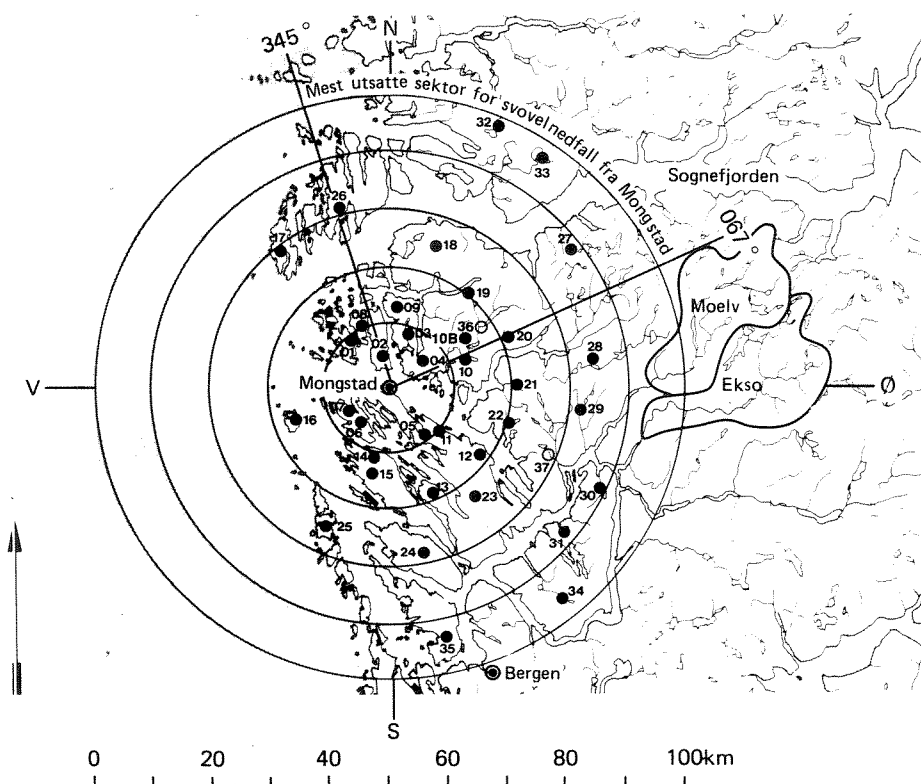


0-88162

Overvåking av innsjøer rundt  
**Mongstad**

1991



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-88162	Undernr.:
Løpenr.: 2760	Begr. distrib.:

<b>Hovedkontor</b> Postboks 69, Korsvoll 0808 Oslo 8 Telefon (47 2) 23 52 80 Telefax (47 2) 95 21 89	<b>Sørlandsavdelingen</b> Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47 41) 43 033 Telefax (47 41) 44 513	<b>Østlandsavdelingen</b> Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47 65) 76 752 Telefax (47 65) 78 402	<b>Vestlandsavdelingen</b> Breiviken 5 5035 Bergen - Sandviken Telefon (47 5) 95 17 00 Telefax (47 5) 25 78 90	<b>Akvaplan-NIVA A/S</b> Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47 83) 85 280 Telefax (47 83) 80 509
--	---	--	--	--

Rapportens tittel: Overvåking av innsjøer rundt Mongstad, 1991	Dato: 5.6. 1992	Trykket: NIVA 1992
	Faggruppe: Sur nedbør	
Forfatter(e): Tor S. Traaen	Geografisk område: Hordaland Møre & Romsdal	
	Antall sider: 29	Opplag:

Oppdragsgiver: Statoil Mongstad, 5154 Mongstad	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

## Ekstrakt:

I 1988, 1989, 1990 og 1991 er det utført vannkjemiske undersøkelser av 27 innsjøer innenfor en radius av ca 4 mil fra Mongstad-raffineriet. Deler av undersøkelsesområdet er blant de mest forsuringfølsomme områdene i Norge og tåler ingen belastning med sur nedbør uten at man må forvente forsuringsskader. Fjerntransporterte forurensninger er hovedårsaken til forsuringen av innsjøene i undersøkelsesområdet. Episodisk forsuring grunnet den såkalte "sjøsalteffekten" har også stor betydning i undersøkelsesområdet. Det har ikke vært registrert noe målbart bidrag fra Mongstad-raffineriet til forsuringen av innsjøene i området. Årsaken til sure episoder i bekker i området vil kunne avklares ved automatisk overvåking.

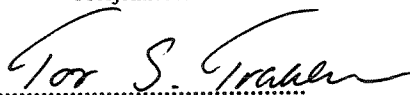
4 emneord, norske

1. Sur nedbør
2. Innsjøer
3. Forsuring
4. Oljeraffineri

4 emneord, engelske

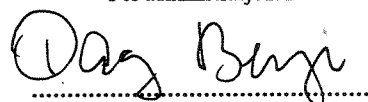
1. Acid rain
2. Lakes
3. Acidification
4. Oil refinery

Prosjektleder



Tor S. Traaen

For administrasjonen



Dag Berge

ISBN 82-577-2106-9

**O-88162**

**OVERVÅKING AV INNSJØER  
RUNDT MONGSTAD  
1991**

Oslo, mai 1992

Saksbehandler: Tor S. Traaen

Medarbeider : Arne Henriksen

## INNHALDSFORTEGNELSE

	<b>side</b>
<b>1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER</b>	<b>3</b>
<b>2. INNLEDNING</b>	<b>4</b>
<b>3. VALG AV INNSJØER, PRØVETAKING OG ANALYSEPROGRAM</b>	<b>4</b>
3.1 Valg av innsjøer	4
3.2 Prøvetaking	7
3.3 Analyseprogram	7
<b>4. RESULTATER OG DISKUSJON</b>	<b>8</b>
4.1 pH	9
4.2 Ikke-marine basekationer (ECM*)	11
4.3 Ikke-marin sulfat (ESO4*).	12
4.4 Nitrat (NO3N)	13
4.5 Organisk karbon (TOC)	14
4.6 Sjøsaltenes innvirkning på surhetsgraden.	14
4.7 Alkalitet (ALK-E) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC)	15
4.8 Vurdering av Mongstad-raffineriets bidrag til forsuring av innsjøene	16
<b>LITTERATUR</b>	<b>18</b>
<b>VEDLEGG</b>	<b>20</b>

## 1. SAMMENDRAG OG KONKLUSJONER

Rapporten gir resultatene av vannkjemiske undersøkelser av 26 innsjøer rundt Mongstad i 1991. Overvåkingen startet i 1988 og er utført etter oppdrag fra Statoil Mongstad.

Forsuringssituasjonen i innsjøene er vurdert ut fra naturgitte forhold som innsjøenes motstandsevne mot forsuring, innhold av organiske syrer og hydrologiske forhold, samt fjerntransporterte forurensninger og mulige effekter av utslipp fra Mongstad-raffineriet.

Store deler av undersøkelsesområdet er blant de mest forsuringfølsomme områdene i landet. Flere innsjøer har konsentrasjoner av basekationene kalsium og magnesium på under 10  $\mu\text{ekv/l}$ , og det er målt pH-verdier ned mot 4.5.

Flere kystnære innsjøer har en naturgitt surhet på grunn av høyt innhold av organiske syrer. I enkelte innsjøer er den naturgitte forsuring (på ekvivalentbasis) større enn bidraget fra luftforurensninger.

På grunn av høye nedbørmengder i området i 1989 og 1990 var konsentrasjonene av sulfat og nitrat markert lavere i 1989 og 1990 enn i 1988. Det var allikevel liten endring i innsjøenes pH. Den viktigste årsaken til dette var en markert "sjøsalteffekt". Denne effekten består i at natrium fra sjøsalt ionebyttes med hydroniumioner i jordsmonnet. En markert økning i kloridkonsentrasjonene fra 1988 til 1989 og 1990 viser at sjøsaltpåvirkningen var spesielt stor i 1989 og 1990. Høye nedbørmengder førte også til en fortykning av basekationene.

Utslippene fra Mongstad-raffineriet har variert mye de siste 4 årene. Det har ikke vært mulig å påvise sammenfallende endringer i innsjøene som ligger mest utsatt for nedfall fra raffineriet. De vannkjemiske endringene i innsjøene synes å være dominert av variasjoner i kvalitet og mengde av nedbør og langtransporterte forurensninger. Både denne undersøkelsen og andre refererte undersøkelser tyder på at forurensningsbidraget fra Mongstadraffineriet er relativt lite. Man kan allikevel ikke utelukke en marginal effekt av utslippene. Man har en forurensningssituasjon hvor ingen enkeltkilde kan sies å være avgjørende for summen av påvirkning. For å avklare årsaken til sure episoder i bekker vil det være nødvendig med kontinuerlig overvåking.

## 2. INNLEDNING

Denne overvåkingsundersøkelsen av innsjøer rundt Mongstad er utført etter oppdrag fra Statoil Mongstad. Hensikten med overvåkingen er å undersøke om sure utslipp fra Mongstad-raffineriet påvirker innsjøene i området. Undersøkelsen startet i 1988 og ble videreført i 1989, 1990 og 1991. Undersøkelsen i 1988, 1989 og 1990 (Traaen og Henriksen 1989, Traaen og Henriksen 1990 og Traaen og Henriksen 1991) kunne ikke påvise noen sammenheng mellom forsuring av innsjøer og svovelutslipp fra Mongstad-raffineriet.

Konsesjonsgrensene for utslipp til luft fra Mongstad-raffineriet er 2500 tonn  $\text{SO}_2$ /år. Utslippene har ligget under dette de siste årene, med unntak av 1989 da det nye raffineriet ble startet opp. De siste 12 månedene før vannprøvetakingen i slutten av oktober 1991 ble det sluppet ut 1477 tonn  $\text{SO}_2$ , mot 2960 tonn i tilsvarende periode året før. De siste 6 månedene før prøvetaking var utslippene i 1991 621 tonn  $\text{SO}_2$  mot 1050 tonn i 1990. Utslipsdata for svoveldioksid er vist i bilag nr.1.

Nedfallet av  $\text{SO}_4$  fra Mongstad-raffineriet er beregnet å utgjøre maksimalt 6% av bakgrunnsnedfallet i den mest utsatte sektor (345-067<sup>0</sup>) innen 6 mil fra Mongstad-raffineriet (Førland 1981). Spredningsstudier er referert i litteraturlisten. Det nye raffineriet har konsesjon på utslipp av 1400 tonn/år av nitrogenoksider (målt som NO). De siste 12 månedene før prøvetaking av innsjøene i 1991 var det samlede utslippet av nitrogenoksider 948 tonn NO, tilsvarende et gjennomsnittlig månedsutslipp på 79 tonn.

## 3. VALG AV INNSJØER. PRØVETAKING OG ANALYSEPROGRAM

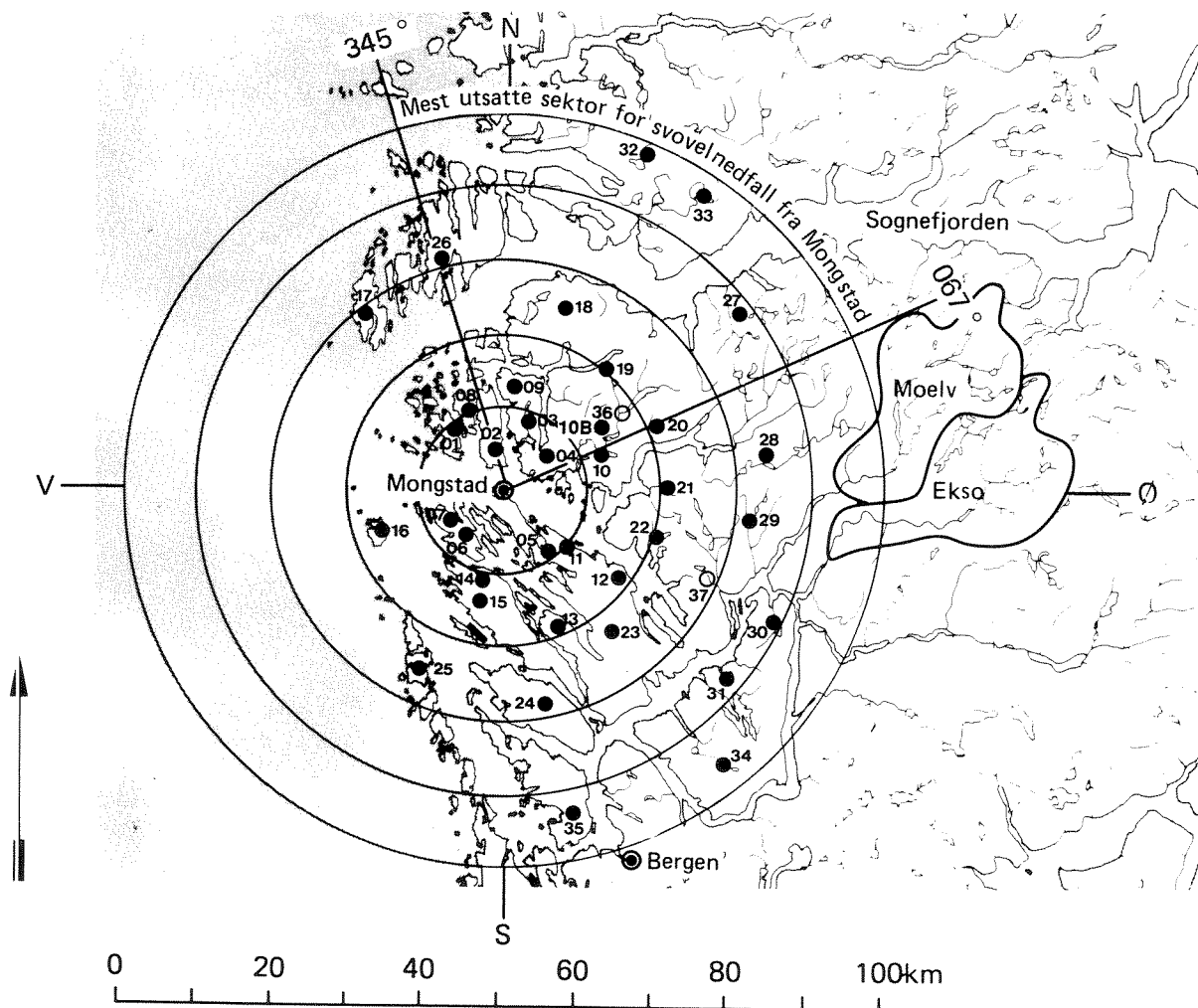
### 3.1 Valg av innsjøer.

