

## Norske kilder

*Meddelelse fra Vannboringsarkivet nr. 7*

AV

STEINAR SKJESETH

Med 4 tekstfigurer

Kilde, olle, ile, oppkomme er vanlige navn på naturlige vannforekomster der vannet renner ut fra jord eller fjell.

Mange garder og steder har fått sitt navn fra kildene som er godt kjent i distriktene der de forekommer. I tørre perioder eller når vannet er frosset bort i gardsbrønnene, valfarter folk til kildene for å hente vann til seg selv og buskapen. Gode kilder gir vann hele året tilsynelatende upåvirket av ytre faktorer. Dette har gjort kildene til vanlige samtaleemner i bygdene. Hvor kommer vannet fra? Dette spørsmålet har satt fantasien i sving, og gitt grunnlag for mystiske teorier som ikke tar hensyn til geologiske formasjoner og strukturer.

Kildene er oftest enkle å forstå. De viser den nøye sammenheng mellom grunnvannets forekomstmåte og geologien. Studiet av kildene gir en bedre forståelse av grunnvannet. Ved Norges geologiske undersøkelses vannboringsarkiv har en de siste årene, i forbindelse med den hydrogeologiske kartlegging og konsulentvirksomhet, samlet opplysning om grunnvannskilder. Den begrensede arbeidshjelp har ikke gitt anledning til vannmålinger og andre observasjoner som er av stor betydning for dette arbeid.

Nedenfor er viktige typer av kilder beskrevet. For en slik beskrivelse er det ønskelig å foreta en viss klassifisering. Det er vanskelig å gi eksakt klassifisering p.g.a. de mange faktorer som er medvirkende for kildene. En kan legge vannføring, mineralinnhold i vannet (f. eks. saltkilder, radioaktive kilder), vanntemperatur o. l. til grunn for klassi-

fiseringen. En klassifisering som bygger på de geologiske forhold gir den beste forståelse av kilden. Den klassifisering som følger nedenfor bygger i hovedtrekkene på den som er gitt av Tolman i hans bok om grunnvann. (Tolman, C. F., 1937.)

De viktigste faktorer som spiller inn er: nedbørsforhold, temperatur, hydrologisk karakter (særlig permeabiliteten) av materialet nær dagoverflaten, topografien, hydrologisk karakter av vannførende formasjon og geologisk struktur.

Kildene får enten vann fra fritt grunnvann som beveger seg under kontroll av grunnvannspeilets helning, eller fra innestengt grunnvann som kommer opp under hydraulisk trykk. Den første type er iflg. K. Keilback (1935) kalt *Absteigende Quellen* (eng. *Descending springs*), den andre type *Aufsteigende Quellen* (eng. *Ascending springs*).

Her i landet er det naturlig å inndele kildene i to hovedgrupper: A. kilder fra løsavleiringer. B. kilder fra fast fjell. Vannførende løsavleiringer er porøse og permeable. Grunnvannet finnes og beveger seg i porene mellom partikkene. Norske bergarter er lite porøse. Vannet opptrer i sprekker og kanaler.

#### A. Kilder fra løsavleiringer.

Vannføringen er avhengig av materialets porøsitet og permeabilitet. Disse kildene kan igjen deles i tre grupper.

1. Kilder som kommer fra relativt tynne permeable lag som ligger over impermeable lag. Da vannet oftest kommer fram på grensen mellom lagene, kalles kildene også «kontaktkilder».

Vanlige vannførende lag (overliggende) er alluviale avsetninger (sand, grus) ablasjonsmorene, ur, skredmateriale og forvitret fjell. Impermeabel «undergrunn» er leire, leirholdig bunnmorene og fjell.

Størrelsen av kildene avhenger av utstrekning, tykkelse og hydrologisk karakter av vannførende formasjon. Videre er helning og overflateform av den demmende formasjon avgjørende. Den siste er ofte bestemmende for kildenes beliggenhet. Innsnevring av tverrsnittet i vannførende lag eller overgang fra grovkornet til finkornet masse, kan føre til at vannet blir tvunget opp til overflaten p.g.a. reduksjon av gjennomstrømningskapasitet.

