



**NGU**

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE



SKRIFTER 106



**GiN**

GRUNNVANN I NORGE

# Grunnvannskvalitet Problemer og tiltak

GIN-VEILEDER nr.: **12**



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 106 : GiN-VEILEDER NR. 12

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

Veileder nr. 12 tar for seg de vanligste kvalitetsproblemer i grunnvann. Deres ytringsformer blir beskrevet sammen med forekomst og årsak. Videre blir måleenheter, normalverdier og normer angitt og en vurdering av problemenes helse- og bruksmessige betydning. Tiltak mot problemene angis.

Målgruppe for veilederen er alle som anvender grunnvann. Dette gjelder brønneiere over hele landet og vannverkseiere som kommunale tekniske etater og private, samt kommunale helseetater og fylkenes miljøvernavdelinger. Konsulenter og andre som befatter seg med grunnvann kan ha utbytte av veilederen.

Særlig verdifulle synspunkter har vært gitt av Mona Weideborg og Eilen A. Vik, Aquateam a/s, på vannbehandlingsmetoder.

GiN veileder nr. 12

# **GRUNNVANNSS- KVALITET PROBLEMER OG TILTAK**

utarbeidet av:  
*Knut Ellingsen, NGU*

## INNHOILDSFORTEGNELSE

1. Innledning . . . . .	3
2. Hva er galt med vannet mitt? . . . . .	3
3. Allmene betraktninger og råd . . . . .	4
4. Jern og mangan . . . . .	8
5. Hardhet . . . . .	9
6. Surhet (pH) . . . . .	11
7. Karbondioksid gass . . . . .	12
8. Humus, brunfarge . . . . .	12
9. Salt . . . . .	13
10. Fluor . . . . .	16
11. Uklarhet, turbiditet . . . . .	17
12. Hydrogensulfid gass: Lukt av råtne egg . . . . .	18
13. Nitrat . . . . .	18
14. Radon, radioaktiv gass . . . . .	19
15. Bakterier og virus . . . . .	21
16. Lukt og smak . . . . .	22
17. Vannbehandlingsmetoder . . . . .	23
18. Kostnader . . . . .	27
19. Anbefaling om sakkyndige . . . . .	28
Appendix 1: Konsulenter og institusjoner	
Appendix 2: Leverandører av utstyr	
Appendix 3: Brønnborere	
Appendix 4: Laboratorier	

## 1 INNLEDNING

Kvaliteten av grunnvann fra borebrønner er avhengig av akviferen (grunnvannsgiveren) selv, brønnutformingen, kvaliteten av brønnarbeidene og drifts- og vedlikeholdsprosedyrer. Oftest har grunnvann fra borebrønner god kvalitet. Siden det etter hvert er blitt boret nærmere 100.000 dyprønner i fjell her i landet, og hundretalls rørbrønner i løsmasser, finnes det likevel et betydelig antall mennesker med brønner som har dårlig vannkvalitet. Veilederen er skrevet hovedsakelig for dem.

Dårlig vannkvalitet kan skyldes både menneskeskapt forurensning som bakterier og virus, nitrat mv., og naturlige forhold. Noen komponenter i vannet er av det gode, f.eks. fluor i passende mengde og trolig en viss hardhet. Andre komponenter er uønsket av bruksmessige årsaker som jern, mangan, humus mv. Atter andre er klart helsefarlige som radon, hydrogensulfid, fluor i for store mengder osv.

De viktigste kvalitetsulempene er tatt med, se innholdsfortegnelsen. Det forekommer også kvalitetsulemper som skyldes andre komponenter. Eksempel på slike er udefinert lukt og smak og en rekke organiske komponenter, men de blir ikke tatt opp her. Råd og vurderinger gjelder først og fremst forhold ved mindre vannforsyninger, men kan i betydelig utstrekning også anvendes ved større vannverk.

Det er ofte henvist til helsemyndighetenes normer for vannkvalitet. Disse er hentet fra Kvalitetsnormer for drikkevann, DRIKKEVANN G2, utgitt av Statens Institutt for Folkehelse i 1987. En nærmere gjennomgåelse av bl.a. vannbehandlingsmetoder er gitt i Vik og Kraft 1989: Vannforsyning i spredt bebyggelse, NTNf, Oslo. Den rikt illustrerte boken Vandforsyning, fra Grundfos International, Bjerringbro, Danmark 1988, gir et stort tilfang av informasjon om bl.a. grunnvann og vannkvalitet. Vurderinger av radon er innhentet fra Statens Institutt for Strålehygiene. Øvrige henvisninger er gjort i teksten.

## 2 HVA ER GALT MED VANNET MITT ?

Før en mer systematisk undersøkelse gjøres av et kvalitetsproblem i vannforsyningen, kan en grov orientering være hensiktsmessig. Denne listen tar utgangspunkt i noen fenomener som kan registreres av brukeren, og viser til de(t) sted(er) i teksten der det aktuelle problemet kan være systematisk behandlet. Mange problemer registreres ikke ved vannets bruk, men kan være alvorlige likevel, eks. radon, nitrat og bakterier og virus som ikke røpes ved lukt eller smak. Uansett: Les neste kapittel før avgjørende initiativ tas!

**Grått / hvitt belegg f.eks. i kjeler:** Se Hardhet kap. 5.

**Utfelling i vasken ved bruk av såpe:** Se hardhet kap 5.

**Igjengroing av varmeelement:** Se Hardhet kap. 5.

**Hinne på vannet i tekoppen:** Se Hardhet kap. 5, Jern og mangan kap. 4.

**Mørkt slam:** Se Jern og mangan kap. 4, Uklarhet kap. 11, eventuelt Bakterier og virus kap. 15.

**Tæring på metall, grønt fra kopperledninger og brunt i vasken fra jernledninger:** Se Surhet kap. 6, Karbondioksid kap. 7, Salt kap. 9.

**Brunfarget vann:** Se Jern og mangan kap. 4, Humus kap. 8.

**Fremtredende lukt eller smak:** Se Lukt og smak kap. 16, Hydrogensulfid kap. 12, Bakterier og virus kap. 15, Humus kap 8, Jern og mangan kap. 4, Salt kap. 9.

**Misfarging av tenner, tannlegen har antydnet fluor som årsak:** Se Fluor kap. 10.

**Grums / uklarhet / blakket vann:** Se Uklarhet kap. 11.

**Diaré:** Se bakterier og virus kap. 15.

### 3 ALLMENE BETRAKTNINGER OG RÅD

En borebrønn til vannforsyning bør ha en tilfredsstillende lokalisering i forhold til forurensningskilder (kfr. GiN-veileder nr.7). Den bør være sikret mot tilsig av overflatevann eller overflatenært grunnvann, og forsynt med et passende teknisk apparat for transport og lagring av vann.

Før en brønn tas i bruk bør vannkvaliteten undersøkes. Det innebærer at korrekt tatte prøver analyseres både fysisk-kjemisk og bakteriologisk. Prøvetakingen må gjøres korrekt for at analyseresultatet skal bli troverdig. Næringsmiddeltilsynet, helsemyndighetene eller andre som har fått spesiell opplæring, bør ta prøvene.

Viser det seg at vannkvaliteten ikke er som den skal, må problemet identifiseres. Dette gjøres gjennom

1. *Befaring/undersøkelse i marken. Sakkyndig kan evt. tilkalles.*
2. *Fornuftig prøvetaking.*
3. *Analyse ved kvalifisert laboratorium.*
4. *Tolkning av analyseresultater.*
5. *Anbefaling av tiltak og videre framgangsmåte.*

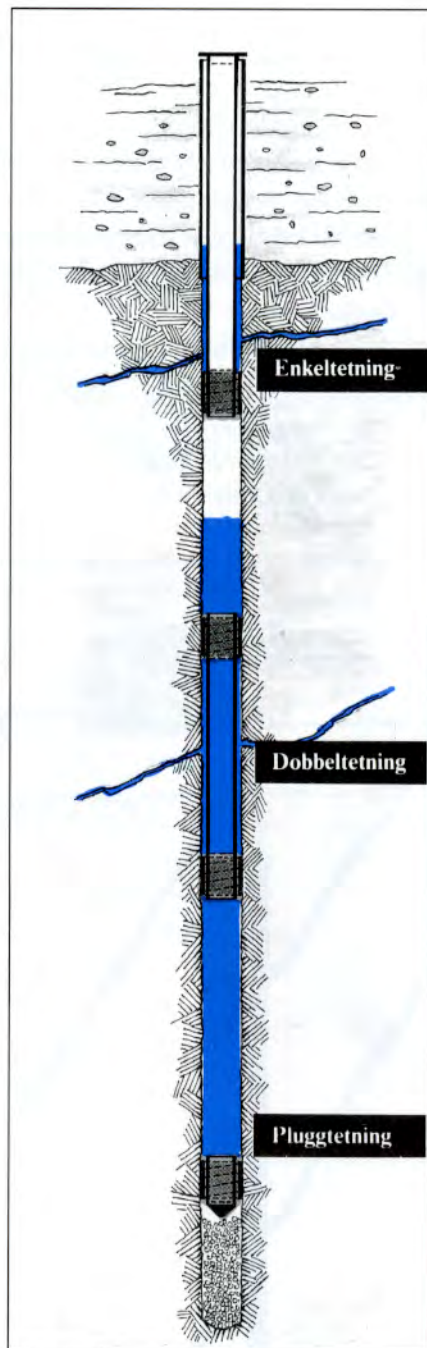
En sakkyndig vil kunne rådgi om hvordan prøvetaking gjøres best. I visse tilfelle kan det bli aktuelt med et prøve-program for å kunne avdekke problemet. Se liste over sakkyndige i appendix 1. Det advares mot useriøse "forstå-seg-på'ere", selgere og leverandører av utstyr som gir seg ut for å mestre mer enn de kan stå inne for.

Under de enkelte problemkomponentene (kapittel 4 - 16) er det angitt hvordan problemet ytrer seg for brukeren, hva vi normalt forbinder med problemet, måleenheter, normalverdier og kvalitetsnormer. Videre er det litt stoff om helse- og bruksrelasjoner for vannet og anbefalinger om tiltak. Tiltakene kan være av fem typer:

- Tekniske tiltak i brønn/akvifer
- Brønnaktivitet
- Vannbehandling
- Driftsopplegg
- Ny brønn

Når tekniske tiltak er aktuelt, må nærmere undersøkelser gjøres. Også dersom problemet er radon eller annen "umerkelig" komponent i vannet, vil spesielle undersøkelser måtte gjøres. Se appendix 4, laboratorier.

Ved valg av tiltakstype bør en huske at tekniske tiltak i brønn/akvifer og boring av ny brønn innebærer betydelig sjansespill, dessuten ofte betydelige kostnader. Likevel vil det være å foretrekke såsant mulig, at brønnen kan levere godt vann direkte uten vannbehandling, som jo innebærer merkostnad og krav til kontinuerlig drift av et anlegg. Muligheten for å lykkes med tiltak er betydelig avhengig av at brønnborer har nedtegnet alle sine arbeider, geologi og brønnutforming, under boringens gang. Ved alle tiltakstypene bør fortrinnsvis sakkyndig trekkes inn, se kapittel 19.



