



Statens vegvesen

Veileder - Brønner med saltforurensning

RAPPORT

Teknologiavdelingen

Nr. 2611



Geoteknikk- og skredseksjonen
Dato: 2010-11-01



Statens vegvesen

Vegdirektoratet
Teknologiavdelingen

Postadr.: Postboks 8142 Dep
0033 Oslo

Telefon: (+47 915) 02030

www.vegvesen.no

TEKNOLOGIRAPPORT nr. 2611

Tittel

Veileder - Brønner med saltforurensning

Utarbeidet av

Torbjørn Jørgensen og Kristine Flesjø

Dato:

2010-11-01

Saksbehandler

Torbjørn Jørgensen

Prosjektnr:

602003

Kontrollert av

Elisabeth Gundersen

Antall sider og vedlegg:

46

Sammendrag

Rapporten inneholder råd og opplysningsstoff om hvordan Statens vegvesen bør behandle klagesaker som oppstår når vegsalt brukt i vintervedlikeholdet forurensrer drikkevannsbrønner. En betydelig del av vegnettet blir saltet hver vinter for å oppnå fremkommelighet og trafiksikkerhet.

Det hender at naboer til vegen krever erstatning for saltforurensning av sine drikkevannsbrønner. For å bedømme om erstatningskravet er berettiget, gjennomføres en hydrogeologisk og teknisk vurdering av brønn, vannforsyningsanlegg og vannkvalitet. Det gis forslag til tiltak for å beskytte brønnen og hvor en ev ny brønn bør plasseres. Saksgangen til klagesaker blir beskrevet. Temaer i veiledningen er:

- Drikkevannskvalitet, regelverk, analyseparametere med forklaringer
- Grunnvann i det hydrogeologiske kretsløpet
- Ulike brønntyper samt utforming og beskyttelse av disse
- Saksgang i erstatningssaker
- Forslag til tiltak og løsninger

Summary

This report describes guidelines to the Public Roads Administration officials on how to handle complaints from neighbours of public roads due to road salt pollution of domestic drinking water wells. A considerable length of the Norwegian public road network is salted every winter to maintain traffic safety and mobility.

Occasionally neighbours of the road have their drinking water wells polluted from salt runoff water seeping into the ground. The indemnity claim from the neighbour is assessed and handled according to the legal guidelines of Public Roads Administration. This involves a hydrogeological survey, an evaluation of the well, water supply installations and the water quality. Advises on how to mitigate the salt pollution of the well are given. The placing of a new well is also pointed out if possible. Subjects of the guide are:

- Drinking water quality, regulations and quality parameters.
- Ground water in the hydrogeological circulation
- Different types of drinking water wells
- Proposed actions and solutions
- Case stories

Emneord:

Vegsalting, vannkvalitet, drikkevannsbrønner, erstatningssaker
Road salting, Water quality, Drinking water wells, Indemnity claims

Forord

En betydelig del av vegnettet blir saltet i vintervedlikeholdet for å opprettholde friksjon, fremkommelighet og trafikksikkerhet. For naboer til vegen kan vegsaltet og avrenning fra vegen skape problemer med saltforurenset grunnvann. Saltsmak på vannet og korrosjonsskader på installasjoner kan bli en ubehagelig følge. Ved høye saltkonsentrasjoner er vannet uegnet som drikkevann og dårlig egnet til bruk i husholdningen.

Det er gitt regler for hvordan erstatningssaker til vegens naboer skal håndteres i Håndbok 081: ”Erstatningskrav utenfor kontraktsforhold m.m.”. I en klagesak vil Statens vegvesen utføre en utredning av saksforholdet slik at en innrømmelse av ansvar eller en avvisning av erstatningskravet kan bygges på dokumenterte fakta.

Denne veilederen skal gi råd om hvordan vegvesenet bør håndtere klagesaker med hensyn til hvordan klager blir møtt og hvilke undersøkelser som gjøres for å bedømme erstatningskravet. Det er ønskelig at vegvesenet har noenlunde like rutiner og praksis i ulike regioner og fylker.

Målgrupper for denne veilederen er saksbehandlere, jurister samt byggeledere som behandler klager knyttet til salting av riks-, fylkes- og eventuelt kommunale veger. Veilederen kan også være nyttig ved planlegging av nye veger eller ved oppstart av salting på nye vegstrekninger, bl.a. med tanke på drenering og kontrollert bortledning av saltforurenset avrenningsvann.

Oktober 2010

Geoteknikk- og skredseksjonen

Innhold

1	Innledning.....	3
2	Drikkevannskvalitet	4
2.1	Lovverk	4
2.2	Krav til vannkvalitet.....	4
2.3	Prøvetaking av vannkvalitet.....	5
3	Vannbalanse.....	7
3.1	Det hydrologiske kretsløpet.....	7
3.2	Grunnvann, grunnvannsstrømmer, overflatevann	7
3.3	Grunnvannsinteraksjoner.....	9
3.4	Grunnvannstrømning	10
3.5	Forurensningstransport.....	10
4	Brønner.....	12
4.1	Ulike typer brønner	12
4.1.1	Brønner i løsmasser.....	12
4.1.2	Borebrønn.....	15
4.2	Utforming og beskyttelse av brønner.....	16
4.2.1	Beskyttelse av brønnen.....	16
4.2.2	Plassering av brønner og andre tiltak for å unngå forurensning	18
4.3	Vedlikehold av brønner	19
5	Krav om erstatning.....	21
5.1	Ansvarsforhold, erstatningskrav	21
5.1.1	Ansvarsgrunnlag.....	21
5.1.2	Adekvat årsakssammenheng.....	22
5.1.3	Økonomisk tap.....	22
5.2	Saksbehandling.....	22
5.2.1	Kort oversikt over normal saksgang.....	23
5.2.2	Administrativ overprøving	24
5.3	Utredning av brønnsaker	25
5.4	Erstatning og refusjon	25
5.5	Videre oppfølging	26
6	Forslag til tiltak og løsninger.....	27
6.1	Tiltak ved eksisterende og anlegging av ny veg	27
7	Definisjoner og forklaringer.....	29
8	Referanser.....	30
9	Vedlegg.....	31
9.1	Flytskjema - Saltskade på brønner - saksbehandling	31
9.2	Spørsmål til brønneier	32
9.3	Sjekkliste for utredning av brønn – hydrogeologisk utredning	33
9.4	Brønnskjema	34
9.5	Beregne vannmengde i en brønn.....	35
9.6	Grunnvannstrømning i jord.....	36
9.7	Beskrivelse av de ulike vannkvalitetsparameterne.....	39
9.8	Kloridinnhold i grunnvann.....	41
9.9	Eksempler.....	41
9.9.1	Sak 1: Juridisk vurdering av en erstatningssak.....	41
9.9.2	Sak 2: Forslag til tekniske løsninger i fm. erstatning av forurenset drikkevannskilde	44

Innledning

Det å ha eget drikkevann fra brønn har vel vært regelen utenfor tettbygde strøk. Det å være selvforsynt med vann oppfattes gjerne som en livskvalitet, samtidig som tilknytning til offentlig eller privat vannledningsnett ofte er lite aktuelt pga. avstander og kostnader.

Omtrent 15 % av befolkningen får sitt drikkevann fra grunnvannskilder. Det er særlig enkelthus i spredt bebyggelse som har egne brønner. I de senere år har antall borebrønner i spredt bebyggelse økt av vannkvalitetsmessige, hygieniske og økonomiske årsaker.

Bruk av vegsalt og forurensning av grunnvann

For å opprettholde framkommelighet og trafikksikkerhet om vinteren benyttes det vegsalt. I vegvesenets standard for drift og vedlikehold, håndbok 111, står det at framkommeligheten for kjøretøy som er normalt utstyrt for vinterkjøring skal oppnås ved å redusere mengden snø og is på vegen samt sikre tilstrekkelig veggrep for trafikanten. Det er to strategier i vinterdriften av riks- og fylkesveger; vinterveg-, og barvegstrategi. Vinterveg er veger hvor det er akseptabelt med snø- og isdekke hele eller deler av vinteren, mens barveg er veger som er snø- og isfrie hele vinteren. På veger med barvegstrategi saltes det når det er meldt snø eller allerede snør, når det er meldt væromslag med svingninger rundt 0 °C, når det har lagt seg issåle på vegen eller ved fare for ising. Det er gitt en veiledende salttabell for bruk av salt under ulike forhold i håndbok 111.

Det er i hovedsak natriumklorid (NaCl) som benyttes i vinterdriften. Ved salting av veger kan salt forurense drikkevannsbrønner. Vegsaltet består hovedsaklig av to ioner; natrium og klorid. Natrium er positivt ladet og går lett inn i ionebytterreaksjoner og kan byttes ut med andre kationer. Klorid er negativt ladet og går ikke så lett inn i ionebytterreaksjoner men forblir i vannfasen. Klorid velges derfor som hovedparameter ved vurdering av saltforurensning.

Hensikten med en veileder

For de som skal behandle klagesaker på saltforurensete brønner er det ønskelig å ha tilgang på rutiner og råd på hvordan man bør gå fram. Den formelle saksbehandlingen er beskrevet i håndbok 081: "Erstatningskrav utenfor kontraktsforhold m.m.". I veilederen beskrives utførelse av hydrogeologisk utredning av saltforurensete brønner samt forslag til løsninger.

Veilederen kan også bidra til at planlegging av nye veger tar bedre hensyn til eksisterende drikkevannsbrønner, og at nye brønner ikke etableres på dårlig egnede steder. Brønner kan påvirkes kapasitetsmessig og vannkvalitetsmessig av en vegutbygging, og allerede ved planlegging av vegen bør man vurdere tiltak for å unngå eller minimalisere at brønner ødelegges i fremtiden. Det vil ofte være rimeligere å utføre tiltak for å beskytte/erstatte brønner under bygging av ny veg enn i ettertid.

Veilederen kan også bidra til å avdekke mulige konflikter når vegholder ønsker å gå fra vinterdrift til barvegstrategi.

Veilederen skal være en felles plattform i det tverrfaglige samarbeidet mellom jurister, byggeledere, interne/eksterne fageksperter og brønnborere som må til når en klagesak utredes. For å bidra til en likeartet saksbehandling i ulike regioner er kunnskap og rutiner samlet i denne rapporten. Noe fordypningsstoff brukes ikke i ordinære klagesaker. I spesielle saker er

det nødvendig med en omfattende hydrogeologisk undersøkelse, og da kan også ekstern spesialkompetanse trekkes inn.

2 Drikkevannskvalitet

2.1 Lovverk

Drikkevann fra vannverk og drikkevann til enkelthusholdninger (egen brønn) behandles forskjellig i lovverket. Vannverk har større grad av beskyttelse i lovverket, samtidig som det stilles krav til vannverket om sikring av tilsigsområde og kontroll av vannkvalitet.

Drikkevannsforskriften (hjemlet i Matloven) angir kvalitetskrav til drikkevann i ledningsnett. Kvalitetskravene er veiledende for private brønner. For private brønner er det noe lavere krav enn hos vannverk når det gjelder mikrobiologiske parametere, forutsatt at vannet ikke benyttes i næringsvirksomhet. For natrium og klorid settes 200 mg/l som terskelverdi for god/dårlig kjemisk tilstand. Naturlig bakgrunnsverdi for klorid settes til 10 mg/l. Myndighet for oppfølging av drikkevannskvalitet er Mattilsynet.

For nye bygg stiller **Plan- og bygningsloven** krav om at en bygning ikke må føres opp eller tas i bruk til opphold for mennesker eller dyr med mindre det er tilfredsstillende adgang til hygienisk betryggende og tilstrekkelig drikkevann der (unntak for fritidsbebyggelse).

Vannforvaltningsforskriften (hjemlet i Vannressursloven, Forurensningsloven samt Plan- og bygningsloven) beskriver hva som regnes som akseptabel vannkvalitet i vannforekomster. I forslaget til vendepunktverdier i grunnvann fra 2010, settes 150 mg/l for klorid (vendepunktverdien indikerer at nivået ligger nær dårlig kjemisk tilstand). Vannforvaltningsforskriften innebærer en forpliktelse til en bærekraftig forvaltning av vannressursene, inkludert grunnvann.

Forurensningsloven og Naboloven dekker konfliktsituasjoner som for eksempel saltforurensning fra veger. I håndbok 081 beskrives en del juridiske begreper og forhold som er viktige i denne sammenheng. Hovedpoenget for vegholder er at salting av veger er en lovlig aktivitet og at naboer derfor må tåle noe forurensning fra vegen. Denne ”tålegrensen” har Vegdirektoratet satt lik Drikkevannsforskriftens krav til klorid- og natriuminnhold.

2.2 Krav til vannkvalitet

For å kartlegge brønnens tilstand med hensyn på salt i drikkevannet, grad av vedlikehold og påvirkning fra andre forurensningskilder, anbefales det at drikkevannet minst analyseres for parameterne i Tabell 1. Tabell 1 viser grenseverdier i henhold til drikkevannsforskriften (Drikkevannsforskriften 2001). Andre mulige forurensningskilder kartlegges for å avklare vannets generelle kvalitet.

Kystnære brønner og brønner lokalisert under den marine grense kan ha andre kloridkilder enn vegsalt. Det finnes eksempler på at bidrag av salt fra berg senker klorid - bromid forholdet sammenliknet med det som finnes i sjøvann. Dette kan i så fall testes ut om det er mistanke om at kloridverdiene kommer fra berg – eller løsmasser.

Tabell 1. Anbefalte vannanalyseparametere for å undersøke brønnens tilstand med hensyn på salt i drikkevannet, grad av vedlikehold og andre mulige forurensningskilder. Grenseverdier fra Drikkevannsforskriften samt Mattilsynet er også vist.

Parameter	Enhet	Grenseverdi (maksimal verdi)	Merknader
E. coli	Antall/100 ml	0*	
Koliforme bakterier	Antall/100 ml	10*	
Kimtall, 22 °C	Antall/ml	1000 *	Ved verdier over 100 må årsaken undersøkes
Totalt organisk karbon (TOC)	mg/l C	5,0	
pH		6,5-9,5	
Alkalitet	mmol/l	(0,6-1,0) **	
Konduktivitet/elektrisk ledningsevne, 25 °C	mS/m	250	
Turbiditet	FNU	4	
Klorid (Cl)	mg/l	200	
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	mg/l	100	
Natrium (Na)	mg/l	200	
Kalsium (Ca)	mg/l		Ikke angitt grenseverdi
Magnesium	mg/l		Ikke angitt grenseverdi
Jern (Fe)	mg/l	0,2	
Mangan	mg/l	0,050	
Nitrat (NO ₃ -N)	mg/l	10	

* enkelthusholdning (Mattilsynet: Mikrobiologiske retningslinjer)

** anbefalt verdi (FHI: Vannforsyningens ABC)

Ved mistanke om innhold av andre betenkelige stoffer, bør disse inkluderes i analysen.

Eksempler:

- arsen (grenseverdi 0,010 mg/l), når det er alunskifer og/eller høyt sulfatinnhold i grunnen
- fluorid (grenseverdi 1,5 mg/l)
- nitritt (grenseverdi 0,05 mg/l) ved mistanke om tilsig fra gjødslet jord eller påvirkning fra spredegrøfter.

Dersom innledende analyse viser lave/uproblematisk verdier for enkelte parametere, kan disse sløyfes i de påfølgende analysene. For utfyllende informasjon om vannkvalitetsparametere, se vedlegg 9.7.

2.3 Prøvetaking av vannkvalitet

Brønneieren anbefales å kontrollere vannkvaliteten jevnlig (minst hvert annet eller tredje år). Brønneier må selv vurdere hyppigheten, for eksempel ved mistanke om at noe er galt med vannet eller at det er en forurensningskilde i nærheten av brønnen. Tabell 2 gir en oversikt over ulike oppgaver som hører til prøvetakingen.

Tabell 2. Oversikt over ulike oppgaver i forbindelse med prøvetakningen.

