



NGU

NORGES GEOLOGISKE UNDERSØKELSE

SKRIFTER 105

Grunnvann Beskyttelse av drikkevannskilder

GIN-VEILEDER nr.: **7**



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

MANUSKRIFTER: Retningslinjer for forberedelse av manuskripter til Skrifter fås ved henvendelse til redaktøren.

SKRIFTER 105 : GiN-VEILEDER NR. 7

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

Veileder nr. 7 redegjør nærmere for problemstillinger som må klargjøres for å kunne utarbeide en beskyttelsesplan for grunnvannsanlegg med sonengrenser og regulerende bestemmelser.

Veilederen påpeker problemområder som må vurderes av sakkyndig i hvert enkelt tilfelle, men går ikke inn på hvordan man gjennomfører de ulike faser fram til en rettskraftig beskyttelsesplan.

Målgruppe for veilederen er kommunenes tekniske etater, helse- og miljøetater, næringsmiddeltilsyn, fylkenes miljøetater, konsulenter og andre som arbeider med vannforsyning og ressursbevaring.

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

GRUNNVANN BESKYTTELSE AV DRIKKEVANNSKILDER

utarbeidet av:

Einar Eckholdt, GEOfuturum a/s

Petter Snilsberg, JORDFORSK

INNHALDSFORTEGNELSE

1. INNLEDNING	3
2. FORURENSNINGSKILDER OG TRANSPORTMEKANISMER	4
3. GRUNNVANNSDANNELSE	7
4. PRØVEPUMPING AV GRUNNVANNSBRØNNER	8
Fastlegging av influensområdets beliggenhet	8
Sonegrenser	11
5. BESKYTTELSE	14
Områdebeskyttelse	14
Naturlige beskyttelsesfaktorer - sårbarhet	14
Aktivitetsreguleringer - restriksjoner	17
Beskyttelse av brønner og vanninntak	19
Beskyttelse av brønnhodet	19
Beskyttelse ivare tatt ved filterplasseringen	20
Beskyttelse av fjellbrønner	21

Vedlegg A:

Generelle råd og vink

Vedlegg B:

Grunnvannsforsyning basert på brønner i løsmasser og fjell -
noen forskjeller

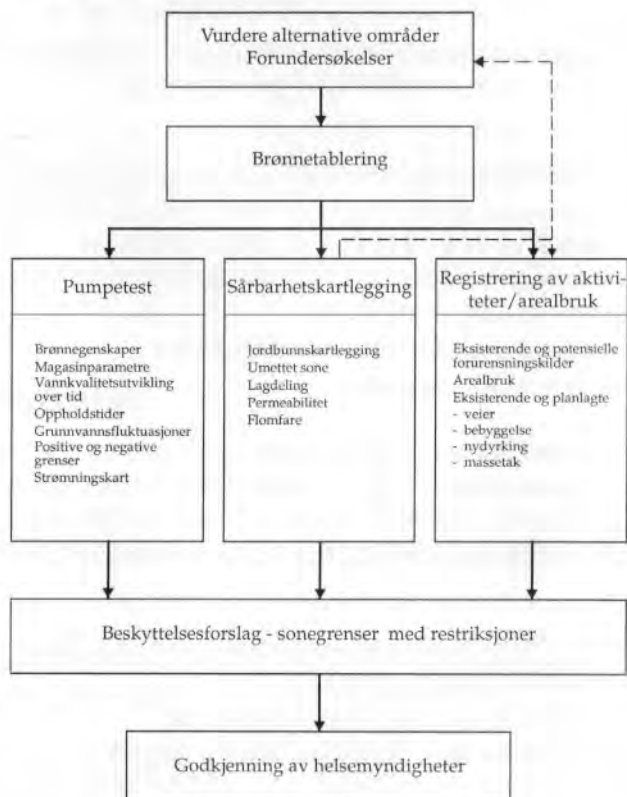
Vedlegg C:

Ordlister

1 INNLEDNING

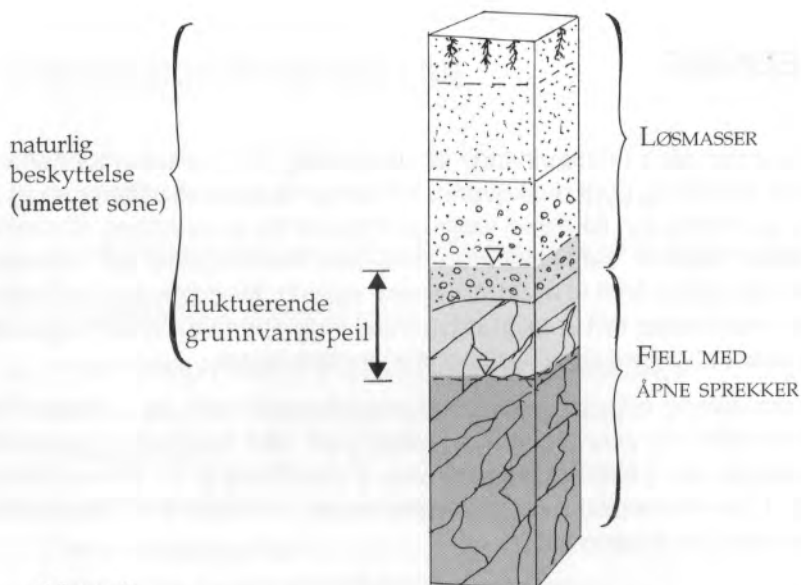
Områdebeskyttelse (klausulering) er nødvendig for å sikre abonnentene et hygienisk sikkert og godt drikkevann. Helsemyndighetene stiller som et absolutt krav at drikkevann ikke skal være smittekilde for sykdommer. Beskyttelsen skal videre sikre at vannkvaliteten ikke påvirkes negativt av menneskelig aktivitet i tilsigsområdet til et grunnvannsmagasin. Manglende områdebeskyttelse har flere steder ført til at grunnvannsanlegg etterhvert er blitt liggende ute i dyrket mark eller innbygd i industriområder/tettsteder.

Kravet om sikring eller beskyttelse av vannkilder finner en i "Forskrifter om drikkevann mm. og vannforsyningsanlegg", gitt med hjemmel i Kommunehelsetjeneste-loven og Næringsmiddeloven. Forskriftene er for tiden under revisjon. Fig. 1 gir en oversikt over hovedelementer i arbeidet med beskyttelse av grunnvannsuttak til vannverk.



Figur 1.

Flyttdiagram som viser de viktigste områdene som må vurderes for å utarbeide et forslag til beskyttelsesplan med aktivitetsrestriksjoner.



Figur 2.

Den naturlige beskyttelsen i umettet sone varierer med typen løsmasser og karakteren av fjellsprekkene, samt avstanden ned til grunnvannspeilet.

Grunnvannet har fra naturens side en bedre beskyttelse mot forurensninger enn overflatevann, se figur 2. Den naturlige beskyttelsen vil imidlertid variere, også innenfor en og samme grunnvannsförekomst. Allerede ved valg av brønnplassering bør en vurdere følgende forhold:

- *graden av naturlig beskyttelse*
- *influensområdets størrelse og beliggenhet,*
- *konflikter som kan oppstå.*

2 FORURENSNINGSKILDER OG TRANSPORTMEKANISMER

Ved fastlegging av beskyttelsesområder og restriksjoner må en ta hensyn til:

- *ulike typer forurensningskilder*
- *ulike måter forurensninger kan oppstå på*
- *ulike måter forurensninger kan bevege seg på*

Forurensningstyper

Bakterier, virus og parasitter - forekomsten av sykdomsfremkallende mikroorganismer er nært knyttet til den områdehygieniske situasjonen omkring vanninntaket. Den umettede sonen er normalt et effektivt medium for tilbakeholdelse av slike organismer. De som eventuelt når ned til grunnvannssonen vil normalt dø ut som funksjon av oppholdstiden.

