

Grunnvannskvalitet. Problemer og tiltak

Av Bjørn Kihlstrøm.

Bjørn Kihlstrøm er overingeniør ved Folkehelsa.

Vannforsyning fra et grunnvannsanlegg kan være en meget heldig løsning, men iblant oppstår problemer, enten med vannkvaliteten eller ved selve vannleveringen eller brønnen. I GiN-veileder nr. 12 er en del av problemene omtalt, både med hensyn til vannkvalitet og vanskeligheter ved brønn, samtidig som mulige tiltak er anvist.

I GiN-prosjektet har man vurdert mulighetene for grunnvann, både i fjell og i løsmasser. Grunnvann i løsmasser vil i de fleste tilfeller gi en mikrobiologisk tilfredsstillende vannkvalitet med god sikkerhet. Grunnvannsanlegg i fjell kan innebære en mindre hygienisk sikkerhet fordi fjellsprekkene ofte går opp til markoverflaten hvor forurenset vann kan trenge ned. Naturlig nok er det de øvre sprekkesystemene som er mest utsatt for å føre forurenset vann. Derfor kan vannkvaliteten bedres ved å hindre at dette vannet trenger ned i brønnen. I GiN-veileder nr. 12 er prinsipielle løsninger for dette omtalt. Hvilken løsning som skal velges avhenger av de stedlige forhold og må drøftes med brønnborer eller hydrogeologisk sakkyndig. Ved grunnvannsanlegg med brønner i fjell er jern og mangan et problem som forekommer hyppigere enn ved brønner i løsmasser. Ved små anlegg fjernes disse stoffene ved filtrering gjennom «grønnsandfilter», men ved større anlegg finnes alternative løsninger. På liknende måte omtaler vei-

lederen mulige løsninger for en rekke problemer.

Noen praktiske erfaringer

Ovenstående omtale kan gi inntrykk av at grunnvann er ensbetydende med problemer, men det er langt fra tilfelle. Nedenfor gis noen eksempler på vannkvalitet fra anlegg med uttak fra løsmasser. Først noen kvaliteter med minimalt behov for vannbehandling, deretter noen eksempler hvor mer behandling har vært nødvendig. Mikrobiologisk var vannet tilfredsstillende ved disse anleggene og det er derfor bare de fysiske-kjemiske forhold som omtales.

For at vann som befinner seg i grunnen skal kunne betraktes som tjenelig grunnvann, må vannet ha vært igjennom en selvrensingsprosess, det vil si en prosess der patogene bakterier dør ut eller spises opp av andre mikroorganismer, samtidig som mikroorganismene også vegeterer på det organiske materialet i vannet. Derved omdannes det organiske materialet til karbondioksid og vann. Godt grunnvann har derfor lavt innhold av organisk materiale og lavt fargetall, men kan inneholde varierende mengde fri karbondioksid. Selvrensingen er en effekt av samspillet mellom filtrerings- og tidsfaktoren, men av hensyn til den hygieniske sik-

kerhet må oppholdstiden i bakken ikke bli for kort.

