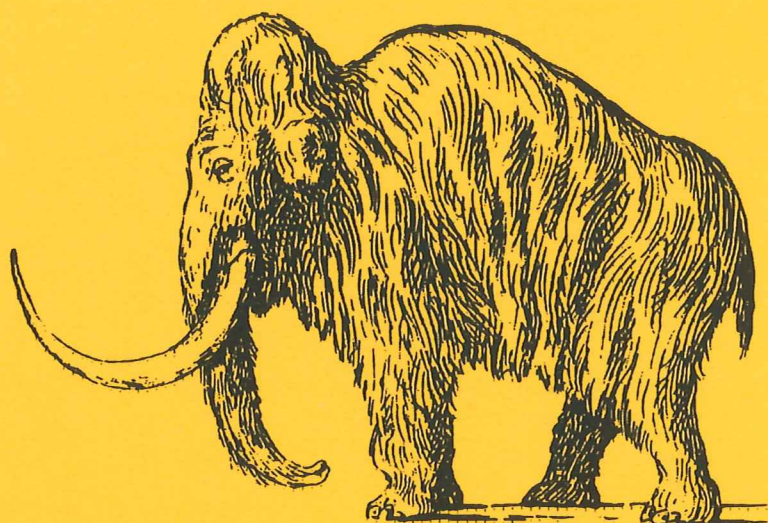


EXAMENSARBETE I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

LUNDS UNIVERSITET
GEOBIBLIOTEKET
PERIODICA

Kvartärgeologi



**Inventering, hydrologisk klassificering samt bedömning
av hydrogeologisk påverkan av våtmarksområden i
samband med järnvägstunnelbyggnation genom
Hallandsåsen, NV Skåne**

Christina Antonsson

Per

Lunds univ. Geobiblioteket



15000

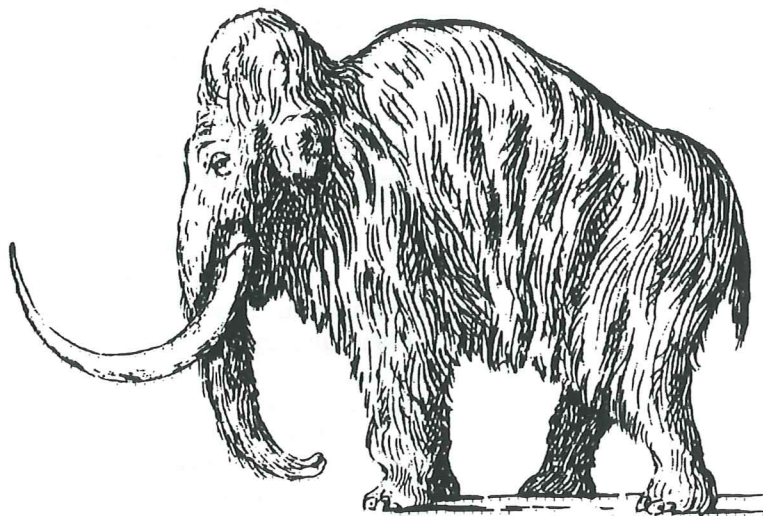
600955226

Examensarbete, 20 p
Institutionen, Lunds Universitet

Nr 89

EXAMENSARBETE I GEOLOGI VID LUNDS UNIVERSITET

Kvartärgeologi



**Inventering, hydrologisk klassificering samt bedömning
av hydrogeologisk påverkan av våtmarksområden i
samband med järnvägstunnelbyggnation genom
Hallandsåsen, NV Skåne**

Christina Antonsson

Innehållsförteckning

Abstract	1
1 Inledning	2
1.1 Bakgrund	2
1.2 Syfte	2
1.3 Undersökningsområdet	3
2 Regionalgeologi	4
2.1 Översikt	4
2.2 Berggrund	4
2.2.1 Prekambrisk berggrund	4
2.2.2 Fanerozoisk berggrund	4
2.2.3 Tektoniska lineament och zoner	4
2.3 Kwartära jordlager och utvecklingshistoria	5
2.3.1 Morän	5
2.3.2 Isälvsavlagringar	5
2.3.3 Glaciala finkorniga sediment	5
2.3.4 Skånes deglaciationshistoria	5
3 Hydrologi	7
3.1 Vattenbalans	7
3.2 Nederbörd och evapotranspiration	7
3.3 För växterna tillgängligt vatten	7
3.4 Ytvatten	8
3.4.1 Ytvattenbildning	8
3.4.2 Avrinningsområden	9
3.5 Grundvatten	9
3.5.1 Grundvattenbildning	9
3.5.2 Grundvatten i berget	9
3.5.3 Grundvatten i jordlagren	9
3.5.4 Källor - grundvattenavrinning	10
4 Befintligt material	11
4.1 Kartor	11
4.2 Flygbilder	11
4.3 Inventeringar och tidigare undersökningar	11
5 Utförda undersökningar	12
5.1 Karttolkning	12
5.2 Flygbildstolkning	12
5.3 Litteraturstudie och dataanalys	12
5.4 Fältkontroll	12
6 Våtmarker	13
6.1 Allmänt	13
6.2 Våtmarkstyper	13
6.2.1 Kärr	13
6.2.2 Mossar	13
6.2.3 Fuktängar	13
6.2.4 Sumpskogar	14
6.3 Hydrologisk klassificering	14
6.3.1 Typ 1	14
6.3.2 Typ 2	14
6.3.3 Typ 3	14

7	Lokaler	15
7.1	Typ 1	15
7.1.1	Lokal 5A, V Severtorp (155-150 m ö h)	15
7.1.2	Lokal 6B, Ö Severtorp (165-170 m ö h)	15
7.2	Typ 2	15
7.2.1	Lokal 4C, Bjäred (160-155 m ö h)	15
7.2.2	Lokal 8A, Slottet (77 m ö h)	16
7.3	Typ 3	16
7.3.1	Lokal 4A, Malla mosse (180 m ö h)	16
8	Diskussion	17
8.1	Yt- och grundvatten	17
8.1.1	Grundvattenvariationer	17
8.1.2	Magasinering och läckage	17
8.1.3	Spricksystemen	18
8.1.4	Åtgärder	18
8.2	Kontrollprogram	19
8.2.1	Typ 1	19
8.2.2	Typ 2	19
8.2.3	Typ 3	19
8.3	Vegetationen	20
9	Sammanfattning	21
Tack		22
Referenser		23
Bilaga 1 Nederbörds­mätningar från Baramossa mätstation		
Bilaga 2 Karta över influensområdets vattendrag, avrinningsområden, lokaler och brunnar		
Bilaga 3 Inventerade lokaler		
Bilaga 4 I brunnarna och observationsrören uppmätta grundvattennivåfluktuationer		

Abstract

Establishing a railway tunnel through the mountain ridge Hallandsåsen in north-western Skåne, southern Sweden, may cause a lowered groundwater level in an approximately three kilometres wide area overlying the tunnel line. The "horst-ridge" is caused by tectonic up-lift and the bedrock is rich in fissures and shear zones.

There are at least two different aquifers in the area, one fissure aquifer in the bedrock and one soil aquifer in the overlying till layers. Establishing the tunnel causes a lowered groundwater level in the bedrock aquifer which will affect also the soil layers since the two aquifers are hydrologically communicating. To be able to follow the groundwater changes during the building of the tunnel, the groundwater level is registered in several wells and monitoring wells within the area.

In this investigation existing wetland areas have been mapped and classified in response to their hydrological properties. It was found that the wetlands could be divided into three types. Low-lying fens make up the first type, which often are located in depressions where the groundwater surface reaches the ground surface. Fens located in slopes represent the second type, usually depending on springs for their water supply. Water is seeping over their surface, transporting nutrients over the area. The nutrient-poor peat bogs belong to the third type, for which precipitation is the only source of water supply.

All types of wetlands are sensitive to lowered groundwater levels in one way or another. In order to see how these areas develop during the construction of the tunnel, a groundwater control programme is suggested.

1 Inledning

1.1 Bakgrund

Hallandsåsen är belägen i nordvästra Skåne (fig. 1). Det är ett naturskönt område som omfattar ett varierande landskap med både öppen mark, bete och jordbruk, och skog, både löv- och barrskog.

I samband med planeringen av den dubbelspåriga Västkustbanan började omfattande undersökningar av förutsättningarna för byggandet av en tågtunnel genom åsen. Undersökningarna genomfördes 1989-1990 och entreprenören Tunnelbyggarna började drivningen av en tunnel vid påsk 1992. Efter problem med drivningen tog Skanska, i januari 1996, över som entreprenör. Det som vållat mest problem under drivningen är krosszonerna i åsens ytterkanter som är mer leromvandlade än vad man trodde från början, vilket försvårar och fördyrar arbetet väsentligt.

Drivningen av tunneln planerades ske från två fronter, norra och södra påslaget. Från juni 1996 har även arbetet från ett mellanpåslag startats för att fördubbla antalet fronter och på så vis påskynda arbetet. Arbetet utförs genom att sprängladdningar förs in i ca 5 meter långa borrhål. Laddningarna avfyras och vid varje salva frigörs ca 300 kubikmeter, vilka sedan lastas ut (Hallberg 1997).

Tätningen av tunneln görs först genom injektivering, d v s cement injiceras i borrhål framför tunneln och vidare ut i sprickor i berget så en tätande skärm bildas. Efter utlastningen av schaktmassorna säkras tunnelväggarna med ett lager sprutbetong av varierande tjocklek, 5-70 cm (Hallberg 1997). På vissa ställen ger inte detta tillräckligt skydd mot inläckage av grundvatten och man har stora problem med att läckaget är större än man väntat sig.

På Hallandsåsen finns ett flertal våtmarker och fuktängar med stora naturvärden som det naturligtvis finns ett stort intresse att skydda och bevara. Med en sänkt grundvattennivå längs tunneln och i dess närhet finns det risk för att dessa områden påverkas negativt. Länsstyrelsen fungerar som tillsynsmyndighet i frågan och har också fastslagit ett kontrollprogram innefattande både grundvatten och ytvattendrag inom influensområdet.

1.2 Syfte

Detta examensarbete är skrivet i samarbete med VBB Viak på uppdrag av Länsstyrelsen och Båstad kommun. Uppgiften är att göra en inventering av våtmarkerna inom influensområdet och att försöka analysera hur en eventuell grundvattensänkning skulle kunna påverka dessa våtmarker. Ett antal

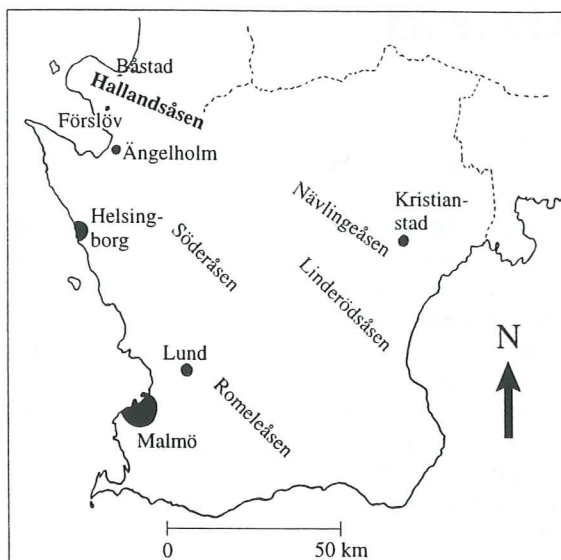


Fig. 1. Orienteringskarta över Skåne.

avrinningsområden har definierats inom influensområdet, varefter vattenbalansen för var och en av våtmarkerna inom varje avrinningsområde studerats. För att kunna göra en lämplig hydrologisk klassificering har av- och tillrinningen av ytvatten samt grundvattnets förekomst i de olika våtmarkerna studerats. Genom att därefter analysera de olika hydrologiska våtmarkstyperna och risken för påverkan vid en grundvattensänkning, ges ett förslag till kontrollprogram utöver det som redan finns för kontroll av grundvattnet inom influensområdet.

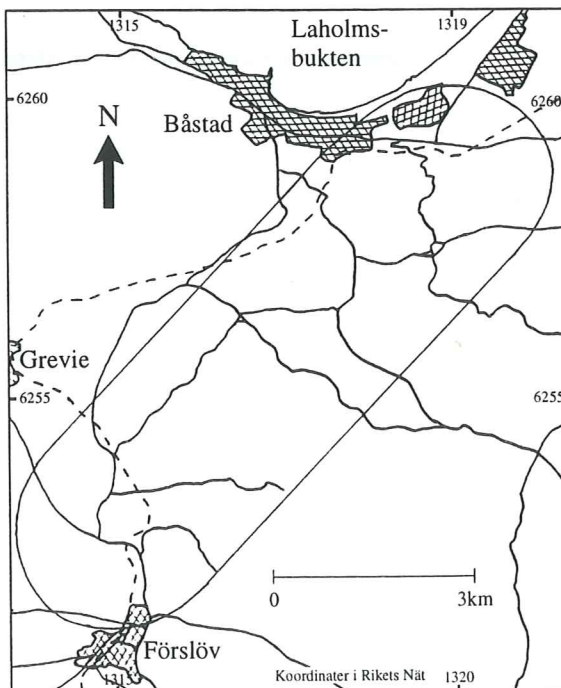


Fig. 2. Karta över influensområdet. Bilvägar (heldragna), järnväg (streckad) och ortsnamn är markerade.

1.3 Undersökningsområdet

Områdets berggrund domineras av gnejs med varierande inslag av gnejsgranit och amfibolit. Hallandsåsen, en tektonisk horstbildning, uppvisar omfattande sprick-, kross- och skjuvzoner i ett flertal riktningar, dock med dominerande orientering i nordväst till sydost. Jordlagren består till allra största delen av morän. Glacifluviala sediment förekommer i begränsad utsträckning.

Hallandsåsens berg- och jordlager bildar ett hydrologiskt komplext system där berggrundens sprickakvifer ställvis står i kontakt med akviferen i jordlagren. Läckage mellan de olika grundvattenakvifererna styrs av det där förekommande grundvattnets trycknivåer.

Undersökningsområdet utgörs av en tre kilometer bred zon över Hallandsåsen med tunnellen i centrum (fig. 2). Banverket har provpumpat ett antal provrör och fastslagit 1,0 kilometer som den praktiska influensradien inom de mest konduktiva zonerna (Banverket 1995). Därefter har ytterligare 500 meter lagts till som säkerhetszon. Influensområdet består mestadels av bokskog, men planterad granskog förekommer också. Enefälader och ljunghedar utgör betydande inslag i områdets natur. Det finns gott om bäckar och mindre vattendrag inom området och också en hel del våtmarker av olika slag.

2 Regionalgeologi

2.1 Översikt

Skånes berggrund är av mycket varierande slag. Ett markant inslag är den skånska diagonalen, en linje som går från Simrishamn i söder via Ring-sjöområdet till Torekov i norr. Söder om denna gräns finns mäktiga sedimentära avsättningar, medan området norr om linjen karakteriseras av blottat urberg eller endast tunna sedimentära avsättningar på urberget (Lindström *et al.* 1991). Hallandsåsen ligger strax norr om denna linje. Till övervägande del är berggrunden täckt, men fläckvis förekommer blottat berg.

Hallandsåsen är en urbergshorst, bildad under yngre krita (Lindstöm *et al.* 1991) genom rörelser längs den skånska Tornqvistlinjen. Den intensiva rörelsen vid horstens relativa upphöjning har lett till att berggrunden krossats och malts sönder i åsens kantzoner. Det krossade materialet har genom senare vittringsprocesser omvandlats till lera och utgör nu förhållandevis täta lager i åsens ytterkanter.

Åsen är omkring 5-10 km bred och kan från Båstad följas ca 40 km i sydostlig riktning. Horstens överyta är relativt kuperad och når nivåer runt 150-200 m ö h. Dess högsta område, Högalteknall, ligger 226 m ö h medan högsta punkten inom influensområdet är Lyngbejärsknall som ligger på 200 m ö h. Ett antal bäckraviner av tektoniskt ursprung (Wikman & Bergström 1987) skär genom åsen, särskilt dess södra sida, t ex Sinarpsdalen och Möllebäckens dalgång. Åsens norra förkastningszon är brant, medan den södra zonen utgör ett betydligt mindre markant inslag i naturen.

2.2 Berggrund

2.2.1 Prekambrisk berggrund

Hallandsåsen tillhör den Sydvästskandinaviska provinsens östra gnejssegment, vilken domineras av flackt liggande granitoida ortognejser. Dessa kan vara delvis migmatiserade och ofta rika på magnetit (Lindstöm *et al.* 1991; Wikman & Bergström 1987). De kallas därför ibland för "järngnejser", även om de i Skåne endast innehåller en låg halt magnetit (Wikman & Bergström 1987). Gnejsernas ålder är ca 1,800-1,600 Ma men dateringar ned till 1,400 Ma har erhållits (Lindstöm *et al.* 1991).

Huvudkomponenten i berggrunden utgörs av ådergnejser av olika typ. Dessa är finkorniga, grå till rödgrå gnejser som kan vara mer eller mindre ådrade. Ådergnejserna innehåller varierande inslag av finkornig, gråsvart amfibolit som förekom-

mer dels som sliror eller band och dels som större, mer fristående partier. Berggrunden har utsatts för omfattande metamorfos i olika omgångar vilket har lett till att utseendet kan variera. Metamorfofen har uppnått granulitfacies, en högre metamorfosgrad än större delarna av östra gnejssegmentet (Lindstöm *et al.* 1991). Den rödaktiga gnejsen uppvisar den högsta sprickfrekvensen.

Ett annat viktigt inslag i berggrunden utgörs av gnejsgraniten. Denna har samma färg som gnejsen, men är sprickfattig och mer grovkornig och förekommer som små i gnejsen insprängda områden.

2.2.2 Fanerozoisk berggrund

Den äldsta sedimentära berggrunden är en sandsten, den underkambriska, vita skånska Hardebergsandstenen, vilken på sina ställen är upp till 30 m mäktig. Sandstenen är kvarts-cementerad, rik på grävspår, och innehåller leriga skikt. Under övergången Trias-Jura avsattes lerig sandsten (Wikman & Bergström 1987). Dennas utbredning i området är liten, men längre söderut bildar den leriga sandstenen mäktiga lager. Nästa enhet utgörs av kretaceisk glaukonitsand och vit kalksten. Kalkstenen är fossilfattig och vid Båstad mycket rik på flinta (Wikman & Bergström 1987).

Norr om Hallandsåsen, i området runt Båstad, utgörs de fanerozoiska avlagringarna av dessa kretaceiska avsättningar (Lindstöm *et al.* 1991). I Hallandsåsens kantområden når de markytan, men stupar i nordlig riktning ner till en nivå på 50-70 m u h. Samtidigt avtar kalkhalten och kalkstenen övergår i en glaukonithaltig grå sandsten eller märkegel (Wikman & Bergström 1987).

Söder om åsen, i området norr om Ängelholm, finns triassiska avlagringar som utgörs av Bundsandstein, Kågerödsformationen och Rät-Lias sediment (Lindstöm *et al.* 1991).

Berggrunden genomskärs av permokarbonska diabasgångar, vilka har en nordväst-sydostlig strykning. Gångarna har en bredd på någon decimeter till ett tiotal meter och är i stort sett lodräta eller stupar svagt åt nordost (Wikman & Bergström 1987).

2.2.3 Tektoniska lineament och zoner

Tornqvistlinjen, som sträcker sig från Svarta Havet till Nordsjön, har gett upphov till det på åsen dominerande spricksystemet med nordväst-sydostlig riktning. Linjen utgör den Baltiska sköldens gräns i sydväst mot sedimentbergarterna i söder (Fredén 1994; Lindstöm *et al.* 1991). Rörelsezonen utveck-

lades troligen under kambrosilur, men har varit aktivt ett flertal gånger. I yngre krita bildas de för Skåne karakteristiska nordväst-sydostligt orienterade horstarna (fig. 1); Hallandsåsen, Nävlingeåsen, Söderåsen, Linderödsåsen och Romeleåsen (Lindstöm *et al.* 1991). Vid en senare rörelseperiod, under permokarbonsk tid (se 2.2.2), trängde de nordvästliga diabaserna upp (Wikman & Bergström 1987).

Ett antal andra spricksystem föreligger, alla yngre än det nordväst-sydostliga. Riktningarna varierar från nordost-sydväst till nordnordväst-sydsydost (Wikman & Bergström 1987).

2.3 Kvartära jordlager och utvecklingshistoria

2.3.1 Morän

Jordlagren inom kartbladet Halmstad SV domineras av morän av varierande mäktighet. I områden med frekvent hållförekomst är jorddjupet vanligen litet, runt 5-10 m, medan områden utan blottade berggrundshällar kan uppvisa jordmäktigheter på upp till 55 m (Ringberg 1995). På åsens sydsluttning ligger berggrundsytan enligt Daniel (1978) i allmänhet nära markytan, på omkring 1-5 m djup. Längs tunnellen har ett antal hammarborringar utförts (Banverket 1995). Dessa visar dock att moräntäcket längs tunnellen på den södra förkastningsbranten uppnår mäktigheter på 15-25 meter och består av två enheter. Den översta är en sandig grusig morän med inslag av sand eller grus som vanligen är 5-15 m mäktig. Den undre enheten utgörs av en lerig morän/moränlera som vanligtvis är 5-10 meter mäktig (Banverket 1995).

