

Grunnvannsmuligheter i Norge

GIN-VEILEDER nr.: **8**



Norges geologiske undersøkelse
Miljøverndepartementet



NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

Leiv Eirikssons vei 39, Trondheim.

Postadresse:
Boks 3006, Lade
N-7002 Trondheim
Telefon (07) 90 40 11

Adm.dir.: dr.philos. *Knut S. Heier*

Publikasjoner

NGU utgir publikasjonsseriene Skrifter, Bulletin og Special Publications. De to siste er i hovedsak engelskspråklige, og omfatter vitenskapelige arbeider innenfor norsk geologi. Skrifter er en norskspråklig serie, som først og fremst har tatt opp beskrivelser til berggrunnskart og kvartærgeologiske kart. Videre inneholder serien artikler om teknisk/økonomisk geologi, og generell geologi, geokjemi og geofysikk som grunnlag for arealplanlegging og -forvaltning.

Skrifter skal ha som intensjon å presentere geofaglig stoff på en slik måte at det forstås av ikke-geofaglige målgrupper.

- REDAKTØR: Siv.ing. *Helge Hugdahl*, Norges geologiske undersøkelse
- UTGIVER: Norges geologiske undersøkelse
- MANUSKRIPTER: Retningslinjer for forberedelse av manuskripter til Skrifter fås ved henvendelse til redaktøren.

SKRIFTER 107: GiN-VEILEDER NR. 8

GiN-veilederne er utarbeidet av Norges geologiske undersøkelse i samarbeid med Miljøverndepartementet.

Veileder nr. 8 redegjør for de erfaringer vi hittil har med forekomst av utnyttbart grunnvann i Norge, regionalt beskrevet.

Veilederen henvender seg primært til sentral forvaltning, undervisningsinstitusjoner og almenheten. Teknisk etat, helseetater og planleggere i kommunene og fylkenes miljøavdelinger samt konsulenter og vannverkseiere vil også kunne ha utbytte av veilederen.

Forfatterne har fått viktige kommentarer og innspill særlig fra GiNs programgruppe og enkelte fylkesansvarlige geologer i GiN.

Veilederen er tilrettelagt av *Knut Ellingsen* (NGU).

GRUNNVANNS- MULIGHETER I NORGE

utarbeidet av:

Amund Gaut

og

Knut Ellingsen

INNHOLDSFORTEGNELSE

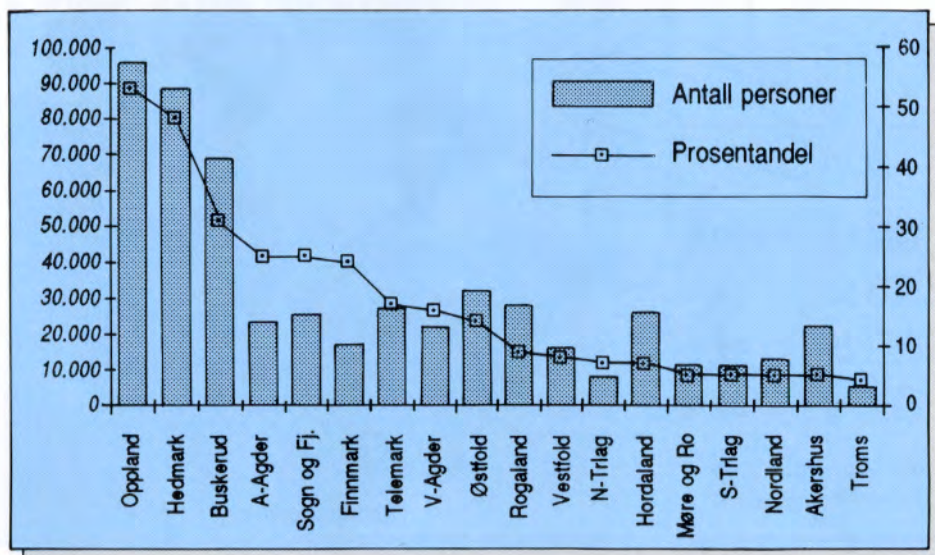
1. INNLEDNING	3
2. GRUNNVANNSFOREKOMSTENES ART	5
Grunnvann i løsmasser	5
Grunnvann i berggrunnen	7
3. REGIONALE ERFARINGER	9
Østlandets lavlandsområder	9
Østlandets dalfører	11
Sørlandet fra Langesund til Boknafjorden	12
Vestlandet til og med Sunnmøre	15
Nordmøre og Trøndelag	16
Nordland og Troms	17
Finnmark	20

1 INNLEDNING

Generelt er det i hele landet gode muligheter for å skaffe grunnvann til enkelthus og små vannforsyninger, selv i områder der det ikke lar seg gjøre å skaffe grunnvann til store vannverk. Fordi det hydrogeologiske arbeidet i Norge har hatt begrenset omfang til nå, er det mye vi fremdeles ikke vet om mulighetene. Vi vet også mer om enkelte regioner enn andre. Ny kunnskap og teknologi kan åpne for økt bruk av akvifertyper (reservoarer) som idag i liten grad brukes.

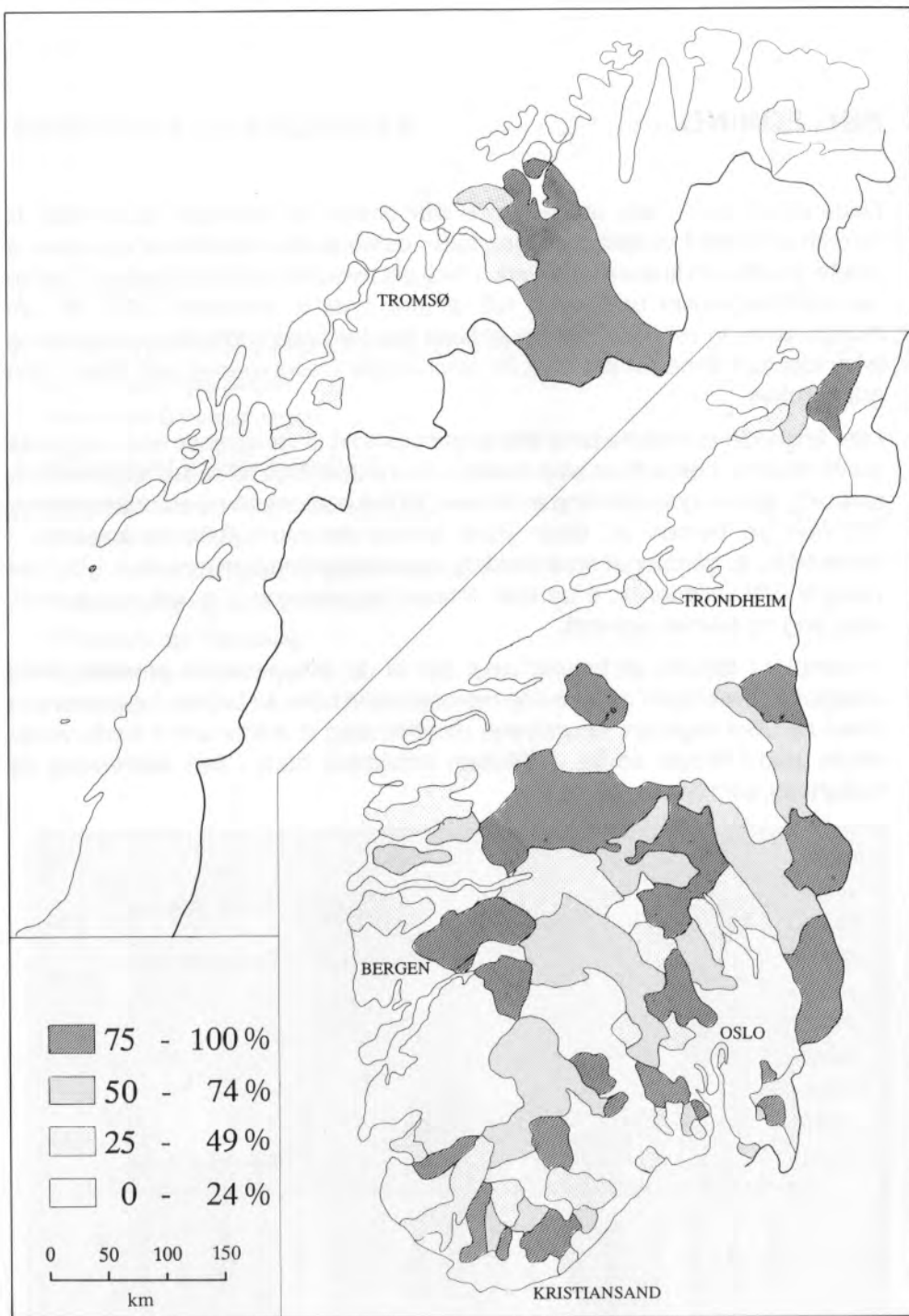
I det følgende er mulighetene ofte angitt i forhold til vannbehov etter følgende grove skjema. I enkelthus som besitter det nødvendige tekniske apparatet for pumping og mengdeutjevning av vannet, vil fire personer med standard forbruk 350 liter pr. person pr. døgn (l/pd) trenge minimum 0,02 l/s kapasitet i vannkilden, to gårdsbruk med middels besetning trenger minimum 0,1 l/s. Det vises til GiN veileder nr. 6 for mer detaljert informasjon bl.a. om vannbehov, utjevning og teknisk apparat.

