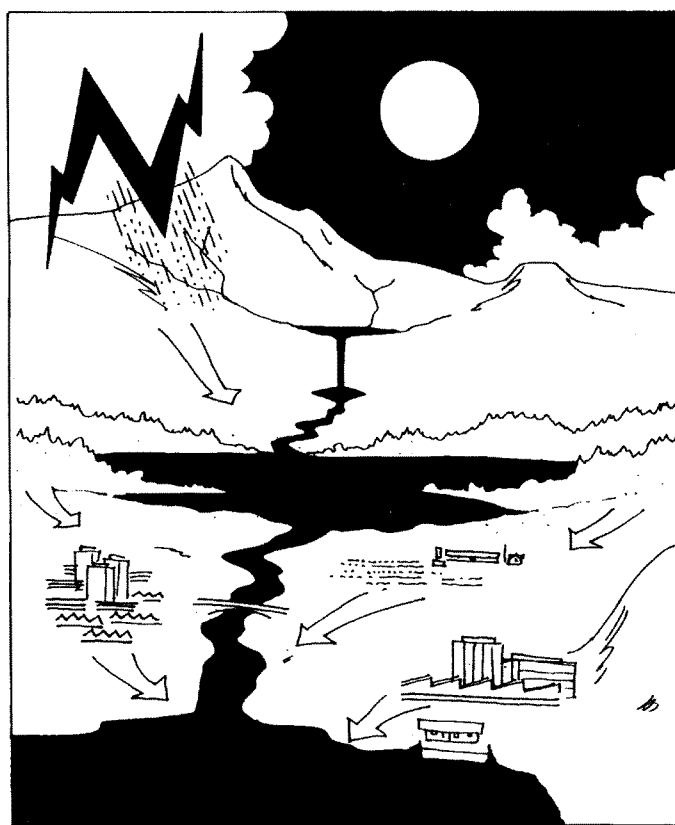


# NITROGEN

FRA FJELL TIL FJORD



## Årsrapport 1993

Senter for  
jordfaglig  
miljøforskning  
(JORDFORSK)

Norsk  
institutt for  
vannforskning  
(NIVA)

Norsk  
institutt for  
skogforskning  
(NISK)

Norsk  
institutt for  
luftforskning  
(NILU)

Biologisk  
institutt,  
Universitetet  
i Oslo

## NITROGEN FRA FJELL TIL FJORD

er et tverrfaglig program som studerer nitrogenkretsløpet fra nedbør til hav. Prosjektet omfatter undersøkelser av nitrogenbudsjettet for to nedbørfelt, samt utvalgte delfelter med fjell, hei, skog, dyrket mark og ferskvann. Prosjektets hovedmål er å øke kunnskapen om opptak og avrenning av nitrogen, og dermed gi bedre prognoser for framtidige effekter på jord, skog, ferskvann og fjorder.

Undersøkelsene foregår i to vassdrag, **Bjerkreimsvassdraget** i Rogaland og **Aulivassdraget** i Vestfold.

Deltakere i programmet er:

Norsk institutt for vannforskning (NIVA): *avrenning og prosesser i vann*,  
Norsk institutt for luftforskning (NILU): *tilførsler*,  
Norsk institutt for skogforskning (NISK): *prosesser/budsjetter i skog*,  
Senter for jordfaglig miljøforskning (JORDFORSK): *prosesser/budsjetter i jordbruksarealer*,  
Biologisk institutt, Universitetet i Oslo (UiO): *prosesser i vann*.

Programmet er finansiert ved øremerkede grunnbevilgninger til NIVA, NILU, og JORDFORSK, ved egeninnsats fra UiO og ved direkte bidrag fra Norges forskningsråd (NFR). Prosjektet ble startet i 1992 og er planlagt avsluttet i 1996.

Prosjektet koordineres av *Arne Henriksen*, NIVA, og har en styringsgruppe med følgende sammensetning: NIVA: *Atle Hindar*, NILU: *Kjetil Tørset*, NISK: *Petter Nilsen*, Norges landbrukshøgskole (NLH): *Arne Stuanes*, JORDFORSK: *Nils Vagstad* og UiO: *Dag Hessen*. Eksterne observatører er *Else Løbersli*, Direktoratet for naturforvaltning (DN) og *Dag Rosland*, Statens forurensningstilsyn (SFT). Det holdes møter 4-6 ganger i året mellom representantene for de deltakende institusjoner, og halvårige møter med de eksterne observatørene.

# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
P-91444	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3105	

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: Nitrogen fra fjell til fjord - Årsrapport 1993	Dato: Juli 1994	Trykket: NIVA 1994
	Faggruppe: Sur nedbør	
Forfatter(e): Øyvind Kaste, NIVA Marianne Bechmann, JORDFORSK Kjetil Tørseth, NILU	Geografisk område: Sør-Norge	Antall sider: 60
		Opplag: 100

Oppdragsgiver: NIVA, JORDFORSK, NILU, Norges forskningsråd (NFR)	Oppdragsg. ref.:
---	------------------

Ekstrakt: Programmet "Nitrogen fra fjell til fjord" har som hovedmål å øke kunnskapen om opptak, omsetning, retensjon og avrenning av nitrogen, og å gi bedre prognoser for framtidige effekter av endringer i nitrogenkretsløpet på jord, skog, ferskvann og fjorder. Aktivitetene er konsentrert om Bjerkreimsvassdraget i Rogaland og Aulivassdraget i Vestfold. I <b>Bjerkreimsvassdraget</b> endret konsentrasjonen av nitrat seg lite fra 1992 til 1993. De høyeste årsmidlene finner en i Skjævelandsåna og ved det nye jordbruksfeltet på Apeland. Det ble registrert relativt store variasjoner i nitratkonsentrasjon i skog- og heifeltene i vassdraget. Ved enkelte andre stasjoner var det så liten variasjon <i>slik</i> at prøvetakingsfrekvensen kan reduseres. I <b>Aulivassdraget</b> har nitrogenkonsentrasjonen variert mye i 1992 og 1993. Høyeste konsentrasjon i hovedelva ble målt høsten 1992 med 13,2 mg N/l. Om høsten 1992 og våren 1993 var det store mengder restnitrogen i jorden etter de lave avlinger i 1992. På denne tiden forsvant det derfor mye nitrogen i avrenningen.
---

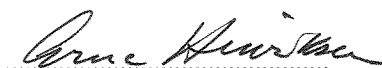
4 emneord, norske

1. Nitrogen
2. Nitrogenmetning
3. Nedbørfelt
4. Budsjett

4 emneord, engelske

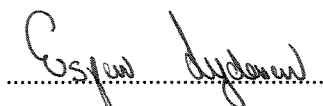
1. Nitrogen
2. Nitrogen saturation
3. Catchment
4. Budgets

Prosjektleder



Arne Henriksen

For administrasjonen



Espen Lydersen

ISBN 82-577-2585-4

# **NITROGEN FRA FJELL TIL FJORD**

## **Årsrapport 1993**

**Forfattere:**

Øyvind Kaste, NIVA  
Marianne Bechmann, JORDFORSK  
Kjetil Tørset, NILU

**Bidragstere:**

Nils Vagstad, JORDFORSK  
Petter Nilsen NISK  
Arne Stuanes NLH  
Arne Henriksen, NIVA  
Dag Hessen, UiO



## FORORD

Nasjonalt drives det idag forskning på en rekke felter med tilknytning til nitrogen i de biologiske kretsløpene, men kunnskap på tvers av faggrenser er ofte mangelfull. Derfor tok de fire instituttene NILU, NIVA, NISK og JORDFORSK initiativ til et samarbeidsprosjekt omkring temaet nitrogenkretsløp i ubalanse. Ved å gjennomføre integrerte og tverrfaglige budsjett- og prosess-studier i to nedbørfelt og representative delfelt tar prosjektet sikte på å besvare sentrale spørsmål omkring endret nitratavrenning, samt gi prognoser for hvordan dette på sikt kan påvirke forsuring i jordbunn og ferskvann og overgjødsling i fjorder og kystområder. De to valgte vassdragene er Aulivassdraget i Vestfold, som er utpreget landbrukspåvirket og Bjerkreimsvassdraget i Rogaland, som er sterkt påvirket av langtransporterte luftforurensninger.

Den foreliggende rapporten er bygd over samme lest som årsrapporten for 1992. Det er hovedsaklig en datarapport med en kort gjennomgang av prøvetakingsopplegg og aktiviteter i vassdragene i 1993. Vannkjemiske data foreligger som vedlegg til rapporten. Områdebeskrivelsen og presentasjonen av bakgrunnsdata (tidligere undersøkelser) er forkortet i forhold fjorårets årsrapport. For en grundigere bakgrunnsinformasjon om vassdragene vises det derfor til nevnte rapport.

Resultatene fra prosjektet rapporteres fortløpende i form av enkeltrapperter fra de deltakende institusjoner og i form av publikasjoner i internasjonale tidsskrifter. Ved siden av årsrapportene blir det utgitt egne *Newsletters*, med korte artikler fra de deltakende instituttene.

## INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD.....	2
INNHALDSFORTEGNELSE.....	3
SAMMENDRAG .....	4
1. INNLEDNING .....	5
2. BJERKREIMSVASSDRAGET.....	6
2.1 Beskrivelse av hovedvassdraget.....	6
2.2 Beskrivelse av delfelt .....	10
2.3 Aktiviteten i 1993.....	11
2.4 Vannkjemiske resultater 1993 .....	13
3. AULIVASSDRAGET .....	26
3.1 Beskrivelse av hovedvassdraget.....	26
3.2 Beskrivelse av prøvetakingslokaliteter.....	29
3.3 Aktiviteter i 1993.....	32
3.4 Resultater.....	33
3.4.1 Nitrogen-avrenning.....	33
3.4.2 Nitrogen i jord .....	38
4. REFERANSER .....	41
5. KJEMISKE ANALYSERESULTATER 1993.....	42
5.1 Bjerkreimsvassdraget .....	42
5.2 Aulivassdraget .....	55

## SAMMENDRAG

Programmet "**Nitrogen fra fjell til fjord**" har som hovedmål å øke kunnskapen om opptak, omsetning, retensjon og avrenning av nitrogen, og å gi bedre prognoser for framtidige effekter av endringer i nitrogenkretsløpet på jord, skog, ferskvann og fjorder. Hovedrammen er basert på å øke forståelsen av nitrogenkretsløpet fra nedbør til hav basert på studier av nitrogenbudsjett og nitrogenomsetning i to nedbørfelt med utvalgte delfelt med fjell, hei, skog, dyrket mark og ferskvann. De to nedbørfeltene er Bjerkreimsvassdraget i Rogaland (693 km<sup>2</sup> med 5% dyrket mark) og Aulivassdraget i Vestfold (366 km<sup>2</sup> med 32% dyrket mark). I Bjerkreimsvassdraget er atmosfærisk tilført nitrogen antatt å være av størst betydning, mens i Aulivassdraget er landbruket dominerende nitrogenkilde.

I løpet av 1991 ble prosjektstruktur og prøvefelter fastlagt. Prosjektet startet formelt i 1992. Gjennom 1992 og 1993 er det tatt vannprøver fra ca. 20 stasjoner i hvert vassdrag med 14 dagers intervall. Det er installert måledammer i delfelt for kontinuerlig måling av vannføring med dataloggere og proporsjonalprøvetaking av avrenningsvann i begge vassdrag. Det er også tatt jordprøver og installert lysimetre for undersøkelser av jordvann i skogsfeltene.

Nitrat er den dominerende nitrogenkomponenten i **Bjerkreimsvassdraget**. I 1993 utgjorde nitrat i gjennomsnitt 70% av det totale nitrogenet. Konsentrasjonen av organisk nitrogen (total nitrogen fratrukket nitrat) er derfor generelt lav i vassdraget. I små upåvirkede nedbørfelt kan imidlertid den organiske nitrogen-delen utgjøre over 50% av det totale nitrogenet.

Konsentrasjonen av nitrat endret seg lite fra 1992 til 1993. I utløpet ved Tengs var årsmiddelet 360 µg N/l i 1993, mot 380 µg N/l i 1992. De høyeste årsmidlene finner en i Skjævelandsåna og ved det nye jordbruksfeltet på Apeland (hhv. 710 og 760 µg N/l). Det ble registrert bemerkelsesverdig lave nitrat-konsentrasjoner i skogsfeltet på Høgmoen (81 µg N/l i årsmiddel) og ved delfeltene Øygard og Svela. De tre sistnevnte feltene hadde også relativt store årstidsvariasjoner i nitratkonsentrasjon.

Ved enkelte stasjoner var det svært liten årstidsvariasjon i nitrat og totalnitrogen. Dette gjaldt spesielt stasjoner nordøst i nedbørfeltet som lå i utløpet av innsjøer. Ut fra enkle statistiske betraktninger synes det å være forsvarlig å redusere prøvetakingshyppigheten ved 5 av disse stasjonene til månedlige prøver.

Nitrogenkonsentrasjonen i **Aulivassdraget** har variert mye i måleperioden. Høyeste konsentrasjon i hovedelva ble målt høsten 1992 med 13,2 mg N/l. Om høsten 1992 og våren 1993 var det store mengder restnitrogen i jorden etter de lave avlinger i 1992. På denne tiden forsvant det derfor mye nitrogen i avrenningen.

Det ble funnet meget høye verdier for nitrogen vinteren 92/93 på Høyjord. Fra begge jordbruksfeltene, Høyjord og Ramnes, rant størsteparten av nitrogenet av som nitrat. På Ramnes var det tørt i målestasjonen frem til slutten av september 1993. I den første avrenningsepisoden på høsten ble det målt nitrogenkonsentrasjoner på nærmere 13 mg N/l.

*Høyeste nitrogenkonsentrasjon i avrenningen fra skogsfeltet Dal ble målt høsten 1992, med en maksimumsverdi på 8,5 mg N/l. I 1993 var nitrogenkonsentrasjonen under 2 mg N/l i alle prøver. Høsten 1993 har det vært noe tap av organisk nitrogen fra Dal-feltet. Nitrogenkonsentrasjonen i skogsfeltene Svartbekk og Tuften har gjennomgående vært lav.*

## 1. INNLEDNING

Ubalanse i de biogeokjemiske kretsløpene er blitt et sentralt miljøproblem både lokalt og globalt. Nitrogen er et grunnstoff som er blitt gjenstand for kretsløpsforstyrrelser med klare miljøeffekter. Økt nitrogentilførsel fra landbruket til ferskvann og hav er idag et betydelig internasjonalt miljøproblem. Økte tilførsler av ammonium og nitrogenoksider til atmosfæren har doblet det atmosfæriske nedfallet av nitrogen over en 30-års periode. Både internasjonalt og nasjonalt er en også blitt oppmerksom på økt nitratavrenning fra skog- og heiområder. Økt nitratavrenning til vassdrag utgjør et stadig økende bidrag til forsuring. Økt nitrogenavrenning til fjorder og kystområder øker farene for lokale algeoppblomstringer og er problematisk i forhold til intensjonene i Nordsjøavtalen om redusert nitrogentilførsel til Nordsjøen.

Naturlige klimavariasjoner og mer systematiske klimaendringer påvirker også omsetning og avrenning av nitrogen. Mer nedbør og høyere vintertemperaturer påvirker nitrogenomsetning og nitrogentransport i alle miljøer.

Hovedkildene til nitrogen i avrenningsvann er: 1) naturlige kilder, 2) atmosfærisk tilførsel som langtransporterte forurensninger, 3) landbruksaktiviteter og 4) industri- og kommunale avløp. I upåvirkede systemer er oftest nitrogen begrensende i jord og fosfor begrensende i vann. Derfor vil tilført nitrogen normalt tas opp av vegetasjonen i innsjøens nedbørfelt i vekstsesongen, slik at lite finnes igjen i avrenningsvannet.

*Nitrogenmetning* i dyrket jord inntreffer når tilgangen på ammonium og nitrat overstiger det totale næringsbehov for planter og mikroorganismer, og som gir seg uttrykk i lekkasje av betydelige mengder nitrat fra jorda i nedbørfeltet (Aber et al. 1989). En nitrogenmetning i jorda i nedbørfeltet kan gi eutrofiering eller forsuring i en innsjø. Eutrofiering inntreffer hvis det er tilstrekkelig fosfor tilgjengelig i innsjøen, mens forsuring vil være den aktuelle prosessen hvis det ikke er nok fosfor tilgjengelig.

Den økte tilførselen av nitrogen gjennom nedbør i Sør-Norge kan virke gunstig på skogens vekst, men har sannsynligvis ingen effekt på innsjøenes trofi-status. Den øker heller den generelle tendens til fosfor-begrensning i oligotrofe og mesotrofe innsjøer (Faafeng et al. 1990). Forsuring av overflatevann er derfor hovedproblemet ved øket nitrogenbelastning fra atmosfæren. På Sør- og Vestlandet er ofte NO<sub>3</sub>-konsentrasjonene i elver og innsjøer om sommeren (vekstsesongen) betydelige, og i enkelte innsjøer og elver kan nitrogenets forsuring bidrag være opp til 40% av svovelets bidrag. Nitrat i innsjøer om sommeren behøver ikke bety av vi har en *nitrogenmetning* i den terrestriske delen av nedbørfeltet. En årsak kan være at nitraterne i nedbøren passerer nedbørfeltet raskere vegetasjonen fullt ut kan nyttiggjøre seg dem ("hydrologisk nitratlekkasje"). En av målsetningene med vårt prosjekt er å forsøke å avklare disse forholdene.

## 2. BJERKREIMSVASSDRAGET.

### 2.1 Beskrivelse av hovedvassdraget

#### Generelt

Bjerkreimsvassdraget ligger alt vesentlig i Rogaland, men innerste del ligger i Vest-Agder. Vassdraget munner ut ved Egersund. Nedbørfeltet er totalt på 693 km<sup>2</sup> hvorav 37 km<sup>2</sup> (ca. 5%) er jordbruksareal (dyrket og beitemark). Nedbørfeltet består av flere parallelle daler som går fra nordøst mot sørvest. I dalenes sørvestlige del samles elvene til et hovedløp (se figur 3). En mindre del av vassdraget ligger vest for hovedelva. Vassdraget har et stort antall bekker, elver og vann. I alt finnes 225 vann med areal større enn 0.025 km<sup>2</sup>. Flere av vannene er typiske fjordsjøer, med Ørdsalsvatn som den dypeste (243 m).

#### Geologi

Området er geologisk svært variert, med ulike prekambriske grunnfjellsbergarter. Det meste av feltet består av ulike granittiske gneiser, men med dypbergarter som anorthositt og leusonorit i den sydøstre del. Geologisk kart over vassdraget er vist i årsrapporten for 1992 (Henriksen et al. 1993). Rundt 50 % av nedbørfeltet ligger over 500 m.o.h., og 30 % mellom 200 og 500 m. Bare mindre deler ligger under 100 m.o.h. Den marine grense i området er bare ca. 7 m.o.h., og det er få marine avsetninger. Det er imidlertid store glaciale avsetninger i nedbørfeltet.

#### Skog

Skogen dekker ca. 90 km<sup>2</sup> av nedbørfeltet, og består alt vesentlig av stedegen bjørkeskog og noe furuskog. Skogen har fjellskogpreg i store områder og finnes gjerne i band mellom snaufjellet og de mange dalgangene som skjærer gjennom landskapet. De nordøstlige delene av vassdraget er dominert av fukthei og fattige småbregnebjørkeskoger med innslag av røsslynghei, blåbærhei og lyngbjørkeskog. Skoggrensen går her på 600 m. I de ytre delene av vassdraget finnes det relativt mange små arealer som er tilplantet med bartreslag, først og fremst gran og sitkagran. Enkelte plantninger med lerk, edelgran, furuarter og thuja ses også i disse områdene. Boniteten er stort sett høy der treslagskifte har funnet sted, og produksjonen på disse arealene er betydelig sett i forhold til arealandelen.

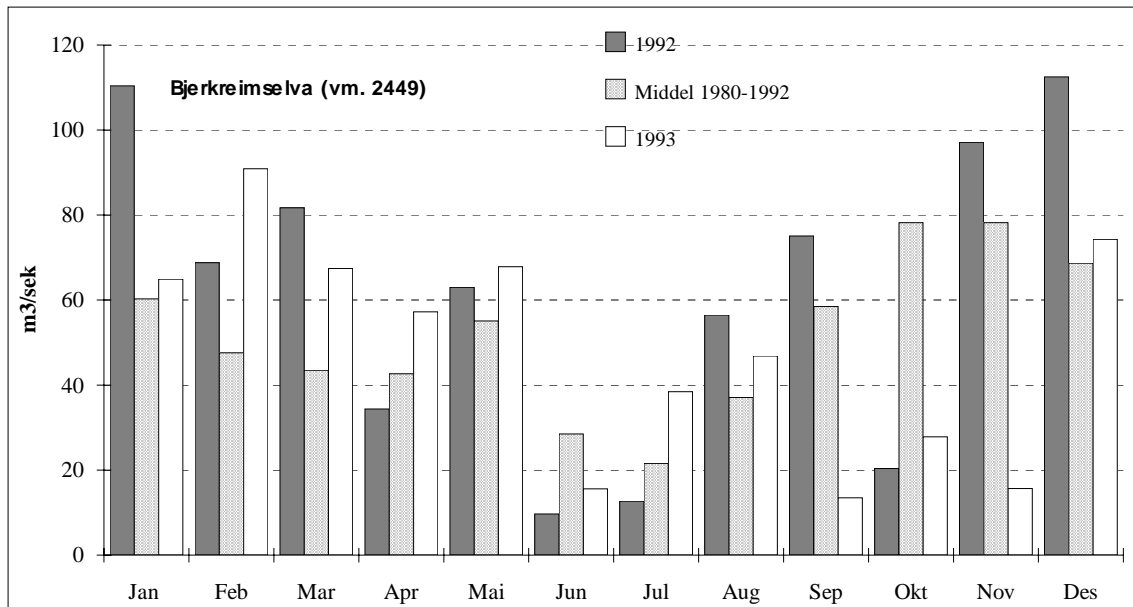
#### Hydrologi

Det finnes tre målestasjoner for vannføring i Bjerkreimsvassdraget. En ved Bjerkreim bru som dekker et nedbørfelt på 639 km<sup>2</sup> (92 % av totalfeltet), en ved utløpet av Austrumsdalsvatn med nedslagsfelt på 61,5 km<sup>2</sup> og en ved Saglandsvatn som har et nedslagsfelt på 1.7 km<sup>2</sup>. Målingene i hovedvassdraget har pågått siden 1896. Avrenningen er gjennomgående høy over hele nedbørfeltet og varierer fra ca 95 l/s/km<sup>2</sup> i høyestliggende områder i nordøst til ca 85 l/s/km<sup>2</sup> i vassdragets nedre del. Gjennomsnittlig avløp ved Bjerkreim bru i perioden 1980-1992 var 52,7 m<sup>3</sup>/sek. Med et nedbørfelt på 639 km<sup>2</sup> tilsvarer dette et spesifikt avløp på 82,4 l/s/km<sup>2</sup> som omgjort til årlig avrenning utgjør ca. 2606 mm.

Avløpsmønsteret er karakterisert ved store høstavløp (september - desember) (figur 1). Laveste avløp registreres normalt i juni og i juli. Avløpet fordeler seg med ca. 60% i vinterhalvåret (oktober - april) og 40% i sommerhalvåret (Kjos-Hansen 1990). Bjerkreimsvassdraget er ikke noe utpreget flomvassdrag, men har normalt høyere vannføring i mai i forbindelse med snøsmeltingen og i oktober-november som følge av høstnedbør (figur 1). I 1992 var årsavrenningen 120% over årsmidlet for perioden 1980-1992, og spesielt var

avrenningen stor i januar og i november og desember, mens oktober var meget nedbørfattig dette året.

I 1993 hadde elva relativt stor vannføring til og med mai. Vannføringen var deretter lav i juni, mens juli og august var noe mer vannrike enn middelverdien for perioden 1980-1992. Høstmånedene september, oktober og november var usedvanlig tørre, med vannføringer ned mot 1/5 av gjennomsnittet for perioden 1980-1992.



Figur 1. Månedlig vannføring i Bjerkreimselva i 1992 og 1993 sammenholdt med månedsmidler for perioden 1980-1992. Vannføringsmålingene for 1993 er skalert opp fra vm. 2292 Austrumsdal.

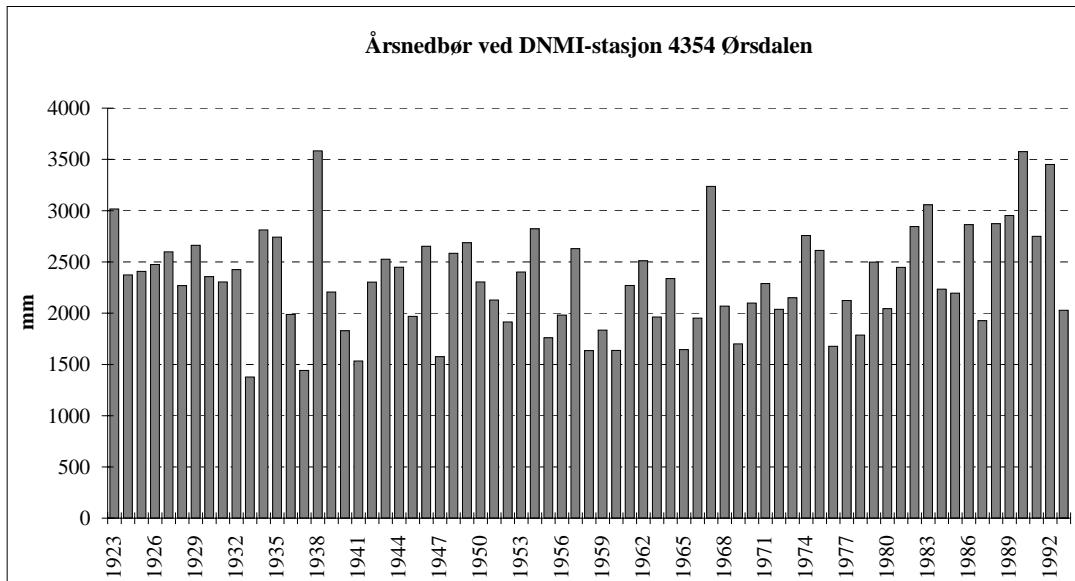
### Nedbør

Nedbørfeltet ligger i det området i Rogaland der årsnedbøren normalt er høyest. Nedbørmengder ved Meteorologisk institutts nedbørstasjon i Ørsdalen for perioden 1923-1992 er vist i figur 2. Årsnormalen (1961-1990) er 2358 mm. I de siste årene har nedbørmengdene vært vesentlig over normalen, helt oppe i 152 % i 1990. Den siste 5 års perioden er også den med høyest middelnedbør siden målingene startet i 1923 (Henriksen et al. 1993). I 1993 var årsnedbøren ved st. 4354 Ørsdalen 2029 mm, noe som er 86 % av normalen. Ved stasjon 4345 Helleland var årsnedbøren i 1993 1630 mm (82 % av normalen).

De nærmeste NILU-stasjoner for måling av nedbørkjemi ligger ved Ualand og Skreådalen. Nedbørmengde og nitrogentilførsler (våtavsetning) for 1993 er som følger:

Stasjon	Nedbør mm	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>
Ualand	1531	492	365
Skreådalen	2006	437	493*

\*Kan være påvirket av lokalt sauehold.



Figur 2. Årsnedbør ved Meteorologisk institutts nedbørstasjon i Ørsdalen for årene 1923-1993.

1993 var et litt spesielt år med relativt lite nedbør i Rogaland i vår og sommermånedene. 1992 og særlig i 1993 var nitrogentilførslene mindre enn i foregående år, basert på målinger ved stasjoner som ligger utenfor nedslagsfeltene. I Bjerkreimsvassdraget er det mer nedbør i høyereliggende områder fra 300 til ca 1000 m o h.. I begge årene har tilførslene av nitrogen vært størst i høst- og vinterperiodene, i direkte sammenheng med betydelige nedbørmengder.

