

# Drøbak 1814 II

## Beskrivelse til hydrogeologisk kart M 1:50 000 (med fargetrykt kart)

ERIK ROHR-TORP

Rohr-Torp, E. 1987: Drøbak 1814 II. Description of the hydrogeological map - 1:50 000. *Nor. geol. unders. Skr. 78, 1-19.*

The map gives a total evaluation of the water yield capacity from the best aquifers, either bedrock or superficial deposits, marked by colours from yellow to bluish green. The map also depicts topography, bedrock geology, constructions and surface hydrology. In the Precambrian rocks, major joints along N 30°, N 120° and partly N 0° trends are considered to be best for water drilling. In the Permian Drammengranite, regional joints along N 0°, N 40° and N 160° trends are considered to be best. The water yield capacities of the different Precambrian rocks and the Drammengranite, which together occupy almost the entire map area, are very much the same, except for the amphibolites and metagabbros which yield less than half of the others.

*E. Rohr-Torp, Norges geologiske undersøkelse, Seksjon for hydrogeologi, Drammensveien 230, 0277 Oslo 2.*

### INNHold

Forord 2	Vurdering av bergartenes vanngiverevne 12
Innledning 2	Konklusjoner 13
Landskapsformene 2	Løsavsetningenes vanngiverevne 14
Tidligere arbeider, bakgrunnsmateriale 2	Kilder 16
Kartets innhold 3	Grunnvannets naturlige kvalitet 16
Kartets anvendbarhet 3	Brunt vann 16
Om grunnvann 3	Jernholdig vann 16
Grunnvannets plass i kretsløpet 3	Saltholdig vann 17
Grunnvann i fjell 4	Blakket vann 17
Grunnvann i løsavsetninger 5	Forurensning av grunnvann 17
Geologisk og hydrogeologisk oversikt 6	Vannforbruk 18
Grunnfjell 6	Fjellboring og priser 18
Kambro-silur 6	Grunnvann til boligoppvarming 18
Perm 7	Summary 18
Kvartær (løsavsetninger) 7	Litteratur 19
Sprekker 8	
Sprekker i grunnfjell 8	
Sprekker i Drammensgranitt 10	

## Forord

Det hydrogeologiske kart Drøbak 1814 II - er det andre i en kartserie som søker å gi en oversikt over de hydrogeologiske forhold innen et avgrenset område. Tidligere er Bergen 1115 I - med beskrivelse publisert (Ellingsen 1975).

Borebrønnene innen kartet er befart, og nærområdet rundt hver brønn er hydrogeologisk vurdert. Opplysninger om dyp, vannføring etc. er innhentet hos privatpersoner og brønnboringfirmaer. Mindre enn halvparten av borebrønnene var på forhånd registrert i NGU's vannboringarkiv. Dette viser nødvendigheten av oppfølging og ajourføring av arkivet på landsbasis.

Hydrogeologisk registrerings- og feltarbeide ble utført av Rohr-Torp somrene 1973 og 1974. Etter denne tid er det bare sporadisk innhentet opplysninger om nye borebrønner innen kartområdet. Den hydrogeologiske tolkning er hovedsakelig basert på borebrønnsdata, berggrunnsgeologi og flyfotostudier. Som berggrunnsgeologisk grunnlag er benyttet manuskriptkart av Hageskov (1972).

Opplysninger om borebrønnene som er angitt på kartet kan fås ved henvendelse til Norges geologiske undersøkelse, Seksjon for hydrogeologi.

## Innledning

### Landskapsformene

Rett vest for Oslofjorden løper grensen mellom grunnfjellsbergartene i øst, og permisk Drammensgranitt i vest. Dette tilkjennegis i den sterkt forskjellige topografien i de to områdene. Grunnfjellsoverflaten er temmelig flat, og bare lave koller stikker opp over leirfylte daler og sletteland. De høyeste kollene når opp i høyder på ca. 150 m o.h. Området er jevnt bebygget. Håøya er en unntagelse, den når opp til nesten 230 m o.h., og sidene er delvis utviklet som stup ned mot sjøen.

Drammensgranitten i vest gir et sterkt forrevet landskap. Det preges av trange skar, ofte med nær nordlig retning, mellom bratte koller, med høyder mellom 250 og 350 m o.h.

Store områder har sparsomt jordsmonn, og er vanskelig fremkommelige, følgelig er bebyggelsen samlet der det finnes næringsgrunnlag, fortrinnsvis nær kysten.

### Tidligere arbeider, bakgrunnsmateriale

Allerede Keilhau (1850) behandlet kort grunnfjellsområdene rundt Oslofjorden. Kjerulf (1877) utga første utgave av rektangelkartet Moss i målestokk 1:100 000. Grunnfjellet er ikke differensiert, men grensen mellom grunnfjell og Drammensgranitt er i hovedtrekkene

riktig. Kambro-siluren i sydvest er også angitt. Bergartene nord på Jeløya er angitt som feltspatporfyr og sandsten. Videre er større områder med kvartære avsetninger avmerket. Brøgger (1909) utga en revidert utgave av kartet, og Brøgger & Schetelig (1926) kom med en tredje revisjon. I detaljer ble kartet forbedret, men grunnfjellet forble udifferensiert. Oxaal (1916) gir en beskrivelse av Drammensgranitten sammen med et kart i målestokk 1:200 000.

Gleditsch (1952) publiserte detaljerte kart og beskrivelser av Oslofjordens prekambriske områder. Hageskov (1972) har sammenstillet et tidsmessig berggrunnsgeologisk kart, med senere revisjoner av de nordøstlige områdene. Med differensiering innen Drammensgranitten av K. Jorde og medarbeidere, og en detaljert stratigrafi innen kambrosiluren av J. F. Bockelie og T. B. Bockelie, foreligger kartet nå i foreløpig utgave (Hageskov & Jorde 1980). Manuskriptkartet med revisjoner har vært til stor hjelp ved utarbeidelsen av det hydrogeologiske kartet. Nyttig informasjon finnes også i "Grunnvann øst for Oslofeltet" (Bryn 1961).

### Kartets innhold

Innen nesten hele kartområdet anses fjellgrunnen som den beste vann giver, bare lokalt er overliggende løsmasser bedre egnet for vannuttak. Slike avsetninger er merket med blågrønn farge. Vann giverevnen er gjengitt med farger fra gult til grønt, hvor gule områder er de dårligste, grønne de beste med hensyn til grunnvannsutttak. Kapasitetsvurderingene er gitt ut fra hva som anses oppnåelig innenfor et kvadrat på 100 x 100 m ved et hydrogeologisk best mulig plassert borehull. Tolkningenes pålitelighet kan vurderes fra det lille kartet i kartrammen som viser hvilke områder som er godt, og hvilke som er dårlig belagt med borebrønnsdata. Borebrønner som gir salt vann er gjengitt som fylte røde sirkler, forøvrig er ikke vannkvaliteten vurdert.

Kartet angir "menneskeverk" med rød farge, d.v.s. borebrønner, vannreservoarer, vann- og avløpsledninger etc.

Mellom Fagerstrand og Hallangen nordøst på kartet, ligger borebrønnene for tett til å angis i målestokk 1:50 000. Derfor viser tre kartutsnitt i kartrammen borebrønnenes beliggenhet i dette området.

Berggrunnen er gjengitt med brunt raster. Geologien er forenklet etter Hageskov (1972). Bergartsgrenser og foliasjoner (strøk-falltegn) er angitt med tynn sort strek.

For å gjøre kartet klartest mulig, er sprekker og forkastninger utelatt, de følges av sonene med de beste grunnvannsmuligheter, og kan således leses indirekte.

### Kartets anvendbarhet

Kartet er i første rekke ment å være en veiledning for kommunale og fylkeskommunale planer, idet det gir informasjon om arealers forskjellige muligheter for grunnvannsforsyning, og hvor grunnvannet best kan hentes. Det vil også være nyttig i undervisning ved universiteter og høyskoler.

Kartet overflødiggjør ikke hydrogeologiske befaringer ved planlegging av større grunnvannsforsyninger. Det kan bl.a. på grunn av målestokken, ikke brukes direkte ved ansetting av

borehull. Dette er illustrert i Fig. 1 som viser et hypotetisk snitt gjennom en sprekkesone som på kartet er angitt med grønn farge, altså beste vann giverevne. Borehull A som går i et godt oppsprukket parti vil gi mye vann, mens borehull B som er ansatt i et massivt parti inne i sprekkesonen vil gi lite eller ikke noe vann.

Kapasitetsvurderingene som angis ved fargene på kartet, må oppfattes som veiledende, og ikke absolutte. Først etter at en brønn er boret, kan den eksakte kapasitet avgjøres ved prøvepumping.

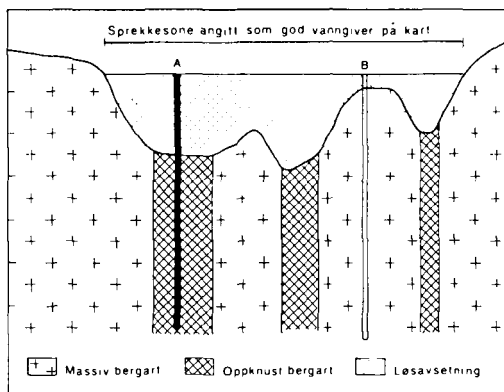


Fig. 1. Hypotetisk snitt over en sprekkesone som er angitt som en god vann giver på kartet. Borebrønn A går i et oppkjust parti og gir mye vann. Borebrønn B går i et massivt parti og er tørr.

Hypothetical section across a fracture zone which is indicated as a good aquifer on the map. Borehole A is located in crushed rock and yields plenty of water. Borehole B was drilled in a solid part and is dry.

## Om grunnvann

### Grunnvannets plass i kretsløpet

Hovedtrekk i vannets kretsløp er skissert på Fig. 2.

Grunnvann inngår som del av kretsløpet. Under et visst nivå - som kalles *grunnvannspeilet* - er alle sprekker og hulrom fylt med vann. Grunnvannspeilet skiller mellom mettet og umettet sone.

Grunnvannet dannes ved infiltrasjon av overflatevann - det vil si at vann direkte fra nedbør eller med tilskudd fra vassdrag trenger ned gjennom umettet sone til grunnvannssonen (mettet sone).

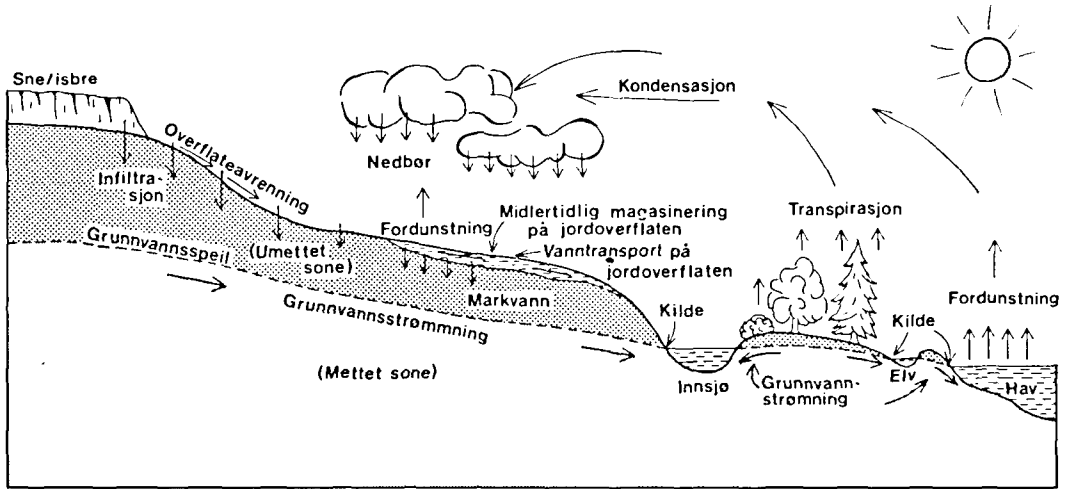


Fig. 2. Skjematisk fremstilling av vannets kretsløp.

Schematic outline of the hydrological cycle. Well known hydrological terms are denoted in Norwegian.

Grunnvannsspeilets helling og dyp under jordoverflaten er avhengig av en rekke faktorer knyttet til bl.a. terrengformasjonene, klima, grunnens beskaffenhet, infiltrasjon fra vassdrag osv. I løsmasser hvor det er god forbindelse via hulrommene mellom kornene vil det opptre et sammenhengende grunnvannsspeil. I fjell, hvor vannet finnes i sprekker, vil grunnvannsspeilet være brutt av mellomliggende tette fjellpartier, og dypet ned til vannet kan variere fra sprekk til sprekk.

