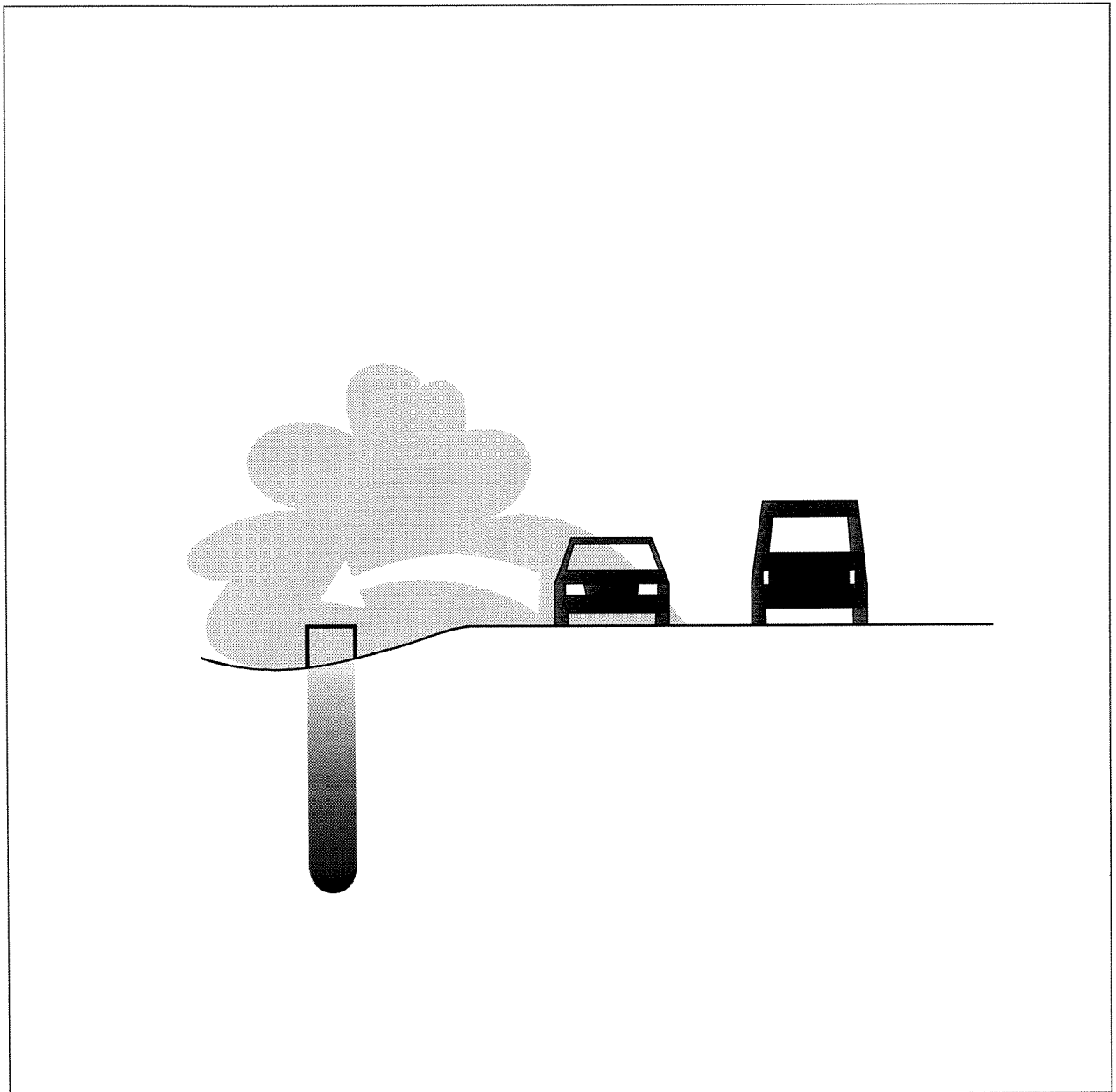


RAPPORT LNR 3804-98

Vannkvaliteten i 5 brønner langs veier i Østfold



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 32 88 33

Akvaplan-NIVA A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Vannkvaliteten i 5 brønner langs veier i Østfold	Løpenr. (for bestilling) 3804-98	Dato 09.02.98
	Prosjektnr. Undernr. 97124	Sider Pris 12
Forfatter(e) Bækken, Torleif	Fagområde Miljøgifter i ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens vegvesen, Østfold vegkontor	Oppdragsreferanse
---	-------------------

