



O - 94143

CLEARWAY 1, CLEARWAY 2S OG KILFROST

Vurdering av
miljøkonsekvenser i
overflatevannkilder

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.: O-94143	Undernr.:
Løpenr.: 3138	Begr. distrib.:

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel: Clearway 1, Clearway 2s og Kilfrost. Vurdering av miljøkonsekvenser i overflatevannkilder.	Dato: 28.9.1994	Trykket: NIVA 1994
	Faggruppe: Vassdrag	
Forfatter(e): Hans Holtan	Geografisk område: Romerike	
	Antall sider: 24	Opplag: 65

Oppdragsgiver: Oslo Hovdflyplass A/S (OHAS)	Oppdragsg. ref.:
--	------------------

Ekstrakt:

Når den nye hovedflyplassen på Gardermoen blir tatt i bruk, vil enkelte overflatevannforekomster, særlig Sogna og Leira, bli utsatt for tilførsler av rester av avisningsmidlene som brukes på fly og bane. Restene av kjemikaliene (etter oppsamling og rensing) vil nå vassdragene vesentlig via grunnvannet. Under forutsetning av at de organiske komponentene brytes ned under infiltrering i den umettede sone, vil tilførslene neppe medføre at overflatevannets brukeskvalitet reduseres. De økologiske konsekvensene vil også bli minimale. Hvis resten av kjemikaliene tilføres via anaerobt grunnvann, vil det lokalt i utsivingsområdene dannes jernutfellinger og bakterievekst, bl.a. av jernbakteriene. Lokalt vil også luktulempere gjøre seg gjeldende. Økte natrium- og kaliumkonsentrasjoner vil neppe medføre konsekvenser hverken for bruken av vannet eller organismelivet i vassdragene.

4 emneord, norske

1. Avisingsvæsker
2. Natriumasetat
3. Propylenglykol
4. Forurensningseffekter

4 emneord, engelske

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder

Hans Holtan

For administrasjonen

Dag Berge

ISBN 82-577-2611-7

Clearway 1, Clearway 2s og Kilfrost

**Vurdering av miljøkonsekvenser i
overflatevannkilder**

ved

Hans Holtan

Forord

Fra Oslo Hovedflyplass AS (OHAS) har Norsk institutt for vannforskning (NIVA) fått i oppdrag å vurdere hvilke miljøkonsekvenser bruken av Clearway 1 og Clearway 2s som avisningsmidler på rullebanene, vil få for vannkvaliteten i overflatevann hvis rester av avisningsmidlene enten direkte eller indirekte kommer ut i overflatevannet. Vurderingen gjelder også eventuelle rester av monopropylenglykol (Kilfrost) som brukes som avisningsmiddel på fly.

Innholdsfortegnelse:

1. Sammendrag/konklusjon	2
2. Problemstilling.....	3
3. Hensikt.....	4
4. Metode - grunnlag.....	4
5. Clearway 1, Clearway 2s og Kilfrost som kjemiske produkter.....	4 5
5.1. Clearway 1 og Clearway 2s.....	5
5.1.1. Generelt.....	5
5.1.2. Kalium og natrium	5
5.1.3. Asetat	6
5.2. Kilfrost.....	6
5.2.1. Generelt.....	6
5.2.2- Miljøegenskaper i vann.....	6
6. Vannkvaliteten i Sogna etter samløp Vikka og Leira	7
7. Normer og grenseverdier for kalium, natrium, asetat og propylenglykol.....	9
7.1. Normer for drikkevann	9
7.2. Normer for vann for irigasjon i jordbruket	10
8. Tilførsler og konsekvenser	12
8.1. Tilførsler	12
8.2. Konsekvenser for overflatevannet ved infiltrasjon i grunnen	12
8.2.1 Natrium og kalium	13
8.2.2. Asetat	13
8.2.3. Monopropylenglykol.....	14
8.3, Konsekvenser ved direkte drenering til Sogna eller Leira.....	14
9. Konklusjon.....	14
Referanser	15

1. Sammendrag/konklusjon

Oslo Hovedflyplass A/S planlegger å bruke Clearway 1 og/eller Clearway 2s som avisningsmidler på hovedflyplassens rullebaner. Denne utredning gjelder vurderinger av hvilke konsekvenser det kan få for de biologiske forhold og vannets brukskvalitet hvis rester av avisningskjemikalier når overflatevannkilder. Konsekvensene for jordsmonn og grunnvann er ikke vurdert.

Clearway 1 er kaliumasetat oppløst i vann, mens Clearway 2s er granulert natriumasetat. Disse kjemiske forbindelser er lett oppløselige i vann. Asetatet er basen til eddiksyre og brytes lett ned ved tilgang på oksygen. Det er effekten av de enkelte komponenter, kalium, natrium og asetat som blir vurdert. Kilfrost hvis hovedkomponent er monopropylenglykol, er også et organisk stoff som brytes ned ved tilstrekkelig tilgang på oksygen. Under anaerobe forhold vil dette stoff medføre dannelse av illeluktende og giftige sulfider, bl. a. merkaptaner.

Sogna/Vikka og Leira drenerer områder under den marine grense dvs. avsetninger som under istiden ble avsatt i sjøvann. Konsentrasjonene av natrium og kalium i grunnvannet, som i vesentlig grad påvirker disse elver, er derfor høyt, men varierer betydelig med tiden i henhold til dominans av overflatevann eller grunnvann. Et stort datamateriale fra tidsperioden 1968 til 1974 dokumenterer dette. Med bakgrunn i observasjonsresultater fra sommeren 1994 er konsentrasjonsnivåene av samme størrelsesorden i dag som for 20 - 25 år siden. Vassdragssystemet er sterkt forurensset med næringsalter og bakterier fra jordbruk og bebyggelse. Dessuten er det sterkt belastet med erosjonsmateriale fra løsavsetninger. Av denne grunn er vannforekomstene, i henhold til SFT's egnethetsnormer, lite eller ikke egnet til de fleste bruksformål.

Vannkvaliteten i vannforekomstene er vurdert i forhold til gjeldende normer for drikkevann og irigasjonsvann for de aktuelle stoffer i denne sammenheng: kalium, natrium, asetat og monoopropylenglykol.

Under forutsetning av at avisningsmidlene infiltreres i løsmassene, vil tilførslene av kalium og natrium tilføres overflatevannkildene relativt jevnt over året og neppe i så høye konsentrasjoner at det får konsekvenser for organismelivet og bruken av vannet.

Hvis infiltrasjon av asetat og monopropylenglykol fører til oksygenfrie tilstander i grunnvannet, kan dette resultere i jernutfellinger og begroinger lokalt i utsivingsområdene i bekkene. Anaerobt grunnvann som inneholder glykolrester kan medføre lokale luktulempet og gifteffekter.

Tilførsel av små mengder ikke-nedbrutt asetat og glykol vil ha små konsekvenser for vannmiljøet såfremt tilstrekkelig oksygen og fortynningsvann er til stede.

2. Problemstilling

På flere flyplasser her i landet og i utlandet, er er asetatbasert produkt, Clearway 1, tatt i bruk som avisningsmiddel på rullebaner kombinert med fysisk fjerning av is og snø. Clearway 1 er kaliumasetat oppløst i vann. På et titalls utenlandske flyplasser, f. eks. på Arlanda (Paylor 1994), er også Clearway 2s eller granulert natriumasetat blitt brukt. Kilfrost hvis hovedbestandel er monopropylenglykol, anvendes som avisningsmiddel på fly. Rester av dette midlet følger med flyene og vil renne eller dryppe av på rullebanene ved avgang.