Under den marine grense (M.G.), d.v.s. områder som var dekket med hav etter den siste istid, finnes det mange steder sand

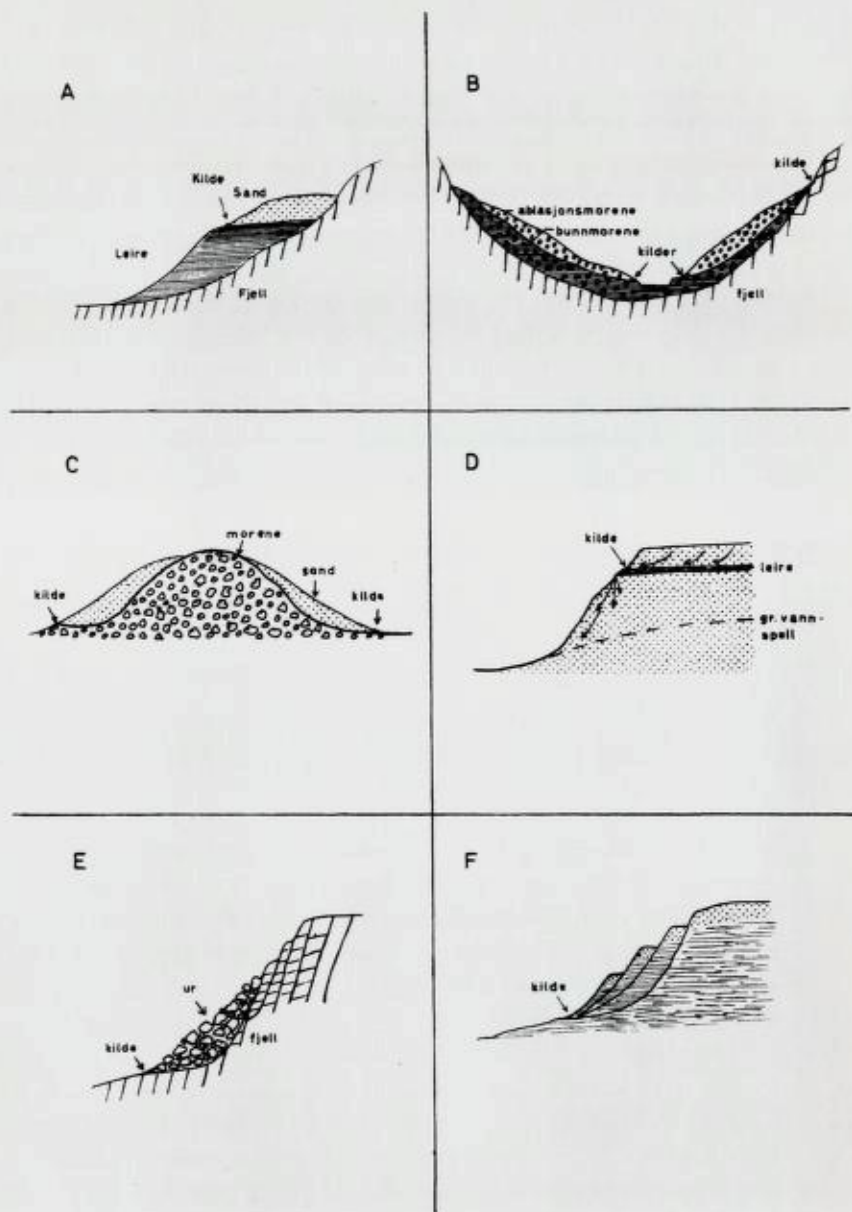


Fig. 1 A. Kilde på grense mellom vannførende sandlag og leire.  
*Spring from pervious sand above clay.*