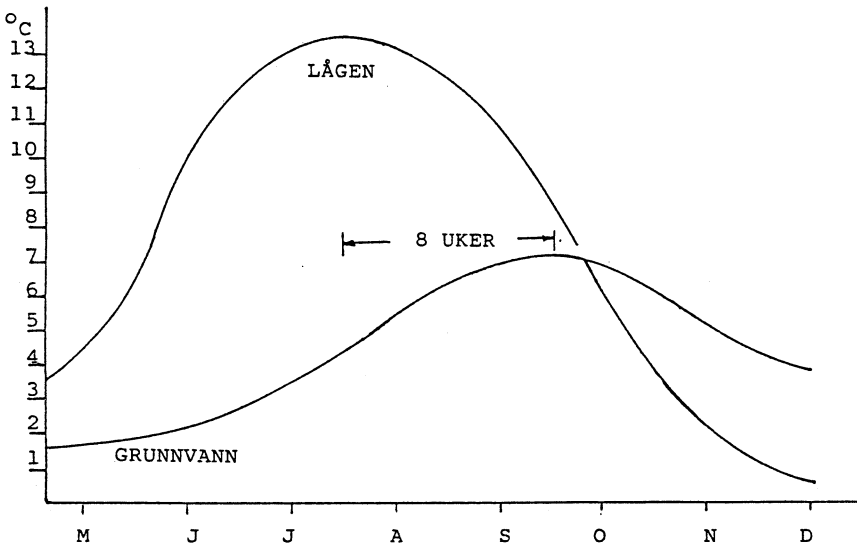
God grunnvannskvalitet

Det er vanskelig å komme inn på problemer ved grunnvann, uten først å gi noen eksempler på god grunnvannskvalitet. I tabell I er det satt sammen analysedata fra fire grunnvannsanlegg som alle er etablert på store løsmasseavsetninger i relativt kort avstand fra elv. Ved de tre første mates grunnvannsmagasinet i hovedsak ved infiltrasjon fra elv, men ved det fjerde eksempelet, Vinstra vannverk, kan feltet i større grad ansees å være selvmatende. Karakteristiske kvalitetstrekk ved disse anleggene er at vannet er klart, nesten fargeløst, har lav pH-verdi, lavt innhold av oppløste mineraler (herunder kalsium og magnesium) og lave verdier for jern og mangan. Bemerk vannets oksy-

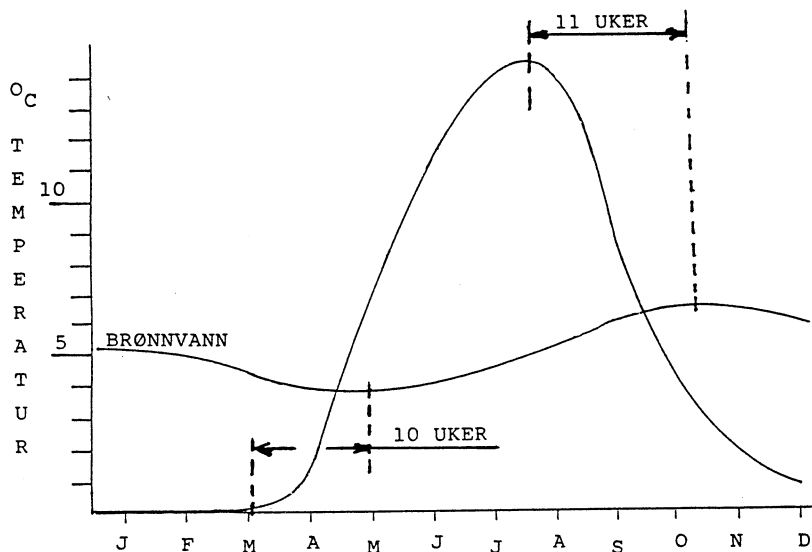
genmetning som er relativt tilfredsstillende.

I forhold til kvalitetsnormene for drikkevann er det i første rekke vannets pH-verdi som ikke er tilfredsstillende, men også alkaliteten og innholdet av kalsium er for lavt i forhold til betegnelsen «god vannkvalitet». Dersom vann med lav alkalitet blir tilsatt natronlut slik at pH-verdien blir 8,5, vil pH-verdien vanligvis synke relativt raskt ned mot nøytralt punktet. Dette skjer fordi vannet har en lavbufferkapasitet, dvs. et lavt innhold av bikarbonationer. Skal vannkvaliteten bli helt tilfredsstillende må vannets innhold av bikarbonat økes, f.eks. ved tilsetning av karbondioksid med etterfølgende filtrering gjennom marmorgranulat.

Ved Innbygda vannverk i Trysil har vannet lav alkalitet, men samtidig inneholder vannet 12 mg/l fri karbondioksid. Ved alkalisering vil den fri karbon-



Figur 1. *Temperaturer i Lågen og i grunnvannsbrønn under prøvepumping på Otta.*



Figur 2. Temperaturer i Glomma og i grunnvannsbrønn under prøvepumping på Elverum.

dioksid bli overført til bikarbonat som medfører at alkaliteten øker til ca. 0,6 mekv/l. Derfor får dette vannet en mer stabil pH-verdi etter alkalisering.