Bidraget fra tørravsetning antas å være i området 10-20% av nedbørtilførslene. Tørravsetningen av nitrogenforbindelser er beregnet ut fra målte luftkonsentrasjoner på Birkenes og i Skreådalen, idet det er antatt at dette er representativt for konsentrasjonsnivået som skyldes langtransporterte luftforurensninger. Tabell 1 viser de målte luftkonsentrasjonene og de verdier som er brukt til å beregne tørravsetningen. Det er ikke tatt hensyn til tørravsetning av ammoniakk i tilknytning til jordbruksaktivitetene i feltene.

Tabell 1. Målte konsentrasjoner av nitrogenforbindelser i luft ( $\mu\text{gN}/\text{m}^3$ ), og beregnet tørravsetning til skog ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ).

	Birkenes	Skreådalen
$\text{NH}_4\text{-N} + \text{NH}_3\text{-N}$	0.53	1.26
$\text{NO}_3\text{-N} + \text{HNO}_3\text{-N}$	0.24	0.19
$\text{NO}_2\text{-N}$	0.69	0.41
Beregnet tørravs.	305	330

### Reguleringer

Det er så langt relativt beskjedne inngrep i form av vassdragsreguleringer i Bjerkreimsvassdraget. Store Myrvatn i Maudalen er regulert med 22 m mellom 588 og 610 m.o.h. Et delfelt på 20,6 km<sup>2</sup> (3 % av totalfeltet) er overført til Figgjovassdraget. I dette nedbørfeltet er to innsjøer regulert: Romsvatn med en reguleringshøyde på 28 m og Stølsvatn med 2 m

reguleringshøyde. Mulige vannkraftplaner for vassdraget er blitt utredet som en del av Samlet Plan for vassdrag (Palleesen og Hauge 1984, Kjos-Hansen 1986, 1990).

### Vannkjemi

I årsrapporten for 1992 (Henriksen et al. 1993) er det foretatt en gjennomgang av tidligere undersøkelser og bakgrunnsdata fra Bjerkreimsvassdraget. Vannkjemien i vassdraget kan generelt karakteriseres ved lavt ioneinnhold og lite organisk karbon (Molværsmyr et al. 1990). I perioder forekommer høye sjøsaltkonsentrasjoner, dette gjelder spesielt de nedre deler av vassdraget. Vassdraget er generelt lite belastet mht. næringssalter og organisk stoff fra menneskelig aktivitet, og det er ikke påvist forurensningseffekter på begroings-samfunnet i noen del av vassdraget (Molværsmyr et al. 1990). Den største menneskelige påvirkningen finner vi i Svelavatn og i hovedvassdraget nedstrøms Svelavatn, hvor det er påvist forhøyede konsentrasjoner av næringssalter, organisk stoff og koliforme bakterier (Brettum 1976, Espeland 1988, Molværsmyr et al. 1990). Tilførslene stammer fra kloakkutslipp, avløpsvann fra meieri og jordbruksavrenning. Også oppstrøms Svelavatn er det bosetning som medfører tilførsler av næringssalter og organisk stoff til hovedvassdraget fra jordbruk og kloakk. Selv om vassdraget generelt er tynt befolket og de atmosfæriske nitrogentilførsler er betydelige, er det likevel klart at andre nitrogenkilder også er av vesentlig betydning.

Hele vassdraget er forsuringsfølsomt, men relativt store forekomster av løsmasser og innslag av kambrosiluriske bergarter i vestre deler og langs hovedvassdraget gir en viss bufferkapasitet mot den relativt betydelige belastningen med sur nedbør. Dette viser seg også ved at elvene fra vest har en noe høyere pH og kalsiuminnhold i forhold til hovedvassdraget (Molværsmyr et al. 1990). Vannkvalitetsmessig gir tilførslene av sur nedbør seg utslag i generelt lav pH og forhøyede konsentrasjoner av sulfat, nitrat og labilt aluminium, spesielt i de østlige deler av nedbørfeltet.

### Fisk

Forsuring medfører at det i deler av Bjerkreimsvassdraget kan registreres omfattende negative effekter på mange vannlevende plante- og dyregrupper. Det er registrert betydelige skader på fiskebestandene i vassdraget. Kart med oversikt over fisketomme vann i Bjerkreimsvassdraget (Enge 1988) er presentert i årsrapporten for 1992. De fisketomme vannene ligger stort sett i den nordøstlige delen av vassdraget. Bjerkreimsvassdraget har bestander av laks, sjøaure, innlandsaure, røye og ål. Elvestrekningen som årvisst fører laks er på ca. 25 km (til forbi Svelavatn), men laks og sjøaure kan år om annet gå helt opp til Indre Vinjavatn. Ved Fotlandsfossen er det bygd laksetrapp av Bjerkreim Elveigarlag som også driver klekkeri og utsetting av laks i elva.

### Kalking

Det er en relativt begrenset kalkingsaktivitet i vassdraget, og det antas at vannkvaliteten i hovedelva er upåvirket av dette. De største kalkmengdene blir spredd i sidegrenen som renner gjennom Austrumsdalsvatn. I 1993 ble det kalket i 6 vann oppstrøms Austrumsdalsvatn, med drøyt 80 tonn tilsammen. Innsjøen Holmavatn, som inngår i et lite sidevassdrag nedstrøms Hofreistevatn blir årlig kalket med omlag 35 tonn kalk. Ellers foregår det kalking i tre innsjøer oppstrøms Eikjevatn i den nedre delen av vassdraget (22 tonn årlig). Det samlede årlige kalkforbruket i vassdraget er omlag 150 tonn kalksteinsmjøl. I tillegg blir det spredd omlag 15 tonn skjellsand. (Kalkingsdata: Espen Enge, Fylkesmannen i Rogaland).



## 2.2 Beskrivelse av delfelt

### 1) Heifelt ved Longavatn UTM utløp: 32 V LK, 890 245, Areal: 0.8 km<sup>2</sup>, 65 m o h. (st.14)

Dette delfeltet befinner seg i nedre del av vassdraget og er noe sjøsaltpåvirket. Det består i alt vesentlig av bart fjell, heivegetasjon og tre mindre, grunne tjern. Det er lite påvirket av menneskelig aktivitet, men grenser i nordre del mot et gårdsbruk hvor litt av engarealet drenerer mot heifeltet. Det synes å være lite beiting i utmarksarealet som hører med til dette heifeltet. Feltet drenerer mot Longavatn, og omfatter her litt skogsareal (vesentlig bjørk). Måledam med kontinuerlig trykkmåler og vannproporsjonal prøvetaker er montert rett før utløp i Longavatn. I mars 1993 ble det etablert en nedbørstasjon for innsamling av ukentlige nedbørprøver og kontinuerlig registrering av nedbørmengde nær dette delfeltet.

### 2) Heifelt ved Øygaard UTM utløp: 32 V LL 019 324, Areal: 2.3 km<sup>2</sup>, 290 m o h. (st. 23)

Dette heifeltet ligger ca. 12 km nordøst for delfelt 1, rett øst for Svelavatn, og er klart mindre sjøsaltpåvirket. Feltet brukes til sauebeite, men er ellers et upåvirket utmarksområde bestående av hei, noe bart fjell og noen mindre vann som utgjør ca. 15 % av totalarealet. Feltet drenerer mot vest til Bjerkreimselva. Målepunktet er her lagt ca 100 m ovenfor Øygaard. Her er anlagt måledam, samt opplegg for kontinuerlig måling av pH, nitrat og ammonium i januar 1994.

### 3) Skogfelt ved Svela UTM utløp: 32 V LL 029 293, Areal: 0.51 km<sup>2</sup>, 190 m o h. (st. 24)

Dette er et område som i all hovedsak drenerer gjennom et område hvor et treslagskifte har funnet sted. Det er vesentlig gran og sitkagran som er plantet. Løsmassene er dominert av tykke sandholdige moreneavsetninger. Det er foreløpig ikke foretatt skoglige registreringer i feltet, men det er antatt å gi et representativt bilde av skogbeplantede områder i regionen hva angår produksjonsevne og treslags sammensetning. Måledammen er anlagt ved skogsbilvei i midtre del av skogfeltet ovenfor stasjon Svela.

### 4) Skogfelt ved Høgmo UTM utløp: 32 V LL 094 373, Areal: 0.45 km<sup>2</sup>, 170 m o h. (st. 13)

Feltet ligger nær Hofreistevatn, sentralt i vassdraget. Det består vesentlig av opprinnelig furuskog med et stort innslag av bjørk. Det er meget få plantninger av gran i nedslagsfeltet. Det er steinrik morenegrunn i området, som hører til den samme geologiske formasjon som nedbørfeltet Svela. Avrenningen fra området burde være representativ for den naturlige skogen i Bjerkreimsvassdraget.

### 5) Jordbruksfelt ved Apeland (st, 33, 34, 35)

Dette feltet erstatter det tidligere jordbruksfeltet ved Hofreistevatn som ble beskrevet i årsrapporten for 1992. Apeland-feltet ligger like nordøst for målestasjon 3, Tengedal (figur 3). Grunnlagsdataene for Apeland-feltet (arealberegninger, arealbruk) er ikke ferdig bearbeidet ennå.

### 2.3 Aktiviteten i 1993

Prosjektets struktur og forsøksområder ble fastlagt i 1991, og prøvetakingen startet i 1992. Det er foretatt visse justeringer av prøvetakingsstasjonene siden oppstarten, bl.a. er jordbruksfeltet ved utløpet av Hofreistevatn (delfelt 5) erstattet med et nytt felt ved Apeland (jfr. beskrivelse frg. avsnitt). Oversikt over stasjoner, ajourførte stasjonsnummer og lokalisering er gitt i tabell 2 og figur 3. I 1993 er det vannkjemisk prøvetaking ved i alt 21 stasjoner hver 14 dag. Stasjonene er valgt for å representere vannkvaliteten i ulike segmenter av hovedvassdraget med sentrale tilløpselver, og delfelter av forskjellig karakter.

Det ble i 1993 etablert en stasjon for nedbørkjemi og måling av nedbørmengde ved Longavatn. På grunn av bemanningsmessige endringer ble ikke taksten for skogfeltene ferdig bearbeidet i 1993.

Tabell 2. Prøvetakingslokaliteter i Bjerkreimsvassdraget.

Lok. nr.	Stasjonsnavn:	Tidl. nr.	Driftsperiode:								Kommentar:
			1992				1993				
			I	II	III	IV	I	II	III	IV	
1	Utløp v/ Tengs		*	*	*	*	*	*	*	*	
2	Utløp Eikjevatn	10	*	*	*	*	*	*	*	*	
3	Bjerkreimselva ved Tengesdal	2	*	*	*	*	*	*	*	*	
4	Bjerkreimselva ved Gjedrem	3	*	*	*	*	*	*	*	*	
5	Skjævelandsåna v/ Vikeså	11	*	*	*	*	*	*	*	*	
6	Høylandsåna (tilløp Ørsdalsvatn)	17	*	*	*	*	*	*	*	*	
7	Storåa (tilløp til Ørsdalsvatn)	16	*	*	*	*	*	*	*	*	
8	Austrumsdalsvatn	15	*	*	*	*	*	*	*	*	
9	Utløp Hofreistevatn	4	*	*	*	*	*	*	*	*	
12	Utløp Ørsdalsvatn	14	*	*	*	*	*	*	*	*	
13	Høgmobekk (Måledam)	32	*	*	*	*	*	*	*	*	Delfelt 4 (Skogfelt)
14	Bekk til Longavatn (Måledam)	30	*	*	*	*	*	*	*	*	Delfelt 1 (Heifelt)
15	Landbruksfelt (før landbruk)	36	*	*	*	*	*				Nedlagt
16	Landbruksfelt (etter landbruk)	37	*	*	*	*	*				Nedlagt
20	Utløp Byrkjelandsvatn	5	*	*	*	*	*	*	*	*	
21	Skjævelandsåna før samløp	12		*	*	*	*	*	*	*	
22	Storsheiåna før Skjævelandsåna	13		*	*	*	*	*	*	*	
23	Øygardsbekken	33		*	*	*	*	*	*	*	Delfelt 2 (Heifelt)
24	Svelabekken	31			*	*	*	*	*	*	Delfelt 3 (Skogfelt)
30	Landbruksfelt (midt på)					*	*				Nedlagt
31	Landbruksfelt (før landbruk)						*	*			Nedlagt
32	Landbruksfelt (etter landbruk)						*	*			Nedlagt
33	Apeland (oppe)						*	*	*	*	Nytt delfelt 5 (Landbruksfelt)
34	Apeland (nede)						*	*	*	*	Nytt delfelt 5 (Landbruksfelt)
35	Maudalsåna						*	*	*	*	
36	Apeland (midt på)						*	*	*	*	Nytt delfelt 5 (Landbruksfelt)
50-63	14 innsjøer og elver										Prøvetatt 6/9-93

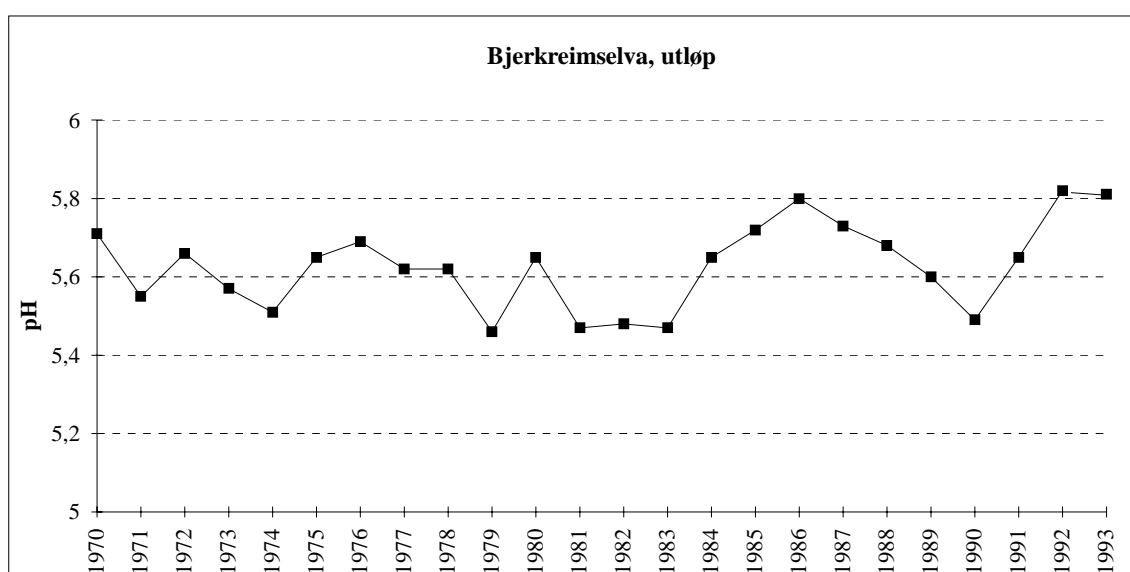


## 2.4 Vannkjemiske resultater 1993

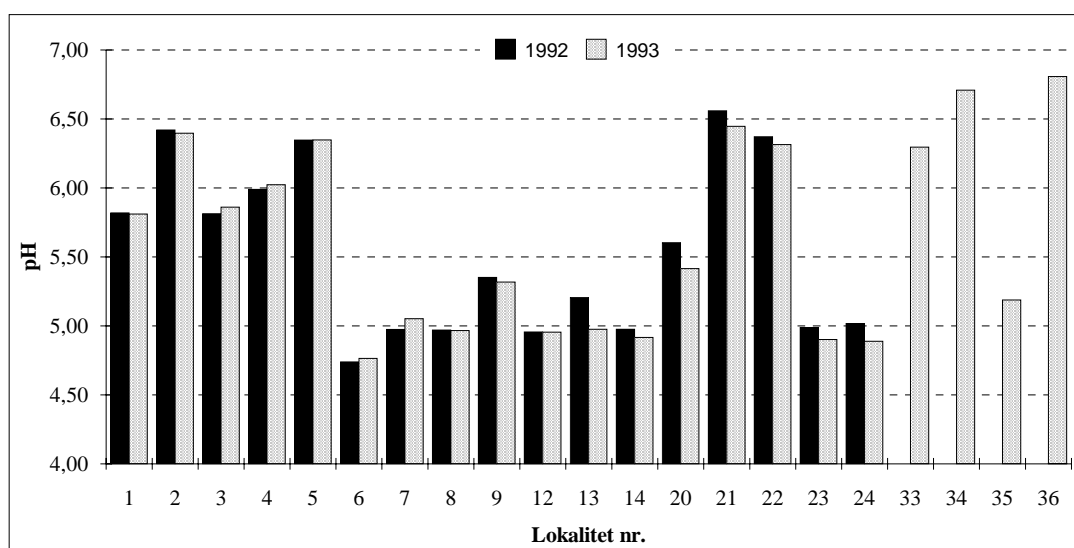
### Årsmidler

I vedlegg 5.1 er det presentert årsmidler for kjemiske parametre på alle stasjoner i Bjerkreimsvassdraget i 1993. I figurene 4-8 er årsmidler for enkelte utvalgte parametre i 1992 og 1993 presentert grafisk.

I utløpet av Bjerkreimselva ved Tengs var årsmiddelverdien for pH omlag på samme nivå som i 1992 (figur 4 og 5). Denne målestasjonen har siden 1980 inngått i programmet for overvåking av forurenset luft og nedbør som administreres av Statens forurensningstilsyn (SFT). Det foreligger imidlertid regelmessig prøvetaking tilbake til 1970, foretatt av Einar Snekvik ved det tidligere Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk - Fiskeforskningen. Figur 4 viser årsmiddelverdier for pH i utløpet av Bjerkreimsvassdraget for hele perioden 1970-1993.



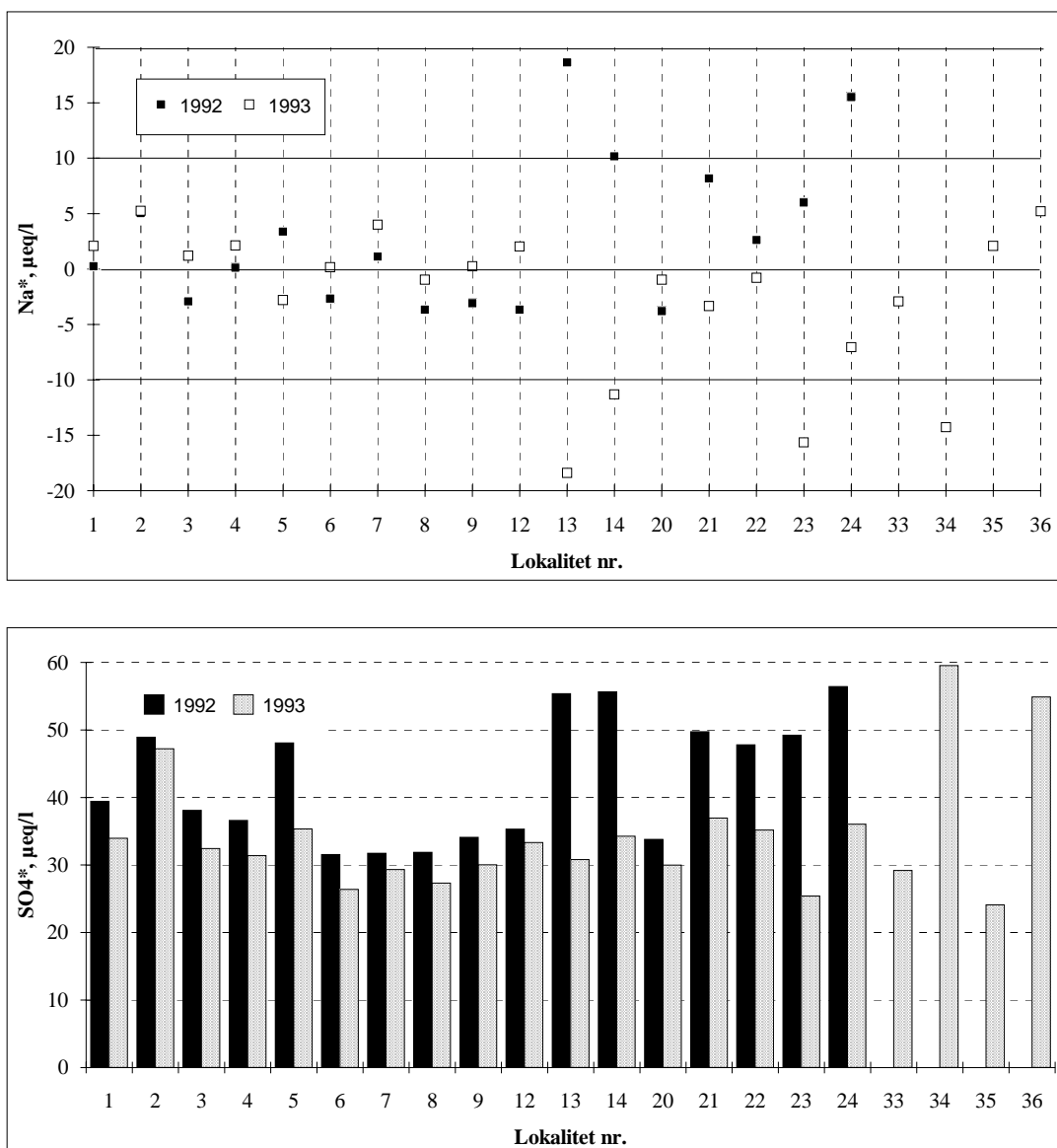
Figur 4. Årlig middel-pH i utløpet av Bjerkreimsvassdraget for perioden 1970-1993.



Figur 5. Årsmidler 1992 og 1993 for pH i undersøkte lokaliteter i Bjerkreimsvassdraget.

Ved de ulike stasjonene i vassdraget lå årsmiddel-pH i 1993 på omlag samme nivå som i 1992 (figur 5). De høyeste verdiene ble registrert i de nedre delene av vassdraget, spesielt i de vestre grenene Storsheiåna, Skjævelandsåna og utløpet av Eikjevattn, der årsmiddelverdien lå over 6,0. Det sureste vannet (pH < 5,0) finner en i de øvre delene av vassdraget, i sidegrenene til Ørstdalsvatn og Austrumsdalsvatn, samt i de små skogs- og heifeltene.

Negative verdier for ikke-marin natrium ( $\text{Na}^*$ ) er en indikator på sjøsaltpåvirkning i vassdrag (Hindar et al. 1993). Under en sjøsaltepisode i januar 1993 ble det registrert et kraftig avtak i konsentrasjonen av  $\text{Na}^*$  i Bjerkreimsvassdraget (Henriksen og Hindar 1994). Det ble i 1993 registrert årsmidler på under  $-10 \mu\text{ekv/l}$  ved stasjonene 13, 14, 23 og 34 (figur 6). Dette er alle små nedbørfelt, hvorav stasjon 34 er det eneste som er vesentlig påvirket av lokale forurensningskilder (landbruk). Også på stasjon 24 (Svelabekken) ble det registrert et stort avtak i middelkonsentrasjonen av ikke-marin natrium fra 1992 til 1993.

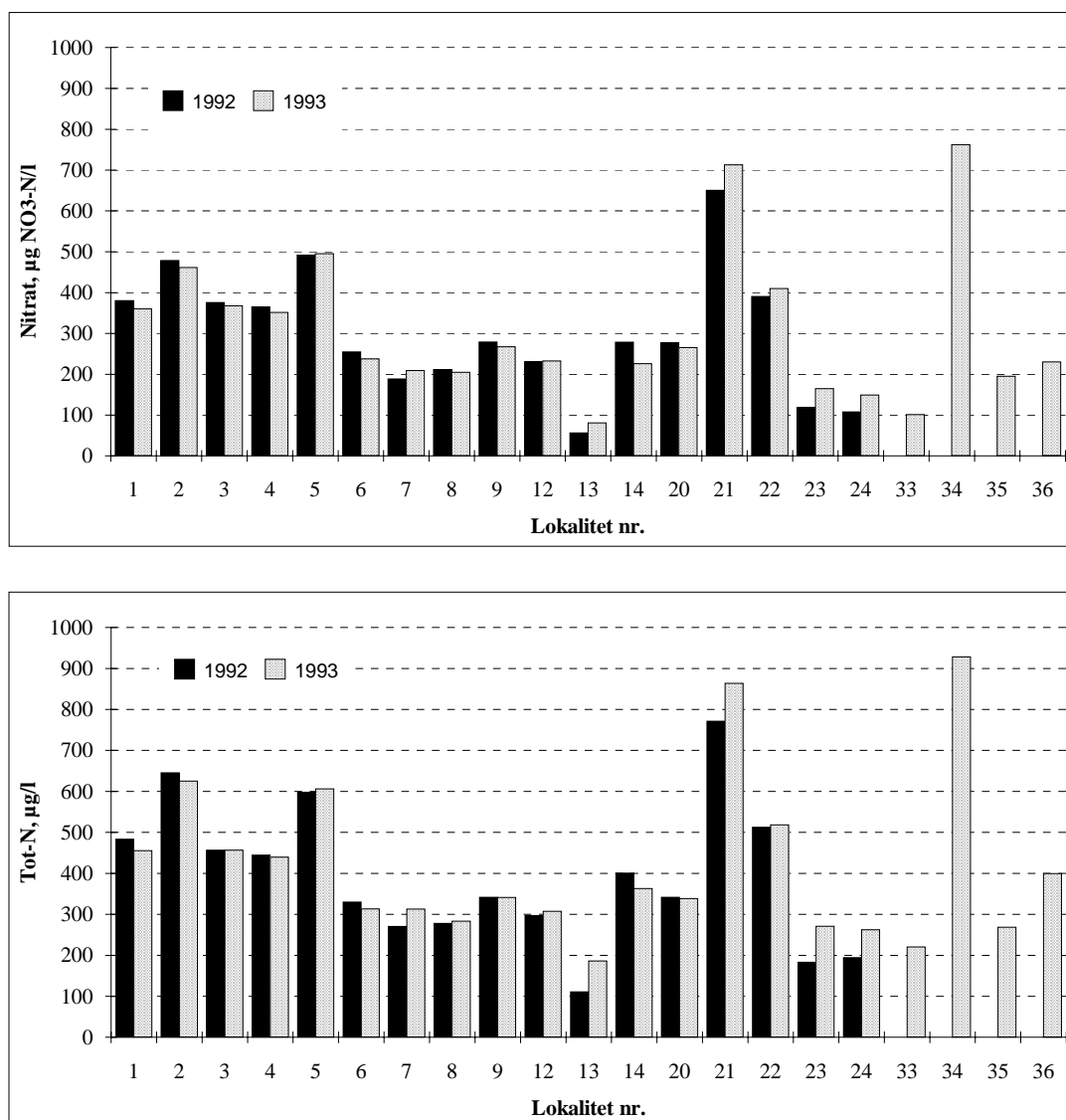


Figur 6. Årsmidler i 1992 og 1993 for ikke-marin natrium ( $\text{Na}^*$ ) og ikke-marin sulfat ( $\text{SO}_4^*$ ) i de undersøkte lokalitetene i Bjerkreimsvassdraget.

Hovedtendensen ser ut til å være at sjøsaltpåvikningen tydeligst kan registreres på årsmiddelverdien for de små nedbørfeltene som ligger relativt nær kysten. I hovedvassdraget er det kun små endringer fra 1992 til 1993 i middelverdien for  $\text{Na}^*$ .

Konsentrasjonen av ikke-marin sulfat ( $\text{SO}_4^*$ ) var generelt lavere i 1993 enn i 1992 (figur 6). Avtaket var størst ved de stasjonene som var mest påvirket av sjøsalter i 1993 (hadde lave  $\text{Na}^*$ -verdier). Disse var samtidig blant de stasjonene som hadde høyest konsentrasjon av  $\text{SO}_4^*$  i 1993. De høyeste årsmiddelkonsentrasjonen av  $\text{SO}_4^*$  ble registrert på stasjon 2 (utløp Eikjevatt) og i landbruksfeltet ved Apeland (st. 34 og 36).