Petroleumsprodukter regnes ofte som den største trussel mot grunnvannet, da virkningene av slike utslipp vil være langvarige og fordi store grunnvannsvolum kan bli uegnet til drikkevannsforsyning som følge av relativt små utslipp. Den umettede sonen kan ofte ha kapasitet til å holde tilbake betydelige petroleumsmengder en begrenset tid slik at opprensning blir mulig før grunnvannet blir skadet.

Plantevernmidler omfatter en rekke forskjellige stoffer som anvendes både på dyrket mark og på plantefelt i skogbruket. Risikoen er knyttet til nedbrytbarhet, mobilitet, giftighet og dosering.

Gjødselstoffer omfatter både kunstgjødsel, husdyrgjødsel og kloakkslam. Gjødsel utgjør i første rekke et problem ved overgjødsling eller gjødsling på feil tidspunkt. I grunnvannssammenheng er det fokusert mest på nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), da dette i liten grad bindes i jord, og luktstoffer.

Kjemikalier omfatter en rekke ulike stoffer med svært forskjellig mobilitet, nedbrytbarhet og giftighet, fra lettløselig kunstgjødsel til lite nedbrytbare klorerte organiske stoffer som f.eks. PCB.

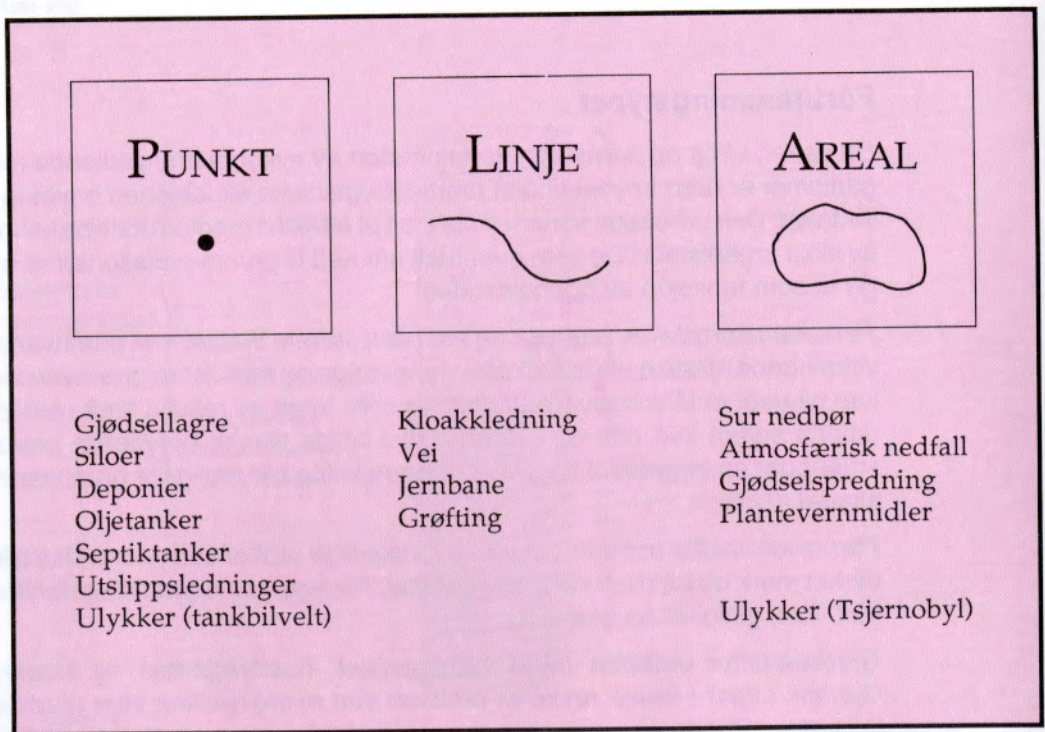
En mer detaljert oversikt over ulike forurensningsstoffer i forhold til drikkevannsnormene er gitt i veileder DRIKKEVANN A3, fra Statens Institutt for Folkehelse 1987.

Forurensningsmåter

Forurensning i form av *tilfeldige utslipp* vil ofte være begrenset i utbredelse og omfang. Lokalt kan dette likevel være en stor trussel, spesielt mot grunnvann i fjell. Slike utslipp kan skje som følge av tankbilvelt, lekkasjer fra lagertanker, fabrikker etc.

Forurensning som spres over et større areal, *diffuse kilder*, kan være vanskelig å kvantifisere. Over tid kan dette føre til en øket konsentrasjon av uønskete stoffer i grunnvannet. Eksempler på slike kilder er overskudd av gjødselstoffer, plantevernmidler, sur nedbør, radioaktivt nedfall, humusvann fra myr.

Forurensning i form av *kontinuerlig lekkasje* kan også være vanskelig å kvantifisere. Hvis forurensningen har pågått over lengre tid kan den ha spredd seg til store deler av grunnvannsmagasinet. Dette kan skje fra bl. a. septiktanker, oljetanker, avløpsledninger og deponi.



Figur 3.
 Ulike forurensningskategorier.

Transport

Det er store forskjeller mellom ulike stoffers transportegenskaper i jord/grunnvann. Stoffenes løselighet i vann og sorpsjonsegenskaper i forhold til materialet i akviferen er her avgjørende.

Faktorer som påvirker transport og spredning av ulike stoffer:

- *fortynning*
- *diffusjon (molekylær/turbulent)*
- *hydrodynamisk dispersjon*
- *tetthetsforskjeller*
- *sorpsjon (felling, adhesjon, ionebytting)*
- *inhomogeniteter i grunnvannsmagasinet*
- *biologisk nedbrytning (temperatur, tid, avstand)*

Tabell 1 viser strømningshastigheter for ulike kornstørrelser (d_{10mm}) og hydraulisk ledningsevne ved forskjellig effektiv porøsitet (n_e) og ved to ulike gradienter (i).

TABELL 1:

FRAKSJON	d_{10} (mm)	Hydraulisk ledningsevne (m/d)	n_e	Strømnings- hastighet $v/i = 0,003$ (m/d)	Strømnings- hastighet $v/i = 0,01$ (m/d)
Fingrus	2,5	6,480	0,30	65	216
Grovsand	0,8	663	0,25	18	26
Mellomsand	0,25	65	0,20	1	3,3
Finsand	0,08	6,6	0,12	0,17	0,6

Av tabellen kan vi se at f.eks. vann i fingrus beveger seg 65 meter pr. døgn (m/d) når gradienten på vannoverflaten er 0,003. Økes gradienten til 0,01, beveger vannet seg 216 m/d. I mellomsand derimot vil bevegelsen ved laveste gradient være bare 1 m/d og ved høyeste gradient 3,3 m/d. Det er således stor forskjell på strømningshastigheten av grunnvannet avhengig av massenes gjennomtrengelighet.

3 GRUNNVANNSDANNELSE

For å vurdere sårbarhet og beskyttelse er det viktig å skille mellom to nydannelsesmåter for grunnvann:

- *Nedbørinfiltrasjon gjennom terrengoverflaten over grunnvannsmagasinet - selvmatende magasin.*
- *Vassdragsinfiltrasjon via magasinets grense mot elv eller innsjø -infiltrasjonsmagasin.*

Ved nedbørinfiltrasjon må vannet passere en rensende *umettet sone* før det når grunnvannssonen, mens det ved innstrømning fra et vassdrag vanligvis foregår som *mettet strømning* direkte inn i grunnvannssonen. Infiltrasjonsflaten mot elver og vann er ofte gjenslammet av finpartikler, slik at god filtrerings- og renseeffekt likevel oppnås.

Der grunnvannsutttak fra løsmasser nær elv eller innsjø fører til økt innstrømning av vann fra vassdraget til grunnvannsmagasinet, vil senkningen av grunnvannsspeilet i brønnområdet forårsake strømningsgradienter fra vassdrag til brønnområdet (indusert grunnvannsdannelse). Dette gjør at små grunnvannsmagasin likevel kan ha et stort forsyningspotensiale (kapasitet).