Kontakt laboratoriet	<p>Avklar:</p> <ul style="list-style-type: none"> Hvor store mengder vann kreves for analysen? Vanligvis holder det med 0,5 l. Hvilke flasker som skal brukes og eventuelt bestill flasker i god tid fra laboratoriet. Undersøk om det er behov for nedkjøling av prøvene ved transport. Ved sending av prøver, undersøk transporttider og planlegg prøvetakningen slik at prøver som krever rask analysetid kommer frem innen rimelig tid.
Dokumentasjon på vannprøven	<p>Vannprøver skal merkes på etikett med informasjon om:</p> <ul style="list-style-type: none"> Navn på oppdragsgiver Prosjektets navn og nummer Dato, tid for prøvetakningen Beskrivelse av prøvepunktet Eventuelt prøvetakningsdyp Prøvetakers navn og signatur
Status grunnvannsrør/brønn *)	<p>Kontrollér:</p> <ul style="list-style-type: none"> Er røret/brønnen intakt? Virker røret tett mot marken? Peile grunnvannsnivå <ul style="list-style-type: none"> Sammenlign med eventuelle tidligere målinger Undersøk dyp av rør/brønn <p>Beregn vannmengder i rør/brønn. 3-5 ganger volumet av vannet i brønnen skal pumpes vekk før prøvetakningen begynner.</p>
Prøvetagning i rør/brønn *)	<ol style="list-style-type: none"> Senk ned pumpe/prøvetager til ønsket nivå Pump og mål pH, temperatur og konduktivitet Unngå å dra inn finpartikler i røret Vurder og notér geologien i brønnens nærhet (for eksempel sand, leire, fjell?)
Prøvetagning fra kran	<p>Undersøk og notér hvilken type pumpe som leverer vannet og om det eventuelt benyttes filtre og hydroforvolum.</p> <p>Ta av silen på kranen, brenn av munningen med en gasslighter. La vannet renne ca. 3 minutter før prøven tas.</p>
Prøveflaske	<p>Steril flaske benyttes til analyse for bakterier. Det kan være lurt å merke prøveflasken før vannet tappes på. NB: Steril flaske for klorert vann skal <u>kun</u> brukes til klorert vann.</p> <ol style="list-style-type: none"> Skyl flasken og korken i det aktuelle vannet. NB: Sterile flasker skal ikke skylles. Filtrer prøven om det er påkrevd (undersøk med laboratoriet) Fyll prøveflasken nesten helt opp Tørk av og sett på lokk
Dokumentasjon av feltarbeidet	<ul style="list-style-type: none"> Undersøk eksisterende kartgrunnlag: løsmassekart, berggrunnskart, digitale kart (nasjonal grunnvannsdatabase GRANADA), digitale kart fra nasjonal vegdatabank (NVDB) og kommunale digitale kart. Foto Prøvetagningspunkt ID (Gnr/Bnr, kommune) Dato og tid Værforhold Prøvetager (navn) Grunnvannsnivå Utstyr Omsetningstid i brønnen Vannprøvens lukt, farge, eventuell film og øvrig utseende
Transport	<ul style="list-style-type: none"> Send med følgeseddel Pakk prøvene så de er støtsikre Avkjøl prøvene og pass på så de ikke fryser

*) Utføres i spesielle, mer omfattende undersøkelser

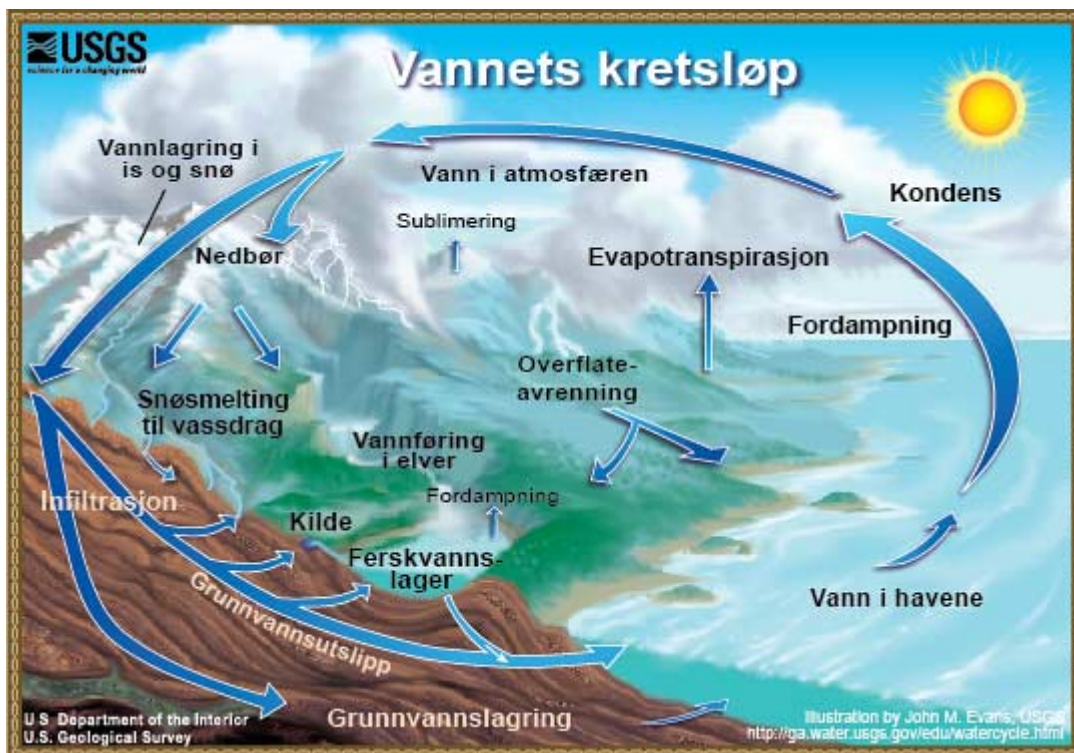
3 Vannbalanse

3.1 Det hydrologiske kretsløpet

En del av nedbøren blir til overflateavrenning som føres via bekker, elver og innsjøer ut i havet. Deler av nedbøren infiltrerer i grunnen og tas opp i planterøtter eller blir lagret som grunnvann.

Grunnvannet beveger seg i jorda fra høyere til lavere nivå, og renner ut i bekker, elver og innsjøer og når til slutt havet. Jo større porer og sprekker i grunnen, desto raskere beveger vannet seg. Noe grunnvann vil relativt raskt strømme ut på overflaten igjen via kilder eller ut i elver og innsjøer, mens en del vil forbli under bakken på sin vei mot havet.

Figur 1 viser et oversiktsbilde av vannets kretsløp i naturen. Vannet fordampes tilbake til atmosfæren fra havene, men også fra bakken og fra overflatevannskilder som elver og vann. I tillegg vil vegetasjonen avgi vandamp (transpirasjon). Samlet fordampning og transpirasjon kalles evapotranspirasjon.



Figur 1. Vannets kretsløp i naturen (NGU og U.S. Geological Survey)

3.2 Grunnvann, grunnvannsstrømmer, overflatevann

Kjennskap til grunnvannets bevegelsesmønster er viktig. Det er mulig å ha forurenset grunnvann langt fra en forureningskilde, samtidig kan det være mulig med god vannkvalitet rett i nærheten av en forureningskilde. Grensebetingelsene (det vil si de ytre rammene som styrer strømmingen) er bestemmende for grunnvannsstrømmen. Eksempler på grensebetingelser er vannskille og ikke gjennomstrømbare lag, eksempelvis leire.

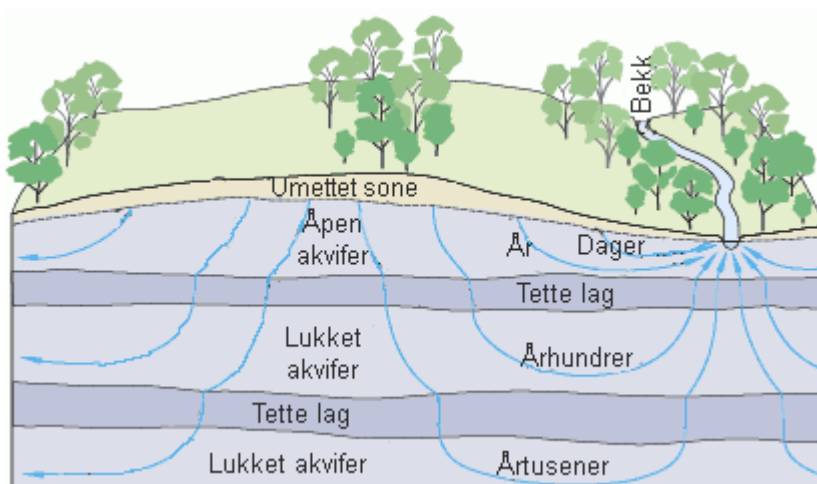
Grønssebetingelsene kan forandre seg, enten naturlig eller ved menneskelige inngrep. En veg kan påvirke grunnvannet på flere ulike måter. Etableringen av ny veg kan være et inngrep som kan påvirke brønnens kapasitet. Trafikken og drifting av vegen medfører ulike typer forurensning. Den vanligste innvirkning på brønner er tilførsel av avvisningskjemikalier brukt i vintervedlikeholdet. Det er særlig vegsalt (natriumklorid) som bidrar til høye kloridinnhold.

Oppløst salt i avrenningsvannet vil, avhengig av forholdene, sige ned til grunnvannet og gi økt saltinnhold i det. Dette kan få konsekvenser for nåværende eller fremtidig bruk til drikkevann. Virkningen av salttilførselen på grunnvannskvaliteten varierer med tilført saltmengde, grunnvannsmagasinet og brønntakets størrelse og avstand til veg. Små grunnvannsmagasiner og små brønner er generelt mest følsomme for saltforurensning. Grunne brønner nær veg kan få en betydelig økning av saltkonsentrasjonen som følge av vegsalting. Påvirkningen fra vegsalting avtar med økende størrelse på grunnvannsmagasinet (økende vannuttak) under ellers sammenlignbare forhold (Åstebøl m fl 1996). I tillegg har også vanngjennomstrømningen (utskiftningen) betydning for hvor lenge det salte vannet oppholder seg i brønnen. Strømningen avhenger av permeabiliteten i berggrunnen/løsmassene, nedbørmengde og omkringliggende topografi.

Mulig vannuttak er avhengig av grunnvannsmagasinet kapasitet, brønnens kapasitet (tilrenning) og brønnens magasinolum. Små og mindre robuste grunnvannsmagasiner får ofte raskt høye saltverdier sammenlignet med store grunnvannsmagasiner som har større fortykning. I mindre grunnvannsmagasin vil årstidsvariasjoner og saltkonsentrasjoner være større enn i store grunnvannsmagasin. Det er likevel mer kritisk hvis en stor akvifer blir forurenset med tanke på dens verdi som vannressurs.

Vannverkene grunnvannsutttak er gjerne mer robuste, da grunnvannsmagasinet er større, samtidig som lovverket gir sterkere beskyttelse mot forurensning.

Grunnvannsstrømningens retning og hastighet bestemmes av de forskjellige egenskapene til akviferen og eventuelle tette lag. Ulike typer grunnvannsmagasiner (akviferer) og vannets oppholdstider i disse er vist i Figur 2.



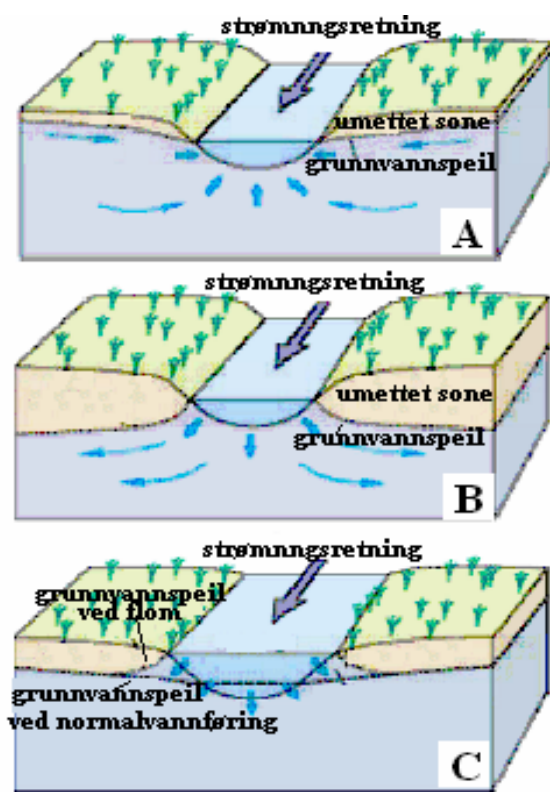
Figur 2. Vannets oppholdstider i ulike typer akviferer lokalisert i ulike dyp.

Etter siste istid har det vært en betydelig landheving i Norge. Høyeste havnivå under siste istid kalles marin grense. I områder som tidligere var havbunn kan det forekomme marin leire med innhold av salt som kan påvirke grunnvannet. Det er ikke mulig å ta ut grunnvann fra leire. Noen steder kan det forekomme gammelt havvann under tette sedimentlag. Under leirelaget kan det noen steder være grove sedimenter som danner lukkede akviferer med grunnvann av god kvalitet. Lukkede akviferer har som regel bedre beskyttelse mot forurensning enn åpne akviferer.

3.3 Grunnvannsinteraksjoner

Grunnvann som står i kontakt med nærliggende vassdrag kan ha ulike typer samvirkning, som kan variere med årstid og nedbørforhold. Figur 3 illustrerer tre hovedinteraksjoner mellom grunnvann og vassdrag:

- A: Elva mates av grunnvannstilsig.
- B: Elva mater grunnvannsmagasinet.
- C: Elva mater grunnvannsmagasinet i flomsituasjoner.



Figur 3. Skisse som viser eksempler på interaksjon mellom grunnvann og vannstanden i en elv. (Kilde: US Geological Survey Circular 1139)

3.4 Grunnvannstrømning

Jordarter er porøse medier, det vil si at de inneholder et stort antall små porer fylt med vann, luft eller andre væsker og gasser. Vanngjennomtrengeligheten øker med økende kornstørrelse i jorda. Godt sortert jord har dessuten høyere vanngjennomgang enn dårlig sortert.

Porøsiteten (\square %) er forholdet mellom porevolum og totalt volum i en jordart.

Tre uttrykk for vannets gjennomtrengelighet i jorda er permeabilitet, hydraulisk ledningsevne og infiltrasjon.

- Permeabiliteten $k[m^2]$, forteller hvor gjennomtrengelig et jordlag er.

- Hydraulisk ledningsevne $h[m/s]$, uttrykker en væskes strømmingsevne i et porøst medium.

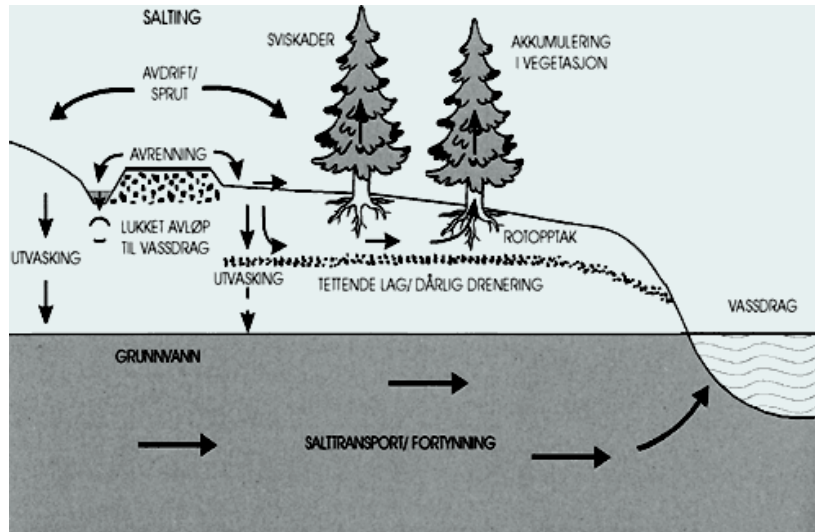
Det er tett sammenheng mellom permeabilitet og hydraulisk ledningsevne.

- Infiltrasjonshastigheten forteller hvor mye (regn)vann som kan trenge ned i jorda (infiltrere) per tidsenhet. Infiltrasjonen er avhengig av jordartens kornstørrelsesfordeling og om jordoverflata tettes eller ikke når det regner.

For mer informasjon om beregning av grunnvannsstrømning, se vedlegg 9.6.

Grunnvann i fjell samler seg i sprekker og knusningssoner. Sprekkene kan ligge i forskjellig høyde og har ofte forskjellig vannkapasitet.

3.5 Forurensningstransport



Figur 4. Transport av vegsalt i jord, vann og vegetasjon. (Kilde: Åstebøl m fl 1996)

De naturlige avrenningsforholdene på stedet (topografi, geologi, jordbunnsforhold, meteorologi, hydrologi og klima) er sammen med vegens utforming (overvannssystem og drengssystem) og mengde tilført salt, bestemmer for spredning av vegsalt i miljøet. Spredning av salt fra vegbane skjer på forskjellige måter, se Figur 4.