I fritt drenerte grunnvannssystemer beveger vannet seg fra høyere- til lavere nivå under påvirkning av tyngdekraften. I en åpen fjellsprekk vil vannet kunne bevege seg meget raskt, i en grovkornet løsavsetning noen få meter pr. døgn og i en finkornet jordart bare få millimeter pr. døgn.

### Grunnvann i fjell

Nyttbart grunnvann i fjell i Norge finnes nesten utelukkende i sprekker da volumet av de porer (hulrom) som finnes vanligvis er svært lite. Større, dyptgående sprekker i fjellet er for en stor del dannet for lang tid tilbake, i perioder da Skandinavia var mer utsatt for jordskorpebevegelser enn i dag. Bergartenes evne til å holde sprekke åpne kaller vi kompetanse. En kompetent bergart, f.eks. gneis eller granitt, vil kunne holde sprekker åpne ned til flere hundre meters dyp. I inkompetente bergarter f.eks. fyltitt, er det derimot sjelden å finne åpne sprekker under 30 - 40 m's dyp.

Størrelsen av nedbørfeltet, landskapsformene samt overdekning som forsinker og utjevner direkte overflateavrenning, er viktige faktorer for en god tilførsel av vann til fjellsprekkene.

Når man skal bore etter vann i fjell er det viktig å krysse sprekkesonene på riktig dyp (Fig. 3), samt passe på at nedslagsfeltet er tilstrekkelig fritt for forurensning.

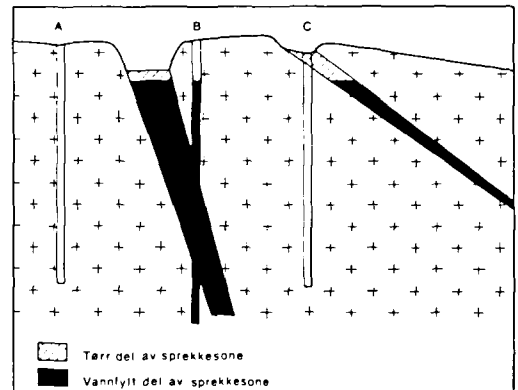


Fig. 3. Ved boring av fjellbrønner er det viktig å treffe sprekkesoner på riktig dyp. Borehull A skjærer ingen sprekker og er tørt. B krysser en mektig sprekkesone på riktig dyp. Brønnen gir mye vann. C krysser sprekkesonen for tidlig, over grunnvannsnivået, og brønnen er tørt.

In drilling wells it is important to intersect the fracture zones at the correct depth. Borehole A does not intersect fractures and is dry. B intersects a major fracture zone at the correct depth and yields plenty of water. C intersects the fracture zone too early, above the groundwater level, and the well is dry.

*Grunnvann i løsavsetninger*

Grunnvann i løsmasser forekommer i hulrommene (porene) mellom de partikler løsavsetningene er bygget opp av. Partiklenes form, størrelse, pakning og fordeling er medbestemmende for avsetningenes

- *porøsitet* - et mål for hvor mye vann avsetningen kan inneholde, og

- *effektiv porøsitet* - et mål for hvor mye uttagbart vann avsetningen kan inneholde, og

- *permeabilitet* - et mål for avsetningenes evne til å slippe gjennom vann.

Partiklenes egenskaper er i sin tur betinget av deres geologiske dannelseshistorie. Innlandsisen som dekket størstedelen av Norge for ca. 12 000 år siden førte med seg alle kornstørrelser fra leirpartikler til store blokker. Den la det meste av materialet usortert fra seg da den smeltet vekk og i disse moreneavsetningene er derfor plassen mellom større korn opptatt av mindre - og dette fører til liten effektiv porøsitet og dårlig permeabilitet.

Gunstig effektiv porøsitet og god permeabilitet finnes først og fremst i avsetninger som er trans-

portert og avsatt ved rennende vann (elveavsetninger). En elv har ved en bestemt hastighet og vannføring evne til å transportere materiale opptil en viss kornstørrelse. Avtar hastigheten - f.eks. ved at elva renner ut i en innsjø - får vi en sortering ved at det grove materialet avsettes først mens finstoffet svever med strømmen videre ut i vannet.

For at en avsetning skal kunne utnyttes med permanente grunnvannsuttak må det kunne dannes nytt grunnvann til erstatning for det som brukes. Vi snakker om to typer grunnvannsmagasiner.

a) *Selvmatende magasiner* - hvor nydannelsen skjer ved nedbøren alene, og

b) *Infiltrasjonsmagasiner* - hvor grunnvannstanden kommuniserer med tiliggende vann- og vassdrag og nydannelse kan få tilskudd ved infiltrasjon fra disse (Fig. 4).

Grunnvannsdannelsen kan økes kunstig ved å pumpe overflatevann opp i infiltrasjonsbassenger eller ved å benytte infiltrasjonsbrønner i egnede løsavsetninger. Dette gjøres en rekke steder i verden, og i Norge lages for tiden et slikt anlegg med infiltrasjonsbrønner for grunnvannsforsyningen til Hønefoss.

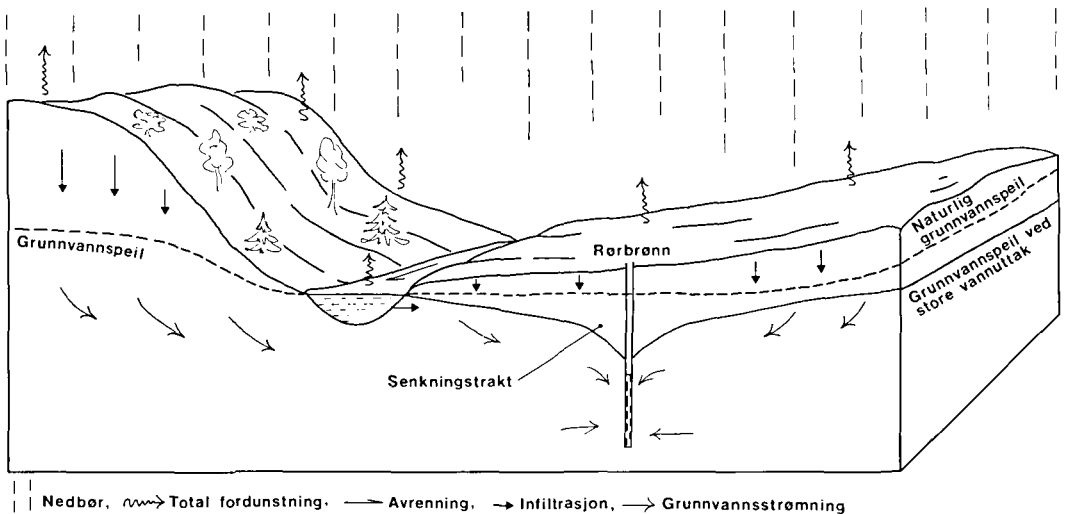


Fig. 4. Illustrasjon av infiltrasjonsmagasin.  
Illustration of an infiltration basin.

## Geologisk og hydrogeologisk oversikt

### Grunnfjell

Grunnfjellet består hovedsakelig av forskjellige gneiser og gneisgranitter av intrusiv opprinnelse. Eldst av bergartene er imidlertid en relativt mørk grå biotitt-muskovitt gneis av sedimentær opprinnelse (paragneis). Lokalt fører den mineralene kyanitt og sillimanitt.

Øst for Oslofjorden følger et kompleks av oftest grålige granittiske til kvartsdiorittiske biotitt-gneiser. Disse veksler fra homogene gneiser til øyegneiser og gneiser med opptil ca. 5 cm's mikroklinkrystaller. Yngre enn dette gneiskomplekset er de intrusive, hovedsakelig granittiske gneisbergartene som ofte kalles Moss-Filtvet granitt, og som finnes på begge sider av Oslofjorden. Disse er oftest rødlig, og utviklet som øyegneiser, men mer enskornete, finkornete varianter forekommer.

Samtlige gneisbergarter øst for Oslofjorden blir mer migmatittisk utviklet sydover mot Son. Vest for Oslofjorden finnes et lite område ved Sandbukta vest for Tofte (850 000), og et noe større ved Åros og på Gråøya (865 195) som består av intrusiv finkornet kvarts-feltspatporfyr. Bergarten er nesten flintaktig, men fører spredte små fenokrystaller av kvarts og feltspat. Det sydlige området gjennomsettes av en rekke nord-sydøpende amfibolittganger.

Et lite område helt i nord (815 245), ved grensen mellom Drammensgranitt og Røykengranitt, består av en lignende lys finkornet granittisk gneis. Som det fremgår av kartets tegnforklaring, antas den imidlertid å være vesentlig eldre enn porfyr.

Røykengranitten som finnes lengst i nord, vest for Oslofjorden, er i sydøst utviklet som en mikroskriftgranitt, mens den i de vestlige og nordlige områdene er middelskornet, ofte uten klar foliasjon.

Yngst av grunnfjellsbergartene er amfibolitt og gabbro som finnes i små massiver som gjennomsetter alle grunnfjellsbergartene på begge sider av Oslofjorden.

Strukturmønsteret i grunnfjellet er komplisert,

og flere foldefaser kan spores. Øst for Oslofjorden domineres strukturbildet av eldre regionale folder som er refoldet i en yngre prekambrisk foldefase som har dannet folder med akseretning VNV.

Hydrogeologisk sett har grunnfjellsgneisene og granittene relativt ensartete mekaniske egenskaper. Unntatt herfra er amfibolitt og gabbro, som oftest er mindre oppsprukket, og kvartsfeltspatporfyr og den finkornete lyse granittiske gneisen som begge, er mer småsprukket enn resten av grunnfjellsbergartene. Forøvrig er samtlige grunnfjellsbergarter kompetente, med mulighet for å holde sprekker åpne til relativt store dyp.

Øst for Oslofjorden synes vanngiverevnen generelt å avta mot syd, ettersom graden av migmatittisering tiltar. For mer utfyllende opplysninger om grunnfjellet henvises til Gleditsch (1952, I og II), samt Graversen 1984.

### Kambro-silur

Den sydvestre del av Hurumlandet, og øyene i syd og vest, består for en stor del av ordoviciske og siluriske sedimentære bergarter. Underordovicisk skifer og kalksten finnes dessuten på Ramtonholmen (855 240).

De ordoviciske sedimentene består av veksellende skifer og kalkstener, mens de siluriske består av tildels rene kalker. På Langøya (775 978) er et stort kalkbrudd som har vært drevet i lang tid.

Sedimentene stryker i hovedsak nordvestlig til nordlig, fallet varierer. Bortsett fra Ramtonholmen, Langøya og sydspissen av Bjørkøya, er sedimentene kontaktomvandlet (metamorfosert) av den yngre Drammensgranitten. Det vil si at sedimentene ble "stekte" nær granitten da den intruderte som en varm smeltetmasse. Sedimentene ble omvandlet til såkalte hornfeller, harde, flintaktige, sprø bergarter. Hornfellerne er sterkt småsprukket, og de er kompetente, med evne til å holde sprekker åpne mot dypet. Likeledes er de uomvandlete kalkstenene på Langøya og Bjørkøya kompetente. Langøya er imidlertid lite oppsprukket, noe som vises av at man ved kalkbryting har brutt ut det indre av øya til godt under havnivå, uten at sjøvannet renner inn. Skifrene på Ramtonholmen derimot, er lite kompetente. På mo-

derat dyp vil trykket av overliggende fjell klemme sammen eventuelle sprekker.

På Bile vest for Jeløya (922 980), er det oversilurisk sandsten (Ringeriksandsten). Lignende sandsten finnes på Jeløya og Bevøya, men her er den omleiret i permisk tid, Schou Jensen (1974). Ringerikesandstenen kan være praktisk talt tett utenom gode sprekkesoner.

### Perm

Den vestlige halvdel av kartbladet utgjøres av permisk Drammensgranitt. Hovedsakelig er den utviklet som en middels- til grovkornet rød granitt. I syd, og i en sone sydvestover fra Åros, kan det utskilles fin- til grovkornet porfyrgranitt. Hydrogeologisk sett har granitten og porfyrgranitten ensartede mekaniske egenskaper.

Temmelig flattliggende avlastningssprekker er karakteristisk for Drammensgranitten. Avlastningssprekkene kan ofte drenere større områder mot f.eks. en regional steiltstående sprekkese, som derved blir en gunstig sone for uttak av grunnvann.

Drammensgranitten er en kompetent bergart, med evne til å holde sprekker åpne mot dypet. De flattliggende avlastningssprekkene kan imidlertid ikke ventes å være utviklet til dyp større enn 20-30 m.