Sammendrag

Vannkvaliteten i 5 brønner langs veier i Østfold er undersøkt. Vannprøvene fra to brønner hadde til dels meget høye kloridkonsentrasjoner. Det skyldes trolig veisalt. To andre brønner hadde også kloridkonsentrasjoner over drikkevannsnormen, men det er uklart hvorvidt dette var forårsaket av veisalt eller kunne ha naturlige årsaker. Én brønn hadde lave kloridkonsentrasjoner. I flere vannprøver ble det også registrert høyt innhold av tungmetaller. Det er ikke sannsynlig at dette var forårsaket av vei eller veitrafikk. For to av brønnene var årsaken trolig lekkasje fra vannledninger og/eller pumpesystemet.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Veisalt	1. Road salt
2. Brønnvann	2. Well water
3. Klorid	3. Chloride
4. Tungmetaller	4. Heavy metals


Torleif Bækken
Prosjektleder

ISBN 82-577-3380-6


Dag Berge
Forskningssjef

Vannkvaliteten i 5 brønner langs veier i Østfold.

Forord

Statens Vegvesen ved Østfold vegkontor engasjerte sommeren 1997 NIVA til å foreta en vurdering av vannkvaliteten i brønner hos 5 brønneiere i Østfold. Prosjektet ble startet opp av Tor - Anders Persen ved Østfold Vegkontor, men senere overtatt av Steinar Skau etter at førstnevnte har gått over i annen stilling. Prosjektansvarlig ved NIVA har vært undertegnede.

Oslo, 09.februar 1998

Torleif Bækken

Innhold

Sammendrag	5
1. INNLEDNING.	6
2. METODER OG MATERIALE.	7
3. RESULTATER	8
3.1 Brønn 1. Holmberg.	8
3.2 Brønn 2. Nilsen.	9
3.3 Brønn 3. Andersen.	9
3.4 Brønn 4. Jansen.	10
3.5 Brønn 5. Johannesen.	10
4. REFERANSER	12

Sammendrag

Vannkvaliteten i 5 brønner langs veier i Østfold er undersøkt.

For av 3 brønnene ble vannprøver hentet med vannprøvetaker direkte i brønnen. Én brønn var borebrønn og vannprøven ble her pumpet opp. Den siste brønnen hadde ingen synlig åpning slik at vannprøven ble tatt av brønneier fra springen innendørs.

Vannprøvene fra to brønner hadde til dels meget høye kloridkonsentrasjoner. Det skyldes trolig veisalt. To andre brønner hadde også kloridkonsentrasjoner over drikkevannsnormen, men det er uklart hvorvidt dette var forårsaket av veisalt eller kunne ha naturlige årsaker. Én brønn hadde lave kloridkonsentrasjoner.

I flere vannprøver ble det også registrert høyt innhold av tungmetaller. Det er ikke sannsynlig at dette var forårsaket av vei eller veitrafikk. For to av brønnene var årsaken til innholdet av tungmetaller trolig lekkasje fra vannledninger og/eller pumpesystemet.