**Figur 1.**

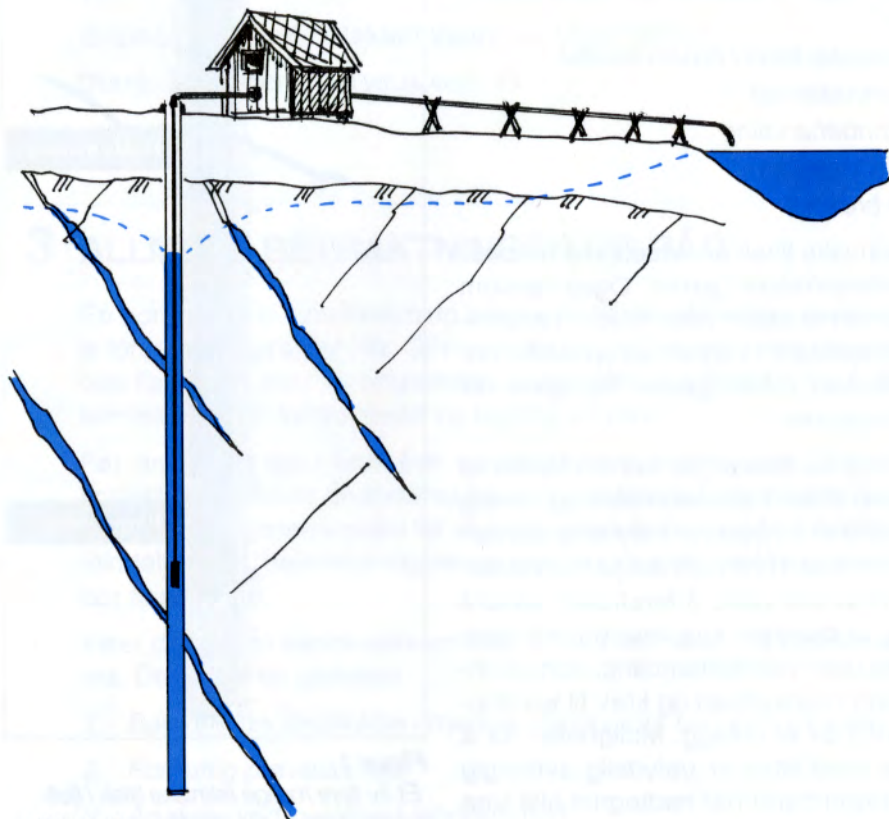
*Et av flere mulige tekniske tiltak i fjellbrønn: Tetting av sprekker som fører uønsket vannkvalitet med rør og ekspanderende stoff som tetter (gjengitt med tillatelse fra Nordenfjeldske Brønn- og Spesialboring a/s).*

Tekniske tiltak i brønn/akvifer kan omfatte en rekke enkelt-tiltak, bl.a.

- Gjentetting av deler av brønnprofilet, i fjell bl.a. mellom foringsrør og fast fjell. Gjenstøping og ny oppboring i fjell, bruk av brønnrør (fig.1), stenge nedre del med sand/ bentonitt pellets. I løsmasser: "Blinding" av filter.
- Trykking av fjellbrønn, dvs. stenge brønnen med "mansjett" og utsette den for høyt trykk. Dette kan åpne sprekker og øke kapasiteten.
- Sprenging i fjellbrønn. Dette kan lage nye sprekker til nærliggende sprekkeakviferer.
- Tiltak i akviferen for å holde tilbake uønskede komponenter i vannet.

Brønnaktivitet vil kunne omfatte bl.a.

- langvarig pumping (fig.2)
- desinfeksjon av brønn
- stempelagitasjon
- mansjettpumping
- flytting av pumpeinntak opp eller ned.



**Figur 2.**

Pumping av brønn kan ha mange formål; renpumping, kapasitetstest, kvalitetsundersøkelse, alminnelig forsyning osv. Justering av pumpekapasitet, senkningstraktens form og variasjon kan ofte være viktig for vannkvaliteten i brønn.



Driftsopplegg kan omfatte bl.a. styring av pumpingen for å

- øke eller minske senkningstrakten
- få mindre variasjon i senkningen
- regulere strømmingen i akviferen

Anbefalinger om tiltakstyper gitt i det følgende er oppsummert i tabell 1. Aktuelle vannbehandlingstiltak framgår av kapittel 17 og tabell 2. I visse tilfelle kan det være gunstig å blande overflatevann og grunnvann.

Litt om kostnader ved de ulike tiltakstyper er gitt i kapittel 18, og en oversikt over ulike sakkyndige i kapittel 19. Angående forurensningstilførsler til brønn og beskyttelse vises det til GiN veileder nr. 7 (se bakre omslag) og SIFFs veileder DRIKKEVANN A3, Beskyttelse av grunnvannskilder, fra 1987.

TABELL 1

Tilråding om tiltak ved kvalitetsproblemer i grunnvannsbrønner.

PROBLEM	TILTAKSTYPE				
	Tekniske tiltak i brønn/akvifer	Brønnaktivitet	Vannbehandling	Driftsopplegg	Boring av ny brønn
Humus (brunfarge)	P	-	*	-	*
Uklarhet (turbiditet)	P	*	*	-	*
Bakterier/virus	P	-	*	-	*
Lukt og smak	P	*	*	-	*
Jern og mangan	*	P	*	*	*
Hardhet	-	*	P	-	-
Surhet	-	-	P	-	-
Karbondioksid	-	-	P	-	*
Hydrogensulfid	*	-	P	-	*
Radon	*	-	P	-	*
Nitrat	*	*	P	-	*
Salt	*	*	*	*	P
Fluor	*	-	*	-	P

P = prøves først / fortrinnsvis

\* = mulig metode

- = tilrådes ikke

## 4 JERN OG MANGAN

### Kjennetegn

For mye jern ytrer seg ved brune utfellinger (rust) i vannet som danner slam når det synker til bunns. Ikke alt brunt stoff i grunnvann må være jern, også myrvann med humus kan gi slikt slam der en grunn sprekk kortslutter brønnen mot en myr. Jern forekommer ofte sammen med mangan. Mangan gir mørkere utfellinger enn jern. Slike "jernaktige" belegg kan ofte ha bakterielle komponenter, se GiN veileder nr. 13.

### Forekomst og årsak

En grunnleggende årsak til jern og mangan er mangel på oksygen i vannet. Når dette inntreffer vil vannet løse ut metall(ene) fra mineraler i grunnen og holde det oppløst helt til oksygen igjen tilføres, f.eks. når vann tappes. Da felles de ut igjen som brune / svarte "fnokker" av hydroksid.

Jern er den hyppigst rapporterte kvalitetsulempen i grunnvann og forekommer både i fjell- og løsmassebrønner. Det er helt lokale geologiske forhold som avgjør om jern opptrer. Det synes ikke å være mer av det i visse deler av landet enn andre. Men det kan være større sjanse for jern i fjellbrønner anlagt på store flater, f.eks. lave øyer m.v. der sirkulasjonen av vannet i grunnen er særlig liten. Det er mye vi ikke vet om hvor og hvorfor jern og mangan vil kunne forekomme i brønner, og det er vanskelig å forutsi om en brønn vil få problemer med disse metallene eller ei.

### Måleenheter, normalverdier og normer

Jern måles i milligram pr. liter (mg/L) jern (kjemisk tegn Fe). Normalverdier foreligger ikke. I godt drikkevann foreskriver normene mindre enn 0,1 mg/L Fe, akseptabel kvalitet går opp til 0,2 mg/L Fe. Etter jernreduksjonsanlegg bør vannet ha mindre enn 0,05 mg/L Fe dersom anlegget går godt. Mangan måles i mg/L Mn. Normalverdier ligger under 0,1 mg/L Mn i norsk grunnvann. Normen krever mindre enn 0,05 mg/L Mn i vann med god kvalitet, 0,1 mg/L Mn er akseptabelt.

### Helse og bruk

Jern og mangan anses ikke å ha negativ helsemessig betydning. Kvalitetsnormen er ikke satt av helsemessige grunner. Det er de bruksmessige egenskapene ved vannet som har vært bestemmende: Brun og sort farge på hvitvask og utfellinger i glasset er uønsket, dessuten igjengroing av ledninger pga. jern/manganutfellinger. Høyere innhold enn 0,15 mg/L Mn kan gi smak på vannet. Det må ventes at mangan felles ut og danner slam ved høyere innhold enn 0,05 mg/L Mn.

## Tiltak

*Jern og mangan:* Det finnes eksempler på at jern og mangan i dypbrønner både i fjell og løsmasser er blitt redusert tilfredsstillende etter langvarig pumping. Oftest skjer imidlertid det motsatte, det øker. Generelt bør nivåsvingninger i brønnen reduseres mest mulig, nivåbryter kan anvendes. Brønnaktivitet bør likevel prøves først fordi det vil være billigst og best dersom det lykkes. Etter en måneds pumping på normal kapasitet med jevnlig analyse på jern vil en se om innholdet er gått ned. Sakkyndig bør trekkes inn i vurderingen. I større løsmassebrønner vil tiltak i akviferen kunne løse problemet. Ellers er vannbehandling mulig med ulike metoder, noen av dem er driftskrevende. Mangan er generelt vanskeligere å fjerne enn jern. Der jern/mangan skyldes tilsig fra myr, kan ofte ny brønn løse problemet. Forøvrig er ny brønn ofte et sjansespill.

## 5 HARDHET

### Kjennetegn

Hardhet skyldes hovedsakelig innhold av kalsium og magnesium i vannet. Hardhet merkes under vannets bruk ved at normale såper i Norge skummer dårlig og legger "ringer" av utfelt stoff i vasken, og at såpen vaskes lett av hendene. Utfelling av kalk på veggene i kokekar er også et tydelig tegn på at vannet er hardt. Det største problemet med hardt vann er at varmeelementer i varmtvannbeholdere og vaskemaskiner ofte gror igjen av utfelt kalk.