4 PRØVEPUMPING AV GRUNNVANNSBRØNNER

Pumpetestet utføres av flere grunner, blant annet for:

1. *Kapasitetsbestemmelse*
2. *Bestemmelse av brønn- og magasinparametre*
3. *Klarlegging av brønnens influensområde og kommunikasjon med andre brønner*
4. *Klarlegging av kapasitets- og vannkvalitetsutvikling over tid ved kontinuerlig belastning*

Punktene 1-3 bestemmes ved korttids-pumpetester (1-7 dager), mens pkt. 4 er resultatet av en langtids-pumpetest (3 -12 mnd.). Ved langtids-pumpetester søker en å få klarlagt hvordan magasinet reagerer, både i tørrværsperioder og i mer nedbørrike perioder, f.eks. flom. Korttids-pumpetester kan utføres på forskjellige måter og avsluttes gjerne med en stigningsmåling etter pumpes-topp.

Først etter at punkt. 4 er gjennomført i minst 3 måneder har en normalt en sikker prognose for hvorvidt brønnen egner seg til drikkevannsuttak eller ikke. I fjellbrønner avtar ofte kapasiteten over tid fordi tilsiget er mindre enn uttaket. Spesielt ved utbygging av litt større vannverk basert på fjellbrønner er det avgjørende med langtids pumpetest for å få klarlagt både magasinkapasitet og vannkvalitetsutvikling. Langs kysten er det også viktig å vurdere magasin-kapasitet og faren for saltvannsinntrengning.

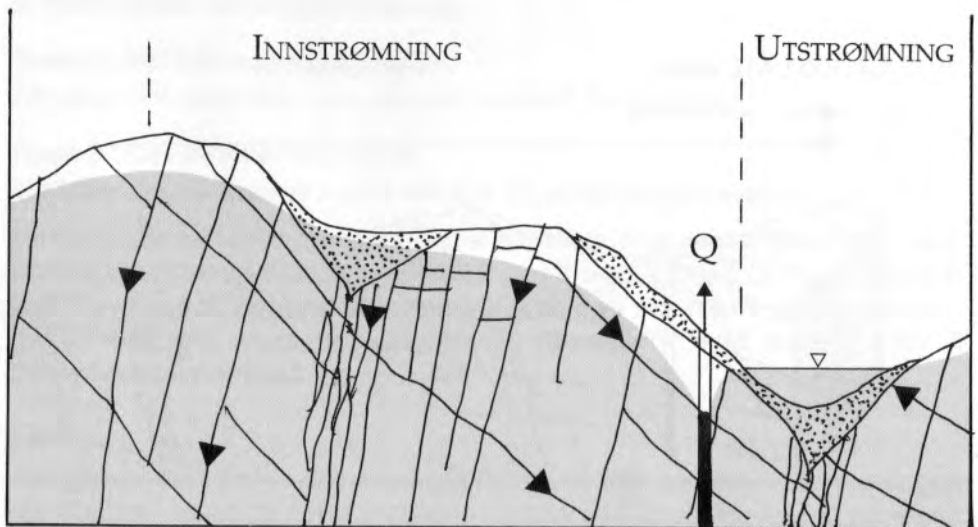
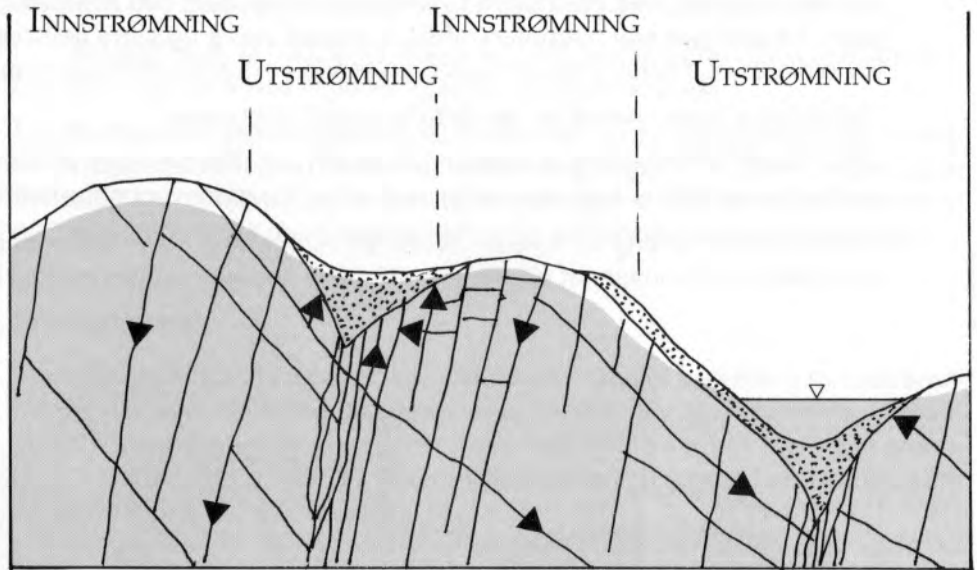
Fastlegging av influensområdets beliggenhet

Influensområdets størrelse og beliggenhet klarlegges ved prøvepumping og beregninger basert på registrering av grunnvannssenkning i nedsatte obser-vasjonsrør omkring en grunnvannsbrønn.

Norske grunnvannsføremster er generelt så inhomogene at de forutsetnin-ger som ligger til grunn for de beregningsmetoder som anvendes sjelden vil være oppfylt. Parametertesting og bruk av alternative beregningsmetoder er ofte eneste farbare vei for å komme frem til pålitelige resultater.

For grunnvann i fjell er det ofte svært vanskelig å beregne influensområdets størrelse og beliggenhet. En hydrogeolog kan likevel skjønsmessig avgrense tilsigsområde ut fra fjernanalyse og kartlegging av topografi, løsmassetype og bergartens oppsprekning.

Innstrømning / nydannelse skjer i høyereliggende områder, spesielt på sand- og grusflater, i sand- og grusfylte sprekker og kløfter, eller fra overflatevann og



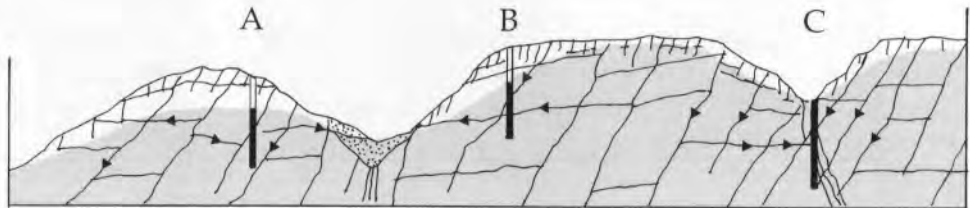
Figur 4.

Inn- og utstrømningsområder for grunnvann i fjellsprekker endres med grunnvannsuttak.
a) Før vannuttak, b) etter vannuttak fra borebrønn.

myrområder, figur 4. Fra bekker og vann som er i kontakt med åpne sprekker kan det skje betydelig infiltrasjon til fjellmagasin, spesielt ved uttak av grunnvann. På bart fjell kan nedbøren infiltrere direkte i små og store fjellsprekker. På leirflater vil mesteparten av nedbøren renne vekk som overflateavrenning. Utstrømning skjer i nedre del av dalsidene og i dalbunnen.