1. Innledning.

Veitrafikk og vintervedlikehold medfører produksjon av potensielt forurensende stoffer. Noen av stoffene produseres av selve trafikken, slik som tungmetaller og noen organiske forurensninger. Andre er mer uavhengig av trafikkmengden, slik som salt, og avhenger mer av størrelsen på veien, antall veibaner og klimatiske forhold (Bækken 1993, Bækken 1994). Forurenset avrenningsvann fra veibane og veigrøfter kan følge overflatevannet eller også sige ned i grunnen og videre til grunnvannet. Forurenset vann kan dermed finne veien til drikkevannsbrønner. Det er påvist at veisalt i betydelig omfang har påvirket grunnvann, brønner og overflatevann i Nord-Amerika. I Norge har en i mindre grad vært oppmerksom på denne problemstillingen. Det er imidlertid påvist forhøyet saltinnhold i veinært grunnvann (Åstebøl m fl. 1996), i veinære brønner (Hobæk 1993, 1997) og i veinære tjern (Bækken & Jørgensen 1994).

Statens Vegvesen ved Østfold vegkontor engasjerte sommeren 1997 NIVA til å gjøre en analyse av vannkvaliteten i et utvalg brønner beliggende langs veistrekninger i Østfold. Problemstillingen gjelder først og fremst mulig saltforurensning av brønnvannet grunnet bruk av veisalt på nærliggende veistrekninger. Det er i tillegg foretatt en analyse av ionesammensetningen i vannet samt en rekke tungmetaller.

Det har ikke vært mulig å framskaffe data på saltforbruket på de berørte veistrekningene. I følge Østfold Vegkontor har det ikke vært regulær salting på disse veiene de siste to årene. Brønneierne påstår imidlertid at de stadig observerer at veiene saltes.

Informasjoner angående brønnenes beliggenhet og type samt analyseresultater fra tidligere målinger er skaffet tilveie av vegkontoret.

2. Metoder og materiale.

Feltbefaring med prøvetaking ble foretatt 25/6 1997. Vann fra 5 brønner ble analysert.

1. Brønneier K. Holmberg. Overflatebrønn i hagen mellom bolighus og hovedvei (Fylkesvei 886). Det er litt hellende terreng fra veien mot brønnen. Brønnen kan nås direkte av veisprut. Brønnen er beliggende anslagsvis ca 4-5 m fra asfaltkanten. Det var anslagsvis 5 m ned til vannspeilet og veggene består av betongringer omlag de øverste 4 m. Øverste ring går ca 10-20 cm over bakken. Diameter på brønnen er ca 0,8 m. Brønnen har betonglokk. Granhekk hos naboen syntes ikke å være skadet av saltsprut. Prøver ble tatt med 2L Ruttnerhenter og overført til ½ L plastflaske, 1 tungmetallglass, 1L brun glassflaske til cyanider.
2. Brønneier Nilsen. Overflatebrønn i hagen ligger anslagsvis 10-15 m fra veien. Det var nokså flatt terreng, men veien ligger noe høyere enn hagen. Det er bratt skråning lengre vekk fra veien og ned til nabo Andersen (3.) Svakt skrånende terreng mot Holmberg (brønn 1). Brønnen er avgrenset med betongringer og betonglokk. Betonglokket har egen åpning med metallokk. Diameter på brønnen er ca 1 m. Vannspeilet lå høyt, ca 1 m ned i brønnen. Øverste betongring når ca 0,4-0,5 m over bakken. Granhekk mot veien synes ikke å være skadet av saltsprut. Prøver ble tatt med 2L Ruttnerhenter og overført til ½ L plastflaske, 1 tungmetallglass, 1L brun glassflaske til cyanider.
3. Brønneier Andersen. Borebrønn i fjell er beliggende ved siden av Nilsens brønn, ca 5 m lenger fra veien. Pumpehus inneholder trykketank og pumpe. Det er flatt terreng mellom Nilsens brønn og denne brønnen, men terrenget går ganske bratt nedover litt lengre ut. Vannprøver ble tatt direkte fra plastikk pumpe slang etter at "gammelt" vann fra pumpe slanger var tappet ut. Vannprøver tatt direkte på 1/2L plastflaske og tungmetallglass.
4. Brønneier Jansen. Brønnen ligger langs samme hovedvei noen km unna. Brønnen ligger i noe sandholdig jord tett ved vei, ca 1,5-2 m fra asfaltkanten. På andre siden av brønnen er det jordbruksmark som har ligget brakk i flere år. Brønnen ligger i sprut og brøytesonen fra veien. Den består av 2 betongringer med diameter ca 80-90 cm og betonglokk. Bunnen i brønnen er sand. Vannspeilet var ca 1-1,5 m ned i brønnen. Totaldyp er anslagsvis 2-3 m. Bunnen sees tydelig. Øverste betongring rager 30-40 cm over bakken. Alle vannledninger til huset er i følge brønneier i plast. Prøver ble tatt med 2L Ruttnerhenter og overført til ½ L plastflaske, 1 tungmetallglass, 1L brun glassflaske til cyanider.
5. Brønneier Johannesen. Brønnen ligger langs RV21 mot Aremark. Nøyaktig beliggenhet av brønnen uklart. Den er nedfylt sannsynligvis som følge av veianlegg. Brønnen skal ligge inntil veien, mellom lokalvei/gårdsvei og RV21, nedi en dyp (3-4 m) grop/grøft mellom veiene. Brønneier har selv tatt vannprøven fra springen. Prøveglasset er godt vasket og kokt syltetøyglass med vanlig metallokk kledd med plast.