I henhold til opplysninger fra forhandler inneholder disse avisningsmidler beskjedne mengder næringssalter. De organiske stoffene, asetat og monopropylenglykol, brytes ned ved tilstrekkelig tilgang på oksygen. Omgivelsene tilføres imidlertid betydelige mengder kalium (som også er et gjødselstoff) og natrium. Ingen av disse stoffer brytes ned, men de er lett løselige i vann og vil således kunne endre saltholdigheten og forskyve ionebalansen både i grunnvann og overflatevann. Problemet er i hvilken grad dette vil virke inn på de økologiske forhold i vannsystemene samt på vannets brukskvalitet.

3. Hensikt

Hensikten med oppdraget er å fremskaffe opplysninger om og å foreta vurderinger av:

- kjemisk sammensetning og egenskaper ved avisningsmidlene Clearway I, Clearway 2s og Kilfrost, som har relevans ved vurderinger av miljøkonsekvenser.
- variasjoner i vannføring og konsentrasjoner av basekationer i Sogna, Vikka og Leira som bakgrunn for vurdering av den eksisterende kvalitet.
- miljøkonsekvenser i vassdragene ved tilførsler av Clearway I, Clearway 2s og Kilfrost sett i relasjon til avisningsmidlenes kjemiske og miljømessige egenskaper og resipientens nåværende vannkvalitet.

4. Metode - grunnlag

Vurderingen er forankret i:

- Litteraturstudier om de kjemiske og miljømessige egenskaper til avisningsmidlene Clearway I, Clearway 2s og Kilfrost.
- Foreliggende relevante data om vannkvaliteten i de aktuelle vannforekomster.
- Myndighetenes normer for vannets egnethet til bruk. Dette gjelder i første rekke Folkehelsas, WHO's (Verdens helseorganisasjon) og EU's (Europeisk union) normer for drikkevann samt landbruksmyndighetenes normer for vann til jordvanning. Statens forurensningstilsyn har utarbeidet et klassifiseringssystem for vann, men natrium, kalium, asetat og monopropylenglykol er ikke klassifisert i dette system.
- Økologiske tålegrenser i henhold til vitenskapelige undersøkelser og tester.

5. Clearway 1, Clearway 2s og Kilfrost som kjemiske produkter

5.1. Clearway 1 og Clearway 2s

5.1.1. Generelt

Clearway 1 er en klar, fargeløs væske som består av ca. 50 % vann og ca. 50 % kaliumasetat. Væsken inneholder ca 0.6 % korrosjonsinhibitorer som i henhold til opplysninger fra forhandler består av veldokumenterte næringsmiddeltilsetninger (M. Ringquist, pers. medd.). Tilsetningsmidlene inneholder bl. a. noe fosfor og nitrogen. Fysisk - kjemiske egenskaper forøvrig går frem av faktablad, bilag 1.

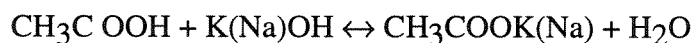
Clearway 2s er granulert natriumasetat eller natriumasetat i pulverform. Fysisk - kjemiske egenskaper går frem av faktablad, bilag 2.

Kaliumasetatets (KAc) kjemiske formel er CH_3COOK . Natriumasetatets (NaAc) kjemiske formel er CH_3COONa . Asetationet (CH_3COO^-) er basen til eddiksyre, (CH_3COOH). I vann dissosierer syren :

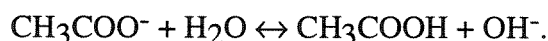


Eddiksyren er en svak syre, $\text{pK}_a = 4.76$ (ved $\text{pH} = 4.76$ foreligger halvparten som syre HAc og halvparten som Ac^-).

Asetat lages med utgangspunkt i eddiksyre og lut (KOH/NaOH) slik at H^+ ionet byttes ut med K^+/Na^+ -ionet:



Asetationet (Ac^-) danner i vannløsning en syre - baselikevekt som nevnt ovenfor:



Kalium- resp. natrium-ionet deltar ikke i denne likevekten. Disse ioner er lettløselig i vann og vil derfor lett tilføres grunnvann/overflatevann som hydrogenkarbonater og/eller karbonater avhengig av pH.

Ut fra grunnstoffenes atomvekter er den prosentvise sammensetning av KAc basert på vekt, ca. 40 % kalium, ca 25 % karbon, ca 33 % oksygen og ca 2 % hydrogen. Tilsvarende vektfordeling for NaAc er 28 % natrium, 29 % karbon, 39 % oksygen og 4 % hydrogen.

5.1.2. Kalium og natrium

Kalium og natrium er av de mest vanlig forekommende metaller i naturen. I rent sjøvann er spesielt natriumklorid sterkt fremtredende. I friskt havvann med en saltholdighet på ca. 35 promille er natriuminholdet ca. 10.75 g/kg mens kaliuminnholdet er ca. 0.39 g/kg vann.

Natrium og kalium forekommer naturlig i bergarter og løsmasser. Under den marine grense, som f. eks. i deler av Romerike, inneholder de marine avsetninger store mengder kalium og natrium. I områder med intensivt jordbruk vil vassdragene også tilføres betydelige mengder kalium fra jordbruksarealene.

Kalium er et nødvendig gjødselstoff ved planteproduksjon. Omkring 95 % av alt kaliumklorid som produseres anvendes som gjødselstoffer i jordbruket. I tillegg anvendes en god del kaliumforbindelser ved produksjon av vaskemidler.

Natriumklorid brukes først og fremst i næringsmiddelindustrien og husholdningen. Natriumsulfat brukes i treforedlingindustrien, i glassvarer og i en rekke andre produkter.

Kalium og natriumforbindelser er lett løselige i vann og stoffene forekommer derfor kun i ioneform. I overflatevann varierer konsentrasjonene avhengig av vannforekomstens beliggenhet i forhold til havet. Konsentrasjonene er langt høyere ute ved kysten enn i innlandet. Grunnvannet inneholder gjerne noe høyere konsentrasjoner enn overflatevann, spesielt i lavlandet under den marine grense. I bekker og elver som drenerer denne type områder, kan konsentrasjonene variere avhengig av grunnvannspåvirkningen. Organismene som lever i denne type vannforekomster er tilpasset og vil leve i harmoni med dette variasjonsmønster.

5.1.3. Asetat

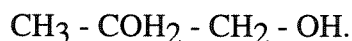
Asetat er basen til eddiksyre som er meget utbredt i planteriket, dels i fri form, men mest som ester av forskjellige alkoholer. Eddiksyren og dens salter brukes i store mengder i industrien i fargestoffer, som vannavstøtende midler m. m.

Asetatet brytes lett ned, under forbruk av oksygen. Nedbrytningsproduktene er karbondioksid og vann. Produsenten oppgir BOD₅- verdier på 0.295 - 0.325 g O/g Clearway 1 og 0.406 g O/g Clearway 2s (Bilag 1 og 2).