Eksempler i teksten er forsøkt valgt slik at de er typiske for området. Men utvalget av eksempler gir ikke noe representativt bilde av bruken av grunnvann innen de ulike regioner. Grunnvann utnyttes idag til drikkevann i sterkt varierende grad i Norge, se fig. 1. Bruken reflekterer bare i liten utstrekning de muligheter som finnes, se fig 2.



Figur 1.

Bruk av grunnvann i norske fylker. (Kilde: Ellingsen, K: *Bruk av grunnvann i Norge*. VANN nr. 4, 1991).



Figur 2.
 Bruk av grunnvann i norske kommuner (Kilde: Som fig. 1).

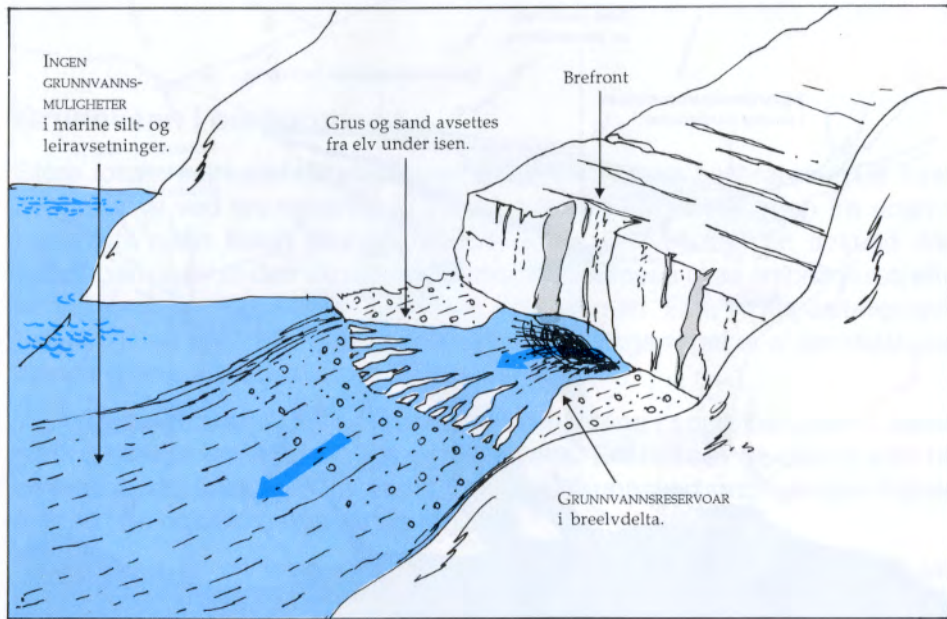
2 GRUNNVANNSFOREKOMSTENES ART

I Norge er berggrunnen overleiret av løsmasser fra tiden under og etter siste istid. Grunnvann finnes i porene i løsmassene og i sprekker i berggrunnen. Porøs berggrunn forekommer bare i noen få tilfelle.

Grunnvann i løsmasser

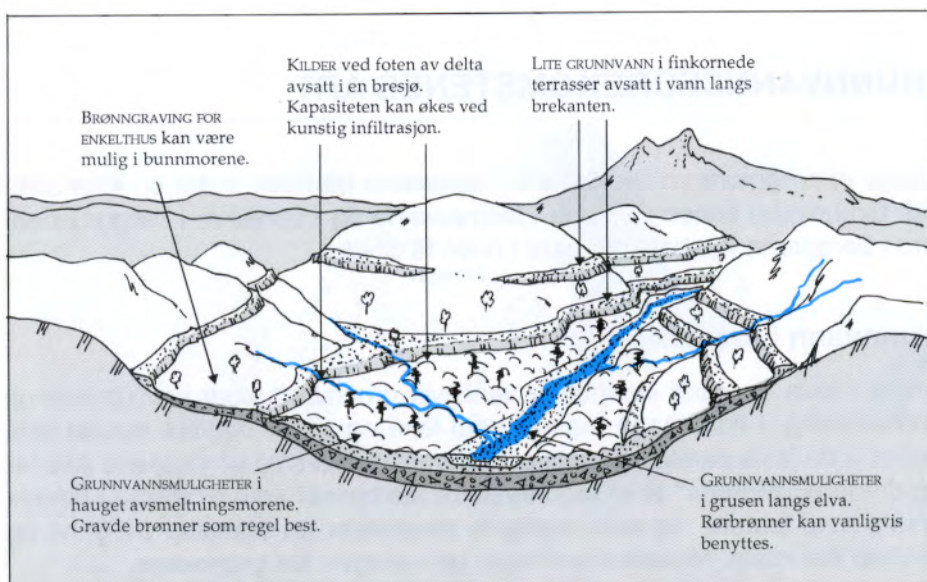
Porene i grus og sand inneholder vanligvis grunnvann som kan utnyttes til vannforsyning. I finkornede masser som leire og silt er derimot vannet dels bundet til de faste partiklene, dels er hulrommene så små at massene ikke lar seg drenere. "Morene" er et faguttrykk for løsmasser som er avsatt i direkte kontakt med isbreer, og som vanligvis inneholder en blanding av grovt og finkornet materiale. Moreneavsetninger gir vanligvis lite grunnvann.

Fordelingen av løsmassene i Norge gjenspeiler avsmeltningshistorien etter siste istid, elvenes senere erosjon og avsetninger, samt effekten av at deler av landoverflaten var senket under havet i den første tiden etter at isen forsvant. Hva dette betyr for forekomsten av grunnvann, er vist på figurene 3-5.