3. Resultater

3.1 Brønn 1. Holmberg.

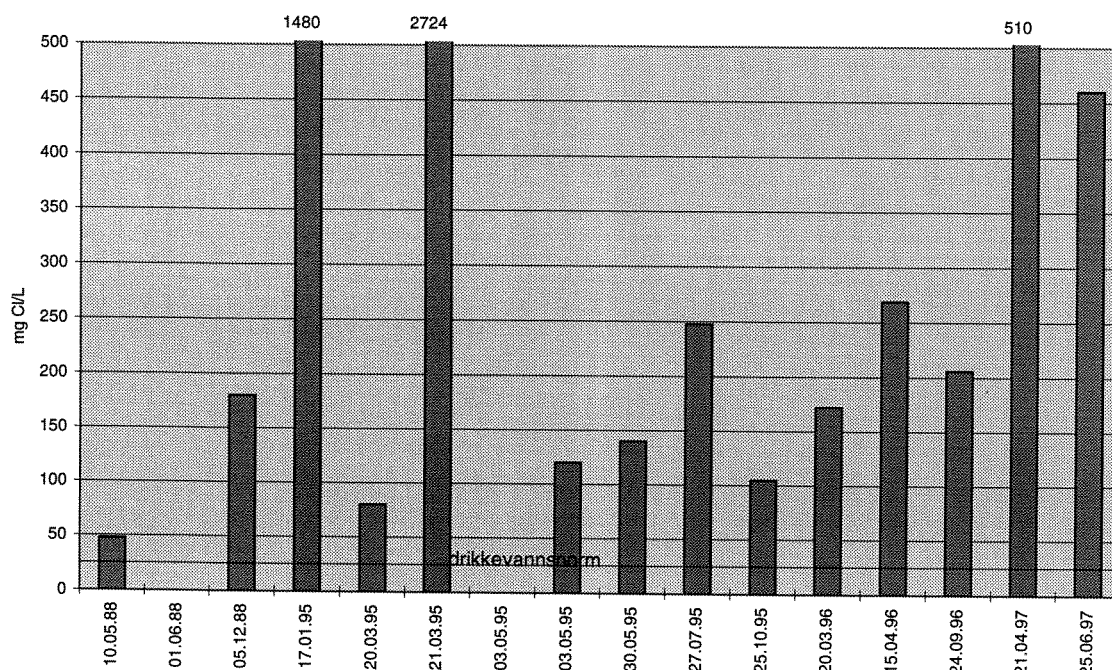
Vannprøven fra 25. juli var svakt sur med en pH verdi på 6,6 (Tabell 2). Ledningsevnen var meget høy med en verdi på 157 mS/m. Ledningsevnen reflekterer konsentrasjoner av ulike salter og da først og fremst av NaCl som ble funnet i meget høye konsentrasjoner. Konsentrasjonen av henholdsvis klorid og natrium var 460 og 255 mg/L. Disse verdiene er langt over veiledende drikkevannskriterier. Innholdet av kalsium var også høyt og over veiledende drikkevannsgense. Det var også noe forhøyede konsentrasjoner av noen tungmetaller, men de lå under maksimumskriterier for drikkevann.

