

# Vannforsyningens ABC

## Kapittel A - Innledning

|  |          |
|--|----------|
| <b>A. INNLEDNING .....</b>                               | <b>2</b> |
| A.1 HOVEDPRINSIPPER I NORSK VANNFORSYNING .....          | 2        |
| A.1.1 Helsemessig betryggende drikkevann.....            | 2        |
| A.1.2 Hygieniske barrierer .....                         | 3        |
| A.2 HOVEDPRINSIPPER I NORSK DRIKKEVANNSFORVALTNING ..... | 4        |
| A.2.1 Generelt om regelverket .....                      | 4        |
| A.2.2 Godkjenning av vannforsyningssystem.....           | 5        |
| A.2.3 Vannverkseiers ansvar.....                         | 5        |
| A.3 HOVEDENHETER I ET VANNFORSYNINGSSYSTEM .....         | 6        |
| A.3.1 Drikkevannskilden .....                            | 6        |
| A.3.2 Inntaksanordninger .....                           | 7        |
| A.3.3 Vannbehandling.....                                | 8        |
| A.3.4 Vannforsyningsnettet .....                         | 11       |

## A. Innledning

### A.1 Hovedprinsipper i norsk vannforsyning

#### A.1.1 Helsemessig betryggende drikkevann

Vårt samfunn har i dag en høy hygienisk standard. Samtidig har økt internasjonalt samkvem ført til at omfang og typer av sykdomsfremkallende mikrober i vårt nærmiljø er blitt mer uoversiktlig.

Det legges stor vekt på at drikkevannsforsyningen har en god hygienisk standard fordi vannforsyningen ellers vil kunne medføre en hurtig spredning av sykdom til store deler av befolkningen i forsyningsområdet.

En god hygienisk standard innebærer at drikkevannet ikke inneholder:

- Protozoer, bakterier, virus eller andre organismer som kan forårsake infeksjonssykdommer eller hudirritasjoner.
- Organiske og uorganiske stoffer som kan være akutt giftige, allergifremkallende, kreftfremkallende eller som kan hope seg opp i organismen og gi helseskade.

Siden drikkevann benyttes i produksjonen av en rekke matvarer, kan organismer i vannet også forårsake matbårne infeksjoner. Noen sykdomsfremkallende bakterier kan vokse i lett bedervelige matvarer. Selv et fåtall bakterier som er tilført en matvare, kan i løpet av kort tid vokse til så store konsentrasjoner at det fører til sykdom hos konsumentene. Enkelte matforgiftningsbakterier kan produsere toksiner (giftstoffer) når de formerer seg i matvarene. Noen av toksinene kan gi matforgiftning selv om maten etterpå er kokt/stekt og bakteriene drept.

De mest kjente vannrelaterte sykdommer fra tidligere tider og/eller andre verdensdeler har vært kolera, dysenteri, tyfoidfeber, paratyfoidfeber og smittsom gulsott (hepatitt A). Smittestoffene for disse sykdommene har vært kjent i mange år. Man har etter hvert blitt i stand til å identifisere andre mikrober som forårsaker mage-/tarmsykdommer, generelt kalt gastroenteritter.

Av smittestoff som er identifisert i nyere tid, kan nevnes det svært smittsomme viruset innen calicivirusgruppen, Norovirus, og innvollsparasittene *Giardia intestinalis* og *Cryptosporidium parvum*. De to sist nevnte er protozoer som kan forårsake kraftig mage-/tarminfeksjon. Problemet med disse er at de skiller ut overlevingsstadier, kalt henholdsvis cyster og oocyster, som er meget små, slik at de kan passere sandfiltre, og de er også resistente mot klor. Disse parasittene er funnet i norske vannkilder, også drikkevannskilder, men foreløpig i lav konsentrasjon.

Vi har mange ganger trodd at vi har vunnet kampen mot infeksjonssykdommene, for så å oppdage at de kommer tilbake, gjerne med mikrober som har utviklet resistens mot anerkjente antibiotika, eller det dukker opp nye mikrober med nye sykdommer (eller kanskje heller gamle, men nyoppdagete, mikrober). En del av disse sykdommene kan

overføres med drikkevann, og det er viktig at vannforsyningen hele tiden er sikret slik at drikkevannet ikke utgjør en potensiell kilde til spredning av smittestoffer. Tilstrekkelig sikkerhet krever at det er minst to forskjellige barrierer som kan stoppe smittestoffer og andre helsebetenkelige komponenter, for all erfaring tilsier at bare én barriere blir for dårlig. Én barriere kan svikte, men det skal veldig mye til for at to forskjellige, uavhengige barrierer skal svikte samtidig.