På begge sider av Oslofjorden ved Hvitsten, på holmene syd for Tofte og på Bevøya finnes permiske vulkanpluggar. Disse består hovedsakelig av basiske til ultrabasiske, grovkornete, mørke bergarter (Oslo-essexit og pyroksenitt). Pluggene har tidligere vært betraktet som tilførselsrør til basaltiske vulkaner på overflaten. Gravimetrisk undersøkelse indikerer imidlertid at de representerer gruntliggende smeltelammere (Ramberg 1976).

Bergartene i vulkanpluggene er seige og lite oppsprukne. De anses som dårlige vanngivere. Foruten den permisk omleirete Ringerikesandstenen på Jeløya og Bevøya, består disse øyene innenfor kartrammen av en mangfoldighet av permiske sure til basiske smeltebergarter. Det finnes også en mektig rombeporfyrang nordligst på Ramtonholmen. Erfaringsmessig er disse magmatiske bergartene gode vanngivere. Koksete lavatopper og kontakter mellom på hverandre følgende lavastrømmer gir gode forhold for grunnvannsutttak. Permiske ganger er

oftest godt oppsprukket langs ganggrensene, og kan således virke som "drenkanaler" for større områder. Faren for å få salt vann i borebrønner vil imidlertid kunne være stor fordi øyenes nedslagsfelt er begrenset. For en nærmere beskrivelse av de permiske bergartene henvises til Larsen, Ramberg og Schou Jensen (1978).

### Kvartær (løsavsetninger)

Størstedelen av kartområdet har meget tynt eller intet morenedekke. Dette gjelder spesielt for områdene med Drammensgranitt, men også for kystnære områder innen grunnfjellet. Morenedekket ble lagt igjen da isen smeltet tilbake mot slutten av siste istid (bunn- og ablasjonsmorene).

I perioder med dårlig klima stoppet smeltingen av isen. Innlandsisen kunne i slike perioder "legge på seg", så brefronten rykket frem, og skjøv løsmassene opp i hauger foran seg. Randavsetninger dannet på denne måten kalles trinn, og innenfor kartbladet finner vi det mest markerte trinn mellom Svelvik og Opegårdstjern. Trinnet kalles Skitrinnet, og her stod brefronten for ca. 10 000 år siden (Sørensen 1979). Løsmassene foran brefronten ble avsatt i havet som dengang sto høyere i forhold til landet innenfor. Skitrinnet består vesentlig av usortert morenemateriale, men også en del lagdelt sand og grus ble dannet ved at havet vasket og sorterte materialet etterhvert som landet langsamt hevet seg ettersom innlandsisen smeltet ned. Eksempel på slike avsetninger finnes syd for Opegårdstjern (943 183).

Smeltevannselver fra isen førte med seg store mengder slam, sand, grus og stein, slik nåtidens elver og bekker kan gjøre det i vårløsningen. Idet smeltevannselvene nådde havet, avtok strømhastigheten brått, slik at grovkornet materiale ble avsatt utenfor breranden, mens finstoffet svevet i havet videre utover før det ble bunnfelt. Hvor nåtidens elver og bekker har tilstrekkelig strømhastighet til å transportere grus og sand idet de når en innsjø eller havet, vil tilsvarende, men oftest mindre, sand og grusdeltaer dannes ved elveoset. Breevtransporterte sand og grusavsetninger finnes ved Svelvik (805 095) og Storsand (902 150), mens dalfyllingene utenfor og innenfor Skitrinnet hovedsakelig består av silt og leire. Eksempel på et lite sand/grusdelta finnes i Ekrebukta ved Filtvet (912 048).

Omvaskete og elvetransporterte sand og grusavsetninger gir vanligvis bedre muligheter for grunnvannsuttak enn den underliggende berggrunn. Hvor de står i kontakt med en innsjø eller et vassdrag er mulighetene tilstede for større grunnvannsforsyninger. Der løsavsetningene antas å være bedre vanngivere enn det underliggende fjellet er dette angitt på kartet.

## Sprekker

Ved befaring er alle sprekker målt i nærområdet omkring brønnpunktene, uten hensyn til om det er større regionale sprekker eller sprekker av lokal karakter.

Det er også foretatt sprekkemålinger basert på flyfotografier for å se om de større sprekke viser et forskjellig mønster fra de tilfeldige sprekke omkring brønnpunktene.

Sprekkene faller hovedsakelig steilt, ofte loddrett, bortsett fra overflateparallele, grunne avlastningssprekker som særlig er velutviklet i Drammensgranitten.

Det er utarbeidet sprekkediagrammer for sprekker målt ved brønnpunktene og for sprekker målt fra flyfoto. Grunnfjell og Drammensgranitt behandles hver for seg. Innen kambrosilurområdet er det for få sprekkobservasjoner til noen bearbeidelse av sprekke.

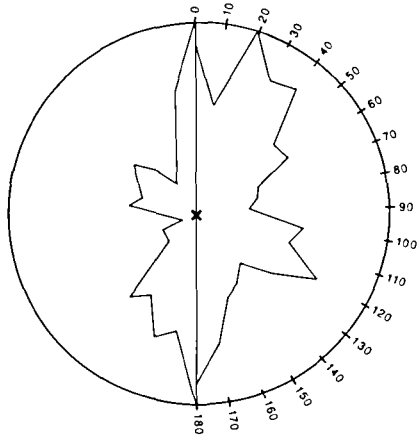


Fig. 5. Sprekkeretninger i grunnfjell. Høyre side viser 1002 sprekker målt på bakken, venstre side viser 112 sprekker tatt fra flyfotografier.

*Fracture trends in Precambrian rocks. The right-hand side shows 1002 fractures surveyed in the field. The left-hand side shows 112 fractures taken from aerial photographs.*

## Sprekker i grunnfjell

Fig. 5 viser sprekkeretninger i grunnfjellet innen kartblad Drøbak. I hovedsak er diagrammet over sprekker målt på bakken (høyre side) likt diagrammet over flyfototolkete sprekker (venstre side).

Grunnfjellet må antas å ha hatt et meget komplisert mønster av sprekk- og svakhetssoner utviklet i forbindelse med forskjellige uroperioder opp gjennom jordens historie. Videre antas en stor del av sprekkesystemene å ha vært periodisk aktive over svært lange tidsperioder. Selv om det undersøkte området har liten utstrekning, er det fristende å forsøke å knytte hovedsprekkeretningene N 0°, N 20° - 40° og ca. N 120° (Fig. 5) til geologiske uroperioder og deres hovedstressretninger. Derved vil hovedsprekkeretningene, avhengig av sin orientering, kunne klassifiseres som tensjons- eller skjærsprekker som vist i Fig. 6. Figuren viser også foldeaksers orientering i forhold til hovedstressretningen.

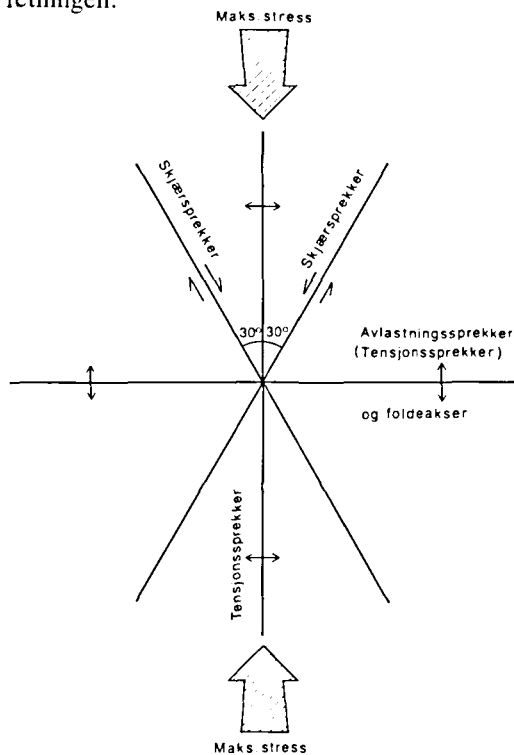


Fig. 6. Orientering av sprekker og foldeaksers i relasjon til maksimum stressretning.

*Orientation of fractures and fold axes in relation to the maximum stress direction.*



Et viktig prinsipp er at et sprekkesystem som er dannet under en uroperiode vil bli reaktivert under en senere uroperiode med tilnærmet samme orientering av stressfeltet. I følge Nur (1982) vil et eksisterende sprekkesystem tendere til å reaktiveres når et nytt stressystem avviker i retning med mindre enn 30° fra det gamle.

I tråd med dette virker det sannsynlig at hovedsprekkeretningene innen grunnfjellsområdet er dannet eller reaktivert under en relativt sen prekambrisk foldefase, og at de senere er reaktivert under dannelsen av Oslofeltet:

- Av det berggrunnsgeologiske kartblad Drøbak (Hageskov & Jorde 1980) sees at de tidligere foldete grunnfjellsbergartene har vært utsatt for en senere prekambrisk foldefase. Denne har gitt opphav til folder om akser som stryker VNV. Ettersom foldeaksler gjerne vil utvikles normalt på hovedstressretningen (Fig. 6), synes denne yngre prekambriske foldefasen å ha hatt maksimum stress i NNØ-SSV retning. Ved å anta maksimum stress etter N 30°, er de teoretiske sprekkeretningene fra Fig. 6 anvendt på sprekkerosene fra grunnfjellet. Dette er vist i Fig. 7, hvor det fremgår at de teoretiske sprekke- og foldeaksleretninger faller sammen med de observerte hovedsprekkeretninger og foldeaksler i grunnfjellet.

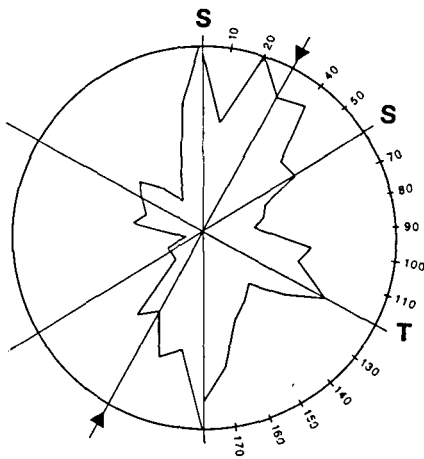


Fig. 7. Teoretiske sprekkeretninger (Fig. 6) med maksimum stress etter N 30°, lagt over de observerte sprekkeretninger i grunnfjellet (Fig. 5).  
Theoretical fracture trends (Fig. 6) with maximum stress along N 30° overlying the observed fracture trends of the Precambrian rocks (Fig. 5).

- Ettersom området grenser mot Oslofeltet i vest, antas imidlertid dagens sprekke-mønster i hovedsak å være bestemt av permiske (og yngre) jordskorpebevegelser. Oslofeltet som strekker seg i NNØ-retning fra Langesund til Mjøsa representerer en grabendannelse. Forenklet kan en graben beskrives som et område som har sunket inn langs normalforkastninger for å kompensere en tensjon i jordskorpen på tvers av grabenens akse. Prinsippet er vist i Fig. 8. For mer informasjon om Oslofeltet henvises til Ramberg (1976) og Dons & Larsen (1978). Lengdeaksen i Oslo grabenen stryker meget nær N 30°. Tensjonen i jordskorpen på tvers av denne akse, som forårsaket grabendannelsen, må derfor antas å ha hatt retning omkring N 120°. Tensjonskreftene var altså rettet normalt på maksimum kompresjon i den tidligere beskrevne prekambriske uroperioden.

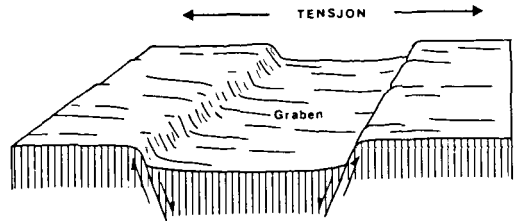


Fig. 8. Prinsippskisse av en graben dannet ved tensjon i skorpen på tvers av grabenes lengderetning.  
Sketch of a graben created by tension in the crust acting across the longitudinal trend of the graben.

Ettersom tensjon har den motsatte effekt av kompresjon, vil det samme sprekkesystem tendere til å utvikles ved en tensjon etter N 120° som ved en kompresjon etter N 30°. Det er derfor å vente at den permiske (og yngre) laterale spredningen av jordskorpen førte til en reaktivert av det relativt unge prekambriske sprekkesystemet som er beskrevet foran.