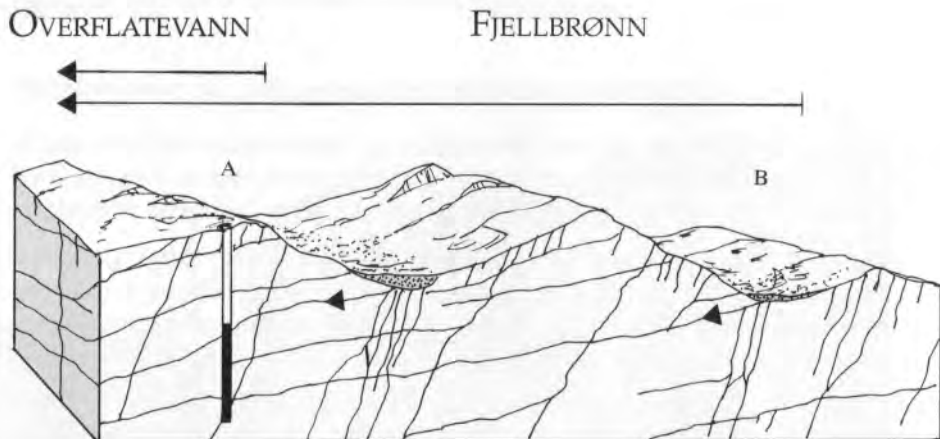
Det er viktig å merke seg at fordelingen av inn- og utstrømningsområder kan endres, avhengig av hvor mye vann som tas ut fra grunnvannsbrønnene.

I sterkt kupert terreng vil mye av nedbøren renne av på overflaten, samtidig som deler av grunnvannet vil drenere ut i steile fjellsider, enten ensidig fra en



Figur 5.

Topografien påvirker grunnvannsnivået og vannmengdene som kan tas ut av en borebrønn i fjell. A) Tosidig drenering (lekkasje), lite magasin. B) Ensidig drenering, begrenset magasin, og C) Ingen drenering, stort magasin.



Figur 6.

Borebrønner i fjell kan trekke til seg vann langt utover det topografiske nedbørfeltet til brønnen, noe en må ta hensyn til ved beskyttelse av borebrønnen. Brønn A kan bli forurenset fra f.eks. et deponi ved B via sprekkesystemet i fjell.

dalside eller flersidig fra en kolle eller fjelltopp, figur 5. Stor lekkasje vil ofte resultere i en begrenset magasinkapasitet, spesielt i tørrværsperioder.

I flatere landskap vil nedbøren lettere lagres i løsmassene i forsenkninger slik at vannet kan sive ned til underliggende sprekkemagasin.

For grunnvannsmagasin i fjell vil tilsigsområdet og det topografiske nedbørfeltet til brønnen ofte ha forskjellig utstrekning, figur 6. I sterkt oppsprukne bergarter kan grunnvannet ha blitt infiltrert langt fra brønnpunktet. Størrelsen på tilsigsområdet vil også endres avhengig av hvor hardt brønnen belastes.

Sonegrenser

Vannets oppholdstid i umettet og mettet sone har stor betydning for bakteriefjerning og ulike kjemiske prosesser som bestemmer grunnvannets kvalitet. Områdebeskyttelsen gjennomføres derfor ved hjelp av soner, basert på grunnvannets oppholdstid, med restriksjoner som avtar i styrke med økende avstand fra uttakstedet.

Løsmasser

I Norge benyttes følgende soneinndelingssystem, så langt det er praktisk mulig ved grunnvannsanlegg i løsmasser (figur 7):

Sone 0: Brønnområdet

Sone 1: Det nære tilsigsområde.

Vann i grunnvannssonen ved yttergrensen må bruke minimum 60 døgn fram til brønn under full pumpebelastning.

Sone 2: Det fjerne tilsigsområde.

Alt utpumpet vann skal være infiltrert innenfor denne sonen.

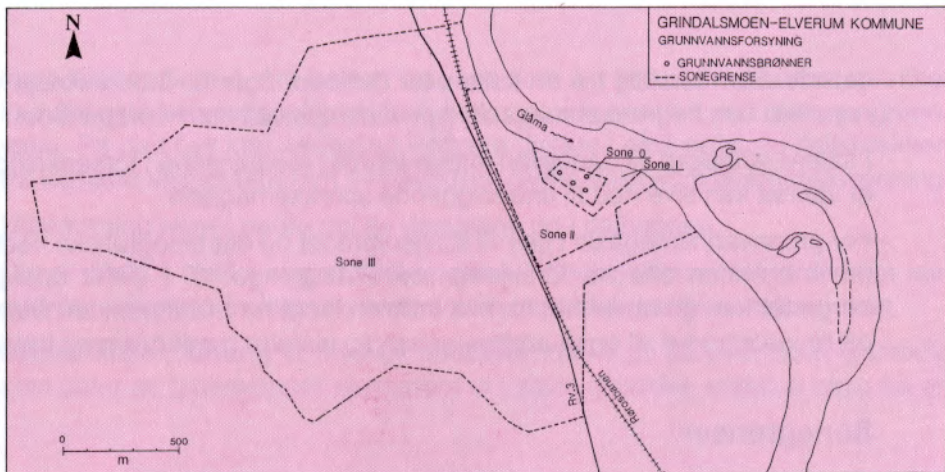
Sone 3 : Det ytre verneområde.

Omfatter arealer som vil kunne influere på grunnvannets kvalitet.

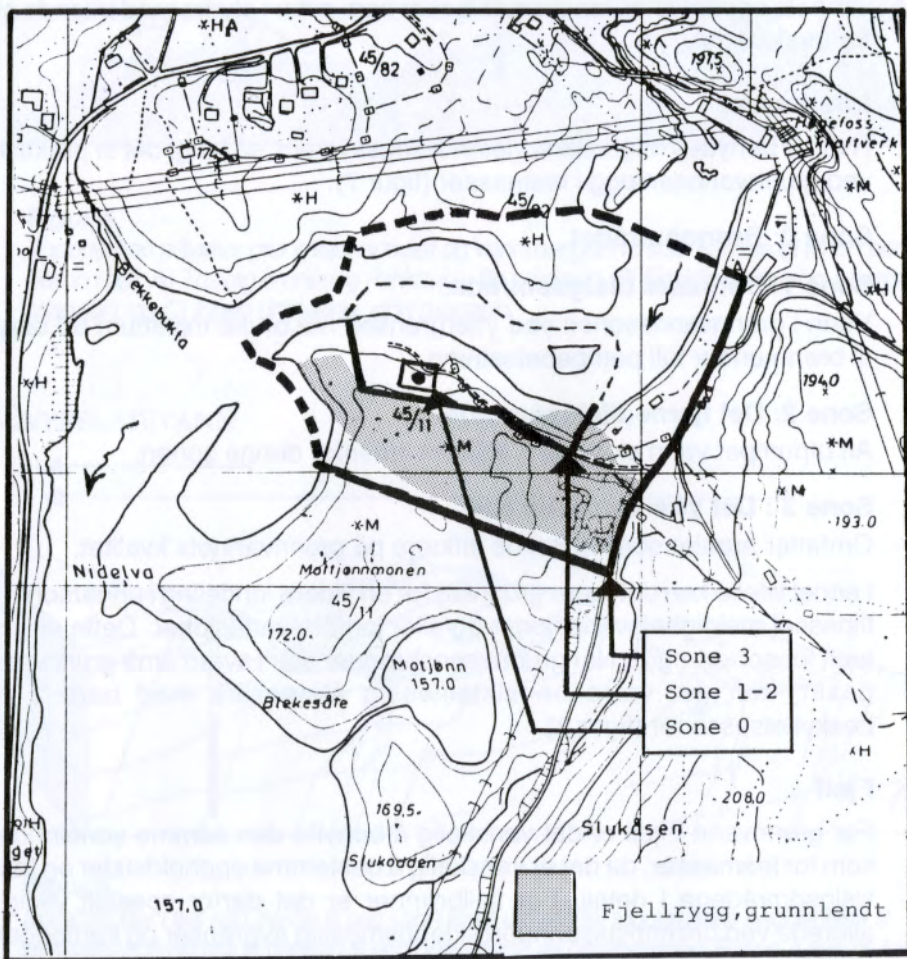
I endel tilfelle kan det være grunnlag for en videre inndeling i undersoner, f.eks. tilpasset mektighetsvariasjoner og/eller jordartsvariasjoner. Dette er mest aktuelt for sone 1 og 2. Når grunnvannsbrønner står i svært små grunnvannsmagasin, kan det være hensiktsmessig å operere med bare 2 eller 3 beskyttelsessoner (figur 8).