Sandig-moig morän dominerar inom kartbladet. Då den är hårt packad har den tolkats som en bottenmorän (Ringberg 1995). Ovanför MG, marina gränsen, är den översta delen av moränsekvensen vanligen lösare i packningen och innehåller rikligt med sliror av silt och sand. Lagren har inga tecken på tektoniska störningar efter avsättningen och är enligt Ringberg (1995) avsatta som en ytmorän från en stagnant is. Ett fåtal små områden med grusig-sandig morän förekommer och på Bjärehalvön förekommer ställvis lerig-sandig-moig morän.

Moränmaterialet domineras av lokala bergarter och består främst av olika typer av gnejs (Ringberg 1995). Bjärehalvön domineras av blockfattig morän medan moränen uppe på åsen vanligen är normalblockig till blockrik. De block som finns är som regel små till medelstora, eftersom de är lokalt uppluckade av isen och således är tagna från områden med vittrad, starkt söndersprucken gnejsberggrund (Daniel 1978; Ringberg 1995).

Moränen bildar vanligen inga egna stormorfologiska former utan följer oftast berggrundens topografi. Ställvis förekommer dock mindre egenformer som t ex små kullar och ryggar samt drumlinoida former (Daniel 1978; Ringberg 1995). Småkullig moränterräng föreligger över MG uppe på Hallandsåsen, medan moränformerna under MG är utjämnade av svallningsprocesser. Moränkullarna består främst av morän men även bäddar av sorterade sediment med mindre uthållighet. Kullarna är enligt Ringberg (1995) uppbyggda av flytmorän, avsatt vid dödisavsmältning. Moränryggar förekommer i viss utsträckning i Sinarpsdalen. De är 3-7 m höga och har en nordost-sydvästlig till ostnordost-västsydvästlig orientering (Ringberg 1995). De drumlinoida former som finns i området kring åsen har en nordost-sydvästlig till ostnordost-västsydvästlig sträckning. De är oftast utbildade som läsidesmoräner, avsatta bakom en bergkärna av en aktiv is (Ringberg 1995).

2.3.2 Isälvsavlagringar

Isälvsavlagringarna har endast en liten utbredning inom kartbladet Halmstad SV. De finns främst i området närmast influensområdet och utgörs av ett antal åsar vid Grevie, samt avsättningar i Sinarpsdalen och vid Förslöv. "Grevie åsar" består av 5-6 mer eller mindre parallella åsar, 5-10 m höga, undantagsvis 20 m (Ringberg 1995). Längs Sinarpsdalens norra sluttningar finns terrassformade och svagt rygglika sorterade avlagringar av grus och sand.

2.3.3 Glaciala finkorniga sediment

Stora delar av Ängelholmsslätten och området kring Skälderviken täcks av glacial lera. Leran kan på sina ställen vara varvig och täckas av postglacialt avsatt sand (Daniel 1978). Inom kartbladet Halmstad SV förekommer glaciala finkorniga sediment i begränsad utsträckning upp till 35-40 m ö h. Den glaciala leran går endast i dagen norr om Hallandsåsen och sydväst om Förslöv (Ringberg 1995).

2.3.4 Skånes deglaciationshistoria

Vid Weichselisens avsmältning var Kullaberg det första området att bli isfritt. Isen avsmälte från området omkring 14 000-13 500 år BP. Isrörelsen var nordostlig och det är den riktningen som har skapat merparten av de glaciala formationerna längs Sveriges västkust (Pässe 1992). Det finns inga dateringar på deglaciationen inom området

kring Hallandsåsen men marina mollusker från Halland ger en ålder på 13 500-13 000 år BP (Ringberg 1995; Påsse 1992).

Högsta kustlinjen eller högsta marina gränsen, MG, som den kallas på västkusten ligger omkring

55-60 m ö h (Daniel 1978; Ringberg 1995). Detta medför att huvuddelen av området kring Hallandsåsen ligger över MG, endast de sydligaste delarna av Bjärehalvön har legat under vatten vid och efter isavsmältningen.

3 Hydrologi

3.1 Vattenbalans

Vattnets kretslopp i naturen har länge fascinerat människan och redan 1674 lade Pierre Perrault, en fransk filosof, grunden för vattenbalansen inom ett område. Han tittade på hur nederbörden över ett område rann av, avdunstade eller tillfälligt lagrades.

Vattenblansekvationen illustrerar hur de olika faktorerna samverkar (Grip & Rodhe 1994; Brasington 1990; Freeze & Cherry 1979).

$$N = A_E + A_T + Q_Y + Q_G \pm \Delta M$$

N står för nederbörd, A_E för avdunstning, A_T för transpiration, Q_Y för avrinning av ytvatten, Q_G för grundvattenbildning och ΔM för magasinförändring, lagring eller avrinning av yt- och grundvatten.

3.2 Nederbörd och evapotranspiration

Nederbörd mäts kontinuerligt av SMHI på ett antal mätstationer runt om i landet. Baramossa mätstation är den som ligger närmast undersökningsområdet, ca 3 km öster om väg E6. Årsnederbörden för åren 1991-1996 (tab. 1) ger ett medelvärde för Baramossa mätstation på 1106 mm/år. Detta är ett för Sverige relativt nederbördsrikt område. Nederbörden från mätstationen under åren 1991-1997 redovisas i bilaga 1.

Evapotranspirationen, $A_E + A_T$, avser den del av nederbörden som bildar vattenånga och avdunstar från t ex växter och markytan samt återgår till atmosfären genom växternas transpiration. Evapotranspirationen beräknas för området som genomsnitt vara 450 mm/år (Knutsson & Morfeldt 1973 efter Tamm 1959). Avdunstningen avtar med höjd över havet (Knutsson & Morfeldt 1973) och borde kanske vara något lägre för att representera förhållandena på Hallandsåsen.

Tab. 1. Medelnederbörd från Baramossa mätstation åren 1991-1996. Källa SMHI.

år	nederbörd, (mm)
1991	1115
1992	1105
1993	1155
1994	1343
1995	1102
1996	815
medel, 91-96	1106

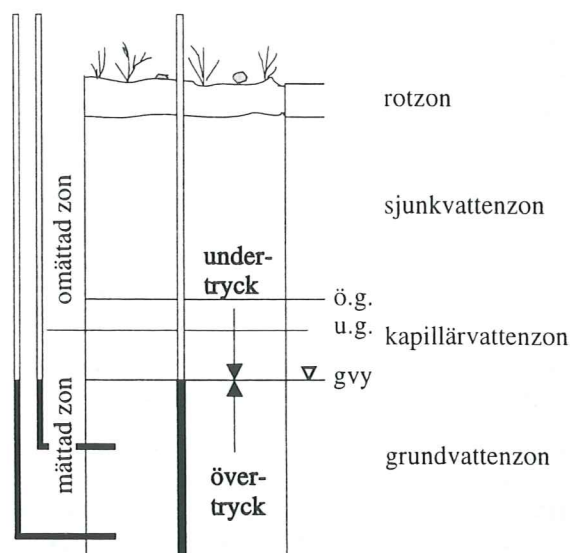


Fig. 3. Olika typer av vatten i en markprofil. Grundvattenytan (gvy) och kapillärzonens övre och undre gräns (ö.g. och u.g.) är markerade.

Nederbörden som ej avdunstar, $N - (A_E + A_T)$, kallas nettonederbörd och är den andel av nederbörden som bildar yt- eller grundvatten. De för området ovan angivna siffrorna ger en nettonederbörd på omkring 650 mm/år.

3.3 För växterna tillgängligt vatten

Den mängd vatten som finns tillgänglig för vegetationen under en växtsäsong bestäms främst av jordens kornstorlekssammansättning samt klimatet. Breuning Madsen *et al.* (1990) beskriver mängden växttillgängligt vatten genom nedanstående formel.

$$TAW = RZC + PR + CR - RO - DP$$

TAW (Total Available Water) innefattar allt för växterna tillgängligt vatten. Rotzonkapacitet (RZC, Root Zone Capacity) kallas den mängd vatten tillgänglig för vegetationen som kan lagras i det övre marklagret, rotzonen. Växterna kan även tillgodogöra sig vatten, om än i mycket små kvantiteter, som genom kapillär stigning (CR, Capillary Rise) från grundvattenytan når upp till rotzonen. Av den nederbörd (PR, Precipitation) som faller över området under växtperioden försvinner en del som ytavrinning (RO, Run-Off) medan en del infiltrerar i marken och fyller på magasinet i rotzonen, en del avdunstar från markytan och ytterligare en del återgår till atmosfären genom växternas transpiration. Resterande sjunker och bildar grundvatten (DP, Deep Percolation).

Markvatten uppträder i ett antal sk bindningsgrader i en markprofil (fig. 3). Det kemiskt bundna vattnet i mineralkornen och det som binds allra hårdast till mineralkornens yta genom elektrosta-

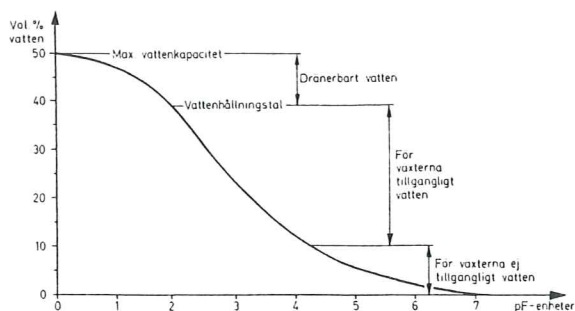


Fig. 4. pF-diagrammet illustrerar sambandet mellan jordens vattenbindande tryck och dess vattenhalt. Ur Knutsson & Morfeldt 1973 (efter Odén & Lundh 1959).

tiska krafter, adsorptionsvattnet, är ej tillgängligt för växterna (Knutsson & Morfeldt 1993). Vidare förekommer sjunkvatten, kapillärt vatten och grundvatten. Sjunkvatten innefattar det vatten som sjunker genom marklagren mot grundvattenytan, kapillärvatten är det som på grund av rådande undertryck stiger över grundvattenytan. Upp till den undre kapillära gränsen är markprofilen mättad på vatten men kapillärstigningen fortgår upp till den övre kapillära gränsen. Grundvattenytan utgörs av den gräns där atmosfärstrycket står i jämvikt med vattentrycket (Grip & Rodhe 1994). Därunder ökar vattentrycket nedåt i profilen och under grundvattenytan råder således ett övertryck i förhållande till atmosfärstrycket (Knutsson & Morfeldt 1993).

Olika jordtyper kan hålla mycket varierande mängder vatten av de olika bindningstyperna. Det kan åskådliggöras grafiskt i ett så kallat pF-diagram (fig. 4) i vilket man plottar volymsprocent vatten mot vattenbindande tryck i marken. pF erhålls som funktionen av logaritmen för undertrycket i cm vattenpelare (Knutsson & Morfeldt 1993; Grip & Rodhe 1994).

Vid pF 2 ligger jordartens fältkapacitet. Det är den mängd vatten som finns kvar i jorden efter fri dränering. Den normala vattenhalten i rotzonen utgörs av jordens fältkapacitet och överskrids endast under regn. När regnet upphör dräneras det fria vattnet och snart är fältkapaciteten uppnådd. Avdunstning från markytan och växternas upptag av vatten minskar sedan markens vattenhalt och vid pF 4,2 uppnås den så kallade vissningsgränsen. Det är den gräns där det av växterna skapade undertrycket inte överskrider bindningstrycket, och alltså inte är stort nog för upptag av vatten (Grip & Rodhe 1994). Växttillgängligt vatten är således det som för varje jordart finns mellan pF-enheterna 2 och 4,2.

Torvens fysikaliska egenskaper varierar med dess sammansättning och humifieringsgrad. Den totala porositeten varierar vanligen mellan 97-85 procent och är minst hos höghumifierad torv. Höghumifierad torv har störst växttillgängligt magasin

och lägst hydraulisk konduktivitet. Vitmosstorv har vanligtvis lägre konduktivitet än annan torv av samma humifieringsgrad (Grip & Rodhe 1994).

3.4 Ytvatten

3.4.1 Ytvattenbildning

Det finns gott om bäckar och små vattendrag uppe på åsen. Dessa rinner ner till större vattendrag och slutligen ner i Skälderviken eller Laholmsbukten. I vissa av vattendragen inom influensområdet har VBB Viak kontinuerligt mätt vattennivån under en längre tid.

I Sveriges humida klimat sker direkt ytavrinning till vattendragen endast i områden med kala hållmarker. Periodvis sker det även i andra områden t ex då marken är tjälad eller vid kraftiga regn och snösmältning, särskilt i fjällen (Knutsson & Morfeldt 1993). Den nederbörd som faller på utströmningsområden rinner också av ytligt eftersom grundvattenytan i dessa områden ligger nära eller i markytan (se 3.5.3).

I områden med humitt klimat utgör ytvattendragen grundvattenytans lägsta punkter. Det innebär att de, och områdena närmast vattendragen, fungerar som utströmningsområden (Knutsson & Morfeldt 1993; Grip & Rodhe 1994).

Vattenmängden ökar i vattendrag och andra ytliga magasin som t ex våtmarker efter ett regnväder. Om ökningen sker på grund av ökat grundvatteninflöde eller om det är mestadels regnvatten som tillförs vattendraget har diskuterats bl a av Grip & Rodhe (1994), varvid två huvudsakliga scenarier beskrivs. I första fallet domineras flödestoppen av regnvatten; vattendraget omges av ett vattenmätt område och all nederbörd som faller inom detta område rinner av direkt till bäcken. Utanför detta så kallade aktiva området sker ingen tillrinning till vattendraget, allt regnvattnet infiltrerar ned i marken. I fall två domineras flödestoppen av grundvatten. Nederbörden som faller över avrinningsområdet medför en höjning av grundvattennivån, varvid grundvattenströmningen till bäcken ökar genom ytligt strömmande grundvatten (så kallat subsurface stormflow). Nederbördens väg till vattendragen har även diskuterats av andra författare (Freeze & Cherry 1979) varvid kontrollerande faktorer som geologi, topografi, klimat, jordart och vegetation har tagits upp. Freeze & Cherry (1979) menar att det är ett samspel mellan huvudsakligen tre tillrinningssätt, ytligt flöde (overland flow), intermediärt flöde (subsurface stormflow/interflow) och grundvattenflöde (groundwater flow). Ytligt flöde sker då nederbörden överskrider infiltrationens förmåga och ytlig avrinning initieras. Två typer av intermediärt flöde förekommer. Den första, subsurface stormflow, kan utbildas då det finns ett

högpermeabelt lager nära markytan (Grip & Rhode 1994; Freeze & Cherry 1979). När detta vattenmätas sker en lateral transport av vatten inom lagret. Den andra varianten, interflow, är samma process men i något djupare marklager. Transporten sker härvid ofta ovanpå ett "tätt" lager med lägre hydraulisk konduktivitet (Knutsson & Morfeldt 1993; Freeze & Cherry 1979). Den tredje typen av tillrinning sker genom grundvattenflöde. Nederbörden infiltrerar marken och når slutligen grundvattenytan där en lateral transport mot ytvattendragen sker (Freeze & Cherry 1979).

3.4.2 Avrinningsområden

En landyta kan delas upp i avrinningsområden. Med avrinningsområde avses det område som genom topografiska betingelser samlar vatten till ett vattendrag (Grip & Rodhe 1994). Höjdområdena som begränsar avrinningsområdena kallas ytvattendelare. Varje avrinningsområde kan vidareindelas i ett antal mindre avrinningsområden, där varje område samlar vatten till ett biflöde till huvudvattendraget. Influensområdet har delats upp i ett antal sådana sekundära avrinningsområden. Det är av intresse att studera våtmarkerna inom respektive avrinningsområde eftersom de fungerar som en hydrologisk enhet. Den nederbörd som faller över avrinningsområdet och inte perkolerar och bildar grundvatten finns kvar i området och bildar ytvatten eller lagras i våtmarker.

De avrinningsområden som omfattar någon våtmark av intresse är numrerade från 1-10, se karta i bilaga 2. Avrinningsområde nr 1, 2, 3, 4 och 5 dräneras norrut via Alåbäcken och Örebäcken till Stensån och slutligen ut i Laholmsbukten. Avrinningsområde 6, 7, 8 och 9 har avrinning mot sydväst och leds via Vadebäck ut i Skälderviken. Avrinningsområde 10 dräneras österut.

3.5 Grundvatten

3.5.1 Grundvattenbildning

Vatten som infiltrerar ner i marken och perkolerar genom sjunkvattenzonen bildar slutligen grundvatten. På grund av att områdena i åsens ytterkanter är kraftigt leromvandlade kan dessa ses som relativt täta lager och nederbörden som faller på åsen har ingen möjlighet att försvinna ut åt sidorna. Detta är en anledning till att grundvattenytan ligger nära markytan i området och medför också att det finns gott om källor i kantzonerna på åsen (Banverket 1995).

Inom influensområdet finns i huvudsak två skilda grundvattenmagasin, ett i jordlagren och ett i berggunden. Dessa står som tidigare nämnts i hyd-

raulisk kontakt med varandra. På grund av bergets och moränens heterogena natur växlar förhållandet mellan akviferernas trycktytor. Läckage från berget till jordlagren kan övergå till omvända förhållanden i vissa områden. Det kan på sina ställen finnas fler än ett magasin både i berget och i jordlagren, varvid förhållandena blir ännu mer komplexa. På sina ställen förekommer så höga grundvattentryck att förhållandena är artesiska, d v s grundvattnets trycktyta ligger över markytan (Banverket 1995).

3.5.2 Grundvatten i berget

Grundvattnets förekomst i det kristallina berget är lokaliserat till sprickor och krosszoner. Det finns ofta vattenförande sprickor i närheten av diabasgångarna (Wikman & Bergström 1987). Eftersom Hallandsåsen har varit utsatt för kraftiga tektoniska störningar vid ett flertal tillfällen är berget som tidigare nämnts starkt uppsprucket och spricksystemen kan förmodas vara sammanhängande över stora områden. Dock har de olika typerna av rörelsezoner varierande vattenförande förmåga. Leromvandling i rörelsezonerna kan också vara så omfattande att vattenföringskapaciteten i berget kraftigt reduceras (Karlqvist *et al.* 1985; Banverket 1995).

3.5.3 Grundvatten i jordlagren

Grundvattenytans nivå följer i stort topografien och ligger vanligen ca 1-10 m under markytan. Då åsens topografi är ganska oregelbunden bildas flera lokala in- och utströmningsområden (Banverket 1995). Kullarna fungerar som inströmningsområden eller infiltrationsområden där grundvattnet rör sig ifrån grundvattenytan med en nedåtriktad komponent. Lägre områden i terrägen bildar utströmningsområden, där grundvattnet har en uppåtriktad rörelsekomponent (fig. 5). Flödet i utströmningsområden kan ske genom mättat flöde till markytan eller vattendrag och våtmarker eller som omättat

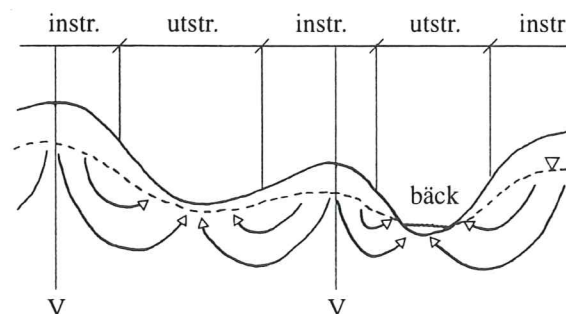


Fig. 5. Utströmningsområden och inströmningsområden. Grundvattendelaren (V) är belägen inom inströmningsområdets högsta delar. Markytan utgörs av den heldragna linjen och grundvattenytan av den streckade.

flöde genom kapillära krafter till markens rotzon. I allmänhet ligger grundvattenytan nära markytan i utströmningsområden och lägre i inströmningsområden (Grip & Rodhe 1994; Gustafsson 1970). Grundvattendelaren är det område där grundvattenytan ligger som högst inom varje inströmningsområde.

Då grundvattenytan ligger nära markytan sammanfaller ofta yt- och grundvattendelarna över området.

Årstidsfluktuationerna i grundvattenstånd är stora i moränterräng jämfört med mer sorterade jordlager. Detta beror på att den effektiva porositeten är större i väl sorterade jordarter. Det behövs således en mindre volym sand än morän för att magasinera samma mängd vatten. Man kan därför förvänta sig stora grundvattennivåfluktuationer under året i moränjordar. Som exempel kan nämnas att porositeten i grov sand kan ligga omkring 20 procent, medan den i morän endast uppgår till 2-5 procent (Grip & Rodhe 1994).