5.2. Kilfrost

5.2.1. Generelt

Hovedbestandelen i Kilfrost som brukes for avisning av fly, er monopropylenglykol som har den kjemiske formelen



Avhengig av bruksmåten tilsettes ulike typer tilsetningsstoffer. Type 1 som er mest brukt inneholder i utgangspunktet:

- 80 % monopropylenglykol
- Korrosjonsinhibitorer
- Fuktemidler
- Ca. 20 % vann.

5.2.2- Miljøegenskaper i vann

Monopropylenglykol omsettes biologisk med et høyt forbruk av oksygen. Tilgangen på oksygen i forhold til tilført væske, er derfor vesentlig for virkningen i resipienten (Efraimsen m. fl., 1992). Er væsketilførselen stor i forhold til tilgjengelig oksygen, oppstår anaerobe tilstander. Nedbrytningsprosessene føres i så fall videre av anaerobe bakterier.

Under de biologiske omsetningsprosesser dannes propanol og isopropanol. Disse stoffer omsettes anaerobt av f. eks. sulfatreduserende bakterier (hvis sulfat er til stede) under dannelse av karbondioksid og hydrogensulfid (H_2S), alkylsulfider og tioler eller merkaptaner. Merkaptanene har en gjennomtrengende, høyst ubehagelig lukt (løklukt), som røper tilstedeværelsen selv i meget små mengder. Sulfidforbindelsene er miljøgifter som medfører alvorlige konsekvenser for naturmiljøet selv i meget små mengder. Anaerobt grunnvann som inneholder denne type sulfidforbindelser, kan således få meget store konsekvenser for organismelivet, ihvertfall lokalt, hvis det siver ut i bekkesystemer.

Kilfrost er, selv under aerobe tilstander, meget giftig for organismelivet i vann (Källqvist 1992). I hurtigflytende bekker/elver hvor det er god tilførsel av oksygen, er den primære giftvirkningen av større betydning enn den sekundære. I stilleflytende bekker er oksygentilgangen begrenset, særlig under isdekket om vinteren, og følgelig vil også den sekundære gifteffekten gjøre seg gjeldende.

6. Vannkvaliteten i Sogna etter samløp Vikka og Leira ved Krokfoss

I forbindelse med Den Internasjonale Hydrologiske Dekade (IHD), ble det i tidsperioden 1968 til 1974 samlet inn kjemiske prøver ca. 2 ganger pr. mnd. fra Sogna etter samløp Vikka og fra Leirelva ved Krokfoss. Resultatene er publisert i IHD-årbøker. Parametre som har relevans i forbindelse med eventuell tilførsel av avisningsmidler er diskutert i det følgende.

Den generelle vannkvaliteten i Leira og Sogna i de senere år er beskrevet av Nicholls, 1991.

Variasjonsmønstret over året for kalium, natrium, kalsium og magnesium i de to elver er vist i bilag 3.

Middel-, maks.- og min.-verdier for vannføring og de fire hovedkationene for hele perioden (1968 - 1974) i Leira og Sogna går frem av tabell 1.

Tabell 1, Leira ved Krokfoss og Sogna. Middel-, maks- og min.-verdier for hovedkationene i årene 1968 til 1974.

Leira ved Krokfoss 1968 - 1974			
Parameter	Middel	Maks.	Min.
Vannføring, m³/s	6.6	55.9	0.7
Kalium, mg K/l	1.5	10.5	0.5
Natrium, mg Na/l	5.1	12.9	1.1
Kalsium, mg Ca/l	9.2	67.6	2.2
Magnesium, mg Mg/l	1.9	4.2	0.5
Sogna etter samløp Vikka 1968 - 1974			
Vannføring, l/s	480	3320	28
Kalium, mg K/l	2.9	14.5	1.9
Natrium, mg Na/l	7.5	15	3.2
Kalsium, mg Ca/l	32.9	42.2	9.7
Magnesium, mg Mg/l	4.8	9.2	3.2

I Leira er det meget store variasjoner i vannføring og konsentrasjon av hovedkationer. Dette skyldes at under snøsmelting eller i perioder med kraftig regn, dominerer overflateavrenningen fra hele nedbørfeltet, mens i lavvannsperioder er vannkvaliteten sterkt påvirket av grunnvann først og fremst fra Gardermoområdet.

Vannføring og konsentrasjoner av hovedkationer varierer også i Sogna. Variasjonene er imidlertid mindre her enn i Leira og dessuten er konsentrasjonene til dels betydelig høyere. Dette skyldes at denne elv er sterkt påvirket av grunnvannstilsig fra Gardermoenområdet. De høye konsentrasjoner av hovedkationer i grunnvannet skyldes at løsavsetningene består av marine avsetninger og følgelig høyt innhold av slike komponenter.

I de 2-3 siste år er Clearway 1 blitt anvendt som avisningsmiddel på rulle- og taxebanene på nåværende Gardermoen flyplass. Dessuten anvendes kaliumholdig gjødsel i jordbruket. Det er derfor rimelig å forvente at en viss konsentrasjonsøkning har funnet sted. I tidsperioden juli - sept er derfor prøver som er samlet inn fra Sogna etter samløp Vikka, blitt analysert på de samme komponenter som nevnt ovenfor (Grøner Anlegg Miljø A/S). Resultatene er vist i tabell 2.

Tabell 2. Analyseresultater fra Sogna etter samløp Vikka sommeren 1994.

Dato	Vannføring, m ³ /s	Natrium, mg Na/l	Kalium, mg K/l	Kalsium, mg Ca/l	Magnesium , mg Mg/l
07. juli	0.213	12.4	3.53	41.6	5.23
13. juli	0.209	10.9	2.8	44.2	5.29
19. juli	0.205	11	2.8	44.6	5.24
25. juli	0.205	11.2	2.59	49.8	5.62
09. aug.	0.221	10.6	2.28	48.4	5.82
06. sept.		10.5	3.0	46.0	5.3
Maks.	0.221	12.4	3.53	49.8	5.82
Middel	0.211	11.1	2.8	45.8	5.4
Min.	0.205	10.5	2.28	41.6	5.23

Vannføringen på de ulike prøvetakingsdager var lave. Dette som følge av den nedbørfattige sommeren. Vannkvaliteten var derfor i vesentlig grad preget av grunnvann. På bakgrunn av dette synes konsentrasjonen av de angjeldende stoffer å ha endret seg lite siden "dekadeperioden". Vi vil imidlertid anbefale at undersøkelsen fortsetter slik at variasjonsmønsteret over året kan bli dokumentert.

På grunn av periodevis meget liten vannføring, særlig i Sogna og Vikka, kan vannkvaliteten lett påvirkes av forurensninger.