I dette sprekkesystemet (Fig. 7) synes retningene N 30° og N 120° å representere tensjonssprekker (henholdsvis ekstensjons- og avlastningssprekker), mens retningene N 0° og (N 60°, svakt utviklet) synes å representere skjærsprekker. Teoretisk skal tensjonssprekkene som er mer åpne enn skjærsprekkenes, være de beste vanngiverne.

Av henimot 500 befarte borebrønner i grunnfjellet er det mindre enn 200 som er ansatt i sprekkesoner som kan sees på overflaten, og hvor bølgen har kjent dyp og vannføring. For å prøve teorien om at tensjonssprekker er bedre vanngivere enn skjærsprekker, er disse borebrønner i Tabell 1 henført til den fremherskende sprekkeretning i brønnpunktet. Av tabellen fremgår at de beste vanngivere er de to tensjonsretningene N 30° og N 120°, med gjennomsnittlige ytelser nær 60 liter/ time pr. boremeter. Dårligere vanngivere er retningene for skjærsprekker, N 0° og N 60°. Ytelsene er henholdsvis ca. 50 - og ca. 35 liter/time pr. boremeter. Skjærsprekkenes forskjellige kapasitet skyldes

Sprekke- retning	Antall brønner	Samlet dyp (m)	Samlet vann- føring (l/t)	Middel dyp (m)	Middel vann- føring (l/t)	Gjennomsnittlig vannføring pr. boremeter (l/t·m)
N 0°	36	1 690	86 050	47	2 390	51
N 30°	46	1 910	112 050	41,5	2 436	59
N 60°	6	330	11 750	55	1 958	36
N 120°	17	855	50 350	50,5	2 962	59
Andre	67	3 500	67 700	52	1 011	19

Tabell 1. Brønnboringsresultater i relasjon til hovedsprekkeretninger i grunnfjellet (N 30° og N 120°: antatte tensjonssprekker, N 0° og N 60°: antatte skjærsprekker, se Fig. 7).

*Drilled wells, in relation to the main fracture trends in the Precambrian rocks. (N 30° and N 120°: probable tensional fractures; N 0° and N 60°: probable shear fractures; compare Fig. 7).*

antagelig en kombinasjon av at retningen N 60° er svakt utviklet, og at retningen N 0°, som bl.a. beskrevet av Ramberg & Larsen 1978, er en utpreget permisk retning.

Videre viser tabellen at sprekkeretninger utenom hovedsprekkesystemet har vesentlig lavere ytelser, "bare" ca. 20 liter/time pr. boret meter. Dette antas å skyldes at disse sprekkeretningene i liten grad ble reaktivert i permisk tid.

Det må presiseres at intet borehull gir et bestemt antall timeliter for hver meter det bores ned i fjell. Vanninnslagene kommer der borehullet skjærer vannførende slepper. De øverste metrene er vanligvis tørre.

Tallene som er anført foran er gjennomsnittstall for et stort antall borebrønner, og må anses som veiledende.

### Sprekker i Drammensgranitt

Fig. 9 viser sprekkeretninger i Drammensgranitten. Diagrammet over bakkemålte sprekker ved brønnpunktene (høyre side) viser relativt få likhetspunkter med diagrammet over flyfototolkete sprekker (venstre side). Retningene N 0° og i noen grad N 40° og N 160° er de eneste sammenfallende.

Dette viser at et mer eller mindre tilfeldig nett av lokale sprekker er utviklet mellom de regionale sprekkene.

Drammensgranitten som er en permisk dypbergart, har etter sin størkning ikke vært utsatt for fjellkjedefoldning slik som grunnfjellsgneisene. Det er å vente at lokale, delvis usystemati-

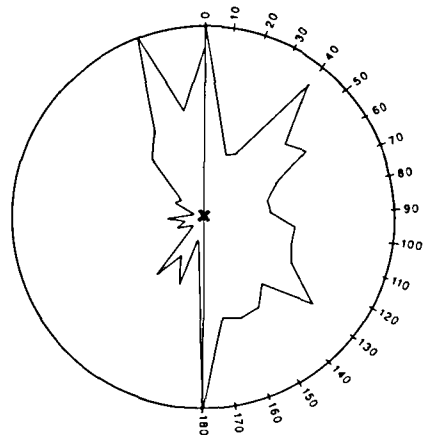


Fig. 9. Sprekkeretninger i Drammensgranitt. Høyre side viser 447 sprekker målt på bakken, venstre side viser 215 sprekker tatt fra flyfotografier.

*Fracture trends in the Drammen biotite granite. The right-hand side shows 447 fractures surveyed in the field. The left-hand side shows 215 fractures taken from aerial photographs.*

ske sprekker ble dannet allerede under granittens størkningsprosess. Se forøvrig Holmsen (1956). Disse sprekkene kan ikke tilpasses krefter som skissert i Fig. 6.

De regionale sprekkene, N 0°, N 40° og N 160° antas dannet ved permiske eller yngre jordskorpebevegelser etter at granitten var konsolidert. De er gjennomgående dypere enn de lokale sprekkene, og kan være utviklet over store avstander. De kan derved drenere store områder, og føre betydelige vannmengder i motsetning til de lokale sprekkene som gjerne har begrenset magasineringsvevne.

Det er for få borebrønner innen Drammensgranitten (87 stk. med kjent dyp og vannføring) til at deres sammenheng med bestemte sprekkere-

retninger lar seg bearbeide statistisk. Det synes imidlertid som borebrønner i områder dominert av - eller ansatt i lokale sprekkesoner som N 60° og N 130° (se Fig. 9), bare har ca. den

halve gjennomsnittlige ytelse pr. boremeter av borebrønner i områder dominert av - eller ansatt i større (regionale) sprekkesoner som N 0°, N 40° og N 160°.

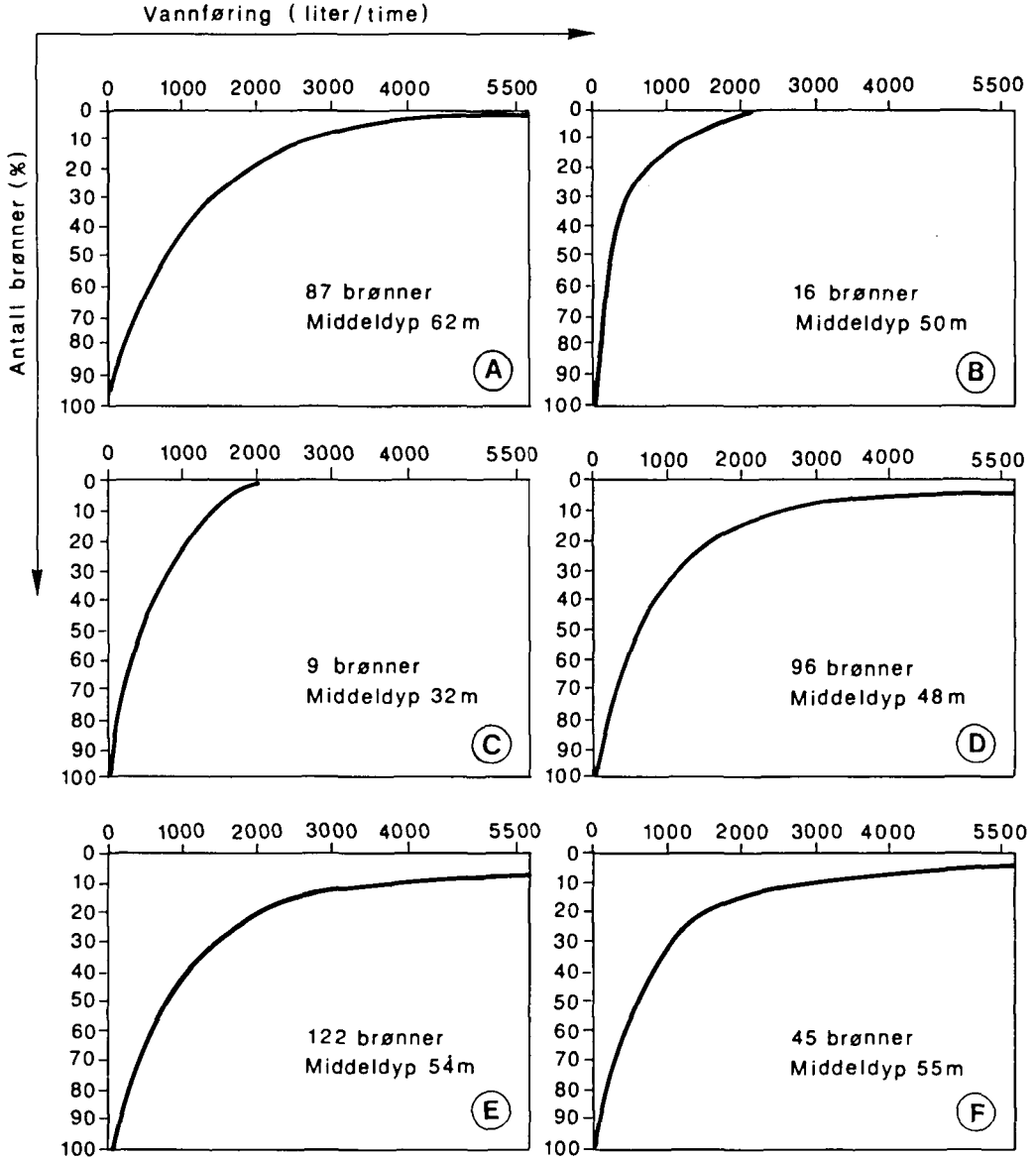


Fig. 10. Brønnboringsresultater (Vannføring plottet mot antall brønner i prosent) for:  
 A Drammensgranitt  
 B Amfibolitt og metagabbro  
 C Forgneiset, finkornet kvarts-feltpatporfyr  
 D Forgneisete intrusivbergarter, overveiende granittiske  
 E Granittiske til kvartsdiorittiske biotittgneiser  
 F Biotitt-muskovitt paragneis

Results of well drilling (yield plotted against the number of wells expressed as a percentage) for: A Biotite granite. B Amphibolite and metagabbro. C Gneissified fine-grained quartzfeldspar porphyry. D Gneissified intrusive rocks, mainly granitic. E Granitic to quartz-dioritic biotite gneisses. F Biotite-muscovite paragneiss.

## Vurdering av bergartenes vanngiverevne

Bortsett fra et lite skiferområde på Ramtonholmen, er samtlige bergarter innen kartområdet kompetente, med evne til å holde sprekker åpne til noen hundre meters dyp.

For de bergartsenheter som har tilstrekkelig med borebrønner til en noenlunde sikker bearbeidelse, er det i Fig. 10 A-F tegnet diagrammer som angir bergartenes vanngiverevne. Vannføring i liter/ time er angitt langs x-aksen, og antall brønner i prosent langs y-aksen. Videre er samlet antall brønner og gjennomsnittlig bore-dyp påført kurvene for de enkelte bergartene.

beste boreresultater er imidlertid oppnådd i de granittiske til kvartsdiorittiske intrusivbergarter (E).

Klart dårligere enn de andre bergartene synes den finkornete kvarts- feltspatporfyren (C) og amfibolittene og gabbroene (B). Spesielt for porfyren er opplysningene basert på svært få brønner, ettersom bergartene opptar små arealer innen kartet.

Fig. 10 gir ikke opplysninger om kapasiteten i relasjon til brønndyp. Derfor er middelvannføring dividert på gjennomsnittsdyp for borebrønner i de forskjellige bergartskategorier oppført nederst i Tabell 2. Derved oppstår et tall som angir gjennomsnittlig vannføring pr.

	D	A	F	IG	GI	BP
Antall brønner	87	16	9	96	122	45
Vannføring, medianverdi (l/t)	745	230	380	580	750	560
Brønner med ytelse over 5 500 l/t (%)	1,5	0	0	3	7	3,5
A. Vannføring, numerisk middel (l/t)	1280	445	645	1160	1515	1160
B. Dyp, numerisk middel (m)	62	50	32	48	54	55
Midlere ytelse pr. boremeter A/B (l/t x m)	20,7	8,9	20,2	24,2	28,1	21,1

D = Drammensgranitt      A = Amfibolitt og metagabbro  
 F = Finkornet kvarts-feltspatporfyr  
 IG = Forgneisete intrusiver, hovedsakelig granittiske  
 GI = Granittiske til kvartsdiorittiske intrusiver  
 BP = Biotitt-muskovitt paragneis

Tabell 2. Brønnboringsresultater i ulike bergarter.  
*Results from wells drilled in different types of rocks.*

I Tabell 2 er listet endel opplysninger om bore-resultater i de forskjellige bergartene. For finkornet kvarts-feltspatporfyr og amfibolitt/metagabbro er kurvene og tallene usikre pga få brønner.