Ved Vinstra vannverk tas vannet fra et selvmatende felt og vannet har mer grunnvannskaraktér. Dette viser seg bl.a. ved et høyere innhold av kalsium, sulfat og karbondioksid. Dersom pH-verdien heves til ca. 8,0 med lut, vil man i dette tilfelle få en meget tilfredsstillende vannkvalitet i forhold til kvalitetsnormene.

Temperaturmålingene fra prøvepumpingen ved Otta og Elverum vannverk er sammenstilt i diagram som vist i fig. 1 og 2. Kurvene indikerer at vannet bruker 8–11 uker fra elv til brønn. Ved Vinstra vannverk er grunnvannsmagasinet selvmatende og temperaturen varierer fra 4,2–5,0 dvs. bare 0,8 C.

Grunnvann med små problemer

I tabell II er det satt sammen endel analyseresultater fra noen anlegg med forskjellige problemer. Ved Braskereidfoss vannverk utnyttes et grunnvannsmagasin som i hovedsak kan betraktes som selvmatende. Vannet har et relativt lavt innhold av mineralsalter og vannet er sterkt surt. Innholdet av fri karbondioksid er 48 mg/l som er meget høyt etter norske forhold. Vannet vil være meget korrosivt overfor metaller. Det er nærliggende å filtrere dette vannet gjennom marmor og således utnytte den tilstedeværende karbondioksid. Dette ville imidlertid øke vannets kalsiuminnhold med ca. 40 mg/l, og resultatet ville bli vann med hårdhetsproblemer. Om vannet istedet alkaliseres med natronlut unngår man hårdhetsproblemet, men vannet tilføres en ikke ube-

tydelig mengde natrium som er helsefaglig uheldig, og man introduserer en ikke ubetydelig ekstrakostnad. Behandlingen som bør tilrådes er å redusere innholdet av fri karbondioksid gjennom lufting til ca. 20 mg/l og deretter filtrere vannet gjennom marmor.

Løsmassene er oftest sammensatt av sure og lite vannløselige mineraler som påvirker vannkvaliteten minimalt. I enkelte områder har imidlertid løsmassene et større innslag av mineraler med høyt kalsiuminnhold. Dette er f.eks. tilfelle ved Dovre vannverk. Innholdet av kalsium er etter norske forhold meget høyt og vil føre til belegg i varmtvannsberedere o.l., samt et høyere forbruk av vaskemidler. For å redusere kalsiuminnholdet har vannverket montert et ionebytteranlegg, der kalsium byttes mot natrium. Ca. 50% av vannmengden passerer ionebytteranlegget og vannet føres på nettet med et kalsiuminnhold på ca. 30 mg/l. Ionebyttermassen regenereres med en løsning av natriumklorid (vanlig koksalt).

Grunnvannsanlegg med litt større problemer

De elementene som oftest skaper problemer ved grunnvannsanlegg er jern og mangan. Disse oppfører seg kjemisk svært likt og er derfor ofte, men ikke alltid tilstede samtidig. Jern og mangan finnes nesten alltid i løsmassene i rikelige mengder, men de løses bare i vann under reduserende tilstander, dvs. når forholdene er anaerobe og vannet oksygenfritt. Skal man fjerne jern og mangan fra vann må de overføres til et høyere oksidasjonstrinn, hvorved de felles ut som brun-svart slam som kan filteres bort. Ved små anlegg gjøres dette enklest ved filtrering

gjennom et grønsand-filter. Ved større vannverk doseres heller kjemiske oksidasjonsmidler, men oksidasjonen kan også skje med luft, dvs. med oksygen. Hvor raskt oksidasjonen med oksygen skjer påvirkes av flere forhold, i første rekke vannets pH-verdi, men også av katalytiske og mikrobiologiske prosesser.

Da Sunndal kommune satte ned en undersøkelsesbrønn på en løsmasseavsetning ved Driva merket man straks at det luktet hydrogensulfid av vannet. Dette var en klar indikasjon på anaerobe forhold i grunnen og man kunne forvente vann med høyt jern, og/eller manganinnhold. Analysene viste imidlertid at mangan ikke var tilstede i nevneverdige mengder, men jerninnholdet ville skape problemer. Utover dette var analyseresultatene tilfredsstillende, om man ser bort fra at vannet var relativt sterkt surt med en pH-verdi på 5,8. Det ble besluttet å satse på et anlegg etter den såkalte Vyredox metoden som innebærer at en viss andel av vannet oksygeneres og føres tilbake til grunnen gjennom et nett av returbrønner. Derved tilføres grunnvannet så mye oksygen at jern kan overføres til den uløselige formen som holdes tilbake i løsmassene.