Årsmiddelkonsentrasjonen av nitrat endret seg lite fra 1992 til 1993 (figur 7). De høyeste konsentrasjonene finner en på stasjonene 21 (Skjævelandsåna) og 24 (Apeland). Begge disse stasjonene er påvirket av lokale nitrogenkilder, hovedsakelig landbruk. Det ble registrert bemerkelsesverdig lave nitrat-konsentrasjoner ved stasjon 13 Høgmoen, som er et lite skogsfelt



Figur 7. Årsmidler i 1992 og 1993 for nitrat ( $\text{NO}_3$ ) og total nitrogen (Tot-N) i de undersøkte lokalitetene i Bjerkreimsvassdraget.

ved innløpet til Hofreistevatn (81  $\mu\text{g N/l}$  i årsmiddel). Ved delfeltene Øygardsbekken (23), bekken fra skogplantingen ved Svela (24) og den øverste stasjonen på Apeland (33) ble det også registrert lave nitrat-verdier - i størrelsesorden 100-150  $\mu\text{g N/l}$ . Konsentrasjonen i utløpet av Bjerkreimsvassdraget ved Tengs var 360  $\mu\text{g/l}$  i årsmiddel.

Figur 7 viser at nitrat er den dominerende nitrogenkomponenten i vassdraget. I 1993 utgjorde nitrat i gjennomsnitt 70% av det totale nitrogenet. Konsentrasjonene av organisk nitrogen (total nitrogen fratrukket nitrat) er derfor lave i vassdraget. I to av de små upåvirkede nedbørfeltene (st. 13 og 33) utgjorde imidlertid den organiske nitrogen-delen over 50% av det totale nitrogenet. I de østlige delene av vassdraget (Ørsdalsvatn, Austrumdalsvatn og Maudalsåna) lå den gjennomsnittlige konsentrasjonen av total nitrogen omkring 300  $\mu\text{g N/l}$ . I de nedre delene av hovedvassdraget var konsentrasjonene høyere, omkring 400-500  $\mu\text{g N/l}$ .

Nitrogenavrenningen i vassdraget synes å være en kombinasjon av nedbørtilført nitrogen og nitrogenavrenning fra landbruket. Nitrogenavrenningen fra landbruket synes å være høyere enn opprinnelig antatt. Arbeidet med å beregne nitrogenflukser for de forskjellige sidevassdrag og delfelter er nå i gang, for å kunne kvantifisere nitrogenbidragene fra de forskjellige kildene nærmere.

I de små upåvirkede nedbørfeltene som bar preg av sjøsaltpåvirkning i 1993 (spesielt Høgmoen, Øygardsbekken og Svelabekken) var det en kraftig økning i aluminiumskonsentrasjonen fra 1992 til 1993 (figur 8). Sistnevnte stasjon (24) hadde i 1993 en årsmiddelkonsentrasjon på over 400  $\mu\text{g/l}$  reaktivt aluminium. Av dette utgjorde den labile fraksjonen (den aluminiumsfraksjon som er antatt å være giftig for fisk) hele 350  $\mu\text{g/l}$ . På de øvrige stasjonene var det mindre endringer i årsmiddelkonsentrasjonene fra 1992 til 1993.

Generelt finner en lave aluminiumskonentrasjoner i de nedre delene av vassdraget og i sidegrenene fra vest ( $< 50 \mu\text{g/l}$  reaktivt Al). I utløpet av sidegrenene fra Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn i de øvre delene av vassdraget var konsentrasjonen av reaktivt aluminium i overkant av 100  $\mu\text{g/l}$ , og labile fraksjon utgjorde mellom 50 og 100 % av dette.

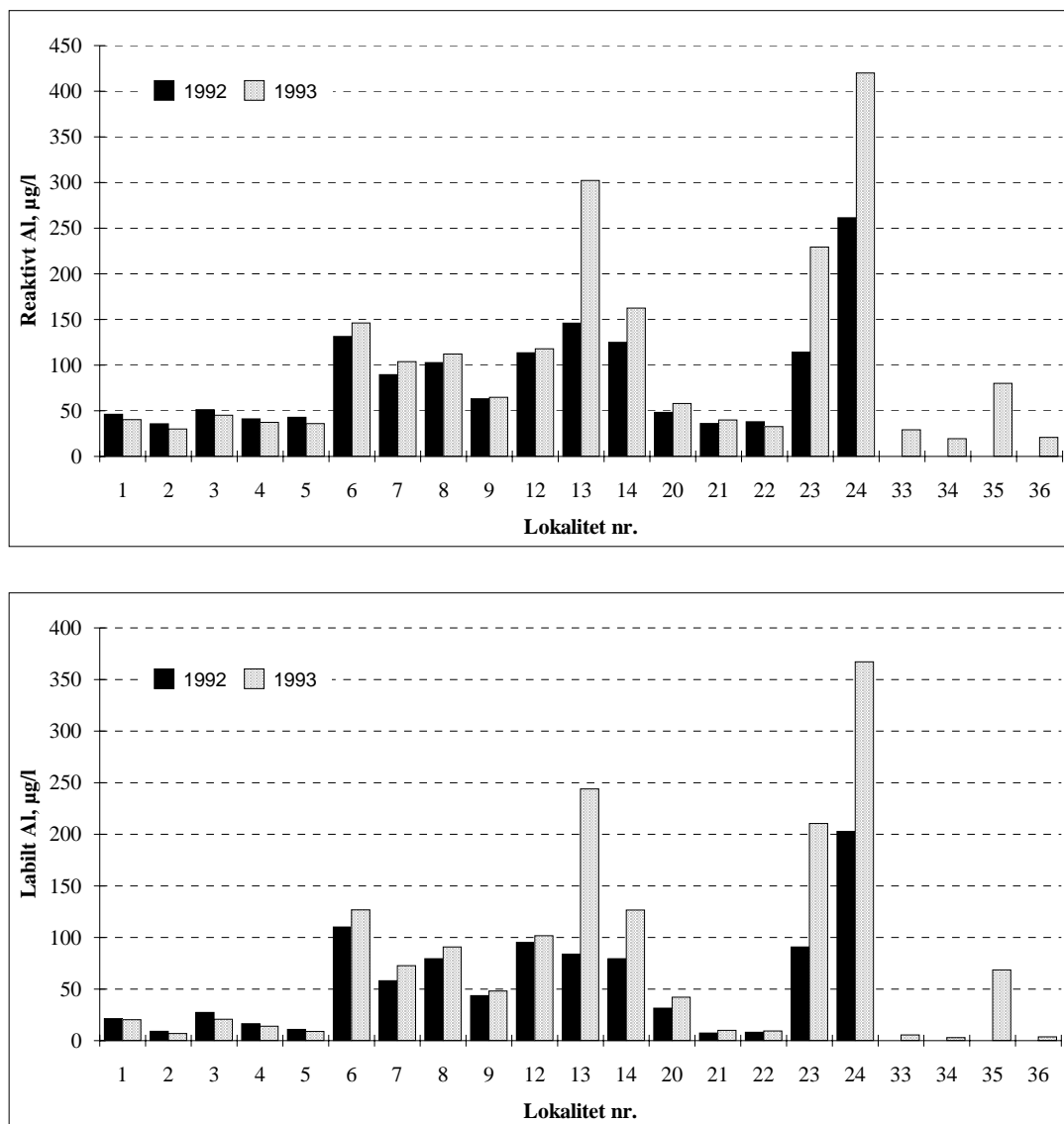
### Årstidsvariasjoner

Figur 9 viser årstidsvariasjoner i nitrogenkomponentene nitrat og total nitrogen for alle stasjoner i 1993. Lavest relativ variasjon i konsentrasjonen av totalnitrogen finner en lengst nordøst i vassdraget. Spesielt i utløpet av innsjøene Ørsdalsvatn, Byrkjelandsvatn, Hofreistevatn og Austrumdalsvatn er variasjonen liten. På disse lokalitetene kan det være aktuelt å redusere prøvetakingshyppigheten framover, da en kan få samme informasjon med omlag samme presisjon om en f.eks gikk ned til månedlige prøver.

Også på de tre nederste stasjonene i hovedvassdraget (st. 1, 3 og 4) var det liten variasjon i 1992 og 1993. Det er imidlertid ikke tilrådelig å gå ned på prøvetakingsfrekvensen i denne delen av vassdraget, da høyere totalkonsentrasjoner og stor vannføring krever hyppig prøvetaking.

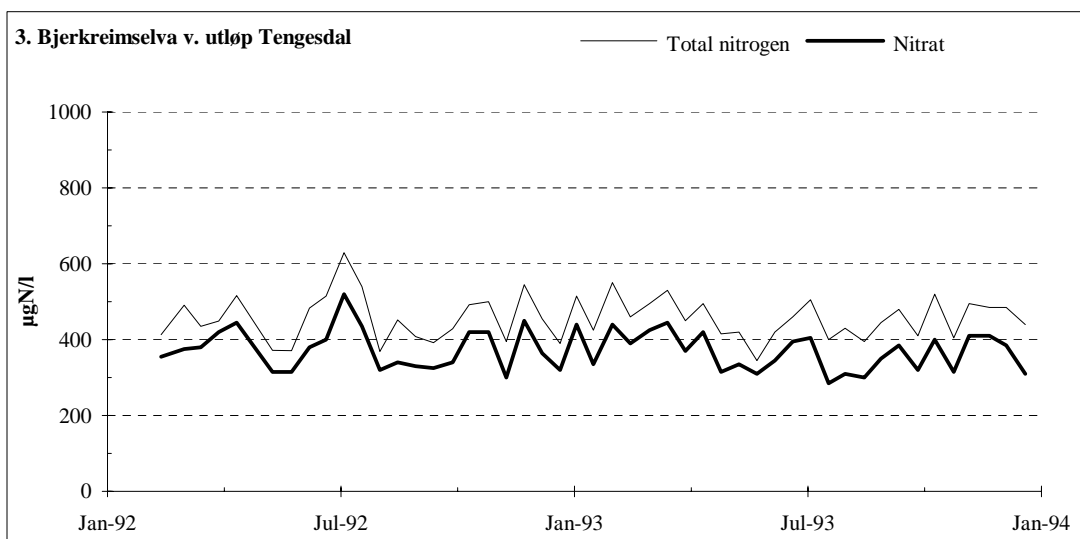
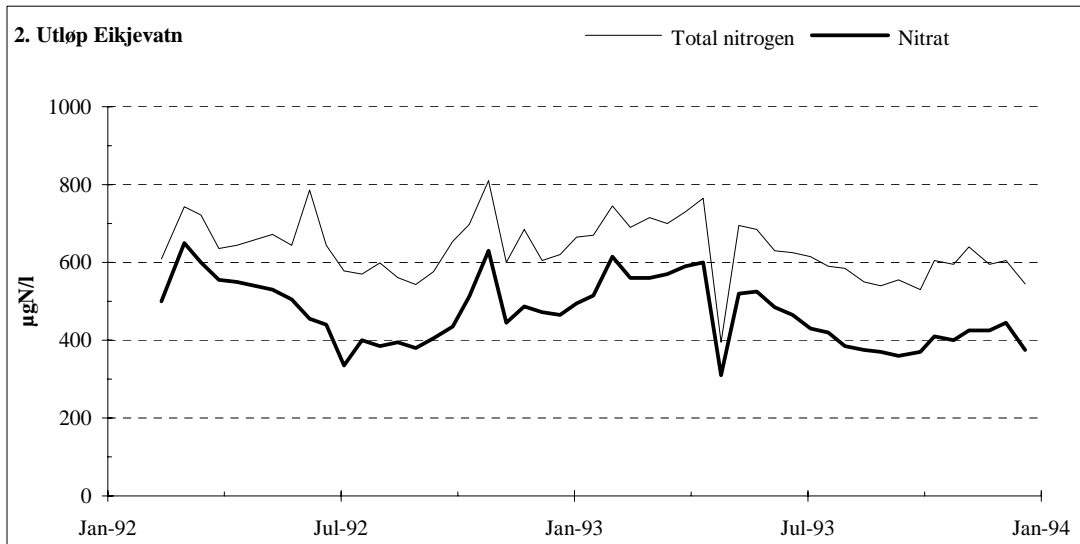
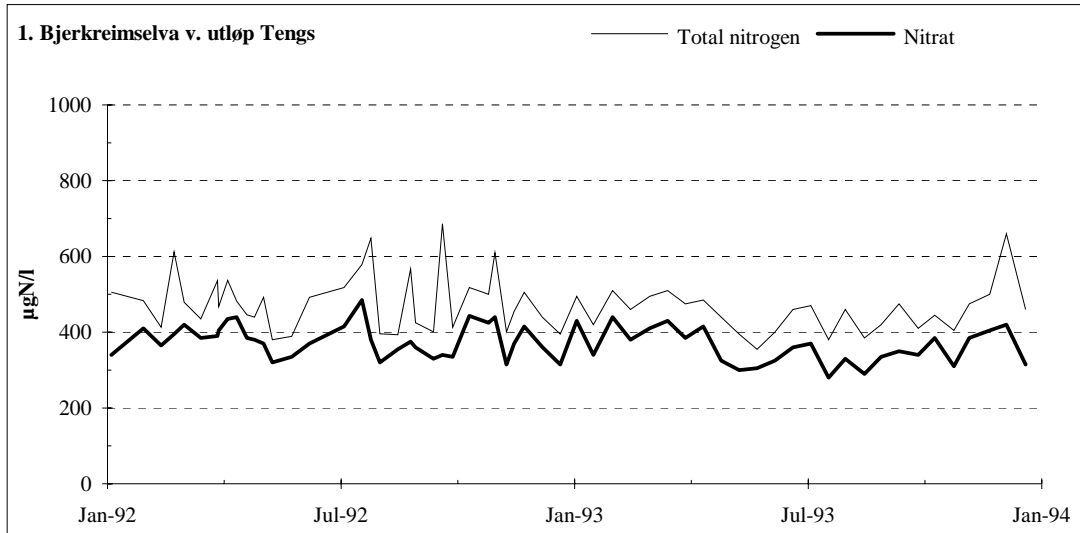
Variasjonen i totalnitrogen var i 1993 størst i de små nedbørfeltene til Øygardsbekken, Svelabekken, Høgmobekken og bekken til Longavatn. Noe av variasjonen her kan sannsynligvis forklares med sesongmessige variasjoner pga. opptak av nitrat i vegetasjon i produksjonssesongen. Ellers var relativt stor variasjon over året i de landbrukspåvirkede

bekkene (Skjævelandsåna og bekken ved Apeland). Det kan foreløpig ikke registreres sesongmessige variasjoner i hovedvassdraget som kan tilskrives opptak i vegetasjon under produksjonssesongen. Dette skal imidlertid undersøkes nærmere når det skal beregnes nitrogenflukser og de ulike nitrogenkildene skal kvantifiseres.

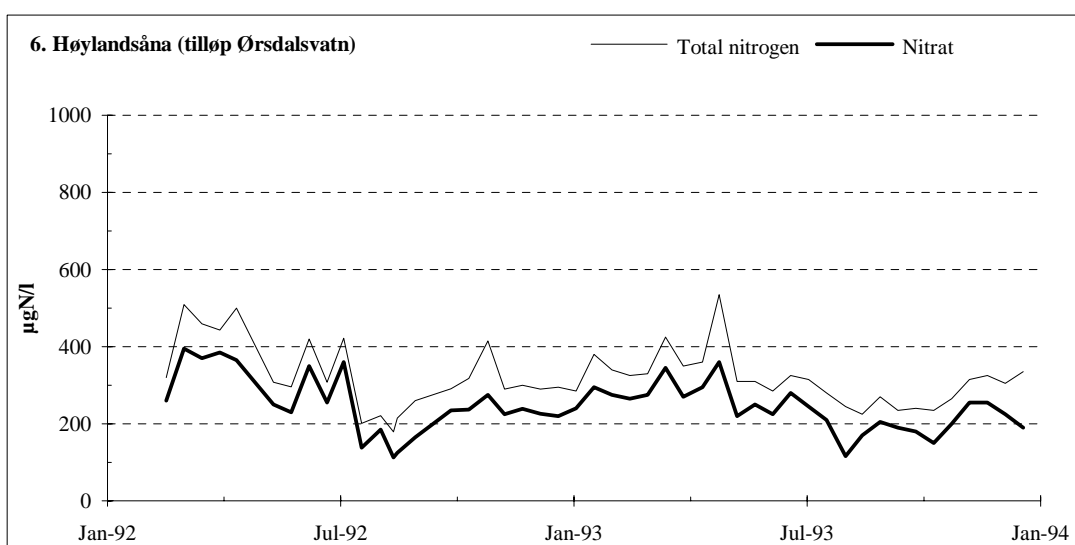
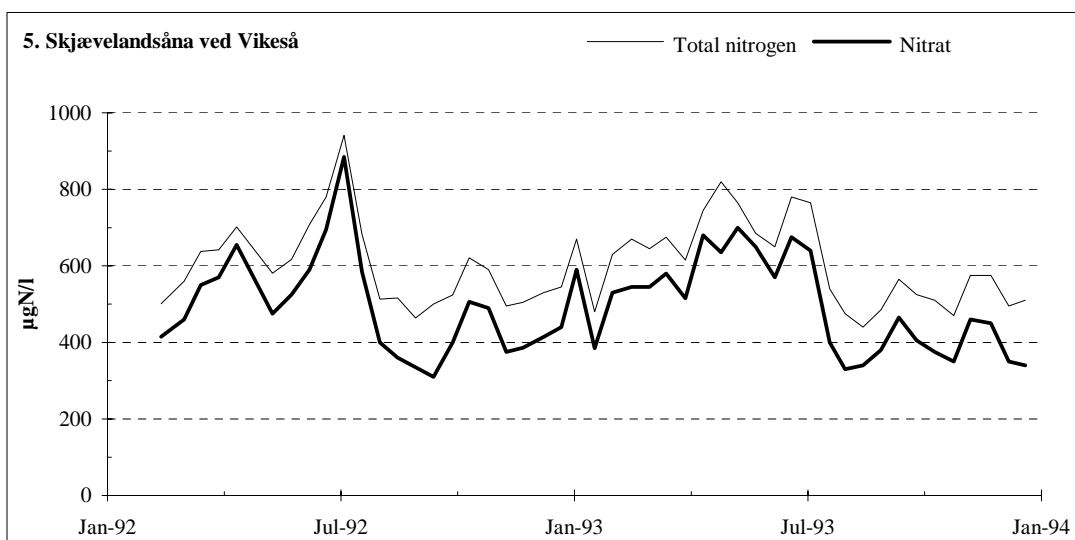
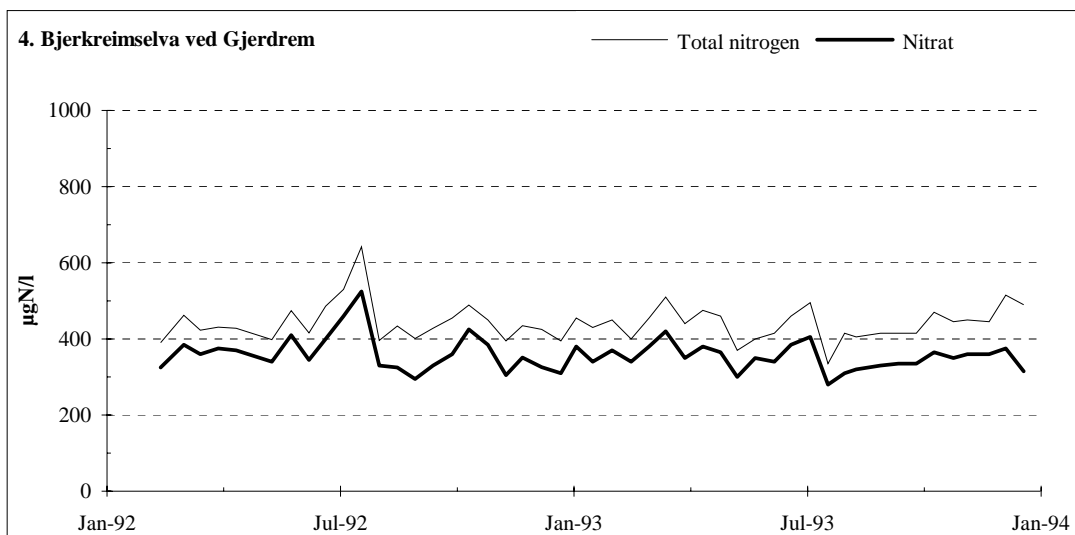


Figur 8. Årsmidler i 1992 og 1993 for reaktivt og labilt aluminium i de undersøkte lokalitetene i Bjerkreimsvassdraget.

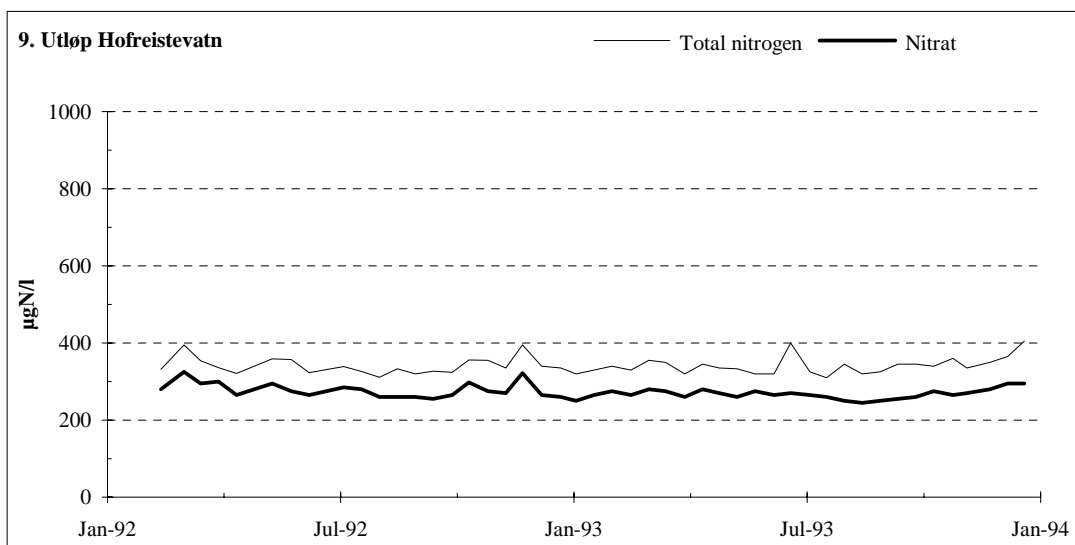
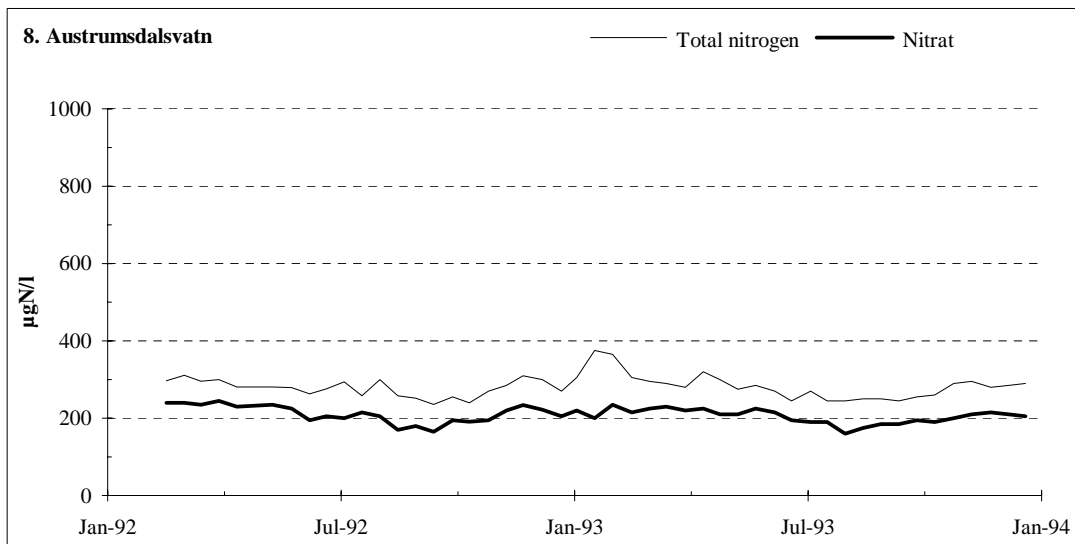
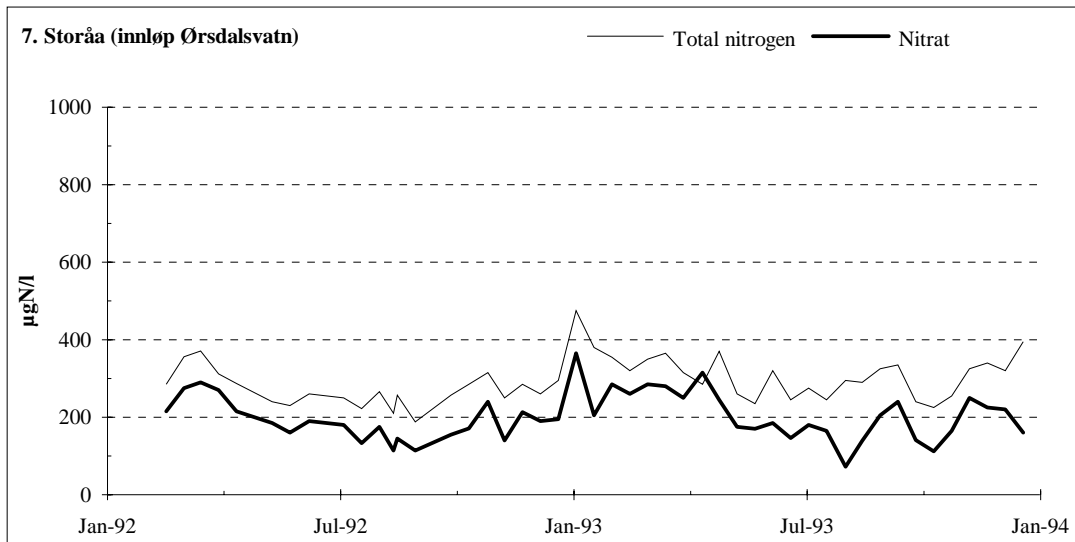




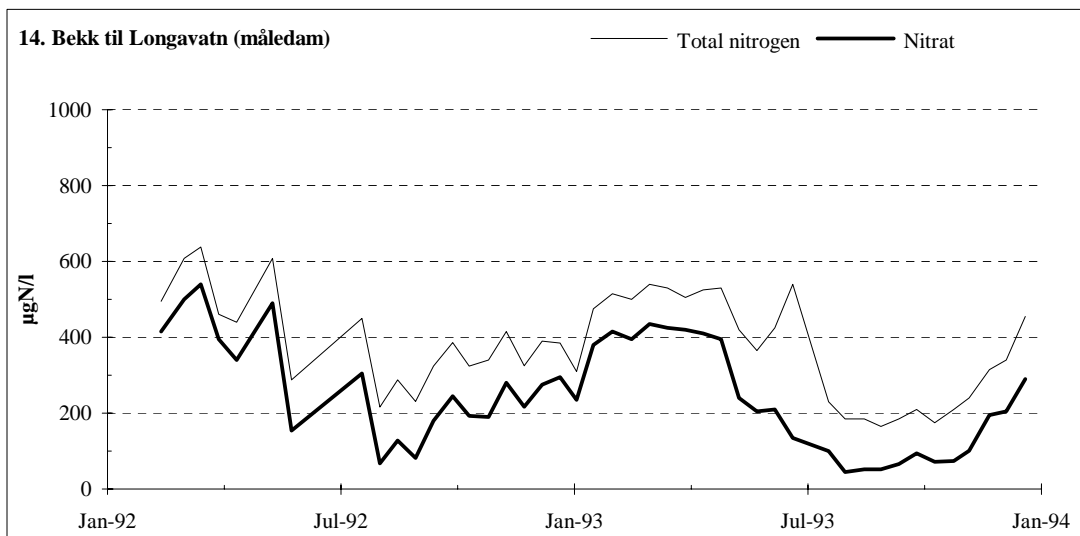
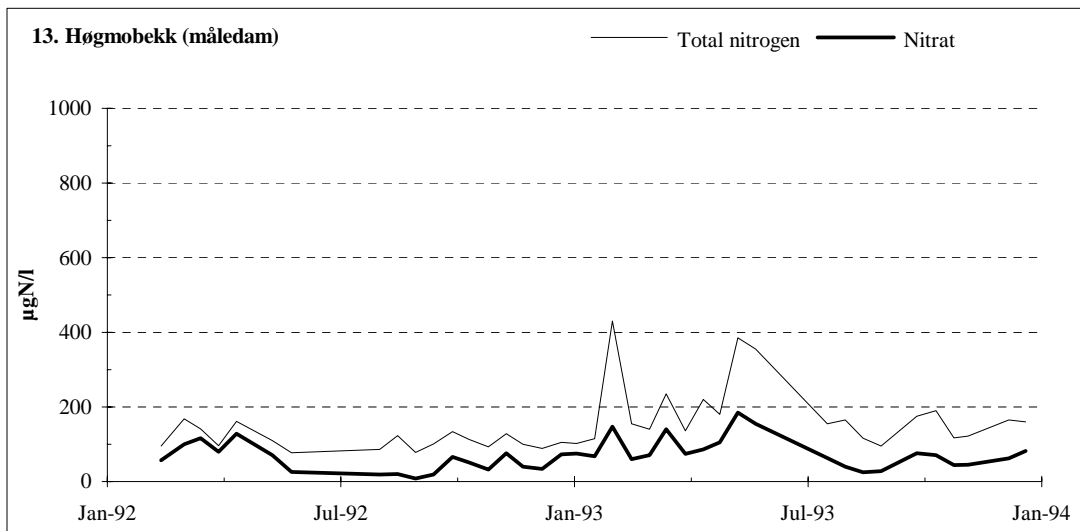
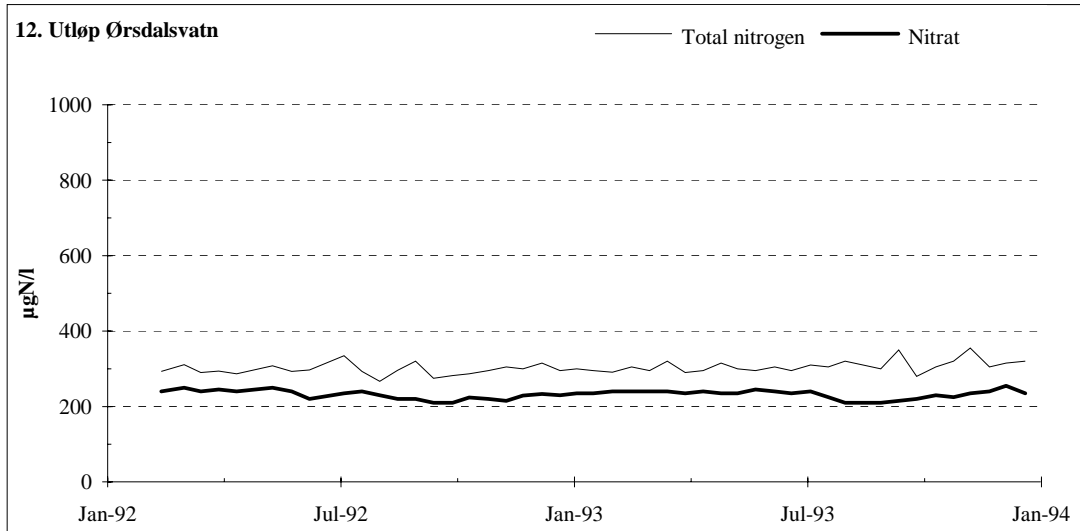
Figur 9. Årstidsvariasjoner i nitrat og total nitrogen i Bjerkreimsvassdraget i 1992 og 1993.