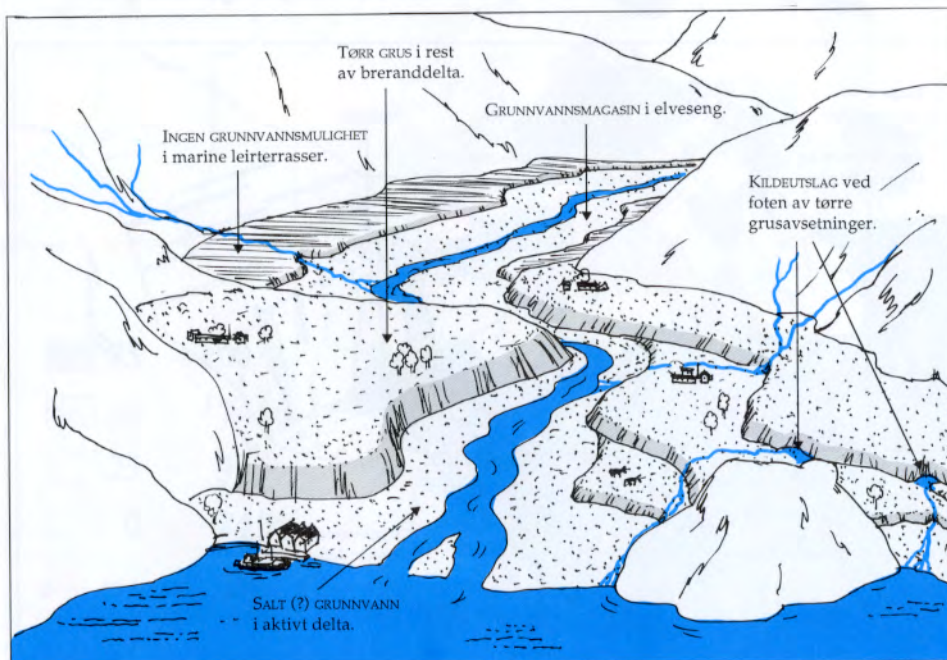


Figur 3.

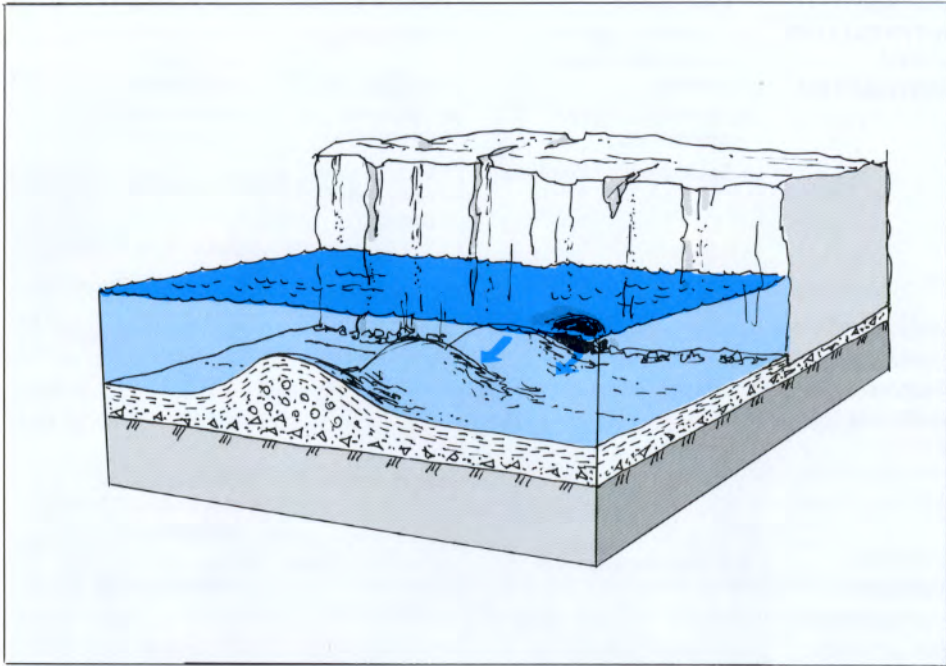
Avsetningene som ble dannet under og foran isbreen i den tidlige avsmeltningsfasen hvor isen nådde ned til havet.



Figur 4.
 Grunnvannsforkomster i en dal, der isen har smeltet helt bort i løpet av en kort periode
 (Gjengitt etter S. Skjeseth, med noen endringer og tillegg).



Figur 5.
 Terrasselandskap dannet ved elveerosjon under marin grense.



Figur 6.

Dannelsen av en rullesteinsås som dekkes av marin leire (forenklet etter E.Granlund).

Grunnvann i berggrunnen

Store lokale kapasitetsforskjeller er typisk for norske fjellbrønner. De fleste bergarter vil ved brønnboring gi vannmengder i størrelsesorden fra noen få hundre til noen tusen liter pr. time, eller ca. 0,1 - 1 liter pr. sekund (l/s). Erfaringen tilsier at den vannmengde som kan pumpes ut av en brønn rett etter boring vanligvis ikke holder seg stabil over lang tid. Ofte vil kapasiteten avta betydelig ved kontinuerlig pumping. En tommelfingerregel er at langtidskapasiteten gjerne er 50% av korttids måleverdi.

Tabell 1 gir en oversikt over grunnvannsforholdene i norsk berggrunn, basert på en sterkt forenklet inndeling av bergartene. For hver av gruppene som her er beskrevet, foreligger imidlertid mye detaljkunnskap om hydrogeologiske forhold i de enkelte bergarter og regioner.

Resultatene av en brønnboring i fjell avhenger dessuten av om man ved boringen treffer f.eks. en god, vannførende sprekkesone, eller et porøst lag i vulkanske bergarter. Dette er ofte minst like viktig som hvilken bergart det bores i.

BERGART	FOREKOMST	EGENSKAPER	VANNGIVEREVNE
KRYSTALLINE, STIVE BERGARTER	<ul style="list-style-type: none"> • De fleste bergartene i grunnfjellsområdene (gneiser) • Størkningsbergarter (granitter etc.) • Sandsteiner og kvartsitter • Mange skyvedekkebergarter i fjellkjeden 	<ul style="list-style-type: none"> • Liten porøsitet • Varierende oppsprekning • Sprekker kan være åpne til stort dyp 	<ul style="list-style-type: none"> • Sterkt varierende, avhengig av oppsprekning • Brønncapacitet: 0-2 l/s, ofte: 0,05-1 l/s
SKIFRE, ENKELTE GLIMMERRIKE GNEISBERGARTER	<ul style="list-style-type: none"> • Sedimentbergarter i og utenfor fjellkjeden 	<ul style="list-style-type: none"> • Mange små sprekker som klemmes lett sammen mot dypet • Myke bergarter 	<ul style="list-style-type: none"> • Som oftest lite vann • Brønncapacitet: mindre enn 0,3 l/s, ofte: 0-0,1 l/s
PORØSE SEDIMENTBERGARTER	<ul style="list-style-type: none"> • Brumundallssandstein 	<ul style="list-style-type: none"> • Porøs sandstein med tett oppsprekning 	<ul style="list-style-type: none"> • Mye vann, 20 l/s er målt i én boring
KALKSTEIN OG MARMOR	<ul style="list-style-type: none"> • Sedimentbergarter i og utenfor fjellkjeden 	<ul style="list-style-type: none"> • Inneholder ofte sprekker som er utvidet ved oppløsning 	<ul style="list-style-type: none"> • Varierende vannmengder avhengig av oppsprekning • Brønncapacitet: 0,1-10 l/s, ofte: 0,3-2 l/s
PERMISKE LAVABERGARTER	<ul style="list-style-type: none"> • Oslofeltet, spesielt i Vestfold 	<ul style="list-style-type: none"> • Ofte porøse soner mellom lavastrømmene • Enkelte lavaer er sterkt oppsprukket • Noen av de tykkeste kan være helt tette 	<ul style="list-style-type: none"> • Varierende vannmengder avhengig av oppsprekning • Brønncapacitet: 0-20 l/s, ofte: 0,5-3 l/s

Tabell 1: Gruppering av norske bergarter i forhold til vanngiverevne ved brønnboring

3 REGIONALE ERFARINGER

Østlandets lavlandsområder

Grunnvann i løsmasser

Områdene rundt Oslofjorden lå under havets overflate i slutten av istiden. Silt og leire dominerer mye av avsetningene fra denne perioden. I dalene strekker disse finkornede løsmassene seg inn til Elverum i Østerdalen og til de store sjøene Mjøsa, Randsfjorden, Sperillen og Krøderen. Sigdal og Telemarksvassdraget opp til Heddal er likeledes dominert av finkornede marine sedimenter.