Fig. 1 B. Kilder fra ablasjonsmorene over bunmorene.  
*Springs from top moraine above ground moraine.*

og gruslag over (sedimentær) leire. Elver og bekker har senere skåret seg ned gjennom øvre formasjoner ned i leire. På denne måten får vi kilder nær grensen (fig. 1 A). Samme type kilder finner vi i forbindelse med laterale glacifluviale avsetninger og ablasjonsmorenene i våre dalfører. Disse avsetningene er som regel vannbehandlet og permeable og ligger på en usortert, lite permeabel bunnmorene. Kilder av denne type suppleres ofte med vann fra fjell (fig. 1 B). I forbindelse med moreneryggene som ble lagt opp under siste istid er det en rekke kilder. Innenfor og utenfor moreneryggene er det ofte sortert sand og grus (fig. 1 C). Vannet følger sandlagene langs moreneryggen og munner ut i kilder i erosjonshakk i moreneryggene.

Slike kilder finnes langs Raet, moreneryggen som strekker seg fra Sarpsborg—Moss, langs den sørlandske hovedveg og ut i havet ved Jomfruland. Ås—Ski-morenen med overliggende sand-grus betinger flere kilder, bl. a. der jernbanen skjærer gjennom morenen nord for Ås st.

Ved Mære i Trøndelag er det relativt store kilder utenfor den store moreneryggen Mære—Sparbu ovenfor bebyggelsen. Mære Landbruksskole, Mære stasjonsområde m. fl., samt Sparbu får vann fra slike kilder. Vannet kommer her fra erosjonshakk på tvers av moreneryggen. Mange steder i landet finner vi spor etter gamle elveløp som ikke fører vann i dag. Noen av disse elveløpene er fylte med sand og grus og samler store mengder grunnvann. En stor kilde finnes ved Heimdal i Sør-Trøndelag, der vannet strømmer ut fra en sandavsetning i en forsenkning (dal) i leirbankene. De nevnte vannløp skyldes oftest smeltevann fra den tida da isen i Norge smeltet bort etter den siste istida.

Kilder som kommer ut fra underkant av ur-dannelser, fører

Fig. 1 C. Kilder fra sandlag på sidene av morenerygg.

*Springs from sand (outwash) on the sides of terminal moraine.*

Fig. 1 D. Kilde betinget av demmende leirlag i sandavsetning. «Hengende» grunnvann over grunnvannspeilet.

*Perched spring above impervious clay.*

Fig. 1 E. Kilde ved foten av ur suppleres oftest med grunnvann fra fjell.

*Talus spring supplied by water from the rock.*

Fig. 1 F. Kilde betinget av jordskred.

*Spring in connection with land slide.*

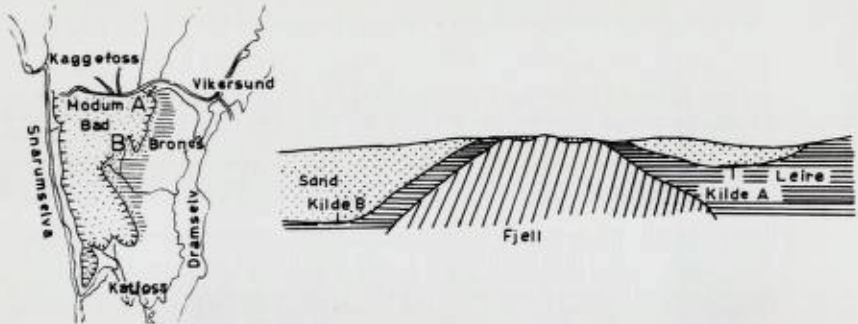


Fig. 2. Kartskisse og vertikalsnitt (til høyre) som forklarer beliggenhet og vannføring i kildene A og B fra sandlag over leire ved Modum bad, Vikersund.

*Sketch map and section (to the right) explaining situation and capacity of the springs A and B from sand, filling erosional-topography in clay at Modum, Vikersund.*

gjernvann som skriver seg fra fjell. Vann fra fjellet forsvinner i ura og kommer først fram ved foten av denne (fig. 1 E).

Mindre kilder opptrer i underkant av leirskred (eks. området Eidsvoll—Dal) (fig. 1 F). I områder der en har dypforvitring av fjellet dannes kilder på grensen mot uforvitret fjell. Kildenes beliggenhet er oftest ved sprekkesystem der forvitringen når dypest.