### Forekomst og årsak

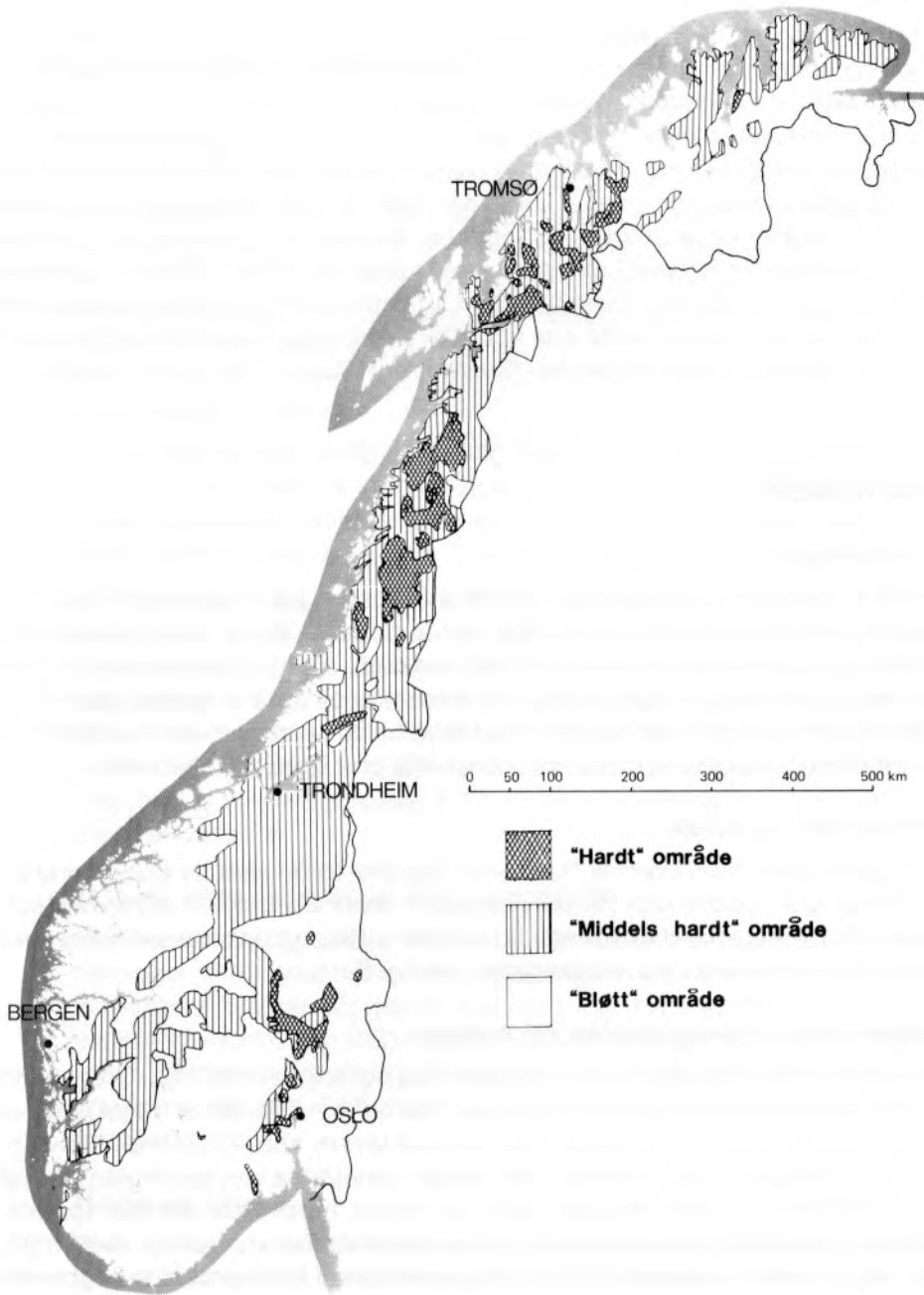
I Norge er hardheten normalt "karbonat"-hardhet forårsaket av oppløsning av karbonat-kalk. Grunnvann fra fjell i Norge er oftast såvidt hardt at nevnte tegn vises. Men særlig hardt vil vannet bli i kalkbergarter, og i løsmassebrønner der løsmassene stammer fra kalkbergarter, se fig. 3.

### Måleenheter, normalverdier og normer

Hardhet måles i milligram pr. liter kalsium (Ca) og magnesium (Mg). Grunnvann fra løsmassebrønner utenom de spesielt "harde" områdene har oftast hardhet lavere enn 20 mg/L, fjellbrønner har normalt lavere enn 40-50 mg/L Ca+Mg. Dette er "middels" hardt i Norge. I de "harde" områdene kan hardheten gå opp i 60-100 mg/L, endog høyere, som er meget hardt etter norske forhold. Normene angir at god vannkvalitet bør ha kalsiuminnhold i området 15-25 mg/L og magnesium mindre enn 10. Tilråding av en såvidt høy hardhet er begrunnet vesentlig i behovet for å redusere korrosjon.

### Helse og bruk

Hardhet i drikkevann er assosiert med lavere dødelighet av hjerte-kar sykdommer i bl.a. England. Effekten er liten og ikke påvist i Norge. Noe hardhet, f.eks.



**Figur 3.**

Områder med geologi som forårsaker særlig hardt grunnvann (fra SIFF-VANN rapport 60, 1987).

opp til 20 mg/L Ca+Mg gir vannet gode bruksmessige egenskaper for enkeltmennesket (vask). Høyere hardhet vil kunne oppfattes som ulempe pga. utfellinger, avhengig av vannkvaliteten forøvrig og av brukerens toleranse.

### Tiltak

*Hardhet:* Hardhet er oftest regionalt utbredt. Skifte av brønn anbefales derfor ikke, heller ikke tiltak i brønn eller akvifer. I visse tilfelle kan vedvarende sterk pumping senke hardheten. Vannbehandling er oftest eneste løsning. For mindre anlegg anbefales ionebytting eller hvis moderat hardhet, omvendt osmose. Disse finnes i mange varianter, bl.a. som kranfilter i eller på kjøkkenbenk med liten kapasitet som dekker kun drikkevannsbehovet (ca 25 L/d).

## 6 SURHET (pH)

### Kjennetegn

Surt vann angriper bl.a. metall og vil forårsake korrosjon av bl.a. rør og rørdeler i drikkevannsanlegg.

### Forekomst og årsak

Grunnvann fra løsmasser er oftest surt utenom de "harde" områdene i fig. 3. Fordi hardheten er karbonathardhet, vil hardt vann være alkalisk, ikke surt i Norge. Vannet i fjellbrønner er oftest ikke surt, gjerne noe alkalisk over hele landet.

### Måleenheter, normalverdier og normer

Surhet angis i pH mellom 0 og 14 der 7 er normalpunktet og surheten øker med synkende pH. Økende pH-verdi over 7 angir at vannet blir tiltagende alkalisk. Grunnvann i større løsmassebrønner utenom de "harde" områdene i fig. 3 vil normalt ha pH 5,5-7. I de "harde" områdene vil normalverdier ligge over 7 både for løsmasse- og fjellbrønner. Normene angir at godt vann bør ha pH 7,5-8,5, akseptabel verdi er pH 6,5-9.

### Helse og bruk

Det anses ikke helsebetenkelig å drikke surt vann. Eventuelle oppløste stoffer fra rørdeler og armatur (bly, kadmium) vil i spesielle tilfelle kunne representere en helsebetenkelighet ved langvarig inntak. Bruksmessige problemer omfatter først og fremst korrosjon, korrosivt vann er oftest surt og bløtt. Korrosjon henger sammen med surhet, kalsium, karbonat og alkalitet i vannet. Se mer om dette i heftet Innvendig korrosjon av vannledninger, av E.A. Vik og D. Hongve, NTNF 1988.

### **Tiltak**

*Surhet:* Surhet er som hardhet oftest regionalt utbredt, så tiltak i brønn og akvifer, brønnaktivitet eller ny brønn vil neppe løse problemet. Vannbehandling (alkalisering/ herding) anses å være eneste løsning.

## **7 KARBONDIOKSID GASS**

### **Kjennetegn**

Karbondioksid (CO<sub>2</sub>) merkes ikke ved vannets vanlige bruk. Hvis vannet er surt, kan dette være forårsaket av CO<sub>2</sub>. Spesialanalyse må til for å kvantifisere den.

### **Forekomst og årsak**

På vei ned til akviferen vil overflatevannet forbruke oksygen ved oksidering av organisk materiale under dannelse av CO<sub>2</sub>. Forøvrig vil kalkholdig grunnvann omdanne bikarbonat til CO<sub>2</sub> bl.a. under oppvarming. Nesten alt grunnvann inneholder noe CO<sub>2</sub>. Karbondioksidinnholdet er oftest karakteristisk for bergarten og/eller den geologiske provinsen den forekommer i.

### **Måleenheter, normalverdier og normer**

Karbondioksid måles vanligvis i mg/L CO<sub>2</sub>. Normalverdier finnes ikke i Norge, heller ikke er det angitt noen norm.

### **Helse og bruk**

CO<sub>2</sub> er ufarlig i drikkevann, men har korroderende effekt på metaller.

### **Tiltak**

*Karbondioksid:* Vannbehandling (lufting) anbefales når det sees i sammenheng med eventuell avherding. Forøvrig anbefales sakkyndig bistand i alle saker angående kalk-CO<sub>2</sub>-bikarbonat-herding, fordi forholdene her er kjemisk kompliserte, og resultatene ofte ellers kan bli annerledes enn forventet. Tekniske tiltak i brønn/akvifer og brønnaktivitet anbefales ikke, i de fleste tilfelle heller ikke boring av ny brønn.

## **8 HUMUS, BRUNFARGE**

### **Kjennetegn**

Brunfarge på vannet som ikke forsvinner når vannet står stille i lengre tid, er oftest forårsaket av humus.

## Forekomst og årsak

Grunnvann er normalt fritt for humus, så årsaken må søkes i tilførsel av overflatevann, f.eks. fra myr, i de øvre deler av borehullet. Selv om humusinnholdet er lite, indikerer det således at uønsket tilførsel til borehullet skjer. En del brønner i fjell er rapportert plaget av slik brunfarge. Humusholdig vann er ofte et problem i vann fra grunne brønner i myrområder.

## Måleenheter, normalverdier og normer

Humus måles som fargetall. Normalverdier finnes ikke, men normene krever fargetall <15 i godt drikkevann, og <25 for akseptabel kvalitet.

## Helse og bruk

Humus anses ikke for å ha negative helseeffekter i moderate mengder, men det er uapetittelig og et estetisk problem. Humus vil også danne klororganiske stoffer sammen med klor. Slike kan være helsebetenkelige når de drikkes i større mengder over lengre tid. Humus kan også forårsake dårlig lukt og smak.

## Tiltak

*Humus:* Tekniske tiltak i brønn/akvifer anbefales, der de øverste 10-20 meter støpes igjen og bores opp på ny, evt. tettes med innsatsrør av plast. I visse tilfelle kan det være nok å forlenge topprøret et stykke ned i fjell, endog bare støpe det fast. Nærmere analyse må gjøres av sakkyndig før dette kan fastslås. Vannbehandling for lave humusinnhold kan gjøres med f.eks. ionebytting. For større vannforsyninger er det komplisert (koagulering, felling, filtrering), men kan også gjennomføres med omvendt osmose. Boring av ny brønn kan gjøres etter nøye anvisning av sakkyndig.

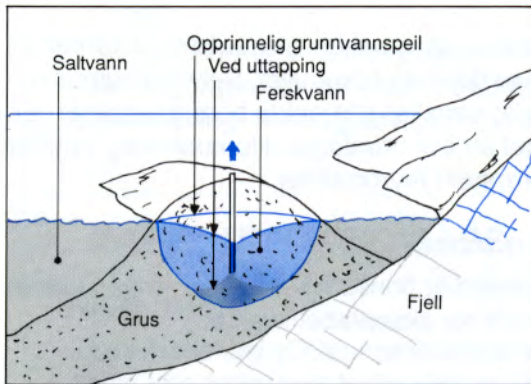
# 9 SALT

## Kjennetegn

Salt kan smakes i vann selv etter fortykning ned til omlag 1% av innholdet i sjøvann. Selv svak saltsmak på vannet er uønsket i vannforsyningen, men noe salt kan være ønskelig f.eks. i fiskeoppdrettsanlegg.

## Forekomst og årsak

Salt grunnvann kan påtreffes langs kysten ved direkte påvirkning av sjøvann. Det advares mot å pumpe for sterkt dersom en vil unngå saltvann i brønner under havnivå, kfr. fig. 4: Ferskvann "flyter" på saltvann nede i grunnen i kystområder pga. mindre egenvekt. Videre kan "fossilt" salt grunnvann påtreffes inne i landet under den "marine grense" (MG) dvs. høyeste posisjon av havet etter siste istid, se fig. 5. Dette vannet er fanget fra havet og oppbevart siden istiden. To forekomstmåter anses mulige: Lommer med salt grunnvann, og sig av salt vann fra marine leirer.