Nicholls (1991) konkluderer med at både Leira og Sogna er sterkt belastet med nærings saltene fosfor- og nitrogen-forbindelser samt tarmbakterier. Dessuten er elvene sterkt belastet med erosjonsmateriale (partikler). Med bakgrunn i det foreliggende analysemateriale (Nicholls 1991) og klassifiseringssystemet som er utarbeidet av Statens forurensningstilsyn (SFT, 1992), kan egnetheten av den nåværende generelle vannkvalitet (fosfor, nitrogen, bakterier, turbiditet m. fl.), klassifiseres på følgende måte:

Vassdrag	Drikkevann	Badevann	Jordvanning	Sportsfiske
Leira ved Krokfoss	4	3 - 4	2 - 3	3
Sogna etter saml. Vikka	4	4	3	3 - 4

Kl. 1 = Godt egnet

Kl. 2 = Egnet

Kl. 3 = Mindre egnet

Kl. 4 = Ikke egnet

7. Normer og grenseverdier for kalium, natrium, asetat og propylenglykol

7.1. Normer for drikkevann

I mange land, også i Norge, anvendes en veiledende norm på 20 mg Na/l som øvre grense for godt drikkevann. Dette er også i overensstemmelse med anbefalinger fra Verdens Helseorganisasjon (WHO) og Den Europeiske Union (EU). Årsaken til dette er at natrium stimulerer høyt blodtrykk og hjertekarsykdommer. Den nevnte verdi gjelder spesielt personer som tilhører denne risikogruppe og som således må leve på diett. I henhold til Folkehelsa bør natriuminnholdet ellers ikke overstige 100 mg Na/l. WHO og EU anbefaler henholdsvis 200 og 175 mg Na/l i denne sammenheng. Smaksgrensen for natrium (saltsmak) varierer mellom 120 og 270 mg Na/l.

Folkehelsa har ikke utarbeidet noen tilsvarende normer for kalium. I EU's direktiver er veiledende norm for kalium i drikkevann 10 mg K/l og tillatte maksimumskonsentrasjon er oppgitt til 12 mg K/l.

Det finnes ingen normer for asetat i drikkevann, men i relasjon til biologisk nedbrytning kan nevnes at i henhold til drikkevannsnormene skal oksygeninnholdet i godt drikkevann være større enn 70 % metning.

Det finnes heller ingen normer for propylenglykol i drikkevann. Begrensningene vil som for asetat, ligge i oksygenforbruket samt i giftvirkninger.

7.2. Normer for vann for irigasjon i jordbruket

Kalium er et gjødselstoff og konsentrasjoner innenfor visse grenser vil være positivt ved vanning av jordbruksarealer.

Høye natriumkonsentrasjoner kan derimot være skadelige for planter og jordsmonn. Natrium påvirker plantene på 5 forskjellige måter:

1. Ved direkte rotopptak, kan toksiske nivåer nås ved akkumulering.
2. Ved direkte absorpsjon gjennom bladverk fra sprederne.
3. Næringsmessig ubalanse. Lave konsentrasjoner av kalsium og magnesium hindrer opptak og akkumulering av natrium.
4. Ødeleggelse av jordas fysiske struktur (tetting av porer, ionebytte m. m.).
5. Høye konsentrasjoner av natrium som kation bidrar til osmotisk stress for plantene.

Den negative betydning av natrium er i stor grad avhengig av konsentrasjonsnivåene av andre hovedioner som er til stede. Formelen nedenfor brukes ofte for å vurdere om

natriuminnholdet er for høyt i vann som brukes for vanning:

$$\% \text{ Na} = (\text{Na} + \text{K}) * 100 / (\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K})$$

En verdi av dette på 60 % er ansett som øvre grense for jordbruksvanning.

Vannets innhold av asetat (organisk stoff) vil neppe ha noen betydning ved bruk av vannet til jordvanning.

Det finnes ingen normer for vanningsvannets innhold av propylenglykol. Begrensningen vil sannsynligvis først og fremst ligge i giftvirkningen.

8. Tilførsler og konsekvenser

8.1. Tilførsler

Rullebanenes areal på den nye hovedflyplass er oppgitt til ca. 480.000 m². Forbruket av avisningsmidler vil variere fra år til år avhengig av vær- og klimatiske forhold. Antar vi at det ved hver dosering anvendes 25 g/m² (på Arlanda ble det siste sesong brukt 17 g/m², Vikstrøm pers. medd.) og at det foretas 40 avisninger pr. sesong (Aasgaard 1993), blir forbruket av Clearway 1 ca. 480 tonn pr. sesong. I fortsettelsen blir dette brukt som et maksimumstall. Væsken inneholder ca. 50 % vann og ca. 50 % kaliumasetat (KAc) dvs. ca. 240 tonn. Ca. 40 % av KAc består av kalium. Følgelig tilføres rullebanene bortimot 100 tonn kalium og omkring 140 tonn asetat pr. sesong.

På enkelte flyplasser anvendes en kombinasjon av avisningsmidlene Clearway 1 og Clearway 2s. Hvis Clearway 2s skulle bli tatt i bruk på Gardermoen, vil sannsynligvis forbruket av Clearway 1 avta, men foreløpig er det ikke tatt noen beslutninger om dette.

Avisningen av fly skal foregå på spesielle avisningsplattformer og her vil væsken bli samlet opp. I utgangspunktet vil sålede ikke vannforekomstene tilføres avisningsvæske herfra. Rullebanen vil imidlertid tilføres små mengder propylenglykol fra fly som er blitt aviset og som gjør seg klar til avgang. Noe av avisningsvæsken henger nemlig igjen på flyene og vil dryppe av under taksing og start. Det er vanskelig å si hvor store mengder dette dreier seg om. Ca 25 % av påført avisningsvæske er blitt anslått som andel som følger med flyene når disse forlater avisningsplattformen.

Størsteparten av rullebanene drenerer til Vikka og Sogna. Hvilke konsekvenser avisningsmidlene vil få for disse bekker og Leira er avhengig av mengder, dreneringssystemer og dreneringsveier.

8.2. Konsekvenser for overflatevannet ved infiltrasjon i grunnen

Nedbrytningsforløpet av Clearway 1 i et jordprofil fra Gardermoen er blitt undersøkt ved NIVA ved bruk av lysimeter (Laake og Efraimsen, 1992). Resultatene fra denne undersøkelse viste at Clearway 1 brytes fullstendig ned i de øverste jordlag så lenge det er tilgjengelig oksygen til stede. Når vannet i jorda ble strippet for oksygen, stoppet nedbrytningen opp. Omsetningen og forbruket av oksygen var meget intensivt i de øverste jordlag. Nedbrytningen gikk mye raskere ved høye temperaturer enn ved lave. På grunn av den langsommere nedbrytning ved lave temperaturer, ble det konkludert med at konsentrasjonen i infiltrasjonsvannet ikke måtte overstige 50 mg/l DOC som tilsvarer 370 mg/l avisningsvæske.

Resultatene fra disse forsøkene viser at hvis tilførslene av avisningsmidlene er for store i forhold til tilgjengelige oksygenmengder, vil det kunne oppstå anaerobe forhold i grunnvannet. Det må også taes i betraktning at eventuell tilførsel av propylenglykol som drypper av flyene, brytes også ned og vil således konkurrere om de samme oksygenreserver.

Tilsetningsstoffene inneholder også litt fosfor og nitrogen (French pers medd.), men totalt sett vil dette utgjøre meget små kvanta.

8.2.1 Natrium og kalium

Natrium og kalium brytes ikke ned, men følger vannstrømmen ned gjennom jordsøylen som løst hydrogenkarbonat eller karbonat. Kalium som er et gjødselstoff, vil i noen grad reduseres ved planteopptak i vegetasjonssonen.

Noe kalium og natrium holdes tilbake i jordsøylen (ionebytte) og i grunnvannet. Først når grunnvannet når frem til bekkene, vil konsentrasjonene her øke. Sannsynligvis vil konsentrasjonene i grunnvannet variere lite med tiden.

