

Vannforsyningens ABC

Kapittel C – Vannkilder og nedbørfelt

C. VANNKILDER OG NEDBØRFELT	2
C.1 VANNKILDER	2
C.1.1 Beskyttelse av vannkilden versus vannbehandling	2
C.1.2 Retningslinjer ved valg av vannkilde.....	2
C.1.3 Overflatekilder	4
C.1.4 Grunnvann.....	7
C.1.5 Styrker og svakheter ved ulike vannkilder	12
C.2 UNDERSØKELSE AV VANNKILDER	14
C.2.1 Prøveprogram for innsjøer.....	15
C.2.2 Prøveprogram for elver/bekker	17
C.2.3 Prøveprogram for prøvepumping av grunnvannskilder i løsmasser	18
C.2.4 Uttak av vannprøver	21
C.2.5 Pakking og sending	25
C.3 BESKYTTELSE AV VANNKILDER	25
C.3.1 Forurensningstrusler.....	25
C.3.2 Beskyttelse av overflatekilder	26
C.3.3 Beskyttelse av grunnvannskilder	35
C.3.4 Fysiske tiltak mot forurensninger	39
C.3.5 Gjennomføring av beskyttelsestiltak.....	40
C.4 INNTAKSORDNINGER	41
C.4.1 Innsjø og tjern	41
C.4.2 Elv og bekk	43
C.4.3 Grunnvann.....	45

C. Vannkilder og nedbørfelt

C.1 Vannkilder

En hovedutfordring for norsk vannforsyning er å sørge for at eksisterende og fremtidige aktuelle drikkevannskilder sikres mot forurensning på kort og lang sikt. Godt beskyttede vannkilder medfører redusert behov for behandling av råvannet og derav reduserte kostnader for vannproduksjonen.

C.1.1 Beskyttelse av vannkilden versus vannbehandling

Det er to prinsipielt forskjellige måter å hindre at hygienisk betenkelige stoffer eller sykdomsfremkallende mikrober spres gjennom vannforsyningen; hindre tilførsel av dem til vannkilden eller fjerne/ødelegge dem ved vannbehandling. Det er et bedre prinsipp hvis mulig å unngå forurensning av kilden enn å fjerne forurensninger ved vannbehandling.

Vann som leveres fra vannverk skal til enhver tid være hygienisk betryggende. Derfor bør den hygieniske sikringen av vannforsyningen i størst mulig grad baseres på prosesser hvor det er liten fare for svikt. Både vannkildens naturlige selvrensende prosesser og de tekniske prosesser i vannbehandlingsanlegg må omfattes av vurderingen av hvilke prosesser som er minst utsatt for menneskelig eller teknisk svikt.

For nærmere opplysninger om vannbehandlingsmetoder, se kapittel D, Vannbehandling.

En tilstrekkelig hygienisk sikring av vannforsyningen er avhengig av at det er innebygget minst *to hygieniske barrierer mot overføring av sykdomsfremkallende mikrober og andre helseskadelige forurensninger*. Minst den ene av barrierene skal sørge for at drikkevannet blir desinfisert eller behandlet på annen måte for å fjerne, uskadeliggjøre eller drepe smittestoffer, jevnfør drikkevannsforskriftens bestemmelser.

Fastsettelse av de hygieniske barrierene skal være basert på en helhetstenkning, dvs. en vurdering av vannkilde med tilhørende nedbørfelt, vannbehandling og distribusjon. Der det etableres to hygieniske barrierer i behandlingsanlegget, er det spesielt viktig at disse virker uavhengig av hverandre og ikke settes ut av spill av samme feil eller hendelse. Dette kan for eksempel være brå endringer i råvannskvalitet, teknisk svikt (strømstans og lignende) eller driftsfeil (manglende eller utilfredsstillende kontroll av kjemikaliedosering mm.).

C.1.2 Retningslinjer ved valg av vannkilde

Ved valg av vannkilde må det tas hensyn til *kapasitet*, muligheten for tilstrekkelig *sikring* mot forurensninger, *vannkvalitet* og muligheten for å forbedre denne ved *vannbehandling*. Disse forhold må veies opp mot de praktiske/økonomiske sider.

C.1.2.1 Kapasitet

Kilden må ha tilstrekkelig kapasitet i overskuelig fremtid. Prognoser for vannforbruk bør utarbeides på reelt grunnlag. Kapasiteten bør klarlegges ved at det utføres tilstrekkelige hydrologiske og/eller hydrogeologiske undersøkelser.

C.1.2.2 Sikring mot forurensninger

Tilfredsstillende hygienisk sikring må kunne ivaretas. Dette innebærer at det må etableres to uavhengige barrierer for å sikre tilfredsstillende kvalitet på drikkevannet, for eksempel at en vannkildes nedbørfelt gis nødvendig beskyttelse og at vannet gis nødvendig behandling.

Valg av vannkilde bør foretas slik at nødvendig vannbehandling blir minst mulig omfattende. Dette innebærer at det bør velges vannkilder som kan beskyttes tilfredsstillende mot forurensning. Dette avhenger ofte av om aktiviteten i nedbørfeltet/infiltrasjonsområdet kan holdes på et akseptabelt nivå.

Å bruke vannforekomster som fordrer omfattende vannbehandling for at vannet skal bli hygienisk betryggende, medfører i seg selv et hygienisk risikomoment. Svikt i driften av behandlingsanlegg må påregnes. Dette kan føre til at forurensning i råvannet slipper gjennom til distribusjonssystemet. Man kan heller ikke gardere seg fullstendig mot akutte forurensninger som vannbehandlingsanlegget ikke er dimensjonert for å håndtere. Dersom det er praktisk og økonomisk umulig å sikre en vannkilde tilstrekkelig mot forurensende aktivitet, må vannet gis en høy grad av behandling.

Tiltak for å beskytte vannkildene mot forurensning er omtalt i kapittel C3, Beskyttelse av vannkilder.

C.1.2.3 Vannkvalitet

Kilden må ha tilfredsstillende mikrobiologisk og fysisk-kjemisk vannkvalitet. Skal kilden fungere som en hygienisk barriere, må vannets innhold av helsebetenkelige stoffer være lavt, vannet må bare sporadisk inneholde indikatorbakterier, og da i lavt antall, og vannkilden må være beskyttet på en slik måte er faren for forurensning er minimalisert. Det er uansett viktig å kjenne variasjonene i vannkvalitet over året for å kunne etablere en sikker vannforsyning. Råvannskvaliteten må kartlegges ved at det gjennomføres et tilstrekkelig prøveprogram jfr. kapittel C2, Undersøkelse av vannkilder.

C.1.2.4 Beredskapsmessige forhold

Ved valg av vannkilde må det tas hensyn til beredskapsmessige forhold. Vannkilden bør ha så store vannmasser at det er vanskelig å tenke seg at en akutt og farlig forurensning kan fremprovoseres ved terror eller sabotasje. Det må finnes tilfredsstillende reserveopplegg ved uforutsette omstendigheter som f. eks. forurensning av vannkilde eller transportsystem, utfall av renseanlegg eller ledningsbrudd. Hensynet til beredskap er omtalt i kapittel F2, Beredskap.

C.1.3 Overflatekilder

Med overflatevann forstås det vann som samler seg i elver, bekker, tjern og innsjøer. Ca. 90 % av Norges befolkning får vann fra overflatevannkilder.

I tillegg benyttes oppsamling av regnvann (vesentlig til hytter og enkelthus på små øyer) og avsalting av sjøvann/brakkvann (på øyer hvor det ikke er andre muligheter). Disse behandles ikke nærmere i denne orienteringen.

C.1.3.1 Vannkvalitet generelt

Overflatevannets kvalitet preges av de naturlige forhold i nedbørfeltet (vegetasjon, berggrunn med mer) og menneskelig aktivitet. Atmosfæriske forurensninger kan også ha en viss betydning. Oppholdstiden i innsjøer innvirker på vannkvaliteten ved at forurensninger brytes ned, tas opp av organismer eller sedimenterer. I elver og bekker påvirkes kvaliteten av erosjon i nedbørfeltet og i selve elveløpet, for eksempel ved høyt innhold av partikler om våren under snøsmelting og i nedbørsperioder. Ved kraftig avrenning fra nedbørfeltet vil også innsjøer kunne bli merkbart påvirket.

Mange av overflatevannkildene som benyttes til drikkevann, faller inn under kategorien lite forurensset og klart drikkevann. Råvann fra disse kildene trenger normalt ikke vannbehandling utover minimumskravet som er desinfeksjon. Behovet for behandling utover minimumskravet, skyldes som regel at råvannet:

- har for høy farge
- er surt, dvs. pH er mindre enn 6,5.
- er bløtt, dvs. har lite saltinnhold og liten bufferkapasitet mot endringer i surhetsgrad

Vannets farge skyldes innhold av naturlig organisk materiale (NOM). Humus er ofte brukt som "synonym" for NOM, da humus er den viktigste komponenten av det organiske materialet i norske vannkilder. Innholdet av NOM kan gjøre det vanskelig å få til en skikkelig desinfeksjon, kan medføre dannelse av lukt- og smakskomponenter og uheldige biprodukter ved klorering, og kan gi tilslamming og bakterievekst i ledningsnett.

Problemer med lukt og smak skyldes oftest mikrobiell aktivitet (cyanobakterier (blågrønnalger), actinomyceter, muggsopper og andre typer organismer) i vannkilden eller i distribusjonsnett. Også spill av fyringsoljer og drivstoff samt utslipp fra industri, båter osv. kan forårsake problemer med lukt og smak.

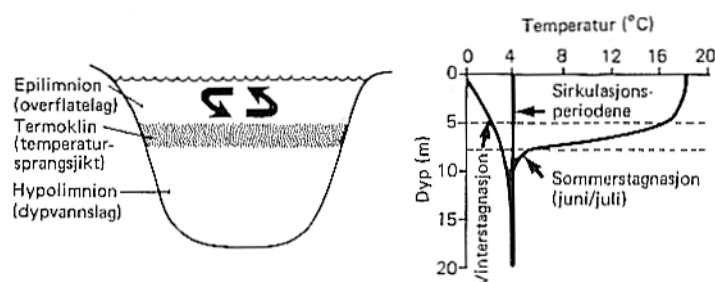
Surt vann kan gi korrosjon på ledningsnett.

C.1.3.2 Store, dype innsjøer

Med store, dype innsjøer menes her innsjøer dypere enn 20 meter, med middeldyp større enn 10 meter og med tilstrekkelig volum under temperatursprangsjiktet til et halvt års vannforbruk.

Vannkvaliteten er oftest stabil og god i våre store, dype innsjøer. Slike innsjøer har stort volum og dermed er fortynningseffekten betydelig ved utslipp av uønskede stoffer. Det skjer også en «selvrensning» der vannet har lang oppholdstid i innsjøbassenget. Mikrober dør ut, kjemiske forbindelser nedbrytes, og partikler vil sedimentere i større grad enn der vannet har kort oppholdstid i bassenget. Derfor har vannet i de store, dype innsjøene som regel klarere med lavere konsentrasjoner av mikrober og mindre farget enn vannet i mindre sjøer, elver og bekker i området.

I dype innsjøer vil det i løpet av sommeren dannes en temperatursjiktning med et varmere overflatelag liggende over et kaldere dypvannslag. Tetthetsforskjellen gjør at disse lagene ikke blandes. Grenselaget kalles *temperatursprangsjiktet (termoklinen)*. Dette virker som en barriere mot direkte tilførsel av forurensning til dypvannet i sommerhalvåret. Barrieren er imidlertid ikke absolutt. Det skjer alltid en utveksling av stoffer mellom overflate- og dypvannslaget ved turbulent blanding i sprangsjiktet. Partikler som er bærere av forurensning, kan også sedimentere gjennom sprangsjiktet. I enkelte innsjøer kan sprangsjiktet "vippe" under spesielle vindforhold, slik at vann fra det øvre sjiktet føres ned på dypet i løpet av kort tid, og dermed føre forurensninger til råvannsinntaket. Om høsten vil temperaturen jevnnes ut, og vannmassene blander seg (høstsirkulasjonen). Om vinteren gir isen noe beskyttelse mot forurensning. Temperaturforholdene i en dyp innsjø er illustrert i figur C.1.1.



Figur C.1.1 Temperaturforholdenes variasjon over året i en dyp innsjø

Store dype innsjøer vil kunne motta relativt store mengder plantenæringsstoffer i lang tid før man merker at drikkevannskvaliteten i et dypvannsinntak er forverret. Økende tilførsel av næringssalter vil imidlertid uunngåelig medføre en eutrofieringsutvikling som endrer det naturlige planktonsamfunnet. Ofte blir planktonet preget av cyanobakterier (blågrønnalger) som produserer lukt- og smaksstoffer og/eller giftstoffer (toksiner). I ytterste konsekvens kan økt planktonproduksjon gi økt oksygenforbruk i dypvannet og frigivelse av næringsstoffer fra sedimentene. Det er tidkrevende og kostbart å snu en slik utvikling. Dette gjør det påkrevet å beskytte også store, dype innsjøer mot næringssalttilførsel. Det kan være hensiktsmessig å foreta en beregning av hvor mye årlig fosfortilførsel en slik innsjø kan tåle før det er fare for en uønsket utvikling.

En stor innsjø har ofte et stort og uoversiktlig nedbørfelt, noe som kan føre til problemer med å kontrollere eventuelle forurensningskilder. Man vil oftest legge vekt på å begrense den jevne tilførsel av næringssalter og bakterier fra kommunale kloakkutslipp

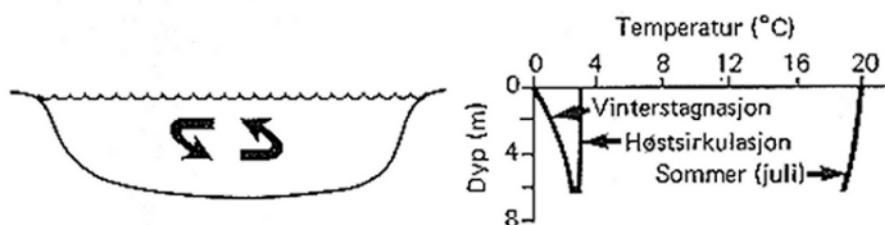
og fra jordbruket, og ofte i mindre grad beskytte mot tilfeldig forurensning fra rekreasjonsaktivitet.

C.1.3.3 Grunnere innsjøer og tjern

Med dette menes innsjøer og tjern grunnere enn 15-20 meter. Innsjøer med lite overflateareal vil kunne være termisk sjiktet om sommeren, mens større vindeksponerte innsjøer vil kunne være uten stabil temperatursjiktning, se figur C.1.2. Innsjøer som er uten stabil temperatursjiktning, er generelt dårligere sikret mot at forurensninger skal nå vanninntaket, enn større, dype sjøer. Industrihell, tankbilvelt osv. vil kunne få alvorlige konsekvenser. Vannet har mindre oppholdstid i innsjøbassenget slik at selvrensingsprosessene ikke får tid til å virke, og volumet er mindre slik at forurensninger lettere vil komme fram til forbrukerne.

Tilførsel av plantenæringssalter (fosfor og nitrogen) kan lett føre til eutrofieringsproblemer i grunne innsjøer. Et lite innsjøvolum gjør at det raskt kan oppstå oksygenmangel som fører til utløsning av uønskede stoffer fra bunnsedimentene. Beskyttelsestiltak for å motvirke eutrofiering er absolutt nødvendig for slike innsjøer.

For små innsjøer uten temperatursjiktning er det vanlig å pålegge beskyttelsestiltak både mot tilførsel av næringssalter fra kommunale utslipp og diffuse utslipp (næringssalter og plantevernmidler) fra jordbruk og mot tilfeldig forurensning fra permanent bosetting, hyttebebyggelse, veier, rekreasjonsaktiviteter osv.