Gode eksempler på kilder av denne gruppe har en ved sandmorene på høyden mellom Vikersund og Modum bad. Området ligger under den marine grense, slik at havet gikk inn her som en fjord etter siste istid. Dalene ble da fylt med leire opp til et plan i høyde med sandavsetningene. Snarumselva har senere gravet furer på tvers av leirflaten. Furene og ujamnhetene ble i neste fase fylt med grus og sand som bredte seg ut fra Snarumselva. Snarumselva har senere funnet nytt leie etter en sprekkesone i fjellet. Drammselva har skåret seg dypt ned i løsavleiringene, som nå ligger igjen som en hylle på vestsiden av hoved-dalen.

For bedømmelse og forståelse av kildene her er det viktig å forsøke å sette seg inn i løsavleiringenes geologiske historie. Beliggenheten av kildene er bestemt av overflaten av den vann-tette undergrunnen. Vannføringen er tydelig avhengig av tykkelse, utstrekning og sammengheng i sand og gruslagene.

Flere kilder ved A, (de «rike kilder») kommer fra sandlag som fyller en relativt liten forsinking i leira. Kildene får vann

bare fra dette nedslagsfeltet og har derfor svært begrenset kapasitet.

Kilde B får vann som kommer fram fra sandlag i en dyp erosjonsfure som drenerer mye av sandslettene. Ved boringer er det konstatert en steil demmende leire- og fjellvegg mellom disse kildene. Lengre mot syd har sandlagene større mektighet og vannføringen fra en kilde der er langt større.

## 2. *Kilder fra tykke permeable formasjoner.*

Den vannførende formasjon er så tykk at undergrunnen ikke influerer på grunnvannets bevegelse. Kildene opptrer ved eller under skjæringslinje mellom terrengoverflaten og grunnvannspeilet. Disse kildene er derfor ofte kalt grunnvannspeilkilder. Størrelsen av kildene er avhengig av permeabilitet og utstrekning av løsavleiringene. Kildene finnes vanlig ved forsenkninger, elver, bekker, dødisgroper m. m. som når ned under grunnvannspeilet.

I Norge finnes slike kilder helst i dalfører under den marine grense, der det flere steder er store sandavsetninger.

I de fleste tilfelle har dalføret vært fylt med sand og grus. Elvene har gravet seg ned under grunnvannspeilet, slik at de får tilført grunnvann fra sidene. Fig. 3 A viser snitt gjennom et slikt dalføre. I tillegg til infiltrasjon fra nedbør tilføres grunnvannet vann fra bekker som kommer ned på sandslettene fra dalsidene. Over grunnvannspeilet vil det hele veien skje en infiltrasjon fra bunnen av bekken. Der en har raviner i sandterrasser, vil grunnvannet komme fram.

Et eksempel fra Kløftefoss viser dette. Stasjonsområdet der ligger på en flat grusterrasse. Her og litt søndenfor er det dype raviner som munner ut i dalen vestenfor. Der ravinene skjærer grunnvannspeilet, strømmer grunnvannet fram. Vannføringen tiltar ned gjennom ravinene (fig. 3 B).

En egen type kilder finnes nær overgang fra en kornstørrelse til en mindre. Slike forhold har vi i delta-avsetninger, israndterrasser og lateral-avsetninger. Vannet kommer fram der terrengflaten og grunnvannspeilet har samme helning. Dette punkt faller oftest sammen med overgang til finere masse, da den fine massen trenger større helning på grunnvannspeilet for å transportere vannet.