Resultatet ble imidlertid ikke som forventet. Selv om jerninnholdet ble redusert var det likevel for mye igjen. For å forbedre resultatet ble flere returbrønner montert, uten at det gav løsning på problemet. Vannet hadde i utgangspunktet en lav pH-verdi, men det viste seg dessuten at pH-verdien sank ytterligere etter tilbakeføringen av oksygenert vann, helt ned til pH 4,5. Dette kunne være en sannsynlig årsak til vanskelighetene og vannet som ble pumpet ned i grunnen ble derfor alkali-

Tabell 1. *Eksempel på grunnvann uten særlige kvalitetsproblemer.*

		<i>Otta</i>	<i>Trysil</i>	<i>Elverum</i>	<i>Vinstra</i>
Turbiditet	FTU	0,3	0,3	0,3	0,2
Farge	mg Pt/l	<5	<5	<5	<5
Tot. DOC	mg C/L	0,4	0,5	0,5	0,2
Surhetsgrad	pH	6,5	6,4	5,8	6,7
Konduktivitet 25°C	mS/m	2,6	3,3	5,5	16,7
Kalsium	mg Ca/l	3,0	3,6	5,0	30
Magnesium	mg Mg/l	0,7	0,7	1,1	
Alkalitet	m.ekv./l	0,2	0,3	0,3	0,8
Jern	mg Fe/l	<0,02	<0,02	<0,02	<0,05
Mangan	mg Mn/l	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Nitrat	mg N/l	0,2	0,2	1,2	1,0
Sulfat	mg SO ₄ /l	3	2	6	20
Klorid	mg Cl/l	0,3	0,6	2,3	4
Oksygenmetning	%	75	50	60	75
Fri karbondioksid	mg CO ₂ /l	5	12	3	18
Temperatur min	°C	1,2		3,8	4,2
Temperatur max	°C	7,2		6,7	5,0

sert. Dette medførte at pH-verdien steg og innholdet av jern ble redusert, dog ikke tilstrekkelig til å gi tilfredsstillende vannkvalitet. Et annet fenomen som ble observert etter oksygeneringen var en guffen myrliknende lukt som viste seg vanskelig å fjerne.

Sunnal kommune bestemte seg til

sist for å avslutte forsøkene på å rense vannet og valgte istedet å få undersøkt grunnvannsmulighetene på en annen del av avsetningen nærmere elva.

Hvorfor Vyredox prosessen ikke gav et tilfredsstillende resultat på Sunndalsøra kan skyldes flere forhold, hvorav tre antas å være vesentlige.