Det er tidligere gjennomført målinger av et lite utvalg av stoffer. Resultatene viste til dels svært høye kloridkonsentrasjoner (figur 1). Prøver fra midten av januar og slutten av mars 1995 hadde henholdsvis 1480 mg/L og 2724 mg/L. Med unntak av en prøve fra 1988 var kloridkonsentrasjonene alltid mer enn 3X høyere enn drikkevannsnormen. Gjennomsnittet av alle målingene var ca 480 mg/L, mens drikkevannsnormen er 25 mg/L. Variasjonene er meget store og viser episodiske tilførsler.

Det er meget sannsynlig at årsaken til det høye saltnivået er avrenning av saltholdig vann fra veisalting. Det er flere forhold som indikerer dette. Grunnvann fra marine avsetninger vil normalt ikke nå så høye saltkonsentrasjoner. Det er en helt annen saltholdighet i brønnvannet til nære naboer. De store variasjonene i konsentrasjoner antyder at det ikke dreier seg om noen permanent saltvannskilde. Fluktuasjoner kan imidlertid skje ved varierende tilførsler av ionefattig ferskvann til marint påvirket grunnvann/brønnvann. I foreliggende brønn skjer trolig de største utslagene i forbindelse med smelteperioder etter perioder med veisalting der både saltrikt overflatevann og overflatenært grunnvann/-jordvann kan lekke inn i brønnen. Sjøvann har høyere andel av f.eks. magnesium og sulfater enn funnet i dette vannet. Forholdet mellom antall klorid og natriumioner er tilnærmet 1:1 i veisaltet. I brønnvannet var forholdet mellom klorid og natrium noe forskjøvet med en overvekt av kloridioner. Det tyder på at saltvannet har gått gjennom jordsmonn der natrium (Na⁺) blir hengende litt igjen mens kloridioner lett følger vannstrømmen. Disse natriumionene byttes ut med andre ioner som fra før finnes i jorda. Ionebyttingen kan observeres som forhøyede konsentrasjoner av kalsium og magnesium i brønnvannet i forhold til vanlige konsentrasjoner i ferskvann. Dersom det også er brukt kalsiumsalter på veistrekningen vil også dette bidra til forhøyede kalsiumkonsentrasjoner. Den nære beliggenheten til veien kan medføre at salt snøslaps fra brøytebiler og som sprut fra vanlig veitrafikk kan nå helt bort til brønnen. Smeltevannet kan da følge utsiden av betongrørene i brønnen og raskt komme inn i brønnvannet i rørskjøtene og mot bunnen nedenfor rørleggingen.

Det er uklart hvor mye salting som har foregått på veien i dette området. Østfold vegkontor opplyser at det ikke har vært veisalting her det siste året. Når det likevel observeres så høye saltkonsentrasjoner viser det at grunnvannet i området, i det minste det som fyller denne brønnen, fremdeles har et høyt saltnivå.

Andre typiske trafikkforurensninger ble ikke sikkert påvist i disse prøvene. Denne type forurensning er avhengig av hvor mye trafikk som går på veien. Den foreliggende veistrekningen har lav trafikk-tetthet. Høye saltkonsentrasjoner kan medføre økt løslighet for enkelte tungmetaller. Sink synes noe forhøyet i disse prøvene, men dette kan ha naturlige årsaker.



Figur 1. Konsentrasjoner av klorid i stikkprøver fra vann i brønnen til Holmberg vist sammen med veiledende øvre grense for kloridkonsentrasjoner i drikkevann (25 mg/L). Konsentrasjoner høyere enn 500 mg/L er skrevet med tall over søylene.