### A.1.2 Hygieniske barrierer

Kravet til sikring av hygienisk betryggende vann fremgår av drikkevannsforskriften §14. Her kreves at det til sammen finnes minimum to hygieniske barrierer i vannforsyningssystemet, hvorav den ene skal sørge for at drikkevann blir desinfisert eller behandlet på annen måte for å fjerne, uskadeliggjøre eller drepe smittestoffer. Kravet om behandling kan i spesielle tilfelle fravikes for vann fra grunnvannskilder som er godt beskyttet mot forurensninger. Slike kilder skal uansett ha opplegg for desinfeksjon i beredskap.

En hygienisk barriere defineres som en naturlig eller tillaget fysisk eller kjemisk hindring, herunder tiltak for å fjerne, uskadeliggjøre eller drepe bakterier, virus, parasitter mv., og/eller fortynne, nedbryte eller fjerne kjemiske eller fysiske stoffer til et nivå hvor de aktuelle stoffene ikke lenger representerer noen helsemessig risiko.

En hygienisk barriere kan være:

- tiltak for å hindre tilførsel av smittestoffer og andre helseskadelige stoffer til vanninntaket, dvs. tilfredsstillende beskyttelse av vannkilden
- fjerning, inaktivering eller fortynning av smittestoffer og andre helseskadelige stoffer ved vannbehandling.

Drikkevannsforskriftens §14 gjenspeiler et viktig prinsipp i norsk vannforsyning, at man så langt som mulig velger vannkilder og beskytter disse mot forurensning, slik at de kan fungere som hygienisk barriere. Dette gir bedre sikkerhet enn å måtte fjerne eller uskadeliggjøre slike komponenter gjennom omfattende vannbehandling. To hygieniske barrierer kan imidlertid også være innebygget i selve vannbehandlingsanlegget. Prosessene må i såfall være av ulik karakter, slik at forurensningene angripes fra ulik vinkel.

Drikkevannsforskriften stiller ikke absolutt krav til vannbehandling for å hindre forurensning av fysiske og kjemiske stoffer, som det gjøres for smittestoffer. Dette skyldes at det hygieniske sikkerhetshensynet for fysiske og kjemiske stoffer ofte vil kunne ivaretas ved tiltak i tilsigsområde og vannkilde, hvor effekten av beskyttelsestiltakene blir sett i kombinasjon med den fortynnende effekten av de vanligvis store vannmassene i vannkilden. I motsetning til bakterier og virus vil helsebetenkelige kjemiske og fysiske stoffer kunne fortynnes til nivåer hvor de ikke lenger representerer en helsemessig risiko.

Begrepet ”minimum to hygieniske barrierer” uttrykker et prinsipp for hvordan vi sikrer vannforsyningssystemet slik at drikkevannet skal være helsemessig betryggende. Dette

prinsippet innebærer en totalvurdering av alle faktorer i vannforsyningssystemet som har betydning for sikkerheten, både naturgitte, tekniske og driftsmessige forhold. Forskjellige forurensningstrusler (fysiske, kjemiske eller biologiske) krever barrierer med ulike virkemåter. I praksis innebærer dette at ”minimum to hygieniske barrierer” kan bestå av mange enkeltelementer. For å betegne at den totale sikkerheten består av mange faktorer, benyttes begrepet ”multiple barrierer” i enkelte land. Siden vi også i Norge har anerkjent at en fullstendig hygienisk barriere kan bestå av flere mindre ”delbarrierer”, burde vi kanskje også her benytte uttrykket ”multiple barrierer”:

Sikkerheten i en hygienisk barriere kan ikke defineres entydig ved bruk av naturvitenskapelige begreper. Vurderingen vil alltid være gjenstand for skjønn. Graden av sikkerhet i en hygienisk barriere kan vi kalle for ”barrierehøyden”. Hvor høy en barriere må være vil bl.a. avhenge av hvilke konsekvenser et brudd på barrierene vil kunne få. Det er en klar sammenheng mellom størrelse på vannverket og nødvendig ”barrierehøyde”. Store vannverk må ha ”høyere” barrierer enn de små, fordi konsekvensene ved en svikt blir så mye større, både fordi et større vannverk oftere har tilknyttet abonnenter som er betydelig mer sårbare enn gjennomsnittet, og fordi flere mennesker rammes ved svikt i den hygieniske sikkerheten. Også små vannverk med sårbare abonnenter som sykehus og andre helseinstitusjoner, og noen former for næringsmiddelindustri, må ha ”høye” barrierer i vannforsyningssystemet.