Fjell

For grunnvann i fjell er det vanskelig å benytte den samme soneinndelingen som for løsmasser, da det er vanskelig å bestemme oppholdstider og fastlegge tilsigsområdene i detalj. For fjellbrønner er det derfor spesielt viktig at en allerede ved brønnplasseringen skjønnsmessig avgrensner og kartlegger tilsigsområde mhp. naturlig beskyttelse / sårbarhet.



Figur 7.
Sonegrenser rundt grunnvannsanlegg ved Elverum.



Figur 8.
Sonegrenser rundt Høgefoss vannverk i Nissedal kommune. Sone 1 og 2 er slått sammen. Vannuttak er ca. $4 \text{ m}^3 / \text{t}$.

Beskyttelsesområdet for grunnvannsanlegg i fjell foreslås delt inn i tre soner med ulike restriksjoner, figur 9, dersom det ikke er mulig å beregne oppholdstider og anvende soneinndelingssystemet som benyttes for løsmasser.

Sone 0: Brønnområdet

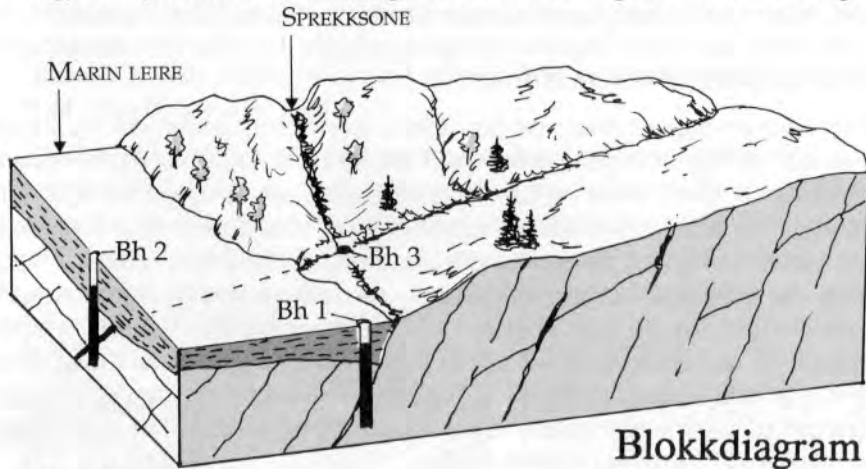
Brønnpunktet sikres mot innsig, og forøvrig ved f.eks. overbygning eller inngjerding.

Sone 1: Sårbare innstrømningsområder

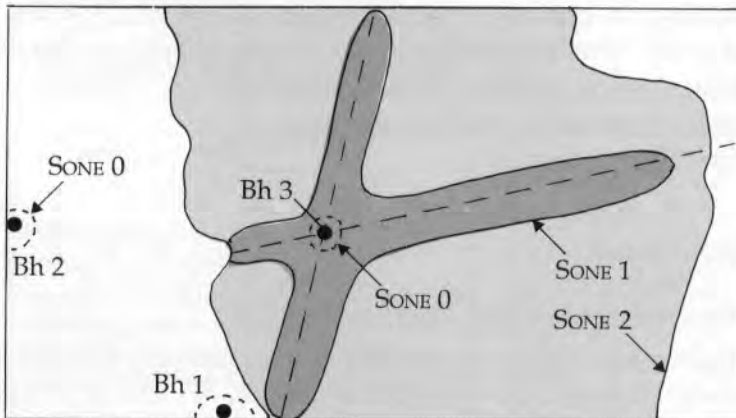
Omfatter særlig sprekkesoner som drenerer mot brønnen. Områder med dårlig naturlig beskyttelse, f.eks. fjellpartier uten løsmasseoverdekning m.v., danner grunnlag for inndeling i undersoner med særskilte bestemmelser.

Sone 2: Ytre verneområde

Utgjør de perifere deler av tilsigsområdet som avgrenses ut fra et faglig skjønn.



Kartbilde



Figur 9.

Eksempel på soneinndeling i et sprekkemagasin med to markerte sprekkesoner. Området er dekket av tynne, sammenhengende løsmasser og marin leire. Det er boret tre brønner i området. De markerte sprekkene (hoveddrenering til alle brønnene) og den marine leira (tilnærmet tett) gjør at områdebeskyttelsen blir den samme for alle tre borthulene.

Fordi grunnvannet strømmer i og langs sprekkesoner, vil tilsigsområdet ha forskjellig form og utstrekning fra område til område.

Det er viktig å merke seg at sonegrensene er basert på et bestemt vannuttak. Dersom vannuttaket skal økes i framtida vil dette medføre behov for å justere enkelte sonegrenser, spesielt sone 1 og 2 (sone 1 for fjellbrønner).

Angående sonegrenser og restriksjoner vises det også til veileder DRIKKEVANN A3 fra SIFF 1987 (FOLKEHELSE).

5 BESKYTTELSE

Beskyttelsen av et grunnvannsmagasin skal fange opp både dagens aktiviteter og arealbruk, samt forhindre fremtidige endringer som kan øke forurensningspresset på grunnvannsførekosten.

Det foregår en rask utvikling på områdene forurensningskontroll og sanering, slik at det nå blir mulig å rydde opp i stadig flere forurensningssituasjoner. Skadebegrensende tiltak og opprensningsaksjoner er ikke noe alternativ til forebyggende arbeid (områdebeskyttelsen), og faller dessuten svært kostbart. Flere steder i utlandet benyttes i drikkevannssammenheng grunnvannsovervåking - for eksempel langs sonegrenser - da dette gir muligheter for å avverge forurensninger **før** de kan spores i utpumpet grunnvann ("Early warning"). Dette gjøres der situasjonen er slik at trygg beskyttelse ikke er mulig. I Norge er det normalt ikke akseptabelt å basere sikkerheten på overvåking alene. Tilgangen på mulige alternative vannkilder er oftest så god at ny kilde med god beskyttelse vil bli krevet i stedet.

For å sikre god råvannskvalitet må en tilstrebe størst mulig grad av beskyttelse, både i tilsigsområdet til brønnen og av selve brønnen ved bl.a. å:

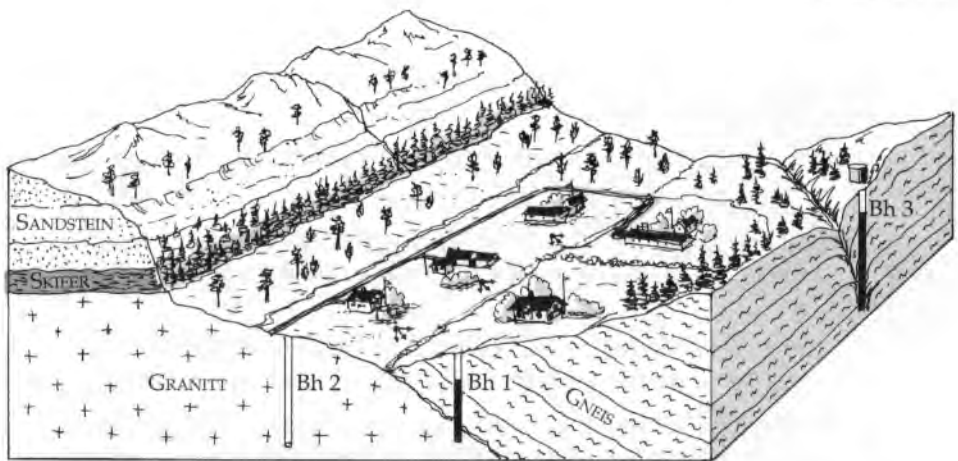
- *plassere brønner i områder med liten menneskelig aktivitet og god naturlig beskyttelse (utnytte naturlige barrierer), figur 10.*
- *definere beskyttelsessoner med ulike restriksjoner*
- *sørge for god brønnutforming*

Områdebeskyttelse

Naturlige beskyttelsesfaktorer - sårbarhet

Det er mektighet og karakter av den umettede sonen, samt klimaet som i første rekke er bestemmende for hvor sårbart grunnvannet er i forhold til forurensningstilførsler fra magasinoverflaten.