3.2 Brønn 2. Nilsen.

Vannprøven fra 25. juli var noe sur med en pH verdi på 6,07 (Tabell 2). Ledningsevnen var noe høy med en verdi på 20,6 mS/m. Ledningsevnen reflekterer konsentrasjoner av ulike salter og da først og fremst av NaCl som ble funnet i høyere konsentrasjoner enn normalt. Konsentrasjonen av henholdsvis klorid og natrium var 43,5 og 30,7 mg/L. Disse verdiene er større enn veiledende drikkevannsnormer. Det var også noe forhøyede konsentrasjoner av noen metaller, særlig kobber, men også av sink, bly og nikkel. Alle verdiene lå imidlertid under maksimumsverdier for konsentrasjoner i drikkevann. Årsaken til forhøyede metallverdier er usikker. Det er ikke sannsynlig at det skyldes veitrafikk, men snarere bruk av metaller i forbindelse med brønnen. Det kan heller ikke utelukkes et høyt naturlig innhold av metaller i jordvannet. Høyt saltinnhold øker korrosjonsprosessene på metaller, særlig dersom det også er surt vann. I de foreliggende prøvene er vannet noe surt, men saltinnholdet er ikke ekstremt høyt. Saltinnholdet i foreliggende brønn kan forklares utfra tilførsel av saltvann (overflatenært grunnvann/jordvann) fra veisaltning. Konsentrasjonene er imidlertid ikke høyere enn at saltet helt eller delvis kan skyldes salt fra marine avsetninger. Vi kjenner imidlertid ikke til utbredelsen av eventuelle marine avsetninger i området. Vurderingene er basert på et lite materiale og blir derfor noe usikre. Observasjonsene i brønn 1 viser at saltkonsentrasjonen kan variere mye.

3.3 Brønn 3. Andersen.

Vannprøven fra 25. juli var noe sur med en pH verdi på 5,7 (Tabell 2). Ledningsevnen var noe høy med en verdi på 26,2 mS/m. Ledningsevnen reflekterer konsentrasjoner av ulike salter og da først og fremst av NaCl som ble funnet i høyere konsentrasjoner enn normalt. Konsentrasjonen av henholdsvis klorid og natrium var 66,0 og 39,2 mg/L. Disse verdiene er over anbefalte drikkevannskriterier. Det

ble registrert bemerkelsesverdig høyt innhold av organisk karbon (TOC) til å være en prøve tatt direkte fra en dyp grunnvannsbrønn. Dette kan skyldes at brønnen påvirkes av overflatevann eller at det på annen måte tilføres mye organisk materiale. Det var også forhøyede konsentrasjoner av noen metaller, særlig av sink og bly, men også av kobber, nikkel og jern. For sink og mangan lå verdiene over veiledende drikkevannsnorm. De øvrige verdiene var lavere. Årsaken til forhøyede metallverdier er usikker. De kan imidlertid ikke være forårsaket av veitrafikk, men snarere bruk av metall i forbindelse med rør, slanger, vannpumpe o.l. i brønnen. Høyt saltinnhold øker korrosjonsprosessene på metaller, særlig dersom det er surt vann. I de foreliggende prøvene er vannet noe surt, men saltinnholdet er ikke ekstremt høyt. Saltinnholdet i foreliggende brønn er mulig å forklare utfra tilførsel av saltvann fra veisaltning. Brønnen ligger imidlertid dypt (50 m) og et godt stykke fra veien. Dersom saltinnholdet skyldes veisalt må det forventes at relativt mye grunnvann er påvirket av veisalt eller, dersom brønnåpningen ikke er tilstrekkelig sikret, at overflatenært grunnvann/jordvann forurenses av veisalt lekker ned i brønnen fra overflaten. Konsentrasjonene er imidlertid ikke høyere enn at saltet kan skyldes salt fra marine avsetninger. Vi kjenner imidlertid ikke til omfanget av slike avsetninger i området. Vurderingene er basert på et lite materiale og blir derfor noe usikre. Observasjonsjonene i brønn 1 viser at saltkonsentrasjonen kan variere mye.