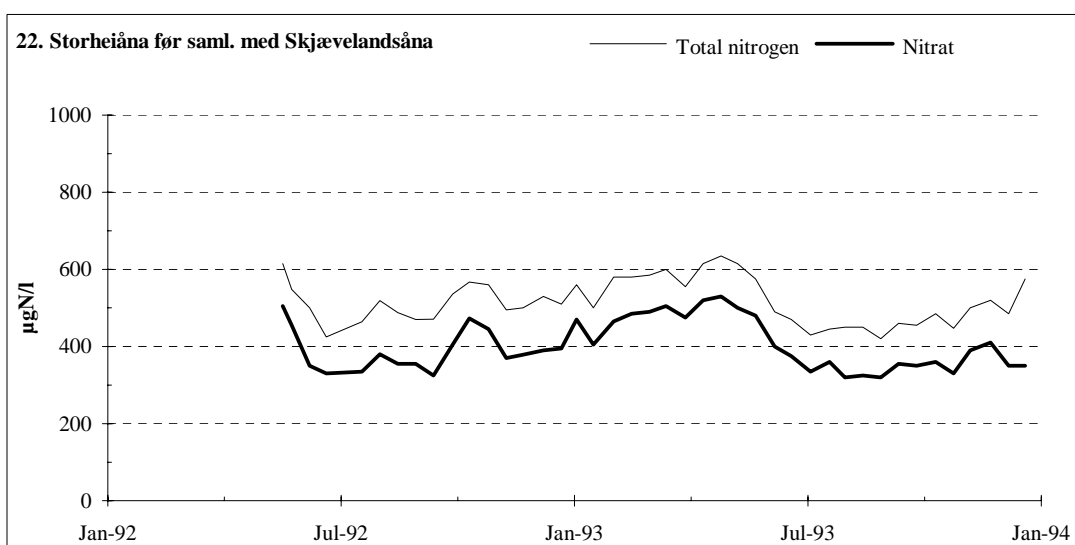
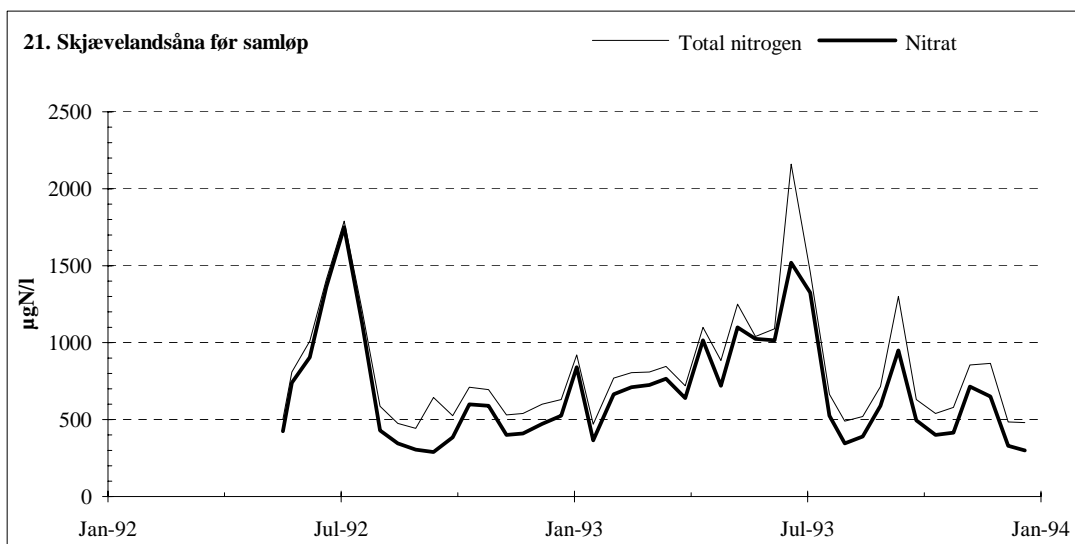
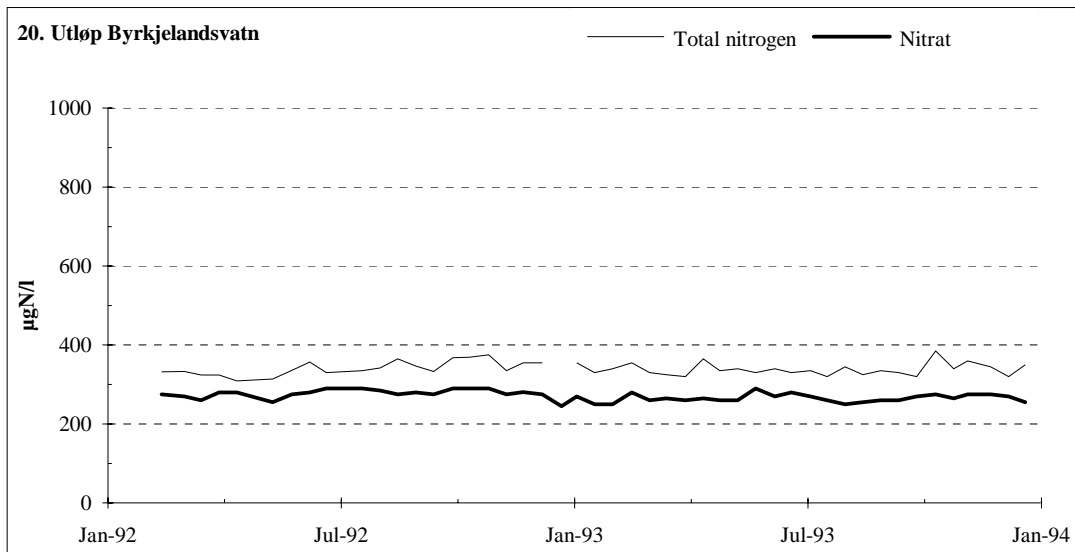
Figur 9. (forts).



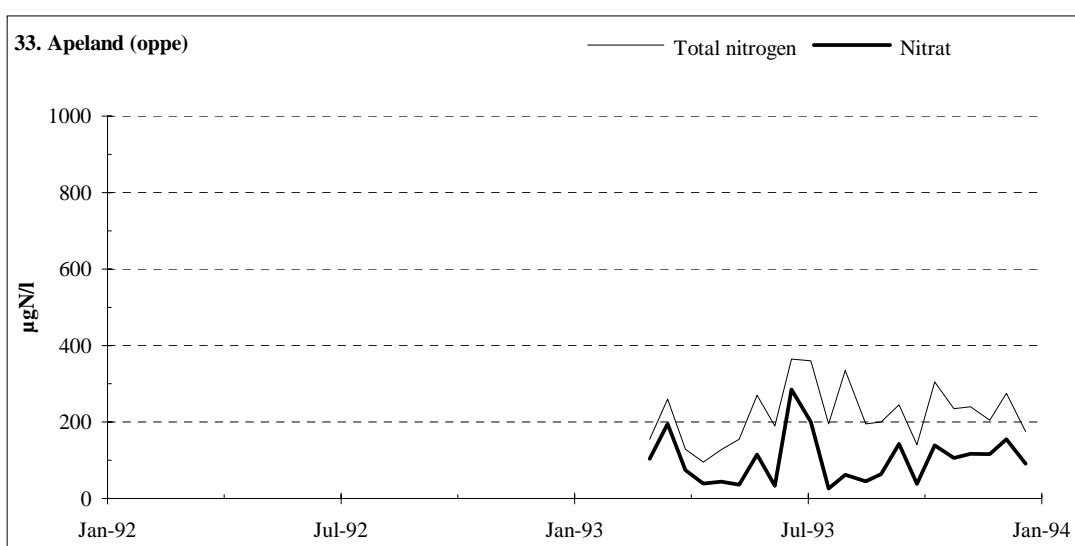
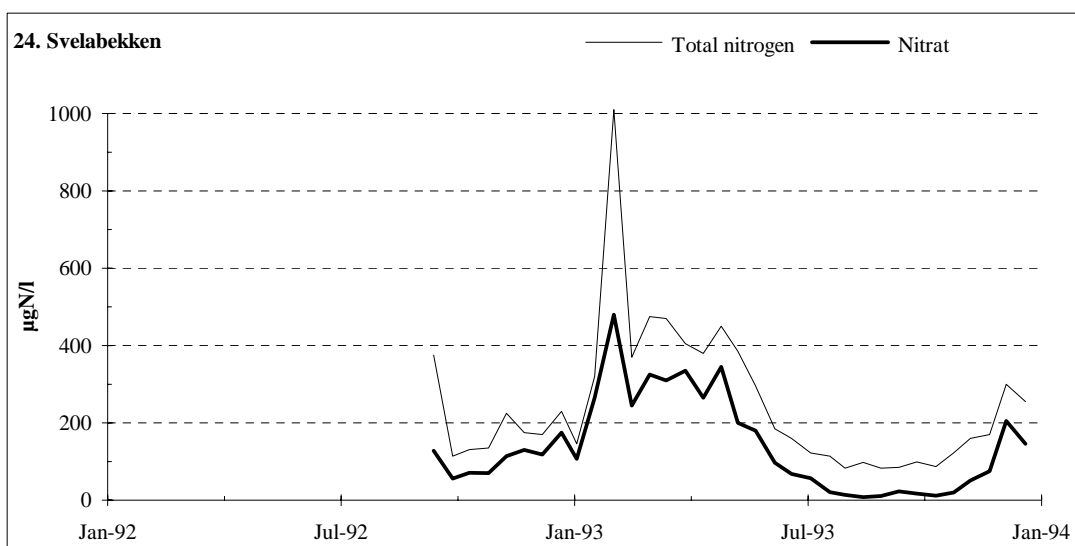
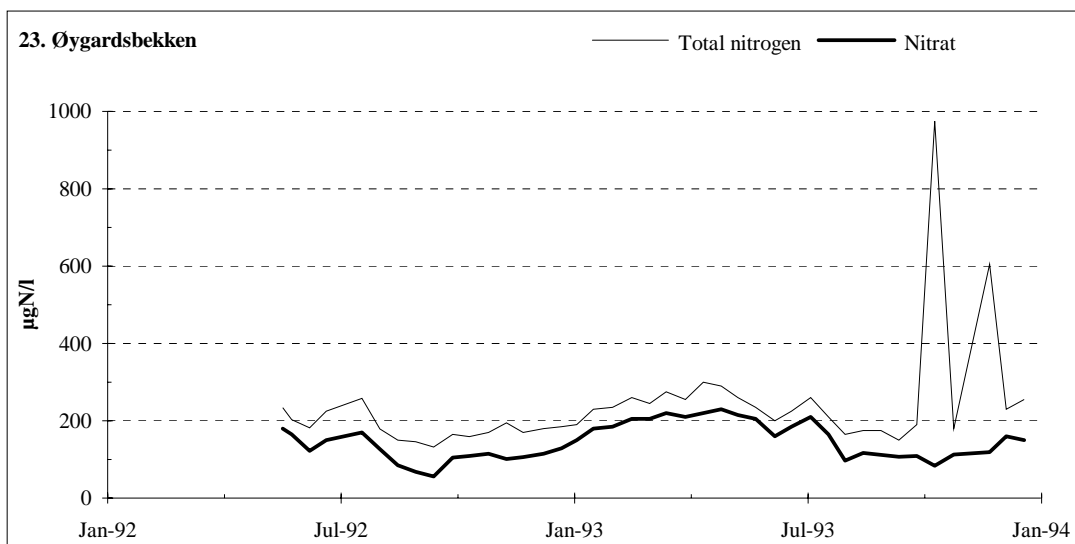
Figur 9. (forts.)



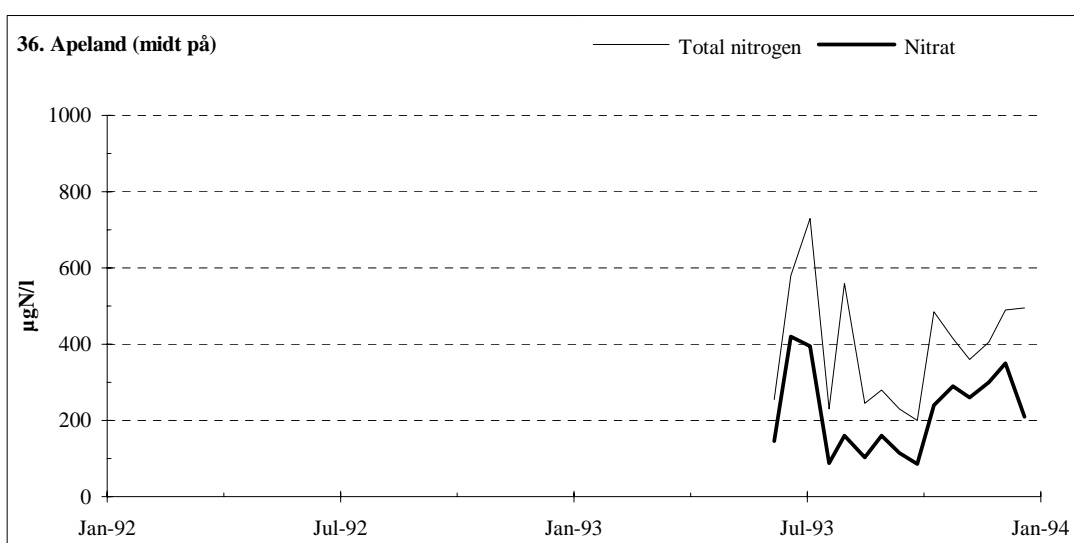
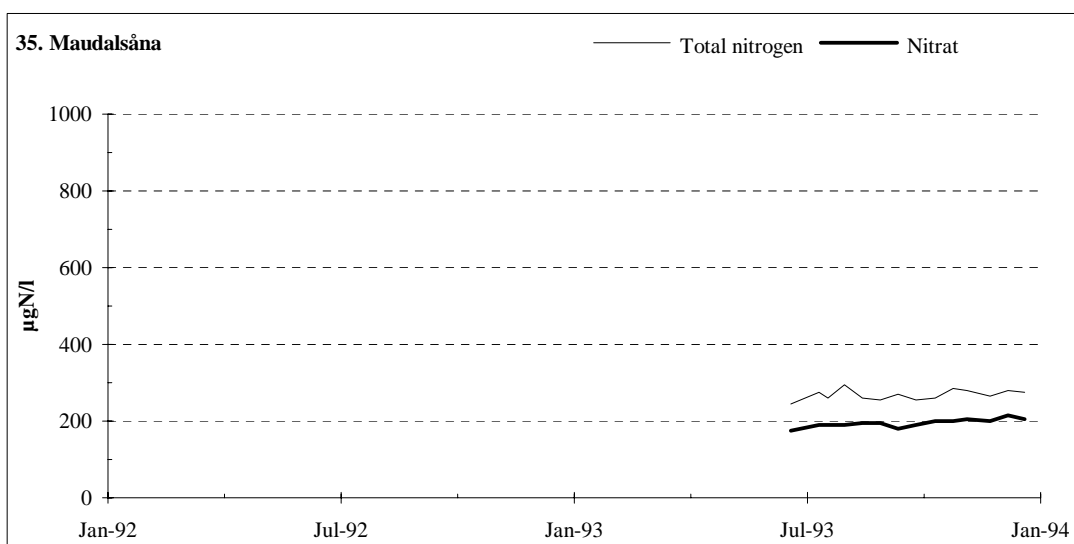
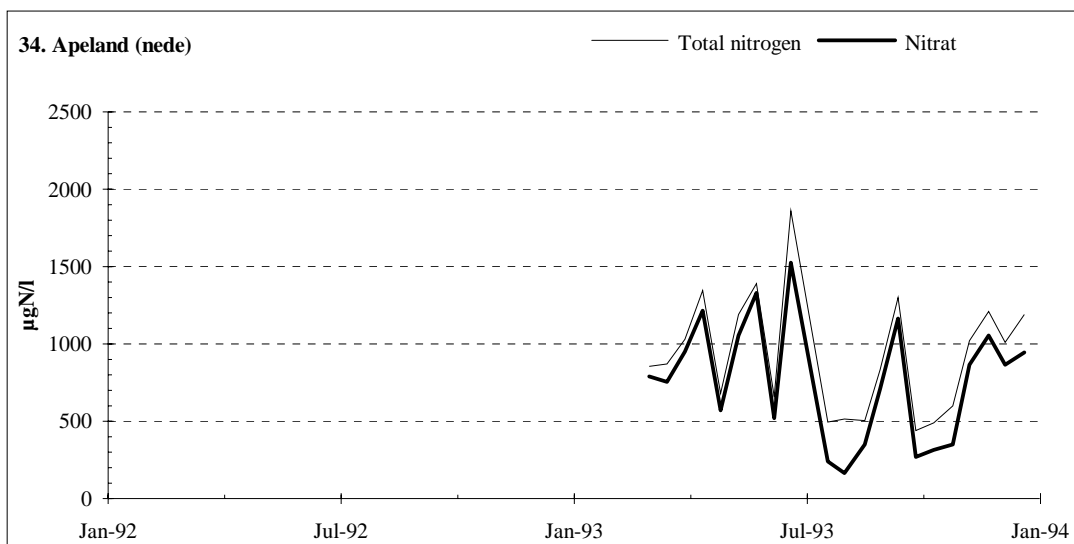
Figur 9. (forts.)



Figur 9. (forts.)



Figur 9. (forts.)

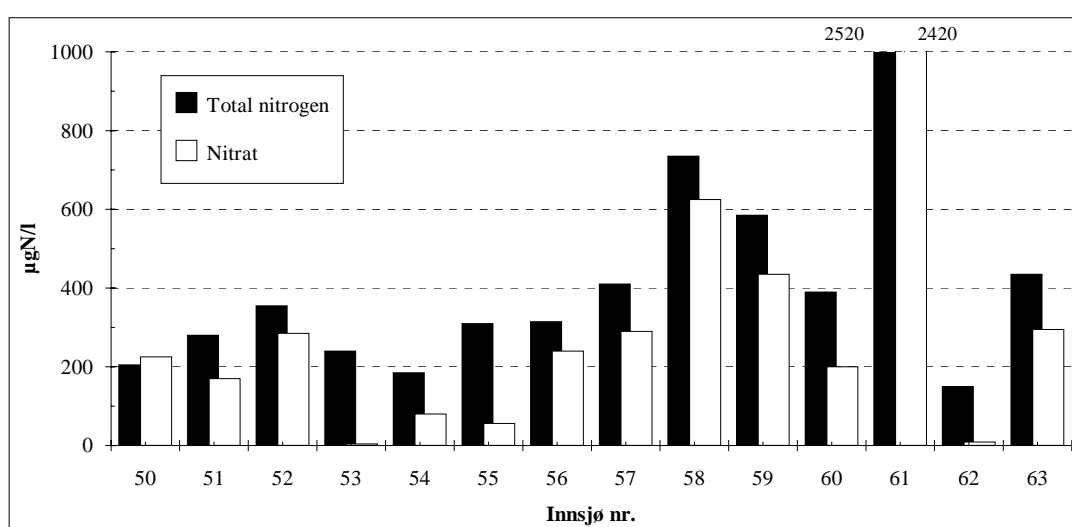


Figur 9. (forts.)

### Prøvetaking i innsjøer høsten 1993.

Figur 10 viser et øyeblikksbilde av nitrogenkonsentrasjonen i et utvalg innsjøer og elver i Bjerkreimsvassdraget den 6. september 1993. Nitrogenkonsentrasjonen var aller høyest i Svela elv (lok.nr. 61), med total nitrogen på 2,5 mg/l og nitrat på 2,4 mg/l. Ellers ble det registrert relativt høye nitrogenkonsentrasjoner på lokalitetene 58 (Skjævelandsåna) og 59 (Oslandsvatn).

På lokalitetene 53 (Longa-nord) og 62 (Vardafj.bekk) er nitratkonsentrasjonen nær null på det aktuelle måletidspunktet. Dette skyldes sannsynligvis biologisk opptak i produksjonssesongen. Også på lokalitetene 54 og 55 (Longa-sør, Asheimsvatn) ble det målt lave nitratkonsentrasjoner i forhold til total nitrogen.



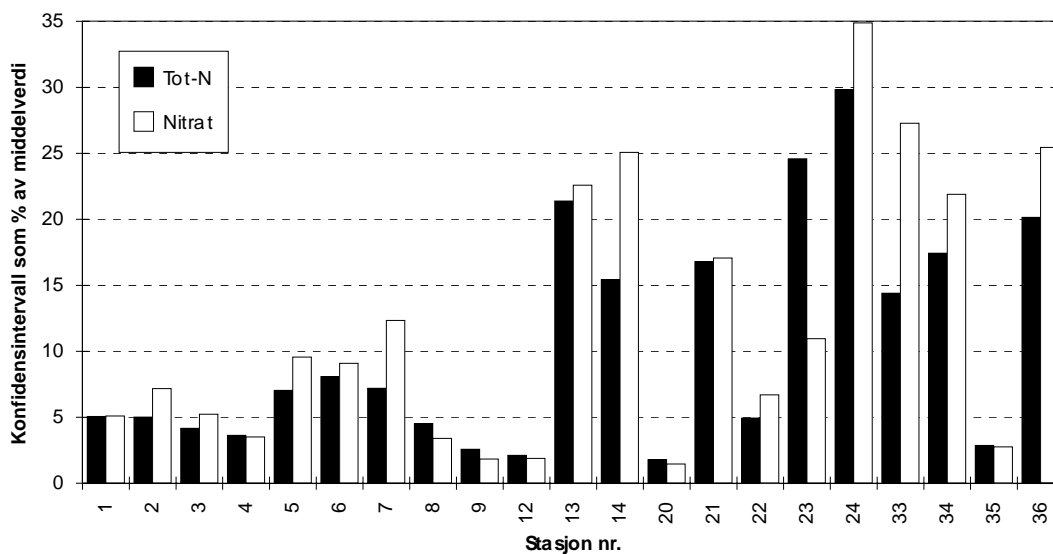
Figur 10. Nitrat og total nitrogen i innsjøer og elver i Bjerkreimsvassdraget den 6/9-1993.

### Prøvetakingsfrekvens og usikkerhet

I 1992 og 1993 er det samlet inn prøver annenhver uke fra samtlige stasjoner. Figur 11 viser at den relative årstidsvariasjonen er svært liten ved enkelte stasjoner, spesielt nr. 8, 9, 12, 20 og 35. Dette er alle stasjoner som ligger langt nordøst i nedbørfeltet og i utløpet av innsjøer. Innsjøene fungerer som et blandekar og et fordrøyningsbasseng for vann som kommer inn med tilløpselvene. Jo lengre teoretisk oppholdstid innsjøen har, jo mindre vil konsentrasjonen i utløpsvannet variere. En forutsetning for dette er at det ikke er vesentlige sesongmessige konsentrasjons-variasjoner i innløpselvene eller i innsjøene. Innsjøer har nemlig et betydelig redusert blandingsvolum i stagnasjonsperiodene i sommer- og vinterhalvåret da vannmassene i de fleste innsjøer er termisk sjiktet.

Dersom en reduserer prøvetakingshyppigheten på stasjon 8 fra annenhver uke til månedlig, vil den relative usikkerheten for middelerdien av total nitrogen fortsatt holde seg lavere enn usikkerheten på f.eks. stasjon 5 (figur 14). For de andre stasjonene nevnt ovenfor vil usikkerheten være mindre enn dette ved månedsprøver. Det synes derfor nå å være forsvarlig å redusere prøvetakingshyppigheten ved stasjonene 8, 9, 12, 20 og 35 til månedlige prøver.





Figur 11. Usikkerhet ved prøvetakingen på de forskjellige stasjonene i Bjerkreimsvassdraget. Uttrykt som konfidensgrensens størrelse i forhold til middelveiden ved de ulike stasjonene.