Barrierene skal være uavhengige, slik at en og samme feil/hendelse ikke skal kunne slå ut begge barrierene samtidig. Dette kan for eksempel være brå endringer i råvannskvalitet, teknisk svikt (strømstans og lignende) eller driftsfeil. Dette innebærer at det så langt som praktisk mulig skal benyttes utstyr og prosedyrer på en slik måte at ingen enkeltfeil eller endring i vannkvalitet fører til unødig risiko for helseskade eller livstruende situasjoner. Dette prinsippet er best ivaretatt dersom den ene hygieniske barrieren oppnås ved riktig valg av kilde/tilsigsområde.

## **A.2 Hovedprinsipper i norsk drikkevannsforvaltning**

### **A.2.1 Generelt om regelverket**

Drikkevannsforskriften, med tilhørende veileder, er grunnleggende i norsk drikkevannsarbeid. Forskriften er fastsatt med hjemmel i matloven, kommunehelsetjenesteloven og lov om helsemessig og sosial beredskap, og er i tråd med gjeldende EU-direktiver for vann.

Ved etablering og drift av vannverk må man også forholde seg til annet regelverk. Noen av de mest sentrale lovene er plan- og bygningsloven, som gir regler for arealutnyttelse, vannressursloven, som regulerer utnyttning av vassdrag og grunnvann, forurensningsloven, som gir miljømessige krav til utslipp, og arbeidsmiljøloven. Sentrale forskrifter er forskrift om internkontroll for å oppfylle næringsmiddelovgivningen (IK-MAT) og forskrift om internkontroll for helse-, miljø og sikkerhet (IK-HMS). Vannverkene må også gjennomføre risiko- og sårbarhetsanalyser både for å sikre drikkevannet (kvalitet og kvantitet) og for HMS-området, og det finnes egne veiledere for slike analyser.

I forbindelse med ny matlov og opprettelsen av nytt statlig mattilsyn, ble godkjenningmyndighet for vannverk statliggjort i 2004. Tilsynsmyndigheten ble delvis statliggjort, men det er fortsatt en kommunal del igjen, i det tilsynsansvaret er delt mellom Mattilsynet og kommunen som helsemyndighet. For øvrig er kommunen lokal planmyndighet, mens fylkeskommunen har ansvar for planlegging på fylkesnivå. Fylkeskommunen forvalter også tilskuddsmidler som kan brukes til vannforsyningstiltak. Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) er myndighet i henhold til vannressursloven.

### **A.2.2 Godkjenning av vannforsyningssystem**

Helt fra den første drikkevannsforskriften kom i 1951 har Norge hatt et krav om at vannverk skal godkjennes av helsemyndighetene. Ved siste revisjon av drikkevannsforskriften (04.02.04) ble godkjenningmyndigheten flyttet til Mattilsynet. Godkjenningkravet gjelder for vannforsyningssystem som forsyner mer enn 50 personer eller 20 husstander/hytter, næringsmiddelvirksomhet, helseinstitusjon, skole eller barnehage, og kravet omfatter godkjenning av planer for valg av vannkilde, utbygging og drift samt oppstartstillatelse før driftsstart.

Gjennom kravet om godkjenning av vannforsyningssystem må vannverkseier dokumentere og begrunne utbyggingsplanene, og dette sikrer en nødvendig helhetsvurdering av planene. Både vannverkseier selv og godkjenningmyndighet får en bred gjennomgang av vannforsyningssystemet og kan derved sikre at kravene i drikkevannsforskriften blir oppfylt.

### **A.2.3 Vannverkseiers ansvar**

Vannverkseiers ansvar er å levere nok drikkevann av tilfredsstillende kvalitet til enhver tid. Det er viktig å være klar over at myndighetene ikke overtar noe ansvar for vannforsyningssystemet i forbindelse med godkjenningen.