3.4 Brønn 4. Jansen.

Brønnen ligger i veikanten og i selve sprut- og brøytesonen langs veien (Tabell 2). Vannprøven fra 25. juli var svakt sur med en pH verdi på 6,14. Ledningsevnen var høy med en verdi på 84,8 mS/m. Ledningsevnen reflekterer konsentrasjoner av ulike salter og da først og fremst av NaCl som ble funnet i høye konsentrasjoner. Konsentrasjonen av henholdsvis klorid og natrium var 230 og 101 mg/L (Tabell 1). Disse verdiene er langt over anbefalte drikkevannskriterier. Innholdet av total nitrogen var også forholdsvis høyt og besto stort sett av nitrater. Dette skyldes sannsynligvis tilsig av nitrater fra nærliggende jordbruksmark. Innholdet av kalsium var også meget høyt. Det kan komme fra veien, men også fra eventuell kalking av nærliggende jordbruksmark. Tungmetallinnholdet var stort sett lavt. Det var imidlertid noe forhøyede verdier av nikkel og kadmium. Den mest sannsynlige kilden for kadmiuminnholdet er bruk av kunstgjødsel som inneholder små mengder av dette metallet, men kadmium kan også komme fra veitrafikk. Alle metallverdier lå under drikkevannskriteriene. Høyt saltinnhold øker korrosjonsprosessene på metaller, særlig dersom det er surt vann. I de foreliggende prøvene er vannet svakt surt, saltinnholdet er høyt, og en må regne med økte korrosive egenskaper til vannet. De forholdsvis lave metallkonsentrasjonene indikerer at selve brønnmaterialet ikke inneholder metalldeleer. Vann fra nærliggende brønn, men plassert noe lengre fra veibanen, har kloridinnhold under drikkevannsnormen (Jansen pers. med.). De høye saltkonsentrasjonene kommer etter all sannsynlighet fra veisaltning.

Tabell 1. Konsentrasjoner av et utvalg parametere ved seks tidspunkter fra brønn 4, Jansen.

Parameter	symbol	enhet	19/02/93	24/04/96	27/07/96	24/09/96	21/04/97	25/06/97
Surhet	pH		5,6			5,61	5,37	6,14
Ledningsevne	Kond	mS/m	30	90	96	93	78	84,8
Kalsium	Ca	mg/L						34,9
Klorid	Cl	mg/L		269	308	298	246	230

3.5 Brønn 5. Johannesen.

Vannprøven fra 25. juli var bare svakt sur med en pH verdi på 6,76 (Tabell 2). Ledningsevnen var innenfor normale verdier med en verdi på 7,96 mS/m. Ledningsevnen reflekterer konsentrasjoner av

ulike salter og da først og fremst av NaCl som ble funnet i moderate/lave konsentrasjoner. Konsentrasjonen av henholdsvis klorid og natrium var 5,7 og 3,2 mg/L. Disse verdiene er langt under anbefalte drikkevannskriterier. Innholdet av total nitrogen og nitrater var forholdsvis høyt, men langt under drikkevannskriteriene. Nitratinholdet skyldes trolig sig fra jordbruksmark. Det var også noe forhøyede konsentrasjoner av noen metaller, særlig kobber, men også av sink, jern og bly. For kobber, jern og sink lå verdiene over gjeldende drikkevannsnormer. Årsaken til forhøyede metallverdier er usikker. Det skyldes imidlertid ikke veitrafikk, men heller bruk av metall i forbindelse med brønn og tilhørende rør og kraner. Dersom vannet har stått i lengre tid (over natta) i metallrør før det ble tappet, kan det forklare de høye metallkonsentrasjonene. Høyt saltinnhold øker korrosjonsprosessene på metaller, særlig dersom det surt vann. I de foreliggende prøvene er vannet bare svakt surt og saltinnholdet er forholdsvis lavt.