### 3. AULIVASSDRAGET

#### 3.1 Beskrivelse av hovedvassdraget

##### Generelt

Aulivassdraget har utløp sentralt i Tønsbergfjorden, og deler seg like nord for E18 ved Sem i to hovedarmer; Storelva i øst og Merkedamselva i vest. Vassdraget er et lavlandsvassdrag, der de høyeste partiene ligger ca 400 m.o.h. I nord grenser vassdraget mot Eikernvassdraget. Nedslagsfeltet dekker ca. 366 km<sup>2</sup>, og omfatter sentrale deler av Vestfold fylke med Holmestrand i nord og Tønsberg i syd. Arealfordelingen er som følger:

Dyrket mark	11500 ha
Skog	18640 ha
Annet areal	6460 ha

Det meste av jordbruksarealene finnes i den østre delen av området, rundt Raet og på marine avsetninger langs Storelva og Merkedamselva. Jordbruksarealet utgjør ca 32 % av det totale nedbørfeltet. Produktivt areal utgjør ca 82 %.

##### Geologi - jordsmonn

Berggrunnsgeologisk hører Aulivassdraget til det såkalte Oslofeltet. Berggrunnen består hovedsaklig av vulkanske bergarter.

Store deler av nedbørfeltet er dekket av marin leire og glasifluviale israndsavsetninger. Erfaringsmessig betyr dette relativt høye naturlige konsentrasjoner av næringssalter i avrenningsvannet. Marin grense ligger på ca 185 m.o.h. Det alt vesentligste av jordbruksarealene ligger på marine avsetninger, dominert av lettleire og mellomleire. Deler av nedbørfeltet er jordsmonnkartlagt. Data fra kartleggingen foreligger ikke ennå.

### Hydrologi

Vassdraget inngår i NVE's målestasjonsnett. Vannføringen er preget av relativt intensive flomtopper, som i hovedsak kan henføres til nedbørfeltets form, ensartede høydefordeling og høy andel drenerte arealer.

Vannføringen blir målt ved Bjune i Storelva og gjelder avrenningen fra et nedbørfelt på 151,8 km<sup>2</sup>. Vannføringen varierer i tråd med nedbørforholdene: lav vannføring om sommeren og relativt høy vannføring utover høsten og vinteren. Den midlere årsvannføring på målestedet var 1,6 m<sup>3</sup>/s. Anvender vi samme avrennings-koeffisient for hele nedbørfeltet blir den midlere årsavrenning ved Aulielvas utløp ca. 3,9 m<sup>3</sup>/s (Holtan 1992). Ifølge NVE (1987) er den midlere årsavrenning i Aulielva ved Bjune 14,9 l/s km<sup>2</sup>.

### Vannkjemi

Aulivassdraget representerer et landbruksintensivt vassdrag, med moderat atmosfærisk nitrogen-deposisjon (ca 1 g N/m<sup>2</sup> pr.år) og med produktive skog- eller jordbruksarealer i det meste av nedbørfeltet. Nitrogentransporten i dette vassdraget er i langt større grad påvirket av aktiviteten i selve nedbørfeltet enn hva tilfelle er for Bjerkreimsvassdraget.

Dette gir seg også utslag på vannkvaliteten generelt og nitrogenkonsentrasjonene, spesielt i hovedvassdraget. Undersøkelser over en årrekke viser at Aulivassdraget er sterkt forurenset av partikulært materiale, næringsalter og tarmbakterier. I henhold til Vannkvalitetskriterier for ferskvann (SFT 1992) er forurensningsgraden 4 (sterkt forurenset) når det gjelder eutrofiering. Vassdraget er lite påvirket av forurensning.

Resultatene fra hovedvassdraget tyder på at konsentrasjonene av P fra slutten av 60-årene/begynnelsen av 70-årene i liten grad har forandret seg, mens nitrogenkonsentrasjonen er blitt bortimot fordoblet.

Nitratkonsentrasjonen er gjennomgående meget høy i Aulielva. Måleresultater fra 1991 (Holtan 1992) og 1992, viser at verdiene for total nitrogen stort sett varierte mellom 1 og 2 mg N/l i sommerperioden. På høsten og vinteren forekommer betydelig høyere verdier, opptil 7 og 6 mg N/l for h.h.v. total nitrogen og nitrat. I november 1992 ble det målt konsentrasjoner på 12-13 mg N/l. Dette henger mest sannsynlig sammen med stor utvasking av nitrat fra åkerarealene i nedbørfeltet, som følge av avlingssvikt i jordbruket.

### Klima og nitrogen-deposisjon

Årsnedbøren ved Ramnes i 1993 var 909 mm. Dette er 88% av nedbøren i normalperioden 1961-1990. De nærmeste NILU-stasjoner for måling av nedbørkjemi i Aulivassdraget ligger ved Lardal og Prestebakke. Nordmoen-stasjonen ligger i nærheten av referansefeltet (Vandsemb). Nedbørmengde og nitrogentilførsler (våtavsetning) for 1993 er som følger:

Stasjon	Nedbør mm	NO <sub>3</sub> -N mg/m <sup>2</sup>	NH <sub>4</sub> -N mg/m <sup>2</sup>
Lardal	967	402	313
Prestebakke	775	364	278
Nordmoen	927	340	236

I 1992 og særlig i 1993 var tilførslene mindre enn i foregående år, basert på målinger ved stasjoner som ligger utenfor nedslagsfeltene. Tørravsetningen av nitrogenforbindelser er beregnet ut fra målte luftkonsentrasjoner, idet det er antatt at dette er representativt for konsentrasjonsnivået som skyldes langtransporterte luftforurensninger. Tabell 3 viser de målte luftkonsentrasjonene og de verdier som er brukt til å beregne tørravsetningen. Bidraget fra tørravsetning av langtransporterte luftforurensninger er relativt beskjedent, ca 20 %. Her er det imidlertid ikke tatt hensyn til tørravsetning som skyldes utslipp av ammoniakk og av nitrogenoksider innenfor områdene.

Tabell 3. Målte konsentrasjoner av nitrogenforbindelser i luft ( $\mu\text{gN}/\text{m}^3$ ), og beregnet tørravsetning til skog ( $\text{mg}/\text{m}^2$ ).

	Prestebakke	Lardal
$\text{NH}_4\text{-N} + \text{NH}_3\text{-N}$	0.65	0.49
$\text{NO}_3\text{-N} + \text{HNO}_3\text{-N}$	0.28	0.13
$\text{NO}_2\text{-N}$	1.02	0.58
Beregnet tørravs.	390	215

### Jordbruk

Jordbruksaktiviteten er representativ for intensiv kornproduksjon under Østlandsforhold. Omlag 83 % av jordbruksarealet er åpen åker. Forbruk av kunstgjødsel-nitrogen ligger i hovedsak mellom 10 og 15 kg N/da\*år. I tillegg er det et relativt høyt antall husdyr i nedbørfeltet. Totalt blir det produsert i størrelsesorden 450.000 kg N (totalnitrogen) i form av husdyrgjødsel, som tilsvarer ca 4 kg N/da\*år jordbruksareal. Jordbruksarealene består i hovedsak av lettleire og mellomleire (Vagstad og Åstebøl 1989).

### Skog

Nedenfor er gitt noen nøkkeltall vedrørende skogbruket i Aulivassdragets nedbørfelt.

Totalt skogareal:	18640 ha
Produktivt skogareal:	17945 ha
Stående kubikkmasse:	2,04 mill. $\text{m}^3$ u.b.

Treslagsfordeling, andel av kubikkmasse:	Gran 66%
	Furu 12%
	Lauv 22%

Bonitetsfordeling:	Høy bonitet (17 og høyere)	57 %
	Middels bonitet (11 og 14)	36 %
	Lav bonitet (8 og lavere)	7 %

Skogområdene er i de østlige delene oppstykket av jordbruksområder. Det er mye lauvskog og blandingsskog i disse områdene, delvis på meget god mark under den marine grense. I de vestre delene (Ramnes, Andebu kommune) dominerer granskogen med innslag av furu på de skinneste åspartiene. Typisk for skogbildet i området er de brå vekslinger mellom lavproduktive fururabber og høyproduktive granskoger. Mindre bestand av edellaubskog (med lønn,

lind, hassel og alm) forekommer, spesielt i den østre delen, dessuten også noe eik og bøk. De topografiske forholdene er vekslende, men relativt lettdrevet sett fra et skogbrukssynspunkt.

Skogbruksdata for kommunene Ramnes og Våle bygger på Skogeierorganisasjonens siste områdetakst. Så og si hele Ramnes og Våle ligger innenfor det aktuelle nedslagsfeltet. De skoglige dataene herfra er benyttet og korrigert for arealer som ut fra topografiske kart (M711-serien) ikke faller innenfor området. For kommunene Holmestrand, Borre, Sem og Stokke er skogarealer beregnet ut fra topografiske kart. Samme fordeling av treslag og hogstklasser som for Våle kommune er benyttet. For den delen av nedslagsfeltet som ligger i Andebu kommune er arealandel en bestemt ut fra topografisk kart, mens for fordeling av treslag, hogstklasser etc. er tallene for kommunen som helhet benyttet.

### 3.2 Beskrivelse av prøvetakingslokaliteter

Det er valgt ut 5 mindre nedslagsfelt for nærmere undersøkelser av tilførsel, omsetning og transport av nitrogen. Jordbruket er dominerende i 2 felt, mens 3 andre hovedsaklig er dekket av skog. Dessuten blir det tatt prøver i hovedvassdragene (Merkedamselva og Aulielva).

Figur 12 viser lokalisering av prøvetakingspunktene i Aulivassdraget. Ramnes og Høyjord er jordbruksfelt. Dal, Svartbekk og Tuften er skogsfelt. Merkedamsvassdraget og Aulielva omfatter avrenning fra alle typer arealbruk. I Aulielva er det Fylkesmannen i Vestfold (miljøvernnavdelingen) som tar vannprøver.

#### Høyjord

UTM utløp: 32 V NL 636824.

Feltet er dominert av jordbruksaktivitet (83 % dyrka mark), og representerer et middels produktivt areal i Vestfold. Nedenfor er gitt enkelte nøkkeldata om feltet. Løsmassetykkelsen i deler av feltet er relativt liten, fjell i dagen er observert flere steder.

Totalt areal: ca. 43,9 ha

Dyrket mark: ca. 35,6 ha

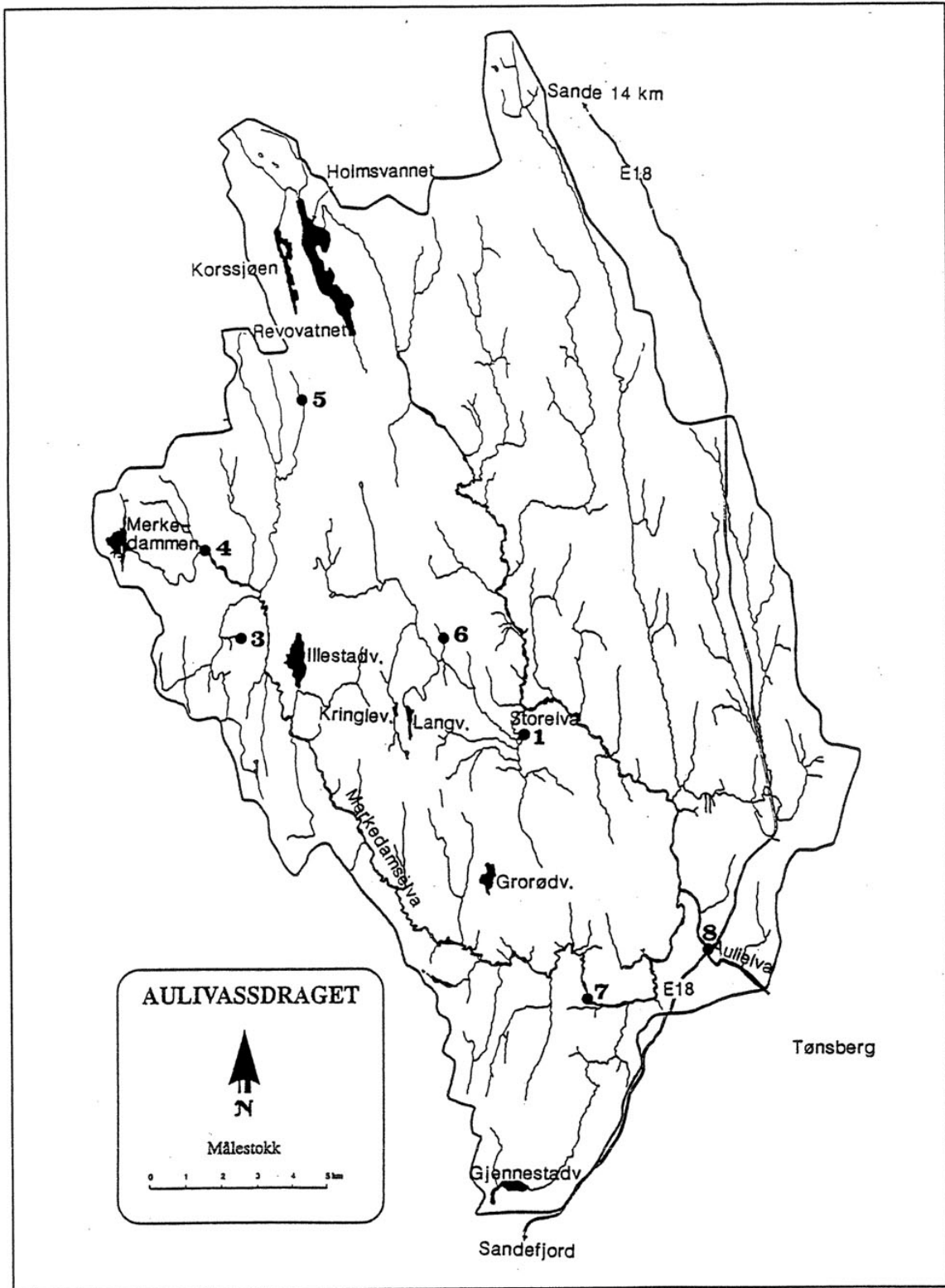
Høyde: 80 - 100 m o.h., kupert

Fordeling av jordarter (skjønnsmessig bedømmelse, 1 prøve/ha):

Siltig mellomsand	6 %
Siltig finsand	12 %
Sandig silt	3 %
Sandig lettleire	6 %
Lettleire	55 %
Siltig lettleire	12 %
Sandig mellomleire	6 %

Fordeling av vekster (1993):

Havre	4,7 ha
Høsthvete	18,2 "
Vårhvete	7,2 "
Bygg	5,6 "
Sum	35,7 "



Figur 12. Lokalisering av delfelt med prøvetaking. 1. Ramnes, 3. Høyjord, 4. Tuften, 5. Svartbekk, 6. Dal, 7. Kverne og 8. Sem bro.

Ramnes

UTM utløp: 32 V NL 717795.

Ramnes feltet omfatter to delfelt, Ramnes Østre og Klokkergården. Avrenningsundersøkelsene er knyttet til Ramnes Østre, mens undersøkelser på jordsmonn og variasjoner i jordens innhold av nitrat og ammonium omfatter både Ramnes Østre og Klokkergården. Jordbruksarealet utgjør 97 % av hele feltet, og representerer et meget produktivt areal i Vestfold. Enkelte nøkkeldata for feltet er gitt nedenfor, kun vekster som dekker mer enn 1 ha er tatt med.

Totalt areal: ca.	38,0 ha	
Delfelt, Ramnes Østre:	22,8 ha	(avrennings- og jordundersøkelser)
Delfelt, Klokkergården:	15,2 ha	(jordundersøkelser)
Dyrket mark:	37,0 ha	
Høyde: Ca. 20 m o.h., flat		

Fordeling av jordarter på hele Ramnes feltet (skjønnsmessig bedømmelse, 1 prøve/ha):

Lettleire	54 %
Siltig lettleire	46 %

Fordeling av vekster på Ramnes Østre (1993):

Høsthvete	14,8 ha
Bygg	7,2 ha
Sum	22,0 ha

Dal

UTM utløp: 32 V NL 695822.

Nedslagsfeltet ligger sentralt i Vassdraget og drenerer 11,7 ha skog hvorav ca. halvparten ligger under den marine grense. Feltet består av følgende skogtyper:

- 4,4 ha furu- og ospeskog, Hkl. V
- 2,0 ha granskog, Hkl. V
- 1,0 ha gran- og furuskog, Hkl. V
- 1,0 ha granskog, Hkl. IV
- 1,1 ha granskog, Hkl. III
- 0,8 ha granskog, Hkl. II, ca. 10 år gammel
- 1,4 ha hogstflate, sprøytet 1991 og tilplantet 1992

Totalt 11,7 ha

Furu- og ospeskogen ligger på næringsfattig mark med tynt jordsmonn og mye berg i dagen. Produksjonsevnen er lav og skogen vil delvis være klassifisert som impediment. Snaufalten og granskogen, hogstklasse V og III, ligger på leirjord med meget gode vekstforhold (> 10 m<sup>3</sup> pr. ha og år). Det geologiske opphavsmaterialet på feltet er permisk syenitt.

Dal-feltet representerer godt skogforholdene i de midtre og østlige delene av vassdraget.

Svartbekk

UTM utløp: 32 V NL 655890.

Feltet ligger over den marine grensen i området og det geologiske opphavsmaterialet er rombeporfyr. Skogen består av gran på god til middels god mark langs hovedbekken i området. Furu og barblandingsskog dominerer på kollene og i lisdene ned mot bekken. Arealmessig dekker de sistnevnte områdene størstedelen av arealet.

Nedslagsfeltet dekker i alt ca. 67 ha og med et lite tjern/myrområde på ca. 1,2 ha sentralt i feltet.

Skogen er nær urørt og består i det vesentligste av gammel gran- og furuskog. Innslaget av lauvskog er meget beskjedent. Området representerer meget godt det som kan karakteriseres som urørt "naturskog", og det er ikke planlagt hogstinngrep i de nærmeste årene.

Tuften

UTM utløp: 32 V NL 627848.

Dette er et stort nedslagsfelt på 880 ha. Sentralt ligger Merkedammen - et vann på ca. 3,5 ha. Feltets geologiske opphavsmateriale er i de nordlige delene monzonitt og syenittiske bergarter, mens det i sydlige deler er alkalifeltspatgranitt (ekeritt) som dominerer. Skogbildet er variert men består vesentlig av gran på middels mark i østlige områder. I de noe flatere sentralt beliggende partiene er det et større innslag av furu på skrinn mark.

Området må betraktes som representativt for indre skogområder i Vestfold og med en normal aktivitet når det gjelder hogstmengde og skogskjøtselstiltak.

Merkedamsvassdraget

UTM utløp (Kverne): 32 V NL 733722

Nedslagsfeltet er ca 3300 ha og består av skog, hei, jordbruksareal og tettsteder.

**3.3 Aktiviteter i 1993**

Det er etablert 4 målestasjoner der avrenning og tap av næringsstoffer måles kontinuerlig. I tillegg til stasjoner i Aulielva, blir det også tatt ut stikkprøver for vannkjemiske målinger i 2 stasjoner.

Avrenningsmålingene gir opplysninger om tap av næringsstoffer fra felt med ulik arealbruk og størrelse. De automatiske målestasjonene i Høyjord og Dal har vært i drift hele året. På Ramnes og Svartbekk er det satt opp automatiske stasjoner, som har vært i drift fra juli 1993. Fra Tuften og Merkedamsvassdraget blir det tatt stikkprøver hver 14. dag gjennom hele året.

Program for overvåking av mineral nitrogen i jord i delfelter for jordbruk er gjennomført i tre felt på andre året. Formålet er å beskrive variasjoner i mineralnitrogen som funksjon av driftspraksis, klima og naturforhold. Prøvene blir tatt ut vår, høst og vinter.

Ruter med fangvekst er lagt ut som en del av undersøkelsene av mineral nitrogen. Formålet er å undersøke effekten av fangvekst på jordens innhold av mineral nitrogen.

Innsamling av relevante opplysninger om driftspraksis i delfeltene er gjennomført på andre året. Dataene skal inngå i samlet budsjett for nedslagsfeltene.

Undersøkelser av jordfysiske egenskaper og beskrivelse av hydrologien i delfeltene er satt i gang. Disse dataene brukes til å øke forståelsen av vannbevegelse i jorden og dermed nitrogentransporten.

Det er gjennomført ruteforsøk i jordbruksfeltene, hvor opptatt nitrogen, vannbevegelse i jorden, grunnvannsnivå, mineral nitrogen i jorden og i jordvæsken er målt ca 10 ganger i løpet av vekstsesongen. Formålet er å kalibrere modeller som kan simulere nitrogen transport under ulike betingelser.

Det ble i 1993 etablert en stasjon for nedbørkjemi og måling av nedbørmengde ved Ramnes.

### 3.4 Resultater

#### 3.4.1 Nitrogen-avrenning

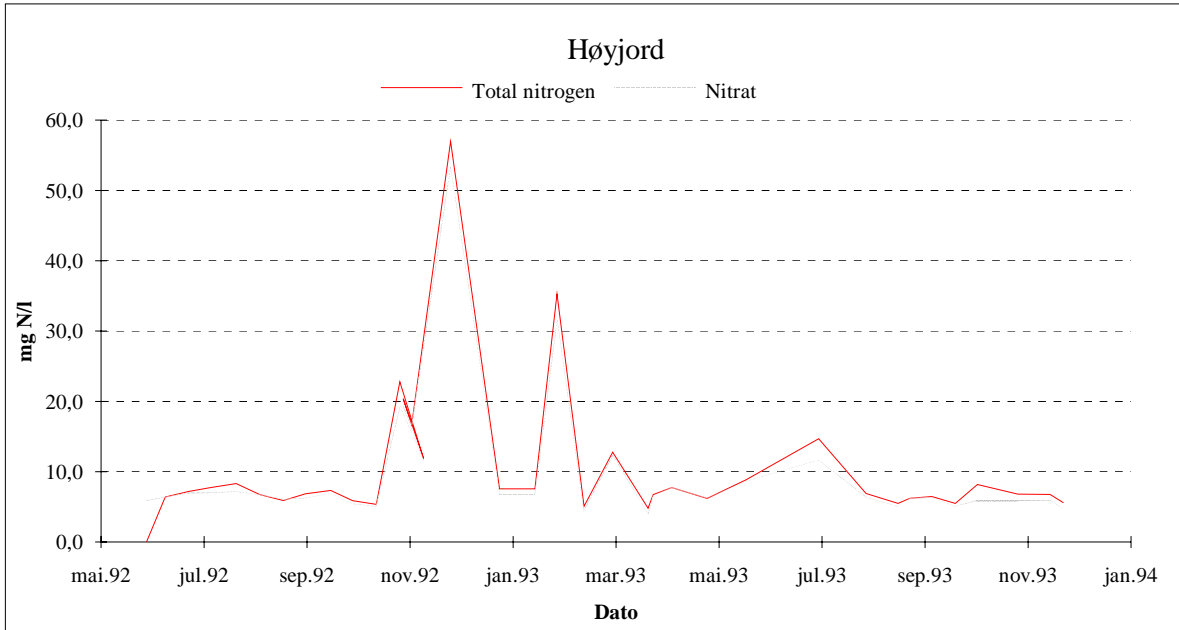
##### Jordbruk

Det er målestasjoner med automatisk vannføringsmåling og volumproporsjonal vannprøvetaking i de to jordbruksfeltene. Høyjordfeltet har vært i drift hele 1993. En tilsvarende målestasjon ble satt opp på Ramnes i juli 1993 og har vært i drift fra da. Avrenning fra feltet begynte i slutten av september.

Tabell 4. Stofftap (kg/ha total areal) og avrenning (mm) i 1993 for jordbruksfelt.

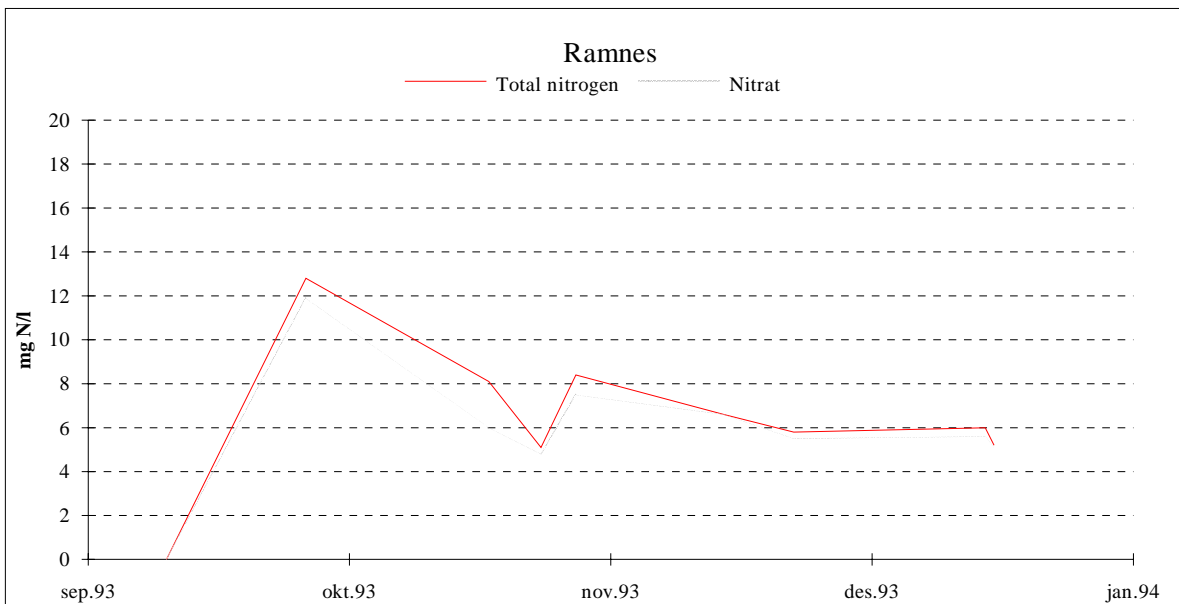
	HØYJORD					RAMNES				
	Tot. N kg/ha	Nitrat kg/ha	P g/ha	K kg/ha	Avren. mm	Tot. N kg/ha	Nitrat kg/ha	P g/ha	K kg/ha	Avren. mm
Jan.	1,10	0,98	36	0,49	12,2	-	-	-	-	-
Feb.	1,24	1,17	3	0,90	11,9	-	-	-	-	-
Mars	1,68	1,45	20	1,53	30,1	-	-	-	-	-
Apr.	1,84	1,84	3	0,80	26,0	-	-	-	-	-
Mai	1,60	1,51	40	0,90	17,1	-	-	-	-	-
Jun.	1,33	1,06	143	0,64	9,0	-	-	-	-	-
Jul.	0,21	0,17	22	0,10	1,4	0	0	0	0	0
Aug.	0,41	0,38	3	0,40	7,2	0	0	0	0	0
Sep.	0,39	0,34	7	0,37	6,2	0	0	0	0	0
Okt.	7,40	5,84	329	4,86	98,7	4,63	4,03	43	1,41	43
Nov	5,00	4,39	152	3,52	75,3	2,92	2,79	21	1,75	42
Des.	-	-	-	-	70,9	2,21	2,08	33	0,93	37
Sum	22,20	19,13	758	14,51	366	9,76	8,90	97	4,09	122





Figur 13. Total nitrogen (mg/l) og nitrat (mg/l) i avrenning fra Høyjord.

Det ble funnet meget høye verdier for nitrogen vinteren 92/93 på Høyjord (figur 13). Dårlige vekstbetingelser og dermed store restmengder av nitrogen etter høsten 1992 kan forklare en del av disse ekstreme verdiene (tabell 4). Fra begge jordbruksfeltene, Høyjord og Ramnes, renner størsteparten av nitrogenet av som nitrat. På Ramnes var det tørt i målestasjonen frem til slutten av september 1993. I den første avrenningsepisode på høsten ble det målt konsentrasjoner på nærmere 13 mg N/l (figur 14).