Figur C.1.2 Skjematisk fremstilling av temperaturvariasjoner i en grunn, ikke sjiktet innsjø

C.1.3.4 Elver og bekker

Elver og bekker vil ha sterkt varierende vannføring, og derfor varierende kapasitet og vannkvalitet. Vannet kan lett bli utsatt for tilfeldig forurensning, og vannkvaliteten vil variere med nedbør og snøsmelting. Der det ikke er magasinkapasitet i form av innsjøer eller dammer, vil forurensningen umiddelbart virke inn på kvaliteten. Det skjer rask transport av forurensningen til vanninntaket. En fordel med elveinntak er at forurensninger transporteres raskt forbi inntaket.

Elver med lite løsmasser i nedbørfeltet er sårbare for forurensninger. Forurensning i nedbørfeltet spres lettere til vassdraget hvis kapasiteten for infiltrasjon i grunnen eller binding til vegetasjon er liten.

Konsentrerte utslipp av næringssalter og organisk stoff kan føre til oksygensvinn og oppvekst av diverse organismer (saprobiering) på utslippsstedet. Nedstrøms utslippet kan elva igjen være tilsynelatende ren grunnet selvrensing og fortynning. Likevel kan vannet inneholde sykdomsfremkallende mikroorganismer og kjemiske forurensningskomponenter langt nedover i vassdraget.

Beskyttelsestiltak i nedbørfeltet til en elv avhenger bl.a. av nedbørfeltets jordsmonn og vegetasjon og om det er innsjøer i nedbørfeltet. Generelt vil restriksjonene måtte være strengere ved bruk av elv eller bekk enn ved bruk av innsjøer som drikkevannskilde.

Ved bruk av elv/bekk som drikkevannskilde, bør det legges vekt på følgende forhold:

- Elver med jevn og stor vannføring bør foretrekkes.
- Det er en fordel med innsjøer i nedbørfeltet da disse forårsaker at vannføringen og vannkvaliteten blir utjevnert. Inntaket bør legges der det er eller kan etableres størst mulig inntaksmagasin.
- Lite løsmasser kan bevirke at forurensning i nedbørfeltet lett spres til vassdraget.
- Elver med stort og uoversiktlig nedbørfelt og med utløp fra industri og bebyggelse og tilsig fra jordbruk bør unngås.
- Drenering fra myrområde vil ofte gi farget vann etter nedbørs- og snøsmeltingsperioder.
- Det kan være problematisk å drive et vannbehandlingsanlegg der vannkvaliteten varierer mye over året.
- Ved bruk av breelver må det etableres høygradig vannbehandling for å fjerne breslammet.

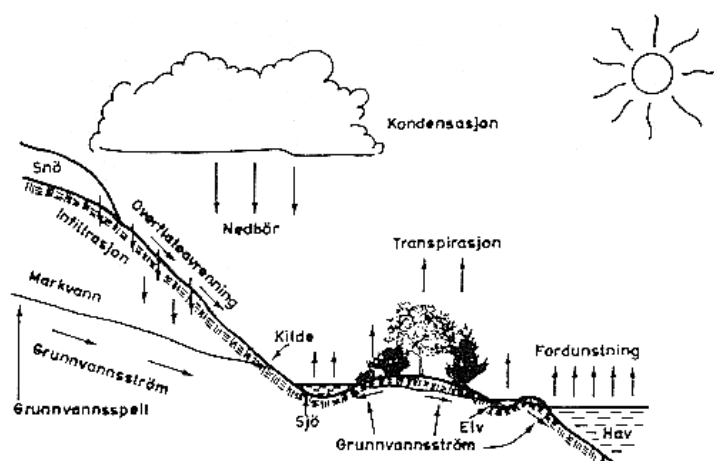
C.1.4 Grunnvann

Bare ca. 10 % av Norges befolkning forsynes med grunnvann. Fordi anleggene i hovedsak små, er det imidlertid mange av dem. Ca. 30 % av antall vannverk som forsyner mer enn 20 husstander er grunnvannsverk.

Med grunnvann forstås vann som ligger så dypt nede i bakken at det sammenhengende fyller hulrom i grunnen. I drikkevannssammenheng skiller vi mellom kategoriene:

- Grunnvann fra løsavsetninger
- Grunnvann fra fjell

Oppkommer finner man der hvor grunnvannet kommer opp i dagen enten det nå kommer fra fjell eller løsmasser (behandles ikke i denne orienteringen). Figur C.1.3 viser grunnvannets plass i det hydrologiske kretsløp.



Figur C.1.3 Skjematisk illustrasjon av det hydrologiske kretsløp

C.1.4.1 Vannkvalitet

I alminnelighet anses grunnvanns naturlige vannkvalitet for å være god og stabil. Dette gjelder først og fremst for grunnvann i løsmasser. Vannkvaliteten på grunnvann i fjell er mer variabel, avhengig av sprekkssystemet vannet transporteres gjennom, og avhengig av hvor tett løsmassedekning det er over fjellet.

Der det oppstår problemer med vannkvaliteten i grunnvann, viser det seg ofte at ulike geologiske omgivelser gir opphav til hver sine typiske problemer. Her er nevnt noen eksempler:

Grunnvann i løsmassebrønner:

- Elveavsetninger langs Glommavassdraget: Surt, bløtt vann
- Elveavsetninger i Gudbrandsdalen: Alkalisk, relativt hardt vann
- Andre områder: Sterkt varierende, bla. jern og mangan.

Grunnvann i fjell:

- Generelt: Jern og mangan, andre grunnstoffer, lav oksygenmetning, høyt innhold av karbondioksid
- Kalkrikt fjell: Hardt vann (vesentlig kalsium og magnesium)
- Granitter: Radon, fluor (forekommer ytterst sjelden i løsmasser)
- Alunskifer: Radon, hydrogensulfid

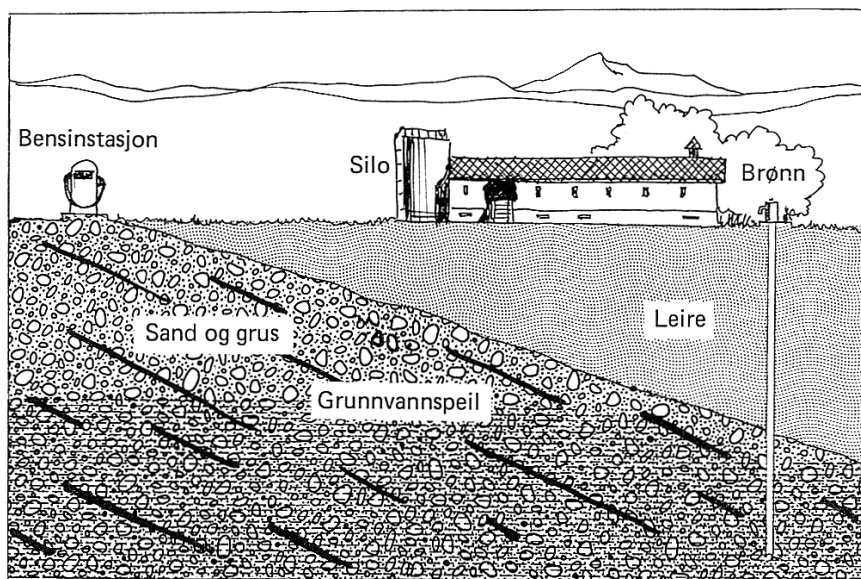
Kvalitetsulempen i grunnvann kan ha mange årsaker. Grunnvannets naturlige kvalitet er preget av den kjemiske sammensetningen av de geologiske formasjonene vannet

befinner seg i. Organisk materiale, enten fra det øvre jordsmonnet (matjordlaget) eller fra utslipp, kan forbruke oppløst oksygen og føre til oksygensvikt med derav følgende oppløsning av jern og mangan, og i mer ekstreme tilfeller dannelse av hydrogensulfid. Grunnvannsbrønner nær kysten kan trekke inn sjøvann. «Fossilt» saltvann i løsmasseavsetninger under marin grense fra slutten av siste istid kan også forårsake salt i grunnvann. Bortsett fra hydrogensulfid og salt, er naturlig forekommende lukt/smaksproblemer i grunnvann sjeldne. Høyt innhold av enkelte metaller vil imidlertid kunne sette smak. Forurensning fra menneskelige aktiviteter i infiltrasjonsområdet, for eksempel bakterier og virus, vil kunne spores i grunnvannet. Nitrat/nitritkonsentrasjoner høyere enn drikkevannsforskriftens kvalitetskrav er funnet i vann fra enkelte brønner i jordbruksdistrikter. Ofte har dette sammenheng med tilførsel av avrenningsvann fra overflaten av gjødslet areal, eller lekkasje fra overflaten direkte ned i brønnen. Uran er også påvist i enkelte brønner. En lang rekke forhold vil med andre ord kunne kreve ekstra tiltak for å gi et tilfredsstillende drikkevann. Likevel er vannforsyning fra grunnvann, spesielt i løsavsetninger, oftest trygg og forbundet med få problemer dersom det ikke forekommer oksygensvikt.

C.1.4.2 Grunnvann i løsavsetninger

Grunnvann kan utnyttes fra avsetninger av grus og sand ved elver eller innsjøer, men også fra andre løsavsetninger. Slike forekomster mates med vann dels fra vassdrag, dels fra nedbør som infiltreres. Enkelte forekomster mates i sin helhet fra nedbøren (selvmatende). Vannkvaliteten er først og fremst avhengig av tykkelse og art av overliggende løsmasser (umettet sone) som vannet må passere, hvor lenge vannet har vært i grunnen, grunnens filtreringsegenskaper og vannets muligheter til å utløse jern og mangan (evt. andre stoffer) fra grunnen. Vannmengden som kan tas ut, er avhengig av løsmassenes permeabilitet, det vil si evne til å la vannet trenge gjennom massene. Grus og sand er eksempler på permeable masser, mens leire er tett masse.

Vannforsyning av grunnvann fra permeable løsmasser er en meget god løsning hygienisk sett dersom avsetningen er stor nok, og har en kornsammensetning som sikrer at den utgjør en barriere mot forurensninger. Kvaliteten er som regel tilfredsstillende der det ikke finnes menneskeskapte forurensninger. Grunnvanskildene kan være sårbare overfor lokal forurensning av grunnen. Figur C.1.4 illustrerer hvor viktig det er å vurdere grunnforholdene når faren for forurensning av en drikkevannskilde skal vurderes.



Figur C.1.4 Eksempel på geologiens betydning for beskyttelse av grunnvann. Brønnen er forurensset av olje, ikke silosoft.

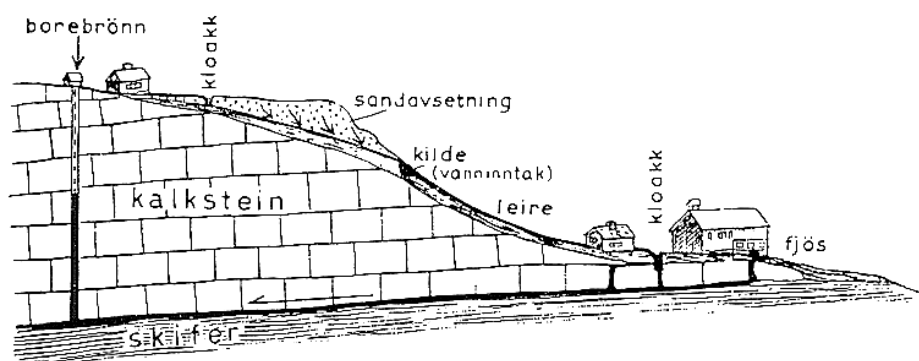
Ved store grunnvannsuttak vil det vanligvis trekkes vann fra overflatevannkilder inn i løsmassene og grunnvannsmagasinet, såkalt strandinfiltrasjon. Kontaktforholdet overflatevann - grunnvann vil være vesentlig for den naturlige grunnvannsbeskyttelsen.

For å kunne vurdere influensområdet størrelse (området som påvirkes av grunnvannsutaket) og evnen til å holde tilbake forurensninger, er det nødvendig å kjenne løsmassenes mektighet, kornstørrelsesfordelingen og grunnvannets strømningsforhold (hastighet, retning) ved det ønskete uttaket av vann. Området hvor grunnvannsbrønnene plasseres, må beskyttes mot forurensning som kan påvirke grunnvannet. Som regel må området deles inn i soner hvor det skilles mellom områder hvorfra vannet bruker mer eller mindre enn 60 døgn fram til brønnen.

Grunnvann i egnede løsmasser er relativt godt sikret mot de fleste typer utslipp og uhell på overflaten dersom forurensingen kan fjernes, men dersom grunnvann først blir forurensset med tungt nedbrytbare stoffer som f. eks. olje og tungmetaller, kan kilden være ubrukelig til vannforsyning i flere tiår.

C.1.4.3 Grunnvann i fjell

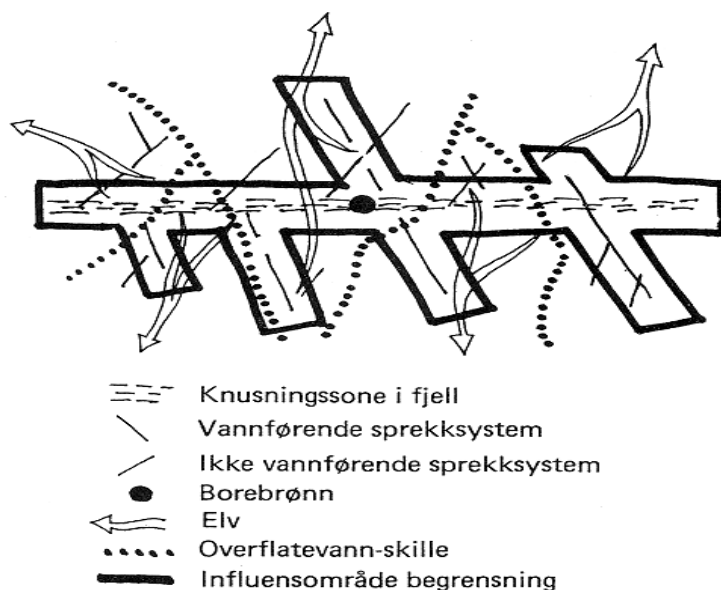
Grunnvann i fjell benyttes vanligvis for mindre vannforsyningsanlegg og enkeltvannforsyning. Grunnvann i fjell forekommer over alt, men kan i Norge stort sett bare utnyttes fra områder med sprekkdannelser og knusningssoner i fjellet. Kvaliteten avhenger i hovedsak av i hvilken grad vannet renses ved passasje gjennom løsmasser, berggrunnmineralenes løselighet i vannet og vannets oppholdstid i grunnen. Vannet er ikke så godt beskyttet som grunnvann i løsmasser fordi strømningshastigheten ofte er større og selvrensingen mindre. Drensvann og avløp fra jordbruk og boligfelt er de vanligste forurensningskilder, se figur C.1.5.



Figur C.1.5 Skjematisk tegning som viser hvordan to gårder forurensar vannet til hverandre. Gården til venstre har borebrønn med rikelig vann som kom inn på grensen mellom oppsprukket kalk og tett skifer. De lar kloakken forsvinne i synkegrøfter utenfor gården. Denne avsetning ligger i nedbørfeltet til kilden som gården nedenfor benytter, og etter en tid er også kilden forurensset. Gården til høyre slipper sin kloakk i synkekummen i kalken, og etter en tid er også borebrønnen forurensset. (Skjeseth 1957).