Her forekommer mange muligheter for uttak av grunnvann. Det er elveavsetninger, breelvavsetninger og strandavsetninger som utgjør de mest aktuelle grunnvannsreservoarene.

Større mektigheter av grove masser finnes der sedimentene fyller ut naturlige bassenger, som f.eks. Glåmas delta i Øyeren, og der elvene har gravet i store breelvavsetninger. Særlig kombinasjonen av elveavsetning og underliggende breelvavsetning kan utnyttes til vannforsyning. Dette er gjort bl.a. til steder som Kongsvinger og Kongsberg. Elveavsetningene langs de store vassdragene som f.eks. Glåma, Begna/Randselva og Numedalslågen er for det meste nokså grunne. Spesielt i de nedre deler av elveløpene er det avsatt lite grovt materiale.

Vannforsyningen til Hønefoss og Ringerike er basert på en breelvavsetning som får sin vanntilførsel fra Begna. Her er elvebunnen såpass tett at kunstig infiltrasjon har vært nødvendig for å få nok grunnvann. I GiN-veileder nr. 5 gis en nærmere beskrivelse av dette vannverket. Se også GiN veileder nr. 11, om kunstig infiltrasjon.

Enkelte av de store avsetningene, som f.eks. Romerikeavsetningen ved Gardermoen, samler nok nedbør til å kunne utnyttes som "selvmatende" magasin (mates av vann utelukkende fra nedbør). Også i Solør finnes store marine deltaavsetninger som er egnet for grunnvannsuttak. Grunnvannsforsyningen til Flisa er f.eks. basert på en slik forekomst. I forbindelse med mindre avsetninger kan kildehorisonter (flere kilder langs omlag samme høydekote) ofte utnyttes til små forbruk. Breelvavsetninger utenfor hoveddalene er ofte uten kontakt med overflatevannkilder, og muligheten for utnyttelse til store vannuttak er derfor begrenset.

Ra-trinnet gjennom Østfold er søkt utnyttet. Morenen demmer der opp flere sjøer mellom Halden og Moss. Uttak for de store byene i distriktet har så langt ikke lyktes, men det er muligheter for mindre vannforsyninger.

I Vestfold er det utført dype brønnboringer i Raet, bl.a. ved Gjennestad og Barkåker, men vannet her er salt, enten pga. salte sedimenter eller gammelt grunnvann fra den tiden landet lå under havnivå. I dette området forekommer

slike salte brønner både i lavabergartene og i løsmassene. Lenger inn i landet forekommer høyt saltinnhold f.eks. i en løsmassebrønn ved Frogner i Sørum og en fjellbrønn ved Kirkenær i Solør.

I Østfold finnes også rullesteinsåser (figur 6) som helt eller delvis er begravd av yngre havsedimenter. Disse utgjør et mulig potensiale. En rullesteinsås er forsøkt utnyttet for vannforsyning til Rakkestad, men kapasiteten var for liten. Betydelige vannmengder kan likevel være mulig å oppnå fra slike forekomster.

Strandavsetninger forekommer bl.a. i forbindelse med ende- og sidemorener, hvor breavsetninger med dårlig sortert materiale har fått fjernet en del av finstoffet pga. bølgeerosjon. Avsetningene er riktignok grunne, men kan ha betydning for mindre, lokale uttak.

Grunnvann i berggrunnen

I dette distriktet er det to områder med grunnfjell adskilt av et område med yngre bergarter, det såkalte Oslofeltet.

Grunnfjellsområdene både i øst og vest består for det meste av gneiser og granitter. Det er utført flest boringer øst for Oslofeltet, og her er det ikke uvanlig at boringer gir 1-2 l/s. De regionale sprekkeretningene gir erfaringsmessig mest vann, og lokalt er det gjort arbeider som viser hvilke retninger som er mest gunstige. Det er ennå ikke klart i hvilken grad disse forhold er like i hele området. Kapasiteter på over 10 l/s er kjent fra Rakkestad, og grunnvann fra berggrunnen er her hovedvannkilden.

I Oslofeltet finnes sedimentbergarter fra jordas oldtid sammen med yngre permiske dypbergarter, lavaer og sedimenter. Blant de eldste sedimentene finnes både skifer, sandstein og kalkstein, med svært forskjellig vanngiverevne. Skiferbergartene gir vanligvis lite vann, sandsteinene noe mer. God vanngiverevne, dvs. 1-2 l/s finner en bare der det forekommer massive kalksteiner. Foldningsmønstret er også av stor betydning; f.eks. kan en kalkstein foldet som et traue utgjøre et betydelig vannreservoar, mens en boring i en folderygg kan gi dårligere resultat.

Dypbergartene i Oslofeltet kan i grunnvannssammenheng sammenlignes med grunnfjellsområdene. Vanngiverevnen varierer mye, men brønner kan i heldige tilfelle gi opptil 3 l/s i forbindelse med store sprekkesoner. Sprekkene kan imidlertid være fylt med omvandlingsmineraler og er da noen ganger helt tette. Slike forhold er kjent f.eks. fra Drammensgranitten, hvor noen brønner gir et betydelig bidrag til jordvanningen i søndre Lier. Andre brønner, ansatt mot tilsvarende sprekkesoner, gir ikke vann nok til en hytte.

Smeltede bergarter som har trengt frem i sprekker og størknet til harde gangbergarter, gir ofte bedre resultater ved brønnboring enn sedimentbergartene omkring. Varmen fra smelten kan dessuten ha ført til at sidebergartene er blitt harde og oppsprukne, slik at også disse gir forholdsvis mye vann ved boring.

De vulkanske bergartene i Oslofeltet er også ofte gode vanngivere. Det er rapportert kapasiteter på opp mot 20 l/s fra Slagentangen i Vestfold, men 2-3 l/s er mer vanlig. Vanninnslagene er ofte forbundet med oppsprukne soner mellom de enkelte lavastrømmene, og enkelte massive strømmer kan være helt tette. I Sørkedalen ved Oslo er det flere eksempler på mer enn 100 m dype, tørre borer i tykke enkeltstrømmer. Vanninnslaget har først kommet - som forutsagt - ved overgangen til den underliggende lava.

Vulkanske bergarter utgjør de vanngivere som gir mest vann i Vestfold, hvor de i flere år har gitt hovedvannforsyning til kommuner som Ramnes og Våle. Problemer med salt grunnvann og uvanlig høyt fluoridinnhold har imidlertid ført til at disse kommunene nå søker andre vannkilder.

Østlandets dalfører

Grunnvann i løsmasser

Med unntak av Telemark og deler av Buskerud har store deler av det indre Østlandsområdet et sammenhengende dekke av moreneavsetninger. Disse gir grunnlag for en rekke gravde brønner til enkelthus og mindre vannforsyningsenheter. Partier med avsmeltningsmorene er best egnet.

I dalene er det betydelige avsetninger av breelv- og elvemateriale. Her finnes den mest omfattende grunnvannsutnyttelse i Norge; f.eks. har de fleste tettstedene i Gudbrandsdalen og Østerdalen grunnvannsforsyning. Uttakene er til dels basert på infiltrasjon av vann fra vassdragene, men det er også betydelig tilrenning fra dalsidene. Ved nordenden av Storsjøen i Rendal er f.eks. en vannforsyning basert på brønner i et selvmatende reservoar i en breelvavsetning som i sin helhet ligger høyere enn dagens vassdrag.