Fig. 10 og Tabell 2 er basert på brønner med relativt pålitelige opplysninger om dyp, vannføring etc. Tallene er allikevel omtrentlige ettersom tilfredsstillende prøvepumping sjelden er foretatt.

Av kurvene og tabellen fremgår at de forgneisete granittiske intrusivbergartene (D) og paragneisen (F) har svært like egenskaper. Det samme gjelder Drammensgranitten (A), bortsett fra at den innen kartbladet sjelden gir de helt store vannmengder. De gjennomgående

boremeter i de forskjellige bergartene. Tallene må, som tidligere nevnt, oppfattes som veiledende, ettersom vanninnslagene i en borebrønn kommer der boringen skjærer vannførende sprekker, og ikke med et visst antall timeliter pr. boret meter. Imidlertid vil en dyp boring vanligvis krysse flere sprekker enn en grunn boring.

Tallene gir derfor tilleggsopplysninger til kurvene i Fig. 10. Blant annet sees den finkornete kvarts-feltspatporfyren å ha tilnærmet samme gjennomsnittsyttelse pr. boremeter som Drammensgranitt, paragneis og de forgneisete granittiske intrusivbergartene, mens den etter Fig. 10 synes å være vesentlig dårligere. Dette skyldes at de få boringene i porfyren utgjør vannforsyninger til enkelthus og hytter. Boringene har

gitt tilstrekkelig vann på små dyp, og er derfor ikke ført videre.

### Konklusjoner

Drammensgranitten og de fleste prekambriske bergartene har svært lik vanngiverevne. Imidlertid synes de granittiske-kvartsdiorittiske gneisene å være noe bedre enn de andre, mens amfibolittene og gabbroene er vesentlig dårligere.

Røykengranitten nord på kartet har for få borer til å kunne vurderes. Den antas imidlertid å ha ytelser omtrent som - eller litt dårligere enn Drammensgranitten, porfyren, og de granittiske forgneisete intrusivbergartene.

Ved å kombinere hva som er sagt om sprekke i grunnfjellet og bergartenes egenskaper, kan de kapasitetsmessig gunstigste områder for dypbrønnsboring i grunnfjellet utvelges. Best er tensjonssprekkeretningene N 30° og N 120°. Den permisk aktiverte skjærsprekkeretningen

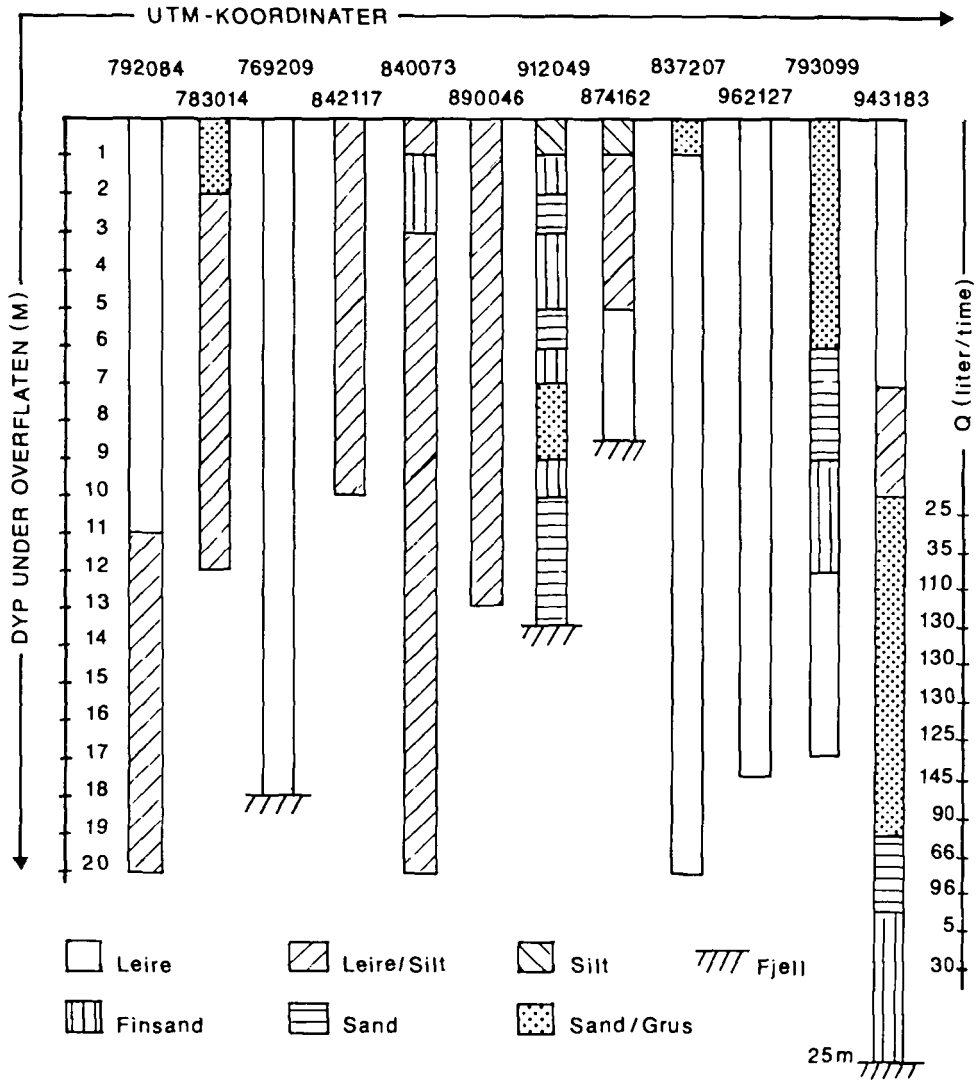


Fig. 11. Sondérprofiler, og lengst til høyre en undersøkelsesboring med kapasitetsangivelser utført av NGU, Seksjon for hydrogeologi innen kartblad 1814 II Drøbak.  
 Probe sections, and to the far right a test drilling carried out by NGU, Section for Hydrogeology, within the area of map-sheet 1814 II Drøbak.

N 0° er også god. Skjærsprekkeretningen N 60° gir mindre vann, mens sprekkeretninger utover de her nevnte vanligvis bare vil gi vann til mindre enheter. De gunstigste områdene er der sprekke gjennomsetter granittisk-kvartsdiorittisk gneis, men også de andre grunnfjells-gneisene er gode vanngivere. Boring mot en lokal sprekk med retning forskjellig fra N 0°, N 30°, N 60° og N 120° i amfibolitt eller metagabbro må derimot ventes å gi et dårlig resultat.

Som nevnt har bergartene innen størstedelen av kartområdet svært like egenskaper hydrogeologisk sett, slik at det i de aller fleste tilfelle er sprekkeretningene som må tillegges størst vekt ved utvelgelse av boreplass. Dette gjelder kartblad Drøbak, mens forholdene vil kunne være anderledes innen andre kartblader.

Det skal også nevnes at boring mot bergartsgrenser i grunnfjellet synes svært gunstig. Imidlertid foreligger det for få slike boringer til en statistisk bearbeidelse.

Også innen kambro-silurbergartene er det få boringer. Det kan imidlertid ventes ytelser opp imot det grunnfjellsgneisene gir, bortsett fra Langøya (775 968) og Ramtonholmen (855 240), hvor det kan ventes vesentlig dårligere ytelser. Sandstenen på Bile, Jeløya og Bevøya (928 982) anses som en dårlig vann giver. Det samme gjelder vulkanpluggene på begge sider av Oslofjorden ved Hvitsten, på holmene ved

Vealøs (876 993) og nordvest på Bevøya. Forøvrig anses de vulkanske bergartene på Jeløya og Bevøya som gode vanngivere. Drammensgranitten er også en god vann giver, og best resultater kan ventes ved boring mot sprekkeretningene N 0°, N 40° og N 160°.

## Løsavsetningenes vann giverevne

Som nevnt har størstedelen av kartområdet sparsomt eller intet morenedekke, mens dal-fyllingene hovedsakelig består av finkornete marine avsetninger (silt-leire). Skitrinnet avsetninger består for en stor del av lagdelt sand og grus. Ved Svelvik (805 095) og Storsand (902 148) er store grustak i drift, mens det syd for Oppegårdstjern (943 183) hovedsakelig består av omvasket morene. Også ved Oppegårdstjern finnes et mindre grustak, og området er utprøvet med tanke på vannforsyning til Drøbak. I Fig. 11 vises de sonderprofiler som ble utført innen kartbladet i forbindelse med den hydrogeologiske kartleggingen. Opplysninger om flere profiler finnes i beskrivelsen til det kvartærgeologiske kartblad Drøbak (Sørensen 1984). Lengst til høyre i Fig. 11 er angitt en representativ sonder- og undersøkelsesboring syd for Oppegårdstjern. Her ble senere nedsatt og prøvepumpet en 6" rørbrønn, men infiltrasjonen fra tjernet var for liten (ca. 200 liter/min) til å dekke vannbehovet. Grunnvannsundersøkelsene ved Oppegårdstjern var et samarbeids-

Nr.	UTM-koordinat.	Kildeutslag fra:	Temp. (°C)	Anslått kap. (l/t)
1	956 244	Fjellsprekk over leire	10 <sup>x</sup>	
2	941 227	Fjellsprekk over leire		
3	932 229	Morene/ur over leire	6,5	
4	932 214	Ablasjonsmorene over leire	6,5	200
5	926 207	Ablasjonsmorene over leire	8 <sup>x</sup>	100
6	924 195	Fjellsprekk i havnivå	7	50
7	915 178	Fjellsprekk 2 m over havnivå	12	200
8	916 174	Fjellsprekk nær havnivå	18 <sup>x</sup>	50
9	934 164	Ur over leirholdig morene	7,5	300
10	892 124	Sandavsetning over leire	6	300
11	785 043	Sand over leire		
12	832 003	Grense hornfels-Drammensgranitt over leirholdig morene	5,5	500
13	831 002		5,7	700
14	853 028	Fjell/ur over leire	12 <sup>x</sup>	
15	960 090	Fjellsprekker over leire	10 <sup>x</sup>	300
16	952 038	Ablasjonsmorene over leire	11 <sup>x</sup>	200
17	937 025	Sandlag over leire	12 <sup>x</sup>	500
18	956 021	Sandig morene over leire	12 <sup>x</sup>	
19	965 020	Sandig morene over leire	11 <sup>x</sup>	
20	964 006	Tynn permisk diabasgang over leire		
21	959 001	Fjellsprekk over leire		200
22	953 983	Sandavsetning over havnivå	7,5	50
23	812 034	Sandig morene over leire		

x

Temperaturen som er målt i samedam er høyere enn reell grunnvannstemperatur

Tabell 3. Befarte kilder på kartblad 1814 II Drøbak. Temperaturen er målt om sommeren.  
Springs surveyed within the map-sheet 1814 II Drøbak. Temperatures were measured in the summer.

prosjekt mellom NGU og NLH, Styringsutvalget for jordforskning. Her ble foretatt en rekke sonder- og undersøkelsesboringer, og for nær-

mere informasjon henvises til Rohr-Torp, 1977 og Ensby 1978. Bortsett fra avsetninger i forbindelse med Ski-

PARAMETER	ENHET	GENERELLE KRAV	SPESIELLE KRAV
<u>Mikrobiologiske</u>			
[ E. coli	pr. 100 ml	0	
[ Koliforme bakterier	pr. 100 ml	0	
<u>Fysikalske</u>			
Fargetall	mg Pt/l	<15	<5 for fullrenset
Turbiditet	FTU	< 1	<0,5 for hurtig sand- filter <0,3 for fullrenset
Temperatur	°C	<10	
Lukt/smak	-	ingen	
<u>Uorganisk kjemiske</u>			
Aluminium	mg Al/l	-	<0,1 for fullrenset
Ammonium	mg N/l	<0,08	<0,4 for kloramindes
[ Arsen	mg As/l	<0,01	
[ Bly	mg Pb/l	<0,05	
[ Bor	mg B/l	<0,3	
[ Fluorid	mg F/l	<1,5	
[ Jern	mg Fe/l	<0,2	<0,1 for fullrenset <0,05 for jernreduk- sjon
[ Kadmium	mg Cd/l	<0,005	
Kalsium	mg Ca/l	<35	
Karbondioksyd	mg CO <sub>2</sub> /l	<5	
Klorid	mg Cl/l	<100	
Kobber	mg Cu/l	<0,05	<1,0 etter 10 timer
[ Krom (VI)	mg Cr/l	<0,05	
[ Kvikksølv	mg Hg/l	<0,0005	
Magnesium	mg Mg/l	<10	
Mangan	mg Mn/l	<0,1	<0,03 for mangan- reduksjon
[ Nitrat	mg N/l	<2,5	
[ Nitritt	mg N/l	<0,05	
Oksygen, oppløst	% metn.	>70	
[ Selen	mg Se/l	<0,01	
[ Sink	mg Zn/l	<0,3	<1,0 etter 10 timer
Sulfat	mg SO <sub>4</sub> /l	<100	
Surhetsgrad	pH	8,0-8,5	
[ Sølv	mg Ag/l	<0,05	
<u>Organisk kjemiske</u>			
[ Cyanid	mg CN/l	<0,01	
Fenoler	mg C <sub>6</sub> H <sub>5</sub> OH/l	<0,001	
Ligniner	mg/l	<2	
Mineraloljer	mg/l	<0,001	
Permanganattall	mg KMnO <sub>4</sub> /l	<15	<10 for fullrenset
Tensider	mg/l	<0,1	
[ Pesticider, totalt	mg/l	<0,01	
[ Organiske fosfater og klorerte hydrokarboner	mg/l	<0,001	

Tabell 4. Kvalitetskrav til drikkevann (Sosialdepartementet 1976). Hygienisk viktige parametre er merket med klamme, avmerkningen i tabellen er gjort etter SIFF's tekstanmerkninger.