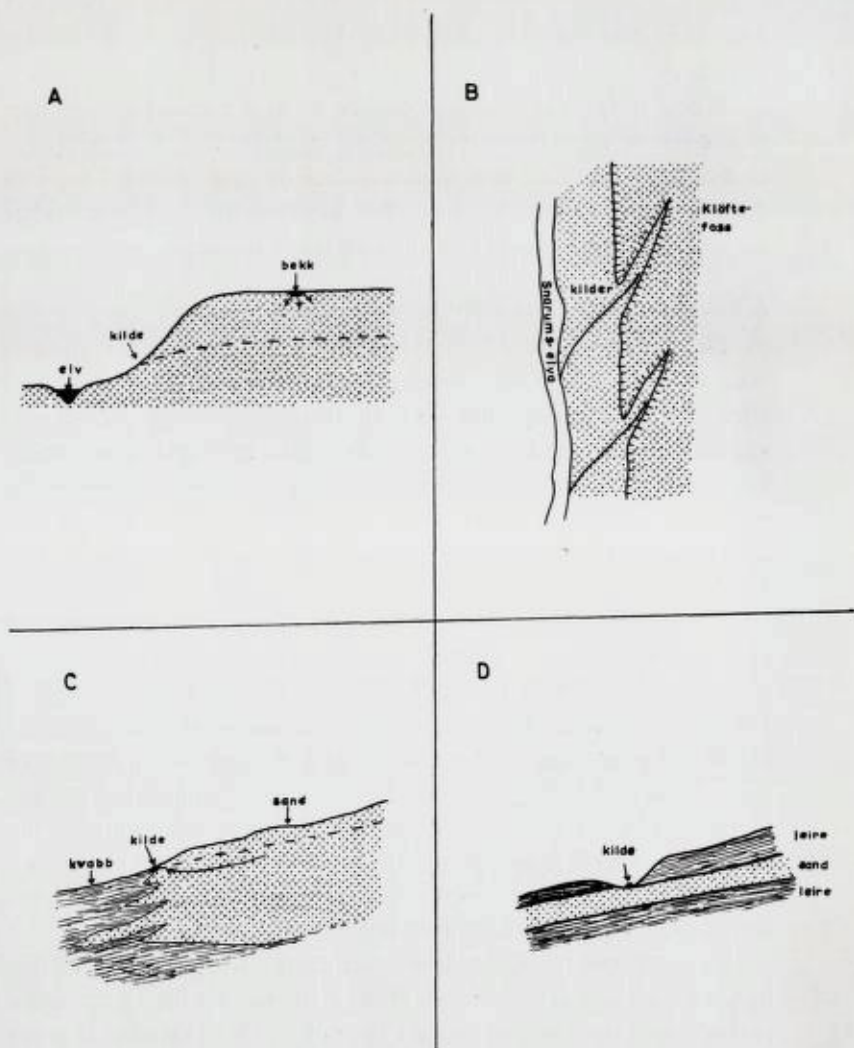


Fig. 3 A. I mektige sand- og grusavsetninger har en kilder der terrengoverflaten skjærer grunnvannspeilet og lavere.

*Water-table springs from alluvial gravel-sand deposits.*

Fig. 3 B. Kartskisse som viser kildeutspring i raviner ved Kløttefoss.  
*Sketch map showing springs in ravines, eroded in sand-deposits at Kløttefoss.*

Fig. 3 C. Kilde betinget av overgang fra sand til kvabb i deltaavsetning.  
*Alluvial cone spring.*

Fig. 3 D. Artesisk kilde fra sandlag mellom demmende leirlag.  
*Artesian spring.*

### 3. *Veksling av permeable og impermeable lag.*

Vannet følger grense mellom vannførende og impermeable lag. Kildene kunne derfor kalles kontakt-kilder. Størrelse av kildene er avhengig av tykkelse, utstrekning og karakter av permeable lag. Demmende lag er leire og finsand (kvabb).

Vannet står av og til under trykk. Der vi har naturlige hull ned til vannførende lag, vil en kunne få artesiske kilder (fig. 3 D).

### B. *Kilder fra fjell.*

Vannet i norske bergarter finnes nesten bare i sprekker. Vannføringen i kildene avhenger av størrelse, forbindelse og utstrekning av de vannførende sprekke, som forgrener seg som dreneringsystem i fjellet. Topografiske forhold og karakter av løsavleiringene som dekker fjellet er i første rekke bestemmende for kildenes beliggenhet.