3.5.4 Källor - grundvattenavrinning

Grundvattnets avrinning kan ske genom ett diffust utflöde i sluttningar, strandkanter och våtmarksområden. Koncentrerad avrinning bildar antingen punktformiga källor eller horisonter med framträngande grundvatten, s k källsåg. Fig. 6 illustrerar tre olika typer av källor. Den första typen uppkommer i sluttningar med kraftigt bruten topografi där grundvattnet tränger upp i svackorna. Den andra typen bildas då mer permeabla lager leder ut vatten i en moränsluttning. En tredje typ orsakas av att en bergklack tvingar upp grundvattenytan till marknivå. I området nedanför källorna bildas ofta vattendrag eller våtmarker, t ex översilningskärr (Knutsson & Morfeldt 1993).

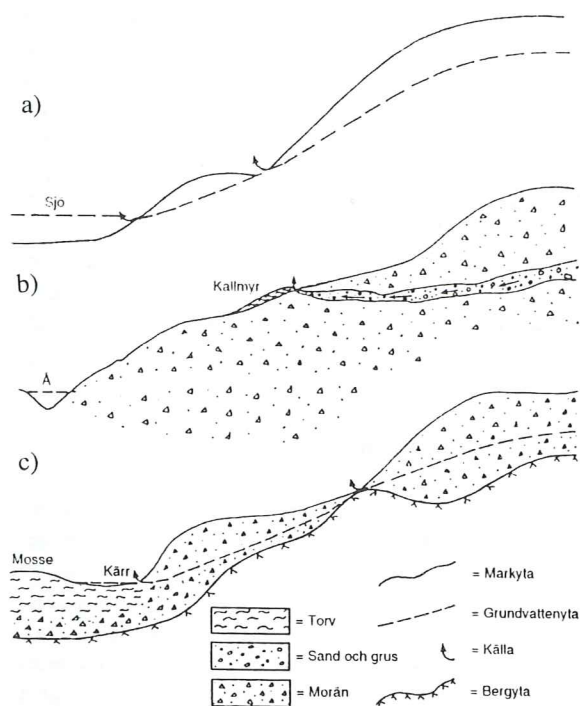


Fig. 6. Olika typer av källor. a) En topografisk svacka orsakar grundvattenframträngningen b) Ett lager med högre permeabilitet leder ut vatten i sluttningen. Nedanför källorna bildas ofta våtmarker. c) En bergklack tvingar upp vattnet i markytan. Ur Knutsson & Morfeldt 1993 (efter Knutsson & Tornehed 1984).

Som tidigare nämnts bildar de topografiska förhållandena på åsen lokala in- och utströmningsområden. Som följd av detta finns det gott om små källor, främst i åsens kantområden men även uppe på åsen. Dessa ger ofta upphov till våtmarker (Banverket 1995).

4 Befintligt material

4.1 Kartor

Som underlag för kartanalys har följande kartmaterial använts: berggrundskartan (SGU Af 133, Wikman & Bergström 1987) och topografiska kartan, båda täckande kartrutan 4C Halmstad (skala 1:50,000) samt ekonomiska kartan Båstad 4C:02 (skala 1:20,000). Berggrundskartan omfattar även strukturgeologiska och flygmagnetiska kartblad täckande samma område.

Jordartskartan (SGU Ae 121, Ringberg 1995) över området är inte tryckt, varför kopior av arbetsunderlaget från jordartskarteringen ställts till förfogande av SGU.

4.2 Flygbilder

Vid flygbildstolkningen har främst infraröda färgbilder i skala 1:30,000 använts (serierna 814 04201 nr 4-6, 814 04211 nr 5-8 och 814 04129 nr 8-10). Som komplettering användes även svartvita bilder i skala 1:20,000 (serierna 813 03253 nr 16-19, 813 022823 nr 32-36 och 914 3c 6d 8-9).

4.3 Inventeringar och tidigare undersökningar

I en inventering över våtmarker, utförd av Länsstyrelsen i Kristianstads län (Johansson 1989) beskrivs våtmarker inom Båstads kommun, dock

endast områden större än 10 ha. Skogsvårdsstyrelsen har utfört en sumpskogsinventering (Rudqvist 1993) täckande hela Skåne.

Geofysiska mätningar, seismik, magnetometri, VLF och resistivitetsmätningar (profilering och sondering) är utförda i ett antal profiler längs och tvärs tunnelsträckningen. Mätningarna är utförda av bl a Lunds Tekniska Högskola och VBB Viak för analys av bergets kvalitet i samband med förundersökningen för tunnelbygget. Dessa mätningar finns redovisade i Banverkets förfrågningsunderlag inför tunnelbygget (Banverket 1995). Hans Jeppson, VBB Viak, har med ledning av ovannämnda geofysiska mätningar samt kompletterande mätningar konstruerat en karta över sprick- och rörelsezoner inom influensområdet, vilken jag haft tillgång till.

Grundvattennivåer har mätts kontinuerligt av VBB Viak i ett hundratal brunnar och observationsrör inom influensområdet sedan 1991. Grundvattennivån avläses en gång i månaden både i jordlagren och i berggrunden. Vattenytan i en del vattendrag noteras också. Grundvattennivåerna i de rör som ligger i närheten av någon av lokalerna redovisas under respektive lokal. Brunnarnas placering redovisas i karta (bilaga 2). Observationsrör 5:01, 5:02 och 5:03 är placerade i torvlagren i våtmarkerna Slottet, Bjäred och Älemossen. Observationsrör 4:01, 4:02 och 4:07 är borrade i jordlagren längs tunnelsträckningen.

Nederbörden mäts som tidigare nämnts av SMHI och från Baramossa mätstation finns mätningar tillgängliga från 1961.

5 Utförda undersökningar

5.1 Karttolkning

De ekonomiska (1:20,000) och topografiska (1:50,000) kartorna användes som underlag för lokalisering av våtmarker och vattendrag inom området samt för att skapa en bild av avrinnings-situationen. Genom att studera kartmaterialet definierades de höjdområden som fungerar som vattendelare. Även berggrunds- och strukturgeologiska kartan var av intresse eftersom dessa indikerar sprickor och krosszoner. Dessa zoner, som ofta är kraftigt vattenförande, utgör vanligtvis lägre områden i terrängen, där våtmarker gärna utbildas. Flygmagnetiska kartan studerades i syfte att lokalisera diabasgångar. Som nämnts tidigare förekommer dessa ofta tillsammans med sprickzoner vilka kan vara vattenförande.

5.2 Flygbildstolkning

För lokalisering av våtmarksområdena inom influensområdet har främst infraröda flygbilder i färg utnyttjats, på vilka skillnader i vegetation tydligt framträder. De svartvita flygbilder som användes gav i jämförelse med de infraröda färgbilderna inte samma möjlighet till urskiljning av olika vegetationstyper. Vid flygbildstolkningen erhöles även information om områdets topografiska förhållanden och vattendragens sträckning och således en god översikt över området som helhet.

Använda IR-bilder är från 1981 och är tagna i slutet på maj och början på juni. Detta innebär att vegetationens växtperiod kommit igång och att trädens löv är utslagna, vilket försvårar och nästan omöjliggör lokaliseringen av skogsbeklädda våtmarksområden. Skalan på bilderna medför att mindre områden dessutom kan vara svåra att upptäcka. De svartvita bilderna är tagna i april 1981.

Även om det är svårare att karakterisera vegetation på dessa så framträder skogstäckta områden bättre genom avsaknaden av lövbeklädnad.

5.3 Litteraturstudie och dataanalys

Länsstyrelsens Inventering av våtmarker i Kristianstads län (Johansson 1989) samt Skogsvårdsstyrelsens sumpskogsinventering (Rudqvist 1993) användes som komplement till flygbildstolkningen och kartstudierna.

I syfte att få en bild över de på åsen rådande grundvattenförhållandena studerades kartan med sprick- och rörelsezoner, sammanställd av Hans Jeppsson (VBB Viak), tillsammans med grundvattennivåmätningarna samt nederbördsdata från SMHI under åren 1991-1996.

5.4 Fältkontroll

En stor del av våtmarksområdena kontrollerades i fält efter ovan nämnda undersökningar. Fältkontrollen utfördes i maj innan vegetationen blivit så högvuxen att den försvårade inventeringen. Områdets lokala hydrologi studerades, till- och avrinning samt källor noterades. Även vegetationens större drag kontrollerades.

Fältkontrollen gav en god översikt över områdets lokala förhållanden, vilket inte kunde uppnås på annat sätt. Några av våtmarksområdena var dock mycket blöta och endast deras ytterområden inventerades. I några av torvmarkerna togs borrhävar upp med hjälp av ryssborr. Borrhävarna beskrevs och karakteriserades i fält. Inga ytterligare analyser utfördes. Borrhävarna (B1-B5) presenteras under respektive lokal i bilaga 3. Resultatet av fältkontrollen redovisas i kartform (bilaga 2).

6 Våtmarker

6.1 Allmänt

Våtmarker - kärr, mossar och fuktängar - är mycket artrika naturtyper och därför viktiga för att behålla mångfalden i vår natur. Det finns idag inte mycket kvar av denna naturtyp som tidigare var ganska vanlig. Redan i slutet av 1800-talet började artmångfalden minska, fuktängen slogs och gräs och örter användes som vinterfoder till djuren. Gödseln användes sedan i jordbruket och på så vis flyttades näringskapital från äng till åker (Gustafsson 1996). I dagens landskap har våtmarker flera viktiga uppgifter att fylla. De fungerar dels som utjämnare av grundvattenflödet genom att lagra vatten vid häftiga regn och sedan låta en jämn ström vatten avgå från området. Våtmarkerna fungerar också som uppfångare av kväve och andra näringsämnen och hindrar dessa från att gå vidare till ytvattendrag och grundvatten. När man i dagens intensiva jordbruksbygder i allt större utsträckning dikar ut våtmarker och vattendrag tappar man denna funktion och följden blir störd grundvattenbildning, med häftig vattenföring vid större regn följt av kraftig erosion och ökad minero-gen tillförsel till vattendragens recipienter, samt övergödning genom rubbad kvävebalans.

6.2 Våtmarkstyper

6.2.1 Kärr

Kärr, minerotrofa torvmarker, tillförs vatten dels genom nederbörd men också i form av grundvatten från fastmarken (fig. 7). De fungerar som utströmningsområden för grundvattnet då kärrets tryckyta ofta ligger lägre än omgivande fastmarks (Grip & Rodhe 1994). Kärr är torvbildande och har vanligen plan överyta. På grund av vattenmättnad föreligger syrebrist, vilket leder till att dött organiskt material inte bryts ner fullständigt utan bildar torv. En vidare indelning görs utifrån kärrets näringsstatus i fattig-, rik- och extremrikkärr.

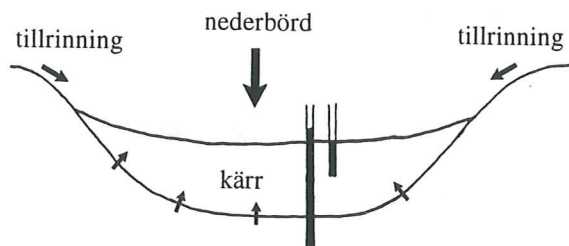


Fig. 7. Kärrret fungerar som utströmningsområde. Efter Grip & Rodhe 1994.

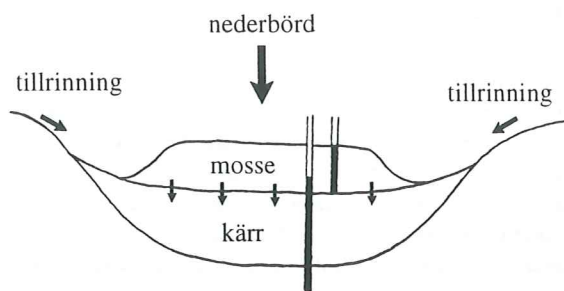


Fig. 8. Mossen fungerar som inströmningsområde. Efter Grip & Rodhe 1994.

6.2.2 Mossar

Mossar, ombrotrofa torvmarker, står utan kontakt med underliggande grundvatten. Enda tillförseln av vatten sker genom nederbörd. Mossens grundvattenyta ligger över fastmarkens och därför fungerar mossen som inströmningsområde (fig. 8, Grip & Rodhe 1994). Mossens överyta är vanligtvis mer eller mindre välvd, och kan vara antingen kal eller skogstäckt. Vanligtvis bildas mossar ur kärret som genom torvackumulation växer på höjden och förlorar kontakten med fastmarksvattnet. Även mossar är torvbildande. Mossar bildas ofta över vattendelare, där ingen tillrinning av grund- eller ytvatten kan förekomma. Runt mossen finns vanligen ett kärtparti, ett s k laggkärret. Detta fungerar som en slags näringsbuffert genom att hindra det tillrinnande, näringsrika vattnet från att nå mossen.

6.2.3 Fuktängar

Fuktängar kan ses som ett mellanting mellan äng och kärret och är oftast inte torvbildande (Nationalencyklopedin). Hit hör bl a områden längs vattendrag, s k sidvallsängar. Dessa kärret-, å- och sjöängar, vilka vanligen översvämmas årligen, tillförs på detta sätt näring i form av humus och salter. Artsammansättningen bestäms genom näringstillgången (Gustafsson 1996). Fuktängar bildas även i områden med framflytande grundvatten. Ofta har dessa områden använts till slåtter- eller betesmark (Nationalencyklopedin).

Fuktängar är en relativt högproduktiv naturtyp och uppvisar en rik gräs och örtfauna. Denna kulturprodukt, skapad av människan genom röjning och ibland konstgjord översilning, hålls öppen genom slåtter och bete (Gustafsson 1996). Numera är många fuktängar hotade, slåtter och bete har på många platser upphört, och områdena växer igen med slybildande arter som älgört, videsnår och al.

6.2.4 Sumpskogar

Sumpskogar utgörs av skogsbevuxen blöt mark där trädens medelhöjd är minst tre meter (Rudqvist 1993). Det är ofta artrika samhällen med relativt lågvuxen skog som bildas där grundvatten tränger fram i markytan t ex längs vattendrag och källsåg. I södra Sverige är alsumpskog (Klibbal, *Alnus glutinosa*) den vanligaste typen. Även mindre fuktiga trädbevuxna områden räknas till sumpskog om mer än hälften av fält- och bottenskiktet täcks av hydrofila arter, brun- och vitmossor (Rudqvist 1993).

En indelning görs i myrskog, fuktskog och strandskog. Myrskogen, där skogens underlag är torv, indelas vidare i kärr- eller mosseskog. Fuktskogen, där marken är minerogen eller består av ett tunt torv- eller förnalager, indelas i översilningsskog där markvattnet är rörligt och närings-tillgången och produktiviteten hög och i övrig fuktskog. Strandskogen delas in i tre typer som är beroende av vatten från sjöar, vattendrag eller hav.

Områden med sumpskog kan göras mer produktiva genom dränering, vilket leder till att naturtypen nu är hotad (Nationalencyklopedin).

6.3 Hydrologisk klassificering

Våtmarkerna kan delas in i tre huvudtyper på basis av grundvattnets förhållande till markytan och vattnets näringsstatus.

6.3.1 Typ 1

Den första typen är oftast belägen i terrängens lågpunkter där grundvattnet tränger upp i markytan. Grundvattnet är mer eller mindre stillastående. Avrinning från omgivningen ger ett tillskott på vatten. Våtmarkerna är näringsrika eftersom grundvattnet för med sig mineral och salter utlösta ur jord och berggrund. Till typ 1 hör kärr, fuktängar och sumpskogar (se fig. 7, s. 13).

6.3.2 Typ 2

Våtmarker av typ två är av översilningskaraktär och ligger oftast på sluttande mark, gärna med källsprång i sluttningens övre delar. Dessa våtmarker är också näringsrika och grundvattnet är rörligt över området. Även denna typ av våtmark tillförs vatten från omgivningen genom avrinning. Till typ 2 hör översilningskärr samt fuktängar (se fig. 6b, s. 10).

6.3.3 Typ 3

Den tredje typen utgörs av de våtmarker som fungerar som ett eget hydrologiskt system och dessa påverkas normalt inte av underliggande grundvattenmagasin. De kan ha tät botten eller på annat sätt tappat kontakten med grundvattenytan. Våtmarkerna är därför näringsfattiga och tillförseln av vatten sker endast genom nederbörd. Till typ 3 hör mossar (se fig. 8, s. 13).

7 Lokaler

För en fullständig redovisning av de inventerade lokalerna hänvisas till bilaga 3. Avrinningsområdena och lokalernas geografiska läge framgår av kartan i bilaga 2. Brunnarnas, observationsrörens och borrningarnas (B1-B5) läge redovisas i samma karta. Nedan presenteras de lokaler som närmare behandlas i diskussionskapitlet, där någon representativ lokal ur varje hydrologisk typ tas upp. I diagrammen som illustrerar grundvattenytans fluktuationer anges grundvattenytan i meter under rörets övre kant (m u rök).

7.1 Typ 1

7.1.1 Lokal 5A, V Severtorp (155-150 m ö h)

Lokalen är belägen inom avrinningsområde 5 med avrinning via två vattendrag som ansluter till Örebäcken. Denna mynnar i Laholmsbukten.

Stora delar av området utgörs av sankmark, bitvis gungflyaktigt. Den östligaste delen är beväxt med björkdominerad sumpskog. I nordväst övergår kärrstråket till en tydlig bäck. I kärddelen domineras markskiktets vegetation av vitmossa. Vegetationen på torrare partier utgörs främst av starrarter och gräs. Markskiktet i sumpskogen är gräsdominerat. Omgivningen består främst av bokskog på fast, torrare mark.

Lokalen beskrivs i Länsstyrelsens våtmarksinventering (Johansson 1989) under 04C-1D-01 som våtmarkskomplex; sumpskog, topogent kärr och fukthet av klass 4.

En västnordvästlig öppen sprickzon-tensionszon kan förlängas in i området och kommer att skära rakt genom södra delen av lokalen. Denna del är dock täktad i stor utsträckning, vilket minskar dess naturvärde.

Borrning B4, utförd med ryssborr genom de organogena lagren, redovisas i fig. 9, bilaga 3. Ett flertal borrningar som alla uppvisade samma lagerföljd utfördes på platsen och vid 100-110 cm djup gick borret på sten eller fastnade i ett sandigt lager.

Grundvattenytan i berggrunden mättes i B1029 från oktober 1990 till och med maj 1994, och pendlade mellan 155-158 m ö h.

7.1.2 Lokal 6B, Ö Severtorp (165-170 m ö h)

Området är beläget inom avrinningsområde 6. Avrinning sker till Vadebäck som rinner ihop med Möllebäcken och slutligen mynnar i Skälderviken.

Lokalen utgörs av den nordostliga fortsättningen på Killeröd N, lokal 6A. Området domineras av

olika typer av sumpskog. Den norra delen är ej trädbevuxen, utan består av ett litet kärr där vitmossa, gräsarter samt någon typ av hydrofil brunmossa dominerar markskiktet. Omgivande terräng sluttar mot kärret. Norrut övergår området i enefälad med inslag av björk och tall. Terrängen är blockig.

Våtmarken har en öst-västlig orientering och sammanfaller med en öppen sprickzon-tensionszon. Våtmarkens östliga delar viker av mot nordost och även denna sträckning sammanfaller med en krosszon-större skjuvzon.

Vid borrning av observationsrör 4:02 iakttagen lagerföljd (Banverket 1995) samt grundvattennivåer från röret presenteras under Bjäred, lokal 4C.

Grundvattennivån i jordlagren ligger omkring 170,5-159 m ö h (G32, G31, 4:02). Grundvattenytan i bergakviferen ligger mellan 154-159 m ö h (BP9b, B18). I B18 har en grundvattensänkning pågått sedan juni 1996. Grundvattenytan ligger nu runt 146 m ö h (fig. 13, bilaga 3).

7.2 Typ 2

7.2.1 Lokal 4C, Bjäred (160-155 m ö h)

Lokalen tillhör avrinningsområde 4. Avrinning sker via Örebäcken och Stensån till Laholmsbukten.

Lokalen utgörs av ett översilningskärr. Sydöstra delen består av öppet kärr, ställvis bevuxet med små björkar. Kärret har en nordväst- till sydöstlig orientering och omges av höjdområden. Översilningen sker från nordost mot sydväst från källsprång i sluttningen. Källorna ligger relativt högt upp i sluttningen. Troligen är moräntäcket tunt och grundvattnet tvingas upp i markytan av en bergklack (fig. 6c). Vattnet leds sedan vidare i en liten bäckfåra mot nordväst där kärret övergår i alsumpskog. Omgivningen utgörs främst av enefälad och odlad mark.

Lokalen beskrivs under nr 68-250 i Länsstyrelsens Ängs- och Hagmarksinventering (Sjödahl 1993) och förs där till naturvårdsklass 2. Sjödahl (1993) har genomfört en vegetationsinventering över området.

Kärrområdet omges av tektoniskt störda områden. Sydväst om höjden som avgränsar området i söder ligger en nordvästlig skjuvzon. Nordvästligaste delen av lokalen skärs av en krosszon-större skjuvzon med riktning nordost till sydväst och drygt 200 m söder om objektet ligger en öst-västlig öppen sprickzon-tensionszon.

Borring B3, utförd med ryssborr genom de organogena lagren, redovisas i fig. 4, bilaga 3. Vid borring av rör 4:02 (Banverket 1995) registrerad lagerföljd redovisas i fig. 5, bilaga 3.