På grunnlag av de foreliggende analyseresultater fra tidsperioden 1968 - 1974 og noen enkeltmålinger fra 1994, har konsentrasjonene av kalium og natrium i Sogna etter samløp Vikka, endret seg lite i det angjeldende tidsrom. Dette til tross for at en viss økning som følge av jordbruksvirksomhet og de senere års bruk av Clearway 1 på nåværende flyplass. Ionebytte og akkumulering i grunnvannet er sannsynligvis årsak til dette. Eventuelle konsentrasjonsøkninger under snøsmeltingen våren 1994 som følge av overflateavrenning, er ikke undersøkt.

Når og i hvilken grad kalium og eventuelt natrium i avrenningsvannet når vassdragene, beror på dreneringspraksis og dreneringsveier. I alle fall må vi regne med at tilførslene til vassdragene i vesentlig grad forsinkes p.g.a. drenering gjennom den umettede sone og via grunnvann. En stor del av tilførslene, ihvertfall via eventuell overflateavrenning, vil skje under snøavsmeltingen om våren dvs. i perioder med stor vannføring i bekkene.

Hvis avrenningsvannet fra rullebanene tilføres jevnt over hele året, vil årskonsentrasjonen i Sogna etter samløp Vikka øke med vel 6 mg K/l i gjennomsnitt. Konsentrasjonen vil imidlertid bli høyere i lavvannsperioder og lavere i flomperioder. Den gjennomsnittlige økningen av konsentrasjonen i Leira vil under de samme forutsetninger bli ca. 0.5 mg K/l. I

den grad kalium holdes tilbake i vegetasjon (gjødselstoff), i jordsmonnet eller skjer til andre vassdrag innvirker selvfølgelig på tilførslene til Sogna/Leiravassdraget.

Med bakgrunn i normene som er behandlet i kapitel 7, vil kalium og natriumtilførselen fra avisningsmidlene neppe innvirke på vannkvalitetens bruksrelaterte egnethet og heller ikke på de biologiske forholdene i de berørte bekker/elver. Hvis innsjøer tilføres slike stoffer, kan tendensen til meromiktiske tilstander forsterkes.

8.2.2. Asetat

Under forutsetning av at asetatet brytes ned i den umettede sone før det når grunnvannet, vil det selvfølgelig ikke medføre noen konsekvenser for overflatevannkildene.

Hvis tilførslene medfører at oksygenfritt grunnvann, eventuelt med asetatrester, når overflatevannforekomstene, vil dette kunne resultere i jernutfellinger og heterotrof vekst lokalt i tilsigsområdet. Økt fosfortilførsel kan inntreffe som følge av at fosfor frigjøres fra løsmassene under reduktive (oksygenfrie) tilstander. Dette vil i så fall bety økt begroing i bekkene.

8.2.3. Monopropylenglykol

Under forutsetning av at tilført glykol fra flyene, brytes ned før den når grunnvannet, vil grunnvannstilsiget ikke få noen konsekvenser for overflatevannkildene.

Hvis imidlertid glykolrester når frem via anaerobt grunnvann, vil det oppstå løklukt, jernutfellinger og heterotrof vekst lokalt i tilsigsområdet.

8.3. Konsekvenser ved direkte drenering til Sogna eller Leira.

Konsekvensene for vannkvaliteten i de berørte vannforekomster beror på mengder avisningsmidler i forhold til tilgangen på oksygen dvs. vannføring og vannhastighet i bekkene/elvene.

Kalium/natriumkonsentrasjonene vil øke, men neppe i en slik grad at det medfører konsekvenser hverken for bruken av vannet eller for organismelivet.

Asetatet brytes raskt ned og vil neppe medføre konsekvenser for de biologiske forhold og bruken av vannforekomstene.

Propylenglykol vil også brytes ned. Det forutsettes at konsentrasjonene ikke er så høye at gifteffekter oppstår.

9. Konklusjon

Sogna, Vikka og Leira er i utgangspunktet sterkt forurenset. Dette innvirker på organismelivet i vannet og på bruken av vannet. Konsekvensene for vannforekomstene og bruken av dem ved tilførsler eller tilsig av rester av avisningsmidler som tilføres fly og rullebaner på den nye hovedflyplass, kan oppsummeres på følgende måte.

Konsekvenser for drikkevann:

De aktuelle vannforekomster er ikke egnet som drikkevannskilder og blir så vidt vi kjenner til ikke brukt til det. Økte tilførsler vil derfor ikke ha noen betydning i denne sammenheng.

Konsekvenser for vanningsvann:

Kalium er et gjødselstoff og vil derfor neppe medføre problemer ved bruken av vannet til jordvanning. I følge de beregningsmetoder som vanligvis brukes i landbruket, må natriuminnholdet i Sogna overstige 50 mg/l før vannet er betenkelig til jordvanning. På bakgrunn av de foreliggende opplysninger om forbruk av avisningsmidler, vil konsentrasjonene neppe kommer opp i disse nivåene i de avsnitt som er aktuelle for uttak av vanningsvann. I Leira vil heller ikke de aktuelle konsentrasjonsøkninger av natrium og kalium være til noe hinder for bruken av vannet som vanningsvann. I så fall må natriumkonsentrasjonen her overstige 15 - 20 mg Na/l. I dag er middelkonsentrasjonen ca. 5 mg Na/l og høyeste målte konsentrasjon 13 mg Na/l.

Eventuelle små mengder (rester) av asetat og/eller glykol brytes raskt ned og vil ikke være noe hinder for denne bruksform.

Konsekvenser for bading:

De aktuelle elveavsnitt egner seg dårlig for bading p.g.a. høyt innhold av partikler og bakterier. De aktuelle komponenter fra avisningsmidlene vil ikke innvirke på denne bruksform.

Økologiske konsekvenser:

Innenfor visse grenser vil de fleste organismer kunne tilpasse seg variasjoner i vannets innhold av natrium og kalium. Det er også i dag betydelige variasjoner i natrium og kaliuminnholdet i de aktuelle vannforekomster. Avhengig av dreneringsveiene kan kalium og natriuminnholdet i de minste bekkene øke i en slik grad at organismesamfunnet endres dvs at "saltsvake" grupper forsvinner til fordel for "salttolerante". Etter hvert som bekkene vokser seg større, vil neppe dette bli tilfelle. I Leira hvor endringene i konsentrasjonene blir relativt små, vil tilførslene ikke ha noen betydning for organismesamfunnene. Fiskefaunaen blir neppe berørt hverken i Sogna eller Leira.

Hvis infiltrasjon av asetat og/eller glykol fører til oksygenfritt grunnvann, vil det kunne medføre bl. a. jernutfellinger og vekst av bakterier lokalt når vannet når frem til bekkene. Glykoltilførsel under slike forhold vil medføre lukt og skape et giftig miljø for de fleste organismearter. Det forutsettes at glykolkonsentrasjonene er så lave at glykolen i seg selv ikke medfører giftvirkninger.

I den grad innsjøer blir berørt kan økt saltkonsentrasjon medføre økt stabilitet og en utvikling av eller styrking av en meromiktisk tilstand (permanent anaerobe tilstander i de bunn-nære

vannmasser). For øvrig gjelder de samme forhold som antydnet ovenfor.