Oppsprekningsgrad og karakter av sprekke er avhengig av de geologiske prosesser bergartene har gått gjennom. Sprekkene er oftest oppstått ved jordskorpebevegelser (foldning, overskyvning og forkastninger). Enkelte bergarter er bløte og har ikke evne til å holde sprekke åpne. De er nærmest impermeable.

Vi finner de samme grupper og typer av «fjell-kilder» som de som er beskrevet ovenfor fra løsavleiringene. Kildene opptrer oftest på grensen mellom oppsprukket fjell og underliggende uoppsprukket formasjon (kontaktkilder). Vannet som siver ned i fjellet fra dagoverflaten samles etter hvert i større «kanaler» og følger demmende formasjon fram i dagen.

Kilder fra de permiske lavabergartene (porfyr og basalt) i Oslofeltet er gode eksempler (fig. 4 A). En flattliggende rød skifer serie under lavabergartene demmer opp vannet som kommer fra lavabergartene. Ved denne kontakten er det en rekke store kilder som har vært nyttet til vannforsyning. På østsiden av Kolsås i Bærum ligger en slik kilde som har forsynt gardene nedenfor med «trykkvann». Ved Holmestrand og opp Lierdalen er det liknende vannkilder.

De nevnte bergartene er kjent som de beste m.h.t. vannføring. Dette henger sammen med en sterk oppsprekking og porøsitet i enkelte lag. Noen steder finnes demmende lag høyere oppe i lavaserien, men den undre grense er sterkest vannførende. En boring