Ifølge forskriften innebærer vannverkseiers ansvar:

- å påse at drikkevannet tilfredsstillende kvalitet, mengde og leveringssikkerhet når det leveres til mottaker
- å påse at det planlegges og gjennomføres nødvendig beskyttelse av vannkilden(e), og at det til sammen finnes minimum to hygieniske barrierer i vannforsyningssystemet
- å påse at det etableres og føres internkontroll for å etterleve forskriften
- å gjennomføre tiltak og utarbeide driftsplaner for normale forhold, samt gjennomføre nødvendige beredskapsforberedelser og utarbeide beredskapsplaner for kriser, katastrofer og krig
- ha relevant informasjon om drikkevannskvaliteten tilgjengelig, og uoppfordret gi nødvendig informasjon til mottagerne av vannet dersom vannkvaliteten endres eller det kan innebære en helsemessig risiko å bruke vannet

- å legge frem nødvendige opplysninger til tilsynsmyndigheter og til sentrale myndigheters vannverksregistre

## A.3 Hovedenheter i et vannforsyningsystem

*Vannforsyningsystem* er betegnelsen for hele det fysiske system som bidrar til vannforsyning, det vil si helt fra det geografiske området som innvinner vann til bruk i vannforsyningen og frem til forbrukernes tappekraner. Et vannforsyningsystem består av flere hovedenheter, og disse er kort omtalt nedenfor. Hovedenhetene er mer detaljert beskrevet under egne kapitler.

### A.3.1 Drikkevannskilden

Drikkevannskilden kan være overflatevann (innsjøer, elver, bekker og lignende) eller grunnvann. De fleste store vannverkene har overflatevann som kilde, og totalt forsyner overflatevannverk hele 90 % av abonnementene. Grunnvannsverk forsyner som regel mindre tettsteder og spredt bebyggelse. Så selv om det bare er 10 % som får vann fra grunnvannskilder, så er det ca. 35 % av vannverkene som henter råvann fra grunnvann. Vannkilder er nærmere omtalt under kapittel C.

#### A.3.1.1 Overflatevann

Bergartene i Norge er hovedsakelig harde og nøytraliserer i liten grad surt regnvann. De fleste overflatekilder leverer derfor litt surt råvann med lite oppløste mineraler. Overflatekilder har ofte relativt høyt innhold av oppløste organiske forbindelser (humus) i råvannet, som gir vannet en brungul farge.

*Store, dype innsjøer* har som oftest stabil og god vannkvalitet. De er naturlig godt beskyttet på grunn av stort volum som gir en betydelig fortykningseffekt ved utslipp av uønskede stoffer. Vannet har lang oppholdstid i innsjøbassenget, og "selvrensing" i form av nedbryting av mikroorganismer og kjemiske forbindelser samt sedimentering av partikler, kan finne sted. I de fleste slike innsjøer vil det om sommeren dannes en temperatursjiktning med et varmere overflatelag liggende over et kaldere dypvannslag som vil virke som en barriere mot forurensning av dypvannet i sommerhalvåret.

*Grunne innsjøer og tjern* er fra naturens hånd generelt dårligere sikret mot forurensning enn større sjøer. Det dannes ikke stabil temperatursjiktning i sommerhalvåret, vannet har kortere oppholdstid i innsjøbassenget, og volumet er mindre slik at forurensninger lettere vil komme fram til forbrukerne.

*Elver og bekker* vil oftest ha sterkt varierende vannkvalitet og kapasitet. Vannet kan lett bli utsatt for tilfeldig forurensning, og vannkvaliteten vil variere med nedbør og snøsmelting. Det skjer rask transport av forurensningen til vanninntaket. En fordel med elveinntak er imidlertid at akutte utslipp raskt transporteres forbi inntaket.

### A.3.1.2 Grunnvann

Grunnvann vil ofte gi en stabil og god råvannskvalitet, men under gitte forhold kan utlekking av blant annet jern, mangan, fluor og radon skape problemer. Vanligst forekommende vannkvalitetsproblemer i grunnvann er lavt oksygeninnhold og mye jern og mangan. Vannet kan også noen steder være hardt eller inneholde fluor og/eller radon.

*Grunnvann i fjell* følger sprekker i fjellet. Sprekksystemer i fjell er uoversiktlige, og det er derfor vanskelig å vite hvor vannet kommer fra med tanke på potensielle forurensningskilder i området. Det er ikke uvanlig at grunnvann i fjell både er påvirket av overflatevann og av uønskede komponenter som utløses fra berggrunnen. Noen sprekker i fjellet er helt åpne, og man har da ingen filtreringseffekt, mens andre steder er sprekkefyllt med løsmasser som gir en viss filtreringsegenskap.

*Grunnvann i løsmasser* kan utnyttes fra avsetninger av grus og sand. Slike forekomster mates med vann dels fra vassdrag (strandinfiltrasjon), dels fra nedbør som infiltreres (selvmatende felt). Det vanligste i Norge er grunnvann basert på strandinfiltrasjon. Vannet inneholder mer mineraler enn overflatevann, og er mindre surt. Løsmasser fungerer også som filter, og vannet er derfor vanligvis klart og rent. Vann som har oppholdt seg i grunnen i mer enn 60 dager i et slikt filtrerende miljø, regnes som fritt for mikrober.