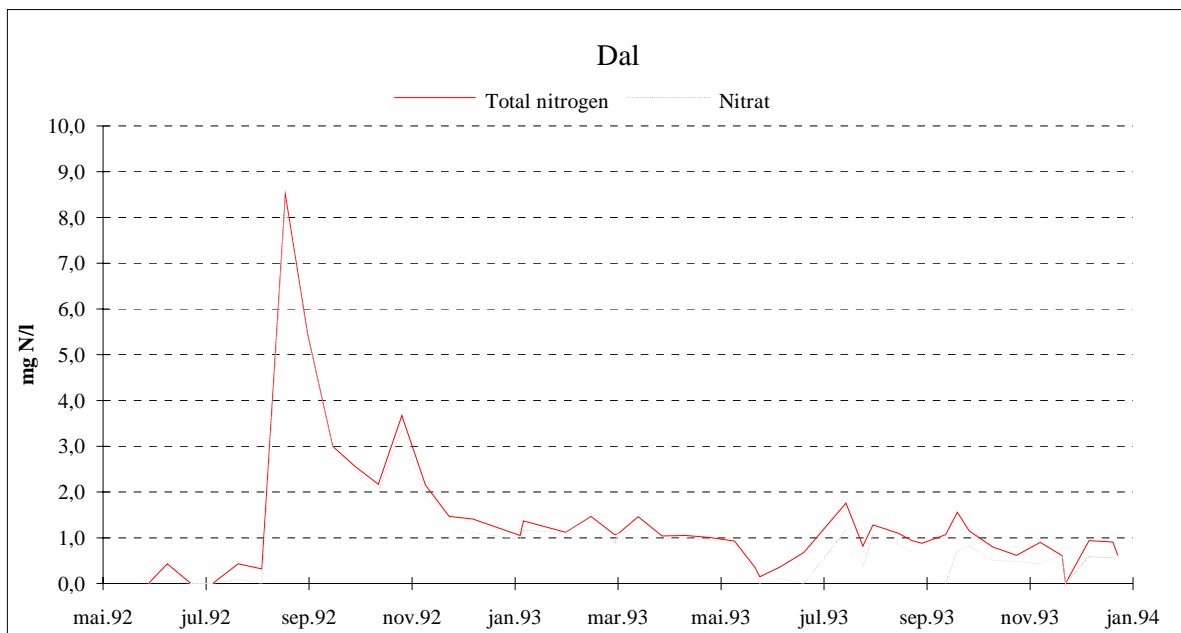
Figur 14. Total nitrogen (mg/l) og nitrat (mg/l) i avrenning fra Ramnes

Skog

Det er målestasjoner med automatisk vannføringsmåling og volumproporsjonal vannprøvetaking i to av de tre skogsfeltene, Dal og Svartbekk. Dalfeltet har vært i drift fra 13. januar 1993. En tilsvarende målestasjon ble satt opp og har vært i drift i Svartbekk fra juli 1993. Uttak av vannprøver på Svartbekk måtte stanses 30. november p.g.a. frost. I Tuften ble det tatt vannprøver og målt vannhøyde hver 14. dag i hele 1993.

Tabell 5. Stofftap (g/ha total areal) og avrenning (mm) i 1993 for skogsfelt.

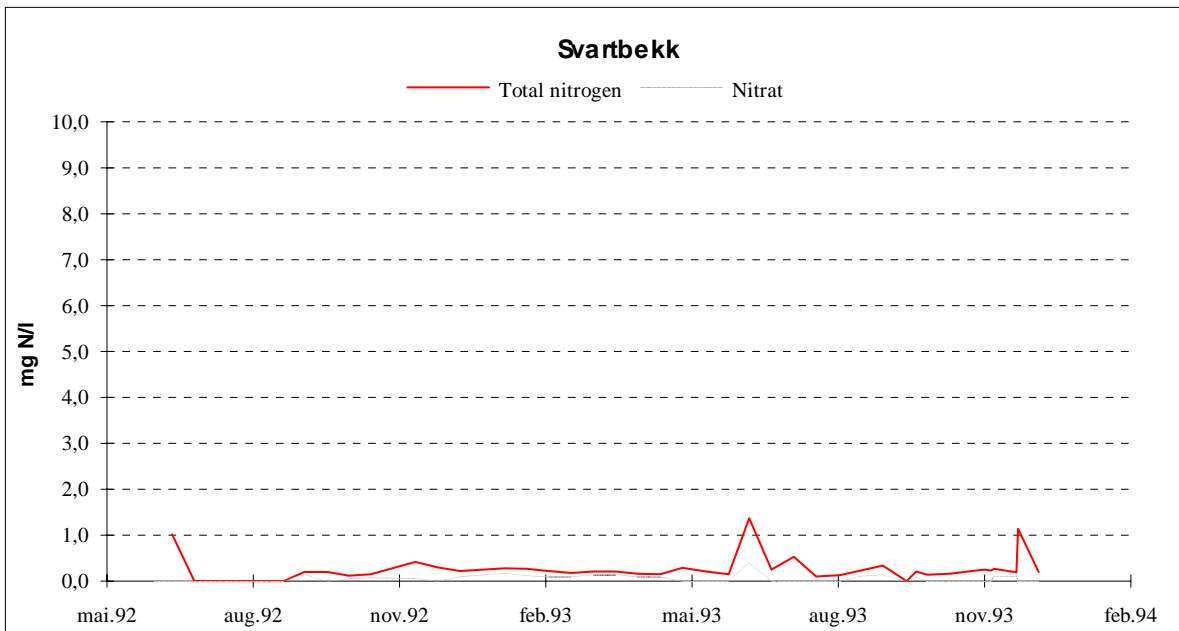
	DAL					SVARTBEKK				
	Tot. N g/ha	Nitrat g/ha	P g/ha	K g/ha	Avren. mm	Tot. N g/ha	Nitrat g/ha	P g/ha	K g/ha	Avren. mm
Jan.	360	350	0	-	32	-	-	-	-	-
Feb.	220	210	0,5	67	17	-	-	-	-	-
Mars	380	330	0,7	133	30	-	-	-	-	-
Apr.	320	300	0	147	31	-	-	-	-	-
Mai	250	230	0	163	29	-	-	-	-	-
Jun.	3	0	0,2	4	1	-	-	-	-	-
Jul.	120	70	2,4	43	8	-	-	-	-	4,1
Aug.	300	240	1,1	110	28	0	0	0	0	0
Sep.	80	40	2,9	50	6	210	160	1,2	150	40,8
Okt.	1320	890	27,8	718	175	180	170	1,7	80	1,8
Nov	660	350	6,6	332	78	5	0	0,2	10	1,8
Des.	900	570	22,3	470	98	-	-	-	-	0
Sum	4910	3580	64,5	2240	533	395	330	3,1	240	48,5



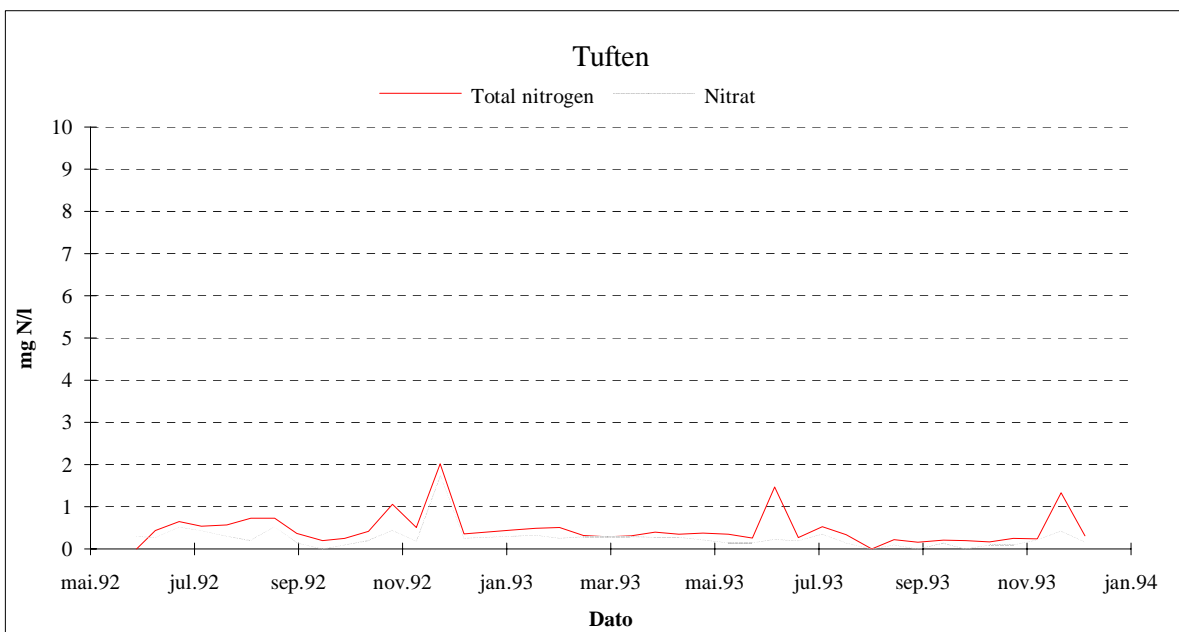
Figur 15. Total nitrogen (mg/l) og nitrat (mg/l) i avrenning fra Dal

Høyeste verdier for nitrogen avrenningen fra Dal er målt høsten 1992, med en maksimumsverdi på 8,5 mg/l (figur 15). I 1993 har nitrogenkonsentrasjonene vært under 2 mg N/l i alle prøver. Høsten 1993 har det vært noe tap av organisk nitrogen fra Dal-feltet (tabell 5).

Nitrogenkonsentrasjonen i prøver fra Svartbekk er gjennomgående lavere enn 1 mg N/l (figur 16). I prøvene fra juni 1992 og 1993 har nitrogenkonsentrasjonen vært over 1 mg N/l. Nitrogeninnhold i vannprøver fra Tuften ligger stort sett under 1 mg N/l. I november 1992, juni 1993 og november 1993 er det funnet konsentrasjoner over 1 mg N/l, med høyeste verdi på 2,0 mg N/l.



Figur 16. Total nitrogen (mg/l) og nitrat (mg/l) i avrenning fra Svartbekk

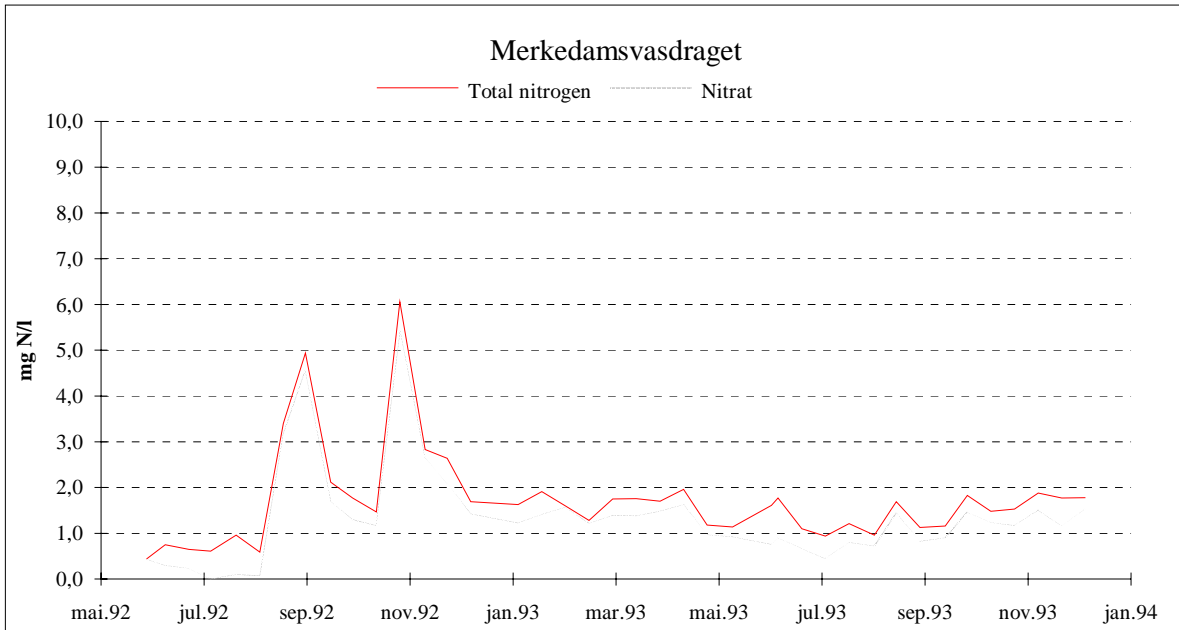


Figur 17. Total nitrogen (mg/l) og nitrat (mg/l) i avrenning fra Tuften

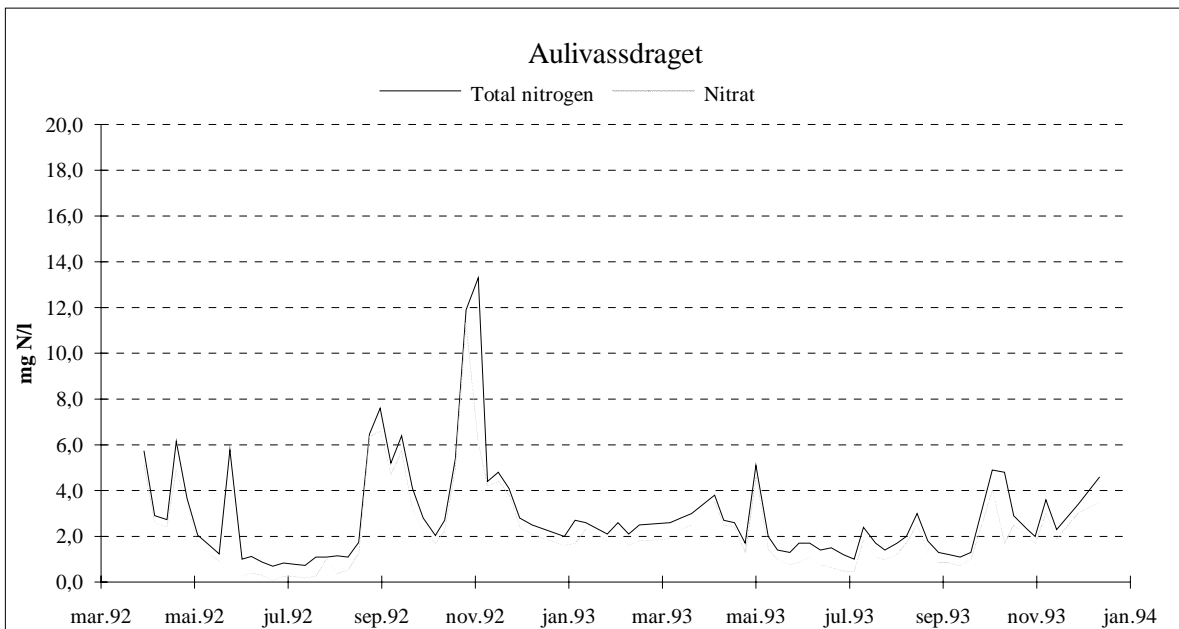
### Avrenning fra felt med skog, jordbruk og annet

To store nedbørfelt inngår i måleprogrammet. I Merkedamselva ble det tatt vannprøver hver 14. dag i hele 1993 (figur 18). Målingene i Aulielva omfatter vannprøver og beregning av vannføring ut fra målinger i Storelva.

Nitrogenkonsentrasjonen i Aulielva varierer mye (figur 19). Høyeste målte konsentrasjon er 13,2 mg N/l. Konsentrasjonen var høyest høsten 1992, p.g.a. avlingssvikt i jordbruket i 1992.



Figur 18. Total nitrogen (mg/l) og nitrat (mg/l) i avrenning fra Merkedamsvassdraget



Figur 19. Total nitrogen (mg/l) og nitrat (mg/l) i avrenning fra Aulivassdraget

### 3.4.2 Nitrogen i jord

### Jordbruk

I 1992 ble det lave avlinger i vårkornet p.g.a. en lang tørkeperiode (tabell 6). Våren 1993 var det store mengder restnitrogen i jorden etter de lave avlinger i 1992. Den tørre forsommer i 1993 påvirket ikke avlingene på jordbruksarealene i betydelig grad dette året, enkelte steder er det tatt meget store avlinger (8500 kg høsthvete/ha). Gjennomsnittsavlingen i bygg var 4500 kg/ha. Avlingene i 1993 var litt høyere enn for et normal år, særlig høstveten gav store avlinger på Ramnes.

Beregningen av nitrogen bortført med avlingene er basert på at hveten inneholder 2 % nitrogen og bygg og havre 1,7 % nitrogen (Svensson og Uhlen 1990). På Høyjord ble det i 1993 tilført 50-60 kg N/ha mer enn det er bortført med hvete og bygg. I havre ble det bortført 15 kg N/ha mindre enn det ble tilført. På Ramnes ble det i 1993 tilført like mye til hveten som det ble bortført med avlingen. I byggen var det et gjødslingsoverskudd på 50 kg N/ha.

Tabell 6. Gjødsling og avling (kg N/ha i korn) på jordbruksfeltene, Høyjord og Ramnes, 1993.

	HØYJORD			RAMNES		
	Areal ha	Gjødsling kg N/ha	Avling kg N/ha	Areal ha	Gjødsling kg N/dekar	Avling kg N/dekar
Vårhvete	7,2	154	100	-	-	-
Høsthvete	18,2	161	100	14,8	160	160
Bygg	5,6	125	70	7,2	130	80
Havre	4,7	105	90	-	-	-

Nitrogen i tilført gjødsel minus nitrogen i bortført avling gir en rest av nitrogen på 1878 kg N for hele Høyjord-feltet, d.v.s. 50 kg N/ha i gjennomsnitt i 1993. På Ramnes er det tilsvarende en rest på 369 kg, d.v.s. 16 kg N/ha i 1993. Tabell 7 viser tilført og bortført nitrogen, samt nitrogen avrenning målt i målestasjonen.

Tabell 7. Nitrogen budsjett for jordbruksfeltene, Høyjord og Ramnes, 1993.

	Tilført nitrogen i gjødsel kg N	Bortført nitrogen med avling kg N	Nitrogen tap i avrenning kg N
HØYJORD	5233	3355	975
RAMNES	3244	2875	*223

\*gjelder perioden 1/7/93-31/12/93

På høsten og vinteren 1992 og tidlig på våren 1993 forsvant mye nitrogen i avrenningen. Jordens gjennomsnittlige innhold av mineralsk nitrogen (N-MIN) falt på Ramnes fra 21 mg N-MIN-N/kg i oktober 1992 til 8 mg N-MIN-N/kg i april 1993 (tabell 8). Dette svarer til et tap på ca 52 kg/ha (volumvekten=1 kg/l). I april 1992 var det 4 mg N-MIN-N/kg i jorden (16 kg/ha). Forskjellen mellom innhold av N-MIN i april 1992 og 1993 utgjør 16 kg N/ha.

Tabell 8. Innhold av nitrat og ammonium (mg/kg tørrstoff) i jordprøver (0-40 cm) på jordbruksfeltene.

		HØYJORD		RAMNES		VANDSEMB	
		ant. pr.	N-MIN	ant. pr.	N-MIN	ant. pr.	N-MIN
1992	April	-	-	15	4,2	-	-
	September	65	11,4	58	17,7	46	2,5
	Oktober	25	9,8	25	20,9	25	3,7
	Desember	58	7,0	50	8,4	-	-
1993	April	43	6,5	38	7,7	22	4,3
	September	33	4,7	52	6,6	22	3,2
	Desember	33	6,8	26	4,4	22	5,4

Jordens innhold av nitrat og ammonium er målt gjennom vekstsesongen i 3 rutforsøk. Byggen ble gjødslet 17. april med 126 kg N/ha, høstveten ble gjødslet 14. april med 74 kg N/ha og havren 13. mai med 111 kg N/ha. I byggen er det høye konsentrasjoner av nitrogen langt ut i vekstsesongen. Ved gjødsling av høstveten ble det tatt hensyn til de store restmengdene av nitrogen fra 1992 og økningen i N-MIN ble ikke så stor som for byggen. Høstveten fikk gjødsling andre gang 11. juni. På Vandsemb var det ikke store restmengder av nitrogen fra 1992 og gjødslingen har da heller ikke ført til like høye konsentrasjoner av N-MIN som for byggen.

Tabell 9. Jordens innhold av nitrat og ammonium (mg/kg tørrstoff) gjennom vekstsesongen 1993. Høstvete og bygg på Ramnes. Havre på Vandsemb.

BYGG		HØSTHVETE		HAVRE	
dato	nitrat+ ammonium mg/kg	dato	nitrat+ ammonium mg/kg	dato	nitrat+ ammonium mg/kg
5 mai 93	42,6	13 mai 93	12,4	27 april 93	11,2
13 mai 93	46,5	19 mai 93	8,6	26 mai 93	30,1
19 mai 93	45,0	27 mai 93	7,1	1 juni 93	20,0
27 mai 93	58,8	3 juni 93	5,5	8 juni 93	23,1
3 juni 93	39,6	15 juni 93	31,5	17 juni 93	13,2
10 juni 93	23,7	7 jul 93	12,0	1 juli 93	8,1
24 juni 93	24,1	27 juli 93	2,8*	21 juli 93	6,6
7 juli 93	10,7	28 aug 93	1,9*	2 sept 93	0,9*
27 juli 93	3,8*				
19 aug 93	1,8*				

\*kun nitrat

Avrenningen fra de tre skogfeltene er fulgt gjennom året (se årsrapport for 1992 for beskrivelse av disse).

I Dal-feltet er det samlet inn jordvann fra tre ulike delområder - eldre granskog, 40 år gammel gran og en flate tilplantet i 1992. I de samme områdene er nitrogen-mineraliseringen under feltforhold og i laboratoriet undersøkt. Konsentrasjonen av  $\text{NO}_3\text{-N}$  var i gjennomsnitt 13 mg/l i 30 cm dybde for snaufata i perioden januar til september, mens den var rundt 1 mg/l for gammelskogen. Konsentrasjonene av  $\text{NH}_4\text{-N}$  var svært lave i alle felt. Nitratkonsentrasjonene i jordvannet på snaufata ble redusert til ned mot 2 mg/l når vannet hadde nådd en liten bekk som ledet ut av delområdet. Konsentrasjonen av  $\text{NO}_3\text{-N}$  i utløpet fra feltet var nærmere 1 mg/l. Dette viser at selv om nitratkonsentrasjonen kan være høy et sted, kan den reduseres over korte avstander. Avstanden fra områder med høye konsentrasjoner til utløpet vil være av avgjørende betydning.

I perioden mai til november 1993 ble det mineralisert i størrelsesorden 2,5 g  $\text{NO}_3\text{-N}$  pr.  $\text{m}^2$  på snaufata mot 1,5 g i gammelskogen og 0,2 g i den 40 år gamle skogen. Tilsvarende verdier for  $\text{NH}_4\text{-N}$  var 1,5 g, 5 g og 3,2 g pr.  $\text{m}^2$ .

Den relative mineraliseringen fra et område med høy bonitet i Svartbekk-feltet var lik den på snaufata i Dal-feltet. Verdiene fra et lavbonitetsområde i Svartbekk var like verdiene i det 40 år gamle bestandet i Dal-feltet.

Gammelskogbestandet i Dal-feltet inneholder totalt 104 g /N pr.  $\text{m}^2$ , mens det 40 år gamle bestandet inneholder 88 g N pr.  $\text{m}^2$ .

I løpet av 1993 ble det tatt jordprøver fra hele Dal-feltet, men resultatene er ikke tilgjengelige ennå.

## 4. REFERANSER

- Aber, J., Nadelhoffer, K. and Melillo, J.M. (1989). Nitrogen saturation in northern forest ecosystems: hypothesis and implications. *Bioscience* 39: 378-386.
- Brettum, P. (1976). Resipientundersøkelser i hovedvassdragene i Dalane, Rogaland. Norsk institutt for vannforskning. O - 39/74.
- Enge, E. (1988). Fiskeribiologiske undersøkelser i Bjerkreimsvassdraget 1987. Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernadv. (upubl.).
- Espeland, G. (1988). Drikkevannsforsyning i Holmen/Gjedrem området (Bjerkreim kommune) i relasjon til vannkvaliteten i Svelavatn og Bjerkreimselva. Næringsmiddeltilsynet i Dalane. Rapport.
- Faafeng, B., Brettum, P. og Hessen, D. (1990). Landsomfattende undersøkelse av trofittilstanden i 355 innsjøer i Norge. SFT/NIVA. Rapport 389/90. Løpenr. 2355, 57 s.
- Henriksen, A. og Hindar, A. (1994). Seasalt episodes, a lesson from the Bjerkreim catchment. Nitrogen from mountains to fjords - Newsletter 1/1994, 5-7.
- Henriksen, A., Bechmann, M. og Hessen, D. (1993). Nitrogen fra fjell til fjord - Årsrapport 1992. NIVA-rapport, løpenr. 2901, 64 s.
- Hindar, A., Henriksen, A., Tørset, K. og Lien, L. (1993). Betydningen av sjøsultanrikt nedbør i vassdrag og mindre nedbørfelt. Forsuring og fiskedød etter sjøsaltepisoden i januar 1993. NIVA-rapport, løpenr. 2907, 42 s.
- Holtan, H. (1992). Overvåking av Aulielva i 1991/1992. NIVA-rapport O-92111. Norsk institutt for vannforskning.
- Kjos-Hansen, O. (red.) (1986). Bjerkreim. 137 Bjerkreimsvassdraget. Samlet Plan for vassdrag. Miljøverndep.
- Kjos-Hansen, O. (red.) (1990). Bjerkreim. Videreføringsprosjekt for Bjerkreim. 137 Bjerkreims-vassdraget. Samlet Plan for vassdrag. Miljøverndep.
- Molversmyr, Å., Tyvold, T., Sanni, S., Bremnes, T. og Romstad, R. (1990). Bjerkreimsvassdraget. Tilstand og resipientegenskaper. Rogalandsforskning. RF - 39/90.
- Pallesen, P.F. og Hauge, K.O. (red.) (1984). Bjerkreim. 137 Bjerkreimsvassdraget. Samlet Plan for vassdrag. Miljøverndep.
- SFT (1992). Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning nr. 92:06. TA-905/1992. Statens forurensningstilsyn, Oslo, 32 s.
- Svensson og Uhlen (1990). N-omsetning i landbruket. Utredning fra institutt for jordfag. Rapport 1-1990. ISSN/0803/1304.
- Vagstad, N. og Åstebøl, S.O. (1989). Effekt av ulike tiltak mot landbruksforurensning i Vestfold fylke. Det norske jord- og myrselskap og GEFO.