Tabell 2. Kjemisk sammensetning av brønnvann fra 5 brønner hentet den 25/06/97 sammen med veiledende verdier og maksimale verdier av forskjellige stoffer i drikkevann (SIFV 1995). Konsentrasjoner i brønnvann som overskrider veiledende/maksimale verdier er uthevet. * angir verdi som ikke må overskrides i mer enn 20% av målingene

Brønneier			Holm- berg	Nilsen	Ander- sen	Jansen	Johan- nesen	Drikke	Drikke
Stasjonskode			1	2	3	4	5	Veil.	Maks.
Surhetsgrad	pH		6,61	6,07	5,72	6,14	6,76	7,5-8,5	6,5-8,5
Ledningsevne	Kond	mS/m	157	20,6	26,2	84,8	7,96	40	
Alkalitet	ALK		0,44	0,2	0,161	0,196	0,36		
Totalt Nitrogen	TotN	ug/L	480	310	400	2280	885		
Nitrat nitrogen	NO3-N	ug/L	375	175	160	2205	860		10000
Totalt org. karbon	TOC	mg/L	1,7	1,7	8	1,2	1,2	3	5
Klorid	Cl	mg/L	460	43,5	66	230	5,7	25	
Natrium	Na	mg/L	255	30,7	39,2	101	3,17	20	150*
Cyanid	CN	mg/L	<10	<10	-	<10	-		10
Sulfat	SO4	mg/L	9,2	11,2	14,3	18	7,5	25	100
Aluminium illabilt	Al-II	ug/L	30	15	138	<10	<10		
Aluminium labilt	Al-L	ug/L	0	20	32	27	7		
Aluminium reaktivt	Al-R	ug/L	29	35	170	37	17		
Arsen	As	ug/L	<5	0,4	0,6	<1	<0,1		10
Bly	Pb	ug/L	0,8	1,7	5	0,71	4,7		20
Jern	Fe	ug/L	13	20	308	<50	119	50	200
Kadmium	Cd	ug/L	<0,05	0,04	0,11	0,15	0,081		5
Kalium	K	mg/L	8,9	1,08	1,28	9,1	1,12	10	12
Kalsium	Ca	mg/L	29,1	1,06	4,99	34,9	8,59	15-25	
Kobber	Cu	ug/L	2	37	27	3,1	967	100	300
Krom	Cr	ug/L	<0,5	0,9	1,6	<1	0,6		50
Magnesium	Mg	mg/L	4,13	0,79	1,11	6,37	1,14		20
Mangan	Mn	ug/L	11	9	24	95	13	20	50
Nikkel	Ni	ug/L	<1	2,1	2,4	2,1	1,8		50
Sink	Zn	ug/L	20	33	244	13	531	100	300

4. Referanser

Bækken, T. 1993: Miljøvirkninger av vegtrafikkens asfalt og dekkslitasje. - NIVA rapport 2874/Nordiske Seminar og Arbejdsrapporter 1993: 628, Nordisk Ministerråd.

Bækken, T. 1994: Trafikkforurenset snø i Oslo. - NIVA-Rapport 3131.

Bækken, T. & Jørgensen, T. 1994: Vannforurensning fra veg - langtidseffekter. - Publikasjon nr. 73, Statens vegvesen, Veglaboratoriet.

Hobæk, A. 1993: Endringer i vannkvalitet av brønnvann i forbindelse med veiarbeid på Rv 13 Jøssang - Tunglund, Strand kommune. - NIVA Notat V93/09.

Hobæk, A. 1997: Vannanalyser fra brønn, Kleiva. - NIVA, upubliserte analyser.

Åstebøl, S.O., Pedersen, P.A., Røhr, P.K., Fostad, O. & Soldal, O. 1996: Effekter av veisalting på jord, vann og vegetasjon. Sammendragsrapport. - Statens vegvesen. Mitra nr. 05/96

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3804-98

ISBN 82-577-3380-6