De utvalgte innsjøene ligger innenfor en radius av 5 mil fra Mongstad (se Figur 1). Det er lagt vekt på å få en spredning i alle retninger fra Mongstad slik at resultatene kan sammenholdes med de fremherskende vindretninger fra Mongstad. Videre er det fortrinnsvis valgt innsjøer som er større enn 0.2 km<sup>2</sup>. Det er også tatt hensyn til om innsjøene er undersøkt tidligere. Således er 9 innsjøer fra overvåkingsprogrammet til Statoil Mongstad og 10 innsjøer fra "1000"-sjøers-undersøkelsen inkludert. 16 innsjøer er nye, og er primært valgt ut fra beliggenhet i forhold til Mongstad. 2 innsjøer fra SFT/NIVA's årlige "100"-sjøers undersøkelse er inkludert i bearbeidingen. Disse er markert med åpne sirkler i Figur 1. 37 innsjøer ble undersøkt i 1988. 10 innsjøer ble tatt ut av programmet i 1989 fordi de enten var lite følsomme for forsuring, var kalket, hadde høyt innhold av naturgitte organiske syrer eller lå mer enn 4 mil fra Mongstad-raffineriet. I 1990 ble det tatt prøver i de samme innsjøene som i 1989. I 1991 ble innsjø nr. M10 og TM36 tatt ut av programmet fordi de var kalket. Markusvatn (M10B) ble inkludert i programmet fra 1991. Innsjøene er listet opp i Tabell 1. I tabellen er innsjøene gruppert etter avstand i luftlinje fra Mongstad-raffineriet.

**Tabell 1. Innsjøer i overvåkingprogrammet for Mongstad, 1988-1991.**

Innsjøer merket med <sup>1)</sup> ble bare prøvetatt i 1988. Innsjøer merket med <sup>2)</sup> utgikk av programmet i 1991 grunnet kalking. Innsjø nr. M10B inngikk i programmet fra 1991.

Innsjønr./innsjø	Kartblad	UTM	h.o.h. (m)
<i>0-1 mil fra Mongstad</i>			
M01 Nykksvatn	1116 IV	777579	ca100
M02 Kvernhusvatn	1116 IV	835539	33
M03 Svardalsvatn <sup>1)</sup>	1116 IV	875580	27
M04 Svelivatn	1116 I	908537	121
M05 Tjukketlavatn	1116 I	893419	10
M06 Førlandsvatn <sup>1)</sup>	1116 IV	794424	14
M07 Rebnordsvatn	1116 IV	765462	23
<i>1-2 mil fra Mongstad</i>			
M08 Mjømnevatn <sup>1)</sup>	1116 IV	794599	21
M09 Norddalsvatn	1116 IV	856628	98
M10 Ostavatn <sup>2)</sup>	1116 I	976534	48
M10B Markusdalsvatn	1116 I.....	964568	96
M11 Fonnebostvatn	1116 I	923417	23
M12 Austrevatn (Fjellsende)	1116 II	941396	8
M13 Festevatn <sup>1)</sup>	1116 II	880319	10
M14 Færevatnet	1116 III	800369	19
M15 Kvalheimsvatn <sup>1)</sup>	1116 III	787345	6
M16 Langevatn	1016 I	666446	17
<i>2-3 mil fra Mongstad</i>			
M17 Gardvatn	1017 II	675740	33
M18 Nordgulvatn	1117 II	938723	133
M19 Klyvtveitvatn	1116 I	993654	407
M20 Grønefjellvatn	1116 I	019579	403
M21 Storevatn	1116 I	048493	135
M22 Blådalsvatn	1116 I	044421	272
M23 Tveitavatn	1116 II	007277	24
M24 Storavatn	1116 II	863203	10
M25 Rotevatn <sup>1)</sup>	1116 III	717256	19
<i>3-4 mil fra Mongstad</i>			
M26 Storevatn (Hop)	1117 III	766791	30
M27 Kovevatn	1217 III	161720	532
M28 Littlematrestøylvatn	1216 IV	188521	608
M29 Botnavatn	1216 IV	169445	348
M30 Toskedalsvatn <sup>1)</sup>	1216 III	188296	182
M31 Kleppesvatn	1216 III	119235	35
<i>4-5 mil fra Mongstad</i>			
M32 Markhusvatn <sup>1)</sup>	1117 II	038924	214
M33 Nordstrandvatn <sup>1)</sup>	1217 III	111864	238
M33B Sørestrandvatn <sup>1)</sup>	1217 III	120871	238
M34 Storavatn <sup>1)</sup>	1215 IV	122112	320
M35 Kleppevatn	1115 I	912047	70
<i>"100-sjøer" (SFT/NIVA)</i>			
TM36 Yndesdalsvatn <sup>2)</sup>	1116 I	014600	103
TM37 Båtevatn	1216 III	098375	451



**Figur 1. Prøvetakingsstasjoner for overvåking av innsjøer rundt Mongstad.**

Tallene refererer til innsjønumre (Mxx) i Tab.1. Mest utsatte sektor (345<sup>0</sup> - 067<sup>0</sup>) for svovelnedfall fra Mongstad-raffineriet er inntegnet.



### 3.2 Prøvetaking.

Prøvene ble tatt i siste halvdel av oktober (etter høstsirkulasjonen). De fleste prøvene ble tatt ved utløpet av innsjøen, fortrinnsvis i utløpsbekken. Der det ikke var synlig eller tilgjengelig utløp ble prøvene tatt i god avstand fra tilløpsbekker. Prøvene ble tatt på spesialvaskede plastflasker og sendt til NIVAs analyselaboratorium. De fleste innsjøene ble prøvetatt av Leif Lien, NIVA. Det ble benyttet helikopter til prøveinnsamlingen, men ingen prøver ble tatt direkte fra helikopteret. I 6 av innsjøene, hvor det ikke var ønskelig å lande med helikopter, ble prøvetakingen utført av personale ved Statoil Mongstad. Eli Nummedal organiserte denne prøvetakingen.

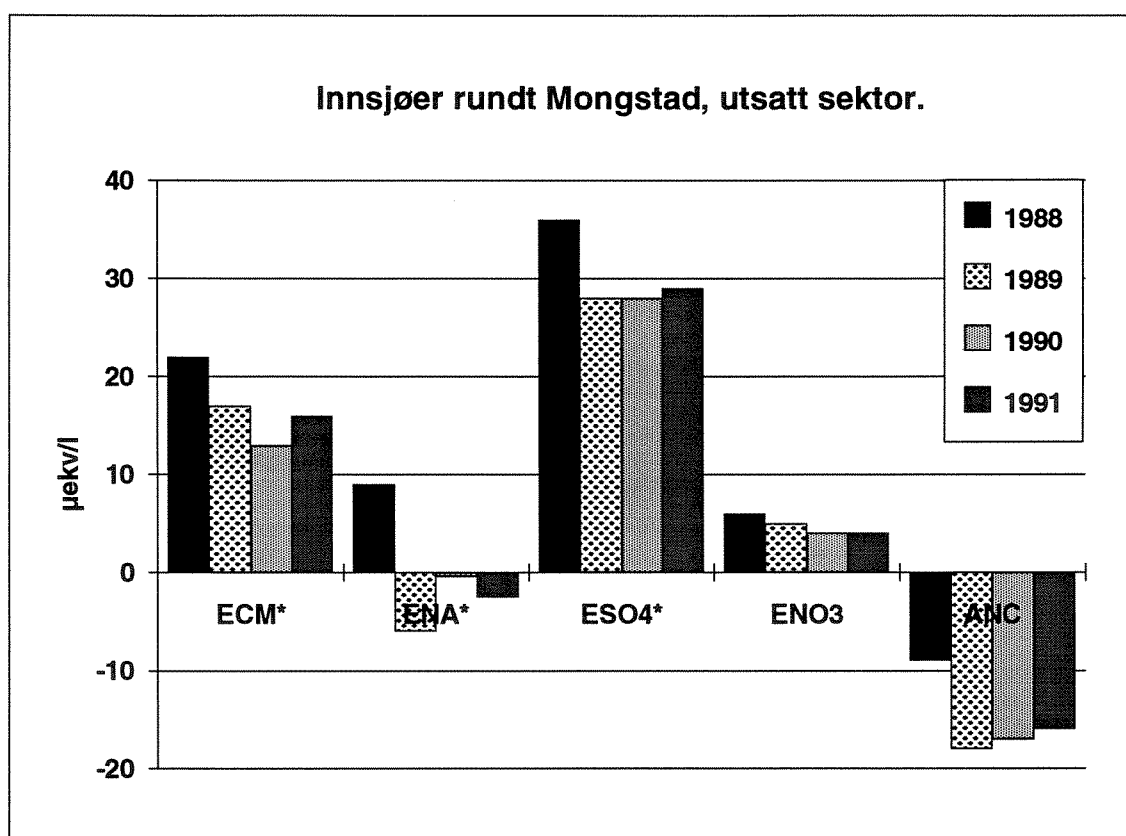
### 3.3 Analyseprogram.

Analyseprogrammet omfatter følgende parametre:

Komponent	Enhet	Analysemetode
pH		Orion Modell 801-A pH-meter med Radiometer kombinasjonselektrode.
Konduktivitet	ms/m 25 <sup>0</sup> C	Philips PW 9509 digital meter.
Ca	mg/l	Atomabsorbsjon, flamme, Perkin Elmer 560.
Mg	"	"
Na	"	"
K	"	"
Cl	"	Ionekromatograf (Waters-ILC-1).
SO <sub>4</sub>	"	"
NO <sub>3</sub>	µgN/l	"
Alkalitet	µekv/l	Titring med syre til pH 4.5, med korreksjon til endepunktsalkalitet (ALK-E).
Organisk karbon (TOC)	mgC/l	ASTRO model 2850 TOC/TC Analyser.
Reaktiv Al (RAL)	µg/l	AutoAnalyzer.
Ikke-labil Al (ILAL)	"	AutoAnalyzer med ionebytte.
Labil Al (LAL)	"	LAL = RAL - ILAL

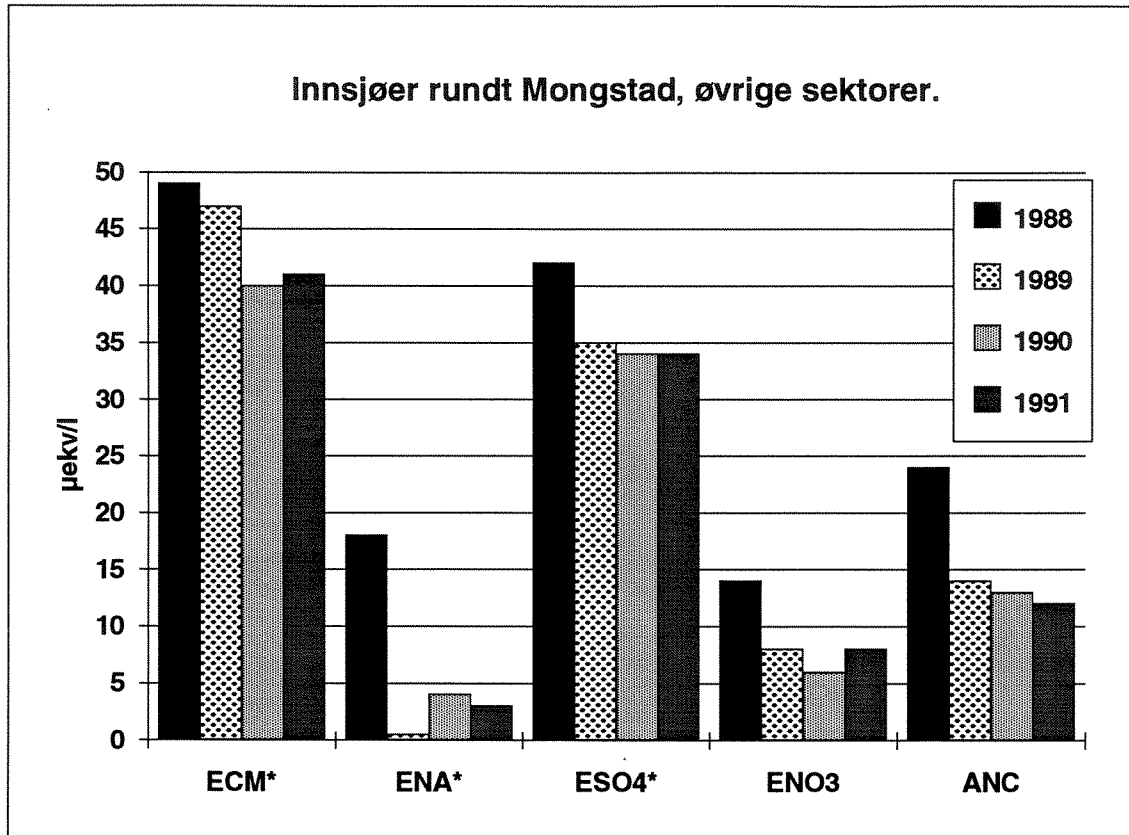
## 4. RESULTATER OG DISKUSJON

De kjemiske analyseresultatene er vist i Vedlegg nr. 4. For innsjøer som inngikk i "1000"-sjøers undersøkelsen er også data fra 1986 gjengitt. Forklaring til tabellen er vist i Vedlegg nr. 3. Endringer i kjemiske parametre fra 1988 til 1991 er vist i form av søylediagram (figurene 2, 3, 6, 8, 9, 10 og 11) og i tabeller med middelverdier (Vedlegg 5). Middelverdier er beregnet både for alle innsjøer samlet og for grupper av innsjøer ut fra beliggenhet i forhold til Mongstad-raffineriet. Resultater for pH, ikke-marin kalsium og magnesium (ECM\*), og ikke-marin sulfat (ESO4\*), og ikke-marin sulfat (ESO4\*) fra 1989 er også presentert på kart i figurene 2, 5 og 7.



