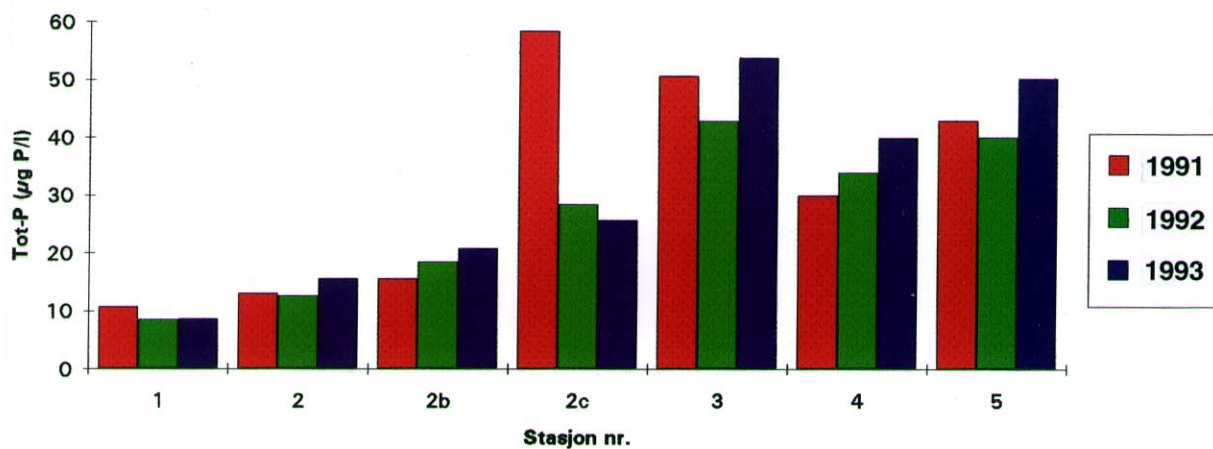





O-91064

## Strengselva i Aust-Agder

Vannkvalitet og effekter  
av landbrukstilførsler  
1991 - 1993



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-91064	Undernr.:
Løpenr.: 3208	Begr. distrib.:

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

Rapportens tittel: <b>Strengselva i Aust-Agder Vannkvalitet og effekter av landbruksstiltforsler 1991-1993.</b>  (Tiltaksorientert overvåking av landbruksforurensede vassdrag)	Dato: 24.2.95	Trykket: NIVA 1995
	Faggruppe: Eutrofi ferskvann	
Forfatter(e): Øyvind Kaste, Frode Krogund og Einar Kleiven.	Geografisk område: Aust-Agder	
	Antall sider: 46	Opplag: 80

Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Aust-Agder, Statens forurensningstilsyn	Oppdragsg. ref.:
--	------------------

## Ekstrakt:

Resultatene fra de vannkemiske målingene i perioden 1991-1993 stadfester at Strengselva er betydelig påvirket av næringsalter. Etter innløpet av Goderstadbekken var fosfor- og nitrogenkonsentrasjonen i Strengselva innenfor tilstandsklassene IV ("dårlig") og V ("meget dårlig"). De høyeste konsentrasjonene av fosfor og nitrogen opptrådte vanligvis i samband med lave vannføringer (lite fortynningsvolum) og i perioder med gjødsling på landbruksarealene.

I et landbruksdominert delfelt, som bl.a. omfattes av Holt landbruksskole, ble det estimert en fosforavrenning som var omlag dobbelt så høyt som veiledende koeffisienter for normaltap fra dyrka mark i ytre strøk av Aust-Agder. Avrenningen av nitrogen var i størrelsesorden 1,5 ganger høyere enn de veiledende koeffisientene.

Bunndyrs sammensetningen indikerer at Strengselva er moderat belastet med næringsalter og at belastningen nedover i elva øker. Det ble registrert svært god produksjon og vekst av aure.

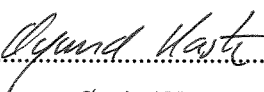
4 emneord, norske

1. Næringsalter
2. Jordbruksavrenning
3. Evertebrater
4. Fisk

4 emneord, engelske

1. Nutrients
2. Agriculture runoff
3. Evertebrates
4. Fish

Prosjektleder



Øyvind Kaste

For administrasjonen

.....

Dag Berge

ISBN82-577-2702-4

.....

.....