### A.3.2 Inntaksanordninger

Plassering og utforming av inntaket i drikkevannskilden er av stor betydning for å oppnå best mulig kvalitet og nødvendig kapasitet.

Ulemper ved uheldig plassering av inntaket kan unngås ved å ta enkle forholdsregler. Inntaksanordninger er nærmere omtalt i kapittel C4.

#### A.3.2.1 Innsjø/tjern

Inntaket bør for de fleste innsjøer plasseres på dypt vann for å oppnå best mulig vannkvalitet, men ikke for nær bunnen slik at vannkvaliteten forringes ved innsug av slam.

I eutrofe (næringsrike og ofte forurensede innsjøer) og innsjøer med høyt innhold av humus vil dypvannet på enkelte tider av året kunne ha dårlig kvalitet. I slike tilfelle kan det være hensiktsmessig å ha to inntak, ett på grunt og ett på dypt vann.

#### A.3.2.2 Elv/bekk

Små inntaksbasseng forårsaker ofte problemer. Inntak som ligger nær overflaten kan blokkeres av is, løv eller annet flytemateriale. Ligger inntaket nær bunnen kan bunnmateriale lett suges inn. Det bør være rolige strømningsforhold for å sikre best mulig sedimentering av partikler før vannet når inntaket.

### A.3.2.3 Grunnvann

I *løsmasser* benyttes *sandspiss* som egner seg for mindre grunnvannsuttak og boret *rørbrønn* til større uttak. Der grunnvannet står høyt oppunder bakkeoverflaten, kan mindre brønner også være utgravet, og sikringen mot utrasing skjer da vanligvis med betongringer.

*Borebrønn* er vanlig ved utnyttelse av grunnvann i fjell. Dimensjon for mindre brønner er normalt 110 mm, men ofte anvendes større dimensjoner. Slike brønner kan være dypere enn 100 meter. Små brønner i fjell hvor grunnvannet står høyt, kan være sprengt ut, og også i fjell kan brønnen da være sikret mot utrasinger ved hjelp av sementringer.

## A.3.3 Vannbehandling

En vannbehandlingsprosess er en prosess som endrer vannets fysiske, kjemiske eller mikrobiologiske sammensetning. Vannbehandling etableres for å sikre et hygienisk betryggende og bruksmessig tilfredsstillende drikkevann.

Vannbehandlingsanlegget kan være meget enkelt, fra bare desinfeksjon til meget avanserte anlegg med kjemisk koagulering, filtrering, adsorpsjon, desinfeksjon og alkalisering/karbonatisering. Det finnes en rekke forskjellige typer vannbehandlingsmetoder som kan tas i bruk, og disse velges ut fra vannkildens karakter, råvannets kvalitet, anleggets størrelse, driftsforhold og økonomi.

Norske overflatekilder er ofte litt sure og humusholdige. Hensynet til bruksmessig kvalitet er en av årsakene til at fargefjerning og korrosjonskontroll er vanlig i norsk vannforsyning.

Nedenfor følger en summarisk oversikt over vannbehandlingsmetoder som er i bruk i Norge i 2003, og som beskrives nærmere i kapittel D. Metodene er gruppert etter funksjon.

### A.3.3.1 Forbehandling

Forbehandling av vannet gjennomføres for å fjerne partikler som kan ha innvirkning på vannets bruksmessige kvalitet, samt for å hindre innløp av partikler som kan skape driftsmessige problemer i etterfølgende vannbehandlingstrinn.

Vanligst benyttede metode er siling med silduker hvor lysåpningene vanligvis er fra 500 og ned til 50 mikrometer. Enda finere siler kalles mikrosiler og kan ha lysåpning ned til 5 mikrometer.

### A.3.3.2 Vannbehandling som er hygieniske barrierer

Begrepet vannbehandling som hygienisk barriere blir som oftest forbundet med desinfeksjon. Desinfeksjon er en prosess som inaktiverer ("dreper") og/eller fjerner smittestoffer, og på den måten reduserer antallet til et nivå som ikke lenger medfører smittefare.

I veilederen til drikkevannsforskriften er følgende behandlingsmetoder oppgitt som mulige hygieniske barrierer overfor smittestoffer (med forskjellig effektivitet).