## 5. KJEMISKE ANALYSERESULTATER 1993.

### 5.1 Bjerkreimsvassdraget

*Tabell 5.1.1. Middelverdier i 1993 for målte parametre i Bjerkreimsvassdraget. Se tabell 2 for lokalitetenes navn og figur 3 for beliggenhet. Forkortelser er forklart nedenfor.*

Nr.	pH	K25 <i>mS/m</i>	Ca <i>mg/l</i>	Mg <i>mg/l</i>	Na <i>mg/l</i>	K <i>mg/l</i>	Cl <i>mg/l</i>	SO4 <i>mg/l</i>	NO3 <i>µg/l</i>	Tot-N <i>µg/l</i>	ALK <i>µeq/l</i>	TOC <i>mg/l</i>	RAL <i>µg/l</i>	ILAL <i>µg/l</i>	LAL <i>µg/l</i>	SiO2 <i>mg/l</i>
1	5,81	3,79	1,12	0,65	4,08	0,31	7,3	2,6	360	456	37	0,83	40	21	20	1,5
2	6,40	6,10	2,27	1,05	6,68	0,52	11,8	3,9	462	625	77	1,39	30	24	7	1,7
3	5,86	4,91	1,12	0,64	3,99	0,30	7,1	2,6	367	457	36	0,82	45	24	21	1,5
4	6,02	3,93	1,19	0,68	4,28	0,30	7,6	2,6	352	440	42	0,80	37	24	14	1,6
5	6,35	5,65	1,92	1,07	6,18	0,45	11,2	3,3	496	606	64	1,10	36	30	9	2,4
6	4,76	3,64	0,34	0,43	3,57	0,14	6,4	2,2	238	313		0,83	146	20	127	0,7
7	5,05	3,40	0,64	0,45	3,55	0,19	6,2	2,3	209	313	29	1,31	104	32	73	1,0
8	4,97	3,42	0,58	0,46	3,59	0,17	6,5	2,2	205	283	0	0,90	112	21	91	0,8
9	5,32	3,36	0,82	0,52	3,61	0,22	6,5	2,4	268	341	26	0,70	65	17	48	1,2
12	4,96	3,15	0,57	0,43	3,11	0,17	5,5	2,4	233	308	21	0,78	118	16	102	1,0
13	4,98	6,32	0,89	1,00	6,88	0,24	13,1	3,3	81	186	2	1,62	302	58	244	3,2
14	4,92	7,76	1,36	1,09	9,38	0,29	17,3	4,1	226	363	35	1,44	163	36	127	1,3
20	5,42	3,33	0,81	0,52	3,64	0,23	6,6	2,4	265	339	28	0,64	58	16	42	1,1
21	6,45	6,09	2,45	1,22	6,10	0,54	11,1	3,3	713	863	88	1,26	40	33	10	3,6
22	6,31	5,47	1,69	1,02	6,27	0,42	11,3	3,3	410	519	54	1,05	33	25	10	1,9
23	4,90	6,04	0,78	0,86	6,89	0,18	13,0	3,0	165	271	30	0,91	229	22	211	1,0
24	4,89	6,52	0,62	0,88	7,83	0,16	14,4	3,7	149	263	26	1,26	420	53	367	2,9
33	6,30	6,95	1,94	1,28	8,32	0,19	15,1	3,5	101	221	78	1,63	29	26	6	2,2
34	6,71	9,12	4,90	2,06	8,36	0,72	15,6	5,0	762	928	211	1,76	20	20	3	3,6
35	5,19	2,81	0,50	0,38	2,97	0,15	5,3	1,9	195	269	20	0,71	80	12	69	0,7
36	6,81	7,69	3,39	1,72	7,69	0,48	13,6	4,5	230	400	182	2,04	21	20	4	3,4

#### FORKORTELSER - Kjemivedlegg

Kortnavn:	Betegnelse:	Enhet:
pH		
K25	Konduktivitet	<i>mS/m</i>
Ca	Kalsium	<i>mg/l</i>
Mg	Magnesium	<i>mg/l</i>
Na	Natrium	<i>mg/l</i>
K	Kalium	<i>mg/l</i>
Cl	Klorid	<i>mg/l</i>
SO4	Sulfat	<i>mg/l</i>
NO3	Nitrat	<i>µg/l</i>
Tot-N	Total nitrogen	<i>µg/l</i>
ALK	Alkalitet	<i>mekv/l</i>
TOC	Totalt organisk karbon	<i>mg/l</i>
RAL	Reaktivt aluminium	<i>µg/l</i>
ILAL	Ikke-labilt aluminium	<i>µg/l</i>
LAL	Labilt aluminium	<i>µg/l</i>
SiO2	Silisiumoksyd	<i>mg/l</i>

Tabell 5.1.2. Primærtabeller vannkjemi.

DATO	pH	K25	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	NO3	Tot-N	ALK	TOC	RAL	ILAL	LAL	SiO2
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mekv/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
<b>1. Utløp v/ Tengs</b>																
03/01/93	5,95	3,33	1,23	0,58	3,27	0,32	6,0	2,9	430	495	0,038	1,00	40	28	12	1,7
16/01/93	5,47	3,68	1,07	0,61	3,98	0,27	7,3	2,6	340	420	0,033	0,84	65	35	30	1,5
31/01/93	5,69	3,92	1,23	0,68	4,17	0,34	7,5	2,8	440	510	0,034	0,77	51	32	19	1,7
14/02/93	5,51	3,90	1,13	0,64	4,14	0,30	7,5	2,8	380	460	0,027	0,66	69	32	37	1,5
01/03/93	5,92	4,07	1,24	0,71	4,48	0,34	8,3	2,6	410	495	0,033	0,78	57	28	29	1,5
15/03/93	5,90	4,13	1,27	0,71	4,46	0,58	8,0	2,7	430	510	0,038	0,60	35	20	15	1,7
29/03/93	5,54	4,15	1,21	0,69	4,62	0,34	8,1	2,7	385	475	0,034	1,09	60	20	40	1,5
12/04/93	5,84	3,91	1,27	0,71	4,38	0,31	7,5	2,4	415	485	0,034	0,55	38	24	14	1,6
26/04/93	5,36	3,66	0,95	0,61	4,02	0,24	7,1	2,7	325	440	0,032	0,71	76	22	54	1,4
10/05/93	5,29	3,46	0,89	0,56	3,76	0,23	6,8	2,6	300	395		0,86	71	18	53	1,2
24/05/93	5,26	3,41	0,83	0,54	3,64	0,21	6,4	2,6	305	355		1,18	72	11	61	1,1
07/06/93	5,54	3,57	0,94	0,59	3,71	0,25	6,8	2,6	325	400	0,027	0,82	32	15	17	1,2
21/06/93	6,13	3,69	1,11	0,67	4,04	0,26	6,9	2,7	360	460	0,044	0,62	28	24	4	1,4
05/07/93	6,47	3,87	1,20	0,70	4,05	0,29	7,4	2,7	370	470	0,046	0,83	25	20	5	1,6
19/07/93	5,73	3,72	0,97	0,62	3,95	0,24	7,4	2,5	280	380	0,033	0,54	40	22	18	1,3
01/08/93	6,06	3,74	0,80	0,64	4,02	0,28	6,9	2,5	330	460	0,037	0,85	25	17	8	1,4
16/08/93	5,64	3,69	1,01	0,59	3,89	0,29	7,0	2,5	290	385	0,034	0,87	33	17	16	1,3
29/08/93	5,98	3,70	1,18	0,65	4,01	0,32	7,3	2,6	335	420	0,036	0,72	10	< 10	0	1,5
12/09/93	6,24	3,85	1,22	0,67	4,06	0,28	7,4	2,7	350	475	0,047	0,78	14	< 10	4	1,7
27/09/93	5,96	3,64	1,16	0,64	3,83	0,30	7,0	2,5	340	410	0,043	0,71	17	11	6	
10/10/93	6,21	3,84	1,19	0,68	4,10	0,35	7,2	2,5	385	445	0,039	0,71	10	10	0	1,7
25/10/93	5,67	3,63	1,08	0,62	4,17	0,28	7,2	2,6	310	405	0,032	0,72	41	23	18	1,5
06/11/93	6,19	3,93	1,26	0,69	4,37	0,36	7,4	2,7	385	475	0,047	0,72	25	21	4	1,6
22/11/93	6,02	4,08	1,38	0,71	4,45	0,31	7,6	2,7	405	500	0,049	0,97	25	15	10	1,7
05/12/93	5,99	4,21	1,28	0,70	4,50	0,45	7,4	2,8	420	660	0,042	1,70	36	2	34	1,7
20/12/93	5,52	3,72	0,97	0,59	3,98	0,32	7,1	2,8	315	460	0,034	1,00	54	30	24	1,4
<b>2. Utløp Eikjevatn</b>																
03/01/93	6,23	5,42	2,22	0,90	5,57	0,52	9,6	3,9	495	665	0,068	1,50	40	32	8	2,2
16/01/93	6,37	5,20	2,14	0,94	6,29	0,53	10,6	3,8	515	670	0,069	1,50	35	35	0	2,2
31/01/93	6,31	6,14	2,32	1,02	6,62	0,60	11,5	4,0	615	745	0,065	1,59	33	28	5	2,3
14/02/93	6,28	5,98	2,22	1,01	6,57	0,55	11,6	3,9	560	690	0,062	1,00	47	41	6	2,7
01/03/93	6,37	6,21	2,29	1,06	6,80	0,63	12,4	3,9	560	715	0,063	1,20	39	34	5	2,3
15/03/93	6,36	6,23	2,27	1,05	6,90	0,67	11,6	4,2	570	700	0,07	1,29	32	31	1	2,5
29/03/93	6,32	6,37	2,39	1,05	6,99	0,55	12,0	3,9	590	730	0,067	1,20	43	39	4	2,3
12/04/93	6,42	6,30	2,41	1,10	7,17	0,55	13,5	3,7	600	765	0,071	1,30	38	31	7	2,3
26/04/93	5,35	3,59	0,92	0,58	3,90	0,23	7,0	2,6	310	395	0,032	0,84	62	19	43	1,4
10/05/93	6,47	6,44	2,44	1,13	7,27	0,53	13,2	4,0	520	695	0,066	1,30	31	31	0	2,1
24/05/93	6,42	5,60	2,42	1,12	7,21	0,52	11,5	4,1	525	685	0,073	1,50	31	28	3	1,9
07/06/93	6,54	6,54	2,40	1,11	7,08	0,51	12,8	4,2	485	630	0,074	1,10	38	35	3	1,5
21/06/93	6,58	6,67	2,50	1,18	7,29	0,49	12,4	4,1	465	625	0,093	1,40	32	28	4	1,4
05/07/93	6,89	6,81	2,62	1,22	7,06	0,50	13,2	4,2	430	615	0,099	1,40	18	11	7	1,2
19/07/93	6,53	6,48	2,32	1,13	6,85	0,47	12,8	4,1	420	590	0,087	1,30	43	17	26	1,3
01/08/93	6,46	6,48	2,14	1,12	6,86	0,48	11,6	3,7	385	585	0,095	1,20	20	17	3	1,3
16/08/93	6,39	6,29	2,29	1,06	6,55	0,47	12,4	3,8	375	550	0,082	1,50	18	11	7	1,3
29/08/93	6,61	6,41	2,45	1,09	6,76	0,53	12,4	3,9	370	540	0,083	1,40	18	15	3	1,2
12/09/93	6,57	6,45	2,41	1,12	6,75	0,48	13,0	4,2	360	555	0,093	1,20	10	< 10	0	1,2
29/09/93	6,64	6,23	2,33	1,08	6,70	0,50	12,5	3,9	370	530	0,089	1,50	10	< 10	0	1,2
10/10/93	6,43	6,34	2,38	1,12	6,83	0,63	12,0	3,9	410	605	0,088	1,80	< 10	< 10	0	1,2
25/10/93	6,52	6,33	2,45	1,12	7,17	0,55	12,0	4,7	400	595	0,088	1,50	18	10	8	1,2
06/11/93	6,50	6,45	2,51	1,14	7,27	0,55	12,0	4,1	425	640	0,094	1,70	13	< 10	3	1,3
22/11/93	6,46	6,59	2,55	1,14	7,20	0,52	12,0	4,0	425	595	0,1	1,70	11	11	0	1,4

Tabell 5.1.2. Primærtabeller vannkjemi.

DATO	pH	K25	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	NO3	Tot-N	ALK	TOC	RAL	ILAL	LAL	SiO2
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mekv/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
05/12/93	6,38	6,27	2,23	1,06	6,87	0,58	12,0	3,9	445	605	0,079	1,90	32	2	30	1,7
20/12/93	5,91	4,76	1,50	0,77	5,09	0,42	9,0	3,2	375	545	0,05	1,40	39	30	9	1,5
<b>3. Bjerkreimselva ved Tengesdal</b>																
03/01/93	5,96	3,33	1,22	0,58	3,26	0,32	5,8	2,5	440	515	0,039	0,91	43	32	11	1,8
16/01/93	5,52	3,56	1,01	0,59	3,88	0,25	7,1	2,7	335	425	0,033	0,83	73	35	38	1,4
31/01/93	5,74	4,02	1,25	0,68	4,26	0,38	7,7	2,7	440	550	0,035	0,75	50	36	14	1,7
14/02/93	5,58	3,79	1,09	0,63	4,01	0,30	7,2	2,5	390	460	0,027	0,67	63	32	31	1,5
01/03/93	5,76	4,21	1,23	0,71	4,24	0,35	7,8	2,6	425	495	0,033	0,74	55	28	27	1,5
15/03/93	5,92	4,17	1,30	0,73	4,49	0,42	8,0	2,8	445	530	0,041	0,77	50	31	19	1,7
29/03/93	5,55	3,89	1,15	0,64	4,15	0,35	7,4	2,5	370	450	0,034	0,76	64	24	40	1,4
12/04/93	5,94	3,91	1,31	0,70	4,28	0,30	7,4	2,4	420	495	0,035	0,58	43	28	15	1,6
26/04/93	5,27	3,60	0,90	0,58	3,93	0,24	7,0	2,6	315	415		0,88	81	19	62	1,3
10/05/93	5,41	3,53	0,94	0,56	3,74	0,24	6,8	2,6	335	420	0,023	0,66	71	19	52	1,3
24/05/93	5,39	3,46	0,80	0,53	3,62	0,20	6,5	2,4	310	345	0,021	0,87	67	11	56	1,1
07/06/93	5,89	3,57	0,99	0,61	3,76	0,25	6,8	2,5	345	420	0,029	0,59	40	28	12	1,3
21/06/93	6,25	3,79	1,21	0,71	4,07	0,28	7,1	2,5	395	460	0,052	0,77	46	41	5	1,6
05/07/93	6,35	3,97	1,33	0,74	4,10	0,31	7,5	2,9	405	505	0,051	0,86	35	28	7	1,8
19/07/93	5,68	3,61	0,91	0,60	3,83	0,23	7,2	2,4	285	400	0,032	0,58	45	17	28	1,3
01/08/93	6,01	3,66	0,75	0,64	3,94	0,25	6,8	2,4	310	430	0,038	0,96	33	22	11	1,5
16/08/93	5,73	3,73	1,04	0,60	3,90	0,26	7,1	2,5	300	395	0,033	1,10	38	22	16	1,3
29/08/93	6,31	3,86	1,22	0,66	4,03	0,32	7,4	2,6	350	445	0,038	0,91	22	20	2	1,6
12/09/93	6,35	3,95	1,32	0,71	4,07	0,30	7,5	2,5	385	480	0,048	0,75	18	11	7	1,9
27/09/93	6,09	3,47	1,08	0,60	3,67	0,26	6,8	2,3	320	410	0,032	0,70	25	17	8	1,5
10/10/93	6,21	4,09	1,23	0,67	4,14	0,38	7,3	2,6	400	520	0,038	0,90	15	11	4	1,7
25/10/93	5,86	3,70	1,07	0,64	4,27	0,29	7,0	2,5	315	405	0,033	0,78	47	28	19	1,5
06/11/93	6,20	33,92	1,29	0,70	4,30	0,33	7,1	2,6	410	495	0,048	0,80	35	21	14	1,7
22/11/93	6,06	4,01	1,38	0,70	4,24	0,30	7,4	2,7	410	485	0,048	0,75	29	20	9	1,8
05/12/93	5,83	3,24	1,15	0,65	4,30	0,39	7,1	2,5	385	485	0,037	1,30	50	23	27	1,6
20/12/93	5,51	3,60	0,92	0,56	3,37	0,28	6,7	2,7	310	440	0,033	1,10	35	28	7	1,4
<b>4. Bjerkreimselva ved Gjedrem</b>																
03/01/93	5,99	3,20	1,14	0,56	3,21	0,28	5,8	2,5	380	455	0,04	0,91	37	32	5	1,8
16/01/93	5,72	3,71	1,11	0,62	4,12	0,29	7,3	2,6	340	430	0,037	0,99	53	35	18	1,5
31/01/93	5,78	3,83	1,15	0,66	4,16	0,30	7,6	2,6	370	450	0,035	0,86	48	32	16	1,6
15/02/93	5,60	3,67	1,07	0,62	4,03	0,28	7,3	2,6	340	400	0,028	0,70	67	36	31	1,5
01/03/93	5,77	4,17	1,19	0,71	4,49	0,32	8,5	2,4	380	455	0,034	0,74	62	31	31	1,6
14/03/93	5,91	4,16	1,27	0,74	4,66	0,37	8,0	2,7	420	510	0,042	0,69	43	24	19	1,8
29/03/93	5,78	4,16	1,21	0,69	4,47	0,30	8,6	2,5	350	440	0,035	0,83	64	31	33	1,6
12/04/93	5,95	3,87	1,19	0,70	4,37	0,29	7,8	2,4	380	475	0,035	0,53	40	28	12	1,8
26/04/93	5,73	4,07	1,17	0,70	4,52	0,29	8,1	2,5	365	460	0,039	0,94	47	24	23	1,7
09/05/93	5,61	3,62	0,96	0,59	3,96	0,24	7,3	2,5	300	370	0,026	0,62	54	19	35	1,4
23/05/93	5,83	3,84	1,12	0,66	4,16	0,26	7,3	2,6	350	400	0,031	0,66	28	15	13	1,6
07/06/93	6,23	3,95	1,20	0,71	4,23	0,28	7,6	2,5	340	415	0,042	0,73	22	20	2	1,8
20/06/93	6,61	4,26	1,44	0,83	4,67	0,32	8,0	2,6	385	460	0,069	0,64	38	28	10	2,2
05/07/93	6,76	4,46	1,53	0,87	4,76	0,33	8,4	3,1	405	495	0,07	0,67	14	11	3	0,1
19/07/93	5,73	3,73	0,97	0,63	4,02	0,24	7,5	2,4	280	335	0,034	0,55	37	17	20	1,3
01/08/93	6,18	3,97	0,85	0,68	4,41	0,26	7,4	2,3	310	415	0,044	0,65	33	17	16	1,7
10/08/93	6,05	4,11	1,22	0,68	4,34	0,29	7,9	2,6	320	405	0,041	1,10	33	22	11	1,4
29/08/93	6,29	4,12	1,31	0,71	4,36	0,34	7,9	2,6	330	415	0,046	0,80	22	20	2	1,7
12/09/93	6,34	3,93	1,24	0,68	4,11	0,26	7,6	2,5	335	415	0,051	0,70	18	11	7	1,8
26/09/93	6,24	3,76	1,19	0,68	4,01	0,30	7,4	2,4	335	415	0,044	0,69	20	17	3	1,7

Tabell 5.1.2. Primærtabeller vannkjemi.

DATO	pH	K25	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	NO3	Tot-N	ALK	TOC	RAL	ILAL	LAL	SiO2
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mekv/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l
10/10/93	6,27	3,83	1,22	0,70	4,28	0,32	7,6	2,6	365	470	0,043	0,75	10	< 10	0	1,9
25/10/93	6,12	4,19	1,32	0,75	4,84	0,34	8,0	2,7	350	445	0,045	0,89	38	28	10	1,7
05/11/93	6,18	3,84	1,18	0,67	4,37	0,30	7,5	2,6	360	450	0,048	0,79	35	21	14	1,7
22/11/93	6,16	3,94	1,33	0,69	4,35	0,27	7,4	2,5	360	445	0,048	0,68	21	15	6	1,8
05/12/93	6,01	4,19	1,28	0,69	4,49	0,48	7,3	2,7	375	515	0,048	1,20	42	28	14	1,7
19/12/93	5,76	3,68	1,02	0,58	3,91	0,35	6,8	2,9	315	490	0,04	1,40	45	32	13	1,5
<b>5. Skjævelandsåna v/ Vikeså</b>																
03/01/93	6,35	4,26	1,77	0,81	4,09	0,40	7,2	3,1	590	670	0,058	1,10	40	36	4	2,5
17/01/93	5,61	4,69	1,31	0,81	5,19	0,35	9,4	3,1	385	480	0,035	1,07	81	52	29	1,5
31/01/93	5,94	5,90	1,75	1,06	6,55	0,45	12,0	3,4	530	630	0,04	0,97	68	53	15	2,1
15/02/93	5,89	6,36	1,84	1,12	7,27	0,50	13,5	3,3	545	670	0,037	1,15	96	69	27	2,3
01/03/93	5,92	6,32	1,81	1,11	6,93	0,46	13,2	3,2	545	645	0,04	0,85	72	46	26	2,2
14/03/93	6,11	5,72	1,86	1,11	7,01	0,47	13,6	3,5	580	675	0,046	0,74	57	31	26	2,5
29/03/93	5,97	6,18	1,90	1,09	6,96	0,45	13,0	3,2	515	615	0,043	0,81	55	42	13	2,2
12/04/93	6,39	6,04	2,18	1,21	6,98	0,47	13,0	3,2	680	745	0,058	0,66	22	15	7	3,0
26/04/93	6,21	6,40	1,98	1,17	7,11	0,56	13,6	3,3	635	820	0,053	1,00	20	17	3	2,4
09/05/93	6,61	4,70	2,30	1,24	7,00	0,47	11,6	3,5	700	765	0,069	0,65	16	< 10	6	3,2
23/05/93	6,61	6,62	2,18	1,15	6,58	0,46	12,5	3,4	650	685	0,071	1,20	< 10	< 10	0	3,1
07/06/93	6,75	6,53	2,34	1,25	6,88	0,45	12,4	3,4	570	650	0,081	0,89	14	11	3	3,2
20/06/93	6,94	6,90	2,78	1,44	7,07	0,68	12,4	3,5	675	780	0,124	1,30	25	11	14	3,9
05/07/93	6,98	6,87	2,80	1,47	6,88	0,47	12,4	3,6	640	765	0,123	0,97	10	< 10	0	4,3
20/07/93	6,43	5,87	1,88	1,11	6,23	0,43	12,0	3,3	400	540	0,065	1,04	20	11	9	2,0
01/08/93	6,46	5,67	1,45	1,05	6,25	0,37	10,8	3,0	330	475	0,06	1,11	33	22	11	2,0
15/08/93	6,27	5,48	1,74	0,98	5,66	0,39	10,7	3,2	340	440	0,058	1,10	29	28	1	1,6
29/08/93	6,62	5,53	1,90	1,01	5,74	0,44	10,7	3,2	380	485	0,065	1,23	22	20	2	2,1
12/09/93	6,76	5,84	2,17	1,14	5,83	0,39	10,8	3,1	465	565	0,09	1,16	10	< 10	0	2,7
26/09/93	6,66	5,54	2,03	1,08	5,77	0,45	10,8	3,2	405	525	0,076	1,22	17	17	0	2,3
10/10/93	6,48	5,05	1,72	0,97	5,72	0,48	10,4	3,3	375	510	0,06	1,40	15	< 10	5	1,9
25/10/93	6,39	5,24	1,76	0,98	6,01	0,45	10,0	3,2	350	470	0,059	0,89	32	28	4	1,8
07/11/93	6,50	5,49	2,05	1,09	6,00	0,45	10,5	3,3	460	575	0,085	1,10	25	21	4	2,5
23/11/93	6,14	5,45	1,95	1,02	5,83	0,42	10,2	3,4	450	575	0,075	1,30	25	23	2	2,2
07/12/93	6,12	4,47	1,40	0,75	4,84	0,45	7,9	3,0	350	495	0,049	2,10	50	35	15	1,5
20/12/93	5,94	3,90	1,17	0,69	4,30	0,39	7,4	3,1	340	510	0,045	1,70	46	39	7	1,4
<b>6. Høylandsåna (tilløp Ørsdalsvatn)</b>																
03/01/93	4,81	2,71	0,33	0,30	2,21	0,09	4,0	1,9	240	285		0,74	145	22	123	0,8
17/01/93	4,57	6,58	0,50	0,84	7,04	0,20	13,5	2,8	295	380		0,61	276	20	256	0,6
31/01/93	4,63	5,82	0,52	0,74	6,02	0,18	11,5	2,7	275	340		0,66	269	22	247	0,8
14/02/93	4,63	6,49	0,53	0,81	7,06	0,21	13,0	2,8	265	325		0,58	289	22	267	0,8
28/02/93	4,64	6,04	0,48	0,76	6,59	0,22	12,4	2,6	275	330		0,66	265	18	247	0,6
14/03/93	4,62	6,30	0,53	0,80	6,95	0,23	13,6	2,8	345	425		0,73	297	20	277	0,9
28/03/93	4,58	5,08	0,37	0,59	5,04	0,19	9,6	2,5	270	350		0,62	198	20	178	0,7
12/04/93	4,73	4,92	0,44	0,63	5,35	0,20	9,7	2,3	295	360		0,69	199	17	182	0,9
25/04/93	4,68	4,26	0,37	0,50	4,44	0,16	7,6	2,2	360	535		1,00	149	22	127	0,5
09/05/93	4,77	2,74	0,20	0,27	2,60	0,10	4,2	1,6	220	310		0,66	96	18	78	0,5
23/05/93	4,77	3,16	0,19	0,32	2,78	0,12	5,2	1,8	250	310		0,67	84	11	73	0,4
06/06/93	4,74	3,06	0,24	0,33	2,65	0,11	4,7	1,9	225	285		0,70	105	15	90	0,5
20/06/93	4,74	3,22	0,32	0,37	2,93	0,11	5,1	2,1	280	325		0,78	98	15	83	0,7
04/07/93	5,03	2,93	0,36	0,35	2,72	0,12	4,8	2,2	245	315		0,78	81	< 10	71	0,6
18/07/93	4,71	3,00	0,30	0,32	2,61	0,10	4,7	1,9	210	280		0,71	84	11	73	0,5
02/08/93	4,82	2,33	0,02	0,25	2,16	0,06	3,5	1,6	116	245		1,10	82	22	60	0,5











Tabell 5.1.2. Primærtabeller vannkjemi.