- Atmosfærisk spredning. Det dannes aerosoler av trafikken bestående av små dråper av saltholdig vann som kan transporteres med vinden. Tørt salt kan også spres med vinden. Det antas at ca 1-1,5 % av totalt mengde tilført salt spres med vinden. Mengde

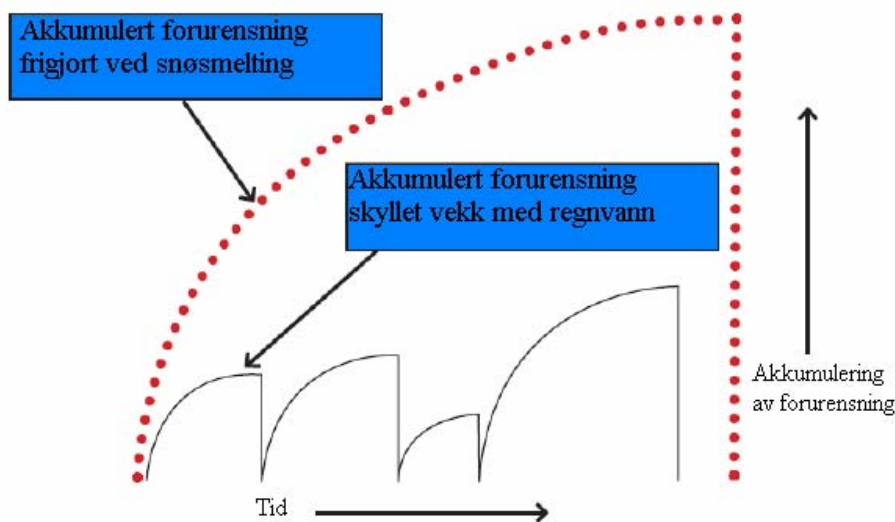
luftavsatt forurensning avtar sterkt med økende avstand fra vegen.

- Diffus avrenning (oppløst salt og saltpartikler som følger vannstrømmen).
- Sprut. Når trafikken passerer, spruter vannet av vegen og til vegkanten hvor det treffer vegetasjon. Når det regner, skylles saltet ned på marken, og vil etter hvert sige ned til grunnvannet. Trafikkhastigheten er bestemmende for spredning ved sprut.
- Kontrollerte utslipp og transport (overvannsutslipp, infiltrasjonsområde, snø til deponi).

Infiltrasjonen av saltforurenset avrenningsvann skjer i stor grad under snøsmeltingen. Klimaet er en viktig faktor for tilførsel og spredning av vegsalt. Et område med temperaturer rundt frysepunktet og mange snøepisoder tilføres mye mer salt i grunnvannet om vinteren enn et område med stabilt snødekke og jevn kald temperatur.

En vintersesong med mye snø kan gi problemer i form av mye avrenningsvann med høyt saltinnhold under snøsmeltingen. Vannvolum i form av snø og is bygges opp i flere måneder og har en relativt kort nedsmeltingsperiode ved varmere vær på vårparten. Dette gir mye vann for infiltrasjon på en gang. I første del av smelteperioden er det høyest saltinnhold i smeltevannet. Dette fordi snø med høyest saltkonsentrasjon smelter ut først (Minnesota Stormwater Manual 2005). Nedbør i form av regn gir en fortynningseffekt, og gjentatte regnværsperioder vil gi avrenningspulser med lavere saltinnhold, se Figur 5.

Ulike vintre – milde med regnperioder eller kalde med varig snødekke, vil følgelig føre til forskjellig tilførsel av saltholdig avrenningsvann til grunnvannet.



Figur 5. Akkumulert forurensning og avrenning fra snø og regnvann. Toppkonsentrasjonen av forurensinger blir større ved en snøsmelteprosess enn ved gjentatte regnepisoder (Minnesota Stormwater Manual 2005).

4 Brønner

4.1 Ulike typer brønner

For nye bygg stiller Plan- og bygningsloven krav om at en bygning ikke må føres opp eller tas i bruk til opphold for mennesker eller dyr med mindre det er tilfredsstillende adgang til hygienisk betryggende og tilstrekkelig drikkevann der. I utgangspunktet skal man knytte seg til offentlig vannledning når denne går over tomta eller over nærliggende areal, med unntak for fritidsbebyggelse. Avhengig av geologi og landskapsform finner man grunnvann i løsmasser eller i fjell. Vannbehovet til husstanden varierer med antall personer, teknisk standard og ulike behov. Det er laget en veiledningstabell ut fra erfaringstall på normalt forbruk for husholdninger (Tabell 3). For fritidsboliger og hytter er vannbehovet langt mindre.

Tabell 3. Tabell for beregning av vannbehov (Kilde: www.grunnvanninorge.no)

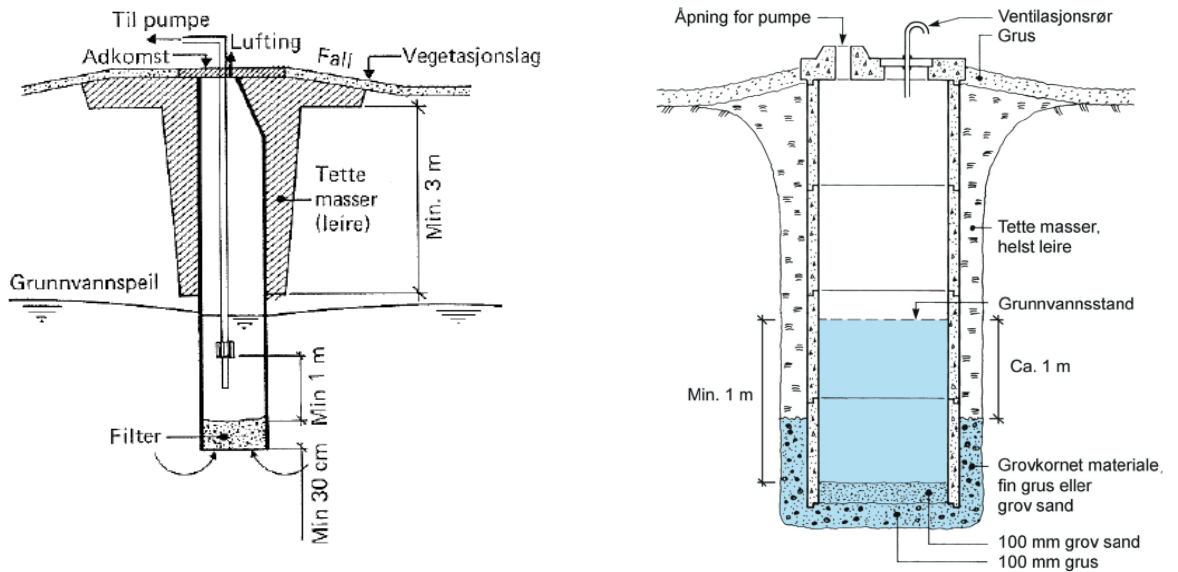
Vannbehov	Forbruk (l/døgn)	
	Gjennomsnitt	Maks
Enebolig (pr person)	150-200	400
Vanlig husstand (4 personer)	500-600	-
Jordbruk (pr ku)	75	120
Jordbruk (pr sau)	8	20

Beskrivelse av ulike typer brønner kan man blant annet finne i Byggforskserien: Drikkevannsbrønner (Byggdetaljer 515.162) og på nettstedet www.grunnvanninorge.no.

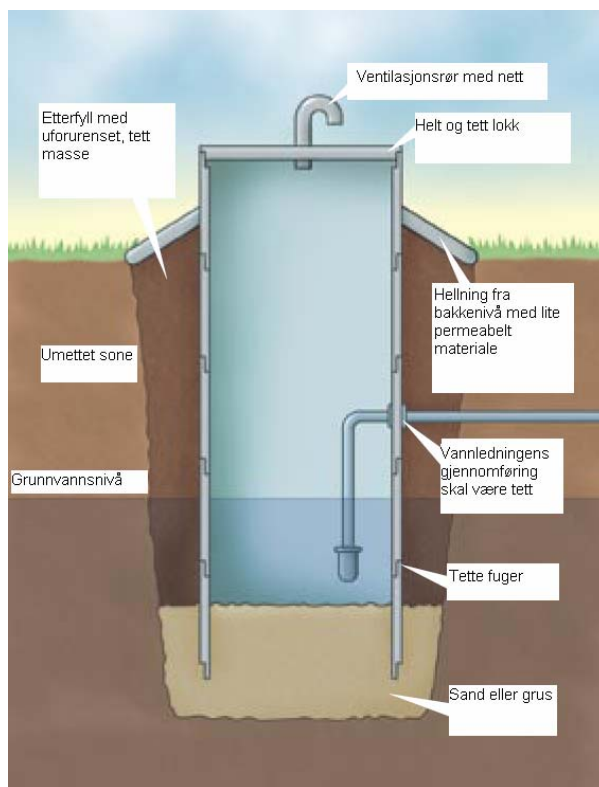
4.1.1 Brønner i løsmasser

Sjaktbrønn eller gravd brønn er den tradisjonelle brønntypen, som oftest utføres med ferdigstøpte betongringer. I noen grad brukes også glassfiberringe (til hyttebruk). Eksempler på sjaktbrønner er vist i Figur 6 og Figur 7.

I dag etableres få nye gravde brønner til husholdninger, da de kan være vanskelig å sikre mot inntrengning av overflatevann. Gravde brønner etableres gjerne til vanningsformål. Mange eldre brønner er fortsatt i bruk.



Figur 6. Prinsippskisse for sjaktbrønn/gravd brønn med betongringer. Vannpumpe er plassert utenfor brønnen (venstre: Vannforsyningens ABC; høyre: Byggforskserien 515.162)

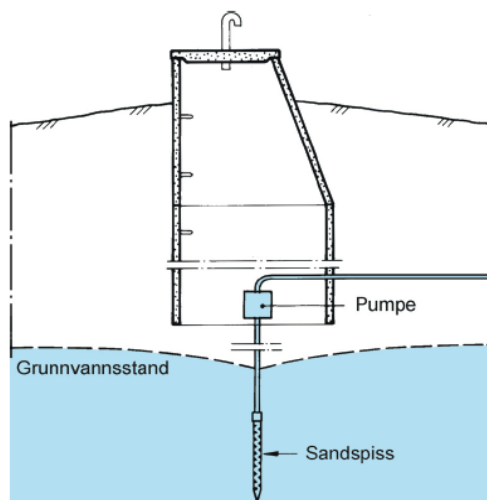


Figur 7. Eksempel på en godt utført gravd brønn (sjaktbrønn). Vannledningen er lagt frostfritt. (SGU & Sosialstyrelsen 2005)

Rørbrønner: sandspiss og filterbrønn

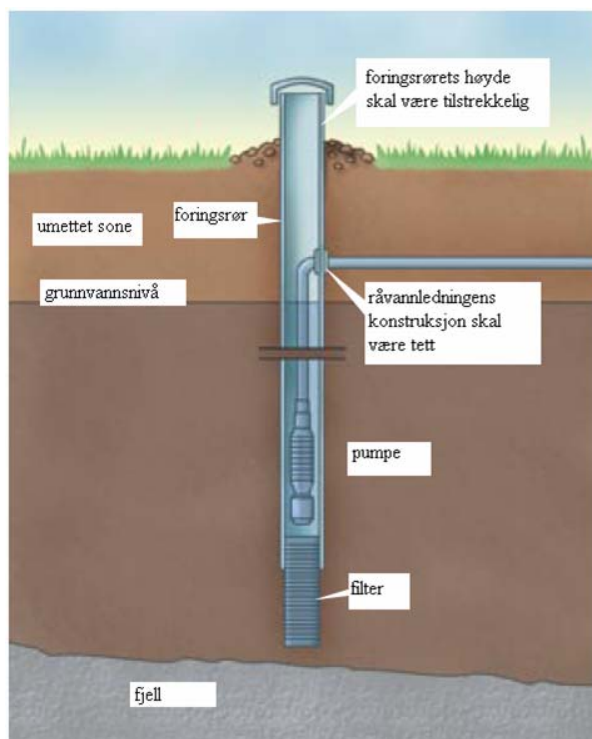
Sandspiss består av et enkelt rør med spiss nederst som drives ned i løsmasser (permeable sand og grusavsetninger) der grunnvannet står høyt. I nederste del, der røret er perforert, blir

vannet sugd inn. Vanlig brønnnybde er 6-8 m og spiss/rørdiameter 32-50 mm. Pumpa er plassert over røret, se figur 8. Da filteret på sandspissen kan gå tett, krever denne brønntypen noe vedlikehold (spissen beveges eller perforeringen renses).



Figur 8. Prinsippskisse for sandspiss i bunnen av brønn (Byggforskserien 515.162)

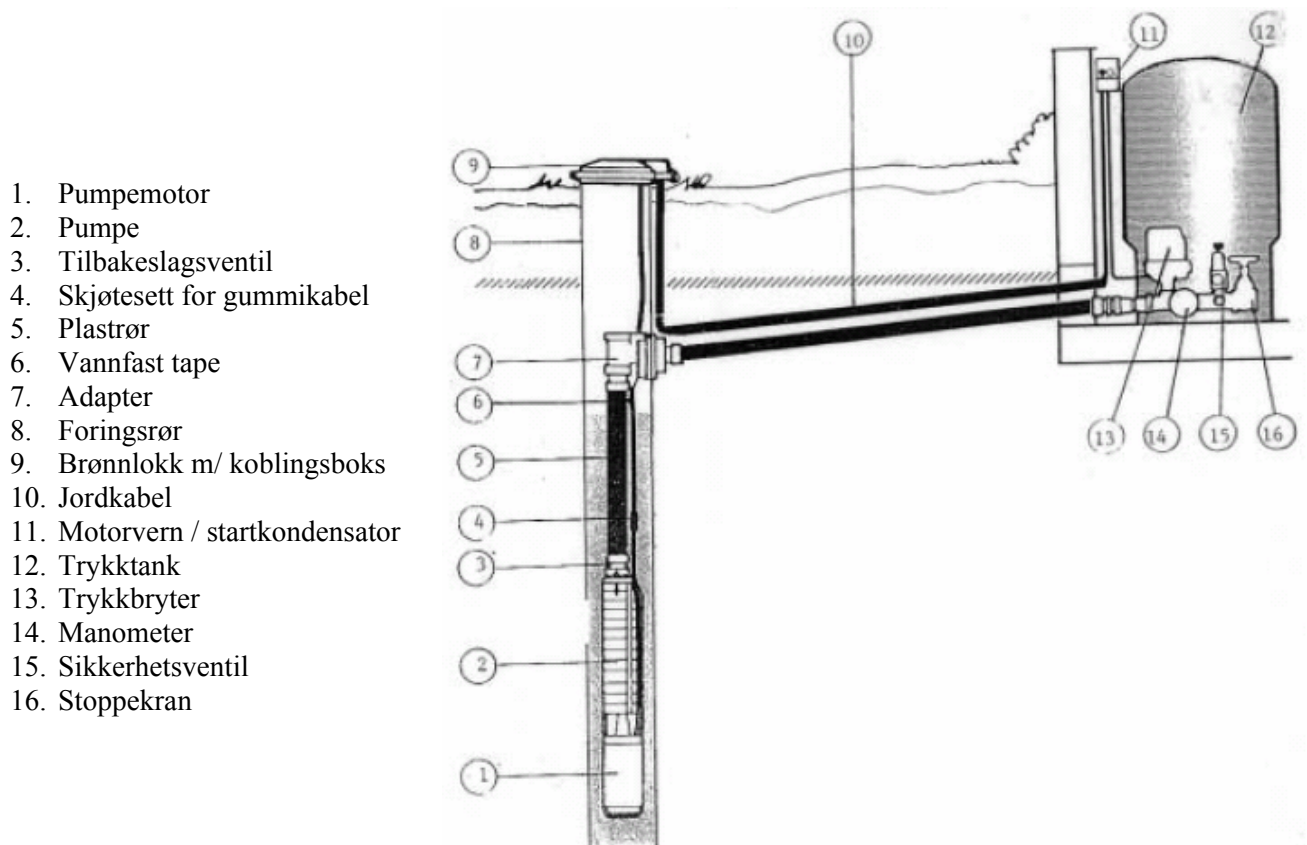
Filterbrønn er en rørbrønn med et perforert filter ut mot de vannførende lag, se figur 9. Denne brønntypen er vanlig til uttak av grunnvann fra løsmasser. Normal dybde er 10-20 m og vanlig rørdimensjon er 15-40 cm. Det finnes flere utforminger av filterbrønner, som i større utgaver brukes til grunnvannsvannverk. Filtertype (slissestørrelse) velges ut fra korngraderingen i de vannførende løsmassene for å sikre optimal funksjon.



Figur 9. Eksempel på en filterbrønn (SGU & Sosialstyrelsen 2005).

4.1.2 Borebrønn

Borebrønn i fjell er i dag den vanligste brønntypen når private drikkevannsbrønner skal etableres. Vanlig dimensjon på brønnhullet er 11 eller 14 cm. Brønndybden kan variere avhengig av hvor dypt de vannførende sprekke ligger i ulike bergarter. I myke bergarter finner man vann på 30-50 m dyp. Harde bergarter kan ha åpne sprekker på stort dyp, og brønndybder på 80-100 m er det vanlige. Figur 10 viser en prinsippskisse av borebrønn med pumpeanlegg og trykktank.