Overdekning av løsmasser (grus, sand, leire) over fjell i brønnens infiltrasjonsområde utgjør den viktigste beskyttelsen mot forurensninger av grunnvannsmagasinet. Finkornige, tykke løsavsetninger gir best beskyttelse. Åpne fjellsprekker vil i liten grad holde tilbake forurensninger, og ved store grunnvannsuttak fra fjell kan bakterier og forurensningsstoffer transporteres hurtig over store avstander.

Normalt er det vanskelig å avgrense influensområdet til en grunnvannsbrønn eller eventuelt et nett av borebrønner i fjell. Det er også vanskelig å avgjøre ulike sprekkesoners betydning for nydanning og transport av grunnvann. En prinsippskisse av influensområdet for grunnvannsbrønn i fjell er vist i figur C.1.6.



Figur C.1.6 Influensområde for grunnvannsbrønn i fjell. Prinsippskisse.

Analysen av vannkvalitet og temperatur ved forskjellige værforhold og årstider, vil kunne gi et bilde av i hvor stor grad brønnen er påvirket av overflatevann. Fjellbrønner hvor analysen av vannkvaliteten indikerer at vannet har kort oppholdstid mellom overflaten og vanninntaket, er sårbare overfor forurensninger og krever særlig god beskyttelse.

Enkelte forurensninger av fjellbrønner vil kunne ødelegge brønnen for all overskuelig framtid (f.eks. oljeforurensning).

C.1.5 Styrker og svakheter ved ulike vannkilder

C.1.5.1 Sammenligning av egenskaper

En vannkildes egnethet til drikkevann, avhenger av hvor godt sikret den er mot forurensninger. De viktigste egenskapene er knyttet til nedbørfelt/infiltrasjonsområde, selvrensingsevne, evne til å fortynne forurensninger, og i hvilken grad temperatursprangsjikt hindrer forurensningstransport nedover i vannmassene. Tabell C.1.1 gir en oversikt over ulike vannkilders egnethet på grunnlag av disse egenskapene.

Tabell C.1.1 Oversikt over vannkilder og deres egnethet til drikkevann, basert på egenskaper som sikrer råvannsinntaket mot forurensning

Egenskap Kilde	Nedbørfelt/ infuensområde	Selvrensingsevne	Fortynningseffekt	Sprangsjikt	Totalvurdering av egnethet som vannkilde
Store, dype innsjøer	Store nedbørfelt gir uoversiktlige forhold mht. mulige forurensende aktiviteter, og vanskeliggjør kontroll av aktivitet. Mindre nedbørfelt er enklere å regulere og kontrollere. Avrenning kan medføre store variasjoner i vannkvalitet i elv/bekk.	Lang oppholdstid gir god selvrensing. Kortere oppholdstid reduserer selvrensingsevnen og sikkerheten	Stort vannvolum gir god fortynning av fysisk/kjemiske forurensninger. Mindre vannvolum reduserer fortynningseffekten	Sprangsjikt hindrer vertikal forurensnings-transport, og beskytter dypt drikkevannsinntak. Grunne innsjøer mangler sprangsjikt	Normalt god
Grunnere innsjøer og tjern					Dårlig/Brukbar. Avhengig av forurensende aktivitet
Elv og bekk		Strømningsforhold, spesielt innblanding av oksygen i vannmassene, avgjør selvrensingsevnen mht. næringssalter og organisk materiale.	Fortynnings-effekten avhenger av avstand fra forurensende utslipp til vanninntak	Ikke relevant	Normalt dårlig, store variasjoner i vannkvalitet. Kan være bedre enn dårlige innsjøer
Grunnvann i løsmasser	Influensområder i løsmasser er enklest å avgrense, og dermed kontrollere forurensning fra. I fjell vil uoversiktlige sprekker skape usikkerhet.	Oppholdstiden i grunnen vil innvirke på mikrobiologisk kvalitet. Det anbefales oppholdstid på minst 60 døgn i mettet sone. I løsmasser vil selvrensingsevnen være større enn i fjell. Mekaniske og kjemiske prosesser påvirker naturlig vannkvalitet, spesielt i fjell	Lite relevant å vurdere	Ikke relevant	Normalt god
Grunnvann i fjell					Varierende, avhengig av forurensende aktivitet, sprekksystem og naturlig innhold av grunnstoffer.

Tabellen beskriver typiske særtrekk. Andre forhold som ikke fremkommer, særlig forurensningspotensial og trofegrad (næringsrikdom) kan også ha betydning for en vannkildes egnethet. Disse hensyn er omtalt tidligere i kapittel C.

Generelt betraktes grunnvann fra løsavsetning og inntak under temperatursprangsjiktet i dype næringsfattige innsjøer som gunstige løsninger. Mindre gunstige løsninger er inntak i grunne tjern og dammer, elver/bekker og fjellbrønner med uoversiktlige sprekksystem.

Den mest hensiktsmessige løsningen må vurderes for hvert naturlig avgrensede forsyningsområde, og ses i sammenheng med nødvendig vannbehandling og beskyttelsestiltak i nedbørfelt/infiltrasjonsområde.

C.1.5.2 En stor versus flere små kilder

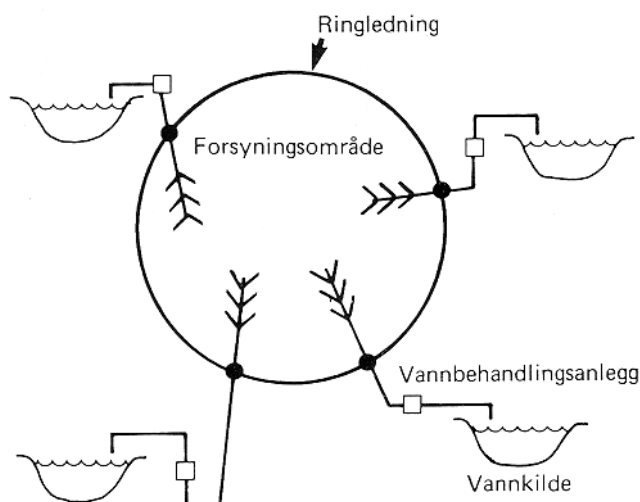
Bruk av en stor kilde fremfor flere små byr på åpenbare fordeler som:

- Ett anlegg gir rimeligere vannbehandling og enklere driftsettersyn.

- En stor kilde (innsjø) gir oftest større hygienisk sikkerhet.
- Det er kun nødvendig med beskyttelsestiltak/klausulering i ett nedbørfelt.

Bruk av flere små kilder byr også på fordeler:

- Etablering av ringsystemer vil kunne gi større beredskapsmessig sikkerhet (figur C.1.7). Dersom en kilde forurenses eller faller ut, vil vannforsyningen likevel kunne opprettholdes.
- Med små kilder i nærheten av forsyningsområdet vil det være lett å vedlikeholde anlegget, lokalisere og reparere brudd på overføringsledning.



Figur C.1.7 Skjematisk fremstilling av ringkjøringssystem. Hver av de fire vannkildene kan i prinsippet forsyne alle tettstedene.

C.2 Undersøkelse av vannkilder

Dette kapittelet er i første rekke utarbeidet med henblikk på undersøkelse av vannkilder til vannverk som forsyner mer enn 50 personer. Hovedhensikten med slike undersøkelser, er å kartlegge kvaliteten på vannet i vannkilden slik at nødvendig vannbehandling for å produsere et tilfredsstillende og hygienisk betryggende drikkevann, kan bestemmes. For å kunne bestemme type vannbehandling og dimensjonering av denne, eventuelt andre tiltak for å redusere forurensninger, må man kjenne den dårligste vannkvaliteten som kan forventes i kilden. Det er også viktig å kjenne til forventede variasjoner i vannkvalitet.

Det er i prinsippet ingen forskjell på krav til vannkvaliteten fra store og små vannverk. Nødvendig prøvetaking for å kartlegge vannkvaliteten må også gjennomføres for mindre vannverk (<50 personer) og enkeltvannforsyninger. Prøveprogrammene som er beskrevet, bør også kunne benyttes for mindre vannverk. For disse vannverkene, og spesielt for de minste, vil det imidlertid kunne være hensiktsmessig med et forenklet prøveprogram. Graden av forenkling avhenger av flere faktorer, som vannkildetype,

størrelse på kilden, mulige forurensningstilførsler og antall personer som forsynes. Dersom eksisterende vannforsyningssituasjon er prekær, ønsker man oftest å koble inn ny vannkilde hurtigst mulig uten å måtte vente på resultatene av prøvetaking gjennom et helt år.

Kapittelet omfatter prøvetakingsprogrammer for fysisk-kjemiske og mikrobiologiske undersøkelser som må til for å vurdere om en vannkilde egner seg til drikkevann. Veiledningen dekker imidlertid ikke mer omfattende undersøkelsesprogrammer, f. eks. for vurdering av trofiutviklingen i innsjøer, eller for kartlegging av tilførsler av spesielle miljøgifter.

For en bredere innføring i sentrale limnologiske felt- og laboratoriemetoder til bruk ved vassdragsundersøkelser, henvises til: Vennerød, K. (red.), 1984, *Vassdragsundersøkelser. En metodebok i limnologi*. Norsk Limnologforening, Universitetsforlaget.

C.2.1 Prøveprogram for innsjøer

For vurdering av innsjøer som drikkevannskilder gjøres en enkel limnologisk undersøkelse som utdypet nedenfor. I tillegg må det foretas en grov kartlegging av dybde- og volumforholdene i innsjøen.

C.2.1.1 Valg av stasjoner og prøvedyp i grunne innsjøer

Dette omfatter overflatekilder der største dyp er mindre enn 15-20 meter. Prøver bør tas fra eksisterende eller framtidig inntakssted, og i den dypeste delen av innsjøen. I relativt små innsjøer med ett innsjøbasseng, er det tilstrekkelig med én stasjon for prøvetaking.

Prøvedyp:

- 2 meter over bunnen
- 2 meter under vannoverflaten.

I tillegg må det tas prøver i utløp av tilløpsbekker som kan antas å påvirke vannkvaliteten i innsjøen.

C.2.1.2 Valg av stasjoner og prøvedyp i dype innsjøer

Dette gjelder overflatekilder med største dyp mer enn 15-20 meter. I de fleste større norske innsjøer vil det i løpet av sommeren (sommerstagnasjonsperioden) utvikle seg en temperatursjiktning med et varmere overflatelag liggende over et kaldere dypvannslag (se kapittel C.1.3.2, Store, dype innsjøer). Mellom disse to lagene er temperatursprang-sjiktet.

Vanninntaket bør legges under temperatursprangsjiktet dersom vannkvaliteten ikke tilsier noe annet. For å fastslå om det er et temperatursprangsjikt, utføres temperaturmålinger i den dypeste del av innsjøen minst for hver 5. meter ned til ca. 50

meter, eller til største dyp. Målingen gjøres til fire årstider, se kapittel C.2.1.3, Tidspunkt for prøvetaking.

Det bør fortrinnsvis velges to stasjoner for prøvetaking, én der innsjøen er dypest, og én nær et framtidig/eksisterende inntakssted.

Prøvedyp:

- 2 meter over bunnen (hvis dette ikke er altfor dypt for utstyret som brukes)
- Like under temperatursprangsjiktet
- 2 meter under vannoverflaten.

I tillegg må det tas prøver ved tilløpsbekker som kan tenkes å tilføre forurenset vann.

C.2.1.3 Tidspunkt for prøvetaking

Sirkulasjons- og stagnasjonsperiodenes varighet varierer med en rekke forhold som innsjøens form og dybde, vannmassenes oppholdstid, innsjøens vindeksponering, klima og høyde over havet.

Tidspunktet for prøvetaking velges slik at man får et representativt bilde av vannkvaliteten i sirkulasjons- og stagnasjonsperiodene. Normalt vil man få med seg årstidsvariasjonene ved å ta prøver fire ganger fordelt over et år som følger:

- Senvinteren når vannet er islagt (vanligvis mars/april).
- Under fullsirkulasjonen om våren like etter at isen har gått (vanligvis i begynnelsen av mai.)
- Sommerstagnasjonen (månedsskiftet august/september. Det kan i tillegg også tas prøve senest mulig før høstsirkulasjonen).
- Under fullsirkulasjonen om høsten før isen legger seg, f. eks. i begynnelsen av november.

Tabell C.2.1 viser hvilke type prøver som tas til de ulike årstider. Vinterprøvene kan sløyfes for innsjøer som ikke er islagt.

For næringsrike innsjøer, innsjøer hvor det er fare for begynnende eutrofiering, samt innsjøer med høyt innhold av humus bør det utføres en mer omfattende limnologisk undersøkelse.

C.2.1.4 Forenklet prøveprogram for små vannverk

For dype innsjøer er det som regel tilstrekkelig at det tas prøver ved det planlagte vanninntaket. For å få et bilde av hvordan vannkvaliteten varierer gjennom året, bør det tas prøver til fysisk-kjemisk og bakteriologisk analyse hvert kvartal. Temperaturmåling kan begrenses til sommerstagnasjonen (august/september).

Oksygenprøver kan sløyfes for næringsfattige innsjøer som ikke er humuspåvirkede (lavt fargetall).

C.2.2 Prøveprogram for elver/bekker

C.2.2.1 Valg av prøvestasjoner

Ved prøvetaking i elver/bekker velges stasjoner som gir et mest mulig representativt bilde av forholdene ved et fremtidig eller eksisterende inntakssted. Prøvene bør tas på lokaliteter som tilfredsstillende følgende betingelser:

- Nærmest mulig opptil påtenkt inntakssted.
- Lengst mulig vekk fra bredden.
- Pass på at prøvetakingen ikke fører til oppvirvling av slam som kommer med i prøven.

I tillegg til prøvetaking ved fremtidig inntakssted, kan det tas prøver oppstrøms, for eksempel ved tilførsler fra sideelver, som ledd i en kartlegging av forurensningskilder. For elver med mange forurensningskilder må det lages spesielle prøveprogrammer.

C.2.2.2 Tidspunkt for prøvetaking

Vannkvaliteten i bekker/elver kan forandres betraktelig med årstidene og med spesielle værforhold. Derfor må det tas hyppige prøver for å få et representativt bilde av vannkvaliteten gjennom året.

Prøvene bør tas minst *en fast dag per måned gjennom et år*. I tillegg bør det tas prøver under spesielle værforhold f. eks. under flom ved sterk snøsmelting og i nedbørs- og tørkeperioder. Eventuelle døgnvariasjoner på grunn av forventede forurensende utslipp, tas i betraktning ved et tilstrekkelig antall prøver over døgnet slik at man fanger opp den dårligste vannkvaliteten. Tabell C.2.1 viser hvilke type prøver som bør tas, og tabell C.2.3 viser et vanlig analyseprogram.

Tabell C.2.1 Prøvetakingsprogram for overflatevannkilder

Kilde-type	Prøve	Jan.	Feb.	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt	Nov.	Des.
Innsjø	Fysisk/kjemisk, jfr. tabell C.2.3			xxxx	xxx	xx			x	xxxx	xx	xxxx	
	Temperatur			xxxx	xxx	xx			x	xxxx	xx	xxxx	
	Oksygen			xxxx	xxx	xx			x	xxxx	xx	xxxx	
	Bakteriologisk			xxxx	xxx	xx			x	xxxx	xx	xxxx	
Elv og bekk	Fysisk/kjemisk, jfr. tabell C.2.3	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Temperatur	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
	Bakteriologisk	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

De markerte feltene angir tidspunkter på året da det normalt vil være aktuelt å ta prøver. Hvert x angir en prøvetaking.