I løsmasser er det mektighet, permeabilitet og jordas sammensetning som er bestemmende, mens det i fjell er løsmasseoverdekning og sprekkenes karakter som er viktig, figur 11. I tillegg må en være oppmerksom på at nedbørmeng-

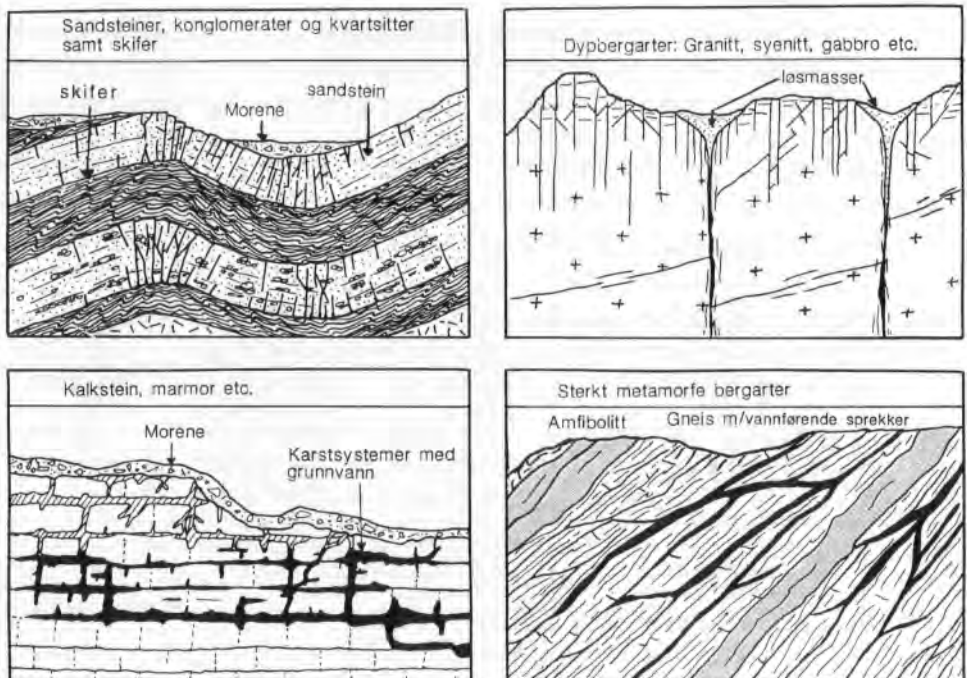


Figur 10.

Ved å plassere en felles borebrønn ved Bh. 3 kan en unngå mulige forurensninger fra kloakkanlegg og annen aktivitet i nærheten av bebyggelsen.

dene er bestemmende for hvor effektiv den umettede sonen er som barriere mot ulike forurensninger.

Grunnvann i fjell er mer sårbart for forureningspåvirkning, bl.a. fordi fortyngningsmulighetene og selvrensingspotensialet oftest er dårligere enn i løsmasser. Strømningshastighetene i sprekkesystemene kan bli store, slik at



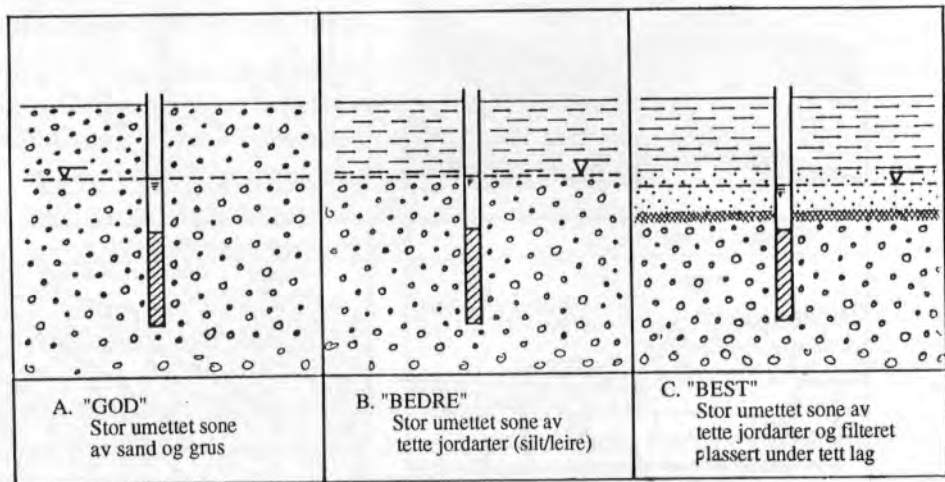
Figur 11.

Oppsprekkingsgraden og sprekkenes karakter (bredde, lengde, retning etc.) varierer mye i de ulike bergartene.

eventuelle forurensninger kan transporteres raskt over store avstander, spesielt hvis det pumpes vann ut fra magasinet.

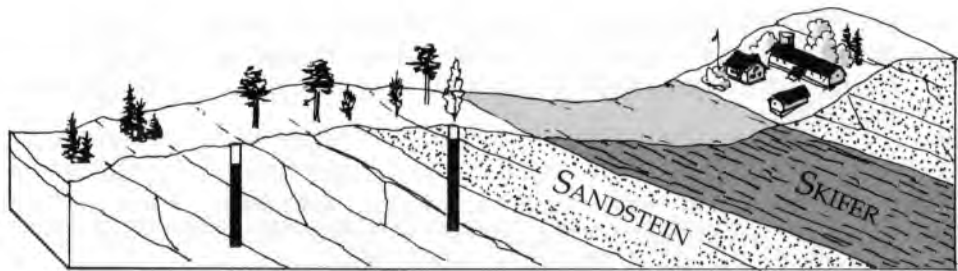
De naturlige beskyttelsesfaktorer som kan utnyttes i grunnvannssammenheng er:

1. Den umettede sonen over grunnvannsspeilet, figurene 2 og 12.
 - barrierens effektivitet øker med økende mektighet og avtakende permeabilitet.
2. Lavpermeable lag nede i grunnvannsmagasinet, figur 12 c.
 - brønnfilteret plasseres under slike lag, såfremt vannkvalitet og kapasitet er tilfredstillende.
3. Grunnvannsmagasinet størrelse og mektighet
 - særlig når vannuttaket er begrenset og skjer på stort dyp (lang oppholdstid).
4. Infiltrasjonsflaten mot vassdrag
 - denne er ofte gjenslammert og har rensende effekt på overflatevannet som infiltreres inn i grunnvannsmagasinet.
5. Høyt trykknivå i artesiske grunnvannsmagasin
 - ingen nedadrettet strøm. Nedtrengning av forurensninger fra terrengoverflaten hindres.
6. Bergart med svært liten gjennomstrømmingsevne, f.eks. skiferbergarter, figur 13
 - ved detaljkartlegging kan disse lokaliseres og utnyttes som naturlige barrierer.



Figur 12.

Situasjoner som viser ulik grad av naturlig beskyttelse i forhold til filterplassering.



Figur 13.

Tette skiferlag kan hindre tilførsel av mulige forurensninger til et underliggende sprekkemagasin.