- Klorering
- UV-bestråling
- Ozonering
- Membranfiltrering
- Koagulering (kjemisk felling)/filtrering

Langsomfiltrering vil også kunne fungere som hygienisk barriere overfor smittestoffer. Denne behandlingsmetoden er lite benyttet i Norge, og nyere forsøk i Norge har vist at barriereeffekten kan være dårlig. Denne metoden må derfor utnyttes med forsiktighet.

Koagulering/filtrering vil alltid måtte kombineres med en av de andre nevnte metodene for å kunne være en tilstrekkelig sikker barriere mot smittestoffer.

I motsetning til UV-bestråling, klorering og ozonering som inaktiverer smittestoffene, vil membranfiltrering, koagulering/filtrering og langsomfiltrering fjerne smittestoffene fra vannet. Disse filtreringsmetodene benyttes vanligvis der det er behov for å fjerne humus (farge) og/eller partikulært materiale, og kombineres som regel med klorering eller UV-bestråling. Denne kombinasjonen vil til sammen kunne utgjøre to hygieniske barrierer i vannbehandlingen.

UV bestråling i tilstrekkelig dose og membranfiltrering med tilstrekkelig små porer (<10 nm) kan hver for seg drepe/fjerne alle smittestoffer. Klorering er ikke effektivt overfor parasitter og bakteriesporer. Ozonering krever høye doser for å virke effektivt mot parasitter og bakteriesporer.

#### A.3.3.3 Humus- og turbiditetsfjerning

Flere av vannbehandlingsmetodene som kan fungere som hygieniske barrierer er samtidig de vanligste metodene for fjerning av turbiditet og humus. Alle former for koagulering (kjemisk felling) med etterfølgende filtrering og *membranfiltrering* er mye benyttet til humus- og turbiditetsfjerning.

*Langsomfiltrering* kan også benyttes til humus- og turbiditetsfjerning, da det vil skje en mikrobiell nedbryting av organisk stoff i filterhuden, og en partikkelfjerning gjennom selve filteret.

*Ionebytte* er en prosess som innebærer at de negativt ladete humusmolekylene byttes ut mot anioner i et ionebyttemedium (resin). Humusen bindes til mediets positivt ladde overflate.

#### A.3.3.4 Korrosjonskontroll

*Alkalisering* betyr å heve vannets pH-verdi. Hensikten er å redusere utløsningen av tungmetaller fra armatur og vannledninger. Alkalisering kan gjennomføres med ulike kjemikalier: Kalk løst i vann, lut eller soda. På grunn av at norske drikkevannskvaliteter ofte har lav bufferevne, vil vannets pH-verdi forandres utover i ledningsnett. For å hindre pH-ending på ledningsnett må man tilstrebe en bufning av vannet. En variant er å filtrere vannet gjennom marmor eller kalkgranulat for derved å få filtermassen til å frigi alkalier til vannet.

*Karbonatisering og hardhetsøkning* innebærer å tilsette vannet karbondioksid og en kalkkilde for å oppnå optimal surhetsgrad, kalsiuminnhold og alkalitet. På denne måten får man bufret vannet, og derved kan man oppnå en forholdsvis stabil pH-verdi på vannet gjennom hele ledningsnett. Kalkkilder kan være lesket kalk, brent kalk eller marmor. Kalkproduktene kan tilføres vannet i løst form (som slurry), eller vannet kan passere et filter med granulat.

*Vannglasstilsetting* vil både justere pH-verdien, bufre vannet, samt at silikatene kan kompleksbinde jernforbindelser som allerede er avsatt i rørene. I noen tilfeller har vannglasstilsetting vært effektivt for å fjerne gammel rust og forhindre ny, men erfaringene er ikke like gode alle steder.

#### A.3.3.5 Andre aktuelle vannbehandlingstiltak

Det finnes også en rekke andre vannbehandlingstiltak som kan være nødvendig for å få en tilfredsstillende vannkvalitet:

*Hurtig sandfiltrering* brukes for å fjerne partikler fra vannet, og er med for å redusere turbiditeten. Hurtig sandfiltrering er mer effektivt enn siling, men først i kombinasjon med forutgående koagulering blir denne metoden effektiv til å fjerne også kjemiske forbindelser og mikrober.

*Avherding*, dvs. bløtgjøring av vannet ved reduksjon av fortrinnsvis kalsium- og magnesiuminnholdet, utføres for å redusere bruksmessige problemer der vannet er meget hardt. Metoden brukes først og fremst ved større grunnvannsverk basert på fjellbrønner.

*Lufting*, dvs. å få innblandet luft/oksygen i vannet, kan bla. bidra til redusere lukt- og smaksproblemer og fjerne jern dersom luftingen kombineres med filtrering.