C.2.2.3 Forenklet prøveprogram for små vannverk

Det må som minimum tas prøver til fysisk-kjemisk og bakteriologisk undersøkelse i perioden med ugunstigste vannkvalitet (som regel i vårløsningen) før vannkilden kobles til vannforsyningen. For å få et bilde av hvorledes vannkvaliteten endrer seg over året tas prøver i januar, april, mai, juni og august som analyseres på parametre angitt i tabell C.2.3. Man må være oppmerksom på at vannkvaliteten også kan endre seg fra år til år.

C.2.3 Prøveprogram for prøvepumping av grunnvannskilder i løsmasser

C.2.3.1 Prøvepumping

Tidlig i prosessen bør det tas kontakt med hydrogeologisk sakkyndig. Dersom hydrogeologisk sakkyndig har vært på befaring og ansett mulighetene for uttak av grunnvann for å være gode, og mat- og helsemyndighetene anser de områdehygieniske forhold for å være tilfredsstillende, tas kontakt med brønnborefirma som setter ned en *prøvebrønn* etter anvisning fra sakkyndig. Denne prøvepumpes etter oppsatt program. Prøvebrønnen vil normalt senere kunne anvendes som produksjonsbrønn.

Sammen med den områdehygieniske vurderingen vil prøvepumpingen gi avgjørende informasjon om grunnvannsbrønnens egnethet, både kvalitativt og kvantitativt. Det bør pumpes med så stor kapasitet som vannverket er beregnet å skulle gi. Pumpetiden bør normalt strekke seg over ett år for å fange opp eventuelle sesongvariasjoner. Kortere pumpetid enn ett år kan anvendes der hydrogeologisk sakkyndig bedømmer sesongvariasjoner til ikke å være av betydning, f.eks. ved relativt små uttak fra store selvmatende grunnvannsforekomster i løsmasser med mektig umettet sone. I visse

tilfeller der pumpingen påvirker strømningsmønster og kjemiske likevekter i grunnen, kan det være nødvendig med lengre tids prøvepumping.

Det utpumpede vannet må ledes vekk fra brønnens nærmeste infiltrasjonsområde, slik at det ikke påvirker prøvepumpingen.

De kapasitetsmessige forhold undersøkes ved å sammenholde utpumpet vannmengde med grunnvannets strømningsforhold i vanngiveren. Det vil ofte være en fordel at hydrogeologisk sakkyndig utfører undersøkelsen, særlig ved mer kompliserte undersøkelser.

C.2.3.2 Peilenett

Det bør normalt etableres et nett av peilerør for regelmessig måling av grunnvannsnivå som angir grunnvannets senkningsmønster noe som igjen vil vise grunnvannets strømningsforhold rundt brønnen. Undersøkelsen og tolkningen av resultatene må foretas av hydrogeologisk sakkyndig.

Dersom det trekkes vann fra flere vannførende lag, som er atskilt av lag med nedsatt gjennomtrengelighet, bør peilerørenes plassering i profilet ta hensyn til dette slik at peilingene gir best mulig informasjon om hele profilets vanngiveregenskaper.

C.2.3.3 Målinger

Under prøvepumpingen må følgende måles regelmessig, minst hver uke:

- Grunnvannsnivå i peilerør
- Vannstand i eventuelt vassdrag i tilknytning til vanngiveren
- Temperatur i utpumpet vann
- Temperatur i evt. vassdrag i tilknytning til vanngiveren
- Utpumpet vannmengde

Grunnvannspeilingene gjøres så nøyaktig som mulig, helst på nærmeste halve centimeter, og angis som avstand mellom grunnvannsspeil og topp rør. Temperaturen måles med nøyaktighet 0,1 °C.

Også andre målinger av grunnvannsmagasinet kan være verdifulle, for eksempel ved bruk av georadar og andre kartleggingsmetoder som kan gi kunnskap om forhold nede i bakken.

C.2.3.4 Tidspunkt for prøvetaking

Det må under prøvepumpingen tas regelmessige prøver slik:

En bakteriologisk og fysisk-kjemisk prøve ved start. En bakteriologisk og fysisk-kjemisk prøve etter 14 dagers prøvepumping. Deretter en bakteriologisk og

fysisk-kjemisk prøve hver måned. Prøver til bestemmelse av oksygenmetning og aciditet (fri karbondioksid) tas hvert kvartal, og ved start og avslutning på prøvepumpingsperioden. Tabell C.2.2 viser hvilke prøver som tas og hvilke analyseprogram som skal følges til ulike tidspunkt.

Tabell C.2.2 Måle- og prøvetakingsprogram for prøvepumping av grunnvann i løsmasser

Måned nummer	0	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Bakteriologisk	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fysisk/kjemisk	V	V	V	A	V	A	A	V	A	A	V	A	A	V
Oksygen og karbondioksid	x	x			x			x			x			x
Peiling av grunnvannstand	I samråd med hydrogeologisk sakkyndig													
Måling av vannstand i evt. overflatekilde som mater grunnvannsbrønn	I samråd med hydrogeologisk sakkyndig													
Temperatur i prøvebrønn	Hver uke													
Temperatur i evt. overflatekilde	Hver uke													
Fysisk/kjemisk analyse av vann fra evt. overflatekilde som mater grunnvannsbrønn	V			V			V			V				

V: Vanlig analyseprogram, jfr. tabell C.2.3

A: Avkortet analyseprogram, jfr. tabell C.2.4

C.2.3.5 Forenklet prøveprogram for små vannverk

Grunnvann i løsmasser

Normalt trengs et relativt omfattende undersøkelsesprogram for å kunne være sikker på kvalitet og kapasitet på en grunnvannskilde. Et forenklet undersøkelsesprogram som kan gi et grovt bilde av vannkvaliteten, bør avgjøres i samråd med sakkyndig for hver enkelt grunnvannskilde. Dersom geolog har vært på befaring og ansett mulighetene for uttak av grunnvann for å være gode, kan det være tilstrekkelig med 1 måneds vedvarende prøvepumping fra brønn med minimum 50 millimeter diameter. Det bør tas tre prøver til bakteriologisk og fysisk-kjemisk analyse med 14 dagers mellomrom. Prøvene analyseres på parametre angitt i tabell C.2.3.

Grunnvann i fjell

Fra grunnvann i fjell kan vannkvaliteten endre seg etter hvert som brønnen pumpes (i noen tilfeller også etter flere års bruk). Et evt. prøveprogram for å få en indikasjon på vannkvaliteten bør avgjøres i samråd med sakkyndig. Som minimum bør det tas bakteriologiske og fysisk-kjemiske prøver etter at borehullet har vært pumpet i 14

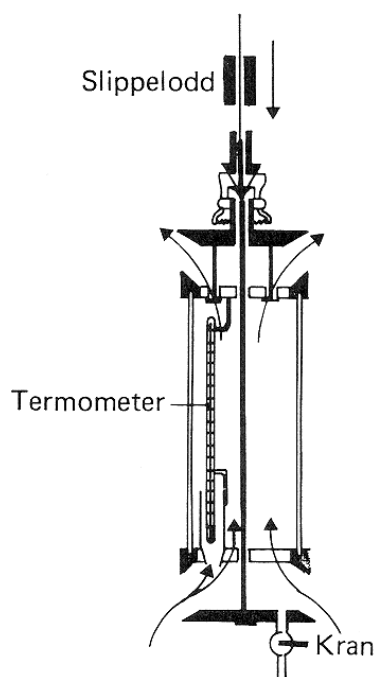
dager. Etter nye 14 dager tas så nye prøver. Prøvene analyseres på parametre angitt i tabell C.2.3.

C.2.4 Uttak av vannprøver

C.2.4.1 Prøver til vanlig fysisk-kjemisk analyse

Vannprøve til vanlig fysisk-kjemisk analyse fylles på plastflaske, ca. 1 liter, som er grundig rengjort og skyllet. Flaske kan fåes ved henvendelse til lokalt analyselaboratorium. Tabell C.2.3 gir en oversikt over vanlig analyseprogram. Plastflaskene bør skylles først med det vannet det skal tas prøve av.

Vannprøver i innsjøer eller dammer tas med *vannhenter* som lukker seg på ønsket dyp. Vannhenteren bør være utstyrt med termometer. Figur C.2.1 viser lengdesnitt av Ruttner's vannhenter som er den mest benyttede til dette formål. Det er som regel ikke nødvendig med spesielt prøvetakingsutstyr i elver/bekker.



Figur C.2.1 Ruttner's vannhenter

Tabell C.2.3 Vanlig analyseprogram for fysisk-kjemisk analyse

Analyser	Enheter	Analyser	Enheter
Utseende	-	Mangan	mg/l Mn
Lukt/smak	-	Totalnitrogen	mg/l N
Fargetall	mg/l Pt	Ammonium	ml/l NH ₄ -N
Turbiditet	FNU	Nitritt/Nitrat	mg/l NO ₃ -N
Konduktivitet 25° C	mS/m	Klorid (kun for grunnvann)	mg/l Cl
pH-verdi (surhetsgrad)	-	Sulfat (kun for grunnvann)	mg/l SO ₄
Totalalkalitet	mmol/l	UV-transmisjon 254 nm, 5 cm (eller UV-absorbans/cm)	% (E/cm)
Kjem. oks. forbr. (KOF _{Mn})	mg/l O	Fluorid (kun for grunnvann)	mg/l F
Kalsium	mg/l Ca	Natrium (kun for grunnvann)	mg/l Na
Magnesium	mg/l Mg	Kalium (kun for grunnvann)	mg/l K
Jern	mg/l Fe		

Det skal benyttes analysemetoder i henhold til drikkevannsforskriften. Ved spesielle forhold (f. eks. mistanke om forurensning av spesielle stoffer), må analyseprogrammet utvides. Det må også vurderes om alle parametrene i drikkevannsforskriften må analyseres.

Tabell C.2.4 Avkortet analyseprogram for grunnvann. Det bør benyttes analysemetoder i henhold til drikkevannsforskriften.

Analyser	Enheter	Analyser	Enheter
pH-verdi (surhetsgrad)	-	Turbiditet	FNU
Utseende	-	Konduktivitet 25° C	mS/m
Lukt/smak	-	Jern	mg/l Fe
Fargetall	ml/l Pt		

Det bør benyttes analysemetoder etter Norsk Standard for vannundersøkelser der dette finnes.

C.2.4.2 Temperaturmålinger

Temperaturen i vannet måles enklest ved et *termometer i vannhenteren*. Temperaturen avleses straks vannhenteren er kommet opp til overflaten, med 0,1 °C nøyaktighet. Unngå direkte sol på termometeret før og under avlesningen.

C.2.4.3 pH-verdi

Vannets pH-verdi (surhetsgrad) bør om mulig bestemmes straks prøven er tatt, ettersom pH-verdien ofte endrer seg under transporten til laboratoriet. Det bør benyttes pH-meter (pH-elektrode). I felt kan også pH-komparator med fargeskive benyttes. Prøver til laboratoriebestemmelse tas i flasker som fylles helt fulle og avleses så snart som mulig.

C.2.4.4 Oksygen- og karbondioksidmålinger

For oksygenprøver kan modifisert Winkler's metode eller oksygenelektrode benyttes. Oksygenprøver krever spesiell prøvetaking og bør fortrinnsvis utføres av personell som har fått opplæring i dette.

Prøver til bestemmelse av fri karbondioksid (aciditet) tas på spesielle flasker med tett kork. Oksygenprøver og karbondioksidprøver er unødvendige i elver/bekker da vannmassene i elver/bekker som benyttes som drikkevannskilder normalt er tilstrekkelig mettet med oksygen.

C.2.4.5 Tungmetallprøver

Prøver til analyse av tungmetaller tas på spesielt rengjorte flasker. Prøvene tilsettes 1 ml salpetersyre umiddelbart etter prøvetakingen. Prøver til kvikksølvanalyse tas på spesielle glassflasker tilsatt kaliumdikromat. Flaskene må ikke skylles før prøvetaking. Tungmetallprøver tas normalt ikke som ledd i vannkildeundersøkelser, bare dersom man har mistanke om spesielle forurensninger f. eks. fra industriutslipp. Flasker og kjemikalier fåes ved henvendelse til et vannanalyselaboratorium.

C.2.4.6 Bakteriologiske prøver

Etter prøveuttak er det viktig at prøvene uten unødig opphold bringes til analyselaboratoriet. Det må ikke gå mer enn ett døgn fra vannprøvene tas til laboratorieundersøkelsene påbegynnes. Ved transporttid over 4 timer må prøvene straks avkjøles til ca. +4°C. Termobag, isoporkasse, el. lign. med flasker med is er velegnet til dette formål. Vannprøvene må ikke fryse. De fleste laboratorier har utarbeidet egne prøvetakingsinstrukser. Imidlertid gjelder følgende generelle regler:

Til bakteriologiske vannprøver brukes sterile flasker som fås ved henvendelse til laboratoriet. Det tas vanligvis to parallelle prøver på hvert sted. Flaskene må ikke skylles før prøvetaking. Innsiden av korken, flaskehalsen og flaskemunningen må ikke berøres. Etter at korken er tatt av, men før prøvetakingen, flammeres flaskemunning og flaskehals med en skibrenner el. lign. Flasken gripes nederst så hånden kommer lengst mulig vekk fra munningen. Hendene bør være nylig vasket, og godt skyllet så det ikke er såperester på dem. Ved prøvetaking av stillestående vann fylles flasken ved at den

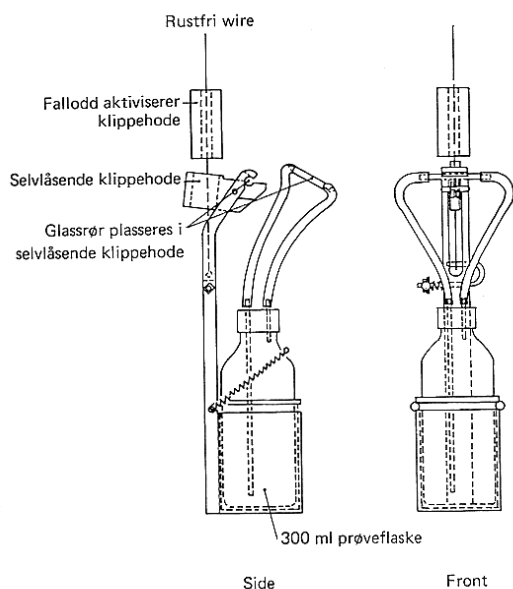
dyppes raskt ned i vannet og føres langsomt fremover med munningen først minst 5 centimeter under vannoverflaten. Ved prøvetaking i elv eller bekk holdes munningen mot strømmen minst 5 centimeter under overflaten.

Flaskene skal fylles med vann til ca. 2 centimeter nedenfor flaskehalsen og korkes straks. Pass på ikke å komme i berøring med flaskemunning eller korkens innside.

Ved prøvetaking i grunnvannskilde bør prøvene først tas etter et døgns prøvepumping. Eventuell sil i kranen fjernes og kranen flamberes. Vannet skal renne minst tre minutter før prøve tas. Tilsvarende gjelder også for andre prøvetyper tappet fra kran.

Bakteriologiske prøver på større dyp kan tas med bakteriologisk dypvannshenter (vist på figur C.2.2). Vannhenter for fysisk-kjemiske prøver (Ruttner's henter) gir ikke aseptisk prøveuttak, men slik vannhenter er brukt i en del tilfeller også til bakteriologiske prøver. Det må opplyses til laboratoriet hvilken type vannhenter som er benyttet.