Ulike sprekke mineraler har også en viss renseeffekt i fjell, men fordi grunnvannet har svært varierende oppholdstid i sprekke magasinet, vil renseevnen variere for mye til å kunne vektlegges i beskyttelsessammenheng.

De naturlige beskyttelsesfaktorer må suppleres med nødvendige reguleringsbestemmelser og tiltak, tilpasset den aktuelle situasjon. Unntaksvis kan det være aktuelt å kompensere dårlig beskyttelse med vannbehandlingstiltak.

Aktivitetsreguleringer - restriksjoner

Ideelt sett burde infiltrasjonsområdet til grunnvannsbrønner være, og holdes, fri for aktiviteter og etableringer som kan tenkes å forurense grunnvannet. I praksis må en foreta en avveining mellom de ulike forurensningsmulighetenes betydning i forhold til den aktuelle grunnvannsforkomst og hva som anses å være en akseptabel belastning på influensområdet for grunnvannet. Det er ofte nødvendig å skille mellom eksisterende virksomheter og etablering av nye aktiviteter.

Jord- og skogbruk er arealbrukende næringer som nesten alltid i større eller mindre grad vil bli berørt av områdebeskyttelse for vannverk. Ofte vil de største konflikter knytte seg til restriksjoner på etablerte aktiviteter i sone 1 og 2.

Både de naturgitte forholdene og den etablerte arealbruk kan variere betydelig fra forekomst til forekomst, slik at aktivitetsreguleringene for ett grunnvannsværk ikke automatisk kan overføres til andre lokaliteter.

Reguleringene kan rette seg mot aktiviteter som:

- fjerning av umetta sone, sand eller grusuttak.
- masseuttak fra elvebunnen eller under grunnvannsspeilet
- arealbruk, byggevirksomhet, lagring, utslipp, transport mm.

Noen etableringer og aktiviteter kan være åpenbart uakseptable og må forbys eller eventuelt fjernes. For andre kan det være nødvendig å vurdere den potensielle forurensningsfare mot hva som er praktisk og økonomisk mulig å

gjennomføre. Både de naturgitte forhold og den etablerte arealbruk kan variere betydelig fra forekomst til forekomst, slik at aktivitetsreguleringene kan være forskjellige fra et område til et annet. Hver sak må derfor gis en individuell behandling.

TABELL 2:

Oversikt over hvordan noen beskyttelsestiltak kan relateres til de enkelte beskyttelsessoner rundt en grunnvannsbrønn.

Aktiviteter	Sone 0	Sone 1	Sone 2	Sone 3
Industri som anses forurensningsfarlig, store lagre/tanker for olje og kjemikalier, søppelfyllplasser mv.	-	-	-	-
Utslipp av kloakk i grunnen	-	-	-	-(+)
Sikrede oljetanker, max. 3 m ³	-	-	-(+)	+
Annen industri, boliger, hytter, små P-plasser	-	-	-(+)	+
Utslipp av gråvann i grunnen	-	-	-(+)	+
Kloakkledninger	-	-	-(+)	+
Jordbruk; fulldyrket mark, plantevernmidler i fareklasse X, A, B	-	-	-(+)	+
Offentlige veier	-	-	-(+)	+
Uttak av løsmasser, også i elv/innsjø	-	-	-(+)	+
Jordbruk; gjødselstoffer, beite, plantevernmidler i fareklasse C	-	-(+)	+	+
Uthus o.l.	-	-(+)	+	+
Skogbruk	-	+	+	+

- ikke tillatt

-(+)uønsket, men kan under spesielle omstendigheter vurderes tillatt

+ kan tillates, eventuelt på visse vilkår

1. Restriksjonene må utformes i et klart og enkelt språk slik at de blir forstått.
2. Det må føres tilsyn med at reglene blir etterlevet.
3. Beskyttelsen skal fange opp både dagens bruk og mulig fremtidig bruk på arealene i brønnens influensområde.
4. Fallgruber som må unngås er blant annet å
 - overse farer
 - undervurdere farer
 - overvurdere farer

Det er viktig å skille mellom selvmatende magasin og infiltrasjonsmagasin når beskyttelsessoner og reguleringer fastlegges. For et infiltrasjonsmagasin betyr

som regel ikke stofftapet fra dyrket mark like mye for grunnvannets kvalitet som i et selvmatende magasin. Dette skyldes fortynningen med indusert vann fra elv/innsjø.

Grunnvannsutttak fra infiltrasjonsmagasin utnytter altså noe av vannføringen i vassdraget, men vassdragets nedbørfelt omfattes normalt ikke av områdebeskyttelsen for grunnvannsanlegget. Sammenhengen mellom vannkvaliteten i elv/innsjø og utpumpet grunnvann klarlegges ved regelmessige vannanalyser i prøvepumpingsperioden (normalt 1 år).

Beskyttelse av brønner og vanninntak

Beskyttelse av brønnhodet

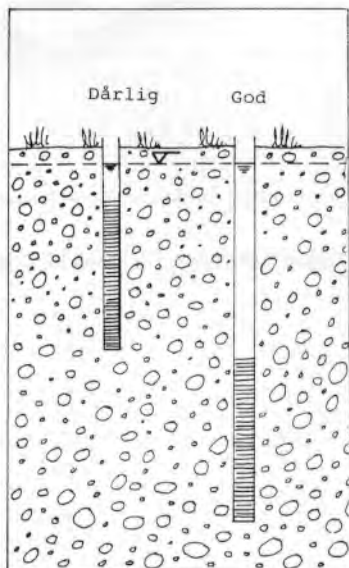
Brønnhodet er det mest sårbare punktet i et grunnvannsanlegg, fordi brønnrøret representerer en kortslutning mellom overflaten og grunnvannet dersom ingen beskyttende barriere er etablert.

Det har vist seg at mange brønner har fått en uheldig utforming og plassering i forhold til flomvannsnivået og muligheten for innstrømning av overflatevann.

Etter prøvepumpingsperioden foretas ofte inngrep som kan ha stor betydning for den fremtidige vannkvalitet:

- *Når brønnen skal tilkoples ledningsnettets blir ofte brønnrøret avkortet. Brønnhodet kan da bli stående åpent og ubeskyttet mot flom/oversvømmelse.*
- *Etter prøvepumpingsperioden går man over fra kontinuerlig til periodisk uttak fra brønnen, ofte med nivåstyring fra høyde-/utjevningsbasseng.*

I situasjoner med høyt naturlig grunnvannsnivå og pumpestopp, kan grunnvannet stige over toppen av brønnrøret.



Figur 14.

Et brønnfilter på stort dyp er bedre beskyttet mot tilsig av forurensninger fra terrengoverflaten enn en brønn med et grunt filter.

Det er liten hensikt i å bruke store beløp på sikring av influensområder dersom brønnhodet står åpent og ubeskyttet på en utsatt lokalitet!

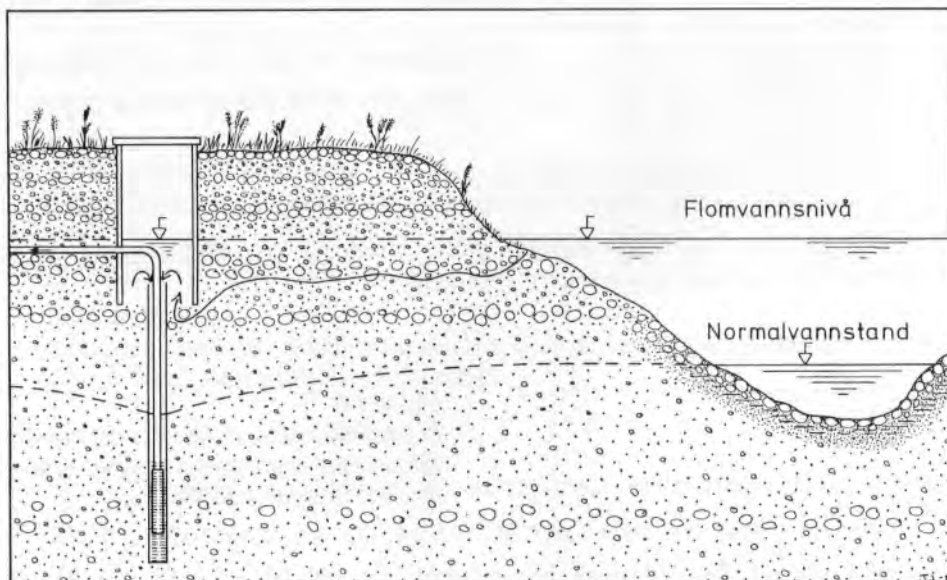
Beskyttelse ivaretatt ved filterplasseringen

Vanninntaket i en rørbrønn skjer via et filter(sil) som har til oppgave å slippe sandfritt grunnvann inn i brønnen og holde de rensfylte massene på plass i formasjonen.