**Figur 2. Vannkjemiske parametre for innsjøer i utsatt sektor for perioden 1988 - 1991.**

Middelverdier for ikke-marin kalsium+magnesium (ECM\*), ikke-marin natrium (ENA\*), ikke-marin sulfat (ESO4\*), nitrat (ENO3) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC).



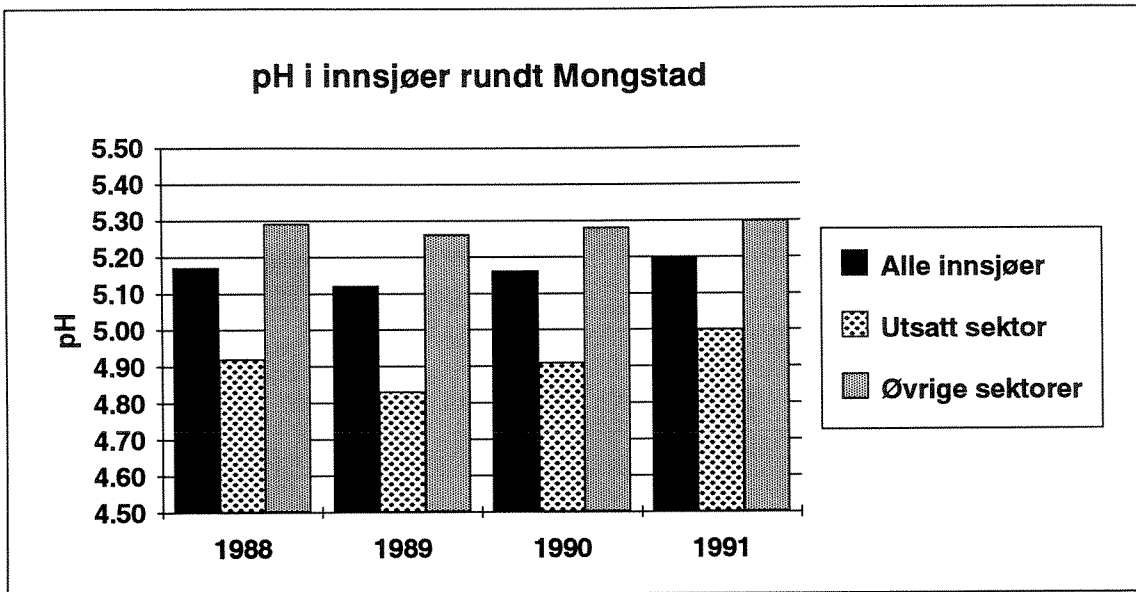
**Figur 3. Vannkjemiske parametre for innsjøer i øvrige sektorer for perioden 1988 - 1991.**

Middelverdier for ikke-marin kalsium+magnesium (ECM\*), ikke-marin natrium (ENA\*), ikke-marin sulfat (ESO4\*), nitrat (ENO3) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC).

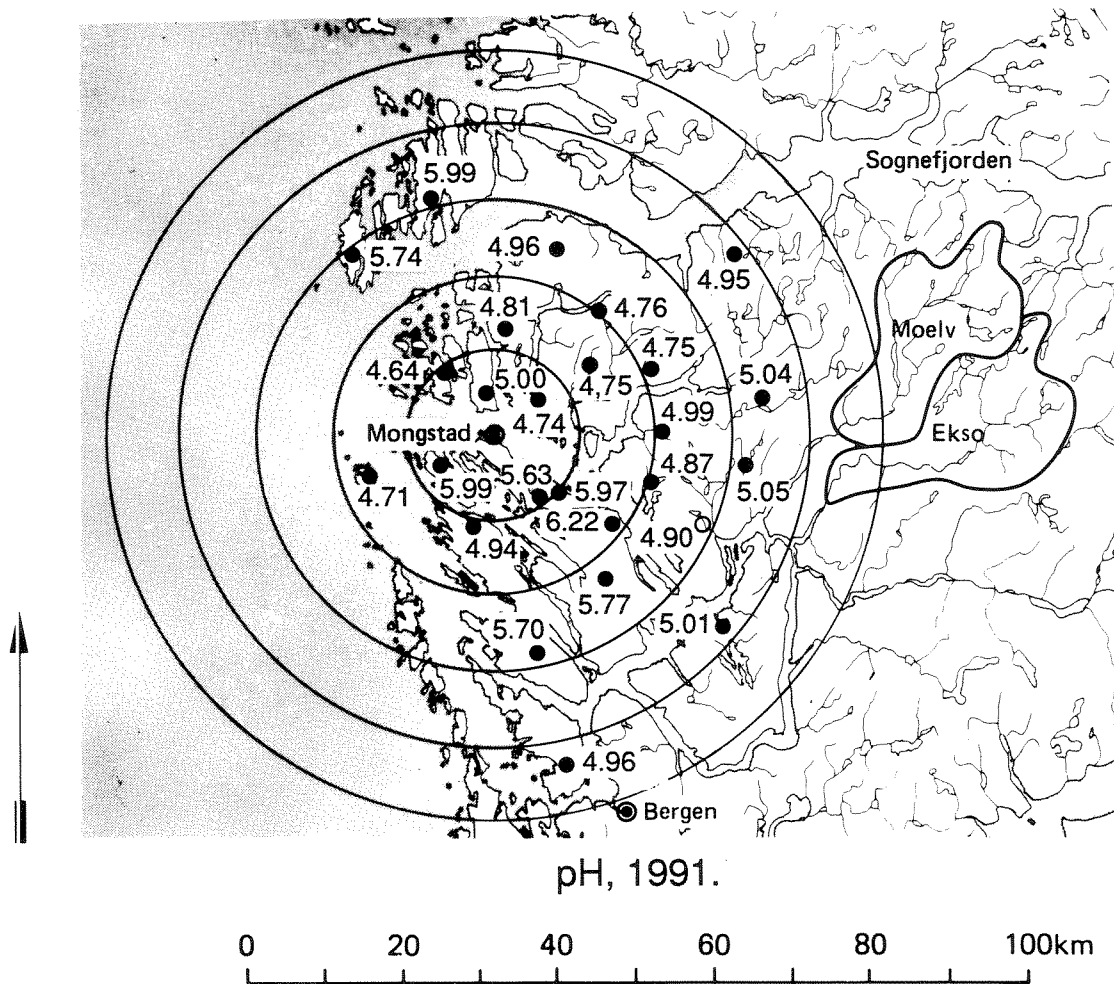
#### 4.1 pH.

pH-verdiene i 1991 var gjennomgående noe høyere enn i 1990 (figur 4). For de 8 innsjøene i den mest utsatte sektor for nedfall fra Mongstad var den gjennomsnittlige pH 4.99 i 1991 mot pH 4.90 i 1990. Tilsvarende tall for innsjøene i de øvrige sektorer var pH 5.30 i 1991 og pH 5.27 i 1990 (vedlegg nr. 5). 1989 skiller seg ut med ekstra lave pH-verdier i utsatt sektor. Hovedårsaken til dette var en spesielt sterk sjøsalteffekt dette året. I de øvrige årene varierer pH innenfor 0.1 pH-enhet.

Det fremgår av figur 5 at de sureste vannene i undersøkelsen ligger i sektoren NV til Ø for Mongstad. De laveste pH-verdiene i 1991 hadde innsjø nr.01 Nykksvatn og nr. 16 Svelivatn med pH på h.h.v. 4.64 og 4.71.



**Figur 4. pH i innsjøer rundt Mongstad for årene 1988 - 1991.**  
Middelverdier for alle undersøkte innsjøer, innsjøer i utsatt sektor og øvrige sektorer er vist.



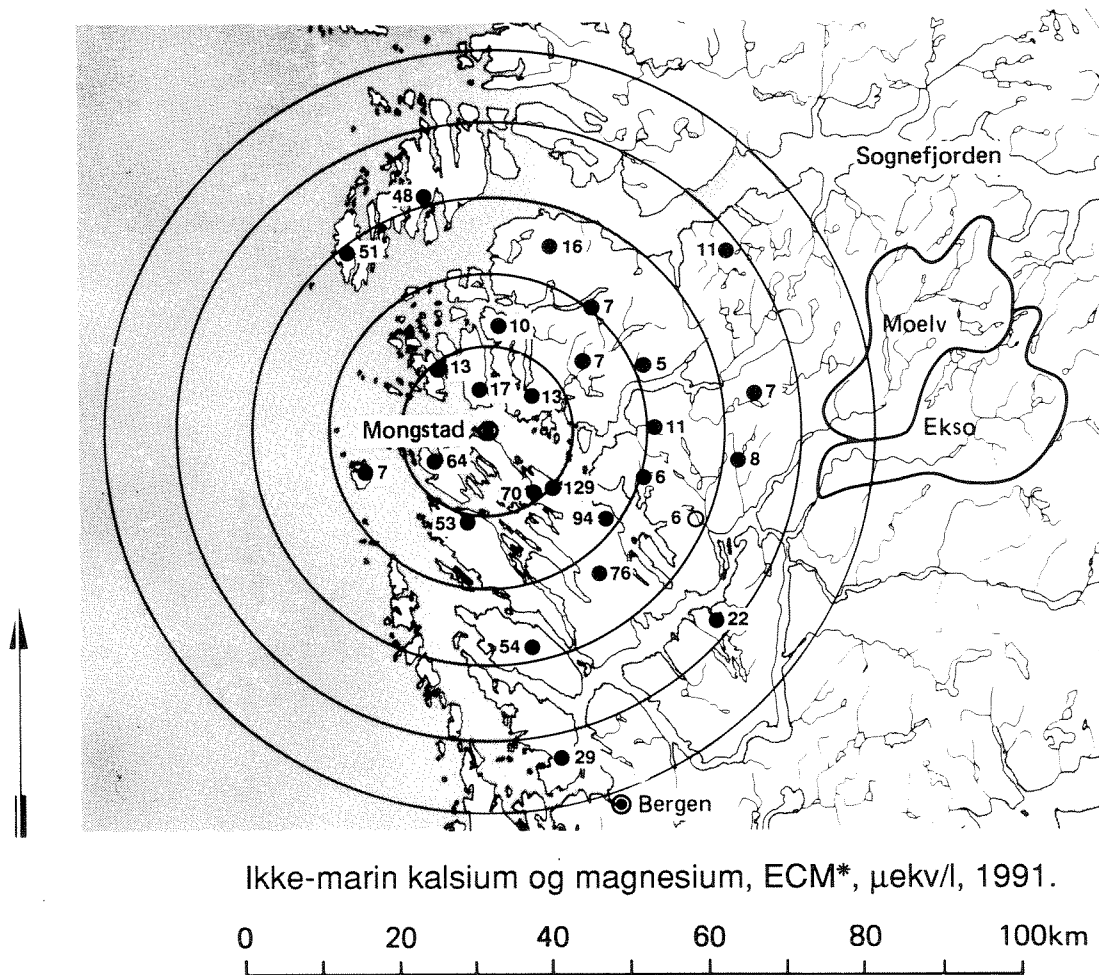
**Figur 5. pH i innsjøer rundt Mongstad høsten 1991.**

## 4.2 Ikke-marine basekationer (ECM\*).

Vannets innhold av basekationene kalsium og magnesium gir et uttrykk for den opprinnelige forsuringfølsomheten. Så lenge vannet ikke er forsuret er basekationene balansert av bikarbonat (alkalitet). Ved forsuring med svovelsyre blir bikarbonat byttet ut med sulfationer. Fordi basekationer som stammer fra havet for det meste er balansert av andre anioner enn bikarbonat, må sjøsaltbidraget trekkes fra for å få et riktig uttrykk for den opprinnelige forsuringfølsomhet. Sjøsaltbidraget finnes ved å multiplisere kloridverdien med en faktor på 0.233, da det antas at alt klorid kommer fra havet gjennom nedbøren.

Verdiene av ECM\* viste en fallende tendens fra 1988 til 1990, men økte noe i 1991 (figur 2 og 3, og Vedlegg 5). Dette har trolig sammenheng med at nedbørmengen var lavere i 1991 enn i 1990 (vedlegg 2).

Det fremgår av figur 6 at lave verdier av basekationer (lav motstand mot forsuring) stort sett finnes i de samme områdene hvor pH-verdiene er lave. Flere innsjøer har verdier for basekationer under 10  $\mu\text{ekv/l}$ . Dette viser at området er blant de mest forsuringfølsomme i Norge. Mange innsjøer i dette området har fra naturens side en marginal vannkvalitet for reproduksjon og oppvekst av fisk. I disse innsjøene er tålegrensen for sur nedbør tilnærmet null.