Grundvattenytan i jordlagren ligger mellan 170,5-159 m ö h (G31, G32, 4:02). Vid den topografiskt högre belägna G141 noteras nivåer kring 172 m ö h. I berget ligger grundvattenytan omkring 154 m ö h (BP9b). I BP9b har grundvattenytan i berggrunden sjunkit kontinuerligt sedan januari 1997 (fig. 6, bilaga 3). I rör 5:02 registreras grundvattenytan i våtmarken en gång i månaden (fig. 7, bilaga 3). Grundvattenvariationerna i jordlagren kring rör 4:02 redovisas i fig. 8, bilaga 3.

7.2.2 Lokal 8A, Slottet (77 m ö h)

Lokalen ligger inom avrinningsområde 8 där avrinningen sker till Vadebäcken som rinner ihop med Möllebäcken och slutligen mynnar i Skäldeviken.

Slottet är ett översilningskärr som sluttar mot sydväst, beläget på åsens sydsluttning. En liten bäck korsar området. Dessutom sker ett diffust flöde av vatten från nordost mot sydväst över kärrytan. Höjdskillnaden inom området är några meter. Ången är en gammal slätteräng som nyligen är restaurerad (Gustafsson 1996) och åter har börjat hävdas genom slätterverksamhet. På grund av översilningen är vegetationen rik med t ex orkideér (Sankt Pers nycklar, Jungfru Marie nycklar) och liknande krävande växter. Kärrret omges av artrik sumpskog med en flora innehållande bl a al, hassel, rönn och hägg samt skogsbingel, blåsippa och skogförgätmigej. Tunnellinjen sträcker sig ca 100 m väster om objektet och tunnelfronten har redan passerat. I nordöstra delen av kärrret står observationsrör 5:01. Omgivningen utgörs av torr skog och jordbruksmark.

Lokalen är beskriven i Länsstyrelsens Ängs och hagmarksbeskrivning (Sjödahl 1993) som nr 68-065 klass 1. Sjödahl (1993) har genomfört en vegetationsinventering över området. I Gustafsson (1996) presenteras en översiktlig artlista.

Direkt under lokalen passerar en krosszon-större skjuvzon med nordostlig riktning. Några hundra meter nordost och sydväst om lokalen passerar två nordvästliga rörelsezoner.

Borring B5, utförd med ryssborr genom de organogena lagren, redovisas i fig. 14, bilaga 3. Vid borring av rör 4:07 (Banverket 1995) registrerad lagerföljd redovisas i fig. 15, bilaga 3.

Grundvattennivån i jordlagren ligger omkring 65-90 m ö h (4:07, G65). De lägre värdena kommer från rör 4:07 som ligger på lägre höjd över havet än rör G65. Nivån i berggrunden varierade mellan 76-78 m ö h från augusti 1993 till första halvan av 1995. Därefter sjönk nivån stadigt ner mot 64-65 m ö h (B60, B64). Grundvattenfluktuationerna i observationsrör 4:07 och 5:01 presenteras i fig. 16 och 17, bilaga 3.

7.3 Typ 3

7.3.1 Lokal 4A, Malla mosse (180 m ö h)

Malla mosse tillhör avrinningsområde 4. Avrinning sker via Örebäcken och Stensån till Laholmsbukten.

Området har en typisk mossevegetation med t ex björk, tall, gran, ljung, vitmossa och olika gräsarter. Mossen ligger över en vattendelare och avrinning sker i två riktningar, både åt sydöst mot Grevie samsmosse och åt nordväst. Den västra delen tillhör avrinningsområde 8. Omgivande landskap utgörs av våtmarksområden och gran- och lövskog.

Lokalen beskrivs under 04C-0D-01 i Länsstyrelsens våtmarksinventering (Johansson 1989) som sumpskog samt svagt välvd mosse av klass 3.

Fyra öppna nordvästliga sprick- tensionszoner går troligen rakt genom Malla mosse och Grevie samsmosse.

Borring B1, utförd med ryssborr genom de organogena lagren, redovisas i fig. 2, bilaga 3.

8 Diskussion

8.1 Yt- och grundvatten

8.1.1 Grundvattenvariationer

Den normala årsvariationen i brunnar och observationsrör inom området följer i allmänhet nederbördsvariationerna väl med omkring en månads fördröjning. Under tunnelbyggets gång har det emellertid kunnat konstateras att detta ställvis har påverkat grundvattnet inom influensområdet. Vissa brunnar har t ex torrlagts till följd av inläckage i tunneln.

Berggrunden

Det är främst i de bergborrade brunnarna som grundvattensänkningen är tydlig. I brunnarna B727 (vid norra påslaget), BP9b, DBH3, B18 (omkring lokal 4C), B60 och B64 (lokal 8A) har sänkningar av grundvattenytan registrerats. DBH3 och BP9b ligger längs en sprickzon och för båda gäller att grundvattennivån började sjunka i mars-april 1997. I B60 och B64 började grundvattnet sjunka under normala värden i juni 1994.

Jordlagren

Att grundvattensänkningen inte är lika påtaglig i de brunnar och observationsrör som finns i jordlagren kan förklaras genom att läckaget mellan jordlagerakviferen och bergets sprickakvifer sker långsamt. I fig. 12, 8 och 16, bilaga 3, redovisas vattenståndsvärderna i rören 4:01, 4:02 och 4:07, vilka är placerade längs tunnelsträckningen.

I observationsrör 4:01 och 4:02 (fig. 12 och 8, bilaga 3) har ingen märkbar förändring av grundvattennivån skett. Att 4:02 har större årliga variationer än 4:01 kan bero på att det är satt i finkornigare material (fig. 5, bilaga 3) medan 4:01 är borrade i grövre jordarter (fig. 10, bilaga 3). De årliga grundvattenfluktuationerna kan som tidigare nämnts förväntas vara större i mer finkorniga jordarter.

I rör 4:07, som ligger intill lokal 8A (fig. 16, bilaga 3), har grundvattennivån sedan augusti 1995 legat lägre än tidigare och sedan september 1996 har observationsröret varit torrt. Lokalen är belägen på åsens sydsluttning där tidigare nämnda hammarborrningar påvisat en lerig morän/moränlera (fig. 15, bilaga 3), liggande under det ytliga moränlagret. Eftersom en grundvattensänkning

har registrerats i jordlagren är det troligt att den underliggande moränen inte är tät nog för att förhindra ett nedåtriktat läckage.

Våtmarkerna

Grundvattennivåerna i rör 5:01 (lokal 8A, fig. 17, bilaga 3) visar inte tecken på sänkningen som registrerats i underliggande berggrund (B60, B64) och jordlager (4:07). Då nivån i torvmarken inte har sjunkit kan en betydande del av vattnet i våtmarken tänkas tillkomma genom ytvattentillrinning.

Grundvattnet i rör 5:02 (lokal 4C, fig. 7, bilaga 3) uppvisar normala årstidsbundna variationer med låga värden under slutet av sommaren som återhämtar sig relativt snabbt under hösten. Från och med februari 1997 ligger grundvattennivån i de organiska jordlagren ovanligt lågt. Detta kan till viss del förklaras med låg nederbörd månaderna tidigare. I berggrunden har en grundvattensänkning registrerats (BP9b) vilken dock inte märks i de minerogena jordlagren (4:02).

Ålemossen, i vilken rör 5:03 är satt, ligger utanför det beräknade influensområdet och grundvattennivåerna härifrån uppvisar hittills inga tecken på påverkan (fig. 18, bilaga 3). Den hydrauliska konduktiviteten är som tidigare nämnts låg i vitmosstorv vilket kan medföra att en eventuell påverkan på grundvattennivån i området blir fördröjd.

Borrningarna som utförts i några av våtmarkerna visar att vissa av dem inte är särskilt djupa. Detta är en faktor som gör områdena extra känsliga för även en mindre sänkning av grundvattenytan, vilket kanske framförallt gäller översilningskärren. Torvlagrens mäktighet är endast någon meter i borrhöjderna B3 och B5. Sjunker vattnet undan från dessa områden försvinner deras karakteristiska vegetation. Att de är så pass grunda leder antagligen till att uppehållstiden för vattnet i våtmarkerna är förhållandevis kort. Därmed minskas också våtmarkens kvävefixerande funktion, vilket kan leda till ökad övergödning av vattendragen i området, i Laholmsbukten och Skälderviken.

8.1.2 Magasinering och läckage

Tunnelns dränerande effekt medför att magasinet i berggrunden påverkas genom att grundvatten förs bort ur systemet. Detta kan leda till ett ändrat läckageförhållande mellan jordlagren och berggrunden med minskad magasinvolym och minskad ytavrinning som följd. Att magasinvolymen

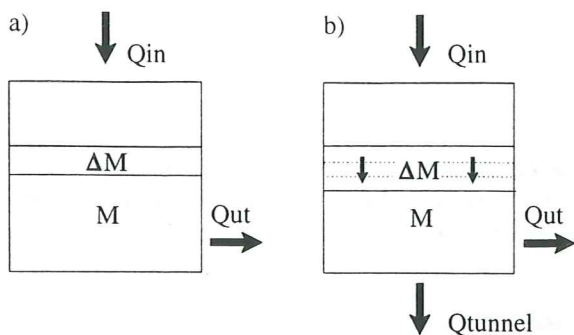


Fig. 9. a) Flödet in i systemet (Q_{in}) och flödet ut ur systemet (Q_{ut}) balanseras av förändringen (ΔM) av magasinet (M). b) Tunnelbygget orsakar ökat utflöde ur systemet (Q_{tunnel}) och jämvikten störs varvid magasinetsvolymen minskar.

minskar eller att magasinet helt töms illustreras av fig. 9. Ett magasin i balans (fig. 9a) har tillrinning (Q_{in}) och avrinning (Q_{ut}) som balanseras av en förändring (ΔM) i magasinetsvolymen (M). Tunnelbygget medför att utflödet blir större än inflödet, varvid systemet sätts ur balans (fig. 9b) med följd att magasinetsvolymen kontinuerligt minskar.

När berggrundsmagasinet dräneras ökar läckaget från jordlagren till berggrunden. Därmed kommer ytvattnets infiltration att öka, med minskad ytavrinning som följd.

Tunnelns dränerande effekt medför således att grundvattnets tryckyta i berget sjunker. Inom områden där tryckytan normalt ligger så högt att grundvatten från sprickakviferen tillförs en våtmark (fig. 10a) kan tunnelbygget orsaka att detta förhållande upphör. Emellertid kan området fortfarande tillföras grundvatten från marklagren (fig. 10b) och på så vis bibehålls vattentillförseln till våtmarken. Sammansättningen på vattnet kan dock förändras. Transport till våtmarken av ur berggrunden utlösta ämnen upphör och vegetationen kan tänkas påverkas i områden med t ex kalkhaltig berggrund, där kalkgynnade arter i detta fall minskar i antal eller helt försvinner. Således föreligger

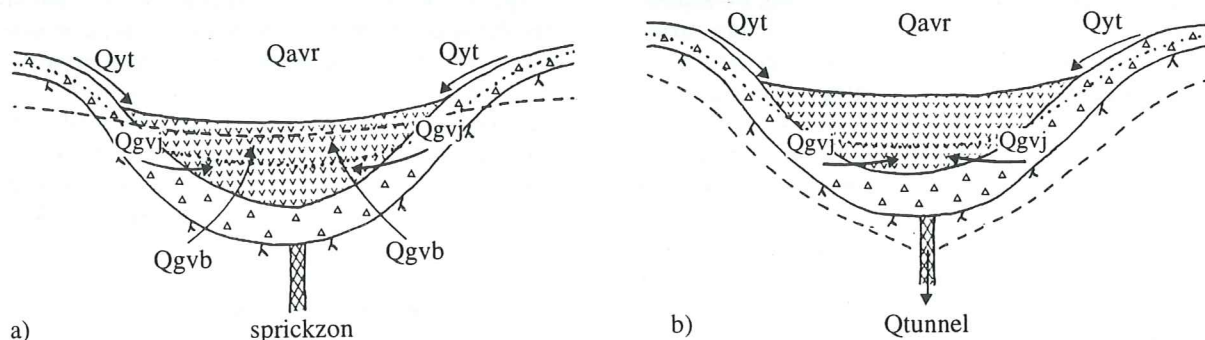


Fig. 10. Våtmark med underliggande morän och berggrund. Streckad linje-grundvattenyta i berget, prickad linje-grundvattenyta i jordlagren. a) Situationen före tunnelbygget med uppåtriktat läckage från berggrundsmagasinet till magasinet i jordlagren och ut i våtmarken. Vatten tillkommer som ytvatten (Q_{yt}) och grundvatten från jordlagren (Q_{gvj}) och berggrunden (Q_{gvr}). Avrinningen (Q_{avr}) balanserar tillrinningen. b) Situationen efter det att tunneln har passerat. Grundvatten från berggrunden tränger inte längre upp i våtmarken.

risk för att även mindre förändringar i grundvattennivå kan orsaka stora förändringar för vegetationen i ett område.

8.1.3 Spricksystemen

Områdets komplicerade spricksystem gör det svårt att förutsäga hur grundvattenytan kommer att reagera vid den fortsatta drivningen av tunneln. Spricksystemen är troligtvis kommunicerande över stora områden och när tunneln passerar igenom en större vattenförande spricka kan följden bli att anslutande sprickor påverkas och grundvattenytan sänks över områden där tunneln ännu inte passerat. Detta kan t ex förklara de konstaterade sänkningarna i brunnarna BP8b och DBH3.

Det faktum att våtmarker av typ ett, våtmarker med inläckage från underlaget, gärna utvecklas i de svackor som bildas över sprickzonerna medför naturligtvis att dessa löper stor risk för påverkan eftersom stora sprickzoner ofta är kraftigt vattenförande.

8.1.4 Åtgärder

För att undvika eller minska inläckage av grundvatten i tunneln kan olika byggnadstekniska åtgärder av varierande kostnad vidtagas. Dessa skall jag dock inte gå in närmare på här.

En möjlig åtgärd vid en sänkning av grundvattenytan i känsliga områden kan vara konstgjord infiltration i kärrområden. Detta gäller särskilt för översilningskärrarna som är totalt beroende av det genomströmmande vattnets förekomst. Ett problem med denna metod är att vattnets kvalitet kan skilja sig från det som tidigare genomströmmat området, med följd att speciellt krävande arter försvinner. Det är även en mycket kostsam metod att tillämpa över större områden.

8.2 Kontrollprogram

För att kunna följa upp utvecklingen för de olika våtmarksområdena under färdigställandet av tunneln genom Hallandsåsen krävs noggranna kontroller. Jag lägger därför fram ett förslag till kontrollprogram som jag anser skulle vara passande att följa vid sidan av det som redan finns, omfattande kontroll av grundvattennivåer i brunnar och observationsrör främst i berggrunden och marklagren men även i de organiska jordlagren i tre våtmarksområden. Föreslaget kontrollprogram går ut på att närmare kontrollera någon eller några lokaler från var och en av de tre urskiljda hydrologiska typerna. Lämpligtvis väljs lokaler i nära anslutning till tunnellen eftersom det är där man kan vänta sig störst förändring av de ursprungliga grundvattenförhållandena.

Våtmarker av typ ett - kärr och sumpskogar - utgör vanligen utströmningsområden och vegetationen är beroende av grundvattnets uppträngande. Lokal avrinning till dessa områden, som oftast ligger i terrängens lägre partier, bidrar med tillförsel av vatten. Floran i dessa områden är vanligen speciell för sådana marktyper och därför mycket känslig för förändrade förhållanden.

Våtmarker av typ två - översilningskärr - är beroende av grundvattnets uppträngande och genomströmning i ännu högre grad än typ ett, eftersom de ofta bildas i slutningar och inte får samma tillskott av vatten genom ytavrinning om typ ett.

Våtmarker av typ tre - mossar - är troligen den våtmarkstyp som är minst känslig för en sänkning av grundvattenytan. Eftersom all deras vattentillförsel sker genom nederbörd är de beroende av grundvattenytan endast för att torvackumuleringen ska fortgå.

8.2.1 Typ 1

Lokal 6B, Ö Severtorp - Lokalen utgör ett kärr- och sumpskogsområde som ligger centralt över tunnellen. Utplacering av ett vattenståndsrör i kärredelen längst i nordöst skulle återspegla eventuella förändringar i grundvattenytan. I områdets fortsättning mot sydväst (lokal 6A - Killeröd) finns redan observationsrör och brunnar där grundvattennivåerna kontinuerligt kontrolleras enligt det befintliga kontrollprogrammet.

Lokal 5A, V Severtorp - Lokalen utgör ett kärr- sumpskogsområde som också lämpar sig för vidare kontroll. Området ligger strax intill mellanpåslaget och löper därmed ökad risk för påverkan trots att området är beläget i ytterkanten av influensområdet. Stora delar av kärrområdet har tidigare varit utsatt för täktverksamhet, vilket medför minskat naturvärde. Trots detta kan det vara intressant att bevaka utvecklingen i området.

8.2.2 Typ 2

Lokal 4C, Bjäred - Lokalen utgör ett lämpligt översilningskärr för närmare kontroll. Området ligger rakt över tunnelsträckningen och har förts till naturvårdsklass två vid Naturvårdsverkets tidigare utförda Ängs- och Hagmarksinventering. Eftersom översilningskärr är helt beroende av grundvattnets uppträngande och rörelse över området kan det vara lämpligt att komplettera det redan befintliga vattenståndsröret, placerat ungefär mitt i våtmarken, med ytterligare ett en bit längre ner i vattnets flödesriktning. Ett nedre vattenståndsrör skulle utvisa om tunnelns dränerande effekt blir så stor att det översilande vattnet helt eller delvis försvinner. Utplacering av ett tredje rör precis nedanför källsåget skulle också vara av intresse. I BP9b (fig. 6, bilaga 3) har en kontinuerlig sänkning av grundvattenytan pågått sedan januari 1997. Eftersom översilningskärr är en hotad naturtyp som endast representeras av två lokaler inom undersökningsområdet, vilka båda har höga naturvärden (Sjödahl 1993), bör även lokal 8A ingå i kontrollprogrammet.

Lokal 8A, Slottet - Lokalen ligger, precis som lokal 4C (Bjäred), strax över tunnellen och det befintliga observationsröret står i kärrets högst belägna, nordöstra del. Liksom i Bjäred vore det lämpligt att komplettera detta med ett rör i den sydvästra, lägre liggande delen av våtmarksområdet.

Troligtvis är risken för uttorkning något mindre för lokal 8A än för 4C eftersom man, trots sänkt grundvattennivå i berg och jordlager, inte kan se tecken på att grundvattnet i våtmarken skulle påverkats nämnbart.

8.2.3 Typ 3

Mossområden återfinns endast i influensområdets östra kantområden och de flesta är mer eller mindre påverkade genom torvtäkt. Älemossen är den enda mossen i närheten av influensområdet som det finns kontinuerliga grundvattennivåmätningar ifrån. Denna ligger huvudsakligen utanför influensområdet och bör därför inte påverkas nämnvärt av tunnelbygget.

Lokal 4A, Malla mosse - Lokalen ligger innanför influensområdet och är lämplig för vidare observation. Lokalen ligger förhållandevis långt västerut. Utplacering av ett observationsrör med kontinuerlig avläsning av grundvattennivån i området skulle vara ett bra komplement till det redan befintliga kontrollprogrammet. En eventuell sänkning av grundvattennivån skulle härvid upptäckas redan på ett tidigt stadium.

8.3 Vegetationen

En grundvattensänkning påverkar sannolikt artdiversiteten i området genom ändrade förhållanden i grundvattenkemi och hydrologiska förutsättningar. Det vore lämpligt att låta växtekologer undersöka hur pass väl våtmarkernas växtlighet klarar en grundvattensänkning över ett flertal år. Ett sådant projekt har nyligen inletts i samarbete med Institutionen för Växtekologi vid Lunds Universitet.

Den ändring i grundvattnets sammansättning som kan uppkomma genom ändrade läckageförhållanden medför att känsliga, krävande arter får försämrade chanser att överleva. Lokal 8A, Slottet, är ett kalkgynnade rikkärrsområde som härvid löper risk att påverkas.

År med mycket torra somrar medför att magasinet i markens rotzon torkar ut och vattenhalten

uppnår härvid vissningsgränsen. Växterna i ett område där detta sker dör om inte magasinet fylls på inom kort. Uttorkning av denna typ ger ingen långvarig verkan, följande år återfinns troligen samma vegetationssammansättning.

Att grundvattenytan sänks mer långvarigt medför att områden som tidigare fungerat som utströmningsområden inte längre har den funktionen. Detta kan också påverka vegetationsammansättningen i området. Växter som gynnas av dessa förhållanden kommer successivt att försvinna.

De växtgrupper som är mest känsliga för förändrade hydrologiska förhållanden är mindre växter, t ex gräs och örter. Träd och buskar, vars rötter tränger längre ner i marken, har lättare att klara sig vid en sänkning av grundvattenytan. Det är inom de förstnämnda typerna som huvuddelen av de för våtmarksområden typiska växterna förekommer.