De bakteriologiske analyser omfatter kimtall, koliforme bakterier, intestinale enterokokker og *E. coli*. Ved de vannkilder hvor det er påvirkning fra overflatevann, skal også *Clostridium perfringens* (inkl. sporer) analyseres. For prøver av vann som forsyner næringsmiddelbedrifter, bør det også foretas analyse m. h. p. fluorescerende kim. I spesielle tilfeller kan det være aktuelt for laboratoriene å analysere vannprøvene for innhold av også andre bakteriegrupper. For nærmere opplysninger henvises til gjeldende norske standardmetoder.



Figur C.2.2 Bakteriologisk dypvannshenter

C.2.5 Pakking og sending

Prøver som ikke er pakket og sendt på forskriftsmessig måte er verdiløse.

C.2.5.1 Fysisk-kjemiske prøver

Før prøvetakingen settes i gang må det avtales med et analyselaboratorium om hvilke undersøkelser som skal utføres. Oppdragsgiveren må forvisse seg om at laboratoriet kan utføre de undersøkelsene som ønskes til de aktuelle tider. Det skal benyttes akkreditert laboratorium til undersøkelser som danner grunnlag for godkjenning av vannkilden, eller laboratorium etter avtale med godkjenningsmyndigheten.

Flasker med vann til fysisk-kjemisk analyse oppbevares mørkt og kjølig etter at prøvene er tatt og bringes snarest mulig til laboratoriet. Forsendelse av oksygen- og karbon-dioksidprøver bør avtales, slik at prøvene blir tatt hånd om så snart de ankommer laboratoriet. Flaskene merkes godt med avsender, prøvested (prøvedyp) og dato. Vannfast tusj bør benyttes.

C.2.5.2 Bakteriologiske prøver

Flaskene merkes godt med avsender, prøvested, dato og klokkeslett. Merkingen må tåle vann. Forsendelsen må alltid avtales med laboratoriet.

C.3 Beskyttelse av vannkilder

Hensikten med å beskytte en drikkevannskilde er å hindre forurensning som kan gjøre vannet uegnet til drikkevann. Hensikten med dette kapittelet er å gi en oversikt over hvilke forurensningstrusler man bør være oppmerksom på, og hvordan man bør beskytte seg mot disse.

Å fastsette nødvendig beskyttelse er en viktig del av godkjenningen av et vannverk. Det vil ofte være en utfordrende og tidkrevende oppgave for vannverket å sørge for nødvendig klausulering overfor grunneiere og allmennheten.

C.3.1 Forurensningstrusler

Tilsigsområdet er hele det omliggende landskap hvorfra vann kan renne til kilden. Det blir også kalt nedbørfelt for overflatevannkilder eller influensområde for grunnvannskilder. Ved fastsetting av beskyttelsesbestemmelser må man både ta hensyn til pågående og planlagte aktiviteters mulige innvirkning for råvannskvaliteten, og hvilken risiko akutte forurensninger forårsaket av uhell, ulykker eller andre ukontrollerte forhold representerer. Man må også være oppmerksom på faren for forurensning forårsaket av aktivitet i forbindelse med drift av vannverket, spesielt utslipp fra sanitærinstallasjoner og risiko for akutte utslipp ved oppbevaring av kjemikalier.

De vanligste former for aktiviteter og tilhørende typiske forurensningstrusler er listet opp i tabell C.3.1.

Tabell C.3.1 Forurensningstrusler i nedbørfelt til vannkilder

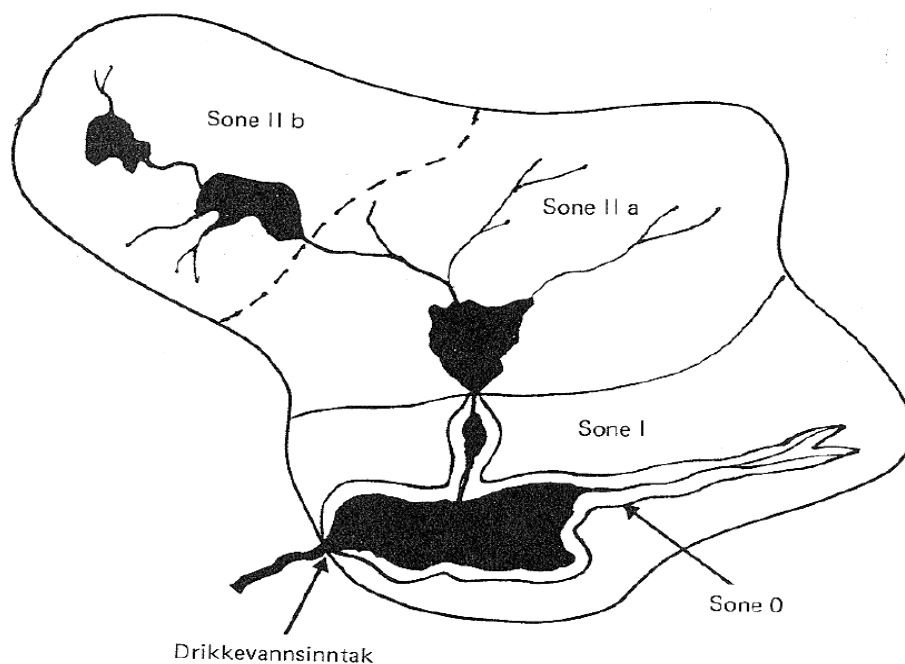
Etableringer/aktiviteter i nedbørfelt/tilsigsområde	Typiske forurensningstrusler
Bosetning	- Separate avløp fra hus/hytter - Lekkasje fra avløpsnett, oljetanker og annet - Generell aktivitet (se alt nedenfor)
Industri	- Forurensende utslipp til luft og vann, herunder fra lager
Trafikk	- Uhellsutslipp fra jernbane, fartøyer eller kjøretøyer, herunder fra trafikkulykker - Eventuelle planlagte utslipp
Jordbruk	- Spredning av gjødsel/slam - Sprøyting med plantevernmidler - Avføring fra beitedyr - Avrenning fra planerte områder - Lekkasje fra gjødsellagre/siloer
Skogbruk	- Uhellsutslipp av diesel/olje fra skogsmaskiner - Avrenning fra barkdeponier - Økt avrenning av komponenter fra jordsmonnet pga flatehogst
Fyllinger/deponier	- Sigevann fra avfallsfyllinger/spesialdeponier - Ulovlig dumping
Fiske	- Fekal forurensning fra mennesker - Uhellsutslipp av drivstoff fra båter
Turisme	- Avløp fra camping/hoteller m.m. - Toalettavfall fra bobiler/campingvogner - Annen forurensende virksomhet i eller nær vann
Rekreasjon/friluftsliv/ stevner o.l.	- Fekal forurensning fra mennesker og hunder - Annet
Forsvarsaktiviteter	- Uhellsutslipp av diesel/olje fra kjøretøyer - Spredning av ammunisjon og lignende i vannkilde/tilsigsområde - Erosjon - Fekal forurensning fra mennesker
Masseuttak	- Erosjon - Avrenning fra områder der det er foretatt terrenginngrep - Uhellsutslipp av diesel/olje fra anleggsmaskiner
Dyre- og fugleliv	- Ekskrementer fra dyr og fugler - Kadavre

C.3.2 Beskyttelse av overflatekilder

I utgangspunktet bør overflatekilden og hele det tilhørende nedbørfeltet beskyttes mot forurensning. Beskyttelsesbestemmelsene kan imidlertid differensieres etter områdets betydning for vannkvaliteten ved vannuttaket. I praksis vil man differensiere etter vannkildetype, størrelse på vannkilden og nedbørfeltet. For store innsjøer og elver vil

det ofte være praktisk umulig å beskytte hele kilden og nedbørfeltet. I slike tilfelle bør som minimum området rundt vanninntaket beskyttes.

Beskyttelsesbestemmelsene kan også differensieres etter naturgrunnlaget i nedbørfeltet. Løsavsetninger, topografi og vegetasjon vil ha betydning for utstrekningen av byggeforbudssoner langs vannkilder. I et nedbørfelt som er preget av løsavsetninger og rikelig vegetasjon, vil det kunne være lettere å akseptere en begrenset bebyggelse eller aktivitet enn i et nedbørfelt som er preget av bart fjell med avrenning direkte til tilløpselv eller vannkilde.



Sone 0: Sikringssone rundt drikkevannskilden og tilløp til denne, for eksempel i avstand 100 – 200 meter

Sone I: Nedbørfelt opp til 1. innsjø oppstrøms drikkevannskilden

Sone II: Øvrig del av nedbørfeltet, delt i to delsoner

Figur C.3.1 Eksempel på soneinndeling av nedbørfelt til innsjø

C.3.2.1 Gradert beskyttelse ved soneinndeling av nedbørfelt

En sone for hele nedbørfeltet

For nedbørfelt av begrenset størrelse gis det ofte ett sett beskyttelsesbestemmelser for hele området. Dette gjelder spesielt ved bruk av bekker eller små elver eller innsjøer hvor vannet har liten oppholdstid.

Inndeling i flere soner

For overflatekilder av noe størrelse er det vanlig å inndele nedbørfeltet i soner. Et eksempel er vist i figur C.3.1. Sone I omfatter her vannkilden hvor inntaket ligger, og det lokale nedbørfeltet som strekker seg opp til første innsjø oppstrøms denne vannkilden. Sone II, som igjen er delt i to undersoner, omfatter resten av nedbørfeltet. Det kan fastsettes mindre strenge beskyttelsesbestemmelser for disse sonene enn for sone I. Slike inndelinger kan være hensiktsmessig og faglig forsvarlig der hvor selvrensingen i vassdraget er god. Man har også eksempler på at skillet mellom beskyttelsessonene av praktiske grunner er trukket langs kommunegrenser.

Det er vanlig å legge særlige restriksjoner i det nærmeste området til vannkilden, se etterfølgende punkt om beskyttelsessone nær vannkilde.

Beskyttelsessone nær vannkilde.

I en sone nærmere enn 50 (eller 100) meter fra selve drikkevannskilden og de direkte tilløpene til denne (sone 0 i figur C.3.1), er det vanlig at det i tillegg til de restriksjoner som gjelder for resten av nedbørfeltet, pålegges absolutt forbud mot bruk av plantevernmidler, lagring av drivstoff til skogbruket og leirslagning.

Beskyttelsessone ved inntaket

For vannkilder med store og uoversiktlige nedbørfelt, slik som våre store innsjøer, vil det være praktisk umulig å pålegge restriksjoner i hele nedbørfeltet. I slike tilfelle bør man sikre et område rundt inntaket mot forurensende eller potensielt forurensende aktivitet, og aktiviteter som fysisk kan skade inntaket.

Forurensningene fra andre deler av nedbørfeltet må søkes begrenset gjennom fylkes- og kommuneplaner, og for enkeltsaker ved regulering etter forurensningslovens bestemmelser

Skjermingssone

For en rekke vannkilder med betydelig aktivitet i nedbørfeltet og hvor det ikke er praktisk og økonomisk mulig å beskytte vannkilden tilstrekkelig, kan man forsøke å redusere forurensningstilførslene ved hjelp av fysiske tiltak. Det finnes eksempler på at man har etablert skjermingssoner ned til vannet i form av naturlig vegetasjon eller beplantning for å redusere avrenning av næringssalter.

C.3.2.2 Beskyttelse av åpne inntaksbassenger

Bassenger for inntak av råvann i bekker og elver må beskyttes spesielt da disse er svært sårbare for lokale forurensninger. Området rundt slike bassenger bør inngjerdes for å holde uvedkommende borte fra området.

C.3.2.3 Beskyttelsestiltak utenfor nedbørfelt

Ved en rekke vannverk forsøker man å redusere atkomstmulighetene til vannkilden. Særlig gjelder dette for vannkilder og inntaksbassenger som er sårbare overfor forurensninger. Det er vanlig at veier opp til inntaket stenges med bom for å hindre

motorisert atkomst for allmennheten. Det finnes også eksempler på at man ikke har akseptert etableringer som hotell, kafé og annen turistvirksomhet like utenfor nedbørfelt der det er lett atkomst til drikkevannskilden, og der slike aktiviteter vil øke ferdselen i området.

C.3.2.4 Eksempler på restriksjoner i nedbørfelt

Hensikten med å innføre restriksjoner er å redusere faren for forurensning som følge av menneskeskapt aktivitet. I dette kapittelet gis en oversikt over aktiviteter som bør tas i betraktning, og eksempler på restriksjoner som det kan være aktuelt å innføre. Det vil alltid være nødvendig å foreta individuelle vurderinger av den enkelte drikkevannskilden.

Bebyggelse og innretninger

Eksempler på bebyggelse og innretninger:

- bolighus og hytter
- produksjonslokaler, lager og/eller omsetningslokaler
- institusjoner
- hoteller og andre turistetablissementer (inkludert campingplasser)
- uthus og driftsbygninger i landbruket
- kloakkrenseanlegg

Restriksjoner vedrørende bebyggelse og innretninger kan omfatte:

- totalt byggeforbud med/uten sanering av eksisterende bebyggelse og innretninger
- delvis byggeforbud med/uten sanering av eksisterende bebyggelse og innretninger (for eksempel tillatelse til et visst antall hytter, lokalisering av hyttefelt i en sone av nedbørfeltet)
- selektivt byggeforbud (for eksempel for turistetablissementer, helseinstitusjoner, visse typer industri).

Permanent aktivitet vil alltid medføre belastninger på miljøet. Avfall og avløpsvann må tas hånd om, veier anlegges og områdene åpnes for ferdsel. Sykehus, hoteller, campingplasser, utleiehytter og andre turistetablissementer vil gi uoversiktlige epidemiologiske forhold da de betjener større geografiske områder, og er derfor generelt uønsket i nedbørfeltet til en drikkevannskilde.

Avløp

Avløp omfatter spillvann fra husholdninger og industri, avrenning av overvann fra bebygde områder, asfalterte gater og lignende, sivevann fra fyllinger med mer.

Avløpsrenseanlegg er uønsket i nedbørfelt til drikkevannskilder. Slike anlegg representerer fare for ukontrollert tilførsel av forurensninger selv om avløpet til vanlig bringes ut av nedbørfeltet. Ukontrollert tilførsel av forurensninger kan blant annet skje ved driftsstans på anlegget, kraftig nedbør, brudd eller lekkasjer på ledningsnettet, og stopp i pumpestasjoner.

Restriksjoner vedrørende avløp kan omfatte:

- totalt forbud mot utslipp av spillvann i nedbørfeltet (gjelder både utslipp til vannforekomster og til grunnen)
- forbud mot utslipp av spillvann og overvann til spesielle vannkilder eller til spesielle soner i nedbørfeltet
- forbud mot utslipp av spillvann til vannkilder i nedbørfeltet (utslipp av spillvann til grunnen tillates i områder godkjent av helsemyndighetene)
- forbud mot direkte utslipp av drensvann fra dyrket mark (vannet skal infiltreres i løsavsetninger, resorberes eller ledes vekk)
- forbud mot tilførsel av overvann fra tettsted
- forbud mot utslipp av industrielt avløpsvann
- forbud mot bruk av avløpsledninger som ikke er tetthetsprøvd, og hvor tetthetsprøvingen ikke gjentas med jevne mellomrom

Hensikten med slike restriksjoner er:

- å hindre tilførsel av mulige sykdomsfremkallende mikroorganismer som parasitter, bakterier og virus, og helseskadelige kjemiske stoffer
- å beskytte vannkilden mot tilførsel av plantenæringsstoffer og organisk stoff som kan føre til en kvalitetsforringelse (algeoppblomstringer, oksygensvikt med mer).

Avfall

Avfall omfatter restprodukter fra menneskelig aktivitet, for eksempel søppel fra bolighus, bark fra skogbruket, gjødseloverskudd fra industrielt husdyrhold og kjemikalierester fra industri.