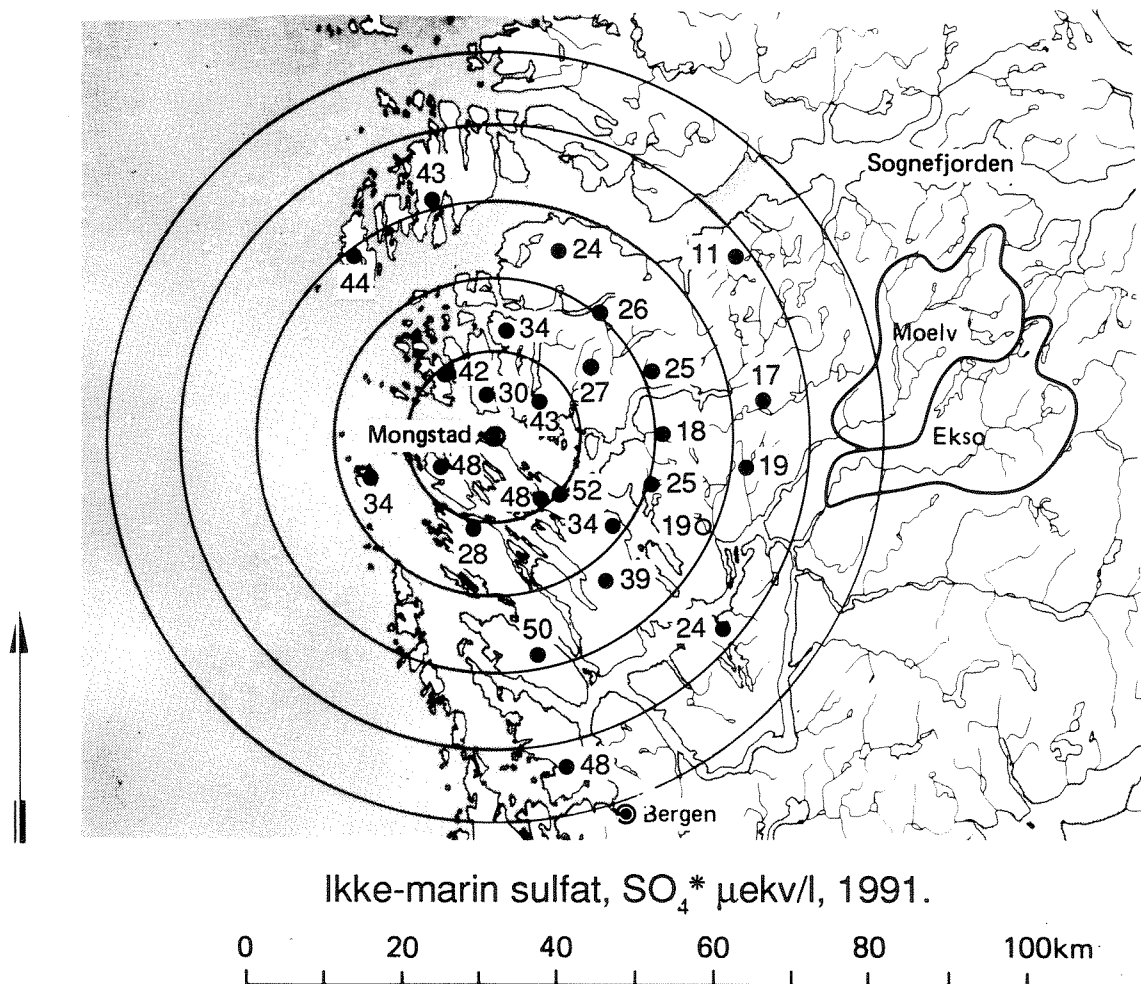


**Figur 6. Ikke-marin Ca+Mg ( $\mu\text{ekv/l}$ ) i innsjøer rundt Mongstad i 1991.**

### 4.3 Ikke-marin sulfat (SO<sub>4</sub>\*).

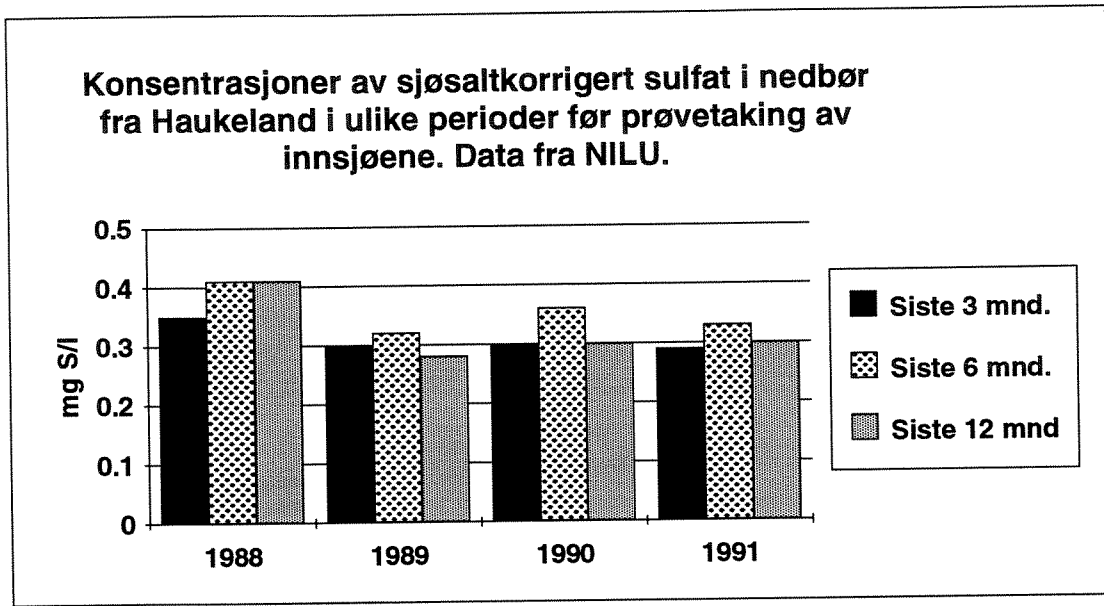
Sulfat er det viktigste sure anionet i vannforsuring. Ved siden av antropogen sulfat (fra forurensning) inneholder overflatevann sulfat fra sjøsalter (mengden er avhengig av avstanden fra kysten). Dette kan man korrigere for ved å trekke fra kloridverdien (i  $\mu\text{ekv/l}$ ) multiplisert med en faktor på 0.103. I tillegg kan vannet inneholde noe sulfat fra geologiske kilder (vitring). Det finnes ingen pålitelig metode til å korrigere for geologisk sulfat. Vanligvis er imidlertid innholdet av geologisk sulfat lavt i forsureningsfølsomme områder, slik at man kan regne med at ikke-marin sulfat gir et rimelig godt uttrykk for påvirkningen fra forurenset luft og nedbør.

Figur 7 viser at påvirkningen er størst langs kysten og avtar innover i landet. I kystområdene ligger verdiene av SO<sub>4</sub>\* gjennomgående i området 30-50  $\mu\text{ekv/l}$  mot 15-30  $\mu\text{ekv/l}$  lenger inn i landet. Det er ingen tendens til høyere verdier i områdene som er mest utsatt fra nedfall fra Mongstad. Tvert imot viser figurene 2 og 3 at konsentrasjonene av ikke-marin sulfat gjennomgående er ca 7  $\mu\text{ekv/l}$  lavere i utsatt sektor enn i øvrige sektorer. Årsaken til dette er trolig at nedbørmengdene i utsatt sektor gjennomgående er større enn i øvrige sektorer, slik at man får en større fortynning av svovelnedfallet.



**Figur 7. Ikke-marin sulfat (SO<sub>4</sub>\*) i innsjøer rundt Mongstad, høsten 1991. Enhet:  $\mu\text{ekv/l}$ .**

Sulfat-verdiene har vært tilnærmet like fra 1989 til 1991, og lavere enn i 1988. Dette gjelder både innsjøene i den mest utsatte sektor for nedfall fra Mongstad-raffineriet og de øvrige innsjøene (figurene 2 og 3). Dette er i god overensstemmelse med sulfatkonsentrasjonen i nedbør ved NILU's bakgrunnsstasjon på Haukeland (fig 7). Dette indikerer at innsjøenes konsentrasjoner av ikke-marin sulfat er styrt av fjerntransporterte forurensninger og hydrologiske forhold.



**Figur 8. Sulfat i nedbør ved Haukeland for årene 1988 -1991.** Middelerverdi for ikke-marin sulfat i ulike perioder før prøvetaking av innsjøene. Data fra Norsk Institutt for Luftforskning, NILU.

#### 4.4 Nitrat (NO<sub>3</sub>N).

Nitrat er i likhet med sulfat et "surt" anion. Nitratets bidrag til forsurenningen har fått økt oppmerksomhet fordi det synes å være en tendens til økende nitratinnhold i de mest belastede innsjøene på Sørlandet. Det er spesielt i perioder med lavt nitratopptak i nedbørfeltene (utenom produksjonssesongen) at nitratforsuring gjør seg gjeldene i innsjøene.

Nitratverdiene er gjennomgående lave i hele undersøkelsesområdet. I utsatt sektor (fig 2) er nitratenes bidrag til forsurenningen bare 4 µekv/l, eller ca 1/10 av sulfatforsuringen.

Fra 1990 foreligger det driftsdata for NO<sub>x</sub>-utslipp fra Mongstad-raffineriet. Gjennomsnittlig utslipp de 11 første månedene var 94 tonn NO pr. måned. (Vedlegg 1). I 1991 var gjennomsnittlig månedutslipp 79 tonn NO. Nitrogenutslippene fra Mongstad-raffineriet må antas å være ubetydelig for vannforsuringen i området.

## 4.5 Organisk karbon (TOC).

Organiske stoffer i vann inneholder mobile organiske anioner som gir vannet en naturgitt surhet. Innholdet av "sure" anioner er vanligvis ca 3-5  $\mu\text{ekv}/\text{mg}$  TOC når TOC-verdiene er høyere enn ca 2 mg TOC/l (mindre eller ubetydelig ved lavere TOC-verdier).

Flere av innsjøene i undersøkelsen har høye TOC-verdier som gir vannet en naturgitt lav pH. I 1991 var det gjennomsnittlige innhold av organiske anioner ca 4  $\mu\text{ekv}/\text{l}$  (TOC 2.4 mg/l) i utsatt sektor og ca 15  $\mu\text{ekv}/\text{l}$  (TOC 4.8 mg/l) i de øvrige sektorene. Dette er gjennomgående noe høyere enn i 1990, og har trolig sammenheng med lavere nedbørmengder i 1991 enn i 1990.

## 4.6 Sjøsaltenes innvirkning på surhetsgraden.

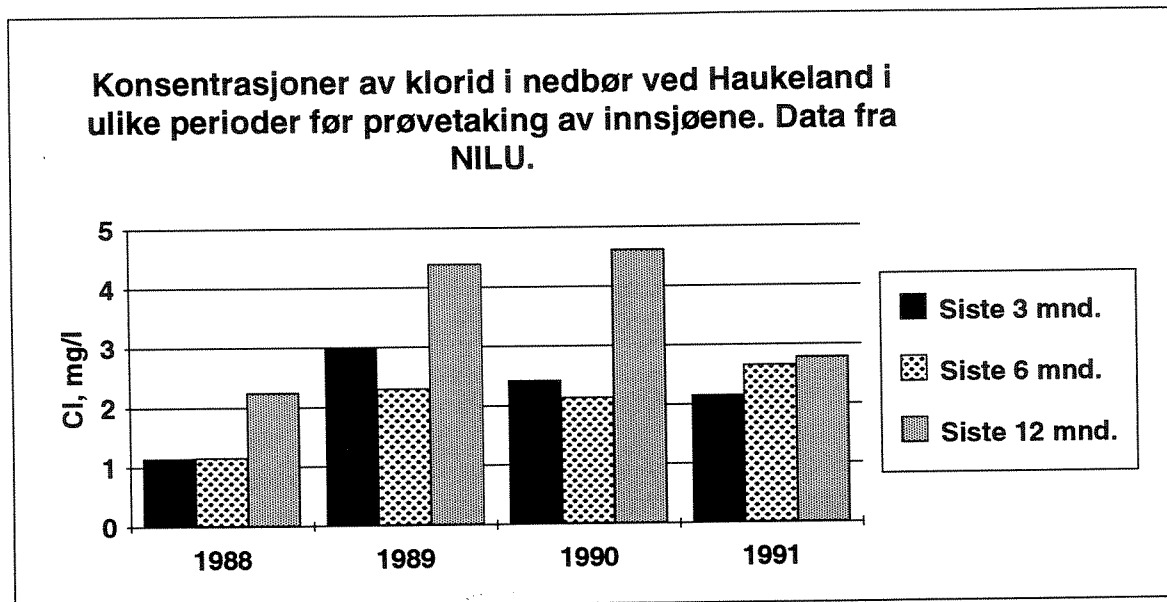
Under spesielt høye konsentrasjoner av sjøsalter i nedbøren vil endel av natriumionene byttes ut med  $\text{H}^+$ -ioner og aluminium i jorda og forsure avrenningsvannet. Dette blir betegnet som "sjøsalteffekten". Sjøsalteffekten har alltid opptrådt i områder nær kysten, men vil ha større negative effekter i områder som også mottar sur nedbør. Fordi sjøsalteffekten opptrer i forbindelse med kraftige nedbørepisoder vil effekten forsterkes ved at man samtidig får en fortykning av avrenningsvannets bufferevne. Dette vil imidlertid helt eller delvis kompenseres ved at også forurensningene (f.eks. svovelsyre) blir fortynnet.

Analyser av data fra elver og feltforskningsområder som inngår i statlig program for overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 1991) viste at sjøsalteffekten oftest gjorde seg gjeldende når kloridkonsentrasjonen i vannet var høyere enn middelverdien. Når mesteparten av natriuminnholdet i vann kommer fra sjøsalter vil man under sjøsaltepisoder få negative verdier for sjøsaltkorrigert natrium (ENA\*). Hvis det også er geologiske kilder for natrium vil sjøsaltepisodene medføre nedgang i positive verdier av sjøsaltkorrigert natrium.

Undersøkelsene av innsjøer rundt Mongstad har vist at innsjøene i området er spesielt utsatt for sjøsalteffekter. Både i 1989, 1990 og 1991 var det negative verdier for ENA\* i innsjøer i utsatt sektor (fig.2). Effekten var spesielt stor i 1989. Åraken til dette var store nedbørmengder med høye NaCl-konsentrasjoner (vedlegg 2 og fig.9). Effekten ble forsterket ved at det var lave nedbørmengder med lave NaCl-konsentrasjoner foregående år (1988). I 1988 var det også positive verdier for ENA\* i innsjøene (fig.2).