Aerobt avrenningsvann fra rullebanene som tilføres eller kommer frem til godt luftede elvestrekninger med tilstrekkelig vannføring , brytes raskt ned ned. og vil neppe forringe vannets kvalitet.

Referanser

Aasgaard, G. F., 1993: Avløpsløsninger hovedflyplass Gardermoen. Vedleggsrapport. Dimensjoneringsunderlag og vurdering av prosessløsninger for intern rensing av avløpsvann. NIVARAPPORT 1993

Battersby, N, 1987: Determination of the Depletion in dissolved oxygen of river water incubated at 4 °C in the presence of a de-icing agent on behalf of BP Chemicals LTD, WRc Environment, Medmenham Laboratory.

Berge, D. 1993: Kjemisk vannkvalitet - virkninger på planter og jord. NIVA-notat.

Canadian Council of Resource and Environment Ministers 1994: Canadian Water Quality Guidelines.

Efraimsen, H., T. Källqvist og M. Laake, 1992: Nedbrytning av avisningsvæsken Kilfrost i aktiv-slam system (laboratorie-skala forsøk). Nivarapport, l.nr.2684.

Källqvist, T., 1992: Toxicity tests of de-icing fluids. NIVA-rapport O-091047.

Nicholls, M., 1991: Vassdrag på Romerike. ANØ-rapport nr. 45/91.

Laake, M. og H Efraimsen, 1992: Nedbrytning av avisningsvæskene Kilfrost og Clearway 1 i lysimeterforsøk med jord som resipient. Nivarapport, L.nr. 2747.

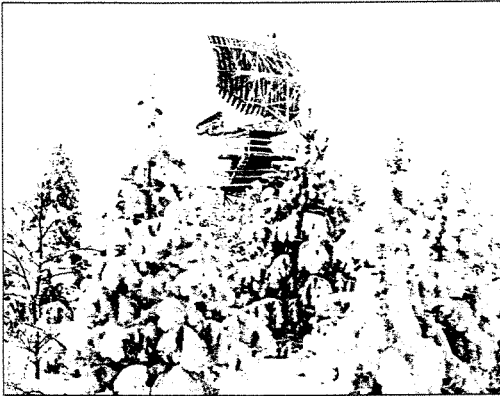
Luftfartsverket, Stockholm, 1993: Acetat for avisning av banor. Erfarenheter från Arlanda vintern 1992/93. DELRAPPORT.

Paylor, A., 1994. Airports and the Environment. MDIS Publications Limited.

Statens forurensningstilsyn, 1992: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon.

Clearway 1

environment



The use of Clearway 1 as opposed to other deicers will improve the environment surrounding the airport. Nitrogen effluents are eliminated and oxygen demand is less than for traditional deicers.

Environmental data for Clearway 1 has been generated in different countries, according to requirements for product approval. Clearway 1 has shown to be, in independent international tests, harmless to ground water systems, animals and plants.

Clearway 1 has been tested according to German standards, by *Hygiene Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen Germany*. Clearway 1 was assigned *Class 0, that is, in general not water endangering*. The test included acute toxicity to bacteria, acute toxicity to fish, biological degradation behaviour and acute oral toxicity to mammals. Clearway 1 is not toxic to fish because unlike urea, it does not degrade to form ammonia.

In Norway, Sweden and Finland, Clearway 1 has been approved by the relevant *State Pollution Authorities* using their own information and environmental data provided by others, for use on airport runways. In the UK and Germany, Clearway 1 was extensively tested before it was approved.

Remarkable reduction of nitrogen effluents has been reported by several airports including Stockholm-Arlanda and Gothenburg-Landvetter.

The effect of Clearway 1 on skin and eyes has been tested according to *OECD guidelines* and was assigned *non-irritant*. However, extremely sensitive individuals might experience moderate irritation on skin and in eyes.

environmental data

BOD ₅	0,295 - 0,325 gO ₂ /g
96 h LC ₅₀	> 1000 mg/litre
Sewage Treatment Works Test	No adverse effect on full scale plant

Source: Thames Water Authority and Huntingdon Research Centre

Clearway 1 is not harmful to users, animals or fish and fully biodegrades in aqueous systems without causing oxygen depletion problems.

Clearway 1

product specification

Clearway 1 is based on a unique formulation of potassium acetate and corrosion inhibitors.

Appearance	Clear, colourless, mobile liquid, free from matters in suspension
Colour	25 Hazen max.
Assay	50,6 % m/m min. active material
Density at 20 C	1250 - 1300 kg/m ³
Viscosity at 20 C	10 mPa.s max. or 5 mm ² /s max.
0 C	20 mPa.s max. or 8 mm ² /s max.
Refractive Index at 20 C	1,390 - 1,400
Flash Point (Abel closed cup)	Non-flammable
Freezing Point	Less than -60 C
Miscibility with water	Complete
pH - undiluted	10,8 - 11,2
- 10 % m/m solution in distilled water	8,4 - 8,8

Clearway 2s

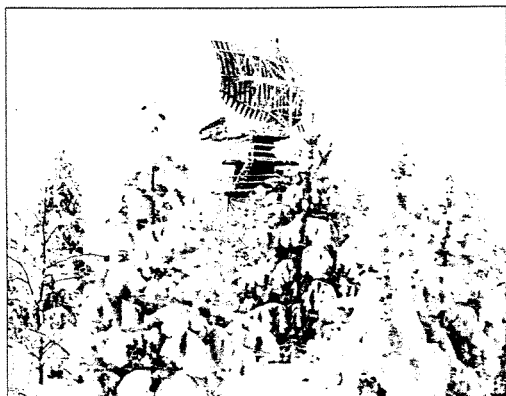
product specification

Clearway 2s is based on a unique formulation of sodium acetate to meet the requirements of the aviation industry.

Appearance	white irregular granules
Density at 20° C	710 - 780 kg/m ³
pH of 10 % w/w solution	8,5 - 10,5
Flash Point (Abel closed cup)	non-flammable
Miscibility	soluble in water

Clearway 2s

environment



Clearway 2s offers state of the art deicing technology. It has lower environmental impact than conventional deicers.

Clearway 2s is readily biodegradable and its environmental benefits are comparable with those of Clearway 1, hence an excellent rating.

Clearway 2s has been tested by the *Hygiene Institut des Ruhrgebiets, Gelsenkirchen Germany*. The tests comprised acute toxicity to bacteria, acute toxicity to fish, biological degradation behaviour and acute oral toxicity to mammals. Clearway 2s was assigned *Class 0, in general not water endangering*.

environmental data

BOD ₅	0,406 gO ₂ /g
Rainbow Trout 96 hr LC ₅₀	> 1000 mg/litre
Sewage Treatment Works Test	No adverse effect on full scale plant

*Source: Severn Trent Authority and
Huntingdon Research Centre*

For health and safety matters, please consult our material safety data sheet.

Bilag 3

Konsentrasjoner for noen parametre i Leira ved Krokfoss og Songa etter samløp med Vikka i 1971.