9 Sammanfattning

Vid våtmarksinventeringen i området kunde tre hydrologiska typer av våtmarker urskiljas.

- *Typ ett* fungerar som utströmningsområden för grundvattnet och utbildas i topografiskt lågt liggande områden. En betydande del av vattnet i våtmarken kommer från ytligt avrinnande regnvatten.
- *Typ två* utgörs av våtmarker på sluttningar, där grundvattnet är rörligt över området. Dessa områden, som inte får samma tillskott av ytvatten som våtmarker av typ ett, är beroende av källor eller diffust framsipprande grundvatten.
- *Typ tre* fungerar som inströmningsområden för grundvattnet. Våtmarkerna har genom torvackumulering vuxit på höjden och på så vis förlorat kontakten med grundvattnet.

Skillnaden i de urskiljda hydrologiska typernas förhållande till grundvattnet medför att de är olika känsliga för en grundvattensänkning.

- *Typ ett* är beroende av en grundvattennivå i samma höjd som markytan, men på grund av tillskottet av tillrinnande ytvatten torde de klara en kortvarig grundvattensänkning relativt väl.
- *Typ två*, som är beroende av diffust eller i källsprång utströmmande grundvatten, är troligtvis mer känslig för en sänkt grundvattennivå än typ ett på grund av avsaknaden av lokalt avrinnande vatten.
- *Typ tre*, som endast är beroende av marklagrens grundvattenyta för fortsatt torvackumulering, är den hydrologiska typ som bäst tål

en sänkt grundvattenyta i området. Vegetationen är endast beroende av det vatten som tillkommer genom nederbörd.

En grundvattensänkning i bergets sprickmagasin har noterats i sex brunnar (B727, BP9b, DBH3, B18, B60 och B64). B727 ligger nära det norra påslaget och inte i direkt närhet till något större våtmarksområde. BP9b, DBH3 och B18 ligger centralt på åsen och i nära anslutning till ett flertal intressanta våtmarksområden. De två förstnämnda sammanfaller dessutom med en sprickzon. B60 och B64 ligger nära åsens södra förkastningsbrant och direkt under ett värdefullt våtmarksområde.

Observationsrören 4:01, 4:02 och 4:07 är satta i jordlagren direkt ovanför tunnellinjen. I 4:01 och 4:02 har ingen förändring i grundvattennivå noterats men i rör 4:07 började nivån sjunka i augusti 1995 och sedan september 1996 har röret varit torrt.

Observationsrören 5:01, 5:02 och 5:03 är satta i de organiska jordlagren i tre våtmarksområden och kontinuerliga mätningar sedan 1993 finns tillgängliga. Grundvattenytan i rör 5:01 har inte visat några tecken på påverkan. I rör 5:02 har grundvattennivån legat lägre än normalt sedan februari 1997. Underliggande berggrund uppvisar i brunn BP9b en sänkt grundvattennivå. I de minerogena jordlagren i området (4:02) visas dock inga tecken på sjunkande grundvattennivåer. Rör 5:03 är beläget utanför det beräknade influensområdet och visar inte några tecken på påverkan.

Med anledning av ovan noterade förändringar i grundvattennivå föreslås ett kompletterande kontrollprogram omfattande någon/några lokaler ur varje hydrologisk grupp.

Tack

Ett stort tack till mina handledare Per Möller på Geologiska Institutionen samt Magnus Larsson och Johan Landberg på VBB Viak i Malmö.

Jag vill även tacka Hans Jeppsson på VBB Viak, Malmö, för tillhandahållande av kartmaterial och för givande diskussioner.

Tack till Tomas Antonsson och Annika Jonasson som hjälpt till med borrhingsarbetet i fält.

Referenser

- Banverket 1995: Förfrågningsunderlag. Skottorp-Förslöv, Ny järnväg. Tunnlrar genom Hallandsås. Banverket, Södra regionen.
- Brassington, R. 1990: *Field Hydrogeology*. Open University Press. Biddles Ltd, Guildford & Kings Lynn. 175 s.
- Breuning Madsen, H., Riley, H. & Lundin, L. 1990: Plant Available Water in Nordic Tills. Sid. 117-134 ur Halldorsen, S. (ed.) *Hydrogeological properties of Nordic Tills*. Nordic Hydrological Programme Report no 25. The Coordinating Committee for Hydrology in Norden.
- Daniel, E. 1978: Jordartskarta och beskrivning till jordartskartan Höganäs NO/Helsingborg NV. *Sveriges Geologiska Undersökning Serie Ae 25*. 92 s.
- Fredén, C. 1994: *Berg och jord*. Bokförlaget Bra Böcker, Höganäs. 208 s.
- Freeze, R. A. & Cherry, J. A. 1979: *Groundwater*. Prentice-Hall Inc Englewood Cliffs, NJ. 604 pp.
- Grip, H. & Rodhe, A. 1994: *Vattnets väg från regn till bäck*. Hallgren och Fallgren Studieförlag AB. 155 s.
- Gustafsson, M. 1996: *Kulturlandskap och flora på Bjärehalvön*. Lunds Botaniska Förening. 305s.
- Gustafsson, Y. 1970: Topografins inverkan på grundvattenbildningen. Sid. 15-32 ur Eriksson, E., Gustafsson, Y. & Nilsson, K (eds.) *Grundvatten*. P A Norstedt & Söners förlag. 255 s.
- Hallberg, L. 1997: Projekt Hallandsås 2. Banverket, Skanska & Båstad kommun.
- Johansson, A. 1989: Inventering av våtmarker i Kristianstad län. Länsstyrelsen i Kristianstads län, Kristianstad.
- Karlqvist, L., de Geer, J., Fogdestam, B. & Engqvist, P. 1985: Hydrogeologiskt kartblad och beskrivning till hydrogeologiska kartan över Hallands län. *Sveriges Geologiska Undersökning Serie Ah 8*. 73 s.
- Knutsson, G. & Morfeldt, C-O. 1973: *Vatten i jord och berg*. Ingenjör förlaget AB, Stockholm. 172 s.
- Knutsson, G. & Morfeldt, C-O. 1993: *Grundvatten - teori och tillämpning*. AB Svensk Byggtjänst Stockholm. 304 s.
- Lindström, M., Lundqvist, J. & Lundqvist, Th. 1991: *Sveriges Geologi*. Studentlitteratur, Lund. 398 s.
- Nationalencyklopedin. Statens kulturråd. Bokförlaget Bra Böcker.
- Påsse, T. 1992: Erratic flint along the Swedish west coast. *Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 114*, 271-278.
- Ringberg, B. 1995: Jordartskarta och beskrivning till jordartskartan Halmstad SV. *Sveriges Geologiska Undersökning Serie Ae 121*. 52 s.
- Rudqvist, L. 1993: PM för sumpskogsinventering. Skogsvårdsstyrelsen.
- Sjödahl, M. 1993: PM angående dokumentering av skyddsvärda naturområden på Hallandsåsen. VBB Viak, Division vatten och miljö.
- Wikman, H. & Bergström, J. 1987: Berggrunds och geofysiska kartblad samt beskrivning till berggrundskartan Halmstad SV. *Sveriges Geologiska Undersökning Serie Af 133*. 79 s.

Nederbördsmätningar från Baramossa mätstation

Tab. 1.1. Månadsvis uppmätt nederbörd från Baramossa mätstation 1991-1997. Källa SMHI.

Baramossa	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	aug	sep	okt	nov	dec	total
1991	86	38	48	57	89	182	73	77	110	79	135	141	1115
1992	74	90	124	108	55	1	76	134	89	99	181	74	1105
1993	142	55	41	22	46	33	259	144	84	77	61	191	1155
1994	142	81	172	62	27	147	9	125	191	94	82	210	1343
1995	142	172	131	85	54	54	57	40	194	75	73	25	1102
1996	10	36	34	25	132	68	70	69	88	88	123	72	815
1997	12	129	48	72									

Nederbörd 91-97

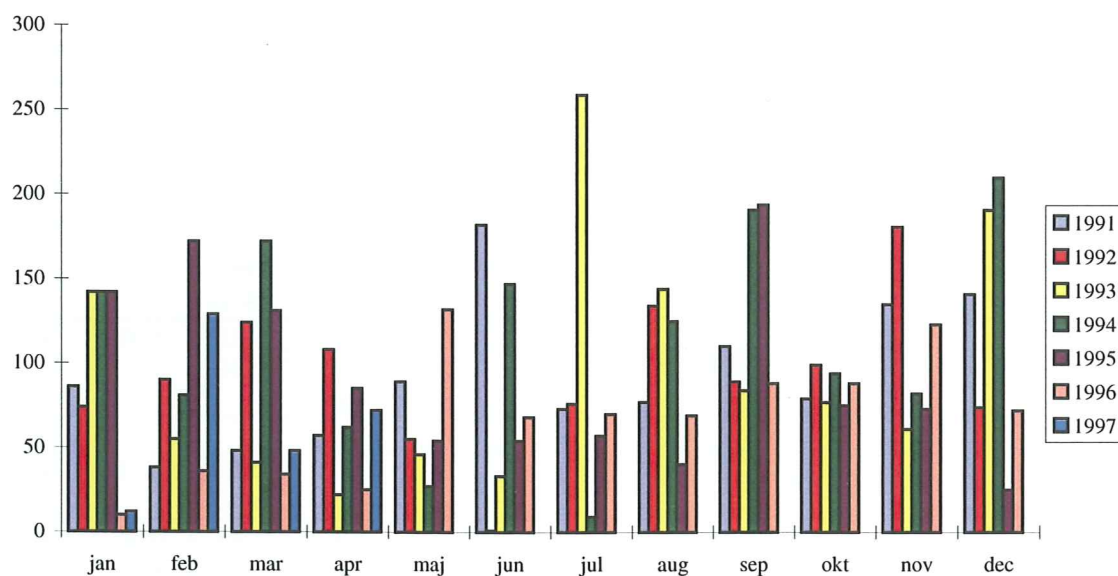
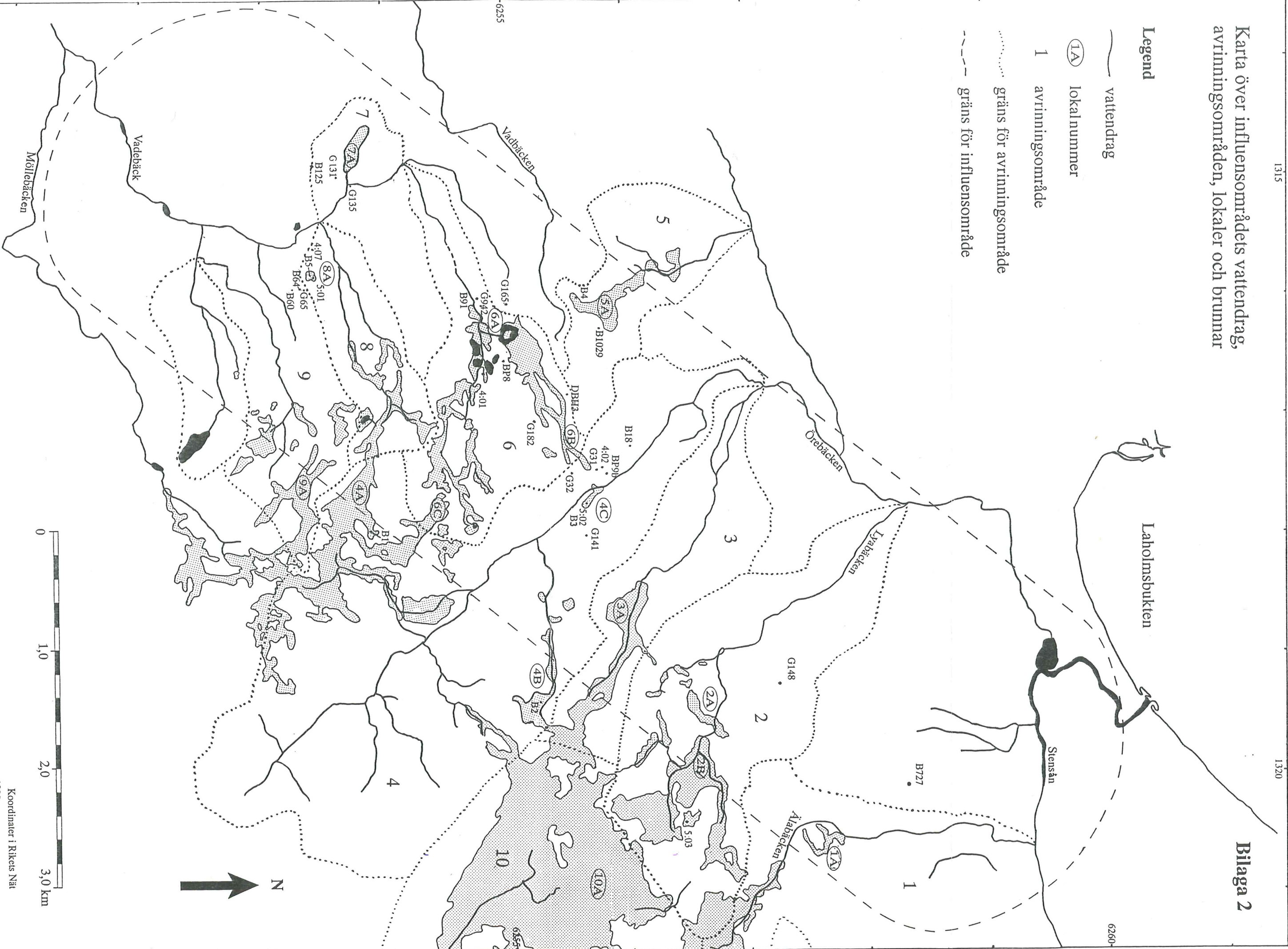


Fig. 1.1. Nederbördens variation 1991-1997 från Baramossa mätstation.

Karta över influensområdets vattendrag, avrinningsområden, lokaler och brunnar

Legend

- vattendrag
- ⓐ lokalnummer
- 1 avrinningsområde
- gräns för avrinningsområde
- - - - gräns för influensområde



Inventerade lokaler

Nedan presenteras lokalerna inom respektive avrinningsområde. Avrinningsområden och lokaler samt de omnämnda brunnarnas och ryssborringarnas (B1-B5) läge finns utmärkta på karta (bilaga 2). Brunnar märkta med G är grävda privata brunnar, B står för bergborrade privata brunnar. Resterande observationsrör är satta i samband med förundersökningar inför tunnelbygget. BP och DBH är bergsborrade observationsrör, 4:rören är borrarade i jordlagren längs tunnellen och 5:rören utplacerade i torvlagren i våtmarker. I tab. 3.1 räknas de brunnar och observationsrör upp som refereras i texten. I bilaga 4 redovisas grundvattenståndsvariationerna i samtliga dessa.

Tab. 3.1. Brunnar, observationsrör och borrhningar inom undersökningsområdet. * markerar att brunnarnas grundvattennivåer presenterats under någon tidigare lokal.

Lokal-nummer	Borrad brunn	Grävd brunn	Observationsrör	Borring ryssborr
1A	B727	-	-	-
2A	-	G148	-	-
2B	-	-	-	-
3A	-	-	-	-
4A	-	-	-	B1
4B	-	-	-	B2
4C	-	G31 G32 G141	BP9b 4:02 5:02	B3
5A	B1029	-	-	B4
6A	B91	G165 G942 G182	BP8 DBH3 4:01	-
6B	B18	G31* G32*	BP9b* 4:02* DBH3*	-
6C	-	-	-	-
7A	B125	G131 G135	-	-
8A	B60 B64	G65	4:07 5:01	B5
9A	-	-	-	-
10A	-	-	5:03	-

Avrinningsområde 1

Avrinningsområdet är sammanslaget av ett antal mindre områden som alla rinner av direkt till Stensån. Det finns gott om källor på åsens norra förkastningsbrant. Från dessa rinner bäckar ner till Stensån.

1A. Ö Lya (165 m ö h)

Området utgörs av aldominerad, topografiskt betingad sumpskog med torra höjdparter. Lokalen avvattnas av Älabäcken. Omgivningen består till största delen av åkermark och lokalen utgörs troligen av ett område för blött för att dikas ut och odlas upp.

Våtmarken ligger inom ett kraftigt tektoniserat område vid åsens norra förkastningsbrant. Grundvattenståndet i brunn B727 (fig. 3.1) började under 1996 sjunka under normala värden, för att i juni 1997 vara helt torr. Brunnen ligger ca 800 m nordnordväst om lokalen 1A.

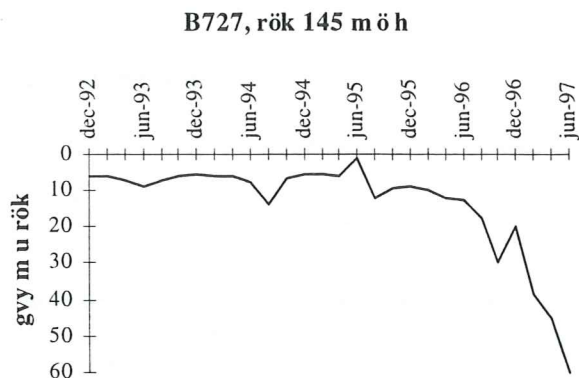


Fig. 3.1. Grundvattenståndsvariationer i bergsborrade B727.

Avrinningsområde 2

Avrinning sker till Lyabäcken som ansluter till Örebäcken, vilken rinner ihop med Stensån. Stensån mynnar i Laholmsbukten.

2A. SV Ledtorpet (165-160 m ö h)

Topografiskt betingad våtmark belägen invid Lyabäcken, vilken korsar området i öst-västlig riktning. Området har tidigare brukats som långsträckta sidvallsängar, delvis betade eller använda till slätter (Gustafsson 1996). På senare tid har området vuxit igen med al och björk, och våtmarken utgörs idag huvudsakligen av sumpskog. En liten del hålls dock fortfarande öppen genom bete. Övervägande del av omgivningen består av åkermark.

Sydvästra delen av lokalen skärs av en nordvästlig skjuvzon.

Grundvattennivån i jordlagren ca 500 m nordväst om lokalen ligger på omkring 167-167,5 m ö h (G148).

2B. Flackebjär S (170-165 m ö h)

Nordvästra delen utgörs av kärrartad sumpskog som sluttar svagt mot väster, främst bestående av björk och al. Två vattendrag, ett från nordost och ett från sydost, förenar sig i området och rinner senare ut i Lyabäcken. Omgivande mark utgörs av odlings- och betesmark.

Våtmarken är beskriven i Länsstyrelsens våtmarksinventering (Johansson 1989) under nr 04C-1E-03 som våtmarkskomplex; sumpskog, topogent kärr och fukthet av klass 3.

Området genomkorsas inte av några tektoniska rörelsezon.

Avrinningsområde 3

Avrinningen i området sker till Örebäcken. Längre nedströms rinner denna ihop med Stensån som mynnar i Laholmsbukten.

3A. Bjäred SO (175 m ö h)

Största delen av området består av sumpskog men även öppna kärrområden förekommer. En bäck rinner genom området i nordvästlig riktning. Bäckfåran är diffus i norr men tydlig längre söderut, där den sammanfaller med en skjuvzon. Områdets nordvästra del sluttar svagt åt väster. Vitmossa dominerar bottenskiktet där helt vattentäckta partier förekommer. Medelstora till stora björkar och krokiga vide- och sälgbuskar dominerar busk- och trädskiktet medan tall växer i de lite torrare delarna. Jordartskartan visar relativt mycket blottad berggrund i området, varför jordlagret troligen är tunt. Lokalen omges främst av lövskog.

Sydöstra delen av våtmarksområdet ingår i Länsstyrelsens våtmarksinventering (Johansson 1989) under beteckningen 04C-1D-03 och utgörs av topogent kärr av klass 3.

Området genomkorsas av tre nordvästliga skjuvzoner/större skjuvzoner-krosszoner.

Avrinningsområde 4

Avrinning sker till Örebäcken som i Båstad rinner ihop med Stensån och därifrån ut i Laholmsbukten.

4A. Malla mosse (180 m ö h)

Området har en typisk mossevegetation med t ex björk, tall, gran, ljung, vitmossa och olika gräsarter. Mossen ligger över en vattendelare och avrinning sker i två riktningar, både åt sydöst mot Grevie samsosse och åt nordväst. Den västra delen tillhör avrinningsområde 8. Omgivande landskap utgörs av våtmarksområden och gran- och lövskog.

Lokalen beskrivs under 04C-0D-01 i Länsstyrelsens våtmarksinventering (Johansson 1989) som sumpskog samt svagt välvd mosse av klass 3.

Fyra öppna nordvästliga sprick- tensionszoner går troligen rakt genom Malla mosse och Grevie samsosse. Borrning B1, utförd med ryssborr genom de organogena lagren, redovisas i fig. 3.2.

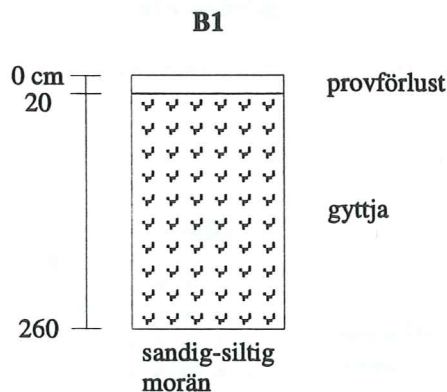


Fig. 3.2. Iakttagen lagerföljd vid borrning B1.