Det er rimelig å anta at styrken og varigheten av sjøsalteffekten er avhengig av hvor rask ionebyttersystemet i jorden kommer i likevekt med saltkonsentrasjonen i nedbøren. Effekten av en gitt nedbørepisode vil dermed være avhengig av nedbørens kvalitet og mengde både under episoden og i tiden før episoden. I innsjøer vil sjøsalteffekten bli dempet. Effekten vil reduseres ved økt oppholdstid i innsjøen. For å undersøke dynamikken av sjøsalteffekten vil en bekk i et lite nedbørfelt være mest egnet. Videre må man bruke kontinuerlig registrende instrumenter og automatisk prøvetaking av nedbør og avrenningsvann. En slik undersøkelse vil samtidig kunne klarlegge episoder grunnet sur nedbør.





**Figur 9. Klorid i nedbør ved Haukeland for årene 1988 - 1991.**

Middelverdier for ulike perioder før prøvetaking av innsjøene.  
Data fra Norsk Institutt for Luftforskning, NILU.

#### 4.7 Alkalitet (ALK-E) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC).

Alkaliteten (bufferkapasiteten) uttrykker innsjøenes motstandsevne mot ytterligere forurening. De fleste av innsjøene i undersøkelsen har ingen eller liten alkalitet. Bare i området Lindåshalvøya - Radøy finner vi innsjøer med relativt høy bufferevne. Som helhet er derfor undersøkelsesområdet svært følsomt for en eventuell økt belastning med surt nedfall.

Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) er definert som differansen mellom basekationer ( $\text{Ca} + \text{Mg} + \text{Na} + \text{K}$ ) og sure anioner ( $\text{SO}_4 + \text{Cl} + \text{NO}_3$ ). ANC er en kontinuerlig funksjon, dvs. at ANC også kan gi negative verdier. ANC er derfor velegnet til å gi forureningsstatus også når alkaliteten er null. Ovennevnte metode for beregning av ANC er i tabellene kalt ANC1. ANC kan også tilnærmet beregnes som:

$$(\text{alkalitet} + \text{organiske anioner}) - (\text{H}^+ + \text{labilt Aluminium}).$$

Den sistnevnte metoden for å beregne ANC er i tabellene kalt ANC2. Forskjeller mellom ANC1 og ANC2 skyldes hovedsakelig usikkerheter i analysene av enkeltkomponenter.

Negative verdier av ANC betyr at vannets kjemisk definerte tålegrense for belastning av sure komponenter er overskredet. Den kjemiske definerte tålegrensen sammenfaller stort sett med grensen for når innsjøenes fiskebestander kan dø ut (Lien et al. 1989).

17 av de 26 innsjøene som ble undersøkt i 1991 hadde negativ ANC. Dette viser at undersøkelsesområdet er sterkt rammet av surt nedfall. ANC-verdiene var gjennomgående vært svært like i 1989, 1990 og 1991, og lavere enn i 1988 (fig.2 og3). Hovedårsaken til dette synes å være større sjøsalteffekt de siste 3 årene.

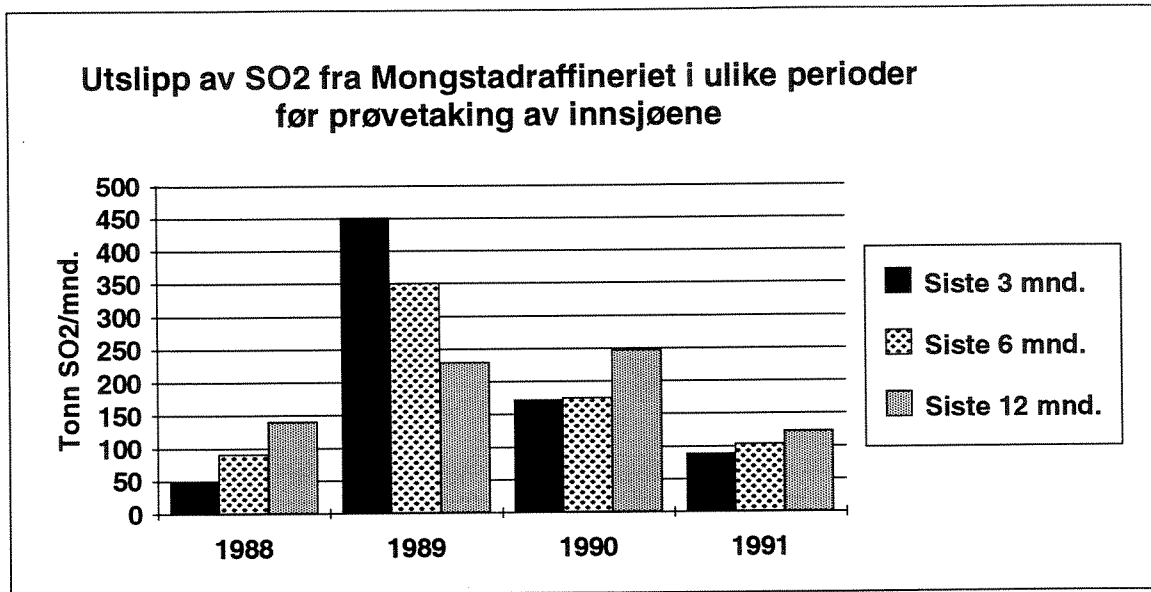
#### 4.8 Vurdering av Mongstad-raffineriets bidrag til forsurening av innsjøene.

I undersøkelsesområdet er der store gradienter i nedbør og avrenning. Avrenningen i nedbørfeltene til de undersøkte innsjøene varierer fra ca 40 l/s.km<sup>2</sup> til 130 l/s.km<sup>2</sup>. Det generelle mønsteret i undersøkelsesområdet er at avrenningen øker fra kysten og innover i landet. Høyere nedbørmengder medfører større utvasking av forurensninger fra luften. På den annen side blir forurensningene mer fortynnet. I tillegg blir luften rensert for forurensninger når et nedbørområde beveger seg fra kysten og innover i landet. Totaleffekten av dette er at konsentrasjonen av ikke-marin sulfat avtar innover i landet (figur 7).

Ved overvåkingsstasjonen ved Haukeland målte NILU det årlige nedfallet av ikke-marin sulfat til 1096, 1426, 1364 og 1126 mgS.m<sup>-2</sup>.år<sup>-1</sup> i hhv. 1988, 1989 1990 og 1991 (Vedlegg 2). (Haukeland ligger ca 4 km nordvest for vann nr. 29 og ca 5 km sørvest for vann nr. 28). Til sammenligning beregnet Førland (1981) maksimalt totalnedfall av sulfat fra Mongstad-raffineriet til 0.14 tonn SO<sub>4</sub>/km<sup>2</sup>.år eller 50 mgS.m<sup>-2</sup>.år<sup>-1</sup> innen 60 km fra Mongstad i sektoren 345 - 067<sup>0</sup>, tilsvarende 6 % av bakgrunnsnedfallet. Dette vil tilsvare et bidrag til sulfatkonsentrasjonen på ca 2 µekv/l. Utslippene av nitrogenoksider (omregnet til nitrat) er på ekvivalentbasis ca halvparten av sulfat. Man kan derfor grovt anslå den maksimale forsureningseffekten av nitrogenutslippene til ca 1 µekv/l. I praksis vil effekten av nitrat være betydelig mindre enn dette fordi mesteparten blir tatt opp i nedbørfeltet.

Økningen i sulfatdeposisjonen ved Haukeland fra 1988 til 1989 og 1990 skyldes svært store nedbørmengder i 1989 og 1990. Høy nedbør førte imidlertid til at konsentrasjonene av ikke-marin sulfat i nedbør gikk ned, selv om totalnedfallet økte. Dette forklarer den generelle nedgangen i konsentrasjonene av ikke-marin sulfat i innsjøene fra 1988 til 1989 og 1990. Denne nedgangen var like markert for innsjøene i den mest utsatte sektor for nedfall fra Mongstad-raffineriet som for de andre innsjøene. I 1991 gikk totaldeposisjonen av svovel ned sammenlignet med 1990. Grunnet lavere nedbørmengder i 1991 enn i 1990 var i imidlertid konsentrasjonen av ikke-marin sulfat omtrent lik de to årene (vedlegg 2, figur 2 og 3).

De siste 12 månedene før vannprøvetaking i innsjøene var utslippene av svovel fra Mongstad 1.6 ganger større i 1989 enn i 1988, 4 ganger større de siste 6 månedene og 10 ganger større de siste 3 månedene (Vedlegg 1). De siste 12 månedene før vannprøvetaking i 1990 var utslippene 7.5% høyere enn i 1989. De siste 6 månedene var imidlertid utslippene halvert fra 1989 til 1990. De siste 3 månedene før prøvetaking i 1990 var utslippene redusert til 38% av utslippene i 1989. I 1991 var svovelutslippene i ulike perioder før prøvetakingen av innsjøene omtrent halvert i forhold til 1990 (fig. 10). Disse markerte utslippsendringene har ikke gitt merkbare utslag i de mest utsatte innsjøene sammenlignet med øvrige innsjøer i området. Endringene i innsjøenes vannkjemi fra et år til et annet synes å være tilnærmet like i hele undersøkelsesområdet. De vannkjemiske endringene i innsjøene er i rimelig god overensstemmelse med nedbørmengder og nedbørkjemiske analyser ved NILU's bakgrunnsstasjon på Haukeland (jfr. sulfat i figurene 2, 3 og 8). Dette tyder på at det er fjernttransporterte forurensninger, nedbørmengder og sjøsalteffekten som dominerer forsureningen av innsjøene. Mongstad-raffineriet gir små bidrag til forsureningen. Ut fra



**Figur 12. Utslipp av svoveldioksid fra Mongstaddraffineriet i årene 1988 - 1991.**

deposisjons-beregninger (Førland 1981) kan forsuringen anslås til maksimalt 3  $\mu\text{ekv/l}$  i gjennomsnitt for de nærmeste 60 km i den mest utsatte sektor. En så liten påvirkning er det ikke mulig å bestemme i innsjøer, spesielt ikke når man har til dels store vannkjemiske svingninger grunnet naturgitte forhold og fjernttransporterte forurensninger. Men fordi innsjøene er ekstremt følsomme i dette området kan man ikke utelukke en marginal effekt av utslippene fra Mongstad-raffineriet. De mest følsomme delene av undersøkelsesområdet tåler ingen belastning med sur nedbør uten at man må forvente forsuringsskader, dvs at tålegrensen for surt nedfall er null.

En årlig overvåking av innsjøene etter høstsirkulasjonen gir et bilde av de gjennomsnittlige forhold i innsjøene. I de svært forsuringfølsomme områdene rundt Mongstad må man regne med at man i bekkene har sure episoder med mer kritiske verdier enn de vi måler i innsjøene. Det kan være mange årsaker til slike episoder. Av mulige årsaker kan nevnes: 1) Episodisk sur nedbør, 2) Sjøsalteffekter, 3) Fortynningseffekter, 4) Utvasking av organiske syrer fra nedbørfeltet, 5) Konsentrering av forurensninger under snøsmelting, og 6) overmetning av karbondioksid.- Dette er forhold som vil kunne avklares med kontinuerlig, automatisk overvåking av en bekk i et forsuringfølsomt nedbørfelt.

## LITTERATUR.

- Bøhler, T. 1984: Dispersal calculations of emissions from the future expanded oil refinery at Mongstad. NILU, O-rapport 27/84.
- Bøhler, T. 1986: Stack emission dispersal study- Mongstad development Project.- NILU, O-rapport nr. 92/86.
- Dovland, H. 1973: Spredningsberegninger for SO<sub>2</sub>-utslipp fra et oljeraffineri på Mongstad.- NILU, O-rapport nr. 58/73.
- Fonnes, I. 1986: Målinger av pH og ledningsevne i vatn i Mongstadområdet, 1986.- Notat. RAFINOR, Mongstad, 26.09.1986.
- Førland, E. J. 1981: Nedbørens kjemiske sammensetning i Nordhordland 1973-1976.- Lindåsprosjektet. NAVF. Rapport nr.33. Universitetet i Bergen.
- Lien, L., A. Henriksen, G. Raddum og A. Fjellheim 1989: Tålegrenser for overflatevann - fisk og evertebrater. Fagrapport nr.3 i MD's program Naturens Tålegrenser. NIVA-rapport nr.2373.
- NVE 1987: Avrenningskartover Norge (1930-60).-Norges vassdrags- og energiverk. Vassdragsdirektoratet. Hydrologisk avdeling.
- SFT 1987: "1000"-sjøers undersøkelsen 1986. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 282/87. SFT / NIVA. Oslo.
- SFT 1988: Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1987.- Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 333/88. SFT, Oslo.
- SFT 1989: Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1988.- Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 375/89. SFT, Oslo.
- SFT 1991a: Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1989.- Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 437/91. SFT, Oslo.
- SFT 1991b: Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990.- Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 466/91. SFT, Oslo.
- Traaen, T.S. og A. Henriksen 1989: Overvåking av innsjøer rundt Mongstad. - NIVA-rapport nr. 2263. O-88162. Oslo, mai 1989.

Traaen, T.S. og A. Henriksen 1990: Overvåking av innsjøer rundt  
Mongstad, 1989. - NIVA-rapport nr. 2417. O-88162.  
Oslo, mai 1990.

Traaen, T.S. og A. Henriksen 1991: Overvåking av innsjøer rundt  
Mongstad, 1990. - NIVA-rapport nr. 2576. O-88162.  
Oslo, mai 1991.