**Figur 4.**

*Saltvann - ferskvann balanse i kystområder. Det framgår bl.a. at for sterk pumping kan gi salt vann. (Etter Vik og Kraft 1989: Vannforsyning i spredt bebyggelse, NTNf, Oslo).*

## Måleenheter, normalverdier og normer

Saltinnholdet måles i milligram pr. liter klorid (Cl), med tilhørende natrium (Na, - natriumklorid = koksalt). Det gir liten mening å angi normalverdier for salt i brønner under marin grense. Over marin grense er det unormalt med kloridverdier over 20 mg/L Cl. Normene angir godt vann til mindre enn 100, akseptabelt vann mindre enn 200 mg/L Cl. Et omvendt osmoseanlegg for sjøvann bør gi mindre enn 200 mg/L Cl i renvannet.

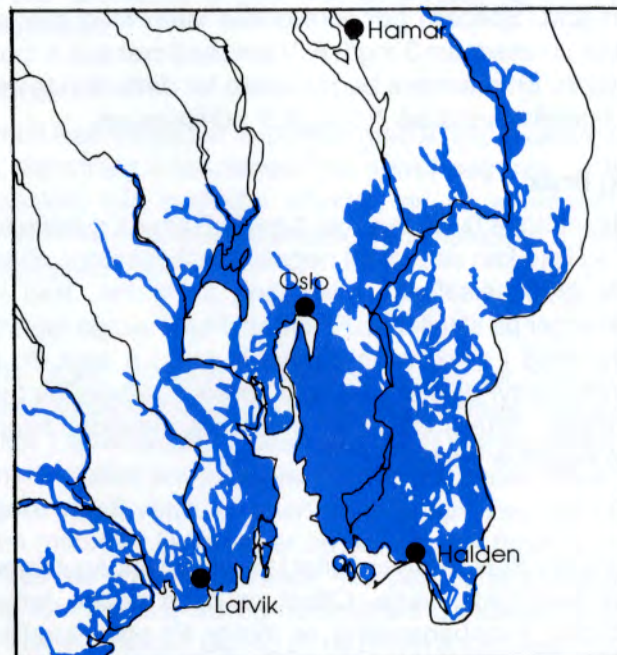
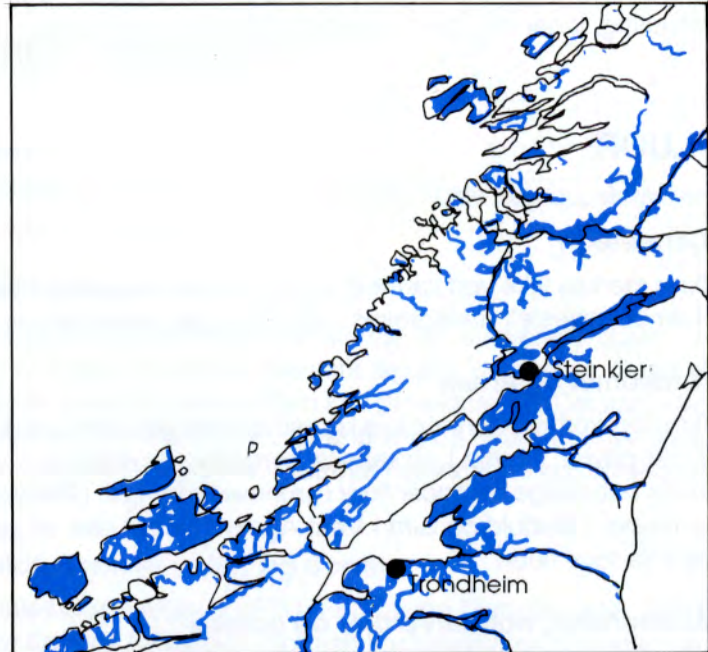
## Helse og bruk

Forhøyet saltinnhold under smaksgrensen (omlag 350 mg/L Cl) anses ikke å ha negativ helsemessig effekt unntatt for personer med høyt blodtrykk. Fordi Na øker blodtrykket vil personer på diett kunne ha begrensninger i Na-inntaket til 100, evtl. bare 20 mg Na pr. dag fra drikkevann. Forøvrig vil salt korrodere metall og ligge igjen som en matt hinne etter at vannet er fordampet fra flater det anvendes på. Høyt saltinnhold virker sterkt korroderende på metall.

## Tiltak

*Salt:* Dersom utpumpet vann er gått over fra å være ferskt til å bli salt først etter en tid, er for sterk pumping en sannsynlig årsak til problemene. Driftsopplegget bør da gjennomgås og eventuelt justeres. Brønn i kystakvifer som er blitt salt ved overpumping, er meget tidkrevende, om overhode mulig, å restaurere. Pumpingen bør da reduseres eller helt opphøre i lengre tid til brønnen har "tatt seg opp igjen". Der salt vann trenger inn i definerte sprekker i fjellbrønner, og ferskt vann i andre, kan stenging av de aktuelle sprekkeprøves. For brønner over havnivå, men under MG kan vedvarende pumping kanskje lykkes dersom kilden er "lomme" med salt vann. Er kilden sig fra leirer, vil neppe vedvarende pumping nytte. Vannbehandling kan anvendes, f.eks. i form av små omvendt





**Figur 5.**

Områder under den marine grense (MG) i Oslo- og Trondheimsfjord-området. Øvrige områder i Norge under MG er såvidt små at de ikke vil tre markert fram på et kart i denne målestokken.

osmose-anlegg. Større anlegg blir gjerne kostbare. Oftest vil ny brønn utenfor saltvannsfare være beste løsning. Der salt skyldes forurensning fra kloakk, veisaltning, lager mv. bør forurensningskilden elimineres.

## 10 FLUOR

### Kjennetegn

Fluor merkes ikke ved vannets bruk. Analyse av vannet må til for å påvise det. Fluor bør spesielt undersøkes i områder der nivået ikke er kjent fra før.

### Forekomst og årsak

Fluor forekommer fortrinnsvis i borebrønner i fjell, men også i løsmassebrønner er det påvist. Særlig i vulkanske bergarter og granitter i visse strøk kan det finnes betydelige mengder fluor i grunnvann fra fjell. I Ramnes i Vestfold, Borge og Hvaler i Østfold og Sira i Vest-Agder finnes f.eks. et større antall brønner med for mye fluor.

### Måleenheter, normalverdier og normer

Fluorinnhold måles i milligram F pr. liter. Normalt er det mindre enn 0,5 mg/L F i grunnvann. Spebarn bør ikke drikke vann med mer enn 1,5 mg/L F og førskolebarn maksimum 3 mg/L F. Vann med mer enn 4 mg/L F bør ikke nyttes til drikkevann. En nærmere begrunnelse for dette finnes i normene. Normene angir en maksimalverdi på 1,5 mg/L F i drikkevann.

### Helse og bruk

Passende mengde fluor, dvs. ca. 1 mg/L F anses gunstig fordi det forebygger tannrøte og ikke kan sees å ha negative helseeffekter. Større mengder anses i stigende grad helsefarlig; misfarging av tenner. Ved store mengder fås skadevirkninger på skjellettet: Fluorose. Fluorholdige tabletter mv. bør unngås ved fluorinnhold i drikkevannet høyere enn 1,5 mg/L F. De store mengder væske som husdyr drikker gjør dem spesielt sårbare for forhøyet fluorinnhold i drikkevannet. Bruksmessig vil moderate mengder fluor i vannet ikke ha merkbare negative virkninger.

### Tiltak

*Fluor:* Tekniske tiltak i brønn/akvifer i fjellbrønn angår utestengning av sprekker som fører fluorholdig vann. Oftest er dette neppe farbar vei, heller ikke brønnaktivitet. Vannbehandling er mulig. Et eget fluorfilter (adsorpsjon på aluminiumoksid) kan f.eks. monteres med egen kran for drikkevann og til tannpuss. Boring av ny brønn utenom fluorsonen er normalt beste løsning.

## 11 UKLARHET (TURBIDITET)

### Kjennetegn

Uklarhet skyldes partikler så små at de kan holde seg oppslemmet i vannet i lengre tid, opp til flere dager.

### Forekomst og årsak

Fenomenet skyldes fortrinnsvis forekomst av sveveleire (f.eks. svelleire) i sprekkesoner i fjell, eller f.eks. breslam lagret i løsmasser. Også vanlig leire trukket med av grunnvannstrømmen kan gi fenomenet. Det kan videre oppstå i forbindelse med tunnelarbeider, sprengning og hydraulisk trykking, men har da oftest en midlertidig karakter. Uklarhet i grunnvann kan forekomme overalt i landet.

### Måleenheter, normalverdier og normer

Uklarhet måles som turbiditet i FTU (Formazine Turbidity Unit), NTU eller JTU som alle har samme tallverdier. Normalt har grunnvann turbiditet på 0,01 - 0,3 FTU. Normene foreskriver at godt drikkevann skal ha mindre enn 0,5 FTU, 1 FTU er akseptabelt.

### Helse og bruk

Det er normalt ikke helsefare forbundet med å drikke uklart vann dersom ikke uklarheten stammer fra forurensninger som i seg selv er helsefarlige. Men partikkelinnholdet kan nedsette effekten av en eventuell desinfeksjon av vannet. Bruksmessig har partikkelholdig vann estetiske og tekniske sider som kan være lite ønskelige.

### Tiltak

*Uklarhet:* Ny brønn pumpes gjerne noen dager for bl.a. å bli kvitt vannets uklarhet som skyldes boringen. Uklarhet som vedvarer over lengre tid har oftest andre årsaker. Det finnes flere eksempler på at brønnaktivitet har lyktes. Jevn pumping med relativt lav pumpekapasitet anbefales. Men oftest vil denne metoden gjøre vondt verre. Utestengning av sprekker som fører turbid vann kan være en metode i fjellbrønner og bør prøves først der. Vannbehandling kan bli omfattende og driftskrevende hvis partiklene er finkornete nok. Membranfiltrering kan prøves. Vanlig hurtigfiltrering i sandfilter kan anvendes for filtrering av større partikler. Boring av ny brønn anbefales, men med sakkyndig bistand.

## 12 HYDROGENSULFID / LUKT AV RÅTNE EGG

### Kjennetegn

Hydrogensulfid  $H_2S$  er en gass som gir seg til kjenne ved en stikkende lukt som minner om råtne egg.

### Forekomst og årsak

$H_2S$  i grunnvann fra fjell assosieres med bergarter som har mye organisk materiale, som f.eks. alunskifer. Her vil oksygen være brukt opp under nedbrytningen av organisk materiale, og  $H_2S$  dannes. I løsmasser vil  $H_2S$  kunne opptre der det er samlet rester av alunskifer og/eller det foreligger andre årsaker til sterkt kjemisk reduserende forhold.

### Måleenheter, normalverdier og normer

$H_2S$  konstateres ved lukten som angis ved styrken. Normalverdier foreligger ikke, heller ikke normer. Men helsemyndighetene krever bl.a. at drikkevann skal være uten fremtredende lukt.

### Helse og bruk

$H_2S$  er giftig, og lukten ubehagelig. De mengder som kan være aktuelle fra drikkevann luktes tydelig allerede før helsefare ved kortvarig konsum oppstår. En bør imidlertid være på vakt overfor eventuelle små mengder over lengre tid.  $H_2S$ -holdig vann er uanvendelig til de fleste formål.