Restriksjoner vedrørende avfall kan omfatte:

- totalt forbud mot deponering av avfall
- forbud mot anleggelse av kommunal eller privat avfallsdeponi, slamdeponi eller andre avfallsdeponier
- forbud mot deponering av avfall i en gitt minsteavstand fra vassdrag eller i spesielle soner i nedbørfeltet

- privét må anordnes slik at avrenning unngås, for eksempel ved krav om bruk av biologisk toalett eller at avfallet fraktes ut av nedbørfeltet ved offentlig renovasjon.

Industri

En rekke industriaktiviteter representerer en hygienisk risiko om de er lokalisert i nedbørfeltet til en drikkevannskilde. Eksempler er galvanoteknisk industri, metallvareindustri, bergverksindustri, garverier, impregneringsverk, plastfabrikker, sprengstoffabrikker, asfaltverk og oljegrusanlegg.

Eksempler på industriaktiviteter som kan forringe vannkilden og forårsake bruksmessig utilfredsstillende og uestetisk drikkevann (grumset og farget vann med dårlig lukt og smak) og som også kan være hygienisk betenkelig, er treforedlingsbedrifter, tekstilfabrikker, vaskerier, vaskemiddelfabrikker, slakterier, meierier, potetindustri og destruksjonsanlegg for dyreavfall

Lagring av kjemiske forbindelser til bruk i industribedrifter representerer en spesielt stor risiko.

Hvis industri ikke allerede er lokalisert i en vannkildes nedbørfelt, bør etablering her unngås. En hygienisk betenkelig industribedrift bør forbys da oppsamling og bortledning av avløp normalt ikke gir tilstrekkelig sikkerhet.

Industribedrifter som ikke anses problematiske på grunn av forurenset avløp, kjemikalier eller avfall, må vurderes på samme måte som bebyggelse og innretninger.

Lagring av kjemiske forbindelser

Kjemiske forbindelser som olje og mineraloljeprodukter, fenol, plantevernmidler, cyanider, tungmetallopløsninger med mer kan forbys lagret på grunn av den risiko som er forbundet med transport til og fra lagringsplass, overføring fra transportmiddel til lagertank og selve lagringen. Ved menneskelig eller teknisk svikt, eller ved sabotasje, vil stoffene kunne tilføres drikkevannet. Spill av for eksempel olje vil kunne ødelegge en vannkilde smaksmessig i lang tid. Risikoen knyttet til lagring av kjemikalier, innebærer at det må være en restriktiv holdning til etablering av bensinstasjoner og militære beredskapslagre.

Lagring av olje i små mengder for eksempel til oppvarming av hus og til skogbruket, kan tillates. For å begrense virkningen av eventuelle uhell eller ulykker, bør størrelsen på lagringstanker begrenses. Det bør gjennomføres tiltak for å hindre at havari eller lekkasje fra tank skal forurense grunnen. Som regel vil det være tilstrekkelig at tankens innhold vil bli samlet i en tett kum hvis lekkasje skulle oppstå.

Landbruk

Landbruk omfatter husdyrhold, jordbruk, skogbruk, hagebruk og gartneri.

Hensikten med restriksjoner er å hindre problemer som kan oppstå som følge av tilførsel av sykdomsfremkallende organismer, plantenæringsstoffer og organiske stoffer til

vannkilden, samt å hindre spredning av helsebetenkelige plantevernmidler og andre kjemikalier.

Forurensning fra landbruket kan komme fra punktkilder, eller som diffus avrenning fra jordbruksarealer. Av punktkilder kan nevnes surforsiloer og gjødselekjellere som ikke er tette. Plantevernmidler som ikke blir lagret på foreskrevet måte, eller plantevernutstyr som blir rengjort i strid med gitte bruksanvisninger, kan også medføre risiko for forurensning av vannkilde.

Avrenning fra dyrket mark som har vært gjødslet med husdyrgjødsel, inneholder bakterier og andre organismer som kan utvikle seg i tarmen hos dyr. Dette er helsemessig betenkelig da en rekke sykdommer kan overføres fra dyr til mennesker (for eksempel *Cryptosporidium parvum*). Husdyrgjødsel kan inneholde fenolliknende forbindelser som gir særlig dårlig lukt og smak på vannet etter klorering. Konsentrert beiting nær vannkilden kan gi tilsvarende problemer. Avrenning fra gjødslet mark kan inneholde betydelige mengder av plantenæringsstoffene fosfor og nitrogen som kan føre til overgjødning (eutrofiering). Dette kan medføre fare for utvikling av algetoksiner i drikkevannsvannkilden.

Lagerplass for husdyrgjødsel, surforsiloer og halmlutingsanlegg bør inspiseres jevnlig og sikres mot all avrenning til vannkilden. Bruken av kunstgjødsel bør normalt avgrenses til optimalt nivå. Ved fastsetting av optimalt nivå skal det tas hensyn både til vannets kvalitet og plantenes behov. Gjødning utover optimalt nivå kan medføre økt fare for avrenning av næringsstoffer og forringelse av vannkvaliteten. Optimal gjødning skal fastsettes i samråd med jordbrukskyndig person på bakgrunn av resultater fra gjødningsforsøk i distriktet. Det bør under ingen omstendigheter være tillatt å spre husdyrgjødsel etter veksttidens slutt. Husdyrgjødsel bør så vidt mulig unngås på arealer hvor det kan skje avrenning til sårbare drikkevannskilder, og den bør fortrinnsvis benyttes til kulturer som har liten avrenning.

Bruk av kloakkslam i nedbørfeltet til en drikkevannskilde bør normalt ikke tillates.

Gressrøtter fungerer som et fint næringsfilter, og generelt vil derfor transporten av næringsstoffer bli mindre fra arealer med permanent gressdekke enn der en bare dyrker åkervekster. Det kan være en fordel å ha permanent gressdekke nær vannkilden for å redusere tilførselen av næringssalter. Arrondering og fallforhold vil være avgjørende for hvor store områder det bør opprettholdes permanent gressdekke på. Pløying av jorder vil også medføre økt erosjon med økt utvasking av partikler og næringsstoffer fra arealene. Det samme skjer ved bakkeplanering i en periode etter at tiltaket er utført. Tilrettelegging for beiting nær vannkilden bør normalt ikke tillates.

Plantevernmidler blir benyttet i landbruket for å beskytte kulturplanter mot skadedyr, sopp, ugress og annet. Alle plantevernmidler skal godkjennes, merkes, omsettes og brukes i henhold til bestemmelsene i "Forskrift om plantevernmidler" av 14. desember 2000. Midlene blir gitt farebetegnelser og merket i samsvar med "Forskrift om klassifisering, og merking m.v. av farlige kjemikalier" av 16. juli 2002. Det må utvises en restriktiv holdning til bruk av plantevernmidler i nedbørfelt eller infiltrasjonsområdet til drikkevannskilder. I vurderingen av hvilke typer plantevernmidler som må forbys eller som kan tillates, kan man ta utgangspunkt i det enkelte middels farebetegnelse og

de risikosetninger (R-setninger) og/eller sikkerhetssetninger (S-setninger) som fremgår av merkingen. Systemet med merking er imidlertid ikke laget med tanke på hvordan midlene vil kunne påvirke drikkevannskilder. Eventuell bruk av plantevernmidler, må derfor vurderes i det enkelte tilfelle i samarbeid mellom mattilsynet og helsemyndighet. I den faglige avveien skal det tas hensyn til de aktuelle midlenes giftighet, bioakkumulering, nedbrytningshastighet, nedbrytningsproduktene egenskaper, mobilitet, binding i jorda og klima på stedet.

Skogbruksdrift i nedbørfeltet til en drikkevannskilde er vanligvis akseptabelt innenfor visse rammer. Intensivt skogbruk kan imidlertid medføre forurensning av vannkilder. Dersom store arealer avvirkes, vil avrenningen av næringssalter kunne øke og forårsake eutrofieringsproblemer. Det samme kan skje ved drenering av områder for å øke arealene som kan tilplantes. Der skogsbilveier åpner området for trafikk, iverksettes tiltak som beskrevet under **Trafikk**. Se også avsnittet over angående plantevernmidler.

Det bør legges restriksjoner på frakt av tømmer over isen. Lagringsplasser og områder for fylling av drivstoff til skogbruket bør spesielt vurderes i forhold til fare for avrenning til overflatekilder eller forurensning av grunnvann. Størrelsen på drivstofftanker bør begrenses til hva jordsmonnet og topografiske forhold kan holde tilbake i tilfelle ukontrollert tømning. Barking i stort omfang bør ikke tillates nær vannforekomster. Sigevann fra barkfyllinger inneholder komponenter med en meget gjennomtrengende lukt og smak, og det kan dessuten inneholde betydelige mengder tungmetaller. Lagringsplasser for tømmer må ikke etableres nær vannkilden dersom det kan bli aktuelt å benytte plantevernmidler på tømmerlunnene.

Annet husdyrhold i større målestokk

Annet husdyrhold som for eksempel grisefarmer, hønserier, pelsdyrfarmer, rideskoler og kenneler er uønsket i nedbørfeltet til en drikkevannskilde, på grunn av fare for mikrobiologisk forurensning og tilførsel av organisk stoff til vannkilden. De to sistnevnte etableringer kan også føre til økt trafikk i området.

Fiskeoppdrettsanlegg

Fiskeoppdrettsanlegg er uønsket i drikkevannskilder eller i vannforekomster med tilsig til disse. Vannet kan forurennes av organisk materiale fra fiskefôr og fiskeekskremer. Antibiotika som benyttes i bekjempelsen av fiske sykdommer, kan være uheldige både for brukerne av drikkevannet og for miljøet i vannkilden.

Trafikk

Trafikk omfatter fremkomstmidler, ferdselsårer og ferdsel. Nedenstående liste omfatter tiltak og forhold som bør vurderes vedrørende bruk av motordrevne kjøretøyer og farkoster på vannkilde og i nedbørfelt.

- forbud mot bruk av motordrevne kjøretøyer og fartøy. Unntak kan eventuelt gjøres for nødvendig bruk i forbindelse med skogsdrift og for fastboende
- skogsbilveier og andre bilveier stenges for allmennheten med låst bom

- fartsgrense og parkeringsforbud på veistrekning langs inntak/vannkilde
- forbud mot stevner og militærøvelser
- forbud mot landing av sjøfly
- forbud mot anleggelse av flyplasser
- forbud mot anleggelse av bilveier og parkeringsplasser
- forbud mot transport av helseskadelige kjemikalier i nedbørfeltet

Å forhindre trafikk med motordrevne kjøretøyer gjennomføres blant annet for å eliminere muligheten for forurensning av drikkevann med olje og bensin, idet olje og oljeprodukter kan smakes i mikromengder. Like viktig er forbudets virkning med hensyn til å begrense ferdselen i nedbørfeltet.

Allment forbud mot stevner som omfatter billøp, fiskekonkurranser, militære øvelser og lignende iverksettes av samme grunn som trafikkforbudene. Idrettsarrangementer som skiløp og orienteringsløp kan vanligvis tillates dersom start og innkost foregår utenfor nedbørfeltet.

I spesielle tilfelle kan det være aktuelt å forby transport av helseskadelige kjemikalier (for eksempel fenol og cyanid) gjennom nedbørfeltet eller på vei langs inntak/vannkilde. Særlig gjelder dette for dårlige og sterkt trafikkerte veier. Her kan det være aktuelt med lavere fartsgrense langs vannkilden.

Rekreasjon

Rekreasjon omfatter i denne sammenheng bading, fiske, båttrafikk og leirslagning. Se også ovenstående punkt om **Trafikk**. Nedenstående liste omfatter restriksjoner og tiltak som bør vurderes:

- forbud mot ferdsel nærmere vannforekomst enn en nærmere angitt minsteavstand
- totalt fiskeforbud
- begrenset fiskeforbud (fiske tillatt for grunneiere/rettighetshavere, et begrenset antall fiskekort tillates solgt osv.)
- leirslagning er forbudt ved vannkilden eller i spesielle soner i nedbørfeltet
- organisert leirslagning er forbudt i hele eller deler av nedbørfeltet
- campingplasser er forbudt
- totalt badeforbud i vannkilde, evt. også i vannforekomster i nedbørfeltet

Campingplasser og organisert leirslagning forbys når det er fare for at slike aktiviteter vil medføre et uønsket hygienisk press på vannkilden.

Restriksjoner på ferdsel og leirslagning innføres der inntaket ligger utsatt til og der de epidemiologiske forhold er uoversiktlige.

Fiskeforbud innføres for å begrense ferdselen ved vannet.

C.3.3 Beskyttelse av grunnvannskilder

Nødvendig beskyttelse av grunnvannskilder bør vurderes på grunnlag av kildens naturlige beskyttelse mot forurensninger, se kapittel C.1.4.

C.3.3.1 Gradert beskyttelse ved soneinndeling av influensområde

Det er vanlig å differensiere beskyttelsen etter hvilken konsekvens en eventuell forurensning i et område vil kunne få for vannkvaliteten. Ut fra risikobetraktninger kan influensområdet inndeles i forskjellige beskyttelsessoner. Soneinndelingen bør vurderes av hydrogeologisk sakkyndig og må fastsettes i samarbeid med godkjenningmyndigheten. Hvor nøyaktig sonene kan avgrenses er avhengig av hvor grundig området er hydrogeologisk undersøkt. Det vil i de fleste tilfeller være vesentlig vanskeligere å fastsette beskyttelsessoner for brønner i fjell enn i løsmasser. Jo bedre kjennskap man har til grunnvannets strømningsretning og hastighet, jo mer nøyaktig kan man avgrense det nødvendige beskyttelsesområdet. Man har eksempel på at restriksjonsområdet er innskrenket fra 550 dekar til 90 dekar etter mer omfattende hydrogeologiske undersøkelser.

Beskyttelsessonene rundt en grunnvannskilde blir ofte delt inn som følger:

SONE 0: Område med utstrekning på 10-30 meter fra brønnpunktet for å beskytte de tekniske installasjoner og selve brønnpunktet.

SONE I: Område hvor grunnvannet drenerer til brønnen(e). Ytre grense begrenses av en beregnet oppholdstid for grunnvann i mettet sone på minst 60 døgn før det når fram til brønnen(e) under maksimal pumpebelastning.

SONE II: Området utenfor 60 døgnsonen hvorfra grunnvann permanent eller tidvis med sikkerhet når frem til brønnen og kan påvirke vannkvaliteten.

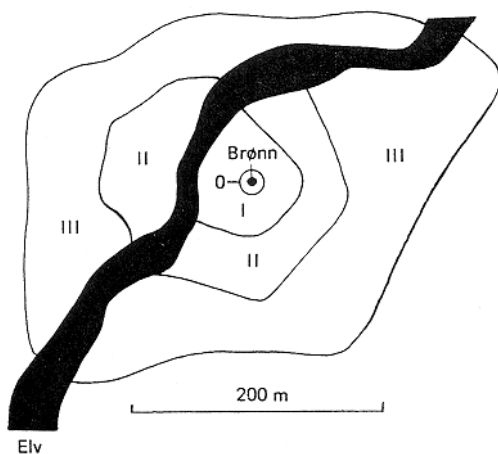
SONE III: Sikringssone som omfatter:

- eventuelle arealer som kanskje kan være en del av influensområdet
- lokale overflatenedbørfelt utenfor sone II hvor fremtidig utbygging kan tenkes å påvirke forurensningssituasjonen i sone I og II
- øvrige arealer hvor ulik aktivitet kan tenkes å påvirke forurensningssituasjonen i sone I og II

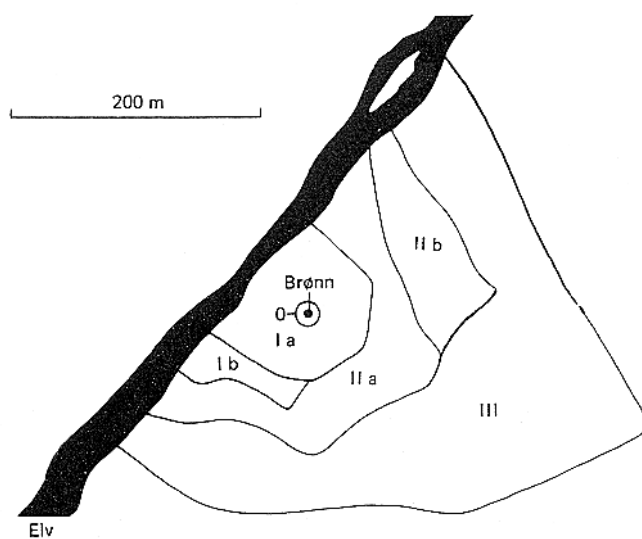
Figur C.3.2 og C.3.3 viser skisse av soneinndeling ved strandinfiltrasjon fra elv.