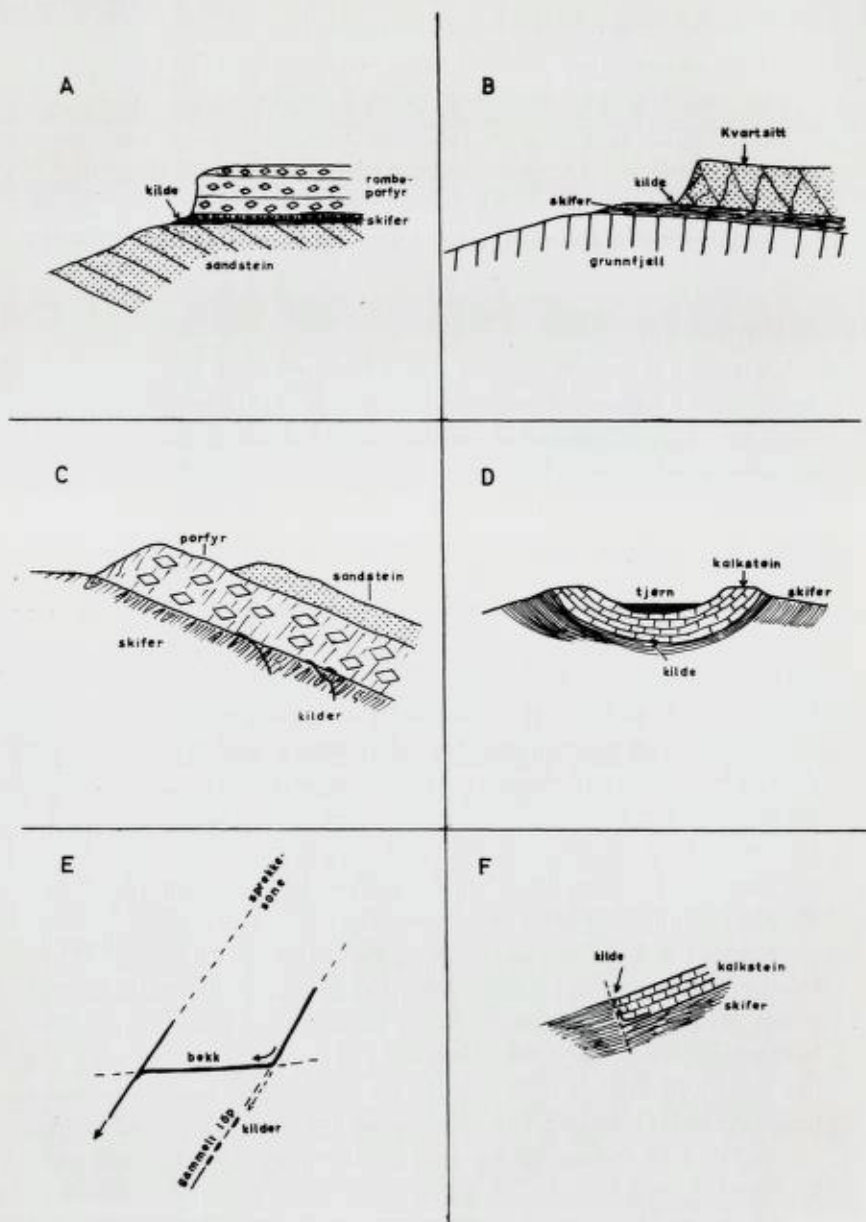


Fig. 4. A. Kilde på grense mellom oppsprukne, permeable, lavabergarter (rombeporfy) og underliggende demmende skiferlag.

*Spring from pervious and fractured Permian lavas above impervious shale. (Oslo Region.)*

på en høyde i Bærum ga ubetydelig vann før de nådde ned til den røde skiferen på ca. 150 m dyp. Her fikk de 4 500 l/time.

En parallell til kildene fra lavabergartene finner vi langs syd-grensen for sparagmittbergartene i de sentrale deler av Syd-Norge, hvor den såkalte kvarts-sandsteinen er skjøvet mot syd-øst over grunnfjell. Mellom grunnfjellet og kvarts-sandsteinen ligger et lag med kambrisk skifer som demmer opp vannet som siver ned gjennom kvarts-sandsteinen. Vannet følger skiferen fram i dagen. Den sprø kvarts-sandsteinen er sterkt oppsprukket og vannførende p.g.a. overskyvningen (fig. 4 B).

I kambro-silur-lagrekken er det en vekslning av skifer, kalk og sandstein. De to siste er oftest vannførende, og kilder opptrer nær grensen mellom dem og skiferlag. I kalksteinen er sprekkene til dels utvidet til kanaler og hulrom, som kan føre underjordiske bekker og elver. (Skjeseth 1956.) Kildenes beliggenhet er oftest bestemt av formasjonenes lagstilling. Den gunstige struktur for dannelse av kilder er synklinalene. Vannet samles i bunnen av synklinalen og følger denne fram i dagen (fig. 4 D).

En annen type kilder kommer fra vertikale sprekker og forkastningssoner som oftest betinger forsenkninger i terrenget. Kildene finnes der sprekkesoner munner ut i dalføre.

Mange elver og bekker følger slike soner. Fig. 4 E viser beliggenhet av kilder i et gammelt bekkeløp. Bekken har gravet nytt leie etter en annen sprekkeretning. Sprekkene som betinget det

Fig. 4 B. Kilde fra oppsprukket kvartsitt over tett kambrisk skifer.

*Spring from fractured Quartzite thrust above soft Cambrian shale. Randsfjord.*

Fig. 4 C. Kilder på grense mellom skrått-stillet rombeporfyr og silurisk skifer. Tømmerli, Brumunddal.

*Springs at the contact between tilted rhombporphyries and Silurian shales in Brumunddal.*

Fig. 4 D. Kilde betinget av synklinal i kalkstein. Vannet følger grense mellom kalk og skifer. V. Toten.

*Synclinal spring from Ordovician limestone above shale. W. Toten, Mjøsa District.*

Fig. 4 E. Kartskisse som viser beliggenhet av kilder i gammelt, forlatt elveløp betinget av sprekkesoner i fjell.

*Sketch map showing situation of springs in old, abandoned stream channel, determined by fractures in rock.*

Fig. 4 F. Snitt som viser kilde betinget av forkastning i skiferkalkformasjoner. Vannet fra kalksteinen følger forkastningsplanet.