4B. Atteköp N (190-185 m ö h)

Våtmarken är utbildad längs en av bäckarna som avvattnar Ålemossens (lokal 10A) västligaste delar. I våtmarksområdets östliga delar är bäckfåran diffus, västerut kanaliseras flödet i en tydlig bäckfåra. Lokalen utgörs av ett trädbevuxet kärr med en del öppna vattenytor. Omgivningen utgörs av torrare lövskog samt öppen mark.

Inga rörelsezoner är karterade inom våtmarksområdet. Borrning B2, utförd med ryssborr genom de organogena lagren, redovisas i fig. 3.3.

4C. Bjäred (160-155 m ö h)

Lokalen utgörs av ett översilningskärr. Sydöstra delen består av öppet kärr, ställvis bevuxet med små björkar. Kärret har en nordväst- till sydöstlig orientering och omges av höjdområden. Översilningen sker från nordost mot sydväst från källsprång i slutningen. Källorna ligger relativt högt upp i slutningen. Troligen är moräntäcket tunt och grundvattnet tvingas upp i markytan av en bergklack (fig. 6c). Vattnet leds sedan vidare i en liten bäckfåra mot nordväst där kärret övergår i alsumpskog. Omgivningen utgörs främst av enefälad och odlad mark.

Lokalen beskrivs under nr 68-250 i Länsstyrelsens Ängs- och Hagmarksinventering (Sjödahl 1993) och förs där till naturvårdsklass 2. Sjödahl (1993) har genomfört en vegetationsinventering över området.

Kärrområdet omges av tektoniskt störda omåden. Sydväst om höjden som avgränsar området i söder ligger en nordvästlig skjuvzon. Nordvästligaste delen av lokalen skärs av en krosszon-större skjuvzon med riktning nordost till sydväst och drygt 200 m söder om objektet ligger en öst-västlig öppen sprickzon-tensionszon. Borrning B3, utförd med ryssborr genom de organogena lagren, redovisas i fig. 3.4. Vid borrning av rör 4:02 (Banverket 1995) registrerad lagerföljd redovisas i fig. 3.5.

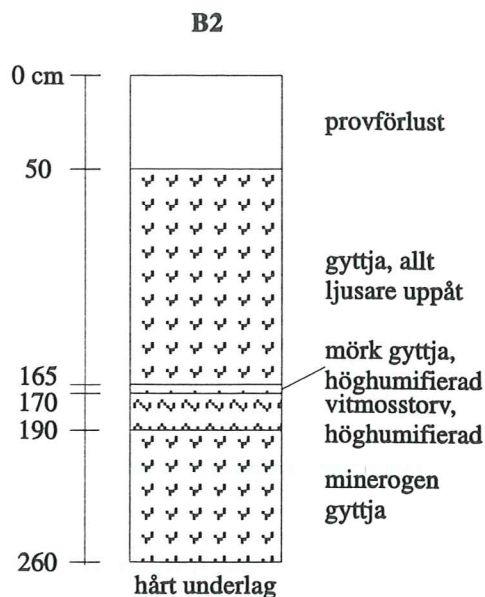


Fig. 3.3. Iakttagen lagerföljd vid borrning B2.

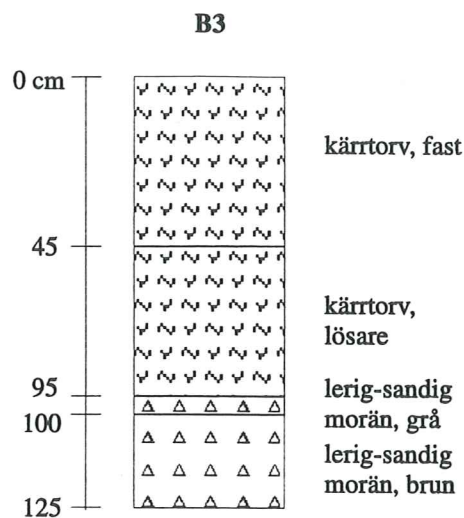


Fig. 3.4. Iakttagen lagerföljd vid borrning B3.

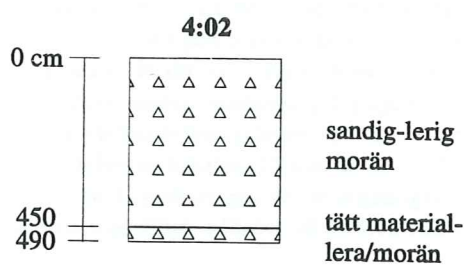


Fig. 3.5. Lagerföljden i 4:02 (Banverket 1995).

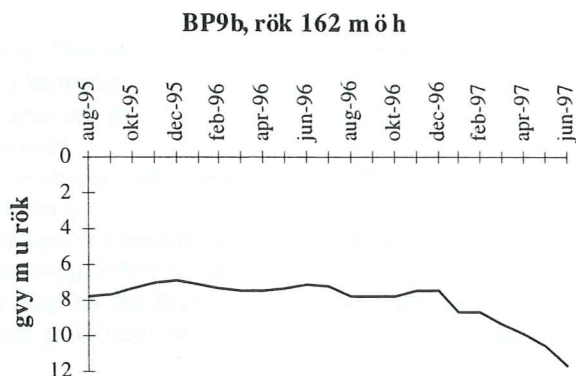


Fig. 3.6. Grundvattenståndsvariationer i rör BP9b.

Grundvattenytan i jordlagren ligger mellan 170,5-159 m ö h (G31, G32, 4:02). Vid den topografiskt högre belägna G141 noteras nivåer kring 172 m ö h. I berget ligger grundvattenytan omkring 154 m ö h (BP9b). I BP9b har grundvattenytan i berggrunden sjunkit kontinuerligt sedan januari 1997 (fig. 3.6). I rör 5:02 registreras grundvattenytan i våtmarken en gång i månaden (fig. 3.7). Grundvattenvariationerna i jordlagren kring rör 4:02 redovisas i fig. 3.8.

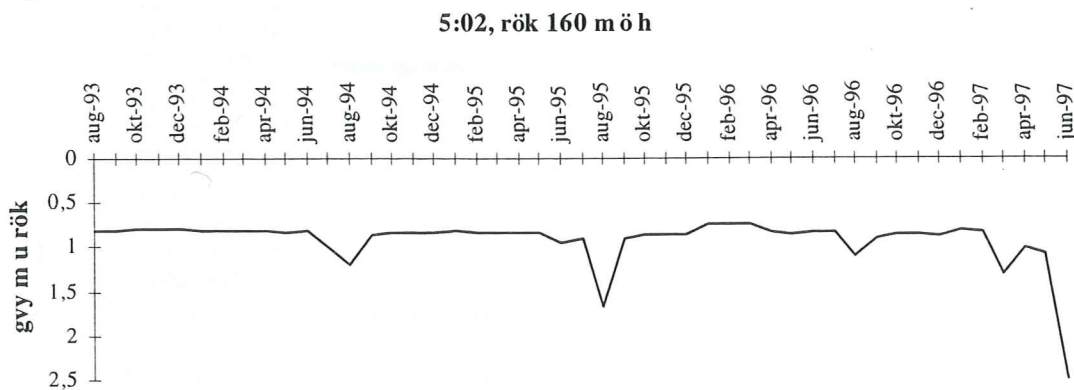


Fig. 3.7. Grundvattenståndsvariationer i rör 5:02.

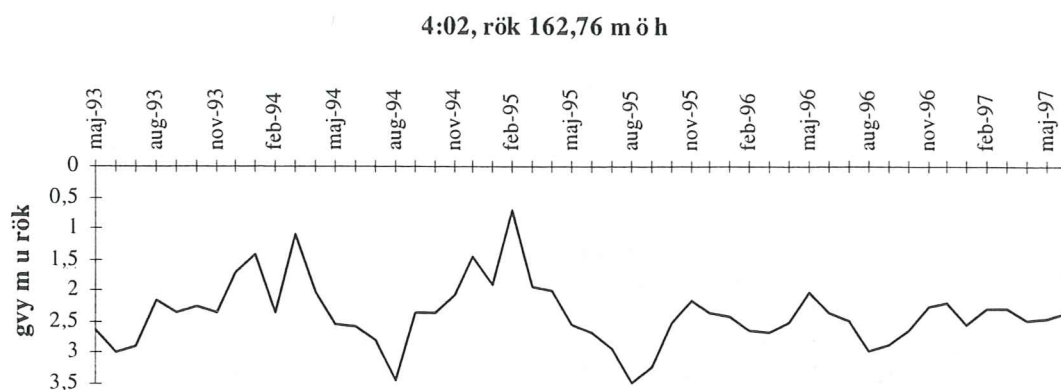


Fig. 3.8. Grundvattenståndsvariationer i rör 4:02.

Avrinningsområde 5

Avrinning sker via två vattendrag som ansluter till Örebäcken. Denna mynnar sedan i Laholmsbukten.

5A. V Severtorp, Mellanpåslaget (155-150 m ö h)

Stora delar av området utgörs av sankmark, bitvis gungflyaktig. Den östligaste delen är beväxt med björkdominerad sumpskog. I nordväst övergår kärrstråket till en tydlig bäck. I kärddelen domineras markskiktets vegetation av vitmossa. Vegetationen på torrare partier utgörs främst av starrarter och gräs. Markskiktet i sumpskogen är gräsdominerat. Omgivningen består främst av bokskog på fast, torrare mark.

Lokalen beskrivs i Länsstyrelsens våtmarksinventering (Johansson 1989) under 04C-1D-01 som våtmarkskomplex; sumpskog, topogent kärr och fukthed av klass 4.

En västnordvästlig öppen sprickzon-tensionszon kan förlängas in i området och kommer att skära rakt genom södra delen av lokalen. Denna del är dock täktad i stor utsträckning, vilket minskar dess naturvärde. Borrning B4, utförd med ryssborr genom de organogena lagren, redovisas i fig. 3.9. Ett flertal borrhningar som alla uppvisade samma lagerföljd utfördes på platsen och vid 100-110 cm djup gick borret på sten eller fastnade i ett sandigt lager.

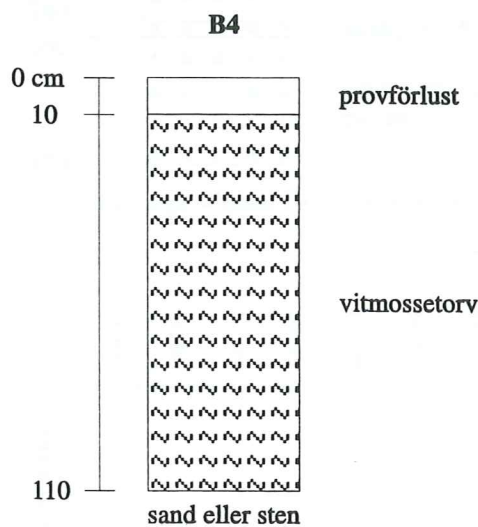


Fig. 3.9. Iakttagen lagerföljd vid borrning B4.

Grundvattenytan i berggrunden mättes i B1029 från oktober 1990 till och med maj 1994, och pendlade mellan 155-158 m ö h.

Avrinningsområde 6

Avrinning sker till Vadebäck som rinner ihop med Möllebäcken. Denna mynnar slutligen i Skälderviken.

6A. Killeröd (175-150 m ö h)

Området kan delas in i två delar, en nordlig och en sydlig. Dessa skiljs åt av en mindre grusväg.

Inom området Killeröd norr finns en damm med omgivande kärr, fuktäng och sumpskog. Området har en nordost-sydvästlig orientering. De nordliga delarna ligger på omkring 175 m ö h och domineras av sumpskog. Våtmarksområdet sluttar ned mot en damm i sydväst, belägen på 155 m ö h. Några här funna växter, typiska för strandängar och kärr, är kabbeleka samt olika starrarter och sävtyper. Omgivningen utgörs av skog och betesmark.

Länsstyrelsens våtmarksinventering (Johansson 1989) beskriver området under 04C-1D-02 som våtmarks-komplex; sumpskog, topogent kärr (med både mjuk- och fastmattor) och fukthed.

Genom området löper tre öppna sprickzoner-tensionszoner med västnordvästlig orientering samt en nordöstlig krosszon-större skjvzon.

Inom lokalen Killeröd syd finns fyra dammar. Området sluttar svagt åt väster. De östliga delarna är belägna 170 m ö h, de västliga omkring 150 m ö h. Längs en av dammarna löper en bäck i nord-sydlig riktning. Omgivningens vegetation är varierande. Söder om dammarna breder björkbeväxt enefälad ut sig. Sydost om dammarna ligger ett kalhygge samt en enefälad och mot nordost betesmark. Sumpskog med främst björk, al och jolster breder ut sig nord och nordväst om dammen längst till sydväst.

De norra delarna är utsträckta mot nordöst och sammanfaller där med en skjvzon. En eventuell förlängning av en skjvzon/större skjvzon-krosszon skulle genomskära området, men det är osäkert om den verkligen når in i området. Vid borning av rör 4:01 (Banverket 1995) registrerad lagerföljd redovisas i fig. 3.10.

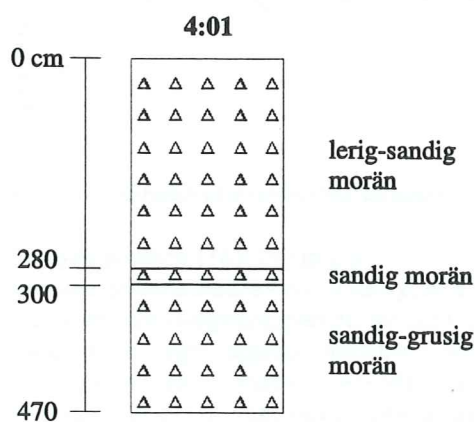


Fig. 3.10. Lagerföljden i 4:01 (Banverket 1995).

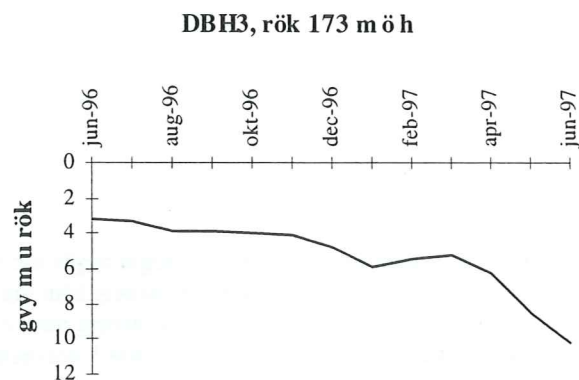


Fig. 3.11. Grundvattenståndsvariationer i rör DBH3.

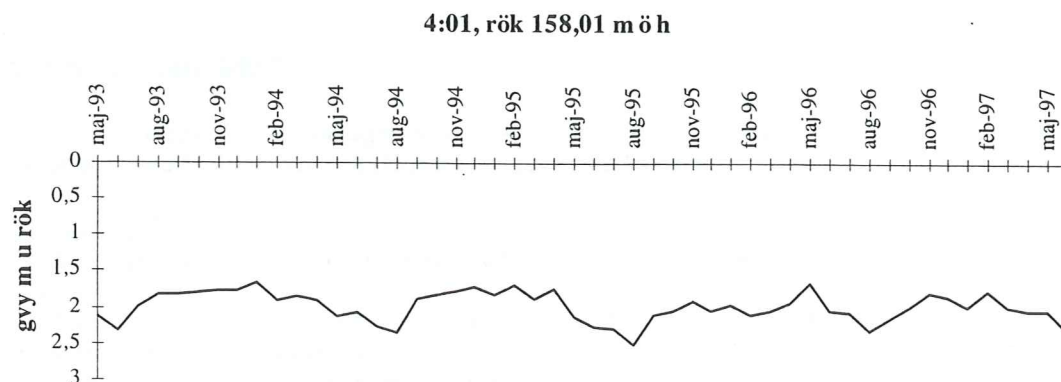


Fig. 3.12. Grundvattenståndsvariationer i rör 4:01.

Grundvattennivåerna i jordlagren ligger i närliggande brunnar på 155-168 m ö h (G165, G182, G942, 4:01). Grundvattenytan följer terrängens stigning mot nordost. Nivåerna i berggrunden ligger omkring 150-160 m ö h (B91, BP8). DBH3 ligger vid mellanpåslaget och mätning av grundvattennivån inleddes där i juni 1996. Därefter har nivån konstant sjunkit, fig 3.11. Grundvattenytans fluktuationer i jordlagren kring rör 4:01 illustreras i fig. 3.12.

6B. Ö Severtorp (165-170 m ö h)

Lokalen utgörs av den nordostliga fortsättningen på Killeröd N, lokal 6A. Området domineras av olika typer av sumpskog. Den norra delen är ej trädbevuxen, utan består av ett litet kärr där vitmossa, gräsarter samt någon typ av hydrofil brunmossa dominerar markskiktet. Omgivande terräng sluttar mot kärret. Norrut övergår området i enefälad med inslag av björk och tall. Terrängen är blockig.

Våtmarken har en öst-västlig orientering och sammanfaller med en öppen sprickzon-tensionszon. Våtmarkens östliga delar viker av mot nordost och även denna sträckning sammanfaller med en krosszon-större skjuvzon. Vid borring av observationsrör 4:02 iakttagen lagerföljd (Banverket 1995) samt grundvattennivåer från röret presenteras under Bjäred, lokal 4C.

Grundvattennivån i jordlagren ligger omkring 170,5-159 m ö h (G32, G31, 4:02). Grundvattenytan i bergakviferen ligger mellan 154-159 m ö h (BP9b, B18). I B18 har en grundvattensänkning pågått sedan juni 1996. Grundvattenytan ligger nu runt 146 m ö h (fig. 3.13).

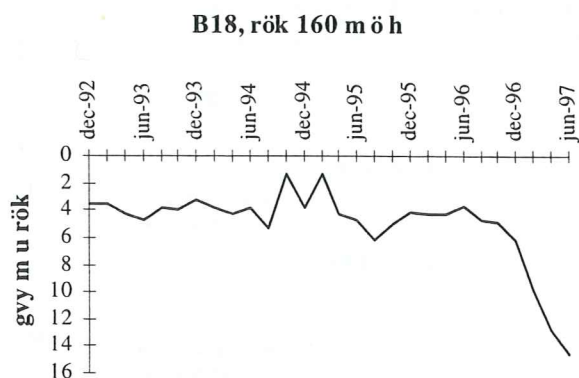


Fig. 3.13. Grundvattenståndsvariationer i rör B18.

6C. Salomonhög (185-190 m ö h)

Lokalen genomkorsas av en mindre grusväg. Området öster om vägen utgörs av ett delvis trädbevuxet mosseområde med kärr- och sumpskogspartier, medan västra sidan är torrare med granskog och kalhygge på höjdområdena och våtare mark i lägre liggande områden. Lokalen omges av löv- och granskog.

Lokalen ingår i Länsstyrelsens våtmarksinventering (Johansson 1989) som område 04C-0D-01 där det beskrivs som sumpskog och svagt välvd mosse av klass 3.

Norr om området löper en öppen sprickzon-tensionszon.

Avrinningsområde 7

Avrinningsområdet är sammanslaget av ett antal mindre avrinningsområden. Samtliga rinner av till Vadebäck som rinner ihop med Möllebäcken och slutligen mynnar i Skälderviken.

7A. Skeadal (70 m ö h)

Området utgörs av ett topografiskt betingat sumpskogsområde dominerat av al och björk. Våtmarken omges totalt av åkermark.

Området ligger utanför det som undersöktes med geofysik men troligen kan en karterad skjuvzon förlängas så att den korsar lokalens sydligaste del.

Grundvattennivån i jordlagren pendlar mellan 68-74 m ö h (G131, G135). I berget ligger nivån på 70-50 m ö h (B125).

Avrinningsområde 8

Avrinning sker till Vadebäck som rinner ihop med Möllebäcken och mynnar i Skälderviken.

8A. Slottet (77 m ö h)

Slottet är ett översilningskärr som sluttar mot sydväst, beläget på åsens sydsluttning. En liten bäck korsar området. Dessutom sker ett diffust flöde av vatten från nordost mot sydväst över kärrytan. Höjdskillnaden inom området är några meter. Ängen är en gammal slåtteräng som nyligen är restaurerad (Gustafsson 1996) och åter har börjat hävdas genom slåtterverksamhet. På grund av översilningen är vegetationen rik med t ex orkideér (Sankt Pers nycklar, Jungfru Marie nycklar) och liknande krävande växter. Kärrret omges av artrik sumpskog med en flora innehållande bl a al, hassel, rönn och hägg samt skogsbingel, blåsippa och skogförgätmigej. Tunnellinjen sträcker sig ca 100 m väster om objektet och tunnelfronten har redan passerat. I nordöstra delen av kärrret står observationsrör 5:01. Omgivningen utgörs av torr skog och jordbruksmark.

