



A scenic view of a rocky riverbed with a small waterfall and a pool of water. The rocks are reddish-brown and layered, with water flowing over them. The background shows a larger pool of water reflecting the sky.

GRUNNVANN I NORGE —OM Å GÅ UNDER BEKKEN ETTER VANN

av Bjørn Frenstad og Atle Dagestad

GRUNNVANN I NORGE —OM Å GÅ UNDER BEKKEN ETTER VANN

av Bjørn Frengstad og Atle Dagestad

Norges geologiske undersøkelse

GRUNNVANN TIL DRIKKEVANN

Til tross for god tilgang på overflatevann er det mange som har valgt "å gå under bekken etter vann". Tall fra Folkehelseinstituttet (2007) viser at av totalt 1665 godkjenningspliktige vannverk i Norge, dvs. vannverk som forsyner mer enn 50 personenheter, er 531 basert på grunnvann. Dette er gjerne tettsteder og grendelag, men også byer som Lillehammer, Elverum, Alta og Hønefoss forsynes med grunnvann. Til sammen forsyner disse grunnvannsverkene 390 000 personer eller ca. 9% av befolkningen. Av de 10% av befolkningen som ikke er tilknyttet et godkjenningspliktig vannverk, er det grunn til å anta at flesteparten har basert vannforsyningen på kilder, gravde brønner eller borebrønner i fjell. Grunnvann er dermed en svært viktig ressurs for spredt bosetning i Norge. I tillegg til dette kommer en lang rekke hytter og fritidsboliger som i stor grad baserer vannforsyningen på grunnvann. Alt i alt bruker anslagsvis 15% av befolkningen grunnvann, noe som gir Norge en klar bunnplassing i Europa. Danmark, som riktignok har helt andre naturforhold enn oss, topper lista med praktisk talt hele sin vannforsyning basert på grunnvann.

HVORDAN DANNES OG OPPTRER GRUNNVANN?

Det er ofte vanskelig å forstå eller ha en bevissthet til det vi ikke kan se, noe som delvis kan forklare hvorfor grunnvann er en lite påaktet ressurs. Grunnvann er en del av vannets kretsløp. Dette kretsløpet begynner med at vannet fordampes fra hav og sjøer og faller som regn eller snø over land. En del av nedbøren fordampes eller transpireres fra vegetasjonen, en del renner av på overflaten til bekker, elver og sjøer, mens resterende infiltrerer ned i grunnen og fyller porer og sprekker i løsmasser og fjell, og blir til grunnvann. Grunnvannet siger vanligvis langsomt gjennom undergrunnen til vassdragene eller direkte ut i havet og vannets kretsløp er sluttet. Overgangen, der hulrommene i undergrunnen går fra å være delvis til helt vannfylte,



Foto: B. Frengstad

FIGUR 1

Grunnvann er vanligvis en skjult ressurs, men kan sees der det kommer fram i kilder. Her fra en sprekke i berget.



FIGUR 2

I sand- og grusavsetninger kan det finnes store mengder grunnvann som kan pumpes opp gjennom en filterbrønn.

kalles grunnvannsspeilet. Dersom man graver eller borer en brønn, vil vannspeilet i brønnen tilsvare grunnvannsspeilet. Over grunnvannsspeilet er det både luft og vann i porene og en bruker betegnelsen markvann om dette vannet. Grunnvannets strømningshastighet er avhengig av helningen på grunnvannsspeilet og grunnens permeabilitet, det vil si gjennomtrengelighet for væsker.

GRUNNVANNETS ØKOLOGISKE BETYDNING

Temperaturen på grunnvannet er tilnærmet stabil gjennom året og tilsvarer årsmiddel av lufttemperaturen. Det medfører at vann fra en grunnvannskilde oppfattes som kaldt og friskt om sommeren, mens den samme kilden kan ha åpent strømmende vann gjennom hele vinteren. Vinterstid og i tørre somre sørger grunnvannet for minstevannføring i vassdrag og for opprettholdelsen av våtmarksområder. Uten magasinert grunnvann ville variasjonen i vannføring i elver og sjøer vært mye mer ekstrem, noe som ville hatt store økologiske konsekvenser. For mange vassdrag er grunnvanntilførsel om vinteren en forutsetning for å opprettholde liv i vassdraget, som ellers ville tørke ut eller bunnfryse. I vassdrag med betydelig tilførsel av forurenset overflatevann kan tilstrømning av rent grunnvann være med på å fortynne og fortrenge forurensninger og redusere de skadelige effektene.