### Tiltak

*Hydrogensulfid:* Vannbehandling (lufting) er normalt en kurrant metode eller bruk av grønnsandfilter med  $KMnO_4$ . Lufting kan enklest gjøres direkte i borehullet ved hjelp av en liten kompressor, dersom det ikke er jern/mangan til stede. Der hydrogensulfid opptrer øker problemet erfaringsmessig med brønndypet. Det er således sjelden noe å oppnå ved tekniske tiltak i brønn/akvifer. Brønnaktivitet er heller neppe farbar vei. Boring av ny brønn bør prøves bare dersom erfaren og lokalkjent hydrogeolog tilrår det.

## 13 NITRAT

### Kjennetegn

Nitrat merkes ikke ved vannets bruk, men må påvises ved vannanalyse.

## Forekomst og årsak

Nitrat i grunnvannsbrønner skyldes oftest sig fra jordbruksområder, eller tilsig av kloakk. Også mer spesielle nitratkilder kan forekomme, som sig fra søppelfyllinger, lagerplasser og industri. Nitratforurensning forekommer hyppig i dårlig lokaliserte grunne brønner som ikke er godt sikret mot overflatesig. Også borebrønner har undertiden øket nitratinnhold i jordbruksnære områder.

## Måleenheter, normalverdier og normer

Nitrat måles fortrinnsvis i mg/L N (= nitrogen) eller direkte som nitrat ( $\text{NO}_3$ ). Som nitratangivelse er 1 mg/L N = 4,4 mg/L  $\text{NO}_3$ . Normalverdier foreligger ikke, men så mye som 1 mg/L N er sjelden i dypbrønner. I gravede brønner i jordbruksområder registreres hyppig flere mg/L N, ofte også mer enn 10. Normene er helsemessig fundert og krever <2,5 mg/L N i godt vann, men aksepterer opp til 10 mg/L N.

## Helse og bruk

Vann med nitratinnhold >10 mg/L N skal ikke gis til spebarn pga. fare for methemoglobinemi (bluebabies), som innebærer reduksjon av blodets evne til transport av oksygen og "indre kvelning". I alvorlige tilfelle kan denne effekten være dødelig. Det foreligger videre mistanke om at nitrat (og nitritt) kan være kreftframkallende. Normene bør derfor i størst mulig grad etterleves. Nitrat sjenerer ikke ved vanlig bruk av vannet.

## Tiltak

*Nitrat:* Der lokaliseringen i forhold til jordbruksområder medfører at grunnvannet er forurensset overalt, er en henvisning til vannbehandling av for høye nitratinnhold. Øvrige tiltakstyper vil neppe hjelpe. I andre omgivelser vil ofte enkel reparasjon eller utbedring av brønnhode mot overflate- eller -nært sig være utslagsgivende. Det finnes flere eksempler på betydelig reduksjon av nitrat som skyldes organisk materiale i grunnen, ved langvarig pumping av rørbrønner i løsmasser. I dypbrønner vil overflatenært nitrat kunne "blindes" ut ved å stenge ute vann fra nitratførende lag/sprekker. Er årsaken punktkilde, vil eliminering / utbedring av denne være beste løsning. Alternativt er boring av ny brønn å foretrekke etter nøye sakkyndig vurdering.

# 14 RADON

## Kjennetegn

Radon er en "edel" radioaktiv gass som har liten evne til å bindes til faste stoffer. Radonatomene kan derfor lett unnslippe, blande seg med lufta og komme ut i

vårt pustemiljø. Radon kan forekomme i grunnvannet, men registreres ikke av menneskelige sanser. Den må påvises med spesielle måleapparater. Gassen frigjøres ved tapping av vannet og er tyngre enn luft.

### **Forekomst og årsak**

Radon er et nedbrytningsprodukt av radium i den radioaktive nedbrytningskjeden fra uran til bly. Den forekommer fortrinnsvis i grunnvann fra fjell. Særlig granittiske bergarter og alunskifre kan gi radon i brønner. Særlig enkelte områder på Hedmarken er kjent for radon ifm. alunskifre. Men radon forekommer også andre steder og i andre bergarter.

### **Måleenheter, normalverdier og normer**

Radon i vann måles i Becquerel pr. liter (Bq/L) som angir strålingsaktivitet. Normalverdier for Norge finnes ikke. De norske drikkevannsnormene basert på helsebetraktninger angir som hovedregel at husholdningsvann ikke bør inneholde mer radon enn 100 Bq/L pga. virkningen på inneluft. Tiltaksgrenser for radon i vann eksisterer heller ikke, men i Sverige anbefales tiltak dersom konsentrasjonen i vannet overstiger 1000 Bq/L. I nye boliger bør årsmiddelverdier for radon i inneluften ikke overstige 200 Bq/m<sup>3</sup>. En regner at 100 Bq/L radon i vann gir et bidrag på 14 Bq/m<sup>3</sup> til inneluften. I Norge gjøres radonmålinger på kommersiell basis av private firmaer, vesentlig begrenset til inneluft. Målinger på vann er komplisert mhp. prøvetaking og analyse.

### **Helse og bruk**

Når radon brytes ned dannes hele tiden metalliske stoffer av bly, polonium og vismut, kalt radondøtre. Disse kortlivede radondøtrene gir stråledoser til lungene ved innånding. Radon i seg selv gir svært små stråledoser til lungene. Man vil ikke kunne få stråledoser av betydning til andre deler eller organer av kroppen enn luftveiene ved innånding. Ved forbruk av radonholdig husholdningsvann (tapping, dusjing mv.) frigjøres radon og gir et bidrag til det totale innhold i inneluften. Ved ekstremt høye radoninnhold vil en også ved konsum av vann kunne motta stråledoser til mage-tarmsystemet som kan gi helsemessige konsekvenser. Ved innhold lavere enn 1000 Bq/L er dette dosebidraget helt neglisjerbart.

### **Tiltak**

*Radon:* Tekniske tiltak i brønn/akvifer og brønnaktivitet kan ikke forventes å hjelpe. Vannbehandling er kurrant (lufting), eventuelt direkte i brønn ved hjelp av en liten kompressor. Men en må passe på at gassen spres på en måte som er ufarlig. Eventuell ny brønn må lokaliseres omhyggelig for å unngå de geologiske formasjoner som er kilden til radonet.

## 15 BAKTERIER OG VIRUS

### Kjennetegn

Bakterier og virus merkes ikke med menneskelige sanser dersom de ikke skyldes forurensning som medfører spesiell lukt, smak eller farge f.eks. kloakk eller uklarhet. De må påvises med spesielle analyser. Normalt analyseres ikke virus, bare bakterier. Men påviste tarmbakterier gir også indikasjon på virus fra mennesker og varmblodige dyr.

### Forekomst og årsak

Tarmbakterier og virus i grunnvann har normalt sammenheng med "kortslutning" i fjell via sprekkesystem mellom forurensningskilde og brønn. I løsmasser må årsaken oftest søkes i lokalisering av deponier eller utslipp av ekskrementer fra mennesker eller dyr. Døde dyr i brønnen er også en hyppig registrert årsak. Se SIFFs veileder DRİKKEVANN G5, Smittestoffer som kan overføres via vann, fra 1989.

### Måleenheter, normalverdier og normer

Normalt analyseres totalt bakterietall, koliforme og termotolerante koliforme bakterier. Normalverdier foreligger ikke. Normene angir: Termotolerante koli, "0" og koliforme "0" pr. 100 ml som god vannkvalitet. Tvilsom kvalitet: T "0" og K "1-3". Bemerk at en enkelt prøve oftest ikke er nok for å konstatere reell vannkvalitet. Sakkyndig hjelp bør påkalles.

### Helse og bruk

Funn av termotolerante koliforme bakterier er en sterk indikasjon på fersk tilførsel av tarmbakterier fra mennesker eller dyr, med store muligheter for virus i tillegg. Det vil da også være muligheter for at det blant disse bakterier og virus er sykdomsframkallende arter. Funn av koliforme alene er en mindre sikker indikasjon på tilførsel av tarmbakterier. Det totale bakterietallet gir informasjon om miljøet i borebrønnen. Høyere tall enn normene angir er absolutt uakseptabel kvalitet. De indikerer betydelig fare for sykdom ved konsum av vannet. Leilighetsvis høyt kimtall kan tyde på begroing av fastsittende belegg i hullet, som av og til rives med vannstrømmen.

### Tiltak

*Bakterier og virus:* Forekomst av høyt kimtall, koliforme og termotolerante koliforme bakterier og virus indikerer tilsig av kloakk, gjødslevann o.l. til vannkilden. Tekniske tiltak i brønn/akvifer i kombinasjon med vannbehandling kan gi godt resultat, ved at en stenger ute tilførselen av forurensning og anvender desinfeksjon i tillegg som sikring. I nye brønner bør prøve(r) ikke tas

for tidlig under renpumpingen. Eventuelle døde dyr bør fjernes fra brønnen. Det viktigste og helt effektive tiltaket er å fjerne forurensningskilden. Dersom det ikke er mulig, og det heller ikke er mulig å eliminere tilsiget ved tiltak i akviferen, bør desinfeksjon vurderes. Brønnaktivitet anbefales ikke. Eventuell ny brønn bør lokaliseres omhyggelig for å være sikker på at en trekker vann fra akvifer som ikke er forurensset.

## 16 LUKT OG SMAK

### Kjennetegn

Lukt og / eller smak av vannet.

### Forekomst og årsak

Lukt og smak i grunnvann assosieres først og fremst med hydrogensulfid (stikkende lukt) og mangan (metallisk smak) som normalt har sin opprinnelse i akviferen, se egne kapitler om disse. Men flere typer lukt og smak forekommer. Lukt og smak kan ofte indikere andre forurensninger, f.eks. kloakk. Ikke sjelden kan opphavet til lukt og smak finnes i vannforsyningsanlegget selv. F.eks. kan klorering av vann som inneholder organisk materiale forårsake lukt og smak.

### Måleenheter, normalverdier og normer

Lukt og smak måles med luktesansen og angis i en av ca 15 faste kategorier som "metallisk", "kloakk", "eple", "råtten", "søtlig", "stikkende" etc., eventuelt "ubestemmelig". Normalverdier foreligger ikke. Drikkevannsforskriftene krever at drikkevann skal være uten fremtredende smak og lukt. Mer spesifikke krav foreligger ikke.

### Helse og bruk

Fremtredende lukt og smak er sjelden helsemessig betenkelig fordi en unnlater å drikke vannet lenge før innholdet blir så høyt at det truer helsen. Vær likevel på vakt mot et eventuelt lavt innhold av hydrogensulfid over lengre tid. Sjenerende lukt og smak er selvsagt uønsket ved vannets bruk. Fremtredende lukt og smak kan være indikasjon på at det er helsemessig betenkelige komponenter i vannet.

### Tiltak

*Lukt og smak:* Uten andre indikasjoner på kilden til lukt og smak bør det undersøkes om selve anlegget kan være kilden. Lukt og smak som indikerer forurensning bør fortrinnsvis medføre eliminering av forurensningskilden eller stenging av tilførsel. Sakkyndig hjelp er oftest påkrevet. Øvrig lukt og smak vil ofte kunne avhjelpes ved boring av ny brønn. Vannbehandling er ofte å



foretrekke og kan innebære lufting, eventuelt bruk av aktivt karbon filtre. Bemerk at disse blir mettet og må fornyes, og forøvrig gjerne gir gode oppvekstvilkår for bakterier.