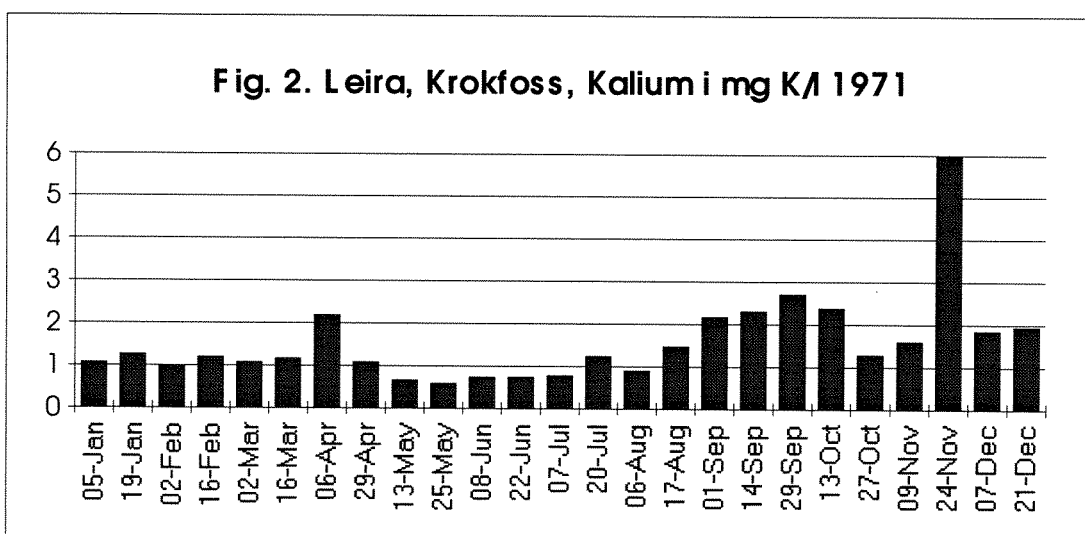
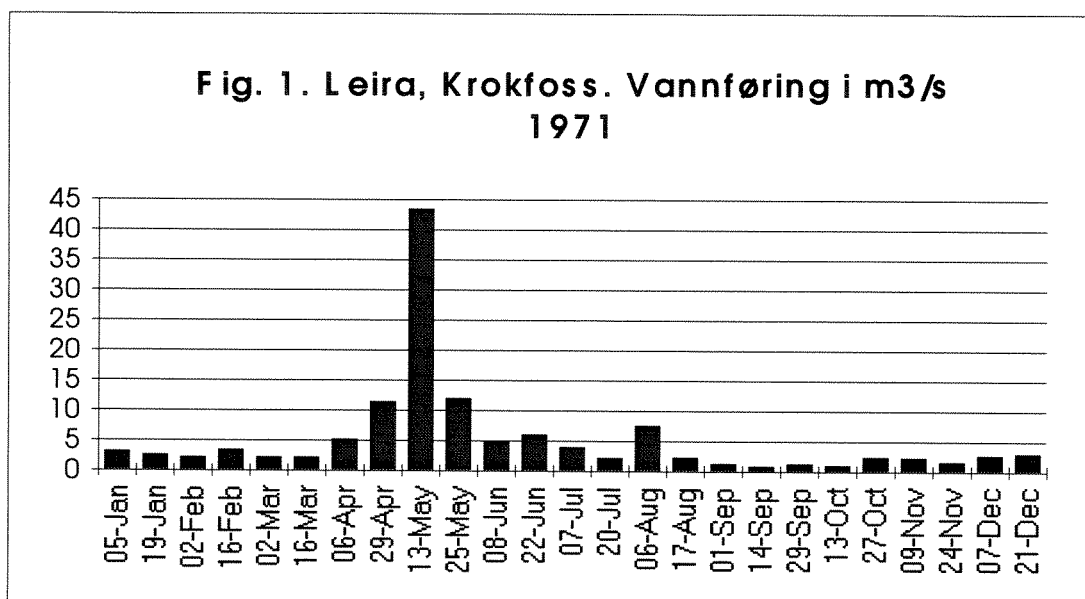