Figur 10. Prinsippskisse for borebrønn i fjell og pumpeanlegg (Guro Myhre, Brødrene Myhre as).

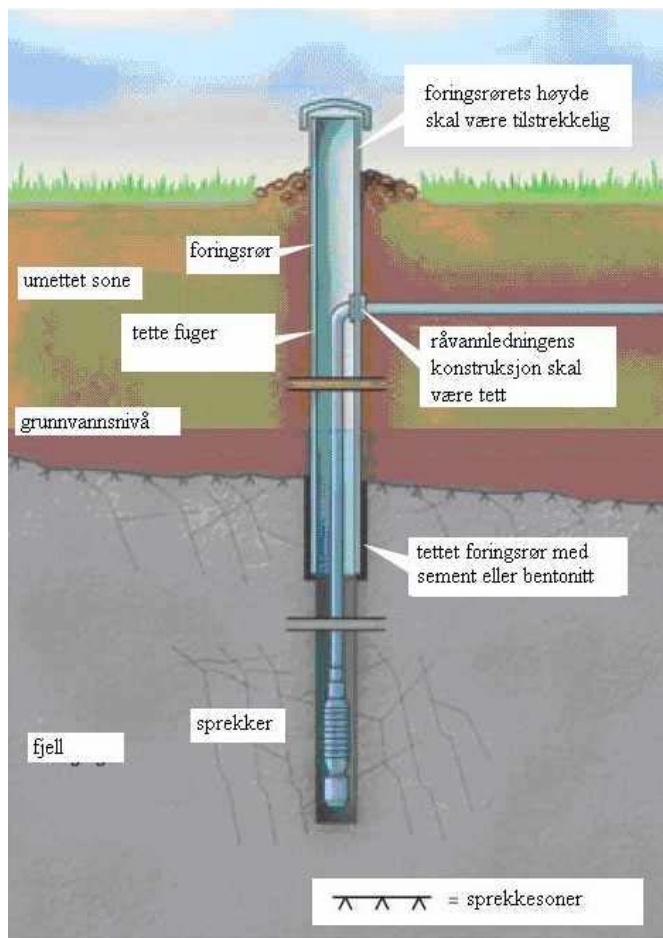
Ved boring av fjellbrønn brukes en trykkluft- eller hydraulikkdrevet borerigg. Først bores det ned et foringsrør ned gjennom løsmasser og ca. 2 m ned i fast fjell. Foringsrøret tettes mot inntrengning av vann fra løsmassene ved å støpe det fast med sement. En annen mulighet er å tette med bentonitt. Foringsrøret bør være av syrefast stål (ev. plast) for å unngå innvendig rustdannelse pga. kondensvann.

Boringen fortsetter til brønnen har tilstrekkelig kapasitet. Under boring skal det noteres dybder på vannførende sprekker som passeres samt bergarter det borres gjennom. Noen ganger er det hensiktsmessig å bore på skrå for å treffe flere vannførende sprekker, eller for å unngå forurensninger. Se mer om dette i kap. 4.2.

Relevante opplysninger om brønnboringen og brønnen skal føres på et brønnskjema som sendes til NGU (vedlegg 9.4).

For å øke vannkapasiteten til brønnen kan det foretas en hydraulisk trykking. Det presses vann ned i brønnen med høyt trykk slik at eksisterende sprekker utvides eller nye åpnes. Trykking av brønner under 50 m bør unngås hvis det er separate avløpsanlegg i nærheten. Etter at brønnen er ferdig boret er det vanlig å testpumpe den for å sjekke kapasiteten. Med pumpingen fjernes også slamholdig vann og forurensninger etter boringen. Det er viktig at vannkvaliteten blir testet før brønnen tas i bruk til drikkevann og i husholdningen.

Figur 11 viser en prinsippskisse for en vanlig type fjellbrønn med enkelte detaljer. Legg merke til at det ikke er brønnhus over brønntoppen, som derfor tar liten plass i terrenget. Det bør likevel være fall ut fra brønntoppen slik at ikke overflatevann samles der og gir økt risiko for inntrengning i brønnen.



Figur 11. Eksempel på en borebrønn i fjell (SGU & Sosialstyrelsen 2005)

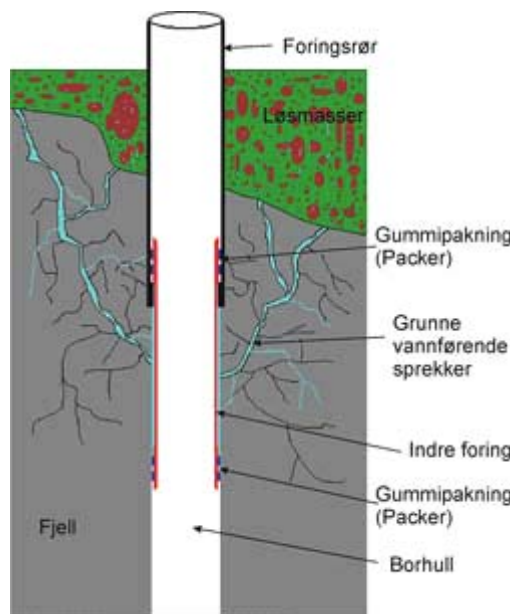
4.2 Utforming og beskyttelse av brønner

4.2.1 Beskyttelse av brønnen

Vannet som tas ut av brønnen må beskyttes mot forurensninger. Man skiller gjerne mellom diffuse utslipp (fra jordbruk, vegtrafikk, vegsalting mv.) og stedsspesifikke utslipp (fra septiktank/spredegrøft, avfallsdeponi, oljetank mv.). En risikerer innhold av mikroorganismer, tarmbakterier, virus, algegifter mv. hvis overflatevann får trenge inn i brønnen.

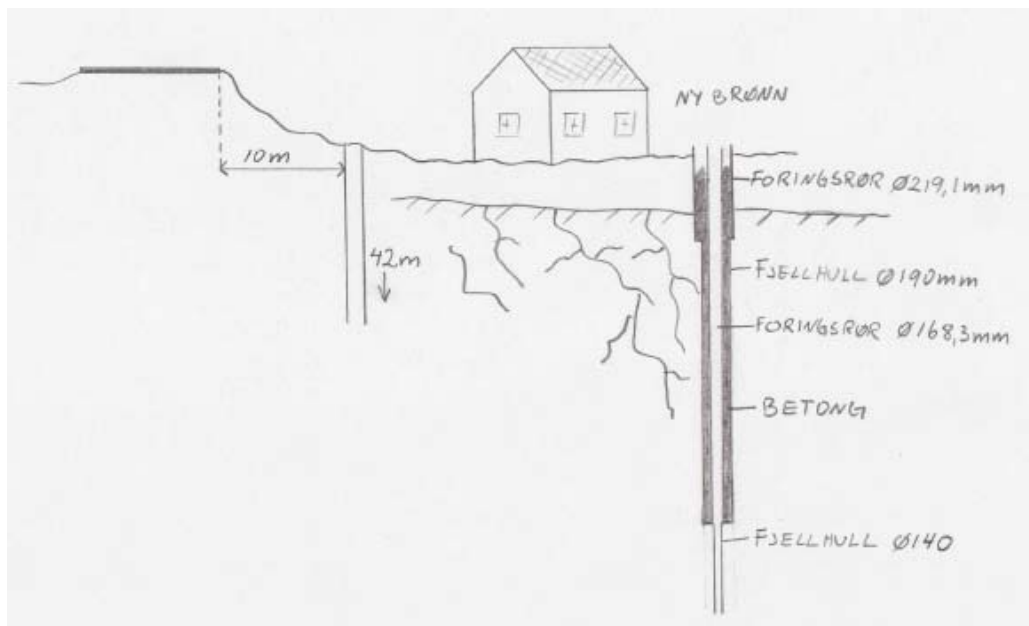
Høyt humusinnhold, brun farge og smak er indikatorer på tilførsel av overflatevann – og med det risiko for skadelig forurensning. Når en saltet veg vil avrenningen ha et forholdsvis høyt saltinnhold, og det bør unngås at dette vannet når ned i brønnen. Lenger bort fra vegen fortynnes avrenningsvannet og saltinnholdet blir tilsvarende redusert. Nedenfor gis en oppsummering av hvordan brønnens utforming kan beskytte mot inntrengning av overflatevann.

- Brønntoppen (kummen) bør stikke 40-50 cm over bakken og ha et solid og tett lokk. Hvis brønnen har lufterør, må dette sikres mot smådyr og andre forurensninger med finmasket netting, som er korrosjonsbestandig.
- Det skal være fall ut fra brønntoppen slik at overflatevann renner bort.
- For gravde brønner skal det være tette masser (f.eks. leire) rundt toppen av brønnen. Kumringene tettes (støpes fast til hverandre) og det etterfylles med tette masser til under grunnvannspeilet, se **Feil! Fant ikke referanseskilden.**
- Alle gjennomføringer (for vannledning, strømkabel mv.) skal være tette.
- For nye borebrønner er det ikke lenger vanlig å benytte brønnhus. En tett gjennomføring fra foringsrøret for vannledning og strømkabler føres gjennom bakken inn i huset, se Figur 11.
- For borebrønner er det viktig at overgangen mellom foringsrør og fjell er godt tettet med sement eller bentonitt for å unngå innlekkasje av overflatevann. Det er også viktig at foringsrøret er bestandig og ikke skades eller sprekker opp og åpnes for innlekkasje.
- Hvis toppen av foringsrøret står nede i en brønnkum, er det viktig at denne er godt drenert.
- Hvis det er mye oppsprekking i fjellet 0-20 m under bakkenivå, kan det lekke inn overflatenært vann i brønnen. Innlekkasjen kan hindres ved å montere et innvendig foringsrør av plast med gummipakninger som tetter for sprekke, se Figur 12.



Figur 12. Montering av et innvendig foringsrør i plast (rødt) for å stenge ute overflatenært grunnvann. (Frank Sivertsvik, NGU)

Ved boring av ny brønn der man ønsker å unngå tilført vann fra de øvre sprekkesonene, kan man støpe inn et ekstra foringsrør i sement før man fortsetter boringen nedover i fjellet (Figur 13).



Figur 13. Eksempel på tetting mot innlekkasje i den øvre delen av brønnhullet. Et ekstra foringsrør er støpt inn med sement, og hindrer tilførsel av vann fra de øvre sprekkesonene (pers. medd. Guro Myhre, Brødrene Myhre as).

4.2.2 Plassering av brønner og andre tiltak for å unngå forurensning

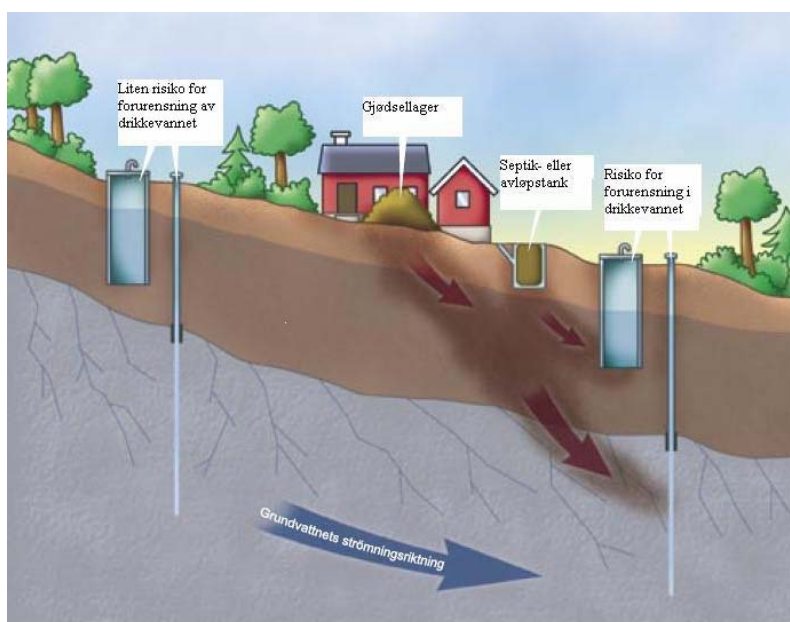
Vannverksbrønner har lovfestet beskyttelse mot forurensninger gjennom en soneinndeling av influensområdet. Dette innebærer at det kan være opp til fire soner rundt brønnen med ulik grad av restriksjoner på utslipp, ferdsel og utnyttelse av arealene. Hensikten er å beskytte brønn og nedbørfelt mot uønsket forurensning.

Private brønner har ikke samme grad av beskyttelse, og er ofte plassert på mindre tomter der det ikke alltid finnes en ideell plassering. I tillegg kan nybygg og bruksendringer på naboeiendommer etter noen år føre til endrede forhold for brønnen. En vegomlegging kan for eksempel føre til at forurensningskilden kommer nærmere, og økt trafikk kan føre til mer bruk av vegsalt. Selv om brønnen opprinnelig hadde en trygg plassering og utførelse så er ikke beskyttelsen lenger tilstrekkelig.

Det er brønneiers ansvar å holde brønn og ledningsnett i god stand og være oppmerksom på ev. risiko for forurensninger av drikkevannet. Brønnen bør plasseres optimalt med hensyn til vannkvalitet og mulighet til å beskytte den mot infiltrasjon og innlekkasje av forurenset vann. Generelle råd om plassering av brønn i forhold til forurensningskilder er gitt i www.grunnvanninorge.no (NGU), Drikkevannsforsyningens ABC (FHI) og i GIN-veileder nr. 6 og 7 (NGU). En del viktige momenter ved brønnplasseringen er nevnt nedenfor.

- Brønnen bør plasseres høyere enn (oppstrøms) forurensningskilder: septiktank, kloakkledning, avfallsplass, vaskeplass, åkermark som gjødsles eller sprøytes, beitende husdyr mv. Figur 14 illustrerer god og uheldig plassering av brønn.

- Unngå plassering nær forurenset overflatevann (bekker, sjøer myrer mv.). Hvis brønnen ligger i en skråning bør det lages en avskjærende grøft på oversiden som leder overflatevann bort fra brønnen. Et stort vannuttak i brønnen og en dyp senketrakt kan føre til infiltrasjon av uønsket overflatevann fra nærliggende bekker, elver og sjøer, med fare for at vannet får dårlig smak eller tilføres bakterier og mikroorganismer.
- I fjellbrønner må sprekker og sprekksoner som er i kontakt med forureningskilder unngås. Grunne borebrønner på bart fjell eller fjell med et tynt morenedekke regnes som sårbare, da forurensninger kan transporteres forholdsvis raskt fra overflaten ned i brønnen.



Figur 14. Eksempel på god og uheldig plassering av brønn (SGU & Sosialstyrelsen 2005)

- Det er gunstig med finkornig jordlag av en viss tykkelse over brønnen. I den umettede sonen over grunnvannsspeilet filtreres og bindes forurensninger samtidig som bakterier og andre mikroorganismer uskadeliggjøres. Grove og porøse jordarter (grus og sand) er mer vanngjennomtrengelige, og gir ikke like god beskyttelse som finkornige jordarter. Rundt brønnen bør det være et permanent vegetasjonsdekke.

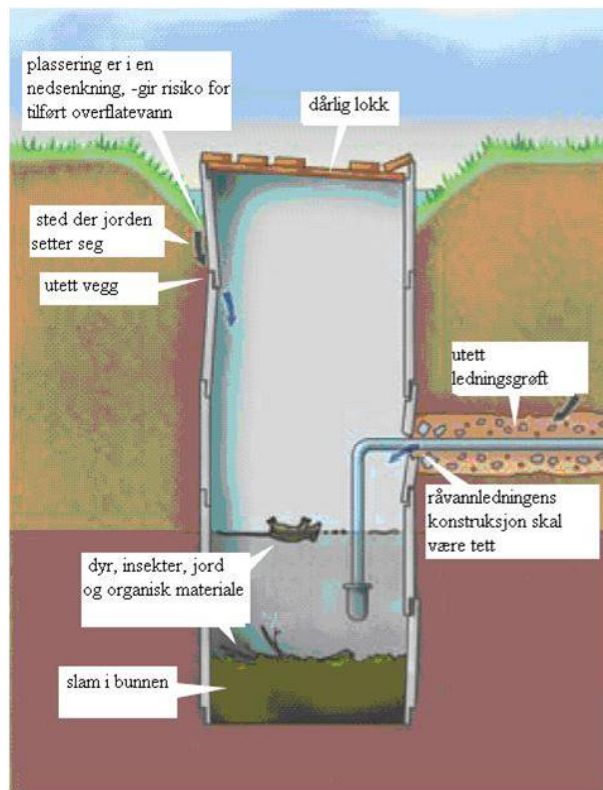
Ved kysten kan det være risiko for inntrengning av saltholdig grunnvann i brønner. Risikoen øker jo nærmere en kommer strandlinjen, jo dypere brønnen er og jo større uttaket er. Topografi og nedbørmengde spiller en viktig rolle for hvor mektig laget med ferskt grunnvann er. Vind og stormer fører med seg sjøsalt innover land. Bakgrunnsnivået for salt i grunnvann i kyststrøk er derfor høyere enn i innlandet. I områder med marin leire kan grunnvannet få høyt saltinnhold pga. utvasking av salt fra leiren.