## VEDLEGG

	side
Vedlegg nr. 1. Utslipp av svoveldioksid fra Statoil Mongstad.	21
Utslipp av nitrogenoksider fra Statoil Mongstad.	21
Utslipp av svoveldioksyd i ulike perioder før prøvetaking av innsjøene.	22
Vedlegg nr. 2. Data for våtdeposisjoner og konsentrasjoner i nedbør av forurensningskomponenter ved NILU's bakgrunnsstasjon Haukeland.	23
Vedlegg nr. 3. Forklaring til vannkjemiske tabeller.	24
Vedlegg nr. 4. Kjemiske analyser av innsjøer rundt Mongstad.	25
Vedlegg nr. 5. Middelerverdier for kjemiske komponenter i 27 innsjøer rundt Mongstad. Middelerverdier for innsjøer i den mest utsatte sektor for nedfall fra Mongstadraffineriet og middelerverdier for øvrige sektorer er også angitt.	29

Vedlegg nr. 1.

**Utslipp av svoveldioksid fra Statoil Mongstad.**

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+						
Utslipp av svoveldioksid, tonn SO <sub>2</sub> /mnd.						
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+						
1987   1988   1989   1990   1991						
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+						
januar		265.0	22.3	232	161	
februar		149.7	28.1	380	166	
mars		140.9	76.6	169	129	
april		144.0	496.0	272	125	
mai		144.6	311.1	177	132	
juni		139.5	231.1	215	144	
juli		120.8	206.5	143	79	
august		121.3	234.4	176	108	
september	165.9	11.6	447.4	206	41	
oktober	242.4	7.5	672.0	133	117	
november	201.5	10.3	497.9	132	268	
desember	250.9	16.5	359	143	114	
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+						

**Utslipp av nitrogenoksider fra Statoil Mongstad.**

+-----+-----+-----+-----+-----+-----+						
Utslipp av nitrogenoksider, tonn NO/mnd.						
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+						
1990   1991						
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+						
januar		95	76			
februar		89	79			
mars		66	107			
april		96	91			
mai		99	98			
juni		97	77			
juli		101	95			
august		101	94			
september		92	9			
oktober		98	19			
november		98	103			
desember		105	109			
+-----+-----+-----+-----+-----+-----+						

forts. Vedlegg 1.

**Utslipp av SO<sub>2</sub> de siste 3, 6 og 12 måneder før  
vannprøvetaking i 1988, 1989 1990 og 1991.**

Periode		tonn SO <sub>2</sub> sum	tonn SO <sub>2</sub> gj.sn./mnd.
august	1988 t.o.m. oktober 1988	140	47
mai	1988 t.o.m. oktober 1988	545	91
november	1987 t.o.m. oktober 1988	1697	141
august	1989 t.o.m. oktober 1989	1353	451
mai	1989 t.o.m. oktober 1989	2103	350
november	1988 t.o.m. oktober 1989	2753	229
august	1990 t.o.m. oktober 1990	515	172
mai	1990 t.o.m. oktober 1990	1050	175
november	1989 t.o.m. oktober 1990	2960	247
august	1991 t.o.m. oktober 1991	266	89
mai	1991 t.o.m. oktober 1991	621	104
november	1990 t.o.m. oktober 1991	1477	123



Vedlegg nr. 2.

**Data for våtdeposisjoner og konsentrasjoner i nedbør av forurensnings-komponenter ved NILU's bakgrunnsstasjon Haukeland (SFT 1989, SFT 1991a, SFT 1991b in prep.)**

**Våtdeposisjoner ved Haukeland.**

år	nedbør mm	H <sup>+</sup> µekv/m <sup>2</sup>	SO <sub>4</sub> -S mgS/m <sup>2</sup>	NO <sub>3</sub> -N mgN/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mgN/m <sup>2</sup>	CL mg/m <sup>2</sup>
1988	3123	73552	1096	642	872	10299
1989	4525	87529	1426	798	691	17751
1990	5017	81957	1364	665	744	21936
1991	3742	66178	1126	616	678	15101

**Middelkonsentrasjoner i nedbør ved Haukeland.**

år	pH	SO <sub>4</sub> -S mg/l	NO <sub>3</sub> -N mg/l	NH <sub>4</sub> -N mg/l	CL mg/l
1988	4.63	0.35	0.21	0.28	3.30
1989	4.71	0.32	0.18	0.15	3.92
1990	4.79	0.27	0.13	0.15	4.37
1991	4.75	0.30	0.17	0.18	4.04

**Nedbørmengder, samt våtdeposisjoner og middelkonsentrasjoner i nedbør av svovel ved Haukeland de siste 3, 6 og 12 måneder før vannprøvetakingen rundt Mongstad.**

	år	siste 3 mnd.	siste 6 mnd.	siste 12 mnd.
mm nedbør	1988	1045	1445	2797
	1989	1136	1891	4929
	1990	968	1392	4647
	1991	967	1475	3312
mg S/m <sup>2</sup>	1988	368	591	1134
	1989	344	606	1398
	1990	294	502	1391
	1991	276	481	998
mg S/l	1988	0.35	0.41	0.41
	1989	0.30	0.32	0.28
	1990	0.30	0.36	0.30
	1991	0.29	0.33	0.30

**Vedlegg nr. 3. Forklaring til vannkjemiske tabeller.**

LOK : Stasjonsnummer  
PH : pH  
K25 : Ledningsevne ved 25<sup>0</sup>C, mS/m.  
CA : Kalsium, mg/l.  
MG : Magnesium, mg/l.  
NA : Natrium, mg/l.  
K : Kalium, mg/l.  
CL : Klorid, mg/l.  
SULF : Sulfat, mg/l.  
NO3N : Nitrat, µgN/l.  
ALK : Alkalitet til pH 4.5, mmol/l. Bestemmes vanligvis ikke når pH < 5.2 fordi ALK-E da vil være 0.  
ALK-E : Beregnet endepunktsalkalitet, µekv/l. Manglende verdi = 0.  
TOC : Total organisk karbon, mg/l.  
RAL : Reaktivt aluminium, µg/l.  
ILAL : Ikke-labilt aluminium, µg/l.  
LAL : Labilt aluminium, µg/l.  
SKAT2 : Summen av kationer, µekv/l.  
SAN2 : Summen av anioner, µekv/l.  
DIFF2 : Avvik i ionebalansen, SKAT2 - SAN2, µekv/l.  
C-DIFF: Differanse mellom målt og beregnet ledningsevne, mS/m.  
C-PRO : Prosentvis avvik mellom målt og beregnet ledningsevne, C-DIFF \* 100 / K25.  
ECM\* : Ikke-marin kalsium + magnesium, µekv/l.  
ENA\* : Ikke-marin natrium, µekv/l.  
ESO4\* : Ikke-marin sulfat, µekv/l.  
ANC : Syrenøytraliserende kapasitet, µekv/l. Definert som differansen mellom basekationer (Ca + Mg + Na + K) og sure anioner (SO<sub>4</sub> + NO<sub>3</sub> + Cl). Negative verdier av ANC betyr at den kjemisk definerte tålegrensen for tilførsler av sure komponenter er overskredet. Fisk vil da ofte ha problemer med å overleve.

Vedlegg nr.4. Kjemiske analyser av innsjøer rundt Mongstad.

LOK	AR	DATE	PH	K25	CA	MG	NA	K	CL	SULF	NO3N	ALK	ALK-E	TDC	RAL	ILAL	LAL	SRATZ
M01	1988	1029	4.64	4.48	.36	.55	4.18	.23	7.2	3.2	125	.007	0.0	2.50	91	19	72	281.3
M01	1989	1030	4.55	5.69	.42	.76	5.5	.32	10.5	3.2	126			2.50	101	18	82	266.4
M01	1990	1024	4.55	6.39	.43	.84	6.3	.27	12.5	3.2	94			2.00	133	21	112	433.9
M01	1991	1027	4.64	5.62	.42	.70	5.75	.24	10.0	3.4	104		0.0	2.20	101	37	64	365.3
M02	1988	1029	4.80	3.74	.39	.50	3.46	.30	5.9	2.5	50	.016		4.94	104	33	66	242.0
M02	1989	1030	4.53	6.10	.47	.85	3.46	.36	11.5	2.7	M 1			3.59	125	37	88	194.2
M02	1990	1024	4.78	4.93	.44	.66	5.6	.34	10.3	2.9	7			2.91	110	28	82	154.6
M02	1991	1027	5.00	4.76	.55	.64	5.40	.56	9.7	2.6	10	.014	0.0	4.10	98	53	133	243.0
M03	1988	1029	4.73	3.26	.33	.41	3.07	.17	4.2	3.2	78			3.50	127	42	88	215.5
M04	1989	1030	4.64	3.73	.38	.42	3.23	.17	5.2	2.8	50	.007	0.0	5.69	180	70	110	332.8
M04	1990	1024	4.61	4.72	.39	.49	4.75	.23	8.0	2.9	43			5.02	185	59	126	316.0
M04	1991	1027	4.59	5.26	.40	.59	5.5	.23	9.7	3.2	17			4.49	209	65	144	355.3
M04	1990	1024	4.74	4.15	.43	.48	4.40	.19	7.3	3.1	19			4.98	168	98	170	283.2
M05	1988	1029	5.40	4.16	1.33	.76	4.19	.82	6.8	3.7	178	.042	12.0	7.33	91	57	34	242.4
M05	1989	1029	5.59	5.12	1.29	.88	5.25	.97	9.2	3.5	162	.039	8.7	6.92	80	51	39	395.7
M05	1990	1031	5.64	5.67	1.40	.89	6.5	.89	11.5	3.7	130	.045	15.3	5.76	76	50	26	453.0
M05	1991	1031	5.33	4.88	1.21	.75	5.07	.91	5.7	3.5	155	.047	17.5	7.64	91	79	2	373.4
M07	1988	1029	5.89	4.96	1.76	1.02	5.05	1.40	7.8	2.5	187	.085	57.7	13.33	73	52	21	430.8
M07	1989	1029	5.82	4.90	1.34	.82	5.50	.98	8.7	3.6	81	.058	29.3	6.46	77	56	21	392.0
M07	1990	1030	5.88	6.34	1.38	1.05	7.1	.54	12.4	4.0	45	.050	20.7	5.99	68	43	25	474.8
M07	1991	1106	5.99	6.80	1.26	1.05	8.5	.63	14.5	3.7	40	.056	27.2	5.17	84	44	20	538.8
M08	1988	1029	4.74	3.82	1.25	.98	7.30	.79	12.0	4.0	122	.057	28.2	6.69	75	75	0	481.6
M09	1989	1030	4.74	3.38	.35	.42	3.01	.27	4.8	2.6	80	.013	0.0	5.41	71	30	41	248.4
M09	1990	1024	4.67	4.77	.42	.63	4.62	.34	8.6	2.9	26			3.34	112	30	82	217.2
M09	1991	1027	4.81	4.10	.31	.47	4.17	.25	7.7	2.6	2	.005	0.0	2.25	127	27	100	314.9
M10	1988	1029	4.84	2.40	.33	.27	1.91	.15	3.2	1.9	84	.017	0.0	2.16	85	24	61	146.6
M10	1989	1030	5.03	2.72	.40	.40	2.56	.22	4.6	1.9	73	.020	0.0	2.07	80	27	53	193.1
M10	1990	1024	4.88	2.81	.30	.37	2.68	.17	4.9	1.9	54			1.62	53	33	60	182.6
M10	1991	1027	4.75	3.00	.25	.34	2.60	.14	5.1	2.0	39			2.00	116	47	69	182.6
M11	1988	1029	6.03	4.48	1.52	.84	3.92	1.18	5.6	3.7	285	.103	76.4	8.21	91	68	23	349.1
M11	1989	1029	6.05	5.31	2.17	.91	4.83	1.07	8.5	3.5	128	.092	55.0	9.21	82	57	25	424.3
M11	1990	1031	6.01	5.40	2.07	.86	5.13	1.13	6.7	3.7	111	.095	88.1	7.09	74	52	22	424.5
M11	1991	1105	5.97	4.94	2.25	.83	4.55	1.29	7.9	3.6	170	.096	69.2	10.02	84	83	1	412.6
M12	1988	1029	5.99	3.64	1.12	.62	3.34	.81	4.8	2.8	172	.071	43.0	6.83	91	66	23	376.5
M12	1989	1029	6.19	4.13	1.56	.68	3.87	.83	6.3	2.8	140	.078	50.4	6.66	86	62	24	326.7
M12	1990	1031	6.14	4.54	1.62	.66	4.6	.86	6.0	2.9	139	.070	42.0	6.05	74	52	22	360.4
M12	1991	1105	6.22	4.44	1.74	.69	4.20	1.02	7.5	2.7	190	.080	52.5	7.99	89	83	6	353.6
M13	1988	1016	6.23	4.56	2.11	.95	4.07	1.34	6.0	4.4	320	.099	72.3	6.45	74	48	26	390.0
M14	1988	1029	5.12	5.06	1.95	.89	5.20	1.46	8.2	3.8	86	.033	1.6	11.11	123	70	53	372.1
M14	1989	1030	5.08	5.64	1.16	.99	5.6	1.23	10.6	2.6	48	.031	0.0	12.9	80	57	23	425.2
M14	1990	1030	5.07	5.73	1.01	.89	6.5	1.64	11.8	2.8	28	.022	0.0	10.19	68	52	16	438.1
M14	1991	1110	4.84	5.24	.98	.82	5.32	1.10	9.6	2.7	53	.027	0.0	13.2	75	77	-2	387.2
M15	1988	1029	5.71	6.35	2.65	1.09	5.40	1.68	9.6	3.9	345	.074	46.2	24.93	108	83	25	504.5
M16	1988	1029	4.60	14.2	.86	2.15	17.7	.75	24	5.6	192	.028	0.0	8.44	57	38	19	696.0
M16	1990	1024	4.71	12.5	.89	1.81	16.6	.55	28.4	6.0	6	.021	0.0	6.24	53	32	21	833.2
M17	1988	1029	5.62	5.98	1.34	.92	6.50	.24	11.0	3.7	189	.035	4.1	7.35	55	43	12	950.2
M17	1989	1030	5.27	7.62	1.33	1.18	8.9	.36	16.4	4.4	180	.031	0.0	2.75	33	11	22	542.6
M17	1990	1024	5.57	8.49	1.32	1.32	10.4	.39	18.6	4.7	124	.038	7.6	2.05	24	13	11	640.7
M17	1991	1027	5.74	7.77	1.35	1.15	9.45	.38	17.0	4.5	131	.038	7.6	2.39	13	11	2	584.8
M18	1988	1029	4.94	2.52	.50	.47	3.20	.29	3.3	2.7	144	.019	0.0	1.57	71	15	56	160.1
M18	1989	1030	4.78	3.58	.47	.47	3.20	.29	4.3	2.0	114	.015	0.0	1.37	82	M 10	72	222.2
M18	1990	1024	4.51	2.74	.31	.33	2.60	.18	4.8	1.7	39			1.41	69	14	55	171.7
M18	1991	1027	4.96	2.55	.43	.36	2.71	.21	5.4	1.9	53			1.53	81	23	58	181.7
M19	1988	1029	4.74	2.44	.22	.24	1.82	.09	3.1	1.7	118	.012	0.0	1.38	64	11	23	131.3
M19	1989	1030	4.70	2.76	.22	.29	2.23	.15	4.0	1.3	111	.012	0.0	1.38	64	11	23	131.3
M19	1990	1024	4.72	2.97	.22	.24	2.58	.13	4.8	1.5	94			1.94	71	10	21	180.1