## 17 VANNBEHANDLINGSMETODER

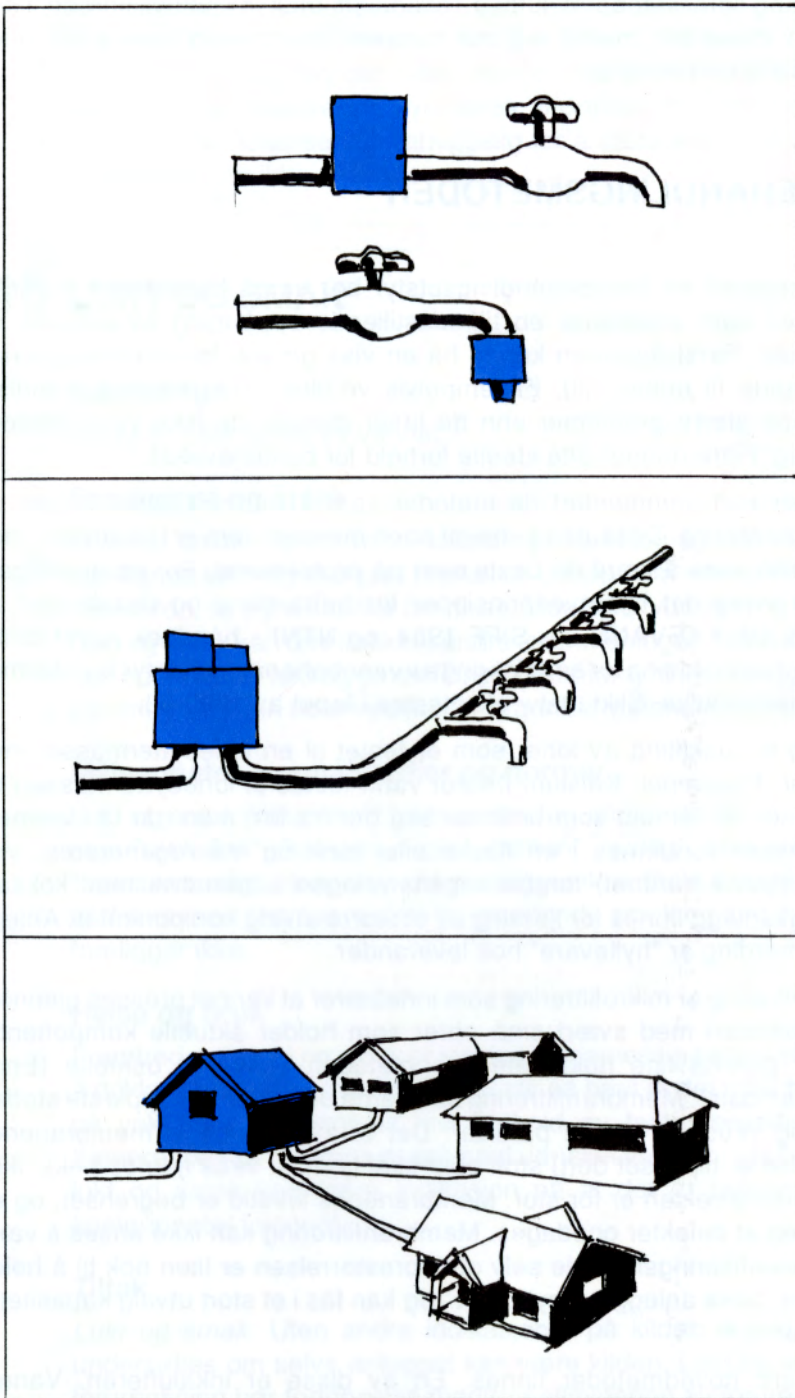
Alle leverandører av vannbehandlingsutstyr bør inngå forpliktende kontrakt med kunden som innebærer en tilfredsstillende oppfølging av utstyret, en serviceavtale. Først da vil en kunne ha en viss garanti for at utstyret virker tilfredsstillende til enhver tid. Eksempelvis vil filtre brukt i vannbehandling kunne skape større problemer enn de løser dersom de ikke vedlikeholdes regelmessig. Filtre danner ofte ideelle forhold for bakterievekst.

Nedenfor er kort kommentert de metoder som er nevnt i tabell 2 som en foreløpig orientering. Dessuten er nevnt noen metoder som er i handelen, men som ikke kan sees å være de beste svar på problemene. For en grundigere orientering vises det til Hovedprinsipper for behandling og distribusjon av drikkevann, DRIKKEVANN B1, SIFF 1984, og NTNFs håndbok nevnt foran. En felles nordisk ordning for sertifisering av vannbehandlingsutstyr til enkelthus er under utarbeidelse. Slikt utstyr skal testes i løpet av 1992-93.

*Ionebyttning* er utskifting av ioner som er festet til en ionebyttermasse, med andre ioner. Eksempel: Kalsium i hardt vann festes til ionebyttermassen og inntar plassen til natrium som befinner seg der fra før, men går ut i vannet i stedet. Massen forefinnes i en flaske eller tank og må regenereres. Ved avherding (fjerne hardhet) foretas regenereringen automatisk med koksalt. Ionebyttingsanlegg finnes for fjerning av et større utvalg komponenter. Anlegg bl.a. for avherding er "hylleware" hos leverandør.

*Membranfiltrering* er mikrofiltrering som innebærer at vannet presses gjennom kunstig membran med svært små porer som holder aktuelle komponenter tilbake. Er porene fine nok, betegnes metoden Omvendt osmose (Eng.: Reverse Osmosis). Membranfiltrering kan fjerne ulike kjemisk oppløste stoffer, bakterier og virus, og øvrige partikler. Det er avgjørende at membranenes porestørrelse er tilpasset de(t) stoff som skal fjernes; virus fjernes f.eks. ikke dersom porestørrelsen er for stor. Membranenes levetid er begrenset, og en må sikre seg at defekter oppdages. Membranfiltrering kan ikke anses å være en trygg desinfiseringsmetode selv om porestørrelsen er liten nok til å holde tilbake virus. Slike anlegg er "hylleware" og kan fås i et stort utvalg kapasiteter og kvaliteter.

*Lufting*. Flere hovedmetoder finnes. En av disse er inkalufteren. Vannet passerer her over en gjennomhullet metallplate der luft under trykk passerer opp gjennom hullene og får vannskiktet til å "koke". Inkalufteren lager noe støy. Flere typer lufteanordninger er tilgjengelig på markedet.



**Figur 6.**  
Vannbehandling for ulike mengdebehov.

*Grønnsandfiltrering* for reduksjon av jern, mangan og H<sub>2</sub>S gjøres i automatiserte enheter som er "hylleware" hos leverandør. Jernet oksideres med kaliumpermanganat og holdes tilbake i filteret. Metoden virker ikke alltid bra pga. at enkelte vannkvaliteter ikke passer, som f.eks. for lav pH eller høyt innhold av humus.

*Øvrige fjerningsmetoder for jern/mangan* kan være effektive. Oftest anvendt er lufting + filtrering i sandfilter. Utfelt rust under luftingen fanges opp i filteret, som må spyles med mellomrom. Under langsomfiltrering gjennomløper vannet sandfilter med hastighet lavere enn 10 cm/time, under tilgang på luft. Utfelling skjer i massen som må vedlikeholdes. Filtrering gjennom alkalisk masse vil forårsake utfelling, dels på filtermassen, som må vedlikeholdes ved vasking.

*Alkalisering/herding.* Surhet korrigeres ved tilførsel av alkalisk stoff f.eks. kalk. Dette kan f.eks. gjøres ved installasjon av et alkalisk filter på ledningen. For å bevare pH stabil bør det tilføres nok stoff til at vannet får høy nok alkalitet og bufferkapasitet. Et alkalisk filter vil imidlertid gi ujevn pH fordi mer masse blir oppløst i vannet når det ikke tappes enn når vannet strømmer. Ofte kan et slikt filter være bra nok likevel. Eventuelt må et mer komplisert anlegg settes inn. Herding tilbys ikke i form av "hylleware-anlegg".

*Desinfeksjon* innebærer å drepe bakterier, virus og øvrige uønskede mikroorganismer. Mange metoder finnes. Ultraviolet bestråling fordrer at vannet er ganske fritt for partikler og ikke har for høy farge, men er en grei metode som fås i form av kompaktanlegg, "hylleware" som settes på ledningen. Dimensjoneringen må gjøres etter dårligste vannkvalitet, kfr. kravene til strålingsmengde for at desinfeksjonen skal være effektiv (minimum 16.000 ultrads på ethvert sted i bestrålingskammeret. Se SIFFs veileder fra 1989, DRIKKEVANN B5: Desinfeksjon av drikkevann. Ultraviolet bestråling.) Forøvrig finnes ulike former for kjemisk desinfeksjon som klorering m.v. Membranfiltrering vil holde tilbake bakterier og virus dersom porene er fine nok. Membranfiltrering kan imidlertid ikke betraktes som desinfeksjon pga. vekst av organismer på membranen.

*Koagulering/felling/filtrering* er en relativt omstendelig prosess som er driftskrevende. Den innebærer tilsetting av fellingskjemikalium som forårsaker en felling av forurensningene som adskilles fra vannet delvis ved hjelp av et sandfilter. Drevet godt er prosessen effektiv, men anbefales ikke for de helt små vannforsyninger.

*Sandfilter* fjerner eller reduserer partikler over en viss størrelse. Leire og finere partikler vil ikke holdes tilbake. Filteret består av sand i lukket tank eller bygget beholder, med spesielle rørrangementer for inn- og utføring av vann. Mange varianter finnes.

*Patronfilter* bør settes på rørnett rett etter hovedstoppekranen. Mange utførelser finnes; enkelt og dobbelt, kort og langt. Patron kan fås i spunnet tråd av bomull eller polyetylen. Sistnevnte har den fordel at bakterievekst ikke oppmuntres av materialet selv. Spunnet patron må skiftes når den blir mettet. Både

TABELL 2

Anbefalte vannbehandlingsmetoder for små enheter (kfr. tabell 1).

KOMponent	VANNBEHANDLINGSMETODE	
	1.prioritet	2.prioritet
Jern / mangan	Lufting+filtrering	Lufting+langsomfiltrering Alkalisk filtermasse Lufting+oksidasjons- middel+filtrering
Hardhet	lonebyttning	Omvendt osmose Kjemisk utfelling
Surhet	Alkalisk filter	Alkalisk filtermasse i brønn Kalking av kilden CO <sub>2</sub> +alkalisk filter
Karbondioksid	Lufting	Alkalisering
Humus	lonebyttning, adsorpsjon <sup>1</sup>	Membranfiltrering Aktivkarbonfilter Koaguler./felling/filtrering
Salt	Omvendt osmose <sup>2</sup>	Evaporering
Fluor	Fluoridfilter (adsorpsjon)	
Turbiditet <sup>3</sup>	Sandfilter <sup>4</sup> Patronfilter <sup>5</sup>	Koaguler./felling/filtrering Membranfilter
Hydrogensulfid	Lufting	Oksidasjonsmiddel Aktivt karbon
Nitrat	lonebyttning	
Radon	Lufting <sup>6</sup>	
Bakterier / virus	Desinfeksjonsmetoder	Omvendt osmose <sup>7</sup>
Lukt og smak	Lufting	Aktivkarbonfilter Oksydasjonsmetoder

**Merknader:**

Generelt må vannbehandlingen tilpasses problemet. Enkelte metoder passer best for små vannmengder, men andre for større. I spesielle tilfelle vil det være best å anvende en alternativ metode i tabellen framfor 1. prioritet. Sakkyndig bør rådggi.