4.3 Vedlikehold av brønner

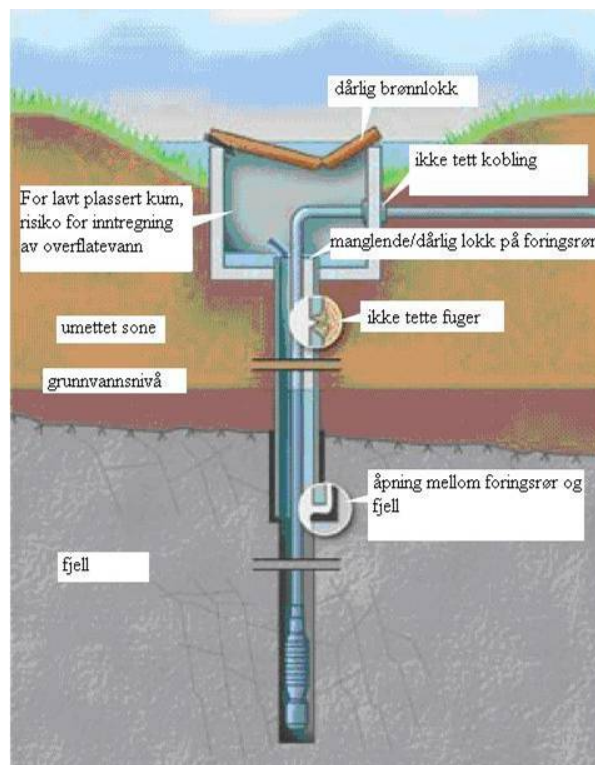
Brønneier har ansvar for drift og vedlikehold av brønnen. For å sikre vannkvaliteten bør en lage rutiner for å kontrollere, drifte og vedlikeholde brønnen. Noen huskereglene for dette er gitt i Vannforsyningens ABC, kapittel G (FHI), og i Sköt om din brunn (SGU & Sosialstyrelsen).

Figur 15 og

Figur 16 viser kritiske punkter som en bør følge godt med på for gravde og borede brønner.



Figur 15. Kritiske punkter for gravd brønn (SGU & Sosialstyrelsen 2005)



Figur 16. Kritiske punkter for borebrønn (SGU & Sosialstyrelsen 2005)

5 Krav om erstatning

5.1 Ansvarsforhold, erstatningskrav

Ved behandling av klager på saltforurensning av brønner skal vegvesenet følge reglene for saksbehandling som er beskrevet i håndbok 081. Håndboken beskriver formelle forhold som:

- delegering av fullmakter til å erkjenne ansvar til regionnivå (for riksveg, ikke for fylkesveg)
- størrelse på erstatningen som SVV har fullmakt til å erkjenne ansvar på
- at alle krav skal undergis en forsvarlig juridisk behandling, basert på gjeldende rett
- at erstatninger dekkes av vegvesenets anleggs- og vedlikeholdsbevilgninger
- administrativ overprøving:
 - klagesaker fra riksveger forberedes av regionen og oversendes Vegdirektoratet
 - klagesaker fra fylkesveger forberedes av regionen og oversendes Fylkeskommunen
- generelle grunnvilkår for erstatning.

Det er tre grunnvilkår for erstatningsansvar utenfor kontraktsforhold som alle må være oppfylt:

- ansvarsgrunnlag
- adekvat årsakssammenheng
- økonomisk tap

Det er objektivt ansvar for forurensningsskader, jf forurensningsloven. For forurensning som er ”tillatt” gjelder det likevel en tålegrense før erstatningsplikt inntre. Står man derimot overfor en ulovlig forurensning gjelder ingen tålegrense. Da inntre erstatningsplikten umiddelbart når forurensningsskaden foreligger. Statens vegvesen har i sin praksis lagt til grunn at forurensning fra veg er tillatt, slik at det foreligger en tålegrense som må være overtrådt for at det skal inntre erstatningsansvar. Grensen mellom hva som er tillatt og ikke tillatt må avgjøres i relasjon til den til enhver gjeldende lovgivning, herunder forskrifter. I dag foreligger det ikke noe forbud mot forurensning fra veg. Påslipp av avløpsvann fra veganlegg til offentlig avløpsnett er tillatt, men kommunene kan gi nærmere vilkår for hvor forurenset avløpsvann (herunder overvann) kan være, samt pålegge den ansvarlige å sørge for rensing av vannet før det når offentlig avløpsnett.

5.1.1 Ansvarsgrunnlag

Det må foreligge et rettslig grunnlag/hjemmel for ansvar som enten er lovfestet eller ulovfestet. Det lovfestede grunnlaget vil være nabolovens § 2 og forurensningsloven kap. 8.

Statens vegvesen legger til grunn at forurensning fra veg er tillatt, og at vegsalting er en nødvendig aktivitet for å sikre fremkommelighet og trafiksikkerhet på vegen. Vegsalting er etter derfor ikke ”unødig” i lovens forstand. Det vil derfor foreligge en tålegrense som må være overtrådt før erstatningsansvar kan inntre. Forurensning fra vegsalting nær vegen er også ”ventelig” og ”sedvanlig” som en følge av utviklingen av vintervedlikeholdet. Uttrykket ”sedvanlig” brukes for å belyse om den aktuelle forurensningen er verre enn det som vanligvis må tåles av naboer til en veg.

Statens vegvesen benytter kravene i drikkevannsforskriften til å angi tålegrensen for saltforurensning. Tålegrensen for henholdsvis klorid og for natrium settes til 200 mg pr. liter vann. Det forutsettes at overskridelsen har en viss varighet – mer enn noen uker pr. år. Så lenge natrium- og kloridverdiene ligger under tålegrensen på 200 mg/l, regnes vannet for drikkbart, og skal normalt ikke innebære fare for helseskade.

5.1.2 Adekvat årsakssammenheng

Det skal være mer enn 50 % sannsynlighet for at vegsalting er årsak til skade på drikkevannet. Alle andre mulige årsaker til saltforurensning skal være vurdert (f.eks. saltholdig grunnvann under den marine grense, inntrengning av brakkvann/saltvann ved kysten o.l.). Det må dokumenteres at den aktuelle vegstrekningen saltes, og at brønnen ligger innenfor influensområdet.

5.1.3 Økonomisk tap

I utgangspunktet er det bare dokumentert økonomisk tap som er gjenstand for erstatning. Dette innebærer at skadelidte skal stilles i samme økonomiske situasjon som om skaden ikke var inntrådt. Utgifter som kan inngå i oppsitters erstatningskrav er: etablering av ny vannforsyning, utskiftning av vannpumpe, trykktank og varmtvannsbereder, utgifter til vannanalyser samt til henting av erstatningsvann. I tillegg kan oppsitter kreve refusjon for advokatutgifter i forbindelse med klagesaken.

En utredning av klagesaken skal gi en avklaring på de tre ovennevnte forhold. I tillegg skal utredningen avklare om brønnen må regnes som en *særlig sårbar innretning*, dvs. om dens plassering, utforming eller standard gjør at den ikke tåler så mye som den bør. Eksempler på brønner med dårlig tåleevne er:

- brønn med liten vannkapasitet (går ofte tørr)
- dårlig sikret brønn (forsynes med overflatevann, høyt bakterieinnhold mv.)
- dårlig vannkvalitet pga. berggrunn eller forurenset jord (jordbruk, industri, septiktank mv.)

Hvis brønnen regnes som en særlig sårbar innretning, kan dette få betydning for utmålingen av erstatningen, jf. skaderstatningslovens § 5-2. Det er brønneierens ansvar å sørge for at brønnen beskyttes mot forurensninger og holder den i forsvarlig stand, se kapittel 4.2.

5.2 Saksbehandling

Klager på saltforurensning av brønner medfører en del vurderinger av faglig og erstatningsmessig art. Det legges vekt på bevissikring, det vil si å fremskaffe objektiv dokumentasjon på:

- at vegsalting er årsak til forurensning av brønnen
- i hvilken grad drikkevannet er forurenset av vegsalt
- skader på vannpumpe, trykktank, varmtvannsbereder mv.
- om brønnen er en sårbar innretning
- tiltak for å beskytte eksisterende brønn
- mulighet for ny drikkevannskilde (ny brønn, tilknytning til offentlig ledningsnett)
- andre utgifter som kreves refundert av Statens vegvesen

I tillegg skal oppsitter gjøres kjent med sine rettigheter og vegvesenets rutiner i klagesaken. Saksgangen skal gå gjennom arkivsystemet SVEIS. All dokumentasjon som er journalverdig (også e-post) skal arkiveres i SVEIS på eget saksnummer. Saker som behandles på to forvaltningsnivåer (regionen og Vegdirektoratet) skal ha to saksnummer. Hvis saken behandles i Fylkeskommunen, står Fylkeskommunen ansvarlig for journalføring/arkivering. Håndbok 081 gir en beskrivelse av saksbehandlingsrutinene i klagesaker.

5.2.1 Kort oversikt over normal saksgang

Vedlegg 8.1 viser et flytskjema over saksgangen i en klagesak. Klagesaken opprettes dersom oppsitter kan dokumentere at drikkevannet har et kloridnivå over 150-200 mg/l og at sannsynlig forurensningskilde er bruken av salt i vegvedlikeholdet. Saksgangen i en klagesak er gitt nedenfor:

1. Regionens juridiske avdeling er ansvarlig for saksbehandlingen og oppretter sak i SVEIS.
2. Oppsitter orienteres om sine rettigheter og om saksgangen
3. Fagkyndige trekkes inn til å utrede klagesaken (Vegdirektoratets Trafikksikkerhets-, miljø- og teknologiavdeling: TMT).
4. Utredningen avklarer faktiske forhold som gir grunnlag for vegvesenets erkjennelse av ansvar, samt for utmåling av eventuelt erstatningsbeløp. Hvis ny vannforsyning innebærer en standardheving, avkortes erstatningsbeløpet tilsvarende.
5. Eventuelle tiltak eller begrensninger på vegvedlikeholdet (f.eks. foring av brønn, bortledning av overflatevann, opphør av vegsalting mv.) følges opp for å dokumentere effekt av tiltaket. Ved etablering av ny brønn skal det dokumenteres at den gir akseptabelt drikkevann.

I Tabell 4 gis en kortfattet oversikt over saksbehandlingsrutinene for erstatningssaker på bakgrunn av vegsalting. Den hydrogeologiske utredningen kan ta lang tid (opp til ett år), med prøvetaking av flere vannprøver over tid samt utførelse av andre undersøkelser for å fange opp sesongmessige variasjoner.

I vedlegg 9.9 vises eksempler på hvordan utredning av klagesaker ved saltforurensning av brønner kan utføres.

Tabell 4. Kortfattet oversikt over saksgangen

Aktivitet	Beskrivelse	Ansvarlig
Skadelidte sender inn krav med en analyse av vannprøve	Kloridinnhold under 150 mg/l: kravet avslås, Kloridinnhold 150 mg/l eller høyere: Oppstart av hydrogeologisk utredning med befaring	Juridisk saksbehandler i regionen
Hydrogeologisk utredning finner at kloridnivået er mellom 150 og 200 mg/l:	Kravet avslås dersom brønnen er i dårlig stand eller dårlig sikret Hvis egenansvaret er ivaretatt, overvåkes brønnen over tid for å avklare om kloridinnholdet øker	Vegdirektoratets TMT-avdeling Juridisk saksbehandler i regionen
Overvåkingen konkluderer med at kloridnivået er mellom 150 og 200 mg/l:	Brønnen er saltpåvirket, men kloridinnholdet er for lavt til at ansvar erkjennes. Kravet avslås, men det gis råd til oppsitter om mulige tiltak for å beskytte brønnen.	Juridisk saksbehandler i regionen Vegdirektoratets TMT-avdeling
Ev. administrativ overprøving	Oppsitter opplyses om mulighet for administrativ overprøving	Juridisk saksbehandler i Vegdirektoratet
Utredningen konkluderer med et kloridnivå på 200 mg/l eller høyere og at egenansvaret ikke er ivaretatt	Kravet avslås, men det gis råd til oppsitter om mulige tiltak for å beskytte brønnen.	Juridisk saksbehandler i regionen
Utredningen konkluderer med et kloridnivå på 200 mg/l eller høyere og at egenansvaret er rimelig ivaretatt	Ansvar erkjennes, og Statens vegvesen dekker utgifter til oppgradering av brønn ev. ny vannforsyning. Utskiftning av VVS-utstyr, refusjon gis for utgifter til vannanalyser og henting av vann. Erstatningen avkortes for standardheving på ny vannkilde, nye installasjoner mv.	Juridisk saksbehandler i regionen Vegdirektoratets TMT-avdeling
Gjennomføring av tiltak	Baseres på forslag i hydrogeologisk utredning (foring av brønn, ny vannforsyning samt ev. VVS-utstyr, redusert vegsalting mv.)	Oppsitter (skadelidte) ordner dette selv og får utgiftene refundert fra region eller fylke
Dokumentere kvalitet på ny vannforsyning	Vannprøve analyseres for å dokumentere akseptabel vannkvalitet etter tiltak	Region eller fylke Vegdirektoratets TMT-avdeling

5.2.2 Administrativ overprøving

Oppsitter har etter forvaltningsloven rett til å kreve klagesaken behandlet på et høyere administrativt nivå (administrativ overprøving). Overordnet forvaltningsnivå for stam- og riksveger er Vegdirektoratet, mens Fylkeskommunen er det for fylkesvegene.

Krav der kloridinnholdet ligger klart under tålegrensen skal avslås. Tålegrensen skal begrunnes i avslagsbrevet. Dersom kloridinnholdet ligger nær eller over tålegrensen, må det gjøres nærmere undersøkelser for å fastlegge hvorvidt det foreligger årsakssammenheng mellom vegsalting og saltinnhold i brønnen. Befaring og nærmere undersøkelser av forholdene på stedet vil være nødvendig i disse tilfellene. Befaring skal gjøres av fagkyndige fra TMT-avdelingen sammen med distriktets byggeleder. Det kan bli nødvendig å overvåke kloridverdiene i brønnvannet over en lengre periode for å kunne gi en pålitelig vurdering.

5.3 Utredning av brønnsaker

Oppsitter bør så snart som mulig etter at klagesaken er opprettet, få tilsendt informasjon om saksgangen (folder med informasjon om prøvetaking, utredning og saksgang). I tillegg sendes det ut spørreskjema som besvares av brønneier, se vedlegg 9.2. Spørreskjemaet skal gi informasjon om brønnens plassering, brønntype, alder, dybde og tilstand. Videre beskrives når og hvordan man merket problem med vegsalt i drikkevannet. Opplysningene bidrar til en forsvarlig utredning og til at brønneierens kan klargjøre sine problemstillinger i klagesaken. En sjekklister for den hydrogeologiske utredningen finnes i vedlegg 9.3.

Utredningen skal besvare noen hovedpunkter:

1. Årsakssammenheng vegsalting og saltinnhold i brønnvann
 - Blir vegen saltet? Saltmengde pr. km/vinter.
 - Brønntype (gravd, boret) dybde og plassering (avstand fra veg, høydeforskjell mv.)
2. Dokumentasjon av vannkvalitet
 - Et utvalg av parametere undersøkes for å avklare om vannkvaliteten ville vært tilfredsstillende uten tilførsel av vegsalt, se kap. 2.2
 - I spesielle tilfeller kan kontinuerlig måling av konduktivitet med datalogger (CTD-diver) benyttes for å fange opp variasjoner i saltinnhold.
 - Når vannkvaliteten følges over tid, kan parametere som ikke er relevante sløyfes – f. eks. ved lave verdier for bakterier, nitrat, jern, mangan mv.
3. Dokumentasjon av brønnens beskaffenhet og ev. korrosjonsskader på installasjoner/utstyr
 - Brønnens tilstand (alder, kapasitet)
 - Er brønnen tilfredsstillende konstruert og vedlikeholdt. Er den beskyttet mot inntrengning av overflatevann? (jf. ”sårbar innretning”)
 - Alder og tilstand på installasjoner/utstyr (har disse normale levetider?)
 - Benyttes vannbehandlingsfilter (påvirker vannkvaliteten)?