GRUNNVANN OG GEOLOGI

Det er vanligvis geologer og hydrogeologer som beskjeftiger seg med studiet av grunnvannet. Det er fordi grunnvannets opptreden i stor grad er avhengig av geologien på stedet. En geologisk formasjon som inneholder utnyttbare mengder grunnvann, kalles for en akvifer. Det norske grunnfjellet er gammelt og består for det meste av magmatiske og metamorte bergarter. I praksis er fjellet helt uten porer, og det som måtte være av grunnvann befinner seg derfor i sprekker. Hvor mye vann en sprekkeakvifer kan gi er avhengig av graden av sammenhengende oppsprekning i berget, bergartens evne til å holde sprekken åpne mot dypet, samt nydanning av grunnvann gjennom infiltrasjon av nedbør eller overflatevann fra nærliggende vassdrag. I tillegg har det stor betydning om sprekken inneholder forvittringsleire som i praksis gjør dem tette. I Oslo-området finnes det mange bergarter som har åpne og kommuniserende sprekker. Dette forholdet oppdaget man under drivingen av Holmenkollbanen på starten av 1900-tallet. En fikk vannlekkasjer i T-banen på 70 m³/døgn, men disse ga seg ganske raskt etter sprengningen. Grunnvannet sank imidlertid med 6 m i leirbassenget under Slottsparken og påfølgende setninger i leira på opptil 35 cm gjorde skader på hus langs tunneltraséen. Disse forhold ble ikke gitt tilstrekkelig oppmerksomhet under drivingen av jernbanetunnelen Romeriksporten 90 år senere, noe som medførte at norske avislesere i en lang periode fikk et bevisst forhold til grunnvann i fjell og hvilke problemer dette kunne gi.

I Norge ble vannforsyningsbrønner i fjell første gang boret i Henningsvær i Lofoten sent i 1890-årene,



Foto: B. Frøngstved

FIGUR 3

NGU tar prøver av grunnvannet for kjemisk analyse.

etter initiativ av geolog Amund Helland fra NGU. I dag antar en at det bores omkring 4–5000 nye brønner hvert år i Norge, men mange av disse bores nå for energiuttak heller enn for drikkevannsuttak. NGU har vært sentral i kartleggingen av grunnvannsressursene, og det er utført flere nasjonale og regionale kartleggingsprogrammer. I tillegg har NGU bistått mange kommuner og private vannverkseiere med å undersøke og utbygge grunnvannsressurser til vannforsyning. NGU har ansvaret for en nasjonal database over grunnvannsboringer og grunnvannsundersøkelser i Norge. Databasen er søkbar over Internett på www.ngu.no/kart/granada. Alle som borer etter vann er lovpålagt å melde inn koordinatene for brønnen, boredyp, formål og resultat av boringen.

De viktigste grunnvannsforekomstene med potensial til å forsyne tettsteder og byer finnes ikke i fjell, men i løsmasseavsetninger. Dette er gjerne sand- og grusavsetninger som er blitt sortert og avsatt av breelver på slutten av siste istid eller av dagens elver. Her oppholder og beveger grunnvannet seg i porerommene mellom mineralkornene omtrent som vannet i en svamp. Brønnene består gjerne av stålrør med smale slisser som holder gruskornene på plass utenfor. De fleste av disse akviferene står i kontakt med sjøer og elver slik at vann kan infiltrere fra vassdraget. Løsmassene fungerer da som store, naturlige langsomfiltre. Grunnvannsbrønner plasseres gjerne i tilstrekkelig avstand fra vassdraget slik at sykdomsframkallende bakterier og parasitter dør før de når brønnen. Noen sand- og grusavsetninger er store nok til at de bare mates av nedbøren som faller på avsetningen. Gardermoen er en slik selvmatende akvifer—ikke bare den mest berømte, men også den største i landet. Dersom alt fornybart grunnvann ble nyttiggjort, kunne 185 000 mennesker forsynes med vann herfra.

Grunnvannet er vanligvis vanskelig å observere i sitt rette element, men i kalkbergarter kan det dannes store kanaler og grotter som følge av kjemisk oppløsning av kalken. Dette er nok noe av årsaken til at mange oppfatter grunnvann generelt som underjordiske sjøer og bekker eller årer. Slike grunnvannsforekomster kalles karstakviferer og finnes noen få steder i Norge, bl.a. i Rana-området.