*Section showing spring from limestone brought against shale by faulting.*

gamle bekkeløpet fører fortsatt grunnvann. Kildene ligger vanlig ved de laveste punkt i fjell- eller dalsidene der de vannførende sprekkene munner ut. Innsnevring av sprekkesystem kan føre til at kildene munner ut høyere i terrenget.

Impermeable løsavleiringer som leire og bunnmorene kan hindre vannet fra å komme ut fra fjellet i lavt nivå. På slike steder ligger kilder i overkant av løsavleiringene (fig. 1 B). I Mjøstraktene og nedre Gudbrandsdal er fjellet mange steder dekket med leirholdig bunnmorene til et stykke opp i dalsiden der vannet strømmer ut. Nær fjellknauser som stikker gjennom bunnmorenen i lavere nivå er det gjerne kilder.

#### *Utnyttelse av kildene.*

Mange får sitt vann fra grunnvannkilder. Ennå ligger mange tilgjengelige kilder unyttet i landet. Dette henger sammen med at ledningsopplegg ofte faller dyrt. Dessuten tviler mange på om vannføringen i kildene er stor nok og årsikker. Før en går til utbygging av et slikt anlegg, bør en i tvils-tilfelle foreta målinger av vannføringen over et lengre tidsrom. For å få det riktigst mulige bilde bør vannføringen sammenstilles med nedbør- og temperaturmålinger. Kilder som påvirkes hurtig av nedbør er ofte lite å stole på. Hvis vannet i kilden fryser bort, kan en gå ut fra at grunnvannet kommer nær dagoverflaten ovenfor kilden og fryser. Dette kan føre til at kanalene stoppes igjen og at vannet finner andre veier. Grunnvann fra større dyp fryser sjelden og holder en nesten konstant temperatur gjennom hele året. Planteresamfundet nær vannforekomsten kan også gi verdifulle opplysninger. I alle fall bør en prøve å danne seg en mening om hvor vannet kommer fra, og bedømme kilden ut fra de geologiske forhold.

Studiet av grunnvannskildene kan være til god hjelp ved kartlegging av løse avleiringer og fjell. Ved måling av vannføring i kilder kan en ofte slutte seg til utstrekning, mektighet og karakter av sand og grusforekomster. Leirlag i forekomstene kan lokaliseres ut fra kildenes beliggenhet.

Kilder fra fjell gir verdifulle opplysninger om fjellets oppsprekkningsgrad og forløp av sprekkesoner. Dette er viktig ved planlegging av rom i fjell og tunneler for jernbane- og kraftanlegg.

## Summary

### *Norwegian springs.*

Norwegian springs may be divided in two main groups:

- A. Springs from Quaternary deposits.
- B. Springs from rock.

Common types of springs from Quaternary deposits are shown in figs 1—3. In areas covered by sea, during and after the Quaternary ice age, gravel and sand deposits are the most important water bearing formations. Above this sea level, glacial deposits are aquifers. Springs from top moraine are often supplied by water from rock springs situated along the upper edge of the less permeable ground moraine. In many valleys this moraine is a regulating factor for the ground water in rock, and often causes a high water level in the rock fractures. Alluvial cone springs are common in connection with glacial deposits.

Norwegian rocks are with a few exceptions impervious and the ground water occurs in fractures. In fig. 4 types of rock springs are shown schematically.

Springs occur at the boundary between the permeable and fractured Permian lavas, mainly rhombporphyries, and underlying shales in the Oslo Region. Similar springs are common near the contact between thrust Eocambrian sandstones and underlying Cambrian shales in the central part of Southern Norway. In districts with Cambro-Silurian formations, the location of springs is clearly determined by the stratigraphy and the tectonics.

Springs occur often along abandoned stream channels following fractures and joints.

## Litteratur

- Keilhack, K.*, 1935. Grundwasser und Quellenkunde. 3d. ed., Gebrüder Borntraeger, Berlin, 1935.
- Skjeseth, S.*, 1956. Geologi og vannboring. Meddelelser fra vannboringsarkivet. N. G. U. nr. 195, 15—36.
- Tolman, C. F.*, 1937. Ground Water. Mc. Graw-Hill Book Company Inc. New York and London, 1937.