5.4 Erstatning og refusjon

Det vil under utredningen og i korrespondansen mellom oppsitter og regionens saksbehandler komme frem hvilke erstatninger, refusjoner og eventuelle avkortninger som kan være aktuelle. Det forutsettes at vegvesenet har erkjent ansvar, men størrelsen på erstatningen kan bli avkortet som følge av at oppsitterens egenansvar er dårlig ivaretatt eller fordi det blir en markert standardheving på brønn og vanninntak. Som hovedregel skal erstatning skje i form av kontantoppgjør. Dette vil si at vegvesenet ikke borer ny brønn for oppsitter, men at utgiftene oppsitter har til boring av ny brønn refunderes.

Med ”egenansvar” menes det ansvar oppsitter selv har for å sikre brønnen mot forurensning. Dette innebærer at Vegvesenet kan kreve at oppsitter selv treffer enkle tiltak, som for eks. å sørge for at det er et tett lokk på brønnen. Det bør være en tilfredsstillende tetting/foring av brønnens øvre del mot inntrengning av overflatevann. Hvorvidt egenansvaret er ivaretatt må vurderes konkret i hvert enkelt tilfelle.

Noen aktuelle momenter for utmåling av erstatning er:

- Refusjon av utlegg til vannanalyser, vanntransport, utstyr, advokatutgifter mv.

- Skadet utstyr (varmtvannsbereder, vannpumpe, trykktank mv.)
- Refusjon av utgifter til ny brønn. Relevante fakturaer oversendes. Beskrivelse av ny brønn i h.t. brønnskjema fra brønnborer (alle nye brønner skal registreres i NGUs brønndatabase). Nye vannforsyningskomponenter (pumpe, trykktank, filtre mv.).
- Oppgjør skjer via regionen eller fylket (jf. håndbok 081)

5.5 Videre oppfølging

I forskjellige klagesaker kan det være ulike behov og begrunnelser for etterundersøkelser. Det anbefales at vannkvaliteten etter tiltaket dokumenteres. Oppsitter bør for sin egen del være interessert i å følge opp vannkvaliteten, og forventes å stå for videre analysering av drikkevannet. I tilfelle vannkvaliteten etter en tid ikke skulle være tilfredsstillende, får oppsitter sende inn ny klage.

Ved etablering av en ny erstatningsbrønn skal det tas vannprøve for å dokumentere at vannkvaliteten er tilfredsstillende. Det kan også være aktuelt å ta vannprøve på et seinere tidspunkt, på en tid da en forventer høyt kloridinnhold.

6 Forslag til tiltak og løsninger

6.1 Tiltak ved eksisterende og anlegging av ny veg

Utredningen skal også gi en vurdering av mulige tiltak for å sikre brønnen og eventuelt finne egnet plass til ny brønn. Ved prosjektering og bygging av ny veg bør tiltak for å beskytte brønnene vurderes. I de tilfeller hvor brønnen ikke har naturlig beskyttelse ved for eksempel tette jordlag, kan tiltaket være å forhindre infiltrasjon av avrenningsvann i området rundt brønnen. Det antas at brønnen har naturlig beskyttelse i finkornig jord av for eksempel leire eller silt av minst 2 m mektighet. Se også kap. 4.2.

I. Bedre beskyttelse av brønnen

- Mulighet for å lede vegavrenning utenom brønnen (tetting av grøfter, avskjærende grøft, tett materiale rundt brønnen)
- Skjerme mot snøsprut og direkte avrenning (langsgående kant, tett gjerde mv.)
- Mulighet for å finne et egnet sted på eiendommen for plassering av ny brønn.

II. Ny vannforsyning fra offentlig ledningsnett eller installere avsaltningsanlegg

- Avstand til nærmeste tilgjengelige ledningsnett: Er det planer for utbygging i nærmeste framtid? Tilknytningskostnaden til offentlig ledningsnett kan bli svært høy hvis avstanden er større enn noen hundre meter og bare én husstand skal kobles på.
- Montere avsaltningsanlegg (reversert osmose). Dette er en forholdsvis dyr løsning, som bare bør benyttes når andre løsninger ikke kan finnes. Et avsaltningsanlegg skal driftes og vedlikeholdes. Foreløpig har vi liten erfaring med bruk av avsaltningsanlegg.
- Tilkjørt drikkevann kan benyttes i en overgangsperiode inntil ny vannforsyning er etablert. Vanligvis ordner oppsitter dette selv og får refundert kostnadene fra vegvesenet.

III. Mulighet for redusert saltbruk på vegstrekningen

Redusert saltbruk eller opphør av salting kan være en løsning hvis forholdene på vegstrekningen tillater det.

- Hvis det er flere/mange husstander som er utsatt for saltinntrengning, kan en midlertidig stans i vegsalting være aktuelt inntil ny vannforsyning er etablert.
- Varig stans i vegsalting kan være aktuelt når flere/mange husstander er berørt, og det ikke er mulig å finne ny vannforsyning til disse.

IV. Bore ny brønn, ny plassering

Vanligvis anbefales det å legge ny brønn oppstrøms vegen. Hvis dette ikke er mulig, vurderes det best egnede stedet på eiendommen. Det nye brønnhullet må som regel tettes 20-30 m ned i fjell med støp eller med tetningsrør/plastforing.

V. Tiltak på brønnen, område rundt brønnen og på vegen

- For brønner med kortvarig/akutt saltforurensning, f.eks. i snøsmeltingen, kan det saltholdige vannet pumpes ut av brønnen med en ekstern pumpe. Dette "nødtiltaket" benyttes bare i spesielle situasjoner, og regnes ikke som en varig løsning.

- En annen variant av dette tiltaket er å etablere en beskyttelsesbrønn mellom vegen og eksisterende brønn. Når saltinnholdet blir høyt i beskyttelsesbrønnen, pumpes det vann ut av denne som ledes bort. Grunnvannsspeilet og senketrakten senkes nær drikkevannsbrønnen, som trekker inn grunnvann med lavere/akseptabelt saltinnhold. Dette tiltaket krever en viss overvåking av saltinnholdet (ev. konduktiviteten) i begge brønner.
- Montere foringsrør/tetningsrør. Etter en pumpetest med videofilming eller måling av ledningsevne, kan sprekker i brønnen som trekker saltholdig vann lokaliseres. Hvis det saltholdige grunnvannet finnes f.eks. ned til 15 m dybde, vil det være gode sjanser for at et montering av et tett, innvendig foringsrør ned til 20-25 m vil gi en tilfredsstillende beskyttelse.

7 Definisjoner og forklaringer

Akvifer

Én eller flere geologiske formasjoner med tilstrekkelig porøsitet og permeabilitet til at en betydelig mengde grunnvann kan strømme gjennom eller utvinnes. En akvifer kan bestå av ett eller flere grunnvannsmagasin (adskilte hydrauliske enheter).

Akvifer, lukket

Akvifer som ligger under et lag, eller mellom to lag, med betydelig lavere hydraulisk konduktivitet.

Akvifer, åpen

Akvifer der grunnvannsoverflaten står i direkte vertikal kontakt med atmosfæren, og dermed har atmosfærisk trykk. Er ikke overlagret med tette eller lite gjennomtrengelige jordlag.

Fekal forurensning

Forurensning som kommer fra mennesker eller dyrs avføring

Grunnvann

Vann under jordens overflate i den mettede sonen i grunnen, det vil si den del av jorden der alle porene er fylt med vann.

Hydrogeologi

Læren om forholdet mellom geologiske materialer og vann, først og fremst grunnvann.

Infiltrasjon

Vannstrømning fra overflaten ned gjennom de øvre jordlag eller berggrunn.

Infiltrasjonsområde

Område hvor det skjer vannstrømning fra overflaten ned gjennom de øvre jordlag/berggrunn til et grunnvannsmagasin eller akvifer.

Influensområde

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

Lagdeling

I mange jordarter kan vi se at det er mer eller mindre tydelige lag med forskjellig kornstørrelsessammensetning. Dette kaller vi lagdeling.

Marin grense

Områder som var dekket av havet under eller etter den siste istid.

Nedslagsfelt:

Landareal med avrenning til et bestemt utløpspunkt i en elv, innsjø, fjord eller i hav. Et nedslagsfelt er det landområdet som et vassdrag samler opp vann fra. Vann fra regn eller snøsmelting renner nedover overflaten og samler seg i elver, bekker, innsjøer, reservoarer, våtmarksområder, sjø eller hav. Synonymer: *Nedbør(s)felt*, *tilsigsområde*.

Vannbalanse

Oversikt over innstrømning, utstrømning og lagring av vann for en akvifer eller et nedbørsfelt.

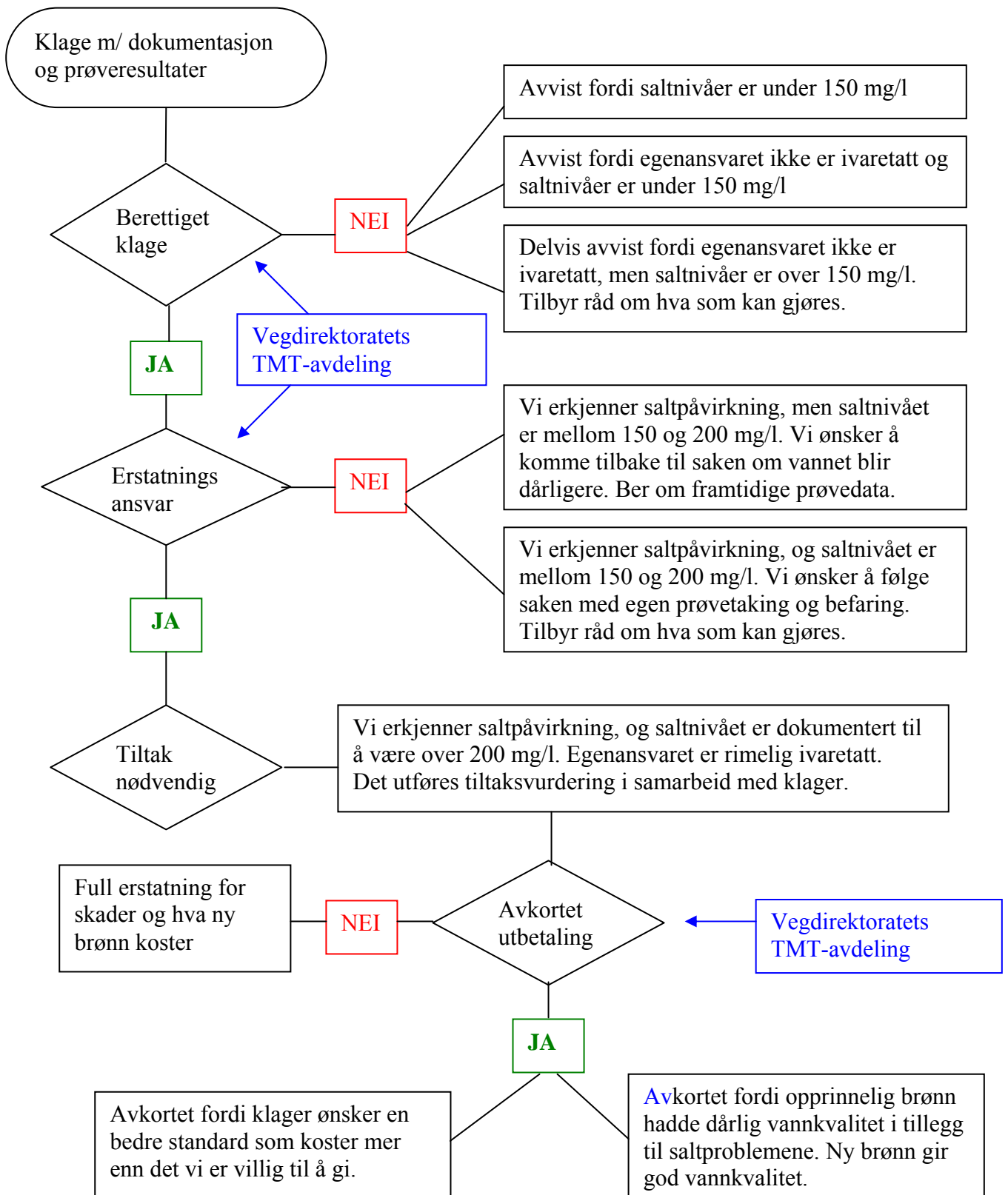
8 Referanser

1. Håndbok 111: "Standard for drift og vedlikehold". Statens vegvesen 2003
2. Håndbok 081: "Erstatningskrav utenfor kontraktsforhold m.m.". Statens vegvesen 2008
3. Drikkevannsforskriften. FOR 2001-12-04 nr 1372: Forskrift om vannforsyning og drikkevann.
4. LOV 1985-06-14 nr 77: Plan- og bygningslov.
5. FOR 2006-12-15 nr 1446: Forskrift om rammer for vannforvaltningen
- 6.. LOV 1961-06-16 nr 15: Lov om rettshøve mellom grannar (grannelova). "Naboloven".
7. LOV 1981-03-13 nr 06: Lov om vern mot forurensninger og om avfall (Forurensningsloven).
8. Statens vegvesen, digitalt kart fra Nasjonal vegdatabank (NVDB), <http://svnvdbapp.vegvesen.no:7778/webinnsyn/anon/index>
9. Nasjonal grunnvannsdatabase (GRANADA), <http://www.ngu.no/kart/granada/>
10. Dricksvatten från enskilda brunnar och mindre vattenanläggningar. Socialstyrelsen 2006.
11. Norges geologiske undersøkelser: Digitale berggrunns- og løsmassekart, <http://www.ngu.no/kart>
12. "Vannforsyningens ABC – Et oppslagsverk om drikkevann" Folkehelseinstituttet 2008, <http://www.fhi.no>
13. Åstebøl, Pedersen, Røhr, Fostad og Soldal: "Effekter av vegsalting på jord, vann og vegetasjon" Sammenhangsrapport. Statens vegvesen, MITRA rapport 05/1996.
14. "Minnesota Stormwater Manual, version 2" Minnesota Pollution Control Agency 2008.
15. Byggforskserien: "Drikkevanns-brønner" Byggdetaljer 515.162. Norges byggforskningsinstitutt 2005.
16. "Sköt om din brunn – råd om hur du går tillväga" Sveriges geologiska undersökning og Socialstyrelsen 2005.
17. "Grunnvatn i fjell til spreidd busetnad" GIN-veileder nr. 6, Norges geologiske undersøkelser 1990.
18. "Grunnvann: Beskyttelse av drikkevannskilder" GIN-veileder nr. 7, Norges geologiske undersøkelser 1992.
19. "Temadag 19.06.08: Saltforurensning av brønner" Teknologirapport nr. 2528. Statens vegvesen, Vegdirektoratet 2008

9 Vedlegg

9.1 Flytskjema - Saltskade på brønner - saksbehandling

Klagesak:



9.2 Spørsmål til brønneier

Vi ber om at følgende spørsmål besvares etter beste evne, bruk ev. baksiden av arket.

Generelt

1. Gårds- og bruksnummer (Gnr/Bnr) på eiendommen. Hvordan er brønnen lokalisert i forhold til vegen (avstand, oppstrøms eller nedstrøms)?
2. Hvor gammel er brønnen? Foreligger brønnskjema fra brønnborer?
3. Hvor dyp?
4. Er det en gravd eller boret brønn?
5. Er brønnen beskyttet mot overflatevann?
6. Hvorfor ble brønnen plassert der den ligger i dag?

Vanntilstand

7. Hva er ca. vannforbruk, hvor mange personer bruker brønnen, gårdsbruk, husdyr mv.
8. Gir brønnen tilstrekkelig med vann, har den gått tom noen gang?
9. Er det montert avherdningsfilter (kalsium-/jern-/manganfilter mv.) på vanninntaket?

Saltpåvirkning

10. Hvordan merket dere at vannet var saltpåvirket?
11. Når var dette?
12. Har det vært utført tiltak for å forhindre saltinntrengning i brønnen?
13. Er plagene like store gjennom hele året?

Dagens situasjon

14. Hvor mye er brønnen i bruk i dag?
15. Har dere en ny vannkilde/får vann fra annet hold enn fra brønnen?
16. Når startet det?

Spesielt

17. Har det vært hendelser enten i regi av Statens vegvesen eller andre som har påvirket brønnen? I så fall, hva og når var dette?