KILDER OG FOLKETRO

Grunnvann kan komme fram i kilder eller oppkommer der topografien og de geologiske forholdene ligger til rette. Tidligere hadde slike kilder en framtredd plass i folketroen og ble gjerne tillagt religiøs og medisinsk betydning. Ved overgangen fra åsatroen til kristendommen ble kilder som før var viet til guden Tor overført til St. Olav. Slike Olavskilder er kjent fra mange steder i landet, blant annet ved Nidarosdomen i Trondheim. Det er ikke nødvendigvis så mystisk at grunnvannskilder kunne ha helbredende kraft. Mineralinnholdet er som oftest høyere enn i vann fra sjøer og vassdrag, og en godt beskyttet kilde vil være fri for sykdomsframkallende bakterier. Folk som var syke på grunn av ensidig kosthold og mineralmangel eller av uhygienisk drikkevann, ville høyst sannsynlig bli mye friskere av rent kildevann i kombinasjon med en god porsjon tro (placeboeffekt). Dagens mineralvann på flaske bidrar også positivt til helsen, først og fremst fordi det erstatter sukkerholdige leskedrikker.

HVORDAN UTVIKLES GRUNNVANNSKVALITETEN?

Mange ulike kjemiske og fysiske prosesser bidrar til grunnvannets kvalitet. Alt grunnvann har en gang vært nedbør og grunnvannet vil derfor være påvirket av nedbørens kjemiske sammensetning. Nedbør er naturlig surt, med pH omkring 5,6, på grunn av kontakt med atmosfærens CO₂. I tillegg kan svovel og nitrogenforbindelser fra industri gjøre nedbøren vesentlig surere, såkalt sur nedbør. Nedbør bringer også med seg sjøsalter avhengig av avstand til havet og vindens retning og styrke. Under fordampning kan konsentrasjonene øke sterkt. I jordsmonnet tar plantene opp næringsalter. Oksygen forbrukes av mikroorganismer, og det frigis CO₂ som igjen gjør vannet surere. I mineraljord reagerer det sure vannet med mineraler slik at ulike ioner løses ut til vannet og pH stiger. Oksidasjon av kismaterialer kan ytterligere forbruke oksygen, surgjøre grunnvannet og øke mineralforvitringen. Samtidig filtreres vannet mellom mineralkornene slik at mengden humus og andre organiske forbindelser reduseres. Jordsmonnets og løsmassenes filtreringsegenskaper, sammen med lang oppholdstid ved relativt lave temperaturer, fører også til at sykdomsframkallende mikroorganismer dør og fjernes. Som følge av disse prosessene går utviklingen av grunnvannet mot høyere pH, lavere oksygeninnhold, høyere innhold av oppløste stoffer, samt klarere og hygienisk tryggere vann.

UØNSKET KVALITET

Den uberørte naturen er ikke nødvendigvis utelukkende ren og helsebringende. Enkelte mineraler i berggrunn og jordsmonn kan under gitte geokjemiske forhold løse ut uønskede stoffer til grunnvannet i helseskadelige konsentrasjoner. I Norge gjelder dette stort sett ved små anlegg basert på borebrønner i fjell hvor forbruket er lite og oppholdstiden i undergrunnen relativt lang. Undersøkelser gjort av NGU i samarbeid med Statens strålevern og lokale næringsmiddeltilsyn (Banks med flere 2000) viser at 15% av borebrønner i fjell i Norge har høyere konsentrasjon av radon i vannet enn den anbefalte tiltaksgrænse på 500 becquerel per liter. Ved fordampning fra dusjer og oppvaskmaskiner frigjøres radon til innelufta og risikoen for lungekreft øker. Fluorkonsentrasjonen i 16% av brønnene er av en slik størrelse at vannet kan gi skade på tenner under dannelse. Dette er altså naturlig forurensning som verken lukter eller smaker, og hvor eventuelle helseeffekter ofte opptrer etter lang tids eksponering og inntak. De bergartene som vanligvis kan være problematiske med hensyn til både radon og fluor er granitter, lyse gneiser og pegmatitter (grovkornede ganger som kan gjennomsette ulike bergarter). Alunskifer medfører også ofte et radonproblem. Når det gjelder grunnvann i løsmasser i Norge er radon eller fluor svært sjelden noe problem. Det er imidlertid viktig at brønneierne får vannet sitt analysert slik at de kan få kjennskap til drikkevannets kvalitet og om det har behov for behandling. Det finnes effektive rensemetoder som vanligvis kan konkurrere i pris for spredt bosetning når alternativet er lange vannledninger i ulendt terreng.