For brønner som infiltrerer vann fra overflatevannkilde (innsjø, elv, bekk) vil det normalt ikke være aktuelt å beskytte overflatevannkildens nedbørfelt. Det vil derimot

være nødvendig å vurdere infiltrasjonsforholdene i forhold til overflatevannkildens kvalitet og forurensningspotensial. Grovt sett kan man regne med at akutte forurensninger i en elv bare i liten grad vil påvirke grunnvannsgiveren.



Figur C.3.2 Eksempel på soneinndeling ved grunnvannsbrønn som delvis infiltreres av ellevann (strandinfiltrasjon). Elva utgjør ingen fullstendig hydrologisk barriere, så infiltrasjon skjer også fra motsatt side av elva.



Figur C.3.3 Eksempel på soneinndeling ved grunnvannsbrønn som infiltreres av ellevann (strandinfiltrasjon). Elva utgjør en positiv hydrologisk barriere.

Inndeling i undersoner

Mektighet og art av umettet sone, det vil si den del av grunnen som ligger over grunnvannsspeilet, forekomst av «tette» lag med videre, kan tilsi at det er forsvarlig å

dele hovedsonene i undersoner, og dermed legge til rette for en sterkere differensiering av restriksjonene, se figur C.3.3.

Eksempel: Dersom det innenfor sone I finnes et område med stor mektighet (areal og dybde) på umettet sone, kan dette kanskje skilles ut som en delsoner hvor mindre strenge restriksjoner kan aksepteres enn i resten av sonen. Det må være en forutsetning at det ikke tas ut masser som kan påvirke den positive effekten av den umettede sonen, eller at denne punkteres med rør eller liknende. Dybde på umettet sone bør være minst 3 meter.

C.3.3.2 Eksempler på restriksjoner i influensområde

I det følgende beskrives eksempler på restriksjoner. Det anbefales også å lese kapittel C.3.2.3 om eksempler på restriksjoner i nedbørfeltet til overflatekilder.

Sone 0

Området reserveres for aktiviteter som er nødvendig for vannverkets drift, tilsåes og inngjerdes i den hensikt å holde uvedkommende vekk fra området.

Sone I

For sone I vil det være nødvendig å beskytte grunnvannet mot nedtrengning av:

- Kjemikalier som kan:
 - a) være helseskadelige
 - b) påvirke vannets lukt, smak eller utseende
 - c) forårsake utløsning av for eksempel jern og/eller mangan fra grunnen.
- Sykdomsfremkallende organismer som kan overleve transporten fram til brønnpunktet (bakterier og virus).

Infiltrasjon i grunnen er avhengig av dennes beskaffenhet. Dess mer finpartikler jorda inneholder, dess mindre tilførsler vil en få til grunnvannet. Der grunnvannsbrønner er lokalisert i grovere løsmasser, vil en som regel måtte regne med god vertikal drenering. Dette vil medføre at stoffer fra overflaten lettere kan transporteres ned til grunnvannet.

Gressrøtter er normalt et fint næringsfilter, og transporten av næringsstoffer til grunnen bli mindre på arealer med permanent gressdekke enn der en bare dyrker åkervekster. Derfor vil det normalt være en fordel å ha permanent gressdekke i sone I.

Tilførsler til grunnvannet bør minst ha drenert gjennom 3 meter umettet sone. Dette bør sikres ved at det ikke tillates *bakkeplanering* eller *uttak av løsmasser* ned til mindre enn 3 meter over høyeste grunnvannsnivå.

Generelt bør følgende restriksjoner gjelde i sone I:

- *Punktutslipp og infiltrasjonsanlegg* skal ikke tillates

- *Ny bebyggelse* bør bare tillates unntaksvis og da med spesielle toalettløsninger som ikke kan gi forurensning av grunnen. Det bør forutsettes at det kan opprettholdes minst 3 meter umettet sone mellom husets såle og grunnvannsspeilet. Det bør være minst 3 meter umettet sone under ledningsanleggene, og grøftene må ha fall ut av sonen.
- *Lagring av olje, oljeprodukter og andre stoffer* som ved eventuell lekkasje kan forurense grunnvannet, må begrenses til helt nødvendig lagring innen sonen. Normalt bør kun det som er nødvendig for vannverkets drift tillates. Det må etableres nødvendige sikringstiltak.
- *Deponeringsplasser for avfall, slam og liknende* bør ikke tillates. Normalt heller ikke avløpsledninger.
- *Jordbruksdrift* bør være så liten som mulig. Faren for forurensning av grunnvannet vil stå i forhold til omfanget av driften. Forurensning fra jordbruk kan komme fra punktkilder, for eksempel surfôrsiloer og gjødselekjellere, eller fra diffus avrenning fra jordbruksarealer. Plantevernmidler som ikke blir lagret på foreskrevet måte, eller plantevernutstyr som blir rengjort i strid med gitte bruksanvisninger, kan også medføre risiko for forurensning av grunnvann.
- Bruken av *kunstgjødsel* bør normalt avgrenses til optimalt nivå. Gjødsling utover dette kan medføre at næringsstoffer trenger ned til grunnvannet og øker nitratinnholdet. Husdyrgjødsel bør så vidt mulig unngås.
- *Kloakkslam* bør ikke tillates brukt.
- *Bruk av plantevernmidler* kan bare skje etter tillatelse fra drikkevannsmyndighet, og etter uttalelse fra helsemyndighet.
- *Skogbruksdrift* kan normalt skje innenfor de begrensninger som ellers er beskrevet for sone I. Drivstofflager og fylling av drivstoff til skogbruket tillates normalt ikke. Barking i større omfang bør ikke tillates.
- *Leirplasser, stevneplasser og lignende* bør normalt ikke tillates. Unntak kan gjøres hvor plassen helt eller delvis kan dreneres ut av sonen.

Ved vurdering av om veier kan tillates i sone I, bør det legges vekt på sannsynligheten for at det vil bli transportert gods langs vegen som ved en ulykke kan forurense grunnvannet. I tillegg bør muligheten for oppsamling av stoffer som kan lekke ut ved slike ulykker vurderes. Generelt sett vil hovedveier og veier hvor det transporteres mye betenkelige kjemikalier måtte legges utenfor sone I.

Sone II

For sone II vil det gjelde tilsvarende bestemmelser for etableringer og aktiviteter som for sone I, men begrensningene vil være mindre omfattende fordi en eventuell forurensning i sone II vil måtte transporteres lenger gjennom grunnen før det når brønnen(e). Betydningen av eventuelle forurensninger vil reduseres, blant annet ved at lenger transportvei for vannet vil bidra til økt:

- inaktivering av mikroorganismer
- nedbrytning av kjemikalier
- fortynning i større vannmengder
- tilbakeholdelse ved adsorpsjon til partikler i grunnen

Det bør legges begrensninger på muligheten for å *bebygge områder* i sone II. En plan for eventuell utbygging bør fastsettes som del av beskyttelsesbestemmelsene.

Det må ikke tillates *infiltrasjon i grunnen* av helseskadelige stoffer med lang nedbrytningstid eller stoffer som ikke nedbrytes. Infiltrasjon av andre stoffer som kan påvirke vannkvaliteten, begrenses i størst mulig grad. Alt avløpsvann bør føres ut av sonen og alle avløpsledninger trykkprøves og tettes ved eventuell lekkasje. I mange tilfelle bør avløpsnettet vurderes forsterket eller erstattet med tette, trykkprøvde ledninger. Alle nye avløpsledninger bør legges i størst mulig avstand fra brønnpunktet.

Lagring av olje, oljeprodukter og andre stoffer kan tillates i små mengder. For å begrense virkningen av eventuelle uhell/ulykker, bør størrelsen på lagringstankene begrenses, samtidig som det foreskrives tiltak for å hindre at et tankhavari eller lekkasje fra tank vil forurense grunnen.

For *deponeringsplasser* bør samme bestemmelser som for sone I gjelde.

For *landbruksvirksomhet* bør de samme hensyn som for sone I vurderes, men bestemmelsene kan være mindre omfattende.

Nye veier bør bare tillates under forutsetning av at det gjennomføres nødvendige fysiske tiltak (se kapittel C.3.4).

Større campingplasser bør ikke tillates.

Sone III

Sone III er en sikringssone. Det bør legges vekt på å begrense etableringer og lignende som kan medføre økt belastning i sone I og II. Det kan også være aktuelt å nedlegge restriksjoner på etableringer og aktiviteter som kan tenkes å forurense grunnvannet, for eksempel større infiltrasjonsanlegg, større deponier for avfall, slam og lignende, større lagre av olje, oljeprodukter og kjemikalier, forurensende industrivirksomhet og bymessig bebyggelse.

C.3.4 Fysiske tiltak mot forurensninger

Det finnes en rekke fysiske tiltak som kan forebygge forurensning av vanninntak, kilde eller nedbørfelt/infiltrasjonsområde:

- bortledning av kloakk fra nedbørfeltet, rensing av kloakken, flytte kloakkutslipp til et område som ikke influerer på inntaksområdet

- sikring av veier mot utforkjøring, nedsatt fartsgrense for utsatte deler av nedbørfelt/infiltrasjonsområde.
- sikring av oljetanker slik at tankens innhold kan samles opp i tett kum dersom det skjer lekkasje
- sperring av innfartsvei til nedbørfeltet med bom, skilting om drikkevann osv.
- flytting av inntaket (overflatekilde)
- tetting av brønn mot tilførsel av overflatevann og bortledning av overflatevann (grunnvannskilde)
- etablering av ”motbrønn” for å snu grunnvannsstrømmen fra visse områder som er forurensset (grunnvann)

Dersom det har skjedd et uhell og vannet eller grunnen alt er forurensset, må det iverksettes tiltak for å redusere skaden. Felles for slike mottiltak er at de er mer effektive jo raskere de settes i verk. Slike mottiltak kan være:

- fjerne forurensset jordmasse
- fjerne oljesøl fra vannet med lenser o.l. (overflatekilde)
- pumpe vekk olje- og kjemikalisøl (overflatekilde)
- avskjære deler av nedbørfeltet for å hindre at forurensningen når vannet (overflatekilde)
- stoppe pumping av vann til man får oversikt over skadens omfang (grunnvann)

Det må presiseres at slike mottiltak er nødløsninger. Det er bedre å fjerne risiko enn å basere seg på tiltak for å redusere skaden etter en ulykke.

For at effektive mottiltak skal iverksettes raskt, er det nødvendig med en aksjonsplan som vil være en del av vannverkets beredskapsplan. Beredskapsplaner er nærmere omtalt i kapittel F.2, Beredskap.

Fysiske tiltak for å hindre havarier, vil normalt fordre store, dyre og skjemmende byggverk. Enkelte steder kan slike byggverk erstattes av aksjonsplaner som tar sikte på å eliminere skaden på vannkilden hvis det oppstår utslipp (fjerning av kjøretøy, oljesøl og forurensede masser). Slike planer kan vurderes anvendt der det finnes et administrativt og teknisk apparat til å gjennomføre den, og der forholdene tilsier at risikoen for omfattende skader på vannkilden er liten.

C.3.5 Gjennomføring av beskyttelsestiltak

Når en kommune eller eier av et privat vannverk står foran oppgaven med å gjennomføre pålagte beskyttelsesbestemmelser, er det flere måter å håndtere dette på. Det er en rekke lover og forskrifter som på ulike måter hjemler muligheter for å lovfeste aktivitetsbegrensende tiltak. De mest sentrale er plan- og bygningsloven,

vannressursloven, oreningsloven, forurensningsloven og drikkevannsforskriften. Disse er nærmere omtalt i kapittel H.2, Sentrale lover og forskrifter som berører drikkevann.

Plan- og bygningsloven gir grunnlag for å vedta reguleringsplaner hvor en del av vannkildebeskyttelsen kan innarbeides, for eksempel innenfor reguleringsformålet spesialområde vannforsyning. Enklere beskyttelse kan legges inn i formålet friluftsområder. Kommunene kan bare vedta reguleringsplaner med gyldighet innenfor egne kommunegrenser. Mattilsynet er ved revidering av drikkevannsforskriften i 2004 gitt myndighet til å fastsette restriksjoner på aktiviteter som forurensar eller medfører fare for forurensning av drikkevann i vannforsyningssystem eller internt fordelingsnett. Myndigheten gjelder ikke inngrep som er å regne som ekspropriasjon. Mange grunneierrettigheter har i Norge et sterkt lovmessig vern slik at veien om ekspropriasjon eller frivillige avtaler er veien man må gå for å få en god beskyttelse av drikkevannskilder.

Der forutsetningene for at det kan oppnås enighet med grunneierne eller rettighetshaverne er tilstede, vil det kunne være fornuftig å inngå avtaler med disse. Hensikten med slike avtaler kan for eksempel være å sikre vannverkets langsiktige bruk av vannkilden og/eller å beskytte tilsigsområdet. Det er viktig med tinglysing av servitutene (retten over eiendom) som er inngått gjennom frivillige avtaler, for å sikre at disse vil stå ved lag ved eventuelt salg eller overdragelse av det aktuelle området. Frivillig skjønn kan gjøres av skjønnsretten, som angir ulemper og måler ut erstatninger til grunneiere og rettighetshavere.

Ofte kan utreder/saksbehandler støte på problemstillinger underveis i arbeidet, som verken lovtekst eller kolleger kan gi noe fullgodt svar på. Det finnes dessverre en del eksempler på feilbehandling i slike saker, noe som avspeiler at dette kan være utfordrende oppgaver. Vi anbefaler at man i slike situasjoner benytter seg av den juridiske og planfaglige kompetanse som er til rådighet, enten i egen kommune, hos fylkesmannen og fylkeskommunen eller i de statlige organer som forvalter de ulike lover. Gjennom en økt kommunikasjon om ulike problemstillinger, vil alle parter oppnå bedre kunnskap og forståelse av hvordan man kan og bør gå fram for å beskytte våre drikkevannskilder.

C.4 Inntaksordninger

Uheldig plassering av vanninntaket i en drikkevannskilde kan være årsak til at råvannet har unødig dårlig vannkvalitet. Ved relativt enkle forholdsregler kan slike ulemper unngås. I dette kapittelet beskrives en del sentrale hensyn som bør tas ved plassering og utforming av vanninntak i ulike vannkilder.