*Drinking water quality standards (Sosialdepartementet 1976). Parameters of hygienic importance are linked by the brackets.*

trinnet (Svelvik, Storsand og Oppegårdstjernet) og små deltaavsetninger i Ertsvika (840 998) og Ekrebukta (913 048) syd på Hurumlandet, anses bergartene innen kartområdet som bedre vanngivere enn løsavsetningene.

## Kilder

Der terrengoverflaten skjærer grunnvannspeilet vil grunnvann komme frem i dagen og vi får en kilde (olle, ile, oppkomme etc.). Kilder er karakterisert ved nær årskonstant vannføring og jevn temperatur nær stedets årsmiddel. Kilder forekommer både i fjell og løsavsetninger. For en oversikt over kilders opptreden vises til Skjeseth (1958).

Innen Drøbak-kartet er 21 kilder registrert, mens et langt større antall vannforekomster som ble befart, viste seg ikke å være ekte kilder. Endel opplysninger om kildene er listet i Tabell 3. Kapasitetene er usikre, ettersom de bare er visuelt bedømt i overløpet fra kildene.

Det er utvilsomt et stort antall kilder som ikke er blitt registrert under kartleggingen, spesielt i områdene med steilt relieff i de sentrale deler av Hurumhalvøya og på vestsiden av Drammensfjorden.

## Grunnvannets naturlige kvalitet

Statens institutt for folkehelse (SIFF) har under Helsedepartementet utarbeidet krav til drikkevann (Sosialdepartementet 1976), Tabell 4. Kravene kan inndeles i to hovedgrupper:

- a) Hygieniske kvalitetskrav
- b) Bruksmessig viktige krav

Drikkevannkilder bør derfor analyseres med hensyn på innhold av visse bakterier (bakteriologisk analyse) og en rekke kjemiske stoffer (kjemisk analyse). Hygieniske kvalitetskrav må anses som absolutte, mens det for enkeltvannforsyninger kan lempes noe i å oppfylle bruksmessige krav.

Grunnvannets kvalitet er et resultat av opptak og avgivelse av stoffer fra omgivelsene. Under hele dannelsesprosessen fra utgangssammensetningen på overflaten gjennom umettet sone og ned i grunnvannssonen, vil det foregå endringer i stoffinnhold, men de største forand-

ringer inntreffer i øverste del av umettet sone (markvannssonen).

Et gjennomgående trekk er at grunnvannet er hardere enn overflatevann. I enkelte tilfelle er det så hardt at såpe skummer dårlig, og kalsiumkarbonat kan avsettes som belegg i gryter og varmeelementer.

Grunnvannet innen kartbladet har imidlertid vanligvis god kvalitet, det vil si at innholdet av de forskjellige stoffene ligger innenfor de grenseverdier som settes i kvalitetskravene. Enkelte stoffer kan likevel lokalt finnes i uønskete mengder.

Det foreligger for få vannanalyser til å gi geografiske og geologiske mønstre i grunnvannskvaliteter innen kartbladet.

Ved befaring av borebrønnene ble imidlertid eierne spurt om vannkvaliteten, og i de aller fleste tilfelle ble denne ansett som god eller meget god. Hvor vannkvaliteten ble ansett som mindre god eller dårlig, var foruten vannets hardhet, følgende ankepunkter vanlige: Brunt vann, jernholdig vann, saltholdig vann og blakket vann.

### *Brunt vann*

En årsak til brunt vann kan være at borebrønnen fanger inn vann fra nærliggende myrer.

Mer vanlig er det imidlertid at dagnære sprekker fører overflatevann med utvaskede humusstoff til brønnen i nedbørsperioder. Dårlig tetning mellom fjell og foringsrør kan føre til det samme.

En tredje årsak til brunt vann kan være jern fra fjellgrunnen, noe som merkes på smaken. Se neste avsnitt.

### *Jernholdig vann*

Jern kan finnes lokalt på sprekker. I det innsamlede materialet er det ikke funnet noe som antyder geografisk eller geologisk hvor faren for jern er stor. Det er imidlertid få brønner som har plager med for høyt jerninnhold, og jern er relativt lett å fjerne i et enkelt vannbehandlingsanlegg.



### Saltholdig vann

Borebrønner nær kysten, og i enkelte tilfelle under marine leirer kan gi saltholdig vann. Ved kysten skyldes det oftest sprekker som fører sjøvann til borehullet, noe som bare unntaksvis kan utbedres ved gjenstøping av nedre del av borehullet eller ved redusert forbruk. Under marine leirer kan det saltholdige vannet skyldes tilskudd fra "innestengt", fossilt saltvann fra den gang havet dekket området, eller det kan skyldes utvasking av salt fra den overliggende leiren. I begge tilfelle vil vannkvaliteten svært sjelden bedres, selv ved langvarig pumping. Det finnes ikke enkelt og billig utstyr som kan fjerne salt fra vannet.

### Blakket vann

Vanligvis er vannet etter boring blakket i noen dager på grunn av steinstøv fra boringen. Vedvarende blakket vann skyldes oftest leirpartikler. I uheldigste fall kan et borehull krysse en leirfylt sprekke (leirsleppe). Dersom vannet ikke blir klart ved langvarig pumping, er det lite som kan gjøres for å bedre forholdene uten å gå til omfattende vannbehandling. I de verste tilfellene vil dessuten borebrønnen kunne ødelegges ved oppfylling av sedimenterte leirpartikler fra bunnen.

Det kan også nevnes at grunnvannet, spesielt i og omkring Drammensgranitten, vil kunne ha forholdsvis høyt innhold av fluor. Dette er gunstig for tannhelsen, men i for høye konsentrasjoner kan fluor føre til flekkemalje. For nærmere informasjon henvises til Rognerud 1973.

## Forurensning av grunnvann

Grunnvannsförekomstene er bedre beskyttet mot forurensninger enn overflatevann. Beskyttelsen ligger i løsmassenes evne til å filtrere, binde til seg, bryte ned og utveksle stoff med det vann som passerer gjennom avsetningen. Lang oppholdstid i umettet sone vil dessuten avskjære mikroorganismenes næringstilgang, samtidig som det gir tid og mulighet til å fjerne tilfeldige forurensninger som oljesøl o.l. i løsmasseprofilen før de når ned til grunnvannspeilet.

Følgelig er beskyttelsen spesielt god i områder med tykke, finkornete løsavsetninger i umettet sone, men også vegetasjonsdekke og relativt tynne morenelag gir beskyttelse.

For store deler av kartområdet er løsmassedeckket usammenhengende, eller mangler helt. Forurenset overflatevann vil i slike tilfelle kunne trenge direkte ned til grunnvannet i fjellsprekke uten noen form for rensing i overliggende løsmasser.

Ved fjellboring etter vann er det spesielt i slike områder uhyre viktig å være oppmerksom på at forurensninger i nedbørfeltet kan komme raskt frem til borehullet via sprekke som fører vann til brønnen.

Renseeffekten er minimal langs en sprekkeseone hvor vannet kan renne omtrent like raskt som i et rør.

Den vanligste årsak til forurensning er kloakkutslipp til grunnen fra egen eller naboens boliger.

Innen Drøbak-kartet finnes en rekke uheldige eksempler som skyldes manglende planlegging i bolig- og hytteområder.

Verst er muligens Digerudområdet, kartutsnitt 2, hvor ca. 30 borebrønner er registrert innen et område på ca. 500 x 500 m. De aller fleste borebrønnene forsyner bare en enkel hytte eller ett hus, og avløpsvannet går i grunnen. De fleste har kjemikalieklosett eller lignende, og disse tømmes i nærmeste fjellsprekke. Ettersom løsmassedeckket i området er sparsomt, eller mangler helt, er det ikke å undres på at mange klaget over forurenset vann under brønnregistreringene ved Digerud.

Ved en fornuftig planlegging kunne samtlige hytter i området hatt en god felles grunnvannsforsyning basert på en til to borebrønner utenfor hyttens influensområde, kombinert med et tilstrekkelig dimensjonert høyde/utjevningsseng.

Innen de dyrkede arealene på Drøbak-kartet vil grunnvannet lett kunne forurennes fra jordbruks-gjødsling, noe som ofte kan fastslås ved høyt innhold av nitrogen. Videre er lekkasjer fra olje- og parafintanker vanlige kilder til forurensning. Her skal svært små forurensninger til

for å gi smak. Det hevdes således at ett milligram dieselolje setter smak på tusen liter vann.

## Vannforbruk

Husholdningsforbruket i norske byer og tettsteder er av størrelsesorden 175 liter pr. person pr. døgn (l/p.d.). Det er liten grunn til å anta at husholdningsforbruket på landsbygda er særlig lavere enn i tettstedene.

Det er få målinger utført i Norge som kan legges til grunn for en prognose av det fremtidige husholdningsforbruk. Antar vi samme årlige forbruksstigning som Sverige, ca. 2,5 l/p.d., vil vi i år 2000 ha et husholdningsforbruk på ca. 225 l/p.d.

Erfaringsmessig vil enebolig med egen vannforsyning være dekket med en vannkilde som yter ca. 100 l/t, mens gårdsbruk vanligvis krever 100-500 l/t avhengig av husdyrholdets størrelse.

## Fjellboring og priser

For små vannforsyninger velger vanligvis brønnboreneren ut boreplassen. Det anbefales å benytte sertifiserte brønnboreningsfirmaer tilsluttet Maskinentreprenørenes forbund.

Fjellboringer utføres ofte med 11,5 cm diameter (4 1/4"). Der det er behov for nedsenking av kraftig pumpe for større vannforsyninger, kan boring utføres med større diameter, noe som vanligvis er unødvendig for enkelthus og gårdsbruk.

Oftest beregner borefirmaene en fast pris som inkluderer tilrigging og de første 20 boremeter. For 11,5 cm's boring koster dette gjerne 3000 - 4000 kroner, og deretter beregnes ca. 200 kroner pr. meter. Omkostninger til installasjon av pumpe, hydroforanlegg etc. beløper seg til ca 10 000 kroner, mens utgifter til lang/vanskelig transport, skråboring, større diameter og merverdiavgift kommer i tillegg.

Strømutgifter til drift av pumpe for en fjellboring som forsyner en husholdning vil være ca. 100 kroner pr. år, mens avskrivningstiden på pumpeinstallasjonene kan anslås til 20 år. Altså

blir samlede strøm- og pumpeutgifter ca. 600 kroner pr. år.

## Grunnvann til boligoppvarming

Til slutt skal nevnes at de stadig økende energipriser etterhvert gjør grunnvannets varmeinnhold interessant. Innen Drøbak-kartet er grunnvannets årskonstante temperatur ca. 6-7°C, avhengig av beliggenheten. Ved å pumpe grunnvann mot en varmpumpe, kan dette varmeinnholdet nyttiggjøres til f.eks. boligoppvarming.

Det eksperimenteres for tiden i Sverige med bl.a. kombinert bruk av borebrønner til vannforsyning og boligoppvarming, og resultatene så langt har vist et godt energiutbytte.

## Summary

The map gives a total evaluation of the water yield capacity from the best aquifers, either bedrock or superficial deposits, marked by colours from yellow to bluish-green. It also depicts topography, bedrock geology, constructions and surface hydrology.