DATO	pH	K25	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	NO3	Tot-N	ALK	TOC	RAL	ILAL	LAL	SiO2
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mekv/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l
10/05/93	4,80	8,81	1,36	1,18	10,50	0,43	18,4	4,4	240	420		1,30	179	24	155	0,6
24/05/93	4,91	8,21	1,60	1,10	10,50	0,33	20,0	4,0	205	365		1,30	122	20	102	0,8
07/06/93	5,02	8,49	1,60	1,12	10,50	0,25	20,0	3,8	210	425		1,30	108	24	84	1,2
21/06/93	5,37	8,18	1,64	1,17	10,70	0,17	20,0	3,8	135	540	0,035	1,30	35	20	15	0,9
19/07/93	4,79	8,67	1,36	1,17	10,30	0,12	19,2	4,1	100	230		1,30	180	32	148	0,9
01/08/93	4,82	8,40	1,36	1,10	10,20	0,09	18,4	3,4	45	185		1,10	129	28	101	0,7
16/08/93	4,79	7,89	1,18	1,00	9,17	0,12	16,8	3,2	52	185		1,40	157	36	121	0,7
29/08/93	4,98	7,57	1,23	0,95	9,35	0,15	17,0	3,2	52	165		1,40	93	25	68	0,9
12/09/93	5,07	7,57	1,30	0,97	9,38	0,14	18,0	3,4	66	185		1,42	77	24	53	1,1
26/09/93	5,01	7,23	1,31	1,01	9,11	0,31	17,5	3,6	94	210		1,48	103	32	71	1,3
10/10/93	4,96	6,92	1,23	1,01	9,22	0,41	17,5	4,1	72	175		1,50	95	22	73	1,0
25/10/93	4,95	6,89	1,17	1,08	9,10	0,33	15,6	4,2	74	210		1,90	143	52	91	1,5
06/11/93	5,03	6,97	1,31	1,01	8,92	0,26	15,2	4,4	101	240		1,60	125	44	81	1,7
22/11/93	5,03	6,99	1,41	1,01	8,72	0,24	14,4	4,6	195	315		1,90	131	51	80	2,2
05/12/93	4,98	6,77	1,32	0,95	8,06	0,29	14,0	4,4	205	340		2,20	149	51	98	2,0
20/12/93	4,88	5,75	0,93	0,78	6,43	0,32	10,9	4,1	290	455		2,20	149	63	86	2,0
<b>15. Landbruksfelt (nedlagt) før landbruk</b>																
03/01/93	6,27	4,8	2,67	0,8	4,1	0,68	7,1	3,5	1055	1120	0,063	0,98	40	28	12	4,4
17/01/93	5,18	6,6	1,98	1,03	7,24	0,34	15	3	275	320		0,68	142	35	107	1,6
31/01/93	5,73	8,29	2,99	1,32	8,84	0,82	18	4,4	795	885	0,039	0,85	81	62	19	2,8
15/02/93	5,99	6,1	2,1	0,94	6,5	0,7	12,5	3,7	700	775	0,044	1,11	78	64	14	3,2
<b>16. Landbruksfelt (nedlagt) etter landbruk</b>																
03/01/93	6,42	7,41	5,06	1,54	4,92	1,42	8,4	4,3	2050	2240	0,166	0,99	47	28	19	7,4
17/01/93	5,93	7,27	3,1	1,27	7,23	0,78	15	3,5	730	810	0,064	0,96	91	84	7	2,8
31/01/93	6,21	9,19	4,31	1,61	8,53	1,27	17	4,7	1260	1470	0,097	1,13	56	52	4	4,3
15/02/93	6,35	7,4	3,6	1,3	6,62	1,22	12	4,2	1200	1360	0,116	1,3	64	54	10	4,8
<b>20. Utl. Byrkjelandsvatn</b>																
03/01/93	5,66	2,84	0,87	0,46	2,92	0,23	5,5	2,4	270	355	0,029	0,95	43	17	26	1,3
17/01/93	5,43	2,97	0,79	0,48	3,18	0,23	5,9	2,2	250	330	0,029	0,75	71	20	51	1,2
31/01/93	5,50	3,15	0,80	0,50	3,39	0,22	6,3	2,3	250	340	0,028	0,76	56	22	34	1,2
15/02/93	5,60	3,21	0,57	0,51	3,44	0,25	6,4	2,6	280	355	0,026	0,68	55	17	38	1,3
01/03/93	5,32	3,52	0,83	0,55	3,71	0,25	6,9	2,4	260	330	0,027	0,58	76	18	58	1,0
14/03/93	5,35	3,44	0,85	0,54	3,76	0,25	6,8	2,5	265	325	0,03	0,64	64	11	53	1,1
29/03/93	5,33	3,56	0,88	0,54	4,03	0,24	7,0	2,3	260	320	0,029	0,61	79	15	64	1,2
12/04/93	5,33	3,47	0,46	0,57	3,90	0,23	6,6	2,5	265	365	0,025	0,80	71	15	56	1,2
25/04/93	5,25	3,53	0,81	0,54	3,86	0,22	7,0	2,4	260	335		0,66	81	17	64	1,2
09/05/93	5,29	3,30	0,59	0,52	3,81	0,22	7,2	2,4	260	340		0,62	64	11	53	1,1
23/05/93	5,36	3,67	0,88	0,54	3,76	0,23	6,9	2,4	290	330	0,023	0,69	60	11	49	1,2
07/06/93	5,41	3,55	0,82	0,55	3,74	0,23	7,0	2,4	270	340	0,023	0,53	50	11	39	1,1
20/06/93	5,54	3,52	0,89	0,56	3,77	0,23	7,0	2,3	280	330	0,035	0,55	50	15	35	1,1
05/07/93	5,45	3,51	0,87	0,56	3,80	0,22	6,8	2,5	270	335	0,025	0,45	44	< 10	34	1,2
18/07/93	5,43	3,55	0,84	0,55	3,77	0,22	7,0	2,3	260	320	0,031	0,56	47	11	36	1,2
01/08/93	5,32	3,45	0,83	0,53	3,63	0,20	6,4	2,2	250	345	0,028	0,59	57	17	40	1,1
15/08/93	5,40	3,38	0,80	0,49	3,46	0,21	6,3	2,1	255	325	0,029	0,60	45	17	28	1,1
29/08/93	5,49	3,35	0,85	0,51	3,57	0,24	6,6	2,3	260	335	0,025	0,57	50	22	28	1,2
12/09/93	5,46	3,29	0,88	0,50	3,46	0,20	6,6	2,3	260	330	0,029	0,62	53	20	33	1,2
26/09/93	5,42	3,26	0,86	0,53	3,52	0,23	6,6	2,4	270	320	0,025	0,58	53	17	36	1,1
11/10/93	5,43	2,66	0,82	0,51	3,68	0,24	6,7	2,3	275	385	0,018	0,63	46	11	35	0,2













Tabell 5.1.2. Primærtabeller vannkjemi.

DATO	pH	K25	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO4	NO3	Tot-N	ALK	TOC	RAL	ILAL	LAL	SiO2
		mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	mekv/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
07/06/93	7,07	8,63	3,90	1,87	8,60	0,31	16,0	4,0	146	255	0,197	1,50	10	< 10	0	3,1
20/06/93	7,13	9,82	5,22	2,52	8,72	0,45	15,2	5,5	420	580	0,319	1,30	14	< 10	4	4,5
05/07/93	7,10	9,78	5,44	2,61	8,53	0,54	14,4	5,4	395	730	0,323	1,80	10	< 10	0	4,3
20/07/93	7,00	8,16	3,61	1,86	7,88	0,26	14,4	4,9	88	230	0,209	1,80	10	< 10	0	2,4
01/08/93	6,89	7,61	3,54	1,72	7,47	0,89	11,6	4,0	160	560	0,193	5,70	43	41	2	2,6
17/08/93	6,70	7,33	3,01	1,56	7,54	0,31	14,0	3,5	103	245	0,148	2,50	18	11	7	2,8
30/08/93	7,10	8,09	3,75	1,79	7,69	0,35	14,0	4,1	160	280	0,209	1,70	16	11	5	3,8
13/09/93	7,03	9,25	4,89	2,35	8,01	0,55	14,5	4,7	115	230	0,331	1,70	14	< 10	4	4,7
27/09/93	6,96	7,29	3,38	1,66	7,31	0,46	13,5	4,2	86	200	0,28	1,80	20	17	3	3,4
10/10/93	6,69	6,74	2,97	1,46	7,22	1,00	13,0	4,3	240	485	0,153	4,00	33	24	9	2,9
25/10/93	6,83	7,52	2,80	1,58	8,44	0,51	15,6	4,3	290	415	0,106	1,90	21	20	1	3,5
07/11/93	6,86	7,84	3,45	1,81	8,21	0,40	13,6	4,7	260	360	0,175	1,30	13	14	-1	4,1
22/11/93	6,71	8,24	3,47	1,83	8,54	0,37	15,2	5,0	300	405	0,152	1,20	14	12	2	4,3
05/12/93	6,32	6,03	1,83	1,11	6,50	0,54	11,2	4,2	350	490	0,056	2,40	46	32	14	2,4
20/12/93	6,12	5,27	1,39	0,94	5,76	0,48	10,0	4,6	210	495	0,056	1,70	41	39	2	2,2
<b>50-63. Innsjøer prøvetatt 0906 1993 av HIN/HEN</b>																
06/09/93	5,76	4,51	1,24	0,74	5,05	0,22	8,7	2,9	225	205	0,041	1,20	48	36	12	
06/09/93	5,11	4,70	0,84	0,70	5,26	0,21	9,2	2,9	170	280	0,026	1,10	105	17	88	
06/09/93	6,30	4,42	1,47	0,79	4,60	0,18	7,9	2,8	285	355	0,057	1,14	37	28	9	
06/09/93	5,83	6,99	1,91	1,03	8,28	0,19	14,3	3,6	4	240	0,044	3,20	29	22	7	
06/09/93	4,86	8,18	0,95	1,07	11,00	0,19	19,0	3,7	80	185	0,018	0,52	168	< 10	158	
06/09/93	6,49	5,02	2,12	0,92	4,84	0,59	8,3	2,8	56	310	0,118	3,10	15	11	4	
06/09/93	5,27	5,31	1,01	0,88	5,93	0,26	10,3	3,1	240	315	0,03	0,24	112	< 10	102	
06/09/93	6,40	5,69	1,77	0,99	6,48	0,40	11,0	3,2	290	410	0,068	1,20	10	< 10	0	
06/09/93	6,80	5,85	2,45	1,16	5,73	0,42	9,7	3,1	625	735	0,107	1,20	20	11	9	
06/09/93	6,60	5,86	2,08	1,08	5,95	0,56	10,7	3,5	435	585	0,069	1,00	33	28	5	
06/09/93	6,53	5,89	1,88	1,08	6,17	0,51	10,6	3,0	200	390	0,056	1,60	20	17	3	
06/09/93	7,03	9,71	6,25	2,60	6,40	1,10	11,0	4,8	2420	2520	0,296	0,70	10	< 10	0	
06/09/93	5,35	3,71	0,64	0,45	4,52	0,07	7,6	2,7	9	150	0,029	2,00	65	36	29	
06/09/93	6,25	5,25	1,62	0,94	5,63	0,39	9,7	3,2	295	435	0,091	1,10	33	28	5	
<b>Innsjøer og elver prøvetatt den 6/9-94:</b>																
<b>St.nr. Navn:</b>																
50 Nordravatn																
51 Kvesvatn																
52 Snøsvatn																
53 Longa - nord																
54 Longa - sør																
55 Asheimsvatn																
56 Netlandsvatn																
57 Storsheivatn																
58 Skjævelandselva																
59 Oslandsvatn																
60 Skjævelandsvatn																
61 Svela elv																
62 Vardafj. bekk																
63 Røyslandsvatn																

## 5.2 Aulivassdraget

Tabell 5.2.1. Konsentrasjonen av total nitrogen, nitrat, ammonium, total fosfor, kalium og pH fra Høyjord

Tidsrom for prøveuttak	Ssp. trrst g/l	Total-N µg/l	Nitrat µg/l	Amm µg/l	Total-P µg/l	Fosfat P µg/l	Total-K µg/l	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Na mg/l
02.12.92-21.01.93	-	7580	6750	100	250	-	3470	6,9	15,5	3,7	5,2	3,0
21.01.93-03.02.93	-	35300	31600	<100	1100	-	14700	6,8	66,1	16,1	21,6	13,9
03.02.93-19.02.93	-	5080	4470	110	60	-	4400	6,9	16,0	4,3	7,0	4,2
19.02.93-08.03.93	-	12800	12300	<100	10	-	8990	7,6	45,2	12,9	18,1	11,1
08.03.93-29.03.93	-	4820	4010	150	70	-	4700	6,8	13,9	3,8	5,6	3,3
29.03.93-01.04.93	-	6760	6600	<100	100	-	4860	7,3	23,4	6,7	8,9	6,1
01.04.93-12.04.93	-	7760	7760	<100	20	-	2710	7,0	23,2	6,4	8,0	5,1
12.04.93-03.05.93	-	6200	6230	<100	<8	-	3560	7,5	23,0	6,6	9,3	6,1
03.05.93-26.05.93	-	8880	8610	<100	90	-	5130	7,5	25,7	6,8	8,7	6,3
26.05.93-08.07.93	-	14700	11700	<100	1580	-	7110	6,2	29,1	7,2	7,0	7,8
08.07.93-05.08.93	-	6910	6410	390	140	-	4720	6,8	21,1	5,2	5,3	5,0
05.08.93-24.08.93	-	5510	5050	<100	30	-	5550	6,9	32,5	9,2	23,1	6,5
24.08.93-31.08.93	-	6220	6220	<100	30	-	6410	7,3	45,3	13,9	39,8	8,4
31.08.93-13.09.93	-	6480	6300	<100	8	6	6820	7,5	-	-	-	-
13.09.93-27.09.93	-	5510	5070	<100	60	30	5820	7,1	-	-	-	-
27.09.93-10.10.93	670	8190	5920	<100	420	30	5110	7,2	-	-	-	-
10.10.93-03.11.93	340	6830	5920	120	250	40	4750	7,5	-	-	-	-
03.11.93-22.11.93	414	6780	5970	<100	200	20	4820	7,3	-	-	-	-
22.11.93-30.11.93	161	5580	4740	280	250	10	3270	7,6	-	-	-	-
30.11.93-31.12.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 5.2.2. Konsentrasjonen av total nitrogen, nitrat, ammonium, total fosfor, fosfat, kalium og pH fra Ramnes

Tidsrom for prøveuttak	Susp. tørrst. mg/l	Total-N µg/l	Nitrat µg/l	Amm. µg/l	Total-P µg/l	Fosfat-P µg/l	Kalium µg/l	pH
04.08.93-27.09.93	-	-	-	-	-	-	-	-
27.09.93-13.10.93	42,0	12800	11900	<100	100	60	3960	8,1
13.10.93-03.11.93	-	8080	6010	800	100	30	2370	7,9
03.11.93-09.11.93	-	5060	4820	<100	20	7	5170	8,3
09.11.93-13.11.93	-	8410	7480	<100	170	90	4670	8,1
13.11.93-30.11.93	12,0	6630	6630	<100	10	7	3980	8,0
30.11.93-08.12.93	59,0	5800	5530	<100	140	50	2010	7,3
08.12.93-30.12.93	18,0	5960	5570	<100	50	20	2830	7,9
30.12.93-31.12.93	12,0	5180	5120	<100	40	30	3140	8,2

Tabell 5.2.3. Konsentrasjonen av total nitrogen, nitrat, ammonium, total fosfor, kalium og pH fra Dal

Tidsrom for prøveuttak	Ssp. trrst. mg/l	Total- N µg/l	Nitrat µg/l	Am m. µg/l	Total P µg/l	Fosfat P µg/l	Total K µg/l	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Na mg/l	Cl mg/l
13.01.93-13.01.93	-	1370	1170	<100	<8	-	550	6,7	4,1	1,3	2,5	4,1	5,4
13.01.93-07.02.93	-	1120	1100	<100	<8	-	-	6,5	4,2	1,3	2,5	4,2	5,5
07.02.93-22.02.93	-	1470	1470	<100	<8	-	700	6,8	6,0	2,0	3,9	6,7	8,4
22.02.93-08.03.93	-	1070	880	<100	30	-	450	6,6	4,1	1,3	2,6	4,8	5,9
08.03.93-10.03.93	-	1090	1090	<100	<8	-	-	6,6	4,1	1,3	2,5	4,4	5,6
10.03.93-22.03.93	-	1460	1220	<100	<8	-	470	6,7	4,6	1,3	2,4	4,4	5,3
22.03.93-05.04.93	-	1040	970	<100	<8	-	450	6,7	4,2	1,3	2,5	4,5	5,5
05.04.93-19.04.93	-	1050	1000	<100	<8	-	450	6,7	4,2	1,3	2,5	4,6	5,5
19.04.93-03.05.93	-	1010	960	<100	<8	-	530	6,9	4,3	1,4	2,4	4,8	5,4
03.05.93-18.05.93	-	930	860	<100	<8	-	580	6,7	4,6	1,4	2,5	4,8	5,6
18.05.93-30.05.93	-	360	320	<100	<8	-	520	6,9	4,5	1,4	2,6	5,1	5,6
30.05.93-02.06.93	-	150	<100	<100	<8	-	460	7,4	4,6	1,4	2,7	8,0	5,6
02.06.93-14.06.93	-	360	110	130	30	-	430	6,9	4,4	1,4	2,6	5,1	5,5
14.06.93-28.06.93	-	680	<100	320	70	-	580	6,8	4,8	1,5	2,5	5,3	5,8
28.06.93-23.07.93	-	1760	1160	<100	30	-	480	6,7	5,2	1,7	2,2	5,4	5,3
23.07.93-02.08.93	-	820	370	<100	30	-	590	6,7	4,8	1,6	2,3	5,5	5,1
02.08.93-08.08.93	-	1280	1060	<100	8	-	410	6,6	4,7	1,6	2,3	5,3	4,6
08.08.93-23.08.93	-	1100	850	<100	<8	-	380	6,7	4,3	1,6	3,2	5,1	4,9
23.08.93-31.08.93	-	940	700	<100	10	-	410	6,8	4,3	1,5	2,9	5,0	4,7
31.08.93-06.09.93	-	880	400	240	40	40	480	6,8	4,5	1,5	2,2	5,3	5,3
06.09.93-20.09.93	-	1070	<100	<100	110	20	1900	6,6	5,5	1,8	1,6	5,4	5,5
20.09.93-27.09.93	-	1560	700	400	50	30	700	6,6	4,8	1,7	2,2	5,4	5,2
27.09.93-04.10.93	-	1150	830	<100	10	9	650	6,6	4,6	1,6	2,3	5,3	4,9
04.10.93-18.10.93	-	800	500	<100	20	6	430	6,4	3,6	1,2	2,4	4,2	5,3
18.10.93-01.11.93	-	620	490	<100	8	6	350	6,6	3,6	1,2	2,6	4,3	4,9
01.11.93-15.11.93	97,0	900	430	<100	10	0	410	5,9	2,7	0,8	2,4	3,3	3,6
15.11.93-28.11.93	16,0	610	610	<100	<8	0	540	6,3	4,2	1,4	3,8	5,4	5,7
28.11.93-30.11.93	20,0	<100	<100	<100	8	6	50	6,2	0,5	0,2	0,3	0,5	0,0
30.11.93-14.12.93	-	940	590	<100	20	0	530	5,8	3,4	1,1	3,5	4,6	5,0
14.12.93-28.12.93	-	910	570	<100	30	0	410	6,2	3,0	1,0	2,4	3,7	4,4
28.12.93-31.12.93	-	620	440	<100	10	0	270	6,6	3,0	1,1	2,7	4,0	4,3

Tabell 5.2.4. Konsentrasjonen av total nitrogen, nitrat, ammonium, total fosfor, kalium og pH fra Svartbekk.

Tidsrom for prøveuttak	Susp. tørrst mg/l	Total- N µg/l	Nitrat N µg/l	Amm N µg/l	Total P µg/l	Fosfat P µg/l	Total K µg/l	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Na mg/l
11.01.93	-	280	170	<100	<8	-	200	5,8	3,8	0,4	2,1	2,8
25.01.93	-	270	120	<100	<8	-	170	5,8	3,4	0,4	2,1	2,8
08.02.93	-	220	100	<100	<8	-	<1000	7,0	3,2	0,4	1,8	2,7
22.02.93	-	180	100	<100	<8	-	<1000	6,1	3,5	0,4	1,3	2,8
08.03.93	-	210	140	<100	<8	-	180	5,9	3,9	0,5	1,9	2,8
22.03.93	-	210	140	<100	<8	-	200	5,8	3,3	0,7	1,7	2,7
05.04.93	-	160	100	<100	10	-	190	5,9	3,5	0,5	1,9	2,9
19.04.93	-	150	100	<100	<8	-	200	6,0	3,3	0,4	1,9	2,8
03.05.93	-	290	<100	<100	<8	-	210	6,1	3,2	0,4	1,7	2,5
18.05.93	-	210	<100	<100	<8	-	310	5,9	3,3	0,4	1,7	2,6
01.06.93	-	150	<100	<100	<8	-	180	6,1	3,6	0,5	1,7	2,7
14.06.93	-	1370	400	270	<8	-	180	6,3	3,9	0,4	1,6	2,8
28.06.93	-	250	<100	<100	<8	-	<1000	5,7	3,3	0,4	1,6	2,9
12.07.93	-	530	<100	120	20	-	<1000	5,9	3,1	0,4	1,8	3,4
26.07.93	-	100	<100	<100	<8	-	160	6,2	3,5	0,4	1,5	2,7
01.07.93-01.08.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
01.08.93-02.08.93	-	480	<100	110	8	-	380	6,4	4,2	0,5	1,9	3,0
02.08.93-27.09.93	-	210	100	<100	<8	0	220	6,1	3,5	0,4	1,6	2,9
27.09.93-13.10.93	-	9700	9080	<100	90	60	4580	7,0	44,1	18,0	18,1	7,4
13.10.93-09.11.93	-	250	<100	<100	20	5	190	6,1	2,7	0,3	1,8	2,7
09.11.93-13.11.93	-	230	<100	<100	<8	0	270	6,1	3,1	0,4	2,0	3,2
13.11.93-30.11.93	79,0	1140	<100	<100	100	5	1530	5,9	1,8	0,4	1,9	4,8
30.11.93-31.12.93	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabell 5.2.5. Konsentrasjonen av total nitrogen, nitrat, ammonium, total fosfor, kalium og pH fra Tuften.



Tidsrom for prøveuttak	Susp. tørrst. mg/l	Total- N µg/l	Nitrat µg/l	Amm. µg/l	Total- P µg/l	Total K µg/l	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Na mg/l
11.01.93	-	450	300	<100	<8	260	7,1	6,3	0,8	2,0	2,7
25.01.93	-	490	330	<100	10	220	6,7	5,3	0,7	2,0	2,6
08.02.93	-	510	250	<100	<8	<1000	6,5	5,4	0,7	1,9	2,5
22.02.93	-	320	290	<100	<8	<1000	7,2	6,3	0,9	2,0	2,8
08.03.93	-	290	290	<100	<8	280	7,1	6,7	0,9	2,1	2,8
22.03.93	-	310	290	<100	10	270	7,0	5,5	0,7	1,8	2,5
05.04.93	-	400	280	<100	<8	250	7,1	6,5	0,9	2,0	2,8
19.04.93	-	350	280	<100	<8	250	7,1	5,8	0,8	1,8	2,5
03.05.93	-	380	220	<100	<8	270	6,9	4,5	0,6	1,7	2,2
18.05.93	-	350	150	<100	<8	410	6,9	5,4	0,7	1,7	2,5
01.06.93	-	260	150	<100	<8	340	7,1	6,8	0,9	1,7	2,7
14.06.93	-	1470	230	470	<8	350	7,3	8,7	1,1	1,8	3,0
28.06.93	-	270	190	<100	<8	<1000	7,3	9,8	1,3	1,9	3,3
12.07.93	-	530	350	<100	<8	<1000	7,4	11,1	1,4	2,0	3,6
26.07.93	-	340	150	<100	<8	290	7,3	8,7	1,1	1,7	3,0
10.08.93	-	<100	<100	<100	<8	100	6,0	3,4	0,4	1,7	2,6
23.08.93	-	220	100	120	<8	<1000	7,1	5,3	0,7	1,7	2,4
06.09.93	-	160	<100	<100	<8	140	6,2	3,7	0,5	1,9	2,9
21.09.93	-	210	140	<100	<8	340	7,5	-	-	-	-
04.10.93	-	200	<1000	<100	<8	320	7,4	-	-	-	-
18.10.93	-	170	100	<100	<8	240	6,8	-	-	-	-
01.11.93	-	250	100	<100	<8	200	7,2	-	-	-	-
15.11.93	-	240	220	<100	<8	260	6,7	-	-	-	-
29.11.93	-	1330	430	340	10	270	6,7	-	-	-	-
13.12.93	-	310	170	<100	<8	150	6,7	-	-	-	-

Tabell 5.2.6. Konsentrasjonen av total nitrogen, nitrat, ammonium, total fosfor, kalium og pH fra Merkedamsvassdraget.

Tidsrom for prøveuttak	Susp. tørrst. mg/l	Total- N µg/l	Nitrat µg/l	Amm. µg/l	Total- P µg/l	Total K µg/l	pH	Ca mg/l	Mg mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Na mg/l
11.01.93	-	1630	1230	320	40	1400	7,1	12,7	3,4	4,9	10,3
25.01.93	-	1910	1420	150	50	1400	7,0	9,7	2,8	4,0	6,3
08.02.93	-	1600	1570	<100	30	2300	5,8	9,9	2,8	3,6	6,8
22.02.93	-	1280	1220	150	20	<1000	7,4	12,6	3,6	4,7	10,7
08.03.93	-	1750	1400	360	30	1900	7,2	15,0	4,3	5,3	14,0
22.03.93	-	1760	1380	190	70	1900	6,9	8,6	2,5	3,2	5,5
05.04.93	-	1700	1480	<100	30	1410	7,2	11,7	3,4	4,5	8,8
19.04.93	-	1960	1630	<100	20	1360	7,2	11,8	3,4	4,3	8,3
03.05.93	-	1180	970	<100	20	1100	7,2	9,8	2,6	3,6	6,7
18.05.93	-	1140	920	<100	30	1300	7,2	11,1	3,0	3,8	8,1
01.06.93	-	1610	760	<100	30	2270	7,1	13,8	4,0	4,6	13,3
14.06.93	-	1770	900	250	30	3130	7,1	15,8	4,8	4,8	17,5
28.06.93	-	1100	670	<100	30	2540	7,3	16,7	5,5	5,6	21,9
12.07.93	-	940	450	<100	20	2800	7,4	17,2	5,6	6,3	14,4
26.07.93	-	1210	800	100	20	2530	7,3	18,7	5,2	6,8	19,2
10.08.93	-	960	730	<100	40	1870	7,2	12,0	3,1	4,1	8,6
23.08.93	-	1690	1440	140	30	1280	7,1	10,4	2,6	3,6	5,6
06.09.93	-	1130	830	<100	20	1780	7,3	12,7	3,5	4,5	10,7
21.09.93	-	1160	900	<100	30	3380	7,3	15,6	4,5	5,2	16,6
04.10.93	-	1830	1460	<100	20	3450	7,3	18,7	5,2	6,0	13,7
18.10.93	-	1480	1240	<100	20	1550	6,9	9,9	2,8	4,2	5,9
01.11.93	-	1530	1170	<100	20	1330	7,2	9,9	2,7	4,0	6,4
15.11.93	-	1880	1510	<100	50	1690	6,6	7,2	1,9	3,4	3,6
29.11.93	-	1770	1160	200	140	1430	6,9	9,6	2,9	4,3	6,7
13.12.93	-	1780	1540	<100	10	1290	6,7	8,6	2,4	4,2	5,0

Tabell 5.2.7. Konsentrasjonen av total nitrogen, nitrat, ammonium, total fosfor, kalium og pH fra Aulivassdraget.

Tidsrom for prøveuttak	Susp. tørrst. mg/l	Total- N µg/l	Nitrat µg/l	Amm. µg/l	Total- P µg/l	Fosfat p µg/l	pH
05.01.93	0	2000	1600	240	40	20	7,3
12.01.93	59	2700	1700	460	590	70	7,4
19.05.93	12	2600	2300	130	110	20	7,7
02.02.93	0	2100	1800	220	100	< 2	7,3
09.02.93	4	2600	2200	230	80	20	7,5
16.02.93	0	2100	1600	260	50	< 2	7,7
23.02.93	0	2500	1800	350	70	30	7,6
15.03.93	0	2600	1900	390	50	< 2	7,4
22.03.93	34	2800	2300	240	50	< 2	7,3
29.03.93	14	3000	2500	200	60	< 2	7,2
13.04.93	8	3800	3500	300	40	< 2	7,4
19.04.93	9	2700	2500	100	44	8	7,5
26.04.93	9	2600	2400	110	42	80	7,3
03.05.93	9	1700	1300	100	54	70	7,0
10.05.93	7	5100	4600	110	40	< 2	8,0
18.05.93	41	2000	1400	54	50	20	7,5
24.05.93	10	1400	1000	64	37	20	7,3
01.06.93	17	1300	770	30	50	40	7,6
07.06.93	5	1700	880	20	50	10	7,6
14.06.93	15	1700	1100	40	40	20	7,4
21.06.93	19	1400	750	77	76	28	7,4
28.06.93	7	1500	640	43	65	22	7,8
06.07.93	12	1200	500	36	66	14	8
13.07.93	12	1000	460	114	58	< 2	7,7
19.07.93	7	2400	1800	260	74	32	7,6
27.07.93	0	1700	1100	130	80	30	7,5
02.08.93	0	1400	980	88	60	30	7,3
10.08.93	6	1700	1200	110	75	37	7,5
16.08.93	0	2000	1700	48	68	28	7,6
23.08.93	0	3000	2500	51	62	33	7,2
30.08.93	13	1800	1300	71	66	33	7,3
06.09.93	0	1300	860	60	49	30	6,8
13.09.93	0	1200	840	75	39	26	7,3
20.09.93	0	1100	710	35	45	-	7,5
27.09.93	0	1300	1000	120	59	-	7,4
11.10.93	31	4900	4000	28	118	-	6,9
19.10.93	0	4800	1700	110	56	-	7,7
25.10.93	5	2900	2500	85	37	-	7,4
03.11.93	0	2300	2000	112	45	-	7,3
08.11.93	0	2000	1700	20	60	-	7,2
15.11.93	19	3600	3000	70	120	-	6,8
22.11.93	0	2300	1900	180	50	-	7,1
06.12.93	0	3400	3000	100	74	-	7,0
20.12.93	57	4600	3500	160	-	-	6,7

---

**NIVA**



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2585-4