<sup>1</sup>Ved moderat mengde humus (fargetall <50).

<sup>2</sup>Prioritering av metode avhenger av hvor mye salt som skal fjernes. Ved brakkvann som kilde prioriteres evaporering.

<sup>3</sup>Beste metode for fjerning av turbiditet avhenger av partikkeltype fordi partikkelstørrelse og ladning er helt avgjørende, dessuten mengder som skal fjernes.

<sup>4</sup>Sandfilter anvendes for partikler større enn ca 2 µm. Partikkelladningen er også viktig ved valg av metode.

<sup>5</sup>Patronfilter er rimelig og kan prøves uansett for små anlegg.

<sup>6</sup>Vekklufting av radon bør skje utendørs.

<sup>7</sup>Omvendt osmose reduserer bakterietall, men kan medføre falsk trygghet. Den kan ikke anses likeverdig med desinfeksjon.

finporet og grovere variant finnes av vaskbar patron, dessuten patron med kombinasjonen spunnet/kull, kull, fosfat, dolomitt mv. Kranmontert patron blir raskt mett. Trådfilterpatron virker ikke mot smittestoff.

*Aktivt kullfilter* mot smak og lukt fås til å sette på kranen eller som større enhet. Kullet har begrenset levetid før det er mett og må skiftes. NB! Sølvimpregnering kan ikke sees å ha desinfiserende effekt. Det skjer gjerne bakterievekst i kranfiltre, slik at de bør skiftes hyppig, ofte minst en gang pr. uke ved sterk bruk.

*Keramisk filter* kan være effektivt mot partikler, men vil mettes etter en stund. Det kan vaskes og bør desinfiseres når det går tett. NB! Sølvimpregnering kan ikke sees å ha desinfiserende effekt.

*Kombinasjon av filtre* kan være egnet for mer kompliserte oppgaver. Kombinasjonene bør settes sammen av sakkyndig fordi de ulike elementene i vannkvaliteten kan ha stor betydning for resultatet. Enkelte varianter går igjen, f.eks. jernfjerningsfilter + alkalisering.

*Magnetbehandling* av vann mot kalkutfellinger gjøres ved montering av en sterk magnet på/rundt vannrøret. Utfellingene vil oftest reduseres eller elimineres. Årsaken til at magnetbehandlingen virker er ikke kjent.

## 18 KOSTNADER

### Assistanse og tjenester

#### Konsulenttjenester

Kr 350 - 700 pr. time er normale honorarsatser avhengig av oppdragets kompleksitet og oppdragsgivers preferanse for rådgivere innen hvert firma, men varierer også betydelig konsulentfirmaene imellom. Reise- og evt. andre utgifter kommer i tillegg.

#### Borefirma

Praksis varierer fra firma til firma. I hovedsak tas bare betalt for fysiske arbeider i marken, f.eks. boring (se GiN-veileder nr.6).

#### Vannanalyser

Kostnadene varierer fra det ene laboratorium til det andre. Hver analysekomponent har egen pris. For to standard programmer er det her oppgitt priser som anvendes av en rekke av fylkeslaboratoriene:

##### ■ Kjemiske

- Avkortet program, 6 parametre (pH, FTU, Farg, Kond, hardh, jern)  
kr 550,-

- *Normalt program, 16 parametre (pH, FTU, Farg, Kond, Ca, Mg, Cl, SO4, Alk, NO3, P, Fe, Mn, F, TOC og Al) - kr 1.800,-*
- **Mikrobiologiske**
  - *Pr. dobbeltprøve som inkluderer kimtall, koliforme og termotolerante koliforme bakterier - kr 220,- (Dobbeltprøve tas alltid for gjensidig kontroll av tallene)*

## Anlegg og apparater

Kostnader framgår av tabell 3 som er basert på metodene i tabell 2. Driftskostnader vil avhenge av så mange faktorer at de ikke kan angis i en kort tabell.

TABELL 3

Anslagsvis pris inkl. mva. eksklusive installering for to kapasiteter, 1 hhv. 10 husstander. (Kilde: Norsk bransjeforening for drikkevannsutstyr).

<b>BEHANDLINGSMETODE</b>	<b>1 husstand (kr)</b>	<b>10 husstander (kr)</b>
Alkalisering/herding	3.000*	
Desinfeksjon UV	6.000	36.000
Desinfeksjon klor	8.500	8.500**
Jern/mangan-fjerning	10.000	85.000
Avherding	7.500	55.000
Aktiv karbon	7.500	52.000

\* Prisen dekker dolomitt patronfilter, ett filter pr. husstand. Hvis kilden er gravet brønn el.l., kan en perforert sekk med dolomitt henges i brønn. 25 kg koster kr 450,- og dekker 1-10 husstander.

\*\* Avkloring med aktivt kull ikke inkludert.

## 19 ANBEFALING OM SAKKYNDIGE

Ved utbedring av kvalitetsproblemer med grunnvann fra dypbrønner kan det være behov for sakkyndige innen en rekke felt.

### Generelle vurderinger

To statlige institusjoner har kompetanse og mandat innen utforsking og forvaltning av (bl.a.) grunnvannsforsyning:

- *Norges geologiske undersøkelse*
- *Statens Institutt for Folkehelse*

Dessuten finnes det et større antall konsulentfirma med kompetanse innen grunnvann. Se institusjoner og konsulentfirmaer, appendix 1. Sakkyndige kan også finnes i fylket (fylkesgeolog, fylkets miljøetater).

Det kan videre finnes folk med spesialkompetanse på grunnvannssaker i nærmiljøet, f.eks. blant disse:

- Lokale næringsmiddeltilsyn
- Helserådsinspektør i kommunen
- Teknisk etat i kommunen
- Miljøetat i kommunen
- Herredsagronom

Generelt vil et samarbeide mellom brønneier og -borer og rådgiver forøvrig kunne løse problemene. Sakens kompleksitet bør avgjøre hvilke rådgivere som trekkes inn.

### **Tekniske tiltak i brønn/akvifer**

- Rette vedkommende er her brønnborefirma, appendix 3,
- evt. i samarbeid med institusjon/konsulent, appendix 1

### **Brønnaktivitet**

- Brønnborefirma, se appendix 3

### **Vannbehandling**

- Konsulenter og institusjoner, se appendix 1
- Leverandører, se appendix 2

### **Driftsopplegg**

- Brønnborefirma, se appendix 3, evt. i samarbeid med
- Institusjon/konsulent og leverandør

### **Boring av ny brønn**

- Brønnborere, se appendix 3
- evt. i samarbeid med institusjon/konsulent, appendix 1

### **Laboratoriearbeid for analyse av prøver**

Det vises til appendix 4 angående laboratorier. Lokale laboratorier kan ofte være tilstrekkelig utstyrt til å utføre de nødvendige analyser, og gi en kvalifisert vurdering av resultatene, men ikke alltid. Ta direkte kontakt, evt. forespør i kommunen. Se forøvrig appendix 4.

## Appendix 1: INSTITUSJONER OG KONSULENTER

Norske firmaer/institusjoner som har grunnvannskompetanse og/eller utfører grunnvannsundersøkelse på oppdragsbasis. (Alfabetisk rekkefølge).

### **Aquateam, Norsk vannteknol. Senter a/s**

Bertrand Narvesens v 2  
Postboks 6326, Etterstad  
0604 OSLO  
Tlf: 02-679310  
Fax: 02-672012

### **Berdal-Strømme A/S**

Kjørboveien 25  
1300 SANDVIKA  
Tlf: 02-471100  
Fax: 02-544576  
Avdelingskontorer: Elverum, Hamar, Lillehammer, Hønefoss, Larvik, Stathelle, Stavanger, Fauske, Harstad.

### **Geocare A/S**

Grini Mølle  
Postboks 99, Røa  
0701 Oslo 7  
Tlf: 02-247550  
Fax: 02-245846

### **Geofuturum A/S**

Postboks 52  
1430 ÅS  
Tlf: 09-948168/09-948186  
Fax: 09-948130

### **Geovest A/S**

Storgata 29  
6400 MOLDE  
Tlf: 072-55544  
Fax: 072-56612

### **Ingeniør Chr. F. Grøner A/S**

Maries vei 20  
1322 HØVIK  
Tlf: 02-128000  
Fax: 02-125840  
Avdelingskontorer: Fredrikstad, Sarpsborg, Moss, Ski, Moelv, Lillehammer, Sandsli, Førde, Ålesund, Kristiansund N, Narvik, Finnsnes, Tromsø.

### **JORDFORSK**

Postboks 9  
1432 ÅS-NLH  
Tlf: 09-948140  
Fax: 09-948110

### **KUMMENEJE Siviling. Ot- tar Kummeneje A/S**

Ø. Flatåsv. 10  
Postboks 6032  
7003 TRONDHEIM  
Tlf: 07-981766

Fax: 07-980050

Avdelingskontorer: Gjøvik, Steinkjer, Namsos, Bodø, Harstad, Tromsø.

### **Norges geologiske under- søkelse**

Leif Eirikssons vei 39  
Postboks 3006, Lade  
7002 TRONDHEIM  
Tlf: 07-904011  
Fax: 07-921620  
Avdelingskontorer: Oslo, Løken.

### **Norges geotekniske insti- tutt**

Sognsveien 72  
0855 OSLO 8  
Tlf: 02-230388  
Fax: 02-230448

### **NOTEBY - Norsk Teknisk Byggekontroll A/S**

Wm Thranesgt. 75  
Postboks 9810 Ila  
0132 OSLO 1  
Tlf: 02-204100  
Fax: 02-201489  
Avdelingskontorer: Fredrikstad, Skien, Kristiansand, Stavanger, Bergen, Trondheim, Tromsø.

### **NVK Norsk Vandbygnings- kontor**

Holteveien 5  
Postboks 280  
1401 SKI  
Tlf: 09-873660  
Fax: 09-873865

### **O. T. Blindheim A/S**

Kongens gt. 27  
Postboks 4342 Hospitalsløkken  
7002 TRONDHEIM  
Tlf: 07-531090  
Fax: 07-513747  
Avdelingskontorer: Tomter, Ålesund.

### **Siv.ing. Carl H. Knudsen A/S**

Buskerudveien 70  
Postboks 1549, Åssiden  
3002 DRAMMEN  
Tlf: 03-826040  
Fax: 03-820208  
Avdelingskontorer: Fagernes, Raufoss, Kongsberg.