As the superficial deposits consist mostly of scattered thin till, or of marine clay in the valleys, the bedrock is generally considered to be the best aquifer except for a few ice-marginal deposits and small deltas.

The crystalline rocks can be considered practically impermeable between fractures, joints and fissures. As major fractures are regarded as the best aquifers (green colour), the map actually depicts the fracture pattern of the bedrock.

The hydrogeological interpretation is based on studies of earlier geological work, stereoscopic interpretation of aerial photos and detailed field work, including investigation of the drilled wells marked on the map.

Almost 99% of the map area is underlain by different Precambrian rocks and Permian biotite granite. As seen from Fig. 10 and Table 2, these rocks show only minor differences in water yield capacities, except for the inferior amphibolites and gabbros.

Fractures in the Precambrian area (Fig. 5) indicate a maximum compressive stress acting at approximately N 30°, giving tensional fractures along N 30° and N 120°, and shear fractures along N 0° and N 60° (Fig. 7). This fracture system is believed to have been reactivated during the formation of the Oslo graben by tensional forces acting perpendicular to the former maximum compressive stress direction. In Table 1 it is shown that drilled wells related to the tensional trends (N 30° and N 120°) as expected yield more water than wells associated with the shear directions (N 0° and N 60°), while wells related to other trends yield far less water. The comparatively good yields along N 0° may be due to strong Permian reactivation along this trend.

Fractures in the Permian biotite granite (Fig. 9) are not easily explained in terms of a stress system. From the observed drilled wells, however, it seems that wells in regional fracture zones along the N 0°, N 40° and N 160° trends on average have approximately twice the yield of wells related to other local fracture trends.

The quality of the groundwater within the area is generally good. Consumers generally regard the water as cool, clear and nice to drink, but often a trifle too hard. In cases where the quality is regarded as unsatisfactory, the most common problems are:

- Hard water, which causes precipitation in kettles, etc.
- Brown water, caused by seepage of humus-rich surface water.
- Iron-rich water, caused by minor iron deposits along fractures.
- Salt water, caused either by intrusion of sea water or seepage from marine superficial deposits above present sea level.
- Cloudy white water, caused by clay minerals along fractures.

Large areas are covered only by a very thin and sporadic till, thus giving little protection against pollution. The most common source of pollution is sewage, generally originating from the well-owner himself or his neighbours, and pollution deriving from agricultural activities.

## Litteratur

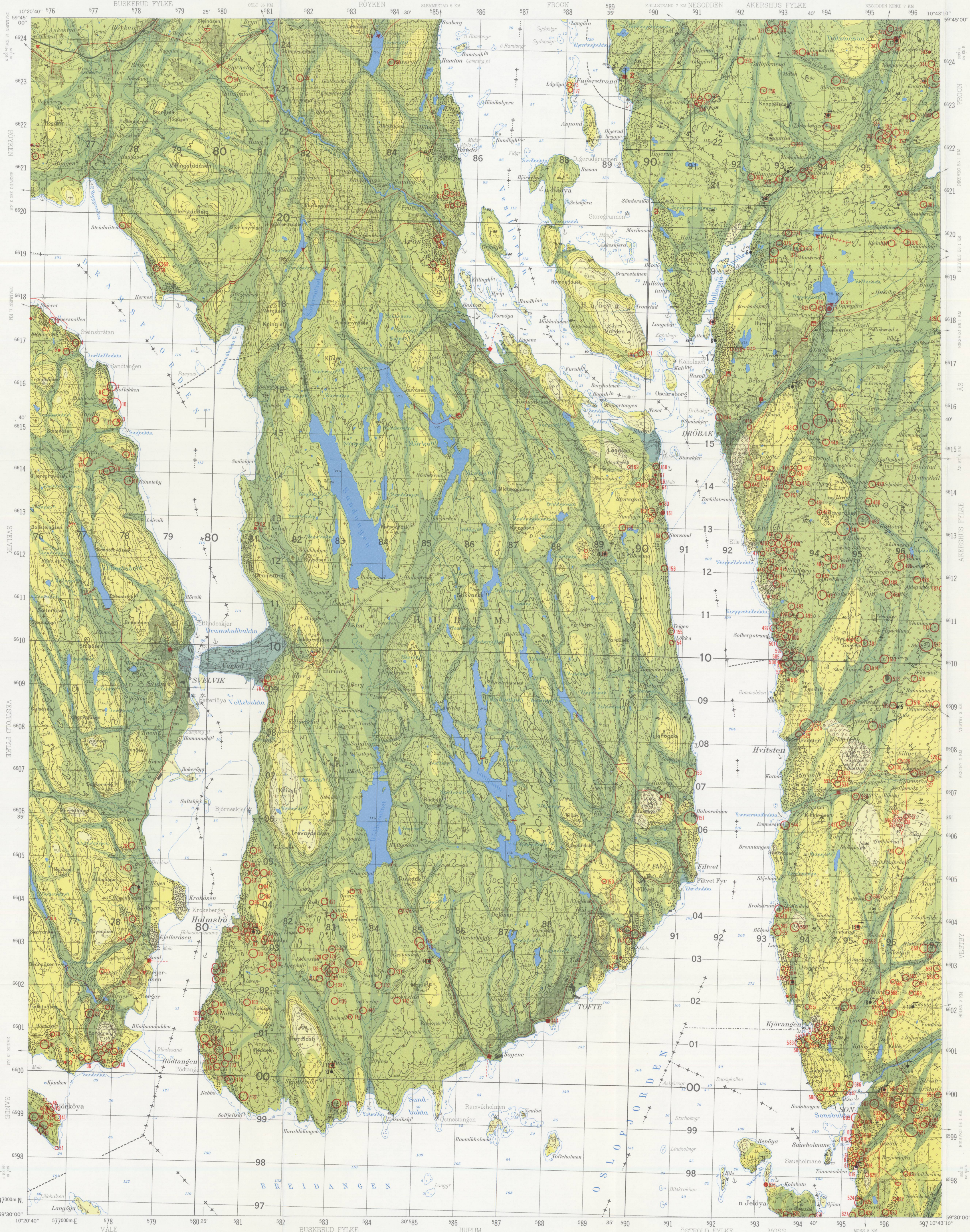
- Bryn, K.Ø. 1961: Grunnvann øst for Oslo-feltet. Meddelelser fra Vannboringsarkivet nr. 10. *Nor. geol. unders.* 213, 5-19.
- Brøgger, W.C. 1909: Rektangelkart 14B, Moss. Geologisk kart 1:100 000. *Nor. geol. unders.*
- Brøgger, W.C. & Schetelig, J. 1925: Rektangelkart 14B, Moss. Geologisk kart 1:100 000. *Nor. geol. unders.*
- Dons, J.A. & Larsen, B.T. (eds.) 1978: The Oslo Palaeorift. A Review and Guide to Excursions. *Nor. geol. unders.* 337, 199 pp.
- Ellingsen, K. 1978: Bergen, beskrivelse til hydrogeologisk kart 1115 I - 1:50 000. *Nor. geol. unders.* 342, 44 pp.
- Ensby, S. 1978: Hydrogeologisk kartlegging ved Oppegårdstjern. Hovedfagsoppgave, Norges landbrukshøgskole, 104 pp.
- Gleditsch, C.C. 1952: Oslofjordens prekambriske områder I. Innledende oversikt. *Nor. geol. unders.* 181, 118 pp.
- Gleditsch, C.C. 1952: Oslofjordens prekambriske områder II. Røyken og Håøy. *Nor. geol. unders.* 182, 91 pp.
- Graversen, O. 1984: Geology and Structural Evolution of the Precambrian Rocks of the Oslofjord-Øyeren area, southeast Norway. *Nor. geol. unders.* 398, 50 pp.
- Hageskov, B. 1972: Drøbak, berggrunnsgeologisk kart 1814 II, 1:50 000. Manuskriptkart. *Nor. geol. unders.*
- Hageskov, B. og Jorde, K. 1980: Drøbak, berggrunnsgeologisk kart 1814 II, 1:50 000. Foreløpig utgave. *Nor. geol. unders.*
- Holmsen, P. 1956: Oppsprekking, topografi og vannføring i massive dybbergarter. Meddelelse fra vannboringsarkivet nr. 4. *Nor. geol. unders.* 195, 37-42.
- Keilhau, B.M. 1850: Gæa Norvegica III. Kristiania.
- Kjerulf, T. 1877: Rektangelkart 14 B, Moss. Geologisk kart 1:100 000. Den geologiske undersøgelse.
- Larsen, B.T., Ramberg, J.B., Schou Jensen, E. 1978: Central Part of the Oslofjord. *Nor. geol. unders.* 337, 104-124.
- Nur, A. 1982: The origin of tensile fracture lineaments. *Journ. of Structural Geol.* vol. 4, 31-40.
- Oxaal, J. 1916: Norsk granit. *Nor. geol. unders.* 76, 131-139.
- Ramberg, I.B. 1976: Gravity Interpretation of the Oslo Graben and Associated Igneous Rocks. *Nor. geol. unders.* 325, 194 pp.
- Ramberg, J.B. & Larsen, B.T. 1978: Tectonomagmatic Evolution. I. Dons, J.A. Larsen, B.T. (eds.): The Oslo Palaeorift. A Review and Guide to Excursions. *Nor. geol. unders.* 337, 55-73.
- Rognerud, E. 1973: Utbredelsen av fluor i drikkevannet, sammenholdt med en kariesepidemiologisk undersøkelse av skoleelver i Hurum. *Munnpleien nr. 5/6*, 98-107.
- Rohr-Torp, E. 1977: Rapport vedrørende undersøkelser for uttak av grunnvann, Oppegårdstjern, Frogn kommune. *Nor. geol. unders. Rapport O- 76343*, 31 p.
- Schou Jensen, E. 1974: Geological map Jeløya, Central Oslofjord. I: Larsen, B.T., Ramberg, J.B., Schou Jensen, E. 1978: Central Part of the Oslofjord. *Nor. geol. unders.* 337, 104-124.
- Skjeseth, S. 1958: Norske kilder. Meddelelser fra Vannboringsarkivet nr. 7. *Nor. geol. unders.* 203, 98-107.
- Sosialdepartementet 1976: Kvalitetskrav til vann. Drikkevann for omsetning - badevann. *Statens trykksaksseksjon.* 49 pp.
- Sørensen, R. 1979: Late Weichselian deglaciation in the Oslofjord area, south Norway. *Boreas.* vol. 8, nr. 2, 241-246.
- Sørensen, R. 1984: Drøbak, kvartærgeologisk kart 1814 II, 1:50 000. Manuskriptkart, Norges landbrukshøgskole.

# DRØBAK

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

1814 II

HYDROGEOLOGISK KART 1:50000



### TEGNFORKLARING Legend

#### \*VANNGIVEREVNE Water yield

	<100 liter/time (1/hour)	BERGRUNN Bedrock
	100 - 400 liter/time (1/hour)	
	400 - 2000 liter/time (1/hour)	
	>2000 liter/time (1/hour)	

PERMEABLE LOSMASSE, VANNGIVEREVNE ANTATT BEDRE ENN UNDERLIGGENDE BERGRUNN  
Permeable superficial deposits. Potential ground water source, probably better than bedrock below

#### MENNESKEVERK Constructions of human origin

NUMMER PÅ OMRÅDE MED STORT ANTALL BOREBRONNER SE KARTRAMMEN  
Number for areas with large number of drilled wells. See map margin

- BOREBRONNER I FJELL MED REGISTRERINGSNUMMER  
Drilled wells in bedrock with registration number
- KAPASITETER Capacities:
  - <100 liter/time (1/hour)
  - 100 - 400 liter/time (1/hour)
  - 400 - 2000 liter/time (1/hour)
  - 2000 - 6000 liter/time (1/hour)
  - >6000 liter/time (1/hour)
- BOREBRONN MED UKJENTE SPESIFIKASJONER  
Drilled well, specifications unknown
- BOREBRONN SOM RENNER OVER  
Drilled well, overflowing
- BOREBRONN SOM GIR SALT VANN  
Drilled well yielding salt water
- BOREBRONN MED REGISTRERINGSNUMMER  
Driven well with registration number
- KILDE BRUKT TIL VANNFORSYNING, MED REGISTRERINGSNUMMER  
Spring used for water supply, with registration number
- LAGRINGSRESERVOAR FOR VANN  
Water reservoir
- STORRE VANNLEDNING  
Larger water pipe
- STORRE AVLOPSLEDNING (MED RENSEANLEGG)  
Larger drainage and/or sewage pipe (with purification plant)
- KANAL  
Canal
- DEMNING MED MAGASINKAPASITET I MILLIONER M<sup>3</sup>  
Dam with reservoir capacity in million m<sup>3</sup>
- RENSEANLEGG FOR VANNFORSYNING  
Purification plant for water supply
- PUMPESTASJON  
Pump station

#### OVERFLATEHYDROLOGI Surface hydrology

- INNSØ, TJERN  
Lake
- ELV, BEKK  
River, stream
- KILDE, MED REGISTRERINGSNUMMER, KILDEHORSINT  
Spring, with registration number, filtration spring

#### GEOLOGISKE TEGN OG SYMBOLER Geological signs and symbols

BERGARTSGRENSE  
Rock boundary

FOLIASJON MED ANGITT FALLVINKEL  
Foliation with dip

#### BERGARTER Bedrock

PERMIK BERGARTER  
Permian rocks

- DRAMMENSGRANITT (BIOTITGRANITT)  
Biotite granite
- "OSLO-ESSEITT" PLUGGER (PYROKSENITT, GABBRO M.M.)  
"Oslo esselite" plugs (pyroxenite, gabbro etc.)
- BASISKE VULKANITTER (B-,SERIEN), LOKALT MED SURE INTRUSIV-BERGARTER  
Basic volcanics (B-,series), locally with acid intrusives

KAMBRO-SILURISKE SEDIMENTBERGARTER  
Cambro-silurian sedimentary rocks

- SANDSTEIN (ETASJE 10), PÅ JEJØYA OG BEVOYA OMLEIERT I PERMIK TID  
Sandstone (stage 10), At Jejuoya and Bevoya reworked in Permian time
- KALK, SKIFER OG KALKSANDSTEIN (ETASJE 2-9), NEER DRAMMENSGRANITTEN SOM HORNFELS  
Limestone, shale and calciferous sandstone (stage 2-9). Near the biotite granite as hornfels.