Fig. 3. Leira, Krokfoss, Natrium i mg Na/l 1971

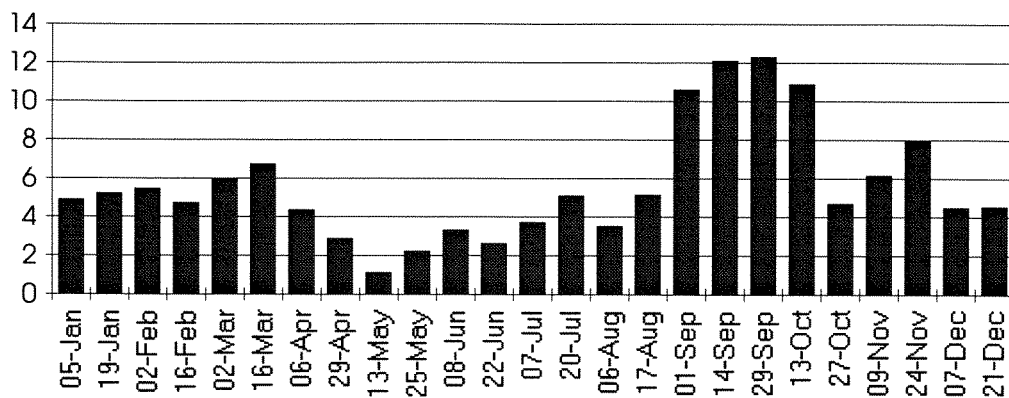


Fig. 4. Leira, Krokfoss. Kalsium i mg Ca/l 1971

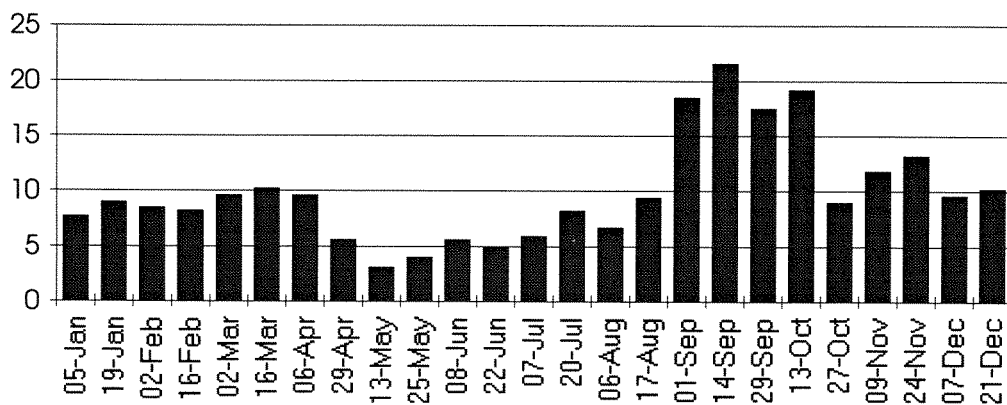


Fig. 5. Leira, Krokfoss Magnesium i mg Mg/l 1971

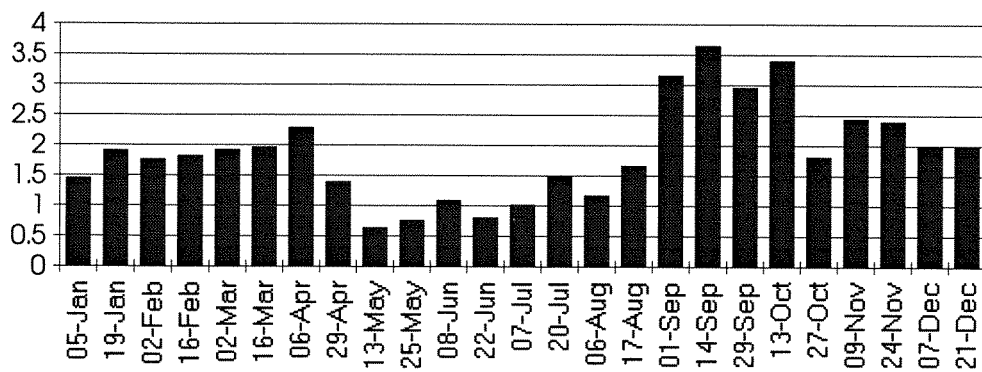


Fig. 6. Sogna. Vannføring i 100 l/s 1971

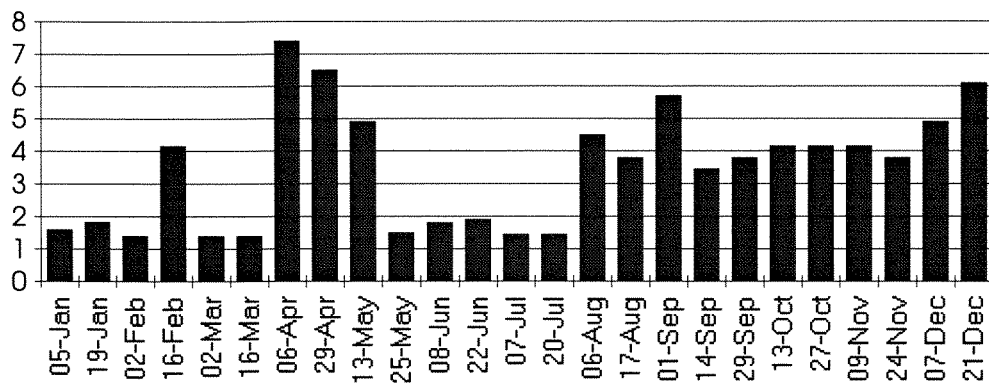


Fig. 6. Sogna. Kalium i mg K/l 1971

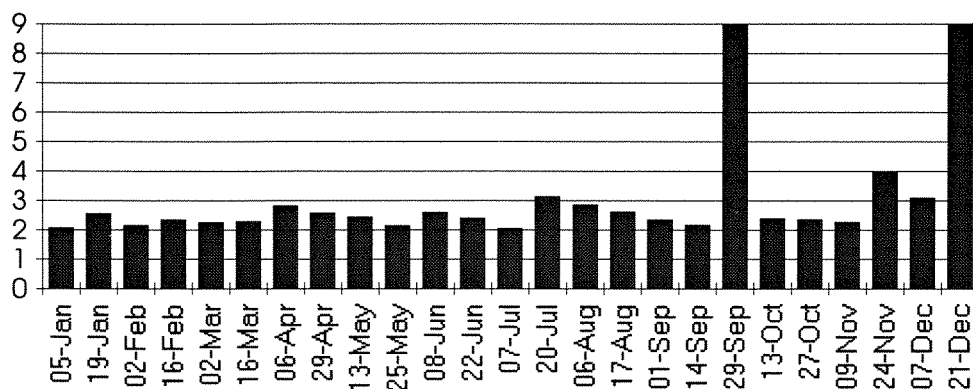


Fig. 7. Sogna. Natrium i mg/l 1971

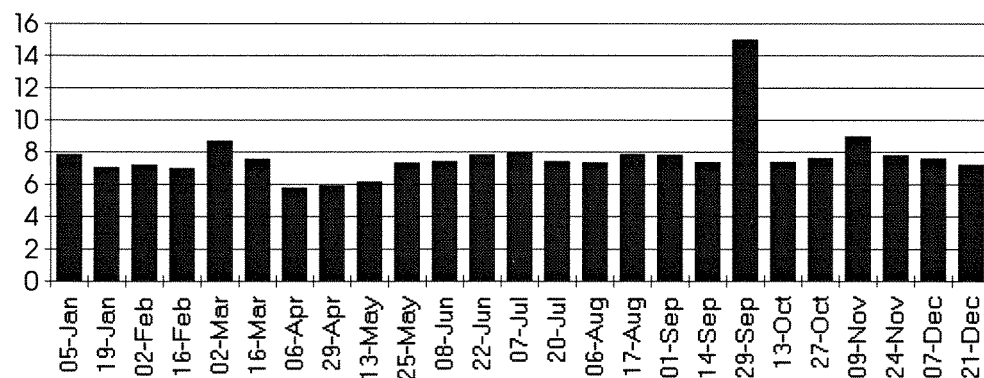


Fig. 9. Sogna. Kalsium i mg Ca/l 1971

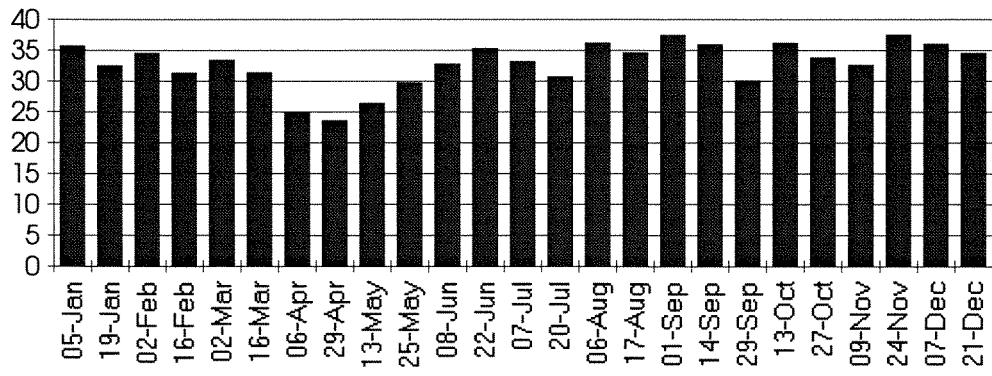
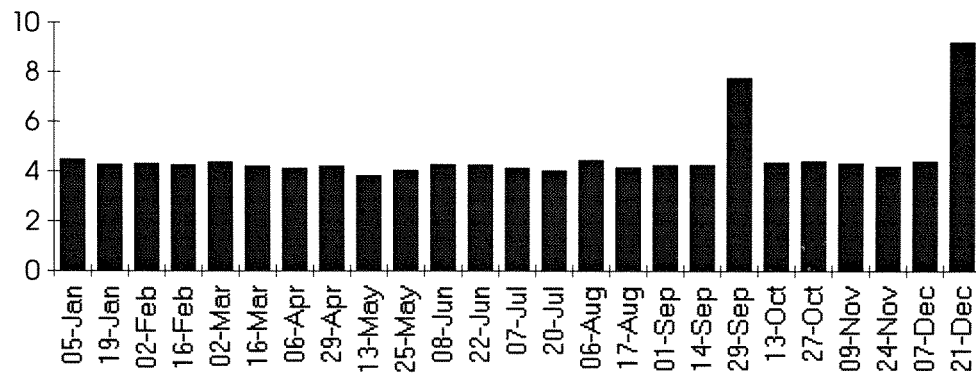


Fig 10. Sogna. Magnesium i mg/l 1971





Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2611-7