### **VIAK A/S**

Fekjan 13  
1360 NESBRU  
Tlf: 02-849580  
Fax: 02-847715  
Avdelingskontorer: Arendal, Bergen, Molde

Driver ikke ordinær konsulentvirksomhet:

### **Norges Landbruks- høgskole**

Geologisk institutt  
1432 ÅS-NLH  
Tlf: 09-947500  
Fax: 09-947505

### **Norges Tekniske Høgskole**

Institutt for geologi og bergteknikk  
7034 TRONDHEIM-NTH  
Tlf: 07-594810  
Fax: 07-594506

### **Sogn og Fjordane DH**

Postboks 39  
5800 SOGNDAL  
Tlf: 056-76000  
Fax: 056-72861

### **Statens Institutt for Folke- helse**

Geitmyrsv. 75  
0462 OSLO  
Tlf: 02-356020  
Fax: 02-353605

### **Telemark DH**

3800 BØ I TELEMARKE  
Tlf: 03-950200  
Fax: 03-950636

### **Universitetet i Bergen**

Geologisk institutt, Avd.B  
Alleg. 41  
5007 BERGEN  
Tlf: 05-213496  
Fax: 05-324416

### **Universitetet i Oslo**

Geologisk Institutt  
0361 OSLO  
Tlf: 02-455050



## Appendix 2: LEVERANDØRER AV UTSTYR

### NORSK BRANSJEFORENING FOR DRIKKEVANNSUTSTYR

(Medlemsliste pr. 1.oktober 1991 - alfabetisk)

**Alfsen og Gunderson a/s**

Stålverksveien 1  
0661 OSLO  
Tlf: 02-681900  
Fax: 02-199700

**N.-O. Krog Andvik a/s**

Boks 165  
3251 LARVIK  
Tlf: 034-85710  
Fax: 034-85199

**Anlegg & Maskin a/s**

Skiveien 2, Boks 183,  
1411 KOLBOTN  
Tlf: 02-809060  
Fax: 02-805967

**Olav Berge a/s**

Boks 11, Leirdal  
1008 OSLO  
Tlf: 02-308833  
Fax: 02-326680

**Bioline Norge a/s**

Krokemoveien 50 C  
3200 SANDEFJORD  
Tlf: 034-77736

**BonaVitae Norge a/s**

Boks 42  
1445 HEER/DRØBAK  
Tlf: 09-935939  
Fax: 09-930601

**A/S Birger Christensen**

Boks 114, Røa  
0701 OSLO  
Tlf: 02-506090  
Fax: 02-506605

**CMP a/s**

Boks 188  
4033 FORUS  
Tlf: 04-632122  
Fax: 04-632085

**Enviro Tech a/s**

Jacob Askelandsvei 9,  
Postboks 368  
4300 SANDNES

Tlf: 04-677355  
Fax: 04-678514

**Fivas a/s**

Hollebygt. 19  
1700 SARPSBORG  
Tlf: 09-150992  
Fax: 09-150991

**Golden Products AB**

Boks 2084  
S-431 02 MØLNDAL  
Sverige  
Tlf: 095-46-31-272260  
Fax: 095-46-31-875070

**IRIS AS**

Postboks 2135, Sandesund  
1701 SARPSBORG  
Tlf: 09-147355  
Fax: 09-147313

**Magellan Import a/s**

Vest-Torpa  
2870 DOKKA  
Tlf: 061-19102  
Fax: 061-19052

**Nordisk Miljø og Vannrensing**

Boks 2503  
1631 GL. FREDRIKSTAD  
Tlf: 09-321819  
Fax: 09-324900

**Norsk Pumpeservice a/s**

1900 FETSUND  
Tlf: 06-884100  
Fax: 06-884060

**Pahlén International a/s**

3100 SKIEN  
Tlf: 03-520833  
Fax: 03-529655

**Peco a/s**

Boks 35, Grefsen  
0409 OSLO  
Tlf: 02-220490  
Fax: 02-222284

**Pentex a/s**

Boks 1072, Valaskjold  
1701 SARPSBORG  
Tlf: 09-143645  
Fax: 09-140550

**Polar International a/s**

Boks 146  
3201 SANDEFJORD  
Tlf: 034-76100  
Fax: 034-76360

**Profinor a/s**

Snoveien 13  
Boks 25  
1322 HØVIK  
Tlf: 02-535219  
Fax: 02-122251

**Sunshine Scandinavia a/s**

Boks 83  
3174 REVETAL  
Tlf: 033-62855  
Fax: 033-62844

**Teknisk Vannservice a/s**

Boks 5, Stovner  
0913 OSLO  
Tlf: 02-303770  
Fax: 02-300430

**Vannbehandling a/s**

Narudveien 1  
Boks 293  
2380 BRUMUNDDAL  
Tlf: 065-41514  
Fax: 065-40819

**Waterfilter a/s**

Skiveien 4  
Boks 102  
1411 KOLBOTN  
Tlf: 02-805030  
Fax: 02-806371

**Wero Vannbehandling a/s**

Boks 276, Økern  
0510 OSLO  
Tlf: 02-720180  
Fax: 02-720188

## Appendix 3: BRØNNBORERE

Oversikt over brønnborefirmaer i Norge tilsluttet Maskinreprenerenes Forbund, brønnboringsgruppa, pr. 1. november 1991.

### ØSTFOLD

**Østfold Brønnboring**  
1620 Gressvik  
Tlf: 09-327166

### OSLO

**Jansen Odd**  
Postboks 2874 Tøyen  
0608 Oslo 6  
Tlf: 02-194619/544943

**Universal Brønnboring a/s**  
Konowsgt. 5 B, 0192 Oslo 1  
Tlf: 02-688657/094-27333

### BUSKERUD

**Båsum Boring a/s**  
Rute 507, 3370 Vikersund  
Tlf: 03-782630/067-47820  
Fax: 067-47970

**Hallingdal Bergboring a/s**  
Leveld, 3570 Ål  
Tlf: 067-84200/094-21978

**Kongsberg Brønnboring a/s**  
Haugen 6, 3647 Hvittingfoss  
Tlf: 03-768498/094-22504

### Myhre Brødr.

Postboks 1106 Flattum  
3501 Hønefoss  
Tlf: 067-32440  
Fax: 067-32395

### VESTFOLD

**Andebu Brønnboring**  
3240 Andebu  
Tlf: 034-40183

**Østlandske Brønnboring a/s**  
Postboks 233, 3191 Horten  
Tlf: 033-73552/094-50230

### TELEMARK

**Grenland Fjellboring**  
Kjørstad, 3960 Stathelle  
Tlf: 03-974203/094-54862

**Tveito Kjell Olav**  
3863 Lårdal  
Tlf: 036-76650/094-56235

### AUST-AGDER

**Gauslå Salve a/s**  
Industriv. 13

Postboks 1557 Myrene  
4801 Arendal  
Tlf: 041-98131  
Fax: 041-98503

### HORDALAND

**Brønn og Spesialboring a/s**  
Bekkjarvikvn. 59, 5084 Tertnes  
Tlf: 05-185318/090-65553

**Vestnorsk Brønnboring a/s**  
Postboks 2, 5164 Hjelmsås  
Tlf: 05-353048/090-67402  
Fax: 05-353440

### NORD-TRØNDELAG

**Nordenfjeldske Brønn- og Spesialboring a/s**  
Postboks 253, 7651 Verdal  
Tlf: 076-77177/094-20525  
Fax: 066-54637

### TROMS

**Nordnorsk Brønnboring**  
Badderer, 9092 Sørstraumen  
Tlf: 083-68850/090-95027  
Fax: 083-68946

## Appendix 4: LABORATORIER SOM UTFØRER VANNANALYSER

### Laboratorier ved kommunale næringsmiddeltilsyn (KNT):

Analysere som er aktuelle for en undersøkelse av grunnvannsbrønn med sikte på de problemer som er behandlet her vil kunne utføres ved mange KNT-laboratorier. Noen av disse kan også utføre avanserte analyser. Det er 82 KNT i Norge. Adresse og telefon oppgis ikke her fordi det vil ta for mye plass. Men gjennomsnittlig fem kommuner (1 - 23) er tilsluttet hvert KNT. Det er derfor ikke sikkert at det er et KNT lokalisert i din kommune, men det ligger da i en kommune i nærheten. Nærmere opplysning om dette fås ved henvendelse til informasjonen i din kommune. De vil også oppgi telefonnummer og adresse til ditt KNT.

### Fylkeslaboratorier og noen andre offentlige og halvoffentlige laboratorier:

Byveterinæren i Bodø, Vannanalyselaboratoriet, Bødesjøv. 60, 8012 **JENSVOLL**, Tlf: 081-61133

Næringsmiddelkontrollen i Trondheim, Landbruksveien 5, 7047 **TRONDHEIM**, Tlf: 07-901300  
Byveterinæren i Molde, Vannanalyselaboratoriet, Grandv. 25, 6400 **MOLDE**, Tlf: 072-57055  
Næringsmiddelkontrollen, 5800 **SOGDAL**, Tlf: 056-72588  
Sogn og Fjordane Distriktshøgskule, Postboks 39, 5801 **SOGDAL**, Tlf: 056-76000  
Hordaland Fylkeslaboratorium, v/BHI, Lars Hillesgt. 34, 5000 **BERGEN**, Tlf: 05-318105  
Agder Distriktshøgskole, Vannlaboratorium, Trymsvei 13 C, 4600 **KRISTIANSAND S**, Tlf: 042-27040  
Aust-Agder Fylkeslaboratorium for vannanalyser, Groosev. 36, 4890 **GRIMSTAD**, Tlf: 041-42555  
Fylkesmannen i Telemark, Vannanalyselaboratorium, Postboks 287, 3701 **SKIEN**, Tlf: 03-586110  
Telemark Distriktshøgskole, Vannlaboratoriet, 3800 **BØ I TELEMARK**, Tlf: 03-950200  
Distriktsveterinæren i Tønsberg, Kjellevleien 21, 3100 **TØNSBERG**, Tlf: 033-19510  
Fylkesmannen i Buskerud, Miljøv. avd., Vannanalab., Landfalleya 26, 3000 **DRAMMEN**, Tlf: 03-808500

Oslo Vann- og Avløpsverk, Kjemiseksjonen, Ormsundveien 5, 0198 **OSLO**, Tlf: 02-662020  
Byveterinæren i Lillehammer, 2600 **LILLEHAMMER**, Tlf: 062-53686  
Vannlaboratorium for Hedmark, HIAS, 2312 **OTTESTAD**, Tlf: 065-76522  
Avløpssambandet Nordre Øyeren, Postboks 38, 2007 **KJELLER**, Tlf: 06-841220  
Fylkeslaboratoriet i Østfold, Solgård Skog 4, 1500 **MOSS**, Tlf: 09-251680

### Laboratorier ved forskningsinstitutter:

Rogalandsforskning, avd. Vannforskning, Postb. 2503 Ullandhaug, 4001 **STAVANGER**, Tlf: 04-875000  
Folkehelse vannlaboratorium, MIVA, Geitmyrsv. 75, 0462 **OSLO**, Tlf: 02-356020  
Norsk Institutt for Vannforskning NIVA, Brekkev. 19, Postb. 69, Korsvoll, 0808 **OSLO**, Tlf: 02-235280  
Senter for Industrieforskning, Forskningsveien 1, 0371 **OSLO**, Tlf: 02-452010  
**SINTEF**, 7034 **TRONDHEIM**, Tlf: 07-593000

## **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 Krøgh), 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. Grunnvannsanlegg - 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. Grunnvannsanlegg - EDB-basert drift og fjernkontroll
11. Grunnvann. Kunstig infiltrasjon
12. Grunnvannskvalitet. Noen problemer og tiltak
13. Grunnvann. Kontroll, vedlikehold og rehabilitering av brønn