Langs Telemarksvassdraget er det mulighet for grunnvannsuttak fra flere store breelvavsetninger. Bø får f.eks. sin vannforsyning fra en avsetning ved enden av Seljordsvannet.

Notodden kommune har derimot ennå ikke funnet noen enkelt grunnvannsforkomst med tilstrekkelig kapasitet. Det henger sammen med at elveavsetningene i nedre del av Hedal for en stor del er finkornede og nokså grunne.

Tidligere erfaringer, f.eks. fra Vingrom, har vist at det ofte er for mye jern og mangan i grunnvann som forekommer under lag med tette løsmasser. Boreundersøkelser er derfor ofte stoppet etter noen meters boring i leire eller silt. Nye brønner til Flå vannverk gir imidlertid godt vann fra stort dyp nettopp under slike forhold. Når man foretar grunnvannsundersøkelser i løsmasser, er det derfor et godt prinsipp å foreta minst én boring helt til fjell.

Finkornede sedimenter avsatt i store, isdemte bresjøer dominerer løsmassene mellom Atna/Øvre Rendal og Røros, i Folldal og ved Femunden. I slike avsetninger har det vært mulig å etablere grunnvannsforsyning for flere av tettstedene som f.eks. Atna og Os. I området forekommer også grusrygger og

hauger som er avsatt mot slutten av isavsmeltningen, og også deltaer fra elver som munnet ut i bresjøene. Disse er utnyttet til grunnvannsforsyning. Ved Tynset er det gjort et vellykket infiltrasjonsforsøk for å øke kapasiteten i de naturlige kildene ved foten av et slikt delta.

Grunnvann i berggrunnen

Grunnfjellsbergartene vest for Oslofeltet er nevnt i foregående avsnitt. I Telemark er disse bergartene relativt lite forgneiset, og består for en stor del av kvartsitter og omvandlede vulkanske bergarter. Det foreligger lite systematisk kunnskap om brønnboringer i dette området, men spredte indikasjoner antyder at i hvert fall kvartsittene gjerne gir noe mindre vann enn grunnfjellsbergartene lenger øst.

I det nordlige Østlandsområdet består berggrunnen av sedimentære bergarter fra overgangen mellom jordas urtid og oldtid, de såkalte sparagmitter. Bergartene er skifre, sandsteiner, noen kalksteiner, og lengst i nordøst kvartsitter. Skifrene, som er mest vanlig i syd og vest, fra Mjøsa til Valdres, gir ofte lite vann, mens massive sandsteiner og delvis også kvartsitter lenger mot nord og øst ofte er gode vanngivere med kapasiteter på 1-2 l/s.

Ved fjellkjededannelsen har disse bergartene mange steder fått en "skjellstruktur", hvor lag av sandstein er skjøvet over hverandre, stedvis med mellomliggende lag av tette skifre. Disse strukturene har vist seg å være meget gunstige for brønnboring, i det sandsteinen utgjør et godt oppsprukket reservoar mellom tette skiferlag.

Ringsaker kommune har eksempelvis flere mindre vannverk basert på borebrønner i fjell. Erfaringene angående kapasitet og kvalitet er blandet. Enkelte utilfredsstillende kvalitetsforhold antas å kunne avhjelpes ved tiltak som beskyttelse av vannkilden eller boring av supplerende brønner. Borebrønner i fjell, basert på grundige forundersøkelser, brønntesting og beskyttelse, synes i alminnelighet å være godt egnet som forsyningskilde for mindre vannverk i dette området.

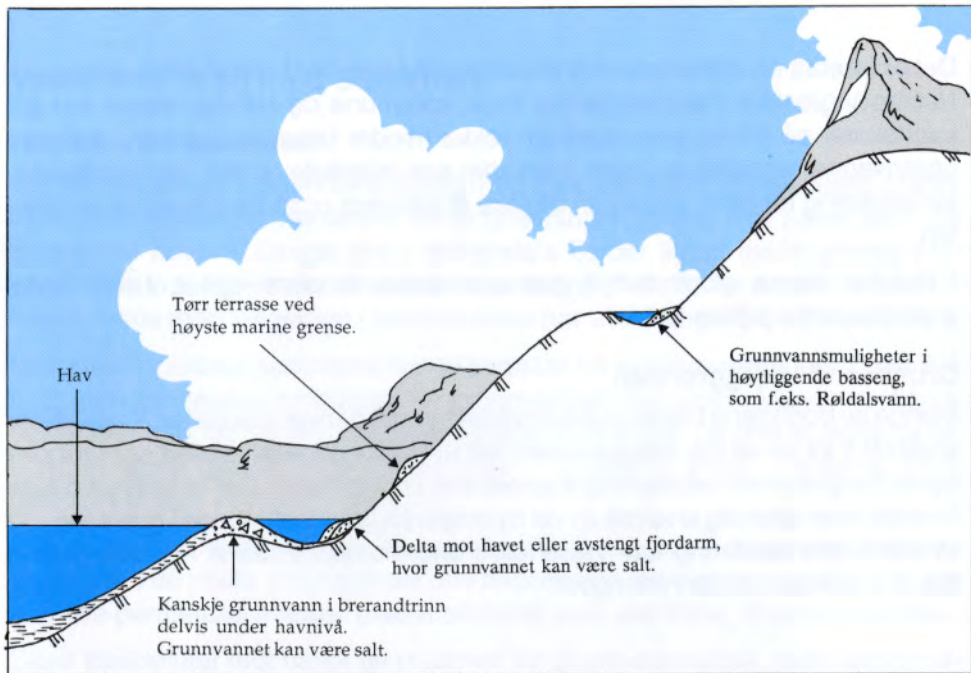
Sørlandet fra Langesund til Boknafjorden

Grunnvann i løsmasser

Det er generelt lite løsmasser i de indre delene av dette området. Unntakene utgjøres av avsetninger i noen av de store dalførene, spesielt i Setesdalen. Grunnvannsundersøkelser er bl.a. gjennomført for Evje og Evjemoen, hvor det også er brønner i drift.

Ra-trinnet utgjør et belte fra Grimstad til Sirdal, og derfra nordover til Lysefjorden. Disse avsetningene består for en stor del av usortert morenemateriale, og kan sjelden utnyttes til grunnvannsforsyning.

Utenfor Ra-trinnet er det mer sorterte masser i dalførene, både breelavsetninger og avsetninger som følge av at de nåværende elvene har flyttet eldre



Figur 7.

Skjematisk profil som viser grunnvannsmulighetene for et typisk Vestlandsvassdrag.

løsmasser. Langs vassdragene vest for Grimstad er det foretatt undersøkelser en rekke steder, og det er etablert mange større grunnvannsforsyninger. F. eks. har Birkeland i Tovdalsvassdraget, Vennesla i Setesdal og Vigmostad i Audnedal grunnvannsanlegg. Brønnene til anlegget i Birkeland er nedsatt i grus og sand som fyller en forsenkning i relativt tette masser. Denne forsenkningen er blitt til pga. en fjellterskel som har forårsaket turbulens i vannstrømmen på baksiden og gravet i de tette massene. Slike fjellterskler innebærer mulighet for grunnvann fra løsmasser i områder med generelt tette masser.

I de ytre delene av Vest-Agder forekommer grunne avsetninger over marin leire, men det er også eksempler på mektige deltaavsetninger hvor det foreligger mulighet for uttak av salt grunnvann. Innerst i Fedafjorden i Kvinesdal forekommer en deltaavsetning hvor en 35 m dyp rørbrønn gir saltvann, mens en grunn, horisontal brønn er benyttet til ferskvannsforsyning.

Utenfor (vest for) Raet i Rogaland forekommer avsetninger i dalene på samme måte som i Vest-Agder. Bjerkreim, Moi, Dirdal og Frafjord er eksempler på områder med sannsynlige utnyttbare grunnvannsforkomster i løsmasser.