## forts. Vedlegg 4.

Dataset: MONS

År: 1987

LOK	AR	DATA	SAN2	DIFF2	I-PRO2	C-DIFF	C-PRO	ECM*	ENA*	ESD4*	AND1	AND2
M01	1988	1029	282.7	-0.9	-0.3	0.27	6.1	16.0	7.7	45.6	-27.7	-26.8
M01	1989	1030	376.3	-6.9	-2.7	0.25	4.4	14.6	-14.7	36.0	-40.9	-31.0
M01	1990	1024	428.1	5.7	1.3	0.16	2.6	8.6	-8.5	30.2	-32.7	-38.4
M01	1991	1027	363.2	2.1	0.6	0.36	6.5	12.9	8.3	41.6	-25.0	-27.1
M02	1988	1029	244.6	-2.7	-1.1	0.31	8.3	21.9	7.6	41.1	-9.5	-6.9
M02	1989	1030	389.8	4.4	1.1	0.35	5.8	17.9	-25.8	22.7	-25.8	-30.2
M02	1990	1024	357.3	-2.5	-0.7	-0.01	-0.3	8.7	-5.8	30.4	-22.4	-19.6
M02	1991	1027	344.4	-1.4	-0.4	0.17	3.5	18.5	0.3	30.0	-3.3	-1.9
M03	1988	1029	214.8	-0.1	-0.1	0.21	6.3	21.2	17.8	52.6	-17.0	-15.9
M04	1988	1029	230.7	1.9	0.8	0.32	8.7	18.4	14.7	43.1	-11.2	-13.0
M04	1989	1030	305.9	10.3	3.3	0.24	8.0	11.4	13.1	37.1	-11.5	-21.7
M04	1990	1024	355.3	0.0	0.0	0.16	3.1	4.9	4.6	33.4	-27.9	-27.9
M04	1991	1027	288.2	-5.1	-1.8	0.12	3.0	13.1	14.8	43.3	-14.6	-9.4
M05	1988	1029	317.7	24.8	7.2	0.07	1.7	85.6	22.4	57.8	56.7	34.0
M05	1989	1029	391.6	14.1	3.6	0.28	5.5	76.4	5.9	48.1	43.9	19.8
M05	1990	1031	446.2	8.8	1.5	0.05	0.8	67.6	4.6	43.5	37.8	31.0
M05	1991	1105	379.4	-6.0	-1.6	0.24	5.0	70.0	10.1	47.5	41.5	47.5
M06	1988	1029	398.9	31.9	7.4	0.24	4.7	120.6	31.0	25.2	147.4	115.5
M07	1988	1029	380.3	12.0	3.1	0.19	4.0	77.3	28.6	49.6	62.2	50.3
M07	1989	1029	480.6	-6.1	-1.3	0.42	6.6	63.9	8.9	47.1	32.7	38.8
M07	1990	1030	533.7	5.2	1.0	0.14	2.0	54.1	19.1	34.8	46.2	41.0
M07	1991	1106	484.9	-3.1	-0.6	0.44	6.8	64.3	27.3	48.3	50.2	53.0
M08	1988	1029	253.7	-5.3	-2.1	0.33	8.5	18.6	9.3	36.1	-9.1	-3.8
M09	1988	1029	205.2	11.9	5.5	0.25	7.5	20.5	14.8	44.3	-7.5	-19.4
M09	1989	1030	307.9	7.0	2.2	0.25	5.2	16.4	-7.0	35.3	-22.4	-29.4
M09	1990	1024	274.4	-4.7	-1.7	0.17	4.2	3.6	-4.8	31.7	-29.6	-24.9
M09	1991	1027	280.8	-6.5	-2.4	0.11	2.8	10.3	-6.0	33.5	-24.9	-18.4
M10	1988	1029	138.6	8.2	5.6	0.21	8.6	17.7	5.7	30.2	-10.2	-18.5
M10	1989	1030	177.0	8.1	4.4	0.18	6.6	22.7	0.1	26.1	-4.7	-12.6
M10	1990	1024	182.7	3.5	1.9	0.11	3.9	13.3	-1.9	25.3	-15.3	-18.8
M10B	1991	1027	190.5	-7.9	-4.3	0.14	4.7	7.0	-10.2	26.8	-31.2	-23.3
M11	1988	1029	375.1	-26.0	-7.4	0.31	6.8	108.2	35.1	60.7	90.3	116.3
M11	1989	1029	421.4	2.9	0.7	0.28	5.3	127.4	4.5	48.1	98.5	95.9
M11	1990	1031	426.9	2.6	0.6	0.26	4.9	117.0	12.7	51.7	95.7	93.1
M11	1991	1105	423.5	-10.8	-2.6	0.01	0.2	128.7	6.9	51.9	101.5	112.3
M12	1988	1029	275.9	0.6	0.2	0.37	10.6	75.4	29.2	44.3	66.9	66.4
M12	1989	1029	323.5	3.2	1.0	0.28	6.8	92.5	16.0	39.9	77.3	74.1
M12	1990	1031	360.5	-0.1	0.0	0.17	3.8	62.7	6.6	37.1	61.2	51.3
M12	1991	1105	367.2	-13.6	-3.6	0.16	3.5	94.4	1.3	34.4	71.0	84.6
M13	1988	1016	380.8	9.2	2.4	-0.04	-0.9	135.9	31.9	74.1	102.8	93.6
M14	1988	1029	368.3	3.7	1.0	0.50	9.6	66.8	27.9	55.2	42.0	38.3
M14	1989	1030	415.8	9.4	2.2	0.42	7.5	69.8	-12.8	23.2	57.8	48.4
M14	1990	1030	434.3	3.9	0.9	0.23	4.0	46.2	-2.6	19.7	38.6	35.0
M14	1991	1110	391.6	-4.4	-1.1	0.32	6.1	53.4	-0.8	28.2	45.1	49.5
M15	1988	1029	541.4	-36.5	-7.3	0.48	7.6	158.9	2.7	53.2	121.7	158.6
M16	1988	1029	667.2	28.8	4.1	0.86	9.1	66.6	35.4	41.8	54.3	25.4
M16	1989	1030	831.1	2.1	0.3	0.59	5.2	61.7	2.4	46.6	13.6	11.5
M16	1990	1024	1024.6	10.2	1.0	0.60	4.2	17.9	20.2	34.6	5.9	-4.2
M16	1991	1027	948.6	1.7	0.2	0.40	3.1	7.0	35.2	33.8	10.7	9.0
M17	1988	1029	413.8	16.7	3.9	0.62	10.3	65.4	16.7	45.0	25.6	8.9
M17	1989	1030	572.2	-9.6	-1.7	0.26	3.4	50.9	-9.5	43.8	-12.3	-2.7
M17	1990	1024	647.0	-6.3	-1.0	0.24	2.9	51.1	-2.3	43.1	-0.2	6.0
M17	1991	1027	593.8	-9.0	-1.5	0.24	3.1	50.5	-0.1	44.1	0.1	9.2
M18	1988	1029	160.6	-0.5	-0.3	0.15	6.0	29.6	6.8	46.6	-17.3	-16.8
M18	1989	1030	227.9	5.4	2.3	0.19	5.3	20.6	-13.2	23.3	-18.6	-24.2
M18	1990	1024	174.1	4.7	2.6	0.16	5.9	11.1	-3.0	21.4	-13.3	-17.9
M18	1991	1027	196.4	-4.7	-2.5	0.07	2.6	15.7	-12.7	23.8	-21.4	-16.6
M19	1988	1029	131.4	5.5	4.0	0.23	9.5	10.4	4.2	26.4	-18.9	-24.3
M19	1989	1030	158.2	3.4	2.1	0.16	6.0	8.6	0.3	25.8	-22.6	-25.9
M19	1990	1024	179.6	0.7	0.4	0.15	5.1	7.5	-3.9	23.5	-25.1	-25.8

forts. Vedlegg 4.

1992-03-09 Page 3

AR > 1987

Dataset: MONG

LOK	AR	DATA	PH	K25	CA	MS	NA	K	CL	SULF	MD3N	ALK	ALK-E	TDC	RAL	ILAL	LAL	SKATZ
M19	1981	1027	4.75	2.80	.25	.30	2.44	.14	4.6	1.9	108	.010	0.0	1.12	69	M 10	59	170.8
M20	1982	1029	4.73	2.46	.18	.24	1.53	.08	3.1	1.6	122	.010	0.0	.95	83	M 10	72	137.1
M20	1989	1030	4.71	2.66	.19	.28	2.12	.12	3.9	1.9	118	.012	0.0	.75	86	M 10	76	135.7
M20	1990	1024	4.71	2.85	.18	.31	2.40	.12	4.5	1.9	108	.012	0.0	.67	91	M 10	81	170.4
M20	1991	1027	4.75	2.72	.20	.29	2.35	.12	4.4	1.8	112	.019	0.0	.86	90	M 10	80	135.8
M21	1988	1029	4.93	1.88	.27	.23	1.42	.12	2.2	1.9	102	.018	0.0	1.04	72	M 10	52	195.5
M21	1989	1030	4.82	3.05	.35	.38	2.71	.18	5.5	1.5	61	.018	0.0	1.00	69	M 10	59	150.1
M21	1990	1024	4.96	2.30	.24	.28	2.16	.14	4.0	1.6	28	.014	0.0	1.02	78	M 10	67	165.1
M21	1991	1027	4.99	2.45	.33	.31	2.33	.16	4.7	1.5	37	.014	0.0	1.08	76	M 10	66	145.2
M22	1988	1029	4.83	2.34	.25	.27	1.93	.11	3.2	1.9	112	.016	0.0	1.33	103	M 10	91	179.3
M22	1989	1030	4.80	2.84	.27	.32	2.51	.17	4.6	1.8	99	.016	0.0	1.22	101	M 10	91	179.0
M22	1990	1024	4.81	3.08	.25	.35	2.90	.17	5.3	2.1	92	.016	0.0	1.36	103	M 10	91	177.7
M22	1991	1027	4.87	2.74	.26	.31	2.62	.15	5.0	1.9	90	.058	29.3	1.36	103	M 10	91	177.7
M23	1988	1016	5.87	3.61	1.30	.63	3.47	.78	5.6	3.3	129	.058	29.3	5.08	61	M 10	40	211.2
M23	1989	1030	5.82	3.96	1.26	.67	3.72	.76	5.6	3.2	149	.053	24.0	4.69	59	M 10	40	200.8
M23	1990	1028	5.75	3.98	1.29	.71	4.25	.67	8.0	3.0	129	.050	20.7	3.89	53	M 10	23	129.1
M23	1991	1102	5.77	3.99	1.38	.69	4.01	.72	7.5	2.9	154	.050	20.7	6.63	69	M 10	66	120.5
M24	1988	1029	5.76	4.31	1.10	.68	4.39	.43	7.4	3.6	152	.041	10.9	2.53	40	M 10	15	237.3
M24	1989	1029	5.64	4.59	1.06	.76	4.85	.52	8.6	4.5	165	.033	1.6	2.64	48	M 10	30	345.3
M24	1990	1024	6.03	5.41	1.45	.87	5.6	.65	9.8	4.6	118	.058	29.3	2.75	50	M 10	20	416.0
M24	1991	1027	5.70	4.88	1.10	.74	5.25	.53	9.4	3.7	155	.049	19.7	1.92	36	M 10	33	261.1
M25	1988	1029	6.05	5.68	1.07	.92	6.20	1.21	10.1	3.7	116	.066	37.6	11.10	61	M 10	44	429.5
M26	1988	1029	5.91	4.10	1.03	.66	4.38	.20	7.4	3.1	160	.041	10.9	1.44	35	M 10	20	304.8
M26	1989	1030	5.79	5.36	1.06	.81	6.1	.28	11.2	3.6	112	.038	7.6	1.29	41	M 10	15	26396.5
M26	1990	1024	5.88	5.96	1.09	.91	7.0	.27	12.0	3.6	115	.044	14.2	1.10	43	M 10	17	26444.9
M26	1991	1027	5.99	5.03	1.07	.76	5.75	.26	10.4	3.5	108	.043	13.1	1.37	32	M 10	19	375.2
M27	1988	1029	4.88	1.99	.21	.17	1.15	.08	1.8	1.1	26	.018	0.0	3.18	55	M 10	30	92.5
M27	1989	1030	4.81	2.29	.26	.21	1.91	.12	3.6	1.2	18	.014	0.0	2.79	55	M 10	21	140.6
M27	1990	1024	4.90	2.05	.21	.24	1.77	.08	3.2	1.0	12	.014	0.0	2.55	65	M 10	26	126.2
M27	1991	1027	4.95	2.06	.29	.24	1.82	.10	3.5	1.0	13	.014	0.0	2.88	63	M 10	20	129.4
M28	1988	1029	4.99	1.38	.15	.14	1.96	.07	1.6	1.2	81	.020	0.0	.80	53	M 10	43	77.6
M29	1989	1030	4.97	1.58	.14	.17	1.23	.10	2.2	1.1	63	.021	0.0	.74	50	M 10	40	92.7
M29	1990	1024	5.03	1.47	.13	.17	1.23	.10	2.1	1.0	63	.021	0.0	.60	44	M 10	34	89.6
M29	1991	1027	5.04	1.48	.17	.16	1.24	.10	2.2	1.1	71	.020	0.0	.93	49	M 10	39	91.6
M29	1988	1029	4.93	1.38	0.17	.14	0.97	.09	1.5	1.4	78	.020	0.0	0.96	69	M 10	59	91.4
M29	1989	1029	4.94	1.64	.19	.23	1.56	.16	2.8	1.3	85	.016	0.0	1.12	59	M 10	46	117.3
M29	1990	1028	5.04	1.62	.18	.18	1.36	.12	2.3	1.1	51	.015	0.0	1.21	56	M 10	46	100.2
M29	1991	1102	5.05	1.52	.22	.19	1.37	.13	2.8	1.3	57	.015	0.0	1.21	63	M 10	52	104.2
M30	1988	1029	8.67	3.84	7.00	.29	1.96	0.16	3.1	1.7	64	0.354	333.6	2.01	102	M 10	12	472.5
M31	1988	1029	5.01	2.80	0.52	.39	2.67	0.27	4.1	1.9	93	0.025	0.0	5.71	148	M 10	70	229.1
M31	1989	1030	4.89	3.32	.51	.44	3.16	.32	5.5	2.0	87	.021	0.0	5.42	150	M 10	80	229.1
M31	1990	1024	4.92	3.56	.54	.48	4.22	.40	7.4	2.1	72	.021	0.0	5.21	154	M 10	72	281.4
M31	1991	1027	5.01	3.54	.61	.45	3.77	.35	6.9	2.1	87	.021	0.0	5.28	149	M 10	81	284.7
M32	1988	1029	5.53	2.56	0.72	.39	2.49	0.23	4.2	2.4	86	0.031	0.0	2.25	42	M 10	12	156.5
M33	1988	1029	5.41	1.82	.43	.38	1.73	.18	2.9	1.4	36	.033	1.6	2.87	53	M 10	24	131.5
M34	1988	1029	6.08	1.97	.86	.39	1.80	.17	2.7	1.7	41	.055	26.1	2.90	35	M 10	22	131.5
M35	1988	1029	4.96	3.98	.76	.54	3.95	.30	6.2	3.4	73	.021	0.0	4.98	116	M 10	59	279.2
M35	1989	1105	4.87	4.50	.70	.59	4.77	.39	8.0	3.0	79	.021	0.0	4.37	135	M 10	55	319.2
M35	1990	1024	4.83	5.42	.74	.69	5.8	.36	10.3	3.8	75	.021	0.0	3.89	143	M 10	48	380.8
M35	1991	1027	4.96	4.74	.76	.59	4.95	.34	8.7	3.5	97	.021	0.0	4.32	142	M 10	87	337.6
M36	1988	1110	4.95	2.21	.30	.26	1.94	.11	3.1	1.8	92	.021	0.0	1.2	76	M 10	17	123.9
M36	1989	1021	5.06	2.38	.37	.32	2.19	.19	3.6	1.9	71	.021	0.0	1.77	72	M 10	14	160.1
M36	1990	1101	4.96	2.69	.33	.35	2.58	.18	4.7	1.7	66	.021	0.0	1.63	70	M 10	20	178.6
M37	1988	1031	4.87	1.66	.17	.19	1.44	.07	2.4	1.3	112	.021	0.0	.6	65	M 10	10	108.1
M37	1989	1028	4.85	2.16	.15	.25	1.84	.12	3.3	1.4	121	.021	0.0	.66	72	M 10	62	133.7
M37	1990	0914	4.80	2.05	.19	.19	1.69	.10	2.9	1.5	109	.021	0.0	.73	62	M 10	50	119.1
M37	1991	1025	4.90	2.14	.19	.24	1.66	.11	3.5	1.4	109	.021	0.0	.48	67	M 10	14	131.4