9.3 Sjekkliste for utredning av brønn – hydrogeologisk utredning

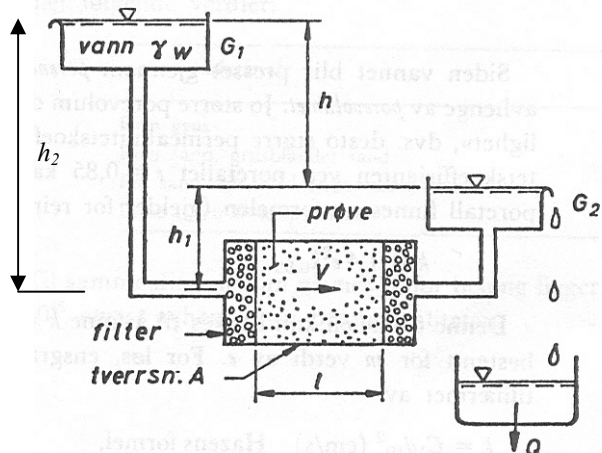
Lagdeling i grunnen ved brønnen. I hvilket geologisk materiale "tar" brønnen vannet sitt? Åpen eller lukket akvifer?	Om brønnen blir tilført vann fra et grunnvannsførende lag som er overdekt av et tett lag kan forurensinger likevel nå brønnen om vegen ligger i innstrømningsområdet til det grunnvannsførende laget og brønnen ligger nedstrøms vegen.
Lagdeling i grunnen ved vegen. Drenering og snølagring/brøyting.	Permeable masser ved vegen gir gode infiltrasjonsforhold og gir en strømming i gradientens retning. Undersøk ev. avskjærende grøfter, bekker og snølagring som påvirker infiltrasjonsforholdene.
Avstand mellom brønn og veg?	Ved større avstand enn 100 meter mellom brønn og veg er det ikke vanlig at vegen påvirker brønnen i så stor grad at vannet overskrider grenseverdier.
Vegsalting, hvor mye saltes det årlig?	Mengde salt og infiltrasjonsregime spiller inn på saltkonsentrasjonen. Til eksempel vil mange smelteepisoder i løpet av en vinter vil kunne gi noe lavere saltinnhold i brønnen men spredt utover et lenger tidsrom.
Grunnvannsnivå ved vegen og ved brønnen? Gradient?	For at forurensingstransport skal skje fra vegen må grunnvannshelningen (gradienten) være fra vegen og mot brønnen.
Er brønnen registrert i brønn databasen (NGU)	Info om alder på brønnen i databasen GRANADA <input type="checkbox"/> , lokalisering, dybde til fjell/ løsmassemekktighet og eventuelt vannkjemi.
Hvor gammel er brønnen? Utført vedlikeholdsarbeid?	Det er et vanlig problem at overflatevann trenger inn i brønnen. For å unngå dette bør man ha en brønn som er i god stand. I vedlikehold inngår å tette lekkasjer, rengjøring med mer.
Brønnens dybde?	Også dybden ned til vannspeil kan være aktuelt å registrere.
Hva slags pumpe har brønnen?	Type og alder på pumpe.
Er det etablert filter/avherdingsanlegg?	Betydning for tolkning av vannanalysen
Type brønn (gravd/boret/sandspiss)	Betydning for følsomhet for forurensning. Gravde brønner er ofte kledd innvendig med stein, sement eller tre.
Overdekning	Overdekning (brønnlokk), hindrer nedbør, smådyr og overflatevann i å komme rett ned i brønnen. Tilstand til brønntoppen vurderes.
Plassering av brønnen? Hvorfor ble brønnen plassert der den ligger i dag?	Brønnens plassering i forhold til ulike forurensningskilder er viktig ettersom en nærliggende forurensningskilde kan påvirke kvaliteten på vannet.
Hva er cirka vannforbruk? Brukermønster? Eierskifte?	Hvor mange bruker brønnen, gårdsbruk, husdyr og liknende. Endring i bruksmønster (f.eks. ved eierskifte) kan påvirke vannkvaliteten.
Gir brønnen tilstrekkelig med vann? Har den noen gang gått tom?	Sjekk på at brønnen er egnet til vannforsyning
Hvordan ble det oppdaget at brønnen var saltpåvirket? Når var dette?	Beskrive skade-/problemutviklingen.
Har det vært utført tiltak for å hindre saltinntregning i brønnen?	Normale, enkle tiltak for å beskytte brønnen
Dagens situasjon: Hvor mye er brønnen i bruk i dag? Har dere en ny vannkilde/får vann fra annet hold enn brønnen?	
Har det vært hendelser enten i regi av Statens vegvesen eller andre som har påvirket brønnen? I så fall, hva og når var dette?	F.eks. sprengningsarbeider, omlegging av drenering, grøfting mv.

9.5 Beregne vannmengde i en brønn

Gravde brønner	Vannmengde (liter) = $1000 \cdot 3,14 \cdot [\text{radien (m)}]^2 \cdot \text{vanndypet (m)}$ Vanndypet er avstanden mellom vannspeil og bunnen på brønnen.
Borede brønner	Ut fra brønnens dimensjoner beregnes vannmengde etter nedenstående metode. Antall liter vann per meter borehull: <ul style="list-style-type: none">• 4 tommers brønnhull (115 mm): Brønnens vanndyp (m) • 10• 5 tommers brønnhull (140 mm): Brønnens vanndyp (m) • 15• 6 tommers brønnhull (165 mm): Brønnens vanndyp (m) • 20

9.6 Grunnvannstrømning i jord

Begrepet permeabilitet og proporsjonaliteten mellom trykkgradienten og strømning ble først etablert av Henry Darcy (1856). Darcy målte hvordan vann strømmet gjennom ulike sorteringer av sand. Hastigheten han målte, ofte referert til som Darcy-hastigheten eller volumstrøm, er en midlet størrelse. På grunn av de små porediameterne er strømmingen så langsom at vi antar ingen akselerasjon. Prinsippet for Darcy's målinger av laminær strømhastighet gjennom en jordart er vist i Figur 17.



Figur 17. Darcys eksperiment for måling av vannstrøm pr. tidsenhet og permeabilitet.

Vannet renner gjennom et rør av lengde l og tverrsnitt A fylt med en homogen sand. Darcy fant ut at volumstrømmen Q med enhet (m^3/s) avhenger av forskjellen i vannsøylene, ofte referert til som bare høyde eller trykkhøyde h_1 og h_2 :

$$Q = kA \frac{h_2 - h_1}{l} = kA \frac{h}{l} = kAi$$

der

k er permeabilitetskoeffisienten (m/s) som avhenger av type sand og viskositeten til vannet.
 i er gradienten gitt som forskjellen mellom de to trykkhøydene delt på lengden av jordprøven.

Siden $Q = v \cdot A = kAi$ kan vi sette at $v = k \cdot i$ og dette er en gjennomsnittshastighet for jordvolumet. Den reelle hastigheten i porene v_s vil være større avhengig av porøsiteten

$$n = \frac{V_p}{V} \quad \text{og} \quad v_s = ki/n$$

For å beregne hastigheten til forurenset vann, bruker vi Darcys lov for strømning av grunnvann. Darcys lov er basisligningen for alle beregninger av grunnvannsbevegelse. Darcys lov angir at strømningshastigheten er proporsjonal med den hydrauliske gradient, forholdet mellom tryknivået og transportvegen (Appelo & Postma 2005).

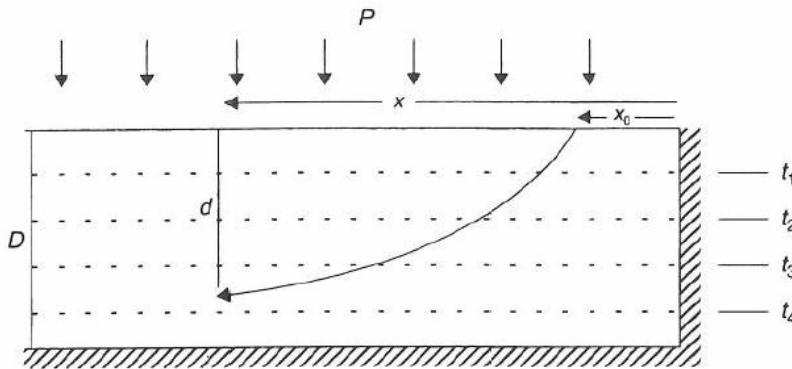
Darcys lov:

Ligning
$$Q = -KA \frac{\partial h}{\partial x}$$

Vannstrømmen i porøse media angitt som en fluks (Q), er drevet av en gradient i hydrostatisk trykk ($\partial h/\partial x$). En fluks er mengden stoff som passerer vinkelrett på en arealenheter, A, i et angitt tidsrom. K er hydraulisk konduktivitetskoeffisient.

Bevegelse av grunnvann drives av energiforskjeller (gradienter). Energiforskjeller oppstår på grunn av gravitasjon for en åpen akvifer (helning på grunnvannsoverflaten) og trykknivå for en lukket akvifer (helning på grunnvannets trykkflate) (Englund & Haldorsen 1994).

Magasin størrelsen har stor betydning for grunnvannets sårbarhet overfor vegsaltyng. Ved å anta en isotrop og homogen akvifer som gir strømning i vertikal og horisontal retning kan det gjøres enkle beregninger for transport av vegsaltyng. Beregninger kan angi hvor vannet har blitt transportert etter en viss tid (Appelo & Postma 2005). (Figur 18).



Figur 18. Forholdet mellom horisontal og vertikal avstand avhengig av tid (Appelo & Postma 2005).

Formelsammenheng, forholdet mellom horisontal og vertikal avstand av grunnvannsstrømmen, likning (5,6) der E er porøsiteten og D er tykkelsen av akvifer, d er dybden til vannstrøm, X er avstand til grunnvannskillet og X_0 er infiltrasjonspunktet.

$$(X/X_0) = (D/(D-d)) \quad (5)$$

$$d = D(1 - (X_0/X)) \quad (6)$$

Porevannshastigheten beskriver farten til porevannet i de ulike deler av profilet i x-retning fra et vannskille i en åpen akvifer. Farten, V, er en funksjon av X, likning (7) der P er nedbør tilført grunnvannet i meter per år,

$$V = (PX/DE) \quad (7)$$

Fordi Darcys hastighet, likning (8,9,10,11) der Q er volumstrøm av vann og A er vannets gjennomstrømningsareal,

$$q = v \cdot E \quad (8)$$

$$V = q / E \quad (9)$$

$$V = Q/(AE) \quad (10)$$

$$V = (PX/DE) \quad (11)$$

Hvis nedbør tilført grunnvannet og porøsiteten også er kjent kan man finne dypet av vannstrømmen ved likning (12,13,14,15)

$$V = (\delta X / \delta t) = (PX / DE) \quad (12)$$

$$\ln(X/X_0) = (Pt / DE) \quad (13)$$

$$\ln(D / (D-d)) = (Pt / DE) \quad (14)$$

$$d = D(1 - \exp^{[-(Pt/DE)]}) \quad (15)$$

For å finne tiden (t) vannstrømmen har brukt til et visst punkt, likning (16, 17)

$$\ln(X/X_0) = (Pt / DE) \quad (16)$$

$$t = (\ln(X/X_0) \cdot DE) / P \quad (17)$$

(Appello & Postma 2005).

9.7 *Beskrivelse av de ulike vannkvalitetsparameterne*

I Vannforsyningens ABC kapittel B gis en utfyllende beskrivelse av de ulike vannkvalitetsparameterne. Drikkevannsforskriften angir også hvilke analysemetoder som skal benyttes samt kvalitetskrav til den anvendte analysemetoden.

Termotolerante koliforme bakterier (*Escherichia coli*)

Stammer med sikkerhet fra tarminnhold. Indikerer at vannet kan inneholde sykdomsfremkallende bakterier, og er derfor uegnet som drikkevann. Vannet må kokes/desinfiseres før bruk.

Koliforme bakterier

Kan stamme fra tarminnhold men forekommer også naturlig i naturen, for eksempel i råtnende plantemateriale.

Totalt antall bakterier/Kimtall 22 °C

Høyt kimtall indikerer behov for rensing av brønn, at vannet er for stillestående eller har for høyt innhold av organisk stoff. De fleste mikroorganismer (bakterier, sopp, gjær) vokser i næringsrikt vann eller påvises i forbindelse med slamansamlinger på ledningsnett. Høyt kimtall har vanligvis ikke helsemessig betydning.

Totalt organisk karbon (TOC)

Mål på innhold av organisk stoff, og særlig til humusinnhold. Høy TOC-verdi indikerer påvirkning av overflatevann.

pH

Surhetsgrad har betydning for vannets korroderende egenskaper på metaller og sementbaserte materialer. pH 7 er nøytralt, pH under 7 er surt og pH over 7 er alkalisk (basisk).

Konduktivitet/elektrisk ledningsevne

Viser vannets evne til å lede elektrisk strøm, Er et mål for mengden oppløste salter (ioner) i vannet. Naturlige konsentrasjoner varierer avhengig av grunnforhold.

Turbiditet

Viser hvor uklart/blakket vannet er og er et mål for innhold av svevepartikler.

Klorid

Både grunnvannskilder og overflatekilder her i landet har normalt lavt innhold av klorid, lavere enn 25 mg Cl/l. Innhold av natriumklorid (NaCl) i berggrunnen og tilførsel fra nedbør bestemmer normalt innholdet. I brønner under den marine grense og brønner nær kysten hvor det skjer påvirkning av havvann, kan imidlertid innholdet av klorid komme over 100 mg Cl/l. Forurensning fra vegsalt (NaCl) vil også kunne gi et bidrag.

Sulfat

Både overflatevann og grunnvann i Norge har normalt lavere innhold av sulfat enn 50 mg SO₄/l. Grunnvann kan i enkelte tilfeller inneholde mer enn 100 mg/l sulfat. Tilførsel fra nedbør og innhold av sulfat og svovelforbindelser i grunnen bestemmer normalt SO₄-innholdet. Andre kilder kan være kloakkvann og fellingskjemikalier i vannforsyninganlegg.

Natrium

Påvirkning av natriumklorid (NaCl) fra marine løsmasser under den marine grense og tilførsel fra nedbør bestemmer normalt innholdet i naturlig ferskvann. Forurensning fra kloakk, avfallsdeponier og husdyrgjødsel vil også kunne gi et bidrag. Natriuminnholdet i overflatevannkilder er vanligvis 1-15 mg Na/l, og er høyest nær kysten som følge av havvannspåvirkning. I grunnvann kan innholdet variere innen vide grenser fra en til flere hundre mg/l. Brønner under den marine grense og dypbrønner nær kysten kan ha høyt natriuminnhold, forårsaket av inntrengning av havvann.

Kalsium

Kalsium er naturlig til stede i grunnvann. Borebrønner i kalkrik berggrunn har ofte høyt innhold av kalsium. I moderate mengder har kalsium en antikorroderende egenskap. Ved høye konsentrasjoner fås dårlig såpeskumming og kalkbelegg. I tillegg kan avsetninger av kalsiumkarbonat ("kjelsten") føre til overoppheting og skade på elektriske varmeelementer.

Magnesium

Magnesium er naturlig til stede i grunnvann, men i lavere konsentrasjoner enn kalsium. Har liknende egenskaper som kalsium.

Jern

Jern finnes naturlig i grunnvann eller kan komme fra rustne jernrør. Ofte høyeste konsentrasjoner i borebrønn. Kan gi brune partikkelutfellinger og brun farge på vannet. Kan også føre til slam i ledningsnett.

Mangan

Mangan finnes naturlig i grunnvann. Ofte høyeste konsentrasjoner i borebrønn. Kan gi brunsvart farge og partikkelutfellinger på vannet samt svartflekking av hvitvask ved bruk av klorholdige vaskemidler. Kan også føre til slam på ledningsnett.

Nitrat og nitritt

Ifølge norske registreringer har de fleste overflatevannkilder et nitratinnhold lavere enn 1 mg/l nitrat. I grunne brønner i jordbruksområder er det imidlertid funnet meget høye nitratverdier (opptil ca. 60 mg/l NO₃-N). Nitratinnholdet i slike brønner skyldes gjødsling av dyrket mark. I vannkilder hvor det ikke er jordbruk i nedbørfeltet eller annen N-tilførsel, er ofte nitratinnholdet i vannet tilsvarende nedbøren. Innholdet av nitritt er normalt meget lavt. Dersom nitritt påvises i vann i større mengde enn 5 µg/l NO₂-N, skyldes dette ofte fersk kloakkforurensning.

Alkalitet (korrosjonssammenheng)

Alkalitet er vannets kapasitet til å nøytralisere en sterk syre til en bestemt pH-verdi. Alkaliteten er pr. definisjon lik 0 når pH < 4,5. I surt grunnvann kan man ha svært høyt innhold av aggressiv (fri) CO₂ og ingen alkalitet. I drikkevannsforskriften er det ikke fastsatt grenseverdier verken for alkalitet eller fritt karbondioksid. Alkalitet i området 0,6-1,0 mekv/l anses som god vannkvalitet.

9.8 Kloridinnhold i grunnvann

Inndeling i tilstandsklasser etter kloridinnhold bygget på svenske regler (Naturvårdsverket 1999).