I et grunnvannsmagasin med gitt mektighet har både filterplasseringen og filterlengden betydning for hvor godt brønnen er beskyttet mot inntrengning av overflatenært grunnvann med kort oppholdstid. Det er det overflatenære grunnvannet som først mottar forurensninger som tilføres med infiltrert nedbørsvann.

Eksempler på dette er:

1. *Kanaldrenering mellom elv og brønnpunkt via grove lag til et filter som er plassert for høyt oppe i det grunnvannsførende lag, figurene 14 og 15.*
2. *Ved oversvømmelse av arealer eksisterer det oftest ingen umettet sone. Forurenset overflatevann kan da trekkes direkte inn i grunnvannsmagasinet.*



Figur 15.

Inntrengning av forurenset flomvann, via grove lag (kanaldrenering), i et avkortet, usikret brønnrør.

Beskyttelse av fjellbrønner

For fjellbrønner - spesielt i områder med tynt løsmassedekke (<2 m) - er det viktig med god tetting av overgangen mellom løsmasse og fjell. De øverste metrene i fjellet, som normalt er mest oppsprukket, må også tettes godt.

Sikring mot nedtrengning av overflatenært grunnvann kan oppnås på ulike måter, f.eks:

- *Støpe foringsrøret fast noen meter ned i fjell. Dersom løsmasseoverdekningen er liten bør foringsrøret føres minst 4 meter ned i fjellet.*
- *Bore 8-10 toms hull 10-20 m ned i fjell og støpe igjen. Hullet kan deretter bores opp pånytt med mindre borkrone til ønsket dybde.*
- *Bruk av mansjetter på ønsket dyp i brønnen. Dette forutsetter borhullslogging for å identifisere vannførende sprekker. Metoden kan brukes både til å stenge ute overflatenært grunnvann, dypereliggende kjemisk reduserende vann og salt grunnvann.*
- *I tillegg bør toppen av brønnrøret sikres med låsbart lokk, brønnhatt, tette gummipakninger eller lignende. Ofte blir selve borhullet innebygget i et pumpehus.*
- *Tette masser som f.eks leire/morene kan fylles rundt brønnen for å hindre at overflatevann samles og dreneres ned langs foringsrøret eller trenger inn via rørtoppen.*

Vedlegg A: Generelle råd og vink

- *Vurder alltid flere mulige brønnplasseringer.*
- *Hvilke aktiviteter er det i brønnens sannsynlige tilsigsområde?*
- *Dersom det er mulig å lete frem brønnområder med liten aktivitet kan beskyttelse oppnås på en lite konfliktfylt måte ved å "fryse" dagens situasjon og unngå fremtidige endringer i arealbruken.*
- *Orientér grunneierne på et tidlig stadium om hva beskyttelse av grunnvannsforekomster i grove trekk vil innebære med hensyn til sonegrenser og restriksjoner.*
- *Brønnplasseringen vil være bestemmende for influensområdets størrelse og beliggenhet.*
- *Sonegrensene er fastlagt i forhold til et bestemt vannuttak. Dersom vannuttaket øker utover den dimensjonerende vannmengde ved prøvepumpingen, bør eventuell justering av sonegrensene vurderes av sakkyndige.*
- *Det må tas hensyn til flomfaren, både ved brønnplassering og utforming av de tekniske løsninger.*
- *Et kort brønnfilter plassert dypt i grunnvannssonen, vil normalt gi mer stabil temperatur og vannkvalitet enn brønner med filteret plassert nær opp mot grunnvannsspeilet.*
- *Brønnrøret bør sikres med lokk/brønnhatt, for å hindre at forurenset vann og fremmedlegemer kan komme ned i brønnen.*
- *Grunnvannsanlegg basert på fjellbrønner bør fortrinnsvis plasseres slik at tilsigsområdet blir liggende i skogs- og fjellområder med liten menneskelig aktivitet. Dette fordi det i praksis er svært vanskelig å klarlegge influensområdet til fjellbrønner i oppsprukne bergarter.*

Vedlegg B: Grunnvannsforsyning basert på brønner i løsmasser og i fjell - noen forskjeller

- *Løsmassebrønner har generelt større kapasitet enn borebrønner i fjell.*
- *Brønner i løsmasser kan plasseres relativt nær hverandre uten å påvirke hverandre.*
- *Brønner i fjell må plasseres i ulike sprekkesystemer for at de ikke skal konkurrere om samme vannressurs.*
- *Det finnes flere aktuelle inntaksløsninger i løsmasser enn i fjell.*
- *Det er praktisk talt umulig å kartlegge tilsigsområdet til fjellbrønner i detalj.*
- *Områdebeskyttelsen i grunnvannsanlegg i fjell må i stor grad ivaretas ved selve brønnplasseringen.*
- *Det blir oftest små influensområder omkring løsmassebrønner som er plassert nær vassdrag.*
- *Konflikter med andre brukerinteresser er ofte større ved grunnvannsanlegg i løsmasser enn i fjell.*
- *Forurensning i sprekkemagasin i fjell vil oftest være mer kritisk enn i løsmassemagasin, pga større usikkerhet mht strømningsveiene.*
- *I grunnvannsmagasin i løsmasser er det mulig å iverksette en rekke avvergingstiltak og in-situbehandling for å takle forurensningsproblemer.*

Vedlegg C: Ordliste

Diffusjon

vandring av fremmede molekyler i væske eller gass

Hydrodynamisk dispersjon

spredning i væske pga. strømning

Tilsigsområde

det område et grunnvannsmagasin fornyes fra

Infiltrasjonsområde

område hvor det skjer ned-/inntrengning av vann til et grunnvannsmagasin

Influensområde

område rundt en brønn der vannspeilet eller trykknivået er senket som følge av grunnvannsuttak

Indusert grunnvann

overflatevann som har trengt inn til et grunnvannsmagasin som følge av grunnvannsuttak

Umettet sone

sone mellom terrengoverflate og grunnvannspeil hvor porer/sprekker inneholder både luft og vann

Mettet sone

sonen hvor alle porer/sprekker er fylt med vann

Sårbarhet

bestemt ved mektighet og karakter av den umettede sonen og vurdert i forhold til lokalklima (naturlig beskyttelse). Sårbarhetsbegrepet er brukt på ulike måter av forskjellige forfattere. Ofte brukt som motsats til naturlig beskyttelse. Andre vurderer sårbarhet også i forhold til ulike forurensningsstoffer.

Klausul

tinglyst heftelse på en fast eiendom

Klausulering

arbeidet med å fastlegge sonegrenser og aktivitetsreguleringer omkring et grunnvannsanlegg og gjøre disse gyldige

GRUNNVANN I NORGE (GiN)

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

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

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

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

Tidligere utgitte GiN-veiledere:

1. Grunnvann fra hovedplan til prøvepumping
2. Grunnvann i arealplanleggingen
3. Grunnvannsundersøkelser i løsmasser
4. Grunnvann: Planlegging - Økonomi
5. 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