## forts. Vedlegg 4.

Dataset: MONG

AR &gt; 1987

LOK	AR	DATO	SAN2	DIFF2	D-PROZ	D-DIFF	C-PRO	ECM*	ENA*	ESG4*	ANC1	ANC2
M19	1991	1027	177.0	-6.2	-3.6	0.09	3.4	7.0	-5.1	26.1	-30.2	-23.9
M20	1988	1029	133.6	3.5	2.5	0.23	9.3	6.4	4.6	28.4	-23.0	-26.7
M20	1989	1030	155.9	-0.2	-0.1	0.14	5.3	6.9	-2.1	26.1	-23.1	-27.9
M20	1990	1024	174.2	-3.8	-2.2	0.12	4.3	5.0	-4.4	26.4	-32.3	-28.5
M20	1991	1027	169.6	-3.8	-2.3	0.10	3.7	5.0	-4.2	24.7	-30.5	-28.7
M21	1988	1029	110.3	4.8	4.1	0.13	7.0	18.0	8.6	33.1	-11.7	-16.4
M21	1989	1030	190.7	4.7	2.4	0.19	6.2	12.6	-15.1	15.2	-19.5	-24.2
M21	1990	1024	148.2	1.9	1.3	0.11	4.6	6.8	-2.8	21.7	-15.6	-17.5
M21	1991	1027	166.5	-1.4	-0.8	0.06	2.6	11.1	-12.3	17.5	-19.0	-17.7
M22	1988	1029	138.2	7.0	4.8	0.15	6.3	13.7	6.6	30.2	-16.4	-23.4
M22	1989	1030	174.6	4.7	2.6	0.17	6.1	9.6	-2.1	24.1	-21.0	-25.7
M22	1990	1024	199.9	-1.9	-0.9	0.14	4.5	6.5	-2.0	28.3	-28.0	-26.2
M22	1991	1027	187.4	-9.7	-5.5	0.05	1.6	5.7	-7.0	25.0	-30.8	-21.0
M23	1988	1016	282.0	9.0	3.1	0.09	2.6	80.0	15.5	52.4	51.7	42.7
M23	1989	1030	296.1	4.7	1.6	0.25	6.2	74.7	2.2	41.1	42.0	37.4
M23	1990	1026	328.7	0.4	0.1	0.24	5.5	70.3	-8.6	39.1	27.4	27.1
M23	1991	1102	329.5	-9.0	-2.8	-0.01	-0.3	76.4	-7.0	38.5	35.5	44.5
M24	1988	1029	309.7	7.6	2.4	0.31	7.3	62.3	12.0	53.4	18.2	10.6
M24	1989	1029	354.5	-9.2	-2.7	0.06	1.4	59.0	3.0	68.6	-8.4	0.8
M24	1990	1024	419.2	-3.2	-0.8	0.14	2.7	79.6	15.3	71.4	28.0	31.3
M24	1991	1027	374.9	-13.7	-3.8	0.17	3.4	54.1	1.0	49.6	4.4	19.1
M25	1988	1029	458.0	-18.6	-4.2	0.32	5.7	69.8	25.4	47.6	66.5	85.0
M26	1988	1029	296.2	8.6	2.8	0.27	6.7	57.1	11.6	43.0	16.6	8.0
M26	1989	1030	407.6	-11.1	-2.8	0.20	3.8	46.1	-5.5	40.2	-7.8	3.3
M26	1990	1024	435.9	8.9	2.0	0.37	6.2	50.5	14.3	40.0	19.0	10.0
M26	1991	1027	387.5	-12.3	-3.3	0.16	3.2	47.7	-1.4	42.6	-1.3	11.1
M27	1988	1029	82.6	9.9	10.7	0.18	9.8	12.7	6.5	17.7	1.0	-8.9
M27	1989	1030	133.1	7.5	5.3	0.15	6.6	11.6	-4.0	14.5	-6.5	-14.0
M27	1990	1024	116.2	10.0	7.9	0.20	9.6	9.2	-0.4	11.5	-2.7	-12.6
M27	1991	1027	124.2	3.2	2.5	0.15	7.4	11.3	-5.5	10.6	-4.5	-7.7
M28	1988	1029	75.9	1.7	2.1	0.12	8.8	8.5	3.1	20.3	-13.4	-15.0
M28	1989	1030	90.3	2.4	2.6	0.12	7.5	6.5	0.3	16.5	-12.7	-15.2
M28	1990	1024	84.6	5.1	5.7	0.11	7.2	6.7	2.7	14.7	-8.0	-13.1
M28	1991	1027	90.0	1.6	1.7	0.07	4.9	7.2	0.7	16.5	-11.9	-13.5
M29	1988	1029	77.0	4.4	5.4	0.09	6.6	10.2	5.9	24.8	-12.5	-16.9
M29	1989	1029	112.1	5.1	4.4	0.07	3.6	10.0	0.1	18.9	-11.8	-16.9
M29	1990	1028	91.5	8.8	8.7	0.15	9.9	8.7	3.5	16.2	-5.4	-14.2
M29	1991	1102	110.2	-6.0	-5.7	-0.09	-6.2	8.2	-8.1	18.9	-20.6	-14.6
M30	1988	1029	463.2	9.3	2.0	-1.19	-31.1	352.8	10.3	26.4	335.1	325.8
M31	1988	1029	182.5	16.3	8.2	0.28	9.9	31.1	17.0	27.6	19.2	2.9
M31	1989	1030	222.0	7.1	3.1	0.24	7.3	25.6	4.4	25.6	4.3	-2.8
M31	1990	1024	275.4	5.9	2.1	0.23	5.8	17.9	4.6	22.2	2.6	-3.3
M31	1991	1027	262.8	-8.0	-3.2	0.09	2.4	22.2	-2.9	23.6	-4.2	3.9
M32	1988	1029	177.7	8.8	4.7	0.16	6.3	40.5	6.7	37.7	7.6	-1.2
M33	1988	1029	120.8	10.6	8.1	0.16	8.7	25.5	5.1	20.7	10.8	0.2
M34	1988	1029	146.4	12.7	8.0	0.12	6.3	56.5	13.0	27.5	42.3	29.6
M35	1988	1029	267.4	11.8	4.2	0.31	7.9	41.7	21.9	52.7	10.9	-0.9
M35	1989	1105	307.0	12.2	3.8	0.32	7.2	31.0	14.0	39.1	6.9	-5.3
M35	1990	1024	385.7	-4.9	-1.3	0.21	3.9	26.1	3.2	49.1	-19.8	-14.9
M35	1991	1027	338.1	-10.6	-3.2	0.27	5.6	29.4	4.9	47.5	-14.7	-4.2
TM36	1988	1110	131.5	-7.6	-6.1	0.26	12.0	16.0	-8.0	23.4	-25.3	-17.7
TM36	1989	1021	147.6	12.4	7.8	0.21	8.6	21.2	8.2	29.1	-1.3	-13.7
TM36	1990	1101	173.4	5.2	2.9	0.16	5.8	14.4	-1.4	21.7	-10.3	-15.5
TM37	1988	1031	103.1	5.1	4.7	0.15	8.2	8.4	4.6	20.1	-14.5	-19.6
TM37	1989	1028	130.9	2.8	2.1	0.10	4.4	7.9	0.2	18.5	-18.2	-21.0
TM37	1990	0914	120.5	-2.5	-2.1	0.16	8.9	4.6	3.4	22.8	-20.9	-18.4
TM37	1991	1025	135.7	-4.2	-3.2	0.09	4.3	6.3	-3.7	18.9	-22.7	-18.5

## Vedlegg nr. 5.

Middelverdier for kjemiske komponenter i 25 innsjøer rundt Mongstad. Middelverdier for innsjøer i den mest utsatte sektor for svovelnedfall fra Mongstad-raffineriet (345<sup>0</sup> - 067<sup>0</sup>) og middelverdier for øvrige sektorer er angitt. Innsjø nr. 20 som ligger like ved 067<sup>0</sup>-linjen er inkludert i gruppen "utsatt sektor". Middelverdiene for utsatt sektor for årene 1988-1990 er noe endret fra forrige årsrapport. Dette har sin årsak i at det er foretatt nye beregninger uten de 2 innsjøene som gikk ut av programmet i 1991 for å få sammenlignbare verdier.

+-----+				
	Utsatt sektor			
	8 målinger			
Parameter	1988	1989	1990	1991
pH	4.92	4.83	4.91	4.99
ECM*, µekv/l	22.4	17.5	12.6	15.8
ENA*, µekv/l	8.87	-5.52	-0.39	-2.47
ESO4*, µekv/l	36.3	28.1	27.9	29.3
NO3N, µg/l	90.0	73.1	49.3	53.6
CL, mg/l	4.32	7.14	7.13	6.64
TOC, mg/l	2.84	2.28	2.03	2.43
LAL, µg/l	61.3	72.0	72.3	49.6
ANC, µekv/l	-8.8	-17.9	-16.8	-16.3

+-----+				
	Øvrige sektorer			
	17 målinger			
Parameter	1988	1989	1990	1991
pH	5.29	5.26	5.28	5.30
ECM*, µekv/l	49.1	46.7	39.7	41.3
ENA*, µekv/l	7.6	0.45	4.2	3.2
ESO4*, µekv/l	42.0	35.4	34.1	34.5
NO3N, µg/l	132	116	82.0	106
CL, mg/l	6.16	8.53	9.94	8.93
TOC, mg/l	4.70	4.38	3.84	4.75
LAL, µg/l	42.8	44.5	45.5	28.2
ANC, µekv/l	23.8	13.7	12.5	12.4

---

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo  
ISBN 82-577-2106-9