Andre naturlige stoffer som skaper bruksproblemer, men som ikke har helsebetydning, er kalk, jern og mangan. Kalk gir hardt vann og forekommer for det meste i områder med bergarter av kambro-silur alder. Oppløst jern og mangan i grunnvannet er mindre avhengig av berggrunnstype og mer avhengig av oksygeninnholdet og pH i grunnvannet. Problemet kan oppstå der grunnvannstrømningen er langsom, for eksempel i finkornige løsmasser på elvesletter og/eller der oksygenet i vannet forbrukes raskt ved oksidering av organisk materiale for eksempel under myrer. En kan da få brune eller sorte utfellinger i sanitærutstyr, misfarget klesvask og gjenslamming av armatur.

FORURENSNING OG BESKYTTELSE

Når det gjelder menneskeskapt trusler, er det mange vanlige forurensningskilder som kan true grunnvannskvaliteten, deriblant landbruksaktiviteter som gjødsling og sprøyting, lekkasjer på kloakknett eller septiktanker, veisaltning og lekkasjer fra nedgravde oljetanker. Det er derfor viktig at det settes restriksjoner på aktiviteten i brønnenes tilsigsområde. Det er atskillig enklere å holde rent og hindre forurensning enn å rense.

Dessverre slurves det ofte med beskyttelsen av brønnenes nærrområde og med avslutningen av brønntoppen (Gaut med flere 2007). Brønnens nærrområde bør inngjerdes, og overflatevann som kan trenge direkte ned i brønnen må ledes effektivt vekk. I tillegg bør innstrømning av grunnvann fra overflatenære sprekker i fjellbrønner unngås ved at det etableres et tilstrekkelig langt foringsrør som støpes fast flere meter ned i fjellet.

NY VANNFORVALTNINGSFORSKRIFT

EUs rammedirektiv for vann, med tilhørende datterdirektiv for grunnvann, er nylig gjort gjeldende i Norge gjennom en ny forskrift for vannforvaltning. Her stilles det krav om at vannressursene skal karakteriseres og overvåkes for å sikre en god økologisk status. NGU har i samarbeid med NVE drevet et landsomfattende overvåkningsnett for uberørte grunnvannsforkomster siden 1977, hvor grunnvannsnivå, temperatur og kvalitet overvåkes. Forholdene i Norge (og forøvrig i Sverige, Finland, Skottland, Irland og Østerrike) er vesentlig forskjellig fra andre land i EU både når det gjelder grunnvannsforkomster, befolkningstetthet og forurensningsbelastning. Det er i direktivet tatt høyde for at den praktiske gjennomføringen kan tilpasses naturforholdene i de enkelte land. Filosofien er at vassdrag, grunnvann og kystnært vann må sees i sammenheng og at de som bor oppstrøms løser problemene i samarbeid med de som bor nedstrøms uavhengig av administrative og nasjonale grenser. Direktivet gir en gylden anledning til å gjøre en felles europeisk dugnad for å sikre vannressursene for framtiden både av hensyn til naturen og våre etterkommere.

SLUTTORD

I Norge er vi velsignet med rikelig vann. Enkelttilfeller av parasitten *Giardia* i overflatevann aktualiserer grunnvann som en tryggere drikkevannskilde. Flere vannverk bør utrede mulighetene for å ha en reservevannforsyning basert på grunnvann i beredskap. Samtidig må også drikkevann fra private borebrønner i fjell bli analysert og behandlet i de tilfellene det er nødvendig. Vi har i stor grad utnyttet fossefallene til produksjon av elektrisitet. Nå er det tid for å se på det uutnyttede potensialet for oppvarming og kjøling ved hjelp av grunnvann. Eksport av mineralvann på flasker er allerede i gang fra Norge og lønnsom eksport av ferskvann i bulk er kanskje ikke så langt inn i framtida. Alle disse utfordringene krever forskning og en god forvaltning av kunnskap og data om grunnvann. Grunnvannslaget ved NGU håper å fortsatt kunne bidra med dette.

REFERANSER

- Banks, D., Frengstad, B., Skrede, A.K., Krog, J.R., Strand, T., Lind, B. & Siewers, U. 2000. Grunnvann—ikke bare vann. *Gråsteinen* 6. Norges geologiske undersøkelse, Trondheim. 58 s.
- Folkehelseinstituttet 2007. Vannverksregisteret Nøkkeltall for 2006. www.fhi.no.
- Gaut, S., Dagestad, A., Brattli, B. & Storrø, G. 2007. Factors influencing the microbiological quality of groundwater in Norwegian bedrock wells. I Krasny, J. & Sharp, J. (red.) *Groundwater in fractured rocks*. IAH Selected Papers Volume 9. Taylor & Francis.