PREKAMBRISE BERGARTER (GRUNNFJELL)  
Precambrian rocks

- AMFIBOLITT OG METAGABBRO  
Amphibolite and metagabbro
- RØYKENGANITT (BIOTITGRANITT)  
Røyken granite (biotite granite)
- FORGNEISET, FINKORNET KVARTS-FELTSPATPORFYR AV INTRUSIV OPPRINNELSE  
Gneissified, fine grained quartz-feldspar porphyry of intrusive origin
- FORMEIDEDE INTRUSIVBERGARTER, OVERVEIENDE GRANITISKE  
Gneissified intrusive rocks, mainly granitic
- GRANITISKE TIL KVARTSDIORTITISKE BIOTITGNEISER (ØYEGNEISER, MIGMATITTER OG HOMOGENE GNEISER)  
Granitic to quartz-diortitic biotite gneisses (augen gneisses, migmatites and homogeneous gneisses)
- FINKORNET LYS GRANITISK GNEIS  
Fine grained leucocratic granitic gneiss
- BIOTITT-MUSKOVITT PARAGNEIS  
Biotite-muscovite paragneiss

Hydrogeologisk kartlegging: Erik Rohr-Torp.  
Geologi i foretatt gjennomvisning av Erik Rohr-Torp er basert på manusopplagt Drøbak (1:50000), sammenheng og utarbeidet i 1975 av Bjørn Hagenes på grunnlag av eget feltarbeid (1970-75), og med bidrag fra W. C. Bragger & Schøttel (1928), J. F. Boeckle, T. S. Bockstaele, O. Grønsvær, T. Haaland, T. Løken, I. B. Ramberg, E. Schou Jensen og J. Thygesen.  
Menneskeverk utenom borebrønner: De fleste steder i løse berørte kommuner. Kartet er sammensatt ved NGU i 1977 av Erik Rohr-Torp.

\* Kapasitetintervallene må oppfattes som veiledende. Vurderingen er basert på eksisterende borebrønner, de foreslåtte generelle vannføringsevne, mark- og trykkløst, statistiskgeologisk løst og vurdering av jordbæren. The capacity zones are evaluations based on existing drilled wells, the general water yield of the different rock types, field and aerial photo studies, interpretation of the structural geology and evaluations of watersheds.

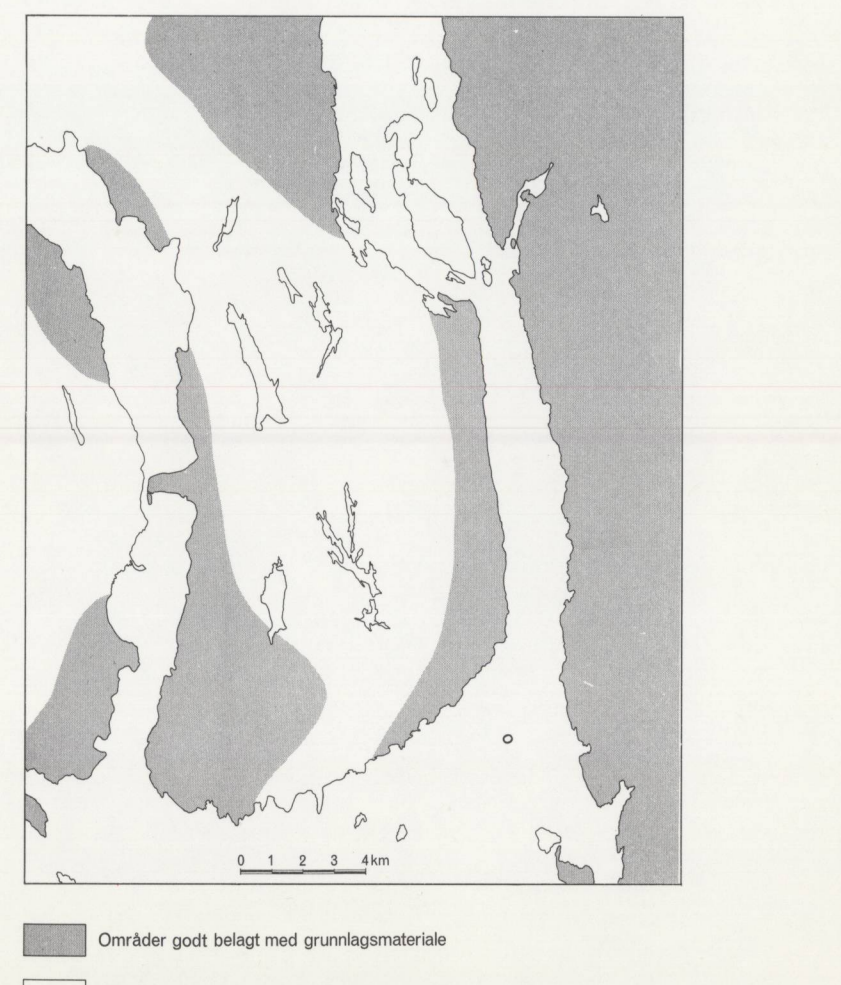
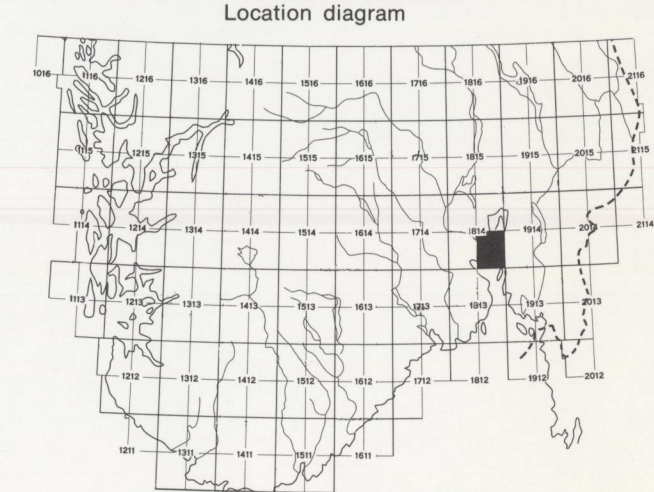
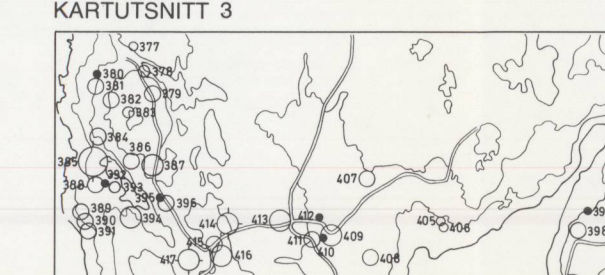
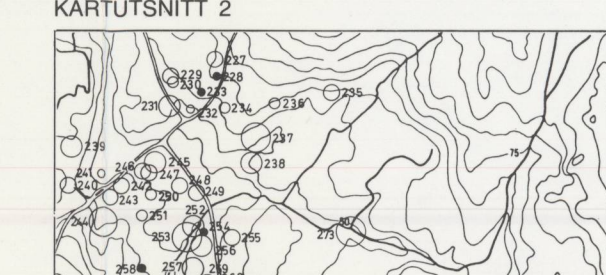
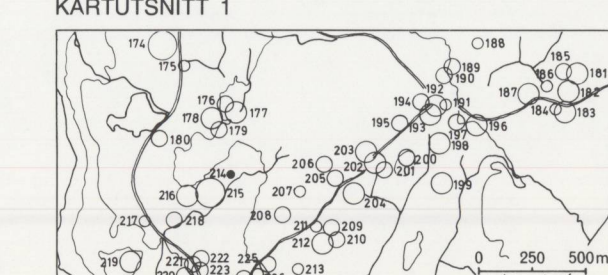
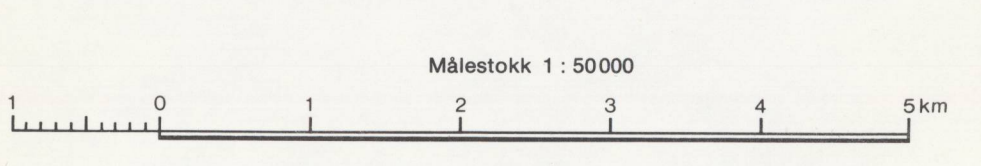
Kartlegging: Norges geografiske oppmålings kart etter tillatelse  
Geologi: Norges geologiske undersøkelse  
Permeabilitet: Nordenskiöld L.A.S., Trondheim - 1979  
Trykk: Universitetsforlaget

Referanse til kartet: ROHR-TORP, E. - 1979  
DRØBAK, hydrogeologisk kart 1814 II - M. 1:50 000  
Norges geologiske undersøkelse

#### BRUK AV UTM RUTENETT FOR REFERANSEPUNKTER

Instruction in using UTM grid for reference points

SONEBLETT GRID ZONE DESIGNATION	KARTUTSNITT	EXEMPEL	TORSTEV	TO GIVE A STANDARD REFERENCE ON THIS SHEET TO RELATED SHEETS
32 V	100 m RUTE 1000 m SQUARE IDENTIFICATION	100 m RUTE Første vertikal og horisontal linje for punkt. Ansett derfra i meter av rute.	NM	Read letters identifying 100,000 meter square in which the point lies
NM	100 m RUTE Første vertikale og horisontale linje for punkt. Ansett derfra i meter av rute.	100 m RUTE Første vertikale og horisontale linje for punkt. Ansett derfra i meter av rute.	83	Locate first VERTICAL grid line to LEFT of point and read LARGE figure labeling the line either in the top or bottom margin, or on the line itself.
NL	100 m RUTE Første vertikale og horisontale linje for punkt. Ansett derfra i meter av rute.	100 m RUTE Første vertikale og horisontale linje for punkt. Ansett derfra i meter av rute.	04	Locate first HORIZONTAL grid line BELOW point and read LARGE figure labeling the line either in the left or right margin, or on the line itself. Estimate tenths from grid line to point.
	100 m RUTE Første vertikale og horisontale linje for punkt. Ansett derfra i meter av rute.	100 m RUTE Første vertikale og horisontale linje for punkt. Ansett derfra i meter av rute.	NM3043	SAMPLE REFERENCE
	100 m RUTE Første vertikale og horisontale linje for punkt. Ansett derfra i meter av rute.	100 m RUTE Første vertikale og horisontale linje for punkt. Ansett derfra i meter av rute.	32NM3043	
	100 m RUTE Første vertikale og horisontale linje for punkt. Ansett derfra i meter av rute.	100 m RUTE Første vertikale og horisontale linje for punkt. Ansett derfra i meter av rute.	697000	IGNORE THE SMALLER figure on any grid number; these are for finding the full coordinate. Use ONLY the LARGER figure of the grid number.



Områder godt belagt med grunnlagsmateriale  
Områder dårlig belagt med grunnlagsmateriale