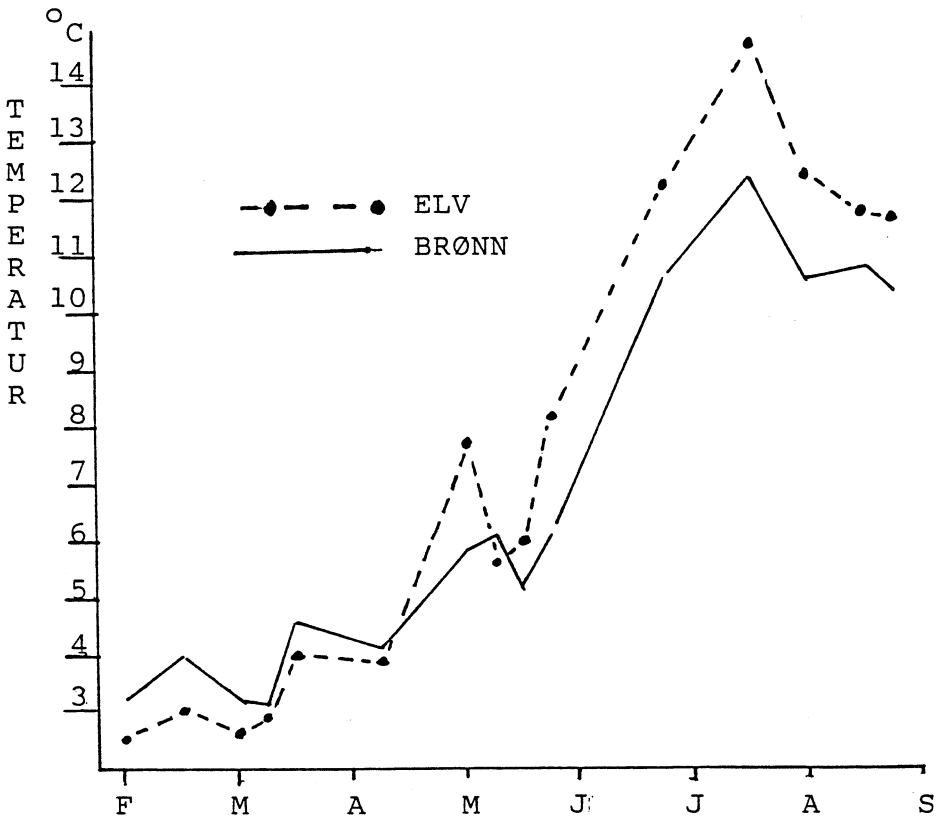
Tabell 2. Eksempel på grunnvann der en av kvalitetsparametrene kan skape problemer. (Nye Synndalsøra unntatt).

		Brasker- eidfoss	Dovre	Sunndalsøra	
				Gamle	Nye
Turbiditet	FTU		0,3	1,6	0,3
Farge	mg Pt/l	<5	<5	5	2,5
Tot. DOC	mg C/L		0,8	<0,5	<0,5
Surhetsgrad	pH	5,8	7,5	5,8-4,5	6,4
Konduktivitet 25°C	mS/m		39,0	15,0	4,4
Kalsium	mg Ca/l	8,2	60	10	4,0
Magnesium	mg Mg/l	3,4	6,0	1,6	0,7
Alkalitet	m.ekv./l	0,3	3,4	0,1-0,0	0,1
Jern	mg Fe/l		<0,02	0,6	<0,02
Mangan	mg Mn/l		<0,01	0,04	<0,01
Nitrat	mg N/l		0,4	0,2	0,1
Sulfat	mg SO ₄ /l	9	21	29	
Klorid	mg Cl/l	11	5	15	1
Oksygenmetning	%			(0)	
Fri karbondioksid	mg CO ₂ /l	48			
Temperatur min	°C				3,0
Temperatur max	°C				12,4

- a. Innhomogene forhold i avsetningen dvs. vekselvis åpne og tette masser) som gjorde det meget vanskelig å spre det oksygenerte vannet jevnt i massene.
- b. relativt store mengder organisk materiale i avsetningen (planteres-

- ter o.l. som brytes ned under oksygenforbruk).
- c. Grunnvannets lave pH-verdi.

De nye brønnene på Sunndalsøra ble anlagt relativt nær elva, og det viste seg under prøvepumpingen at for brønnen



Figur 3. *Temperatur i Driva og i ny grunnvannsbrønn under prøvepumping på Sunndalsøra.*

nærmest elva var det bare noen dagers transporttid fra elv til brønn. Resultatet av temperaturmålingene er gjengitt i fig. 3. Analysene viste forøvrig at vannet var av god fysisk-kjemisk kvalitet som angitt i tabell 2. Selv om resultatene viste en betydelig tilbakeholdelse av bakterier (i løpet av prøveperioden ble det 3 ganger påvist koliforme bakterier i størrelsesorden 1—6 pr. 100 ml), ble det funnet nødvendig å desinfisere vannet før det kunne leveres på nettet.

Slutning

Grunnvann fra løsmasser har ikke alltid en kvalitet som gjør et grunnvannsanlegg fordelaktig. Mange grunnvannsprosjekter er avsluttet etter forundersøkelser som har vist at problemer med vannkvaliteten måtte forventes. Inntil uheldige forhold eventuelt er dokumentert, bør erfaringene gi grunn til forventning om et godt resultat.