Lokalen är beskriven i Länsstyrelsens Ängs och hagmarksbeskrivning (Sjödahl 1993) som nr 68-065 klass 1. Sjödahl (1993) har genomfört en vegetationsinventering över området. I Gustafsson (1996) presenteras en översiktlig artlista.

Direkt under lokalen passerar en krosszon-större skjuvzon med nordostlig riktning. Några hundra meter nordost och sydväst om lokalen passerar två nordvästliga rörelsezoner. Borrning B5, utförd med ryssborr genom de organogena lagren, redovisas i fig. 3.14. Vid borrning av rör 4:07 (Banverket 1995) registrerad lagerföljd redovisas i fig. 3.15.

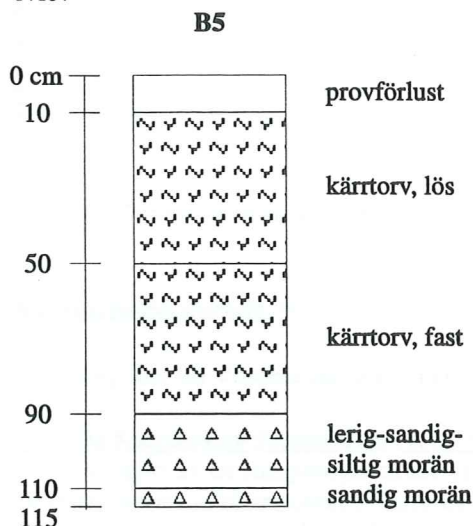


Fig. 3.14. Iakttagen lagerföljd vid borrning B5.

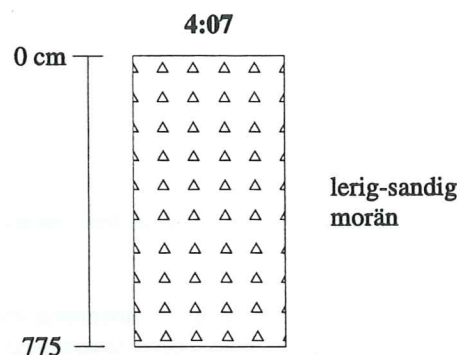


Fig. 3.15. Lagerföljden i 4:07 (Banverket 1995).

Grundvattennivån i jordlagren ligger omkring 65-90 m ö h (4:07, G65). De lägre värdena kommer från rör 4:07 som ligger på lägre höjd över havet än rör G65. Nivån i berggrunden varierade mellan 76-78 m ö h från augusti 1993 till första halvan av 1995. Därefter sjönk nivån stadigt ner mot 64-65 m ö h (B60, B64). Grundvattenfluktuationerna i observationsrör 4:07 och 5:01 presenteras i fig. 3.16 och 3.17.

(4A). Malla mosse - beskrivs under avrinningsområde 3.

Nordvästligaste delen av lokalen Malla mosse, tillhör dock avrinningsområde 7.

4:07, rök 69,85 m ö h

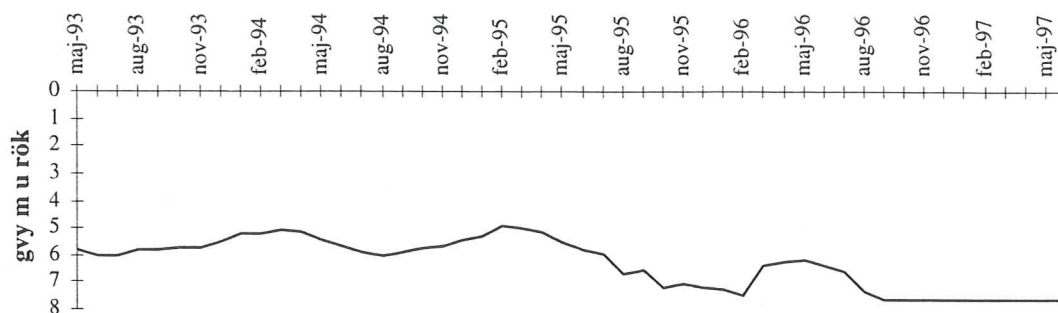


Fig. 3.16. Grundvattenståndsvariationer i rör 4:07.

5:01, rök 78,38 m ö h

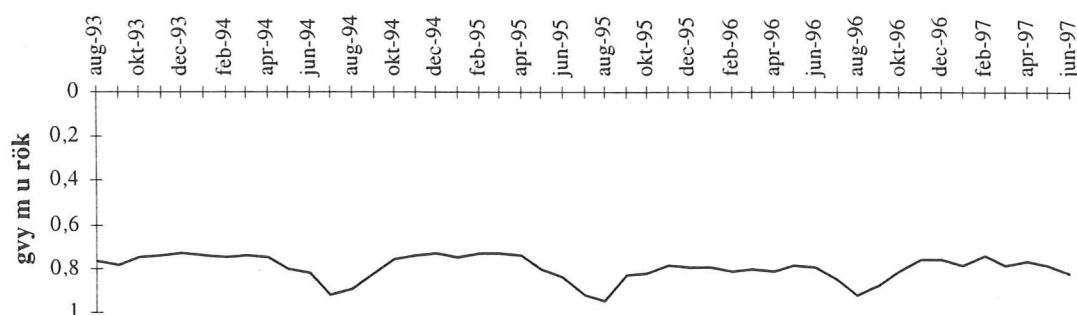


Fig. 3.17. Grundvattenståndsvariationer i rör 5:01.

Avrinningsområde 9

Avrinning sker till Vadebäcken som rinner ihop med Möllebäcken och mynnar i Skälderviken.

9A. Lilla Kurraboken/ Prästmossen (180-185 m ö h)

Lokalen utgörs av ett sumpskogsområde där trädvegetationen domineras av björk. Även al förekommer. Området fortsätter österut i Prästmossen, belägen ca 180 m ö h. Denna omges av höjder på omkring 190 m. Omgivande mark är öppen eller bevuxen med granskog.

Lokalen ingår i Länssyrelsens våtmarksinventering (Johansson 1989) med beteckningen 04C-0D-01, vilken består av sumpskog samt svagt välvd mosse av klass 3.

Inga rörelsezoner är indikerade i området.

Avrinningsområde 10

Avrinningsområde 10 avvattnas österut genom bäckar som leder bort från mossen.

10A. Älemossen (185 m ö h)

Älemossen är en stor högmossa som huvudsakligen ligger utanför influensområdet. Den ligger precis som de andra mossarna i området relativt högt, ca 180 m ö h. I övrigt omges mossen av skogs- och åkermark. Mossen har till viss del täktats och i de områdena återfinns idag mjukmattekärr. Det är i ett sådant kärrparti som observationsröret 5:03 är utplacerat (Sjödahl 1993). Omgivande mark i nordväst utgörs av ljunghed (Flackebjär naturvårdsområde).

Lokalen beskrivs i Länssyrelsens våtmarksinventering (Johansson 1989) under 04C-1E-01, som tydligt välvd mosse klass 3. Sjödahl (1993) har genomfört en vegetationsinventering över området.

Det kan tänkas att flera inom influensområdet indikerade skjuvzoner sträcker sig genom området, vilket ligger utanför det som undersökts med geofysiska mätningar. Grundvattenfluktuationerna i rör 5:03 är registrerade sedan augusti 1993 och redovisas i fig. 3.18.

5:03, rök 177,03 m ö h

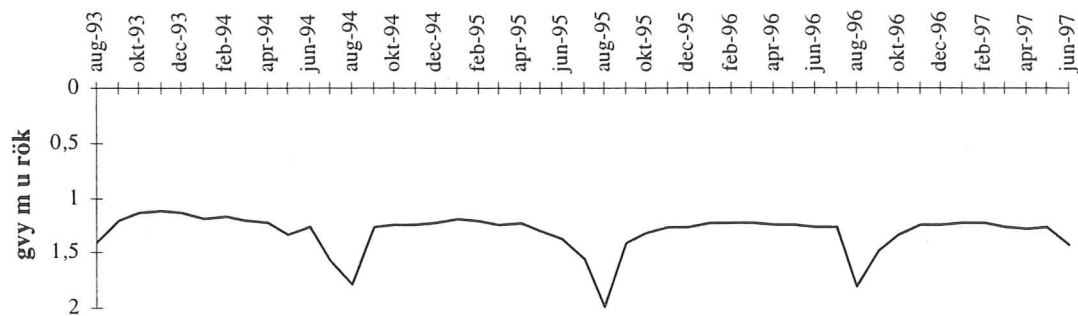


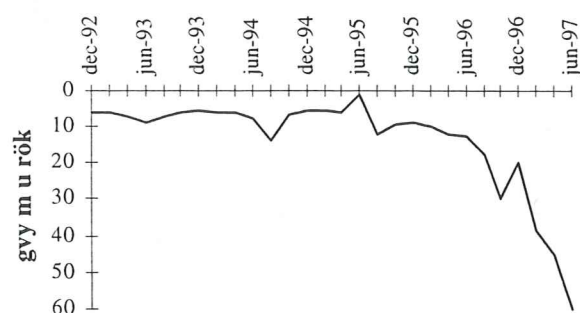
Fig. 3.18. Grundvattenståndsvariationer i rör 5:03.

I brunnarna och observationsrören uppmätta grundvattennivåfluktuationer

Grundvattenytans fluktuationer i brunnar och observationsrör presenterade lokalvis. Där kurvorna inte är heldragna saknas mätvärden. Grundvattenytans variationer anges i meter under rörets övre kant (m u rök). Observera att djupskalan (y-axlarna) varierar och att mätserierna inte täcker samma tidsperiod (x-axlarna).

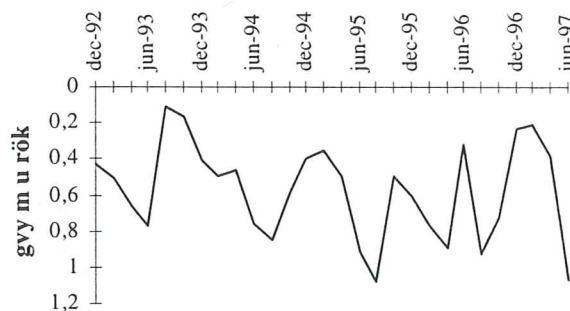
Lokal 1A, Ö Lya

B727, rök 145 m ö h



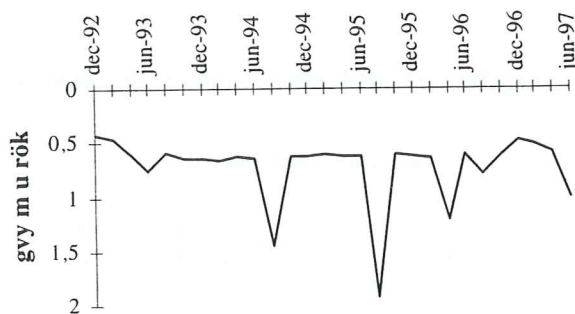
Lokal 2A, SV Ledtorpet

G148, rök 168 m ö h

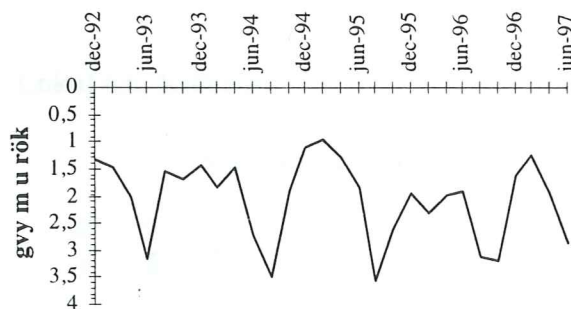


Lokal 4C, Bjäred

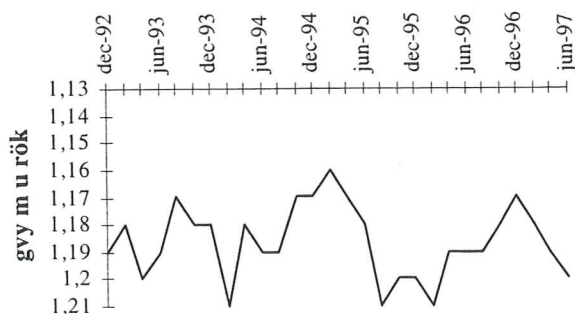
G31, rök 162 m ö h



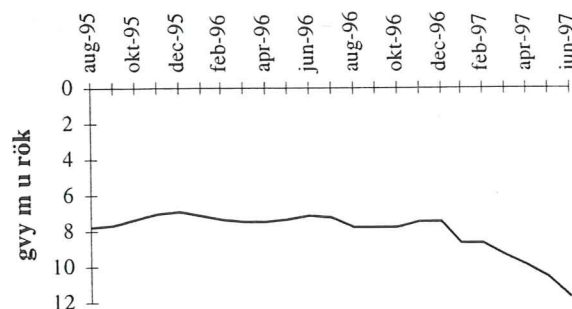
G32, rök 172 m ö h



G141, rök 173 m ö h

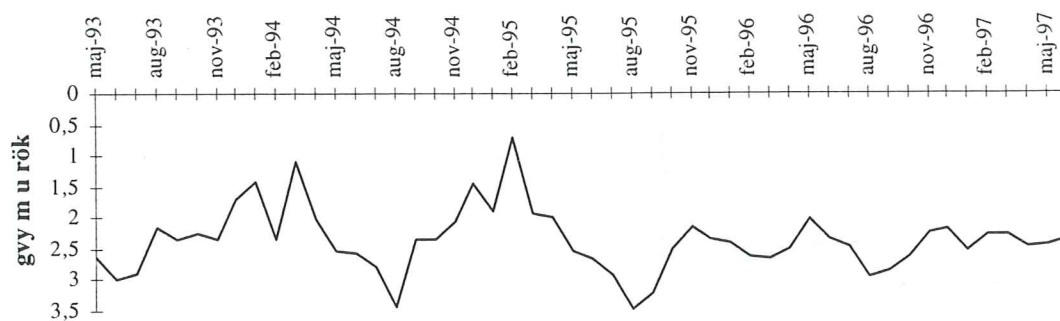


BP9b, rök 162 m ö h

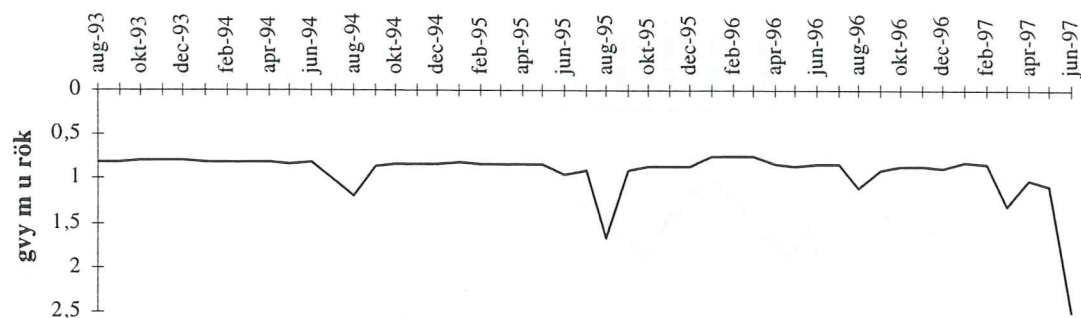


Lokal 4C, Bjäred (forts.)

4:02, rök 162,76 m ö h

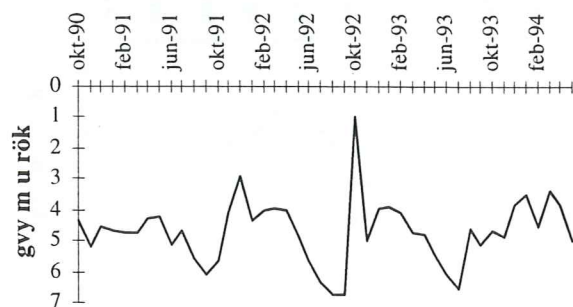


5:02, rök 160 m ö h



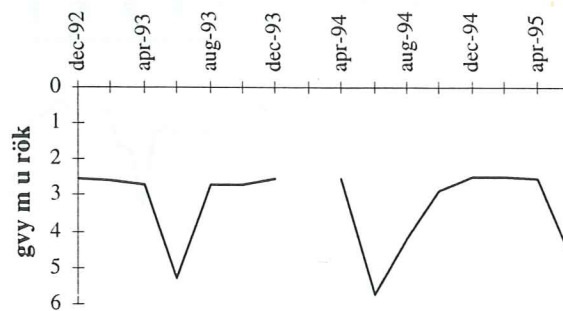
Lokal 5A, V Severtorp-Mellanpåslaget

B1029, rök 161 m ö h



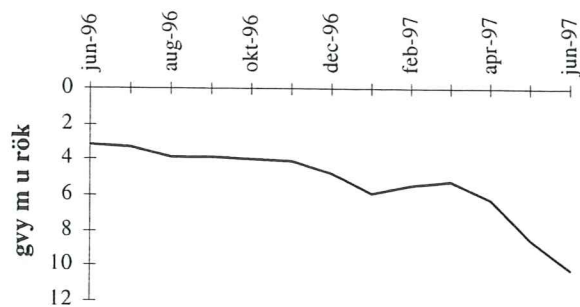
Lokal 6A, Killeröd

B91, rök 154 m ö h

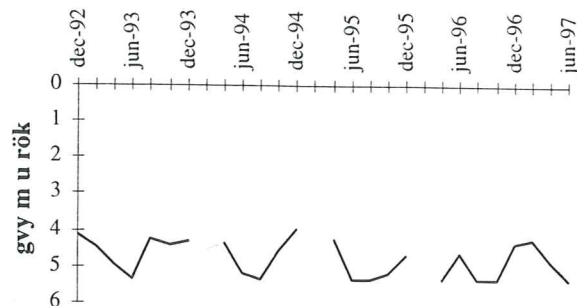


Lokal 6A, Killeröd (forts.)

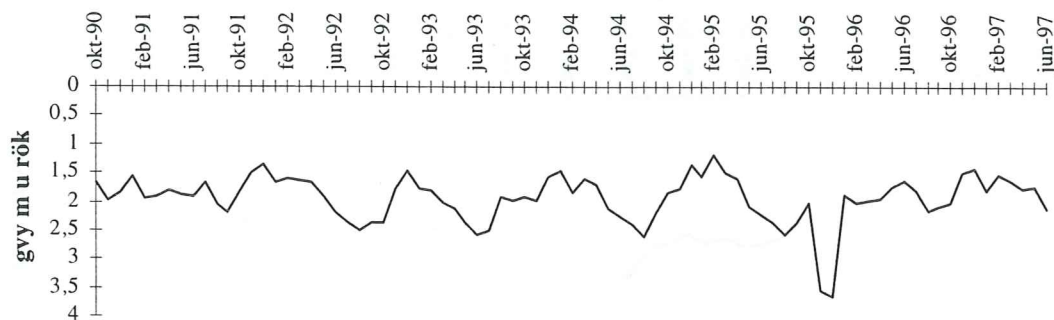
DBH3, rök 173 m ö h



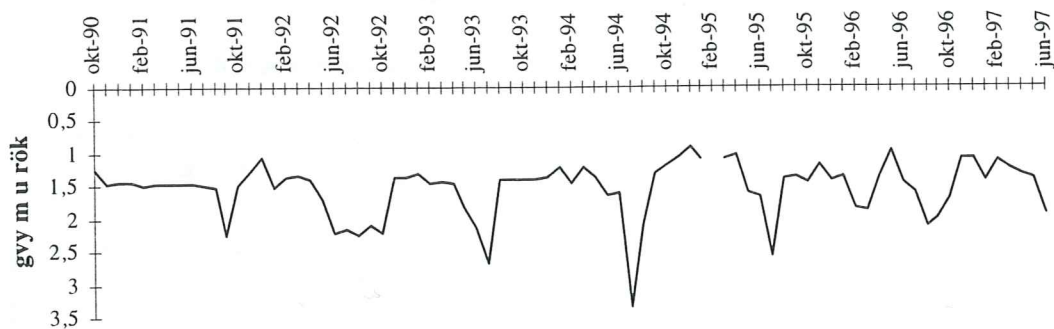
G182, rök 172 m ö h



BP8, rök 160,59 m ö h

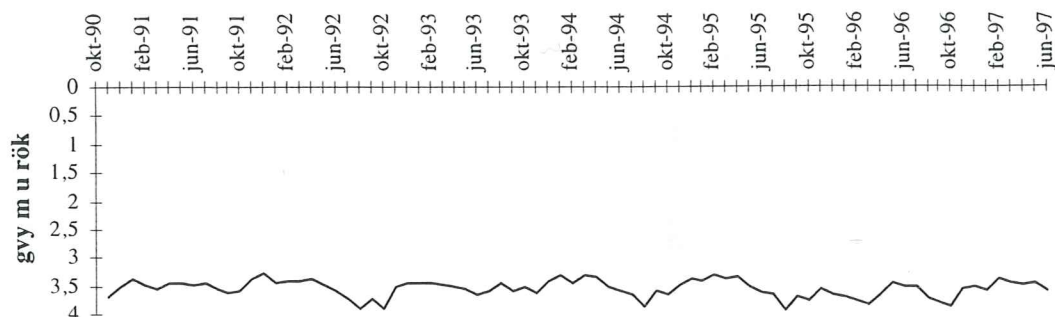


G165, rök 152 m ö h

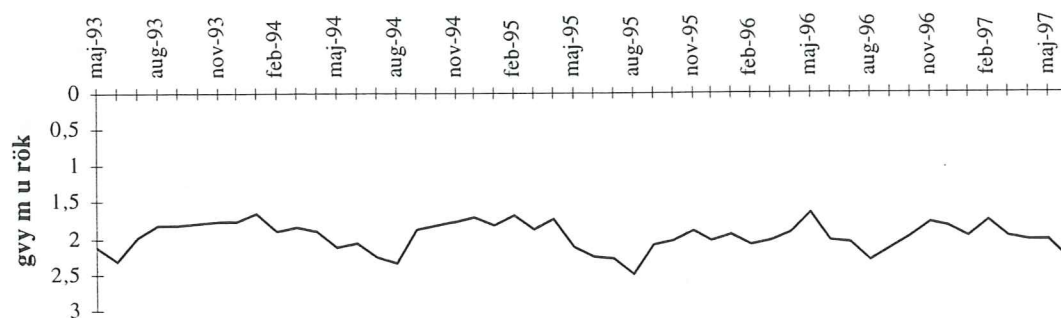


Lokal 6A, Killeröd (forts.)