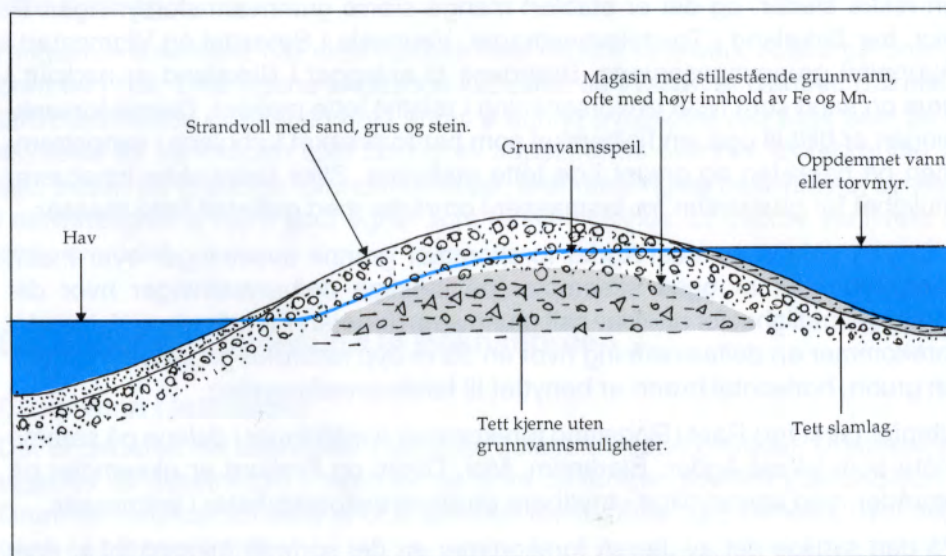
På den sydlige del av Jæren forekommer en del sorterte masser, bl.a. mye glasifluvialt materiale under morene, og grusrygger med muligheter for grunnvannsuttak. Løsmassene omfatter også mye leirmateriale i dette området. En stor sone glasifluvialt materiale finnes sentralt på Jæren. Mot nord blir avsetningene mindre mektige, og generelt også mer finkornede, selv om rene leirer bare forekommer i de aller laveste partier.

Det er foretatt en rekke grunnvannsundersøkelser, flest i området Kverneland-Nærbø-Vigrestad. Rørbrønner for Time kommune og Nærbø meieri har gitt kapasiteter på 25 l/s, men også en rekke mindre brønner er i bruk. Selv om grunnvannet generelt er bedre beskyttet enn overflatevannet, kan landbruksforurensning for deler av Jæren utgjøre et problem også for grunnvannkvaliteten.

I Ryfylke finnes store dalfyllinger som antas å være egnet, f.eks. Årdal (Hjelmeland) og Øvre Suldal.

Grunnvann i berggrunnen

Mange av boringene i dette gneisområdet har gitt dårlige resultater. Kapasiteter under 0,1 l/s er vanlig. Berggrunnen her er derfor generelt ansett som mindre egnet for grunnvannsforsyning til annet enn små enheter. Det er imidlertid aldri foretatt noen grundig analyse av de hydrogeologiske forholdene i gneisene, og ovenstående vurdering kan være feil. I anorthositområdene i Sør-Rogaland fås ofte noe større vannmengder.



Figur 8.
Grunnvannsforholdene i en strandvoll.

Vestlandet til og med Sunnmøre

Grunnvann i løsmasser

Det finnes mange vestlandsvassdrag med mye løsmasser og betydelig grunnvannspotensiale. På vestlandet er landhevingen ytterst mot havet liten, på Sunnmøre høyere. Lenger inn i vestlandets fjorder ligger marin grense mer enn 100 m o.h. De ytre breelvavsetningene ligger derfor for en stor del under havet, mens man lenger inn i fjordstrøkene har avsetninger på et høyere nivå.

Stamnes i Vaksdal kommune har eksempler på breelvavsetninger i havnivå hvor saltvann skaper problemer for grunnvannsforsyningen. Mange vestlandselver er bratte, og har ofte skåret seg gjennom de indre, høyere avsetningene, som nå ligger igjen som tørre terrasser i dalsidene. Figur 7 viser et profil gjennom et slikt vestlandsvassdrag.

Det er sjelden kontinuerlige elvesenger langs de høyereliggende deler av elveløpet. I de nedre delene er det ofte begrensede mektigheter med sand/grus over lite permeable masser (marin silt/leire) som ved Etne, Granvin, Lærdal.

Store elvedeltaer mot havet gir mulighet for grunnvannsuttak, men saltvannsbalansen kan være et problem i drikkevannssammenheng. Imidlertid vil større gradienter ut mot fjordene gi mindre fare for inntrengning av saltvann.

Både breelvavsetninger under havnivå og de ytre elvedeltaene gir imidlertid mulighet for uttak av salt grunnvann til fiskeoppdrett.

Om kontinuerlige elvesedimenter sjelden forekommer, finnes flere steder store breelvavsetninger avsatt i bassenger i vassdragene. Både ved Røldal og på Voss utnyttes slike avsetninger i vannforsyningen. Ved Røldal er det mer enn 50 m grus og sand, og et uttak på 20 l/s gir nesten ingen avsenkning i brønnen.

Løsmasserygger som demmer opp et bakenforliggende vann er typisk innerst i mange fjorder. Grunnvannsforsyning fra slike terskler er forsøkt med varierende resultat. Anlegg er i drift i Årdal og Eidfjord, mens en tilsvarende brønn i Loen ga saltvann.

I Sykkylven er en brønn oppgitt fordi avsetningen er så tett at infiltrasjonen fra vassdraget hindres. Kapasiteten ble derfor for liten.

Grunnvann i berggrunnen

Berggrunnen på Vestlandet er så variert at det i en kort oversikt ikke kan gis noen enkel fremstilling av mulighetene for brønnboring. Gneisbergarter dominerer i store områder, spesielt i nord. Topografiske forhold har trolig større betydning for de vannmengder som kan oppnås ved boring enn i andre regioner. Det er gode sjanser for å oppnå 0,2 - 0,5 l/s i "tilfeldig" borede hull. Forholdene er ofte kompliserte.

En del boredata er sammenstilt i beskrivelsen til det hydrogeologiske kart for området rundt Bergen (1978). Kapasiteten for boringer i de fleste bergartene her er i størrelsesorden 0,1 - 0,2 l/s. Bare "fyllitten", som egentlig er en

glimmerskifer, oppgis å gi merkbart mindre enn de andre, med en medianverdi på ca. 0,07 l/s. Bare få borer gir mer enn 0,5 l/s. Men sannsynligvis ville de gitt mer dersom de var boret dypere.

Erfaringer fra de siste år tilsier at "trykking" av brønnene med høytrykkspumpe er meget effektivt i dette området. Denne metoden går ut på at hullet etter avstengning blir utsatt for høyt vanntrykk slik at sprekker åpnes.

Nordmøre og Trøndelag

Grunnvann i løsmasser

I kystområdene med sparsomme løsavsetninger kan strandvoller og strandflater benyttes til mindre grunnvannsuttak. Mange eldre vannanlegg er basert på grunnvannsuttak fra gravde brønner og kilder i slike avsetninger, men det er i det siste tiåret også bygd flere anlegg hvor horisontale filtergrøfter benyttes for oppsamling av grunnvann. Eksempler på slike anlegg finnes ved Haug på Leka og på Linesøya i Åfjord. Det kan oppstå problemer med vannkvaliteten på grunn av forurensning av overflatevann og kort oppholdstid på grunnvannet.

Området rundt Trondheimsfjorden og i nedre Namdalen er dominert av leirsedimenter, men i de store dalførene finnes også større breelavsetninger, tildels avsatt som brerandtrinn i datidens fjorder og tildels som terrasser mellom breen og dalsiden.