*Adsorpsjon* brukes vanligvis for å fjerne lukt- og smaksstoffer og en rekke andre organiske stoffer. Aktivert karbon er vanligste adsorpsjonsmiddel.

*Fjerning av jern og mangan* fra oksygenfattig grunnvann kan gjøres på flere måter. En metode er oksidasjon med et egnet kjemikalie og påfølgende filtrering av utfelt materiale. Det er generelt vanskeligere å fjerne mangan enn jern.

*Avsaltingsanlegg* finnes først og fremst på offshoreplattformer og skip, men det finnes også i noen øykommuner med mangel på vann. Avsalting foretas på sjøvann eller brakkevann. Det benyttes omvendt osmose eller evaporering.

### A.3.4 Vannforsyningsnett

Hensikten med vannforsyningsnett er å transportere nok drikkevann frem til forbrukerne på en hygienisk betryggende måte.

Vannforsyningsnett består av overføringsledninger eller tunneller fra kilde til vannbehandlingsanlegg, og fordelingsnett og stikkledninger (internt fordelingsnett) i forbruksområdet. Pumpestasjoner, trykkreduksjonsinnretninger, høydebasseng, kummer og ventiler er også sentrale komponenter i dette systemet.

Ideelt sett skal vannforsyningsnett til en hver tid frakte nok vann til forbrukerne uten at vannets kvalitet forringes. Å forebygge innlekking av forurensninger, begroing og korrosjon er blant de viktigste hensyn som må tas ved utforming, drift og vedlikehold av vannforsyningsnett.

Nedenfor gis en oversikt over forhold som det er viktig å ta hensyn til for oppnå en sikker distribusjon av drikkevannet. En mer omfattende beskrivelse av vannforsyningsnett finnes i kapittel E.

#### A.3.4.1 Vannkvalitetsendringer forårsaket av innlekking

Innlekking skyldes at vann eller annen væske utenfor vannledningene eller bassengene trenger inn i distribusjonssystemet. Dette kan skje gjennom utettheter eller ved at annet vann eller væske suges eller pumpes inn i vannledningen via abonnentenes eget distribusjonssystem (interne fordelingsnett), såkalt tilbakeslag..

Petroleumsprodukter vil kunne diffundere igjennom veggene i plastrør og derved sette lukt og smak på vannet. Lekkasje fra nedgravde oljetanker bør derfor påaktes også i sammenheng med transport av drikkevann i plastledninger.

Tilbakeslag fra abonnentenes egne ledninger kan skje dersom det oppstår undertrykk i vannverkets ledning eller ved at pumping i det interne fordelingsnett skaper overtrykk. Typiske situasjoner hvor undertrykk kan forekomme, er knyttet til rørbrudd eller brannslukking som medfører vesentlig økning av strømningshastigheten i vannverkets ledning. Behovet for sikkert tilbakeslagsvern må derfor alltid vurderes for abonnenter med tilkoblinger hvor annen væske enn rent drikkevann ved et uhell kan suges tilbake til drikkevannsledningen.

Avløpsledningene lekker minst like mye som drikkevannsledningene, og det påvises jevnlig bakterier fra human avføring i grøftevann. Vann som lekker inn i drikkevannsledningen, medfører derfor stor smittefare. Den beste garanti mot forurensning av vann i ledninger er å velge tekniske løsninger som sammen med tilfredsstillende drift og vedlikehold sikrer tilstrekkelig overtrykk på innsiden av ledningen og en grøftevannstand som ligger under vannledningen.

#### A.3.4.2 Vannkvalitetsendringer forårsaket av beleggdannelse

Konsekvensene av beleggdannelse kan være mange: Slamdannelse, groptæring og rustknolldannelse, gjentetting av rør, dårlig lukt og smak på vannet, grumsete og brunt vann, dannelse av allergifremkallende stoffer og høyt bakterieinnhold.

Humus, som er vanlig i norske vannkilder, kan danne tette og godt fastsittende belegg i vannledninger. Vannets innhold av organisk stoff som er lett nedbrytbart, gir gode oppvekstvilkår for bakterier. Disse danner belegg som lett rives løs. Etter hvert som humus og bakteriebelegg er etablert, vil sopp og større mikroorganismer som ernærer seg av belegget, kunne utvikle seg. De fleste mikroorganismene er ufarlige, men enkelte bakterier vil kunne utvikle seg i slike mengder i belegget at de kan medføre sykdom, for eksempel magebesvær.