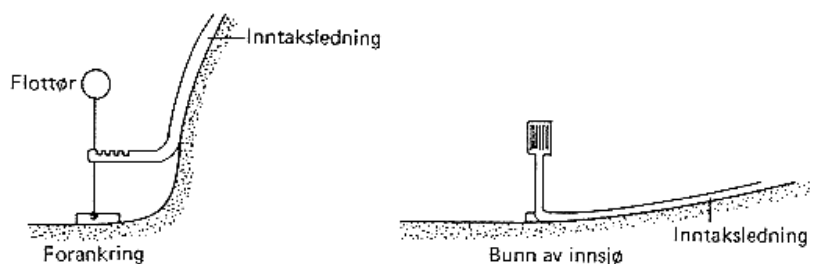
C.4.1 Innsjø og tjern

C.4.1.1 Inntaksplassering

Inntaket bør normalt plasseres på dypt vann for å oppnå best mulig og stabil vannkvalitet. Der det er mulig bør inntaket ligge godt under temperatursprangsjiktet (se

kapittel C.1.3.2, Store, dype innsjøer). Dybde på 20-30 meter under overflaten er normalt tilstrekkelig. I innsjøer med vesentlig større dyp bør inntaksplasseringen vurderes på grunnlag av analyser av vannkvalitet i forskjellige dyp.

Inntaket må plasseres slik at vannkvaliteten ikke forringes ved innsug av slam fra bunnen eller organismer fra vannmasser nær bunnen. Inntaket bør plasseres minst 1,5 - 2 meter over bunnen. To ulike løsninger av inntak er skissert i figur C.4.1.



Figur C.4.1 Ulike løsninger av inntak for å hindre innsug av bunnslam

Faren for innsug av slam antas å være størst i innsjøer med mye humus (myrvannssjøer), hvor organisk stoff i vannet sedimenterer og danner mye bunnslam. Bunnforholdene bør undersøkes nøye, fortrinnsvis av dykker, før inntaket plasseres.

I grunne sjøer bør inntaket legges dypere enn 2 meter for å være beskyttet mot is og bølgevirkninger.

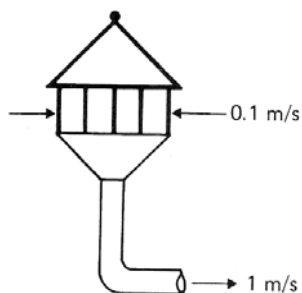
I eutrofe (næringsrike og ofte forurensede innsjøer) og innsjøer med høyt innhold av humus, vil vannkvaliteten kunne variere i ulike dyp avhengig av årstiden. I slike tilfelle kan det være hensiktsmessig å ha to inntak, ett på grunt og ett på dypt vann. Om sommeren kan man for eksempel unngå vann med mye planteplankton ved å bruke dypvannsinntaket, og om vinteren kan man benytte det grunne inntaket for å unngå oksygenfattig, "råttent" bunnvann.

C.4.1.2 Inntakets utforming

Inntaksstussen utformes avhengig av lokale forhold og anleggets størrelse. For større anlegg kan inntakshatt med grovrist, se figur C.4.2, eller inntakstunnel benyttes.

For mindre anlegg er det vanlig at inntaksstussen utføres som en perforert sylinder. På inntaksstussen bør det være en grovsil som hindrer at fisk og større planterester kommer inn i vannbehandlingsanlegget.

I forbindelse med oppdemminger kan inntaksarrangementet plasseres i selve damkonstruksjonen.



Figur C.4.2 Inntakshatt med grovrist

C.4.2 Elv og bekk

C.4.2.1 Inntaksbasseng

I elver og bekker bygger man gjerne en eller annen form for basseng som råvannet tas fra.

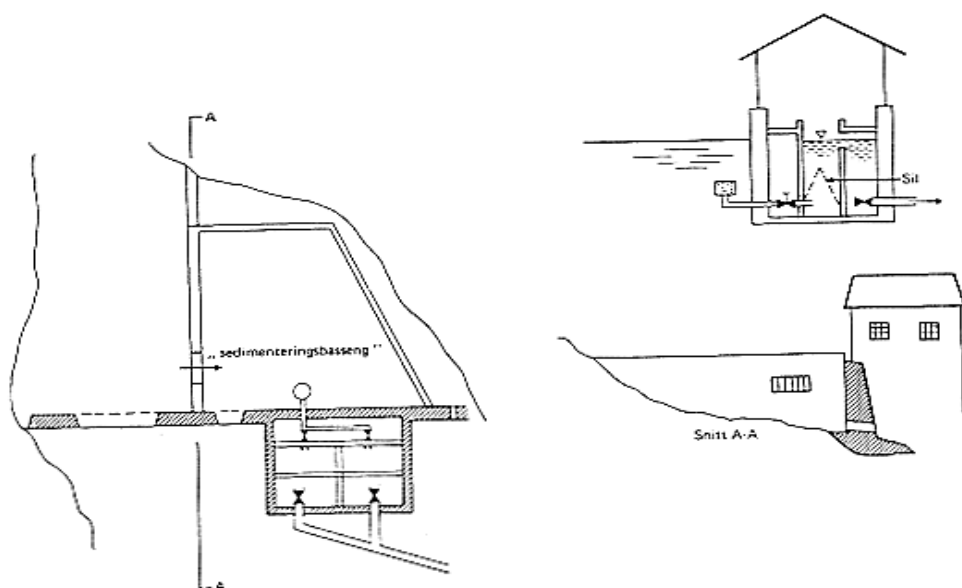
Små inntaksbasseng forårsaker ofte problemer. Er det kort avstand fra inntaket i bassenget til overflaten, kan dette blokkeres av is, løv eller annet flytemateriale. Ligger inntaket nær bunnen kan sedimentert materiale lett suges inn. Mange elver har en betydelig bunntransport av sand og grus som fort kan fylle igjen bassenger i selve elveløpet.

For å sikre best mulig sedimentering av partikler før vannet når inntaket, må det være lite bevegelse i vannmassene. Derfor anbefales et eget inntaksbasseng på siden av hovedløpet. Inntaksbassenget kan skilles fra hovedløpet med f. eks. en betongvegg, og forbindelsen med hovedløpet kan ordnes med en åpning som bør ligge 0,5 - 1 meter under overflaten og lengst mulig fra bunnen. Åpningen bør utstyres med grovrist.

For å få bort løv og annet flytemateriale fra inntaksbassenget, bør det ha et lite regulerbart overløp slik at materialet kan dreneres vekk.

Inntaksbasseng som er plassert ved siden av hovedløpet, bør overbygges eller i det minste inngjerdes for å hindre at uvedkommende har atkomst. Utformingen bør være slik at avrenningen fra land avskjæres og ledes til vassdraget nedstrøms bassenget.

Eksempel på basseng for inntak i elv er vist i figur C.4.3.

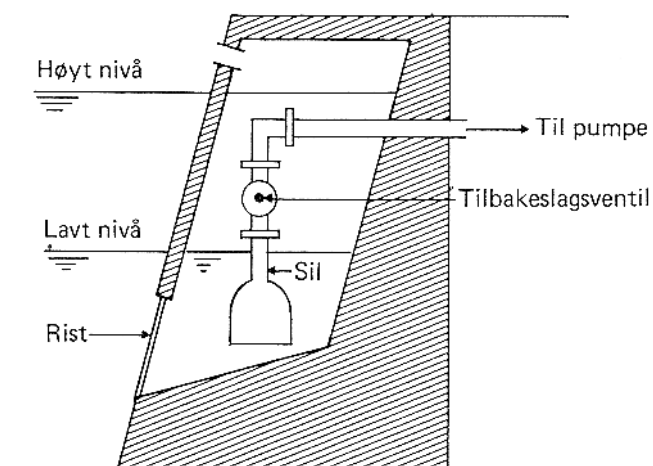


Figur C.4.3 Større inntaksbasseng for inntak i elv – plassering av basseng og silanlegg i elva

Når de stedlige forhold tilsier det, kan sedimenteringsbasseng og sil- eller filteranlegg bygges et stykke fra inntaket. Selve inntaket plasseres da med grovsil i hovedløpet, og det legges ledning med jevnt fall og gode spylemuligheter fram til behandlingsanlegget.

C.4.2.2 Direkte inntak

Direkte inntak i elva bør bare benyttes i elver med jevn vannføring. På inntaksstedet må dybden være tilstrekkelig hele året og grunnforholdene må være stabile. Inntaket må legges slik at innsug av bunnmateriale unngås, og så vidt dypt at man unngår problemer med is og flytestoffer. Inntaksstedet kan gjerne være en bukt eller utvidelse av elva hvor vannets bevegelse er så rolig at de største partiklene sedimenterer. I inntaksområdet må det ikke være utslipp av kloakk, avrenning fra jordbruk eller lignende ettersom eventuell forurensning vil få liten fortykning. Inntaksstedet bør dessuten gi best mulig beskyttelse mot skader på grunn av is, flom, båttrafikk etc. Et eksempel på utforming av et direkte inntak er gitt i figur C.4.4.



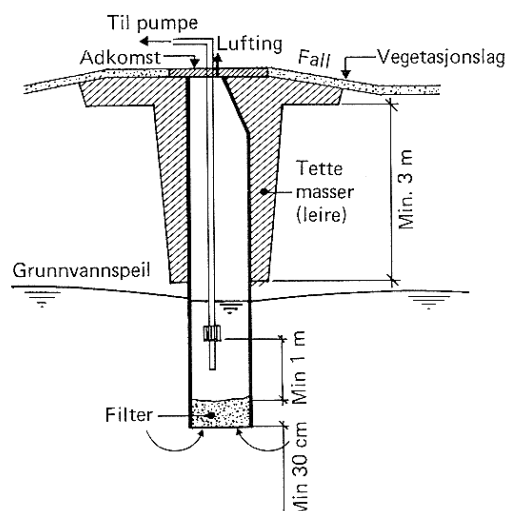
Figur C.4.4 Eksempel på utforming av direkte inntak

C.4.3 Grunnvann

Kapittelet gir en generell beskrivelse av brønntyper som benyttes til ulike grunnvannsforekomster. Det er ikke gitt anbefalinger om detaljutføring av brønner. Vannverkseier bør ta kontakt med hydrogeologisk sakkyndig eller anerkjente brønnboringsfirma for valg av brønntype og utførelse. De vanligste feilene som fører til forurenset grunnvann, er at man glemmer å tette godt nok rundt brønntoppen og de øverste meterne av brønnen. Tilsig av overflatevann til brønnen må unngås. Brønnen må derfor ikke plasseres i et lavpunkt i terrenget eller på flomutsatte steder. I hellende terreng må det graves avskjærende grøfter som drenerer overflatevannet vekk fra brønnen.

C.4.3.1 Sjaktebrønn

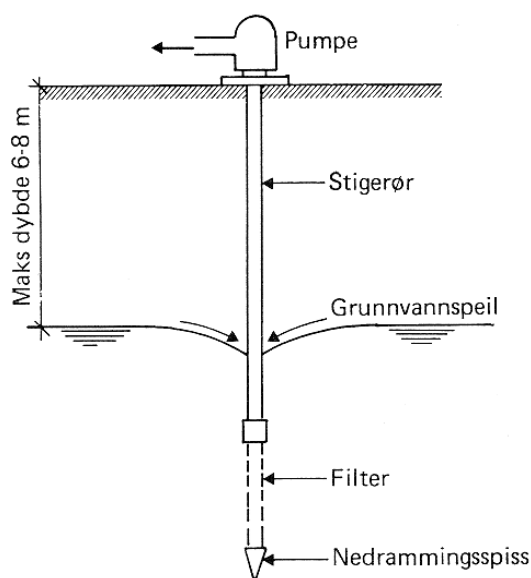
Sjaktebrønner kan benyttes til å ta ut forholdsvis store vannmengder på steder med høyt grunnvannsnivå. Vanlig diameter er fra 1,0 meter og oppover. Størrelsen på brønnen avpasses etter vannuttaket. Brønnen kan bygges med tette vegger helt ned og med vanngjennomtrengelig bunn, se figur C.4.5. For å hindre at sand og finstoff fra de vannførende lag skal trenge inn i brønnen, bør det anlegges et filter av egnet materiale, for eksempel sand, singel eller pukk i bunnen av brønnen. Brønncapasiteten kan i enkelte tilfelle økes kraftig ved å drive horisontaltliggende rørfiltre fra sjaktebrønnen ut i grunnvannsmagasinet. Det etableres da en horisontalbrønn. Den er relativt kostbar å anlegge, men kan være regningssvarende under visse geologiske forhold.



Figur C.4.5 Eksempel på utforming av sjaktebrønn

C.4.3.2 Sandspiss

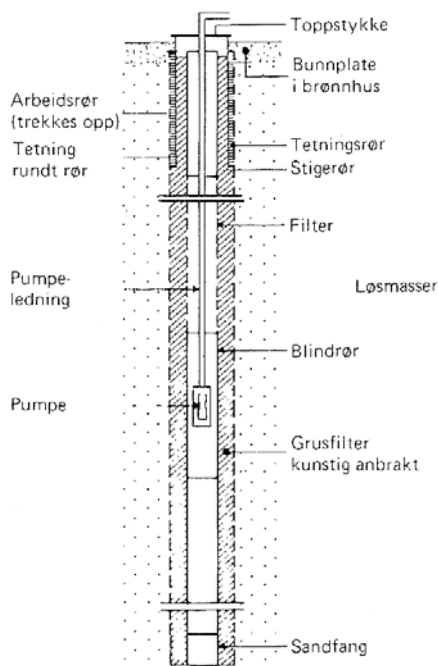
Sandspiss består av et enkelt rør med spiss nederst som settes ned i løsmasser. I nederste del er røret perforert. Vannet strømmer inn i brønnen gjennom perforeringen ved pumping, se figur C.4.6. Sandspissen egner seg for mindre grunnvannsuttak. For eksempel til enkelthus, og kan benyttes i permeable sand- og grusmasser der grunnvannet står høyt. Sandspiss benyttes også som peilerør for observasjon av grunnvannssenkning rundt større grunnvannsuttak.



Figur C.4.6 Eksempel på utforming av sandspiss

C.4.3.3 Rørbrønn

Rørbrønn brukes vanligvis ved uttak av grunnvann fra løsmasser. Betegnelsen rørbrønn benyttes når veggene er utført med rør. Dimensjonene varierer fra 15 millimeter (sandspiss) og oppover. De finnes i flere utførelser, men alle består av et vertikalt rør med perforerte vegger (filter) mot de vannførende lag. Store brønner kan gi 100 liter per sekund eller mer under gunstige forhold. Brønnedybden her i landet er sjelden mer enn 40-50 meter, oftest ikke mer enn 30 meter. I figur C.4.7 viser en prinsippskisse av en rørbrønn.



Figur C.4.7 Prinsippskisse av en rørbrønn

C.4.3.4 Borebrønn

Borebrønn er vanlig ved utnyttelse av grunnvann i fjell. Dimensjon for mindre brønner (opp til noen tusen liter per time) er normalt 110 millimeter, men ofte anvendes større dimensjoner. Det er ikke uvanlig med brønner som er dypere enn 100 meter. Dype brønner i fjell gir de fleste steder bare nok vann til enkelthus og mindre vannverk, men kan der de geologiske forhold er gunstige, gi store vannmengder (flere titalls liter per sekund).

C.4.3.5 Inntak fra kildeutspring

Utførelsen vil måtte bestemmes av lokale forhold. Ved utnyttelse av kildevann/oppkomme er det viktig å beskytte inntaket mot forurensning. Det kan for eksempel gjøres ved plassering av en sementring med lokk over oppkommet. Sementringen må utstyres med overløp, og relativt tette masser må fylles rundt slik at terrenget skråner bort fra oppkommet. Det bør legges inn et overløp minst 30 centimeter

lavere enn det naturlige utløpet. I noen tilfeller kan det være aktuelt å grave ned en perforert oppsamlingsledning slik at vannet kan ledes til et magasin.