De beste muligheter for større grunnvannsuttak er der breelavsetningene krysser hoveddalførene og når under elvenivået, men større, høyereliggende breelavsetninger representerer også et betydelig grunnvannspotensiale.

Prøvepumping i breelavsetninger i Meldal, Selbu, Verdal og Grong har avdekket betydelige grunnvannsressurser. Ved Sundby i Verdal ble imidlertid saltinnholdet etter en tids pumping for høyt til at grunnvannet kunne benyttes til drikkevann.

Ellers er kvaliteten på grunnvann fra breelavsetningene gjennomgående god. De vanligste problemene er for høyt innhold av jern og mangan eller for høy hardhet på vannet.

I det gamle elveløpet til Nidelva mellom Selbusjøen og Flå i Gauldalen er det avsatt en mektig breelavsetning (Kaldvella-feltet) med et beregnet grunnvannspotensiale på 300 l/s, tilstrekkelig til å forsyne 80 000 personer.

Mektigheten på de yngre elveavsetningene varierer fra elv til elv. I Sunndalen er det registrert mer enn 20 m sand og grus over marine sedimenter, mens elveavsetningene i hoveddalførene i Trøndelag sjelden når mange meter under elvenivået.

Flere av de store elvedeltaene er benyttet til grunnvannsuttak til drikkevann, mens uttak av salt grunnvann til fiskeoppdrett er en forholdsvis ny anvendelse av grunnvann. Det er gjort omfattende undersøkelser på elvedeltaet i Sunndalen for uttak av salt grunnvann.

I yngre elveavsetninger og deltaer kan det opptre problem med vannkvaliteten pga. organisk materiale som kan gi høye innhold av aluminium, jern og mangan, samtidig som det kan gi grunnvann med dårlig lukt og smak.

I de høyere liggende områder av regionen er også elve- og breelavsetningene viktige i grunnvannssammenheng. Både Røros, Brekken og kommunesenteret i Namsskogan forsynes med grunnvann fra breelavsetninger, mens det ved Driva ved Oppdal er boret en vellykket fullskala prøvebrønn.

Det finnes også mange større breelavsetninger utenom hoveddalførene, men de fleste av disse er ikke vurdert med hensyn på grunnvannsuttak, da de ofte ligger langt fra forsyningsstedene.

I spredt bebygde områder er grunnvannsuttak fra morene basert på gravde brønner/kilder mye benyttet. Selv om disse grunnvannsføremstene ofte er beskjedne, har de stor lokal betydning.

Grunnvann i berggrunnen

De ytre gneisområdene gir varierende resultat ved brønnboring, men ofte er kapasiteten over 0,05 l/s som er tilstrekkelig til å forsyne enkelthus. Eksempler på fjellbrønner med meget god kapasitet finnes ved Raudsand i Nesset kommune, Skardsøy i Aure kommune, Vikan i Namsos kommune og ved Høylandet kommunale vannverk. Disse brønnene gir 2 - 5 l/s.

I Mosvik kommune har fjellbrønner gitt såpass brukbare kapasiteter at en stor del av innbyggere forsynes med grunnvann fra fjellbrønner.

Et vanlig problem med fjellbrønner i kystnære områder er at de ved for høy belastning gir saltholdig vann. I Vikna kommune er det 20 registrerte fjellbrønner. Bare 7 av disse gir vann med tilfredsstillende kvalitet, mens 8 brønner gir saltvann.

De omvandlete vulkanske og sedimentære bergarter som dominerer i Trondheimsfeltet, gir generelt små vannmengder (0-0,3 l/s). Det er her ikke sikkert at en fjellboring vil være tilstrekkelig til å dekke vannbehovet til enkelthus. Unntaket er brønner i kalkstein som kan gi flere l/s, men som ofte gir meget hardt vann.

Størkningsbergartene (trondhemitt) er også blant de bedre vanngivere, ofte med kapasiteter på 0,5 l/s eller mer.

Nordland og Troms

Grunnvann i løsmasser

I alle de store dalførene er det generelt gode muligheter for mindre lokale vannforsyninger fra grunnvann i løsmasser.

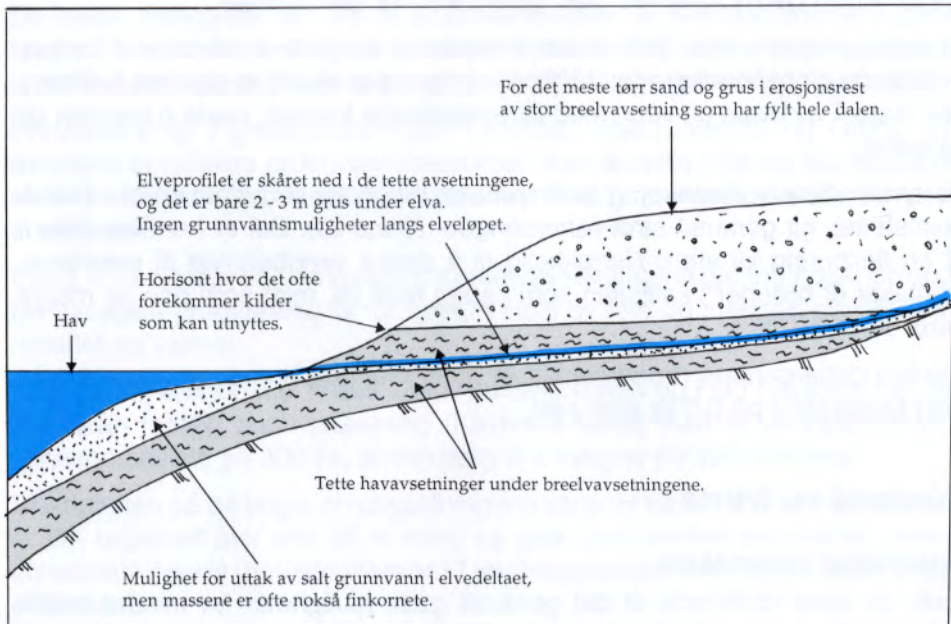
Under isavsmeltingen ble mange av hoveddalene i disse fylkene fylt av veldige breelavsetninger som dekket både bunnmorene og marine leirer foran brefronten. Nå har elvene for en stor del skåret seg gjennom disse utspylte

massene, og under den marine grense finner man de fleste steder bare få meter med utnyttbare elveavsetninger over marin silt og leire (figur 9).

Dette gjelder f.eks. i store daler som Svenningdal (med Vefsna), Saltdal og Målselvdalen. Deltaet ytterst ved Rognan i Saltdal har mektigere avsetninger, men her er grunnvannet salt. Man må imidlertid nesten 30 km oppover elva før avsetningene blir så mektige at de kan utnyttes til grunnvannsforsyning for store vannverk. Undersøkelser ved Mosjøen har vist at saltvannet også strekker seg langt oppover i Vefsnas delta, men at utnyttelse av ferskt grunnvann kan være mulig aller innerst på deltaet. Mulighetene for uttak av saltvann til fiskeoppdrett skulle imidlertid være gode i mange av disse store deltaavsetningene.

Ved Rana finnes store avsetninger med betydelige muligheter ved Langvassheia, tilsvarende i Dunderlandsdalen og Røvassdalen.

Rester av breelvavsetninger finnes mange steder igjen som store terrasser over elvenivået. Betydelige grunnvannsreserver i disse er utnyttet ved naturlige kilder, f.eks. til de store campingplassene ved Målselvfossen. Også i Saltdal fungerer de store moene som selvmatende felt som ved fornuftig utnyttelse kan gi grunnvann til mindre vannverk. Foreløpig er kjennskapet til de dypere avsetningene i disse dalførene meget begrenset, men undersøkelser fra Ramfjordmoen i Tromsø viser at permeable avsetninger kan forekomme.



