsen, Bolmentunneln och djupförvaret.

- Hallandsåsen (norra delen) 2000 l/min på en sträcka av 1 km (Johan Landberg)
- Bolmentunneln (norra delen) max 250 l/s och 2.4 mil =
625 l/min per km tunnel (Ingvar Bornemyr)
- Djupförvaret 50 l/min per km tunnel (antaget värde)

Det totala inflödet till djupförvaret har antagits bli 1000 l/min (motsvarar ca 50 l/min per km tunnel) baserat på erfarenheter från andra underjordsanläggningar i liknande berggrund. Längden på djupförvarets orter beror av hur djupförvaret utformas med tanke på schakt/ramp, längd av ramp, antal ramper och förvarsutformning.

Med ovannämnda antaganden kan det konstateras att vatteninströmningen till djupförvaret inte förväntas bli jämförbar med inströmningen till tunneln i Hallandsåsen.

Referenser

Eriksson, K. & Wentzel, A--K., 1998.

Hallandsåsen - Ett söndervittrat berg. Forskning och Framsteg. Nr 1. Januari 1998.

Samtal med Roy Stanfors, Johan Landberg, Ingvar Bornemyr och Lars-Erik Williams, se Referenslista, kontaktade personer.