Råvann fra grunnvannskilder og overflatekilder der oksygeninnholdet i dyplaget er lavt, vil kunne inneholde løst jern og/eller mangan. Vannets innhold av disse metallene vil også bidra til beleggdannelse og gjøre vannet grumsete av brune/svarte partikler.

Å fjerne organisk stoff, jern og mangan fra vannet er viktig for å unngå begroingsproblemer.

#### A.3.4.3 Vannkvalitetsendringer forårsaket av korrosjon

Norsk råvann er ofte aggressivt overfor metaller. Vannkvalitetsparametre av betydning er blant annet pH og alkalitet. Også andre parametre er av betydning for forskjellige metaller, men de nevnte er de viktigste for ledninger av jern, og de er også viktige for kopper og messinginstallasjoner. Plastrør har god motstand mot korrosjon og er mye benyttet til transport av drikkevann.

Vann som står stille i ledninger og armatur vil få økte konsentrasjoner av de metaller vannet er i kontakt med, for eksempel sink som avgis fra messingarmatur, og bly fra loddemetaller til skjøter innomhus. Det er i Norge ikke registrert at slike metaller har medført negativ helseeffekt. De senere år er det kommet ny "fancy" tappearmatur på markedet. Vi kjenner ikke til i hvilken grad disse inneholder legeringer som kan avgi uønskede metaller til drikkevannet.

Korrosjon på *jern og stål*, som brukes mye i hovedvannledninger og i forgreninger av disse fram til abonnentene, kan føre til rustfarget vann, eller dannelse av tykke lag av jernhydroksider og jernoksid i ledningene. Forhøyede konsentrasjoner av jern i drikkevannet har ingen påviselig helseskadelig effekt, men det kan gi betydelige estetiske ulemper, gjøre vannet lite egnet til konsum og ubrukelig til for eksempel klesvask.

*Kopperrør* har lenge vært brukt til stikkledninger og fordeling av vann inne i bygninger. Når vannet brukes jevnlig, er kopperkonsentrasjonene i vannet normalt lave. Dersom drikkevannet har stått noen tid i ledningene, vil det som regel ha betydelig høyere konsentrasjoner. Høye kopperkonsentrasjoner gir vannet en bitter smak. Det antas at langvarig diare hos barn i en del tilfeller kan skyldes høye konsentrasjoner av kopper i drikkevannet. Ved spesielt høye konsentrasjoner kan personer med lyst hår få et

grønnskjær i dette ved hårvask. Kopper i vannet fører lett til grønn misfarging i sanitærinstallasjoner.

Etter at det kom krav om at skjulte røropplegg skulle bygges som rør-i-rør-system for å hindre vannskader ved lekkasjer, har PEX-rør overtatt i det innvendige røropplegget. Erfaringen med slike rør er begrenset, fordi det er et forholdsvis nytt materiale i denne sammenhengen.

Kalsiumoksid vil bli utløst fra *sementbaserte materialer* (asbestsement, mørtelforede rør, sementkummer o.l.) hvis vannet er surt eller inneholder lite karbonat. I mørtelforede støpejernsrør registreres det ofte betydelig pH-stigning. Hvis vannet blir stående, hvilket bl.a. kan skje i endeledninger med få abonnenter, kan pH stige til 11-12. Slikt vann kan være øyeirriterende. Det kan også være korrosivt overfor andre materialer for eksempel aluminium.

#### A.3.4.4 Forsyningssikkerhet

Norske vannledninger lekker mye. Lekkasetap på over 50 % av produsert vannmengde er ikke uvanlig. Dette er mange ganger høyere enn i andre land det er naturlig å sammenligne med. En viktig årsak er at vi har mye gammelt ledningsnett med varierende standard. På grunn av at de fleste vannverk i Norge har god tilgang til råvann, vil lekkasjer som regel ikke være kritisk for forsyningssituasjonen.

Forsyningssikkerheten kan bedres ved bygging av ringledninger slik at vannet vil kunne strømme begge veier. Et ledningsbrudd behøver da ikke å være kritisk for vannforsyningen til et område. Det er viktig at det ikke får anledning til å bygge seg opp mye slam mellom hver gang vannstrømmen snur, for da vil en endring av strømningsretningen kunne føre til en betydelig løsrivning av slikt oppsamlet slam.

Høydebassengenes funksjon i vannforsyningsnettet er flere. De viktigste er å sikre vannforsyningen ved stort vannforbruk, for eksempel ved brann, og å opprettholde forsyningen dersom hovedkilden midlertidig faller ut. Høydebassengene utjevner trykket på ledningsnettet og hindrer undertrykk og innsug av forurenset vann.