G942, rök 162 m ö h



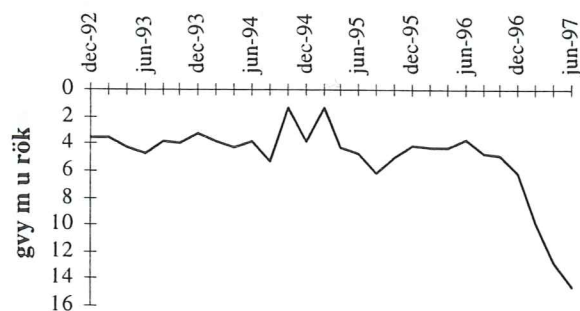
4:01, rök 158,01 m ö h



Lokal 6B, Ö Severtorp

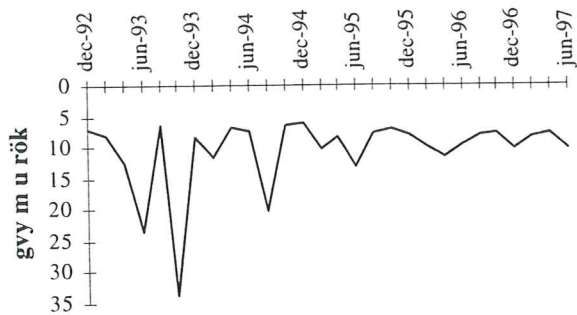
G31, G32, BP9b, 4:02 och DBH3 se lokal 4C samt 6A

B18, rök 160 m ö h

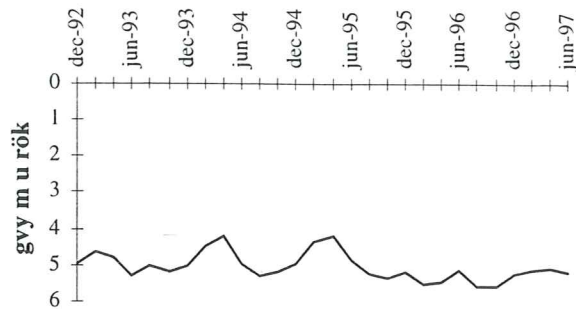


Lokal 7A, Skeadal

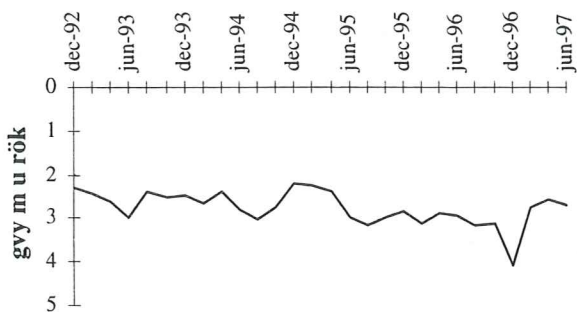
B125, rök 76 m ö h



G131, rök 78 m ö h

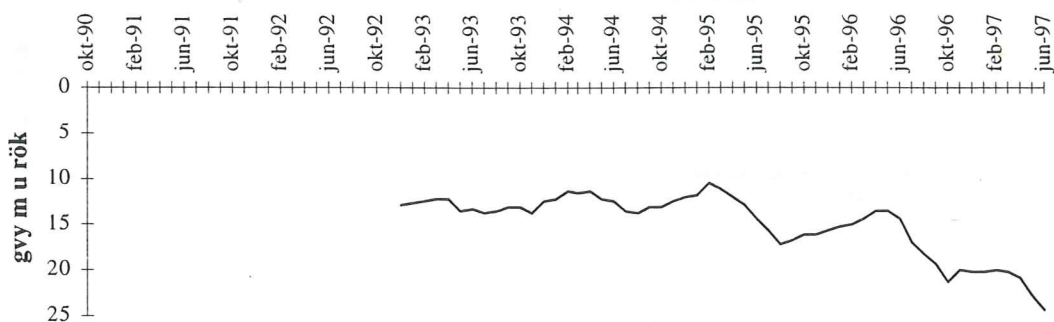


G135, rök 72 m ö h



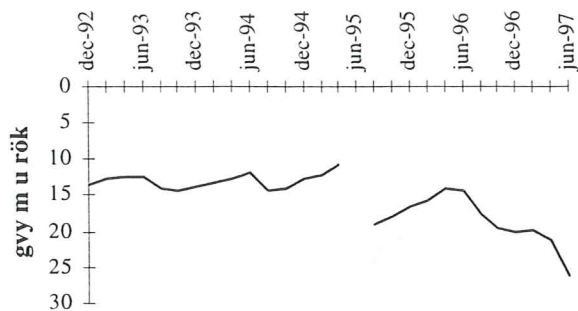
Lokal 8A, Slottet

B60, rök 89 m ö h

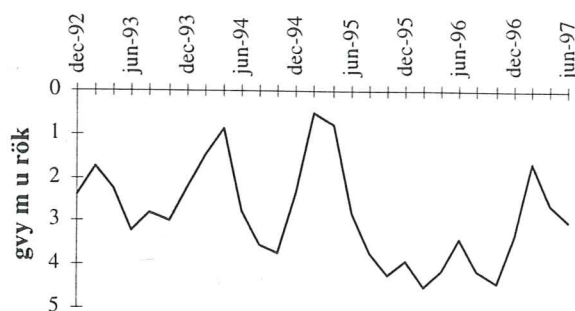


Lokal 8A, Slottet (forts.)

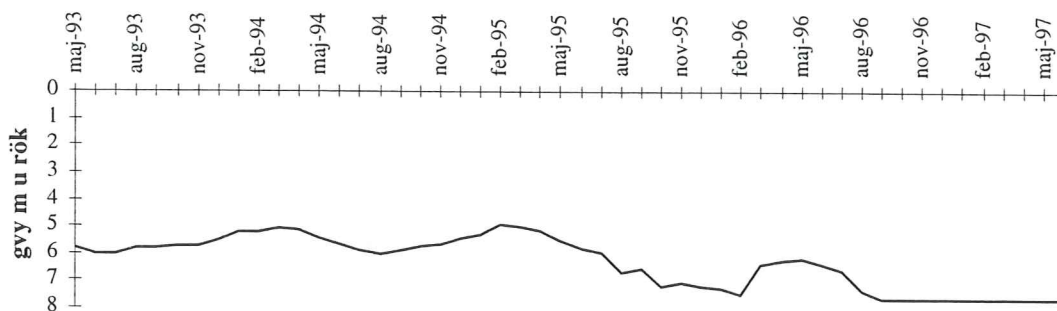
B64, rök 91 m ö h



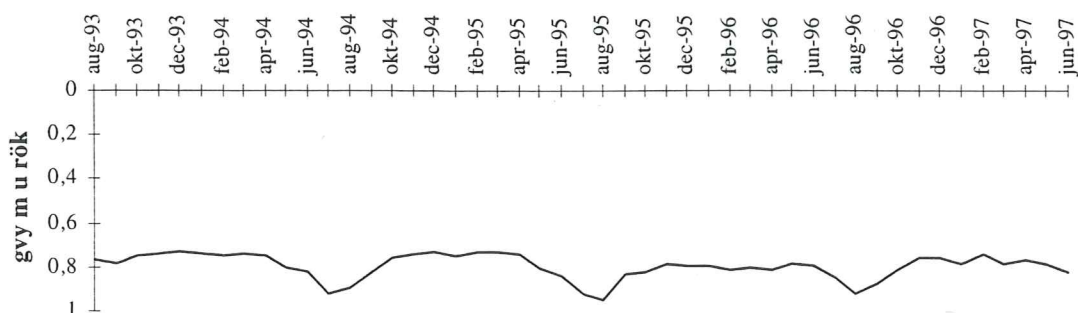
G65, rök 91 m ö h



4:07, rök 69,85 m ö h

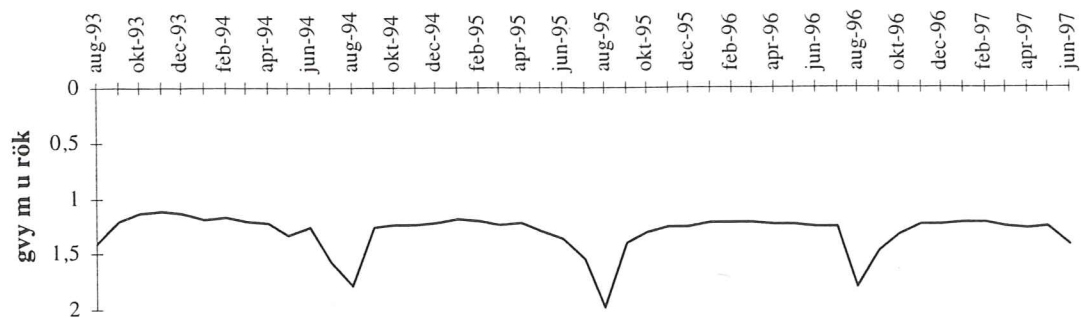


5:01, rök 78,38 m ö h



Lokal 10A, Älemossen

5:03, rök 177,03 m ö h



Tidigare skrifter i serien "Examensarbeten i Geologi vid Lunds Universitet":

17. Elg, Anette, 1987: Investigation of a wollastonite occurrence in central Sweden.
18. Andrédóttir, Aaudur, 1987: Glacial geomorphology and raised shorelines in the Skardsströnd-Saurbauer Area, west Iceland.
19. Eken, Karin, 1987: Geohydrologisk undersökning vid Filborna avfallsupplag i Helsingborg.
20. Kockum, Kajsa, 1987: Alkalisering vid konstjord infiltration: En vattenkemisk studie i tre vattentäkter i sydöstra Småland.
21. Wedding, Bengt, 1987: Granatförande pegmatiter i SV Värmland. En mineralogisk och kemisk studie.
22. Utgår.
23. Hammarlund, Dan. 1988: Sedimentstratigrafiska och paleohydrologiska undersökningar av Fönesjön och Kalvs Mosse inom Vombslätten, centrala Skåne.
24. Jansson, Caroline, 1988: Basiska bergarter, gångbergarter, sedimentbergarter och breccior i vaggerydssyenit. En undersökning i protoginonen vid Vaggeryd.
25. Jerre, Fredrik, 1988: Silurian conulariids from the Lower Visby Beds on Gotland.
26. Svensson, Erik, 1989: Upper Triassic depositional environments at Lunnom, northwest Scania.
27. Vajda, Vivi, 1988: Biostratigrafisk indelning av den Mesozoiska lagerföljden i Köpingsbergsborrningen 3, Skåne.
28. Persson, Arne, 1988: En biostratigrafisk undersökning av conodontfaunan i Limbata-kalkstenen på lokalen "Stenbrottet" i Västergötland.
29. Regnell, Mats, 1988: Stenåldersmänniskans vegetationspåverkan på Kullaberg, nordvästra Skåne. En paleoekologisk studie.
30. Siverson, Mikael, 1989: Palaeosporinacid selachians from the Late Cretaceous of the Kristianstad Basin, Skåne, Sweden.
31. Mathiasson, Lena, 1989: REE i svekofenniska migmatitneosomer och sensvekofenniska graniter från Nyköpingsområdet.
32. Månsson, Agneta, 1990: Kinematic analysis of the basement-cover contact of the western margin of the Grong-Olden Culmination, Central Norwegian Caledonides.
33. Lagerås, Per, 1991: Kontinuitet i utnyttjandet av Baldringes utmarker. En pollenanalytisk studie i Skogshejdan, Skåne.
34. Rundgren, Mats, 1991: Litostratigrafi och paleomiljöutveckling i Langelandselv-området, Jameson Land, östra Grönland.
35. Björkman, Leif, 1991: Vegetationshistorisk undersökning av en för-historisk jordmånsprofil begravd under en stensträng i Rösered, Västergötland.
36. Holmström, Patrich, Möller, Per, & Svensson, Mats, 1991: Water supply study at Manama, southern Zimbabwe.
37. Barnekow, Lena, 1991: Jämförelse mellan hydrometer-, pipett- och sedigrafmetoderna för kornstorleksanalyser.
38. Ask, Rikard, 1992: Rocks of the anorthosite-mangerite-charnockite-granite suite along the Protogine Zone, southern Sweden.
39. Leander, Per & Persson, Charlotte, 1992: En geologisk och geohydrologisk undersökning av Siesjöområdet norr om Sölvesborg.
40. Mannerstrand, Maria, 1992: Röntgenkaraktärisering och optisk undersökning av kalifältspater från Varbergsscharnockiten och Hinnerydsgraniten, sydvästra Sverige.
41. Johansson, Per, 1992: Moränstratigrafisk undersökning i kustklintar, NV Polen.
42. Hagin, Lena, 1992: Övergången mellan koronadiabas och eklogit i Seveskollan på Grapesvare, Norrbotten, svenska Kaledoniderna.
43. Nilsson, Patrik, 1992: Caledonian Geology of the Laddjuvaggi Valley, Kebnekaise-area, northern Swedish Caledonides.
44. Nilsson, Pia, 1992: Lateritisering - en process som kan ha orsakat kontinental Fe-anrikning i Skåne under rät-lias.
45. Jacobsson, Mikael, 1993: Depositional and petrographic response of climatic changes in the Triassic of Höllviken-II, southern Sweden.
46. Christodoulou, Gina, 1993: Agglutinated foraminifera from the Campanian of the Kristianstad basin, southern Sweden.
47. Söderlund, Ulf, 1993: Structural and U-Pb isotopic age constraints on the tectonothermal evolution at Glassvik, Halland.
48. Remelin, Mika, 1993: En revision av Hedströms *Phragmoceras*-arter från Gotlands Silur.
49. Gedda, Björn, 1993: Trace fossils and Palaeoenvironments in the Middle Cambrian at Äleklinta, Öland, Sweden.
50. Månsson, Kristina, 1993: Trilobites and stratigraphy of the Middle Ordovician Killeröd Formation, Scania.
51. Carlsson, Patric, 1993: A Petrographic and Geochemical Study of the Early Proterozoic, Bangenhuk Granitoid Rocks of Ny Friesland, Svalbard.
52. Holmqvist, Björn.H., 1993: Stratigrafiska undersökningar i sjön Vuolep Njakajaure, Abisko.
53. Zander, Mia, 1993: Sedimentologisk undersökning av en kvartär deltaavlagring vid övre Jyllandselv, Jameson Land, Östgrönland.
54. Albrecht, Joachim, 1993: Sedimentological and lithostratigraphical investigations in the gravel pit "Hinterste Mühle" at Neubrandenburg, northeastern Germany.

55. Magnusson, Martin, 1994: Sedimentologisk och morfologisk undersökning av Gyllebo-Baskemöllafältet, östra Skåne.
56. Holmqvist, Johan, 1994: Vittring i en moränjord vid Farabol, NV Blekinge.
57. Andersson, Torbjörn, 1994: A sedimentological study of glacial deposits in the upper Sjølandselv area, Jameson Land, East Greenland.
58. Hellman, Fredrik, 1994: Basement - cover relationships in the Harkerbreen Group of the northern Ny Friesland Caledonides, Svalbard.
59. Friberg, Magnus, 1994: Structures and PT determination of the Caledonian metamorphism of the lower part of the Planetfjella Group in the area around Mosseldalen, northern Ny Friesland, Svalbard.
60. Remelin, Mika, 1994: Palaeogeographic and sedimentation models for the Whitehill-Irati sea during the Permian of South America and southern Africa.
61. Hagman, Mats, 1994: Bevattning med avloppsvatten - en hydrogeologisk studie.
62. Sandström, Olof, 1994: Petrology and depositional history of the Campanian strata at Maltesholm, Scania, southern Sweden.
63. Pålsson, Christian, 1995: Middle-Upper Ordovician trilobites and stratigraphy along the Kyrkbäcken rivulet in the Röstånga area, southern Sweden.
64. Gustafson, Lars, 1995: Senkvartär stratigrafi och utveckling i Örseryd, mellersta Blekinge.
65. Gichina, Boniface M., 1995: Early Holocene water level changes as recorded on the island of Senoren, eastern Blekinge, southeastern Sweden.
66. Nilson, Tomas, 1996: Process- och miljötolkning av sedimentationen i en subglacial läsideskavit, Järnavik, S. Blekinge.
67. Andersson, Jenny, 1996: Sveconorwegian influence on the ca. 1.36 Ga old Tjärnesjö granite, and associated pyroxene bearing quartz-monzonites in southwestern Sweden.
68. Olsson, Ingela, 1996: Sedimentology of the Bajocian Fuglunda Member at Eriksdal, Scania, southern Sweden.
69. Calner, Hanna, 1996: Trace fossils from the Paleocene-Middle Eocene Monte Sporno flysch complex, Northern Apennines, Italy.
70. Calner, Mikael, 1996: Sedimentary structures and facies of fine grained deep-water carbonate turbidites in a Paleocene-Middle Eocene flysch complex, Monte Sporno, Northern Apennines, Italy.
71. Hesbøl, Ros-Mari, 1996: Retrograded eclogites of the Richarddalen Complex, NW Svalbard - Petrology and P/T-conditions.
72. Eriksson, Mats, 1996: Lower Silurian polychaetaspid and raphoprioid polychaetes from Gotland: aspects on taxonomy and palaeoecology.
73. Larsson, Daniel, 1996: Proterozoic hydrothermal alteration and mineralization along the Protogine Zone in southern Sweden.
74. Rees, Jan, 1996: A new hybodont shark fauna from the Upper Jurassic Vitabäck Clays at Eriksdal, Scania, southern Sweden.
75. Bengtsson, Fredrik, 1996: Paleomagnetisk undersökning av senpaleozoiska gångbergarter i Skåne; Kongadiabas, melafyr och kullait.
76. Björngreen, Maria, 1996: Kontrollprogram vid avfallsupplag - en utvärdering.
77. Hansson, Anders, 1996: Adaptations and evolution in terrestrial carnivores.
78. Book, Jenny, 1996: A Light Microscopy and Scanning Electron Microscopy study of coccoliths from two bore holes along the City Tunnel Line in Malmö, Sweden.
79. Broström, Anna, 1996: The openness of the present-day landscape reflected in pollen assemblages from surface sediments in lakes - a first step towards a quantitative approach for the reconstruction of ancient cultural landscapes in south Sweden.
80. Paulsson, Oskar, 1996: Sevekomplexets utbredning i norra Kebnekaise, Skandinaviska Kaledoniderna.
81. Sandelin, Stefan, 1997: Tektonostratigrafi och protoliter i Mårma-Vistasområdet, Kebnekaise, Skandinaviska Kaledoniderna.
82. Meyerson, Jacob, 1997: Uppermost Lower Cambrian - Middle Cambrian stratigraphy and sedimentary petrography of the Almbacken drill-core, Scania, southern Sweden.
83. Åkesson, Mats, 1997: Moränsedimentologisk undersökning och bestämning av postglacialt bildade järn- och manganmineral i en drumlinformad rygg.
84. Ahlgren, Charlotte, 1997: Late Ordovician communities from North America.
85. Strömberg, Caroline, 1997: The conodont genus *Ctenognathodus* in the Silurian of Gotland, Sweden.
86. Borgenvall, Camilla, 1997: Vätskeinklusioner som ledtrådar till bildningsmiljön för Bölets manganmalm, Västergötland, södra Sverige.
87. Mårtensson, Thomas, 1997: En petrografisk och geokemisk undersökning av inneslutningar i Nordingrågraniten.
88. Gunnemyr, Lisa, 1997: Spårämnesförsök i konstgjort infiltrerat vatten - en geologisk och hydrogeologisk studie av Strömsholmsåsen, Hallstahammar, Västmanland.
89. Antonsson, Christina, 1997: Inventering, hydrologisk klassificering samt bedömning av hydrogeologisk påverkan av våtmarksområden i samband med järnvägstunnelbyggnation genom Hallandsåsen, NV Skåne.