Klasse	Benevning	Kloridinnhold mg/l	Beskrivelse	Tiltaksgrense
1	Lavt	<20	Bakgrunnsverdier	
2	Beskjedent	20 – 50		Utredes ved større drikkevannsanlegg
3	Noe høyt	50 – 100		
4	Høyt	100 – 300	Korrosivt vann, uegnet som drikkevann. Ny drikkevannsforsyning utredes	Utredes som erstatningssak ved verdier over 200
5	Svært høyt	>300	Saltsmak på vannet, utfellinger mv.	

9.9 Eksempler

9.9.1 Sak 1: Juridisk vurdering av en erstatningssak

Oppsitter krevde ved brev 2006 erstatning av Statens vegvesen for skader påført deres drikkevannskilde som følge av vegsalting. Brønnen ligger på oppsitters eiendom ca 50 m fra rv xx og er 130 m dyp. Brønnen består av et borehull der 5 stk stålrør er skrudd i hverandre og presset ned i jorda ca 15-20m. Borehullet ble trykksprengt fra 40 m under jordoverflaten og nedover resterende 90 m. Brønnen ble boret i 2004. Oppsitter fikk erstattet 80 % av utgiftene til denne brønnen etter påstand om at høyt saltinnhold i gammel brønn var forårsaket av vegsalting på rv. xx (prøve i gammel brønn tatt 2004 viser et saltinnhold på 950 mg Cl/l). Den første prøven tatt i ny brønn viser lavt kloridinnhold på 3,1 mg Cl/l. Denne prøven ble tatt rett etter nyetablering av brønn 2004.

Høsten 2006 fikk oppsitter mistanke om høyt kloridinnhold i vannet også i den nye brønnen. Dette var etter at en gjest bemerket at det var saltsmak på vannet. Vannprøve ble tatt av oppsitter 2006 og viste et kloridinnhold i den nye brønnen på 362 mg Cl/l. Oppsitter mente at det høye saltinnholdet også denne gangen skyldes vegsalting, og krevde erstattet utgifter til ny drikkevannskilde eller rensing av vann. Det ble avholdt befaring på oppsitters eiendom 2007. Vannprøvene tatt i oppsitters brønn fra 2004 viser følgende verdier:

Dato	Cl (mg/l)	Na (mg/l)
2004	3.1	Ikke målt
2006	362	Ikke målt
02.2007	416	83.3
03.2007	348	86
05.2007	324	92.9

Oppsitters anførsler

Skadene på drikkevannet i brønnen skyldes forurensning fra Statens vegvesens salting av rv. xx. Statens vegvesen er derfor erstatningsansvarlig for skader som er påført brønnen, og må erstatte utgifter til alternativ vannkilde. Det er ikke anført noe konkret rettslig grunnlag for krav om erstatning.

Vurdering av erstatningskravet

For at skadelidte skal ha rett til erstatning etter norsk rett må tre kumulative vilkår være oppfylt – ansvarsgrunnlag, økonomisk tap og adekvat årsakssammenheng. Det er ikke tvilsomt at det foreligger økonomisk tap. Tapet består i utgifter til de to første vannprøvene i ny brønn, og anskaffelse av ny drikkevannkilde, ev. rensesystem for drikkevann. Det som må vurderes er da om det foreligger adekvat årsakssammenheng mellom saltingen og forurensningen av brønnen, og om det foreligger et tilstrekkelig ansvarsgrunnlag.

Årsakssammenheng

I denne saken er det anført at Vegvesenets salting av rv. xx er årsak til at oppsitters brønn er blitt ødelagt av salt. For at saltingen skal anses for å være årsak til forurensningen i brønnen, er det et krav om sannsynlighetsovervekt. Det må være mer sannsynlig at vegsalting er årsak til skadene enn at den ikke er det, dvs. over 50 % sannsynlighet. Videre skal alle mulige årsaker tas med i betraktningen av årsakssammenheng, med unntak av de helt perifere.

Ved utredning var det ikke særlig tvil om at brønnen var forurenset som følge av vegsalting. Brønnen er plassert nedstrøms vegen, og terrenget skråner nedover fra veien og ned til eiendommen og brønnen. Når det ligger en vannkilde nedstrøms av veien, vil det være påregnelig at overflatevann fra vegen vil kunne sige ned i grunnen og inn til vannkilden. Som følge av barvegstrategien vil det også ved rv xx være til dels store saltmengder i snø og smeltevann. Så sant konklusjonen er at vegsalting er den mest sannsynlige årsaken til forurensningen av oppsitters brønn, foreligger det et også en adekvat årsakssammenheng mellom vegvesenets salting av Rv. og det høye kloridinnholdet i brønnen.

Ansvarsgrunnlag

Så må det vurderes om det foreligger et ansvarsgrunnlag. Oppsitterne har ikke påberopt seg et særskilt hjemmelsgrunnlag. Aktuelle hjemmelsgrunnlag er forurensningsloven kap. 8 og naboloven § 2. Kort fortalt er vurderingstemaet etter begge disse ansvarsgrunnlagene om vegsalting medfører skade eller ulempe på oppsitters eiendom som er større enn det han må tåle som nabo til en riksveg.

Tålegrensen etter forurensningslovens kap. 8 er den samme som etter naboloven § 2. Naboloven § 2 sier at ”ingen må ha, gjera eller setja i verk noko som urimeleg eller uturvande er til skade eller ulempe på granneigedom. Det er definisjonen av ”urimelig eller uturvande” som setter den såkalte tålegrensen – forurensning som er innenfor denne grensen må naboene tåle uten erstatning. Uturvande vil si unødig. Spørsmål om forurensningen er urimelig eller unødig vil bli vurdert ut i fra om det er teknisk og økonomisk mulig å hindre forurensning fra vegen, om forurensningen er påregnelig eller vanlig på stedet, og om den bare rammer en avgrenset krets av personer.

Statens vegvesen legger til grunn at utvikling av vintervedlikeholdet, inkludert innføring av salting eller økning av saltmengder, er ventelig og sedvanlig for naboer til riksveg, og derfor ikke unødig eller urimelig til skade for naboene til vegen. Likevel kan det være at grensen for hva nabo til veg må tåle er overskredet. Blant annet stiller drikkevannsforskriften krav til vannkvaliteten, dersom vannet skal brukes som drikkevann. Forskriften er bare veiledende for

private husholdninger. I utgangspunktet har derfor ikke den enkelte oppsitter krav på at vannet oppfyller forskriftens grenseverdier. Likevel gir forskriftens grenseverdier klare retningslinjer for hva som bør regnes som akseptabel vannkvalitet.

Grenseverdien for henholdsvis natrium og klorid er 200 mg/l vann i drikkevannsforskriften. Så lenge natrium- og kloridnivået er under 200 mg/l vil ikke faren for korrosjonsskader øke nevneverdig, og det skal heller ikke være fare for helseskader. Det vil være vanskelig å hevde at et konstant nivå av natrium eller klorid på over 200 mg/l må tåles av naboene når Drikkevannsforskriften har satt en grense på 200 på grunn av helseskade og korrosjonsfremming. Ut fra dette mener Vegdirektoratet at tålegrensen for forurensning fra vegsalt må legges på 200 mg Na eller Cl per liter vann.

I oppsitters tilfelle viser alle vannprøver fra 2006 et kloridnivå over 200 mg/l. Ettersom prøvene er tatt i en tidsperiode fra oktober til mai, og alle viser verdier på over 324 mgCl/l vann, må det kunne legges til grunn at brønnvannet har et saltnivå som ligger over tålegrensen på permanent basis, i alle fall så lenge rv xx fortsatt saltet. På grunn av dette anses tålegrensen etter naboloven § 2 å være overskredet. Utgangspunktet vil da være at Statens vegvesen er erstatningsansvarlig for skadene på brønnvannet, jf naboloven § 9.

Saken er vurdert til at vegvesenet bør erstatte utgifter til ny drikkevannskilde. Spørsmålet blir imidlertid om erstatningen avkortes som følge av at vegvesenet betalte 80 % av ny brønn i 2004. Denne brønnen ble boret av innleid firma, og vegvesenet hadde ingenting med plasseringen å gjøre. Vegvesenet etterspurte imidlertid heller ikke ytterligere dokumentasjon på at vannet var drikkbart enn vannprøven som ble sendt inn 2004, som viste 3,1 mg Cl/l.

Det blir da her et spørsmål om hva brønnborefirmaet skulle ha undersøkt før de boret, hva vegvesenet burde undersøkt før vi utbetalte penger i forliket, og om det er påført vegvesenet unødvendige ekstrakostnader. Spørsmålet blir da om det var uaktsomt av brønnborefirmaet å bore det stedet de gjorde. Det er nedstrøms vegen, men et stykke unna selve vegen. Er det noe som tilsier at valg av det stedet brønnen ble plassert er en dårlig fagmessig vurdering? Er det andre steder på eiendommen som utpeker seg som klart bedre egnet å bore? Var det nødvendig å installere pumpeanlegg før det var foretatt boring og vannkvaliteten var sjekket, slik at man unngikk utgifter til pumpeanlegget og montering av dette? Det vanlig å bore og montere pumpeanlegg i samme prosess. Siden den første vannprøven viste vann med normale saltmengder er det vel også lite trolig at man ville oppdaget at grunnvannet var forurenset ved å teste vannet før pumpeanlegget var montert?

Dersom brønnborefirmaet har gitt en garanti for vannkvalitet, og oppsitter på grunn av dårlig kvalitet på vannet ikke var forpliktet til å betale for boretjenesten, kan utgifter til brønnen gå til fradrag på grunn av at det her er påført unødvendige utgifter. Så langt er det ikke noe som tilsier at brønnborefirmaet har gitt en slik garanti, bortsett fra at oppsitter mener firmaet lovet dem "godt vann." Dersom vi ikke finner klarere holdepunkter for at firmaet har gitt en garanti, vil vi ikke ha grunnlag for å hevde at det er påført unødvendige utgifter i forbindelse med brønnboringen. Da kan vi slik jeg ser det ikke kreve fratrukk for den summen som er allerede er utbetalt i forbindelse med forliket i 2005.

Oppsitter fikk i denne saken dekket utgifter installasjon og drift av et avsaltningsanlegg. Anlegget har ikke vært i bruk i så lang tid at man kan bedømme om det ga en varig løsning på saltforurensningen.

9.9.2 Sak 2: Forslag til tekniske løsninger i fm. erstatning av forurenset drikkevannskilde

Det er tatt vannprøve fra kjøkkenkran og fra utekran (før avherdningsfilter). Vannprøven fra utekran ble tatt for å undersøke i hvilken grad avherdningsfilteret påvirker natrium- og kloridkonsentrasjonen. Avherdningsfilteret inneholder en ionebytter som regenereres ved å tilsette tabletter med koksalt (natriumklorid), deretter skylles filteret og brukt saltløsning går i avløpsvannet.

Oppsitter mente tetning av brønntoppen har gitt positiv effekt mht. innføring av misfarget (overflate)vann. Kloridinnholdet var fortsatt høyt. Vannet ble bare brukt til vasking mv., ikke til drikke eller mat. Oppsitter mente at sprengning i fm utbedringsarbeider på rv yy for noen år siden ga sprekker i fjellet som ledet saltholdig vann ned til brønnen.

Det ble sett på mulig ny brønnplassering på naboeiendommen, ca. 30 m oppstrøms vegen. Terrenget er blandingsskog med gran og furu, med forholdsvis grunt jordsmonn og kort veg til berggrunn. Kan være et aktuelt sted å bore. Bekken som ligger vest for eiendommen (og vest for ev. ny brønn) hadde liten vannføring. Vannledning fra ev. ny brønn kan føres enten under vegoverbygningen eller under bruen over bekkefare.

Det ble alternativt foreslått å bore en ny og dypere brønn i hagen til oppsitter. Den nye brønnen beskyttes mot inntrengning av saltholdig vann fra sprekker på 20-25 dybde. Det var ønskelig å avklare om det finnes brukbart vann på større dybde. Det var da nærliggende å undersøke vannkvaliteten på de to nærmeste brønnene.

Det ble tatt ut vannprøver fra to nabobrønner nedstrøms vegen (fra kjøkkenkran):

- 1) Borebrønn 1 (brønndybde 120 m). Brønnen ligger ca 20 m fra eiendommen til oppsitter.
- 2) Borebrønn 2 hos nabo (brønndybde > 100 m), ca. 150 m nordøst for eiendommen til oppsitter.

Vurdering av vannkvalitet i nabobrønner

Vannet fra brønn 1 hadde et kloridinnhold på 100 mg/l og er klart påvirket av vegsalt. Vannet er hardt med høyt kalsium- og magnesiuminnhold. Verdiene fra brønn 2 har et kloridinnhold på 14 mg/l og er lite påvirket av vegsalt. Også dette vannet er hardt pga. høyt kalsium- og magnesiuminnhold. Kloridinnholdet i brønnvann fra brønn 2 antyder hva man i beste fall kan forvente for grunnvann på vel 100 m dybde i nærheten av oppsitters hus.

Brønnvannet fra brønn 1 kan være påvirket av de samme vannførende sprekke på 20-25 m som man antar forurenses oppsitters brønn. I tillegg kan tilsig av overflatevann fra plenen der snø lagres om vinteren bidra til forhøyet kloridinnhold.

Forslag til ny vannforsyning

Det er flere forhold som bør vektlegges:

- Bore ny brønn med akseptabel vannkvalitet
- Bedret sikring eller foring av brønnen
- Tilknytning til kommunalt vannledningsnett
- Redusert saltbruk på strekningen
- Avbøtende tiltak (plastring av grøfter, bortledning av smeltevann mv.)

Tilknytning til kommunalt vannledningsnett (avstand over 1 km) antas å bli mer enn 15 ganger så dyrt som å bore ny brønn i nærheten av huset til oppsitter, og synes ikke å være et reelt alternativ.

Alternativ 1: Borebrønn oppstrøms vegen, ca. 20 m fra veg og 15 m fra bekk, på naboens grunn. Denne løsningen innebærer at nabo tillater etablering og sikring av brønn i fremtiden (avtale må tinglyses). Nabo har planer om å hugge skogen og etablere beitemark for bufe, noe som innebærer en fremtidig risiko for bakterier og nitrat i brønnvannet. Vannledningen må føres gjennom/under vegen. Det er ikke avklart hva nabo vil kreve for å tillate etablering av ny brønn på sin eiendom. Den formelle prosessen kan også ta tid. Kostnadene for alternativ 1 antas å bli ca. to ganger alternativ 2.

Alternativ 2: Borebrønn i nordøstre del av oppsitters eiendom. Brønnen må fores for å unngå saltholdig vann fra sprekker på 20-30 m dybde (dette mener vi skjer i eksisterende brønn). Ved å bore ned til ca. 120 m forventer man å komme ned til grunnvann som er betydelig mindre saltpåvirket. Denne løsningen er den billigste og raskeste å gjennomføre, og er samtidig oppsitters førstevalg. Hvis en slik løsning velges, må vegvesenet ta forbehold om at oppsitter risikerer å få høye kloridverdier i fremtiden. Det forutsettes også at oppsitter og nabo avtaler at snø ikke lagres på plenen foran brønnene, dette for å begrense nedtrengning av saltholdig smeltevann.

Dette alternativet innebærer en risiko for at ny vannforsyning likevel inneholder en del klorid. Da vegvesenet kommer til å møte lignende saker i fremtiden, kan det likevel være nyttig å få erfaring med spesielle løsninger i tilfeller der man ikke finner en opplagt god løsning.

Forslag til endrede snøryddingsrutiner eller saltingsrutiner

Med den trafikkmengde som rv yy har er endrede saltings- eller snøryddingsrutiner lite aktuelle. Aktuelle tiltak dersom brønnen fortsatt må brukes er:

- Unngå at det legges snøhauger på plenen øst for huset.
- Plenen rundt brønntoppen tettes eller dreneres slik at saltholdig smeltevann styres bort.
- Vannforsyningsutstyr (inkludert varmtvannsbereder) bør være spesielt korrosjonsbestandig.

Brønnen til oppsitter er i dag lite påvirket av overflatevann. Noe saltholdig overflatevann fra snøhaugen kan likevel tilføres brønnen. Hovedtilførselen av klorid skyldes salting av rv yy. Kloridinnholdet i brønnen overskrider tålegrensen.

Oppsitter fikk erstatning i form av ny borebrønn etter alternativ 2, med tetning av foringsrør ned til 25 m dybde. Vannkvaliteten i den nye brønnen har vært god i de to årene den har vært i bruk (Figur 19).



Figur 19. Bilde av den brønntoppen til ny borebrønn.



Statens vegvesen

Statens vegvesen Vegdirektoratet
Postboks 8142 Dep
N - 0033 Oslo

Tlf. (+47 915) 02030
E-post: publvd@vegvesen.no

ISSN 1504-5005