Figur 9.

Skjematisk lengdesnitt gjennom avsetningene langs de nedre deler av et større Nord-Norsk vassdrag. Stor høydeoverdrivelse er benyttet for å få frem detaljene.

Geofysiske undersøkelser indikerer her mektige sand- og grusavsetninger under tette, marine sedimenter. Vannet i slike dype avsetninger kan imidlertid ha behov for en viss behandling, selv om en brønn i Ramfjordmoen gir meget godt vann.

Grunnvann i berggrunnen

Glimmerskifre og glimmergneiser med enkelte bånd av kalkstein dominerer store deler av fjellkjedebergartene i Nordland og Troms. Glimmerbergartene alene er generelt dårlige vanngivere, og ved boring oppnås sjelden mer enn 0 - 0,5 l/s. Det har derfor i mange tilfelle vist seg lønnsomt å påvise selv tynne kalksteinsbånd for å tilfredsstillte større vannbehov. Som eksempler kan nevnes Brygghaug på Senja og Trollhøgda mellom Bjerkvik og Evenes.

De massive kalksteinene synes å gi mest vann (10 l/s er rapportert fra Mo i Rana), mens en brønn i skifrig kalk på Vetten i Fauske bare ga 0,1 l/s. De store variasjonene antas først og fremst å ha sammenheng med graden av karstutvikling; for å oppnå store vannmengder er det viktig å treffe karstsystemene ved boring (karst = utforming av overflaten og utvidelse av sprekker i lett oppløselige bergarter som kalkstein og dolomitt, der en finner synkehull, huler og underjordisk drenering).

Karst gir også opphav til tallrike kilder i store deler av landsdelen som f.eks. i Dunderlandsdalen og Saltdalen.

Når det gjelder grunnfjellsområdene har borer på markerte sprekkesoner på Finnøy i Hamarøy gitt opptil 1 l/s, mens borer i Lofoten og på de store øyene i Troms sjelden gir mer enn tredjeparten. En boring gjennom skyvedekket og ned i grunnfjellet mellom Sætermoen og Altevann ga 3 l/s. Dette gode resultatet kan skyldes selve overskyvningssonen, eller gammel forvitring av grunnfjellsoverflaten slik man mener å ha påvist i Hardangervidda-området. Borer i dette nivået har imidlertid ikke gitt like gode resultater på Senja. Ofte har borer i grunnfjellsområdene i nordre Nordland og ytre Troms gitt lite vann.

Det er gjennomført en rekke brønnboringer på de mindre øyene langs kysten, men det har stort sett ikke vært mulig å forsyne fiskeværene her med grunnvann. Årsaken er til dels at det forekommer lite grunnvann i fjellet, men det finnes også mange eksempler på at boringen ikke er gjennomført slik som anvist, og/eller at prøvepumpingen har vært så voldsom at vannet er blitt salt i løpet av kort tid. På Træna er det nå bygget avsaltingsanlegg for sjøvann etter at grunnvannsundersøkelsene ikke førte frem.

Værøy har langt bedre erfaringer. Her er det boret 10-12 brønner som alle er nokså grunne, men som nesten alle gir ca. 2 l/s, selv ved kontinuerlig pumping. Det antas at de store rasurene som dominerer landskapet er avgjørende for magasineringsvevnen.

Forøvrig er det i flere områder med store rasurer i landsdelen påvist kildeutslag og egnete steder for boring.

Finnmark

Grunnvann i løsmasser

Innenfor fjordene er det meste av Finnmark dekket av løsavsetninger. På vidda er det mest morenemasser, mens sorterte avsetninger dominerer langs de tre store vassdragene, Altaelva og Tana og Pasvikelva med sideelver. Elveavsetningene i disse vassdragene er finkornede, og ikke så godt egnet for grunnvannsuttak, men muligheter foreligger der elvene skjærer gjennom eldre breelvavsetninger som brerandtrinn, sidedeltaer og grusrygger. Kautokeino, Masi, Alta, Kunes og Tana bru er eksempler på steder som har grunnvannsforsyning.

Undersøkelser har vist at flere tettsteder langs kysten også har muligheter for å ta grunnvann fra elveavsetninger langs de mindre elvene, f.eks. Båtsfjord, Austertana og Kåfjord.

Naturlige kilder kan utnyttes mange steder, dette gjøres bl.a. i Varangerbotn. For en kilde ved Karlebotn anslås kapasiteten til ca. 15 l/s. Denne kilden antas å ha sitt reservoar i en breelvavsetning, men også mindre strandvoller kan gi vann nok til små og middels store forbruk.

Grunnvann i berggrunnen

I midtre og østre Finnmark består berggrunnen hovedsakelig av sandsteiner og leirskifre. Erfaringene fra brønnboring i sandsteiner er gode, ofte med boreresultater i størrelsesorden 1-2 l/s, mens boringer i leirskifre sjelden gir vannmengder over 0,2 l/s.

Boringer i grunnfjellsområdene på Finnmarksvidda og i Sør-Varanger gir normalt vannmengder på 0,2-0,5 l/s.

GRUNNVANN I NORGE (GiN)

Programmet Grunnvann i Norge (GiN) ble initiert av Miljøverndepartementet (MD) i 1989. I 1991 overlot MD ansvaret for videre engasjement i programmet til Statens Forurensningstilsyn (SFT). GiN er idag et samarbeidsprogram mellom Norges geologiske undersøkelse (NGU) og SFT for å fremme økt bruk og bedre vern av grunnvann. Det finansieres av Næringsdepartementet v/NGU, Statens Forurensningstilsyn, Kommunaldepartementet og Landbruksdepartementet. I tillegg bidrar Universitetet i Bergen, Sogn og Fjordane Distriktshøgskule, Telemark Distriktshøgskule m.fl.

GiN omfatter metodeutvikling, oversiktskartlegging, registrering og vurdering av grunnvannsforekomster og forurensningstrusler, i tillegg til informasjonstiltak overfor kommuner og fylkeskommuner. Kontaktpersoner for programmet finnes i fylkeskommunene og de fleste av landets kommuner.

Programmet har en sentral programgruppe med representanter fra SFT (seksjonsleder Oddvar Lindholm, leder, og overingeniør Tor Johannessen), Vassdragsvesenet (sjefingeniør Øystein Aars), Statens Institutt For Folkehelse (seksjonsleder Truls Krogh), Sør-Trøndelag fylkeskommune (avdelingsingeniør Gleny Foslie), Kommunenes Sentralforbund (teknisk sjef Einar Melheim) og Geofuturum a/s (siv.agr. Svein Ole Åstebøl). NGU har ansvaret for koordinering og praktisk gjennomføring av programmet.

GiN ledes av sjefingeniør Knut Ellingsen (NGU). En referansegruppe er opprettet med representanter fra 12 andre institusjoner som har tilknytning til grunnvann. Program- og referansegruppe i tillegg til fylkesansvarlige geologer i GiN og noen enkeltpersoner fungerer som fast høringsinstans for veilederne.

Tidligere utgitte GiN-veiledere:

1. Grunnvann fra hovedplan til prøvepumping
2. Grunnvann i arealplanleggingen
3. Grunnvannsundersøkelser i løsmasser
4. Grunnvann: Planlegging - Økonomi
5. Grunnvannsbygg - Eksempler
6. Grunnvatn i fjell til spreidd busetnad

Planlegges utgitt høsten 1991:

7. Grunnvannsbeskyttelse
8. Grunnvannsforekomster i Norge
9. Grunnvann. Anbud og nedsetting av brønn
10. Grunnvannsbygg - EDB-basert drift og fjernkontroll
11. Grunnvann. Kunstig infiltrasjon
12. Grunnvannskvalitet. Noen problemer og tiltak
13. Grunnvann. Kontroll, vedlikehold og rehabilitering av brønn