Norsk institutt for vannforskning  
Sørlandsavdelingen

O-91064

**STRENGSELVA I AUST-AGDER**  
**Vannkvalitet og effekter av landbrukstilførsler 1991-1993.**

Grimstad, februar 1995

Saksbehandler: Øyvind Kaste  
Medarbeidere: Atle Hindar  
Rolf Høgberget  
Einar Kleiven  
Frode Kroglund  
Jan Henrik Simonsen\*

\* *eget firma*

## **Forord**

*Miljøvernavdelingen i Aust-Agder fikk i brev av 25.02.91 tilskudd fra SFT til undersøkelser i Strengselva. Etter et prosjektmøte den 18.4.91 utarbeidet NIVA er revidert programforslag av 26.4.91 for undersøkelsene. I brev av 16.5.91 fra miljøvernavdelingen ble det gitt klarsignal for oppstartning av prosjektet.*

*Vannkjemisk prøvetaking, forsendelse av prøver og avlesing av vannstand ved vannmerke er utført av elever ved Holt landbruksskole etter opplæring av NIVA. Vannprøver er analysert av Agderforskning-Teknikk i Grimstad. Bunndyrprøver er innsamlet, bearbeidet og rapportert av Frode Kroglund og Jan Henrik Simonsen. Fiskeundersøkelser er utført og bearbeidet av Einar Kleiven.*

*Grimstad, februar 1995*

*Øyvind Kaste*

# INNHold

<b>1. SAMMENDRAG .....</b>	<b>4</b>
<b>2. INNLEDNING .....</b>	<b>7</b>
2.1. Bakgrunn og formål .....	7
2.2. Prøveinnsamling og analyser .....	7
<b>3. VASSDRAGSBESKRIVELSE.....</b>	<b>8</b>
3.1. Vassdragsdata og arealbruk .....	8
3.2. Hydrologi .....	9
<b>4. VANNKJEMISKE FORHOLD .....</b>	<b>11</b>
4.1. Vannkvalitetstilstand - årsmiddelverdier 1991-1993.....	11
4.2. Variasjon i konsentrasjoner av næringssalter.....	15
4.3. Forekomst av ulike fosfor- og nitrogenfraksjoner .....	17
4.4. Transport av fosfor og nitrogen.....	21
4.5. Kommentarer.....	26
<b>5. BUNNFAUNA.....</b>	<b>29</b>
5.1. Faunasammensetning .....	29
5.2. Vurdering av organiske forurensninger .....	31
5.3. Vurdering av biologisk mangfold og forsurening.....	31
<b>6. FISK.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERANSER.....</b>	<b>35</b>
<b>VEDLEGG .....</b>	<b>36</b>
A. SFTs klassifiseringssystem .....	36
B. Primærdata.....	37
C. Bunnfaunagrupper .....	46

## 1. SAMMENDRAG

Strengselva er sterkt påvirket av forurensningstilførsler fra jordbruket og bebyggelsen langs vassdraget. På bakgrunn av forurensningsforholdene i vassdraget er det gjennomført et overvåkingsprogram for vannkjemiske og biologiske forhold i perioden 1991-1993. Hovedmålet med undersøkelsen har vært å beregne hvor mye nitrogen og fosfor som transporteres i ulike deler av elva, samt å kartlegge bunnfauna og tetthet av fisk i vassdraget.

### Vannkvalitetstilstand 1991-1993 (årsmiddelverdier).

Resultatene fra de vannkjemiske målingene i perioden 1991-1993 stadfester at Strengselva er betydelig påvirket av næringssalter. Det ble ikke observert bedring i vannkvaliteten i det tidsrommet undersøkelsene pågikk. Endringene fra år til år var størst ved stasjon 2c (nedenfor Goderstadbekken) og stasjon 5 (nedenfor Fianesvingen).

Næringssaltkonsentrasjonen økte generelt nedover i vassdraget. Den øverste stasjonen (utløp Jorstadvatn) bar preg av noe påvirkning med gjennomsnittlige fosfor- og nitrogenkonsentrasjoner på hhv. 9 µg P/l og 450 µg N/l. Dette gir hhv. tilstandsklasse II ("mindre god") og III ("nokså dårlig") i SFTs klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (se tabell nedenfor). Fra og med stasjon 2c (etter innløp Goderstadbekken) var fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene innenfor tilstandsklassene IV ("dårlig") og V ("meget dårlig").

Stasjon nr	Total fosfor		Total nitrogen	
	µg P/l	Tilstandsklasse*	µg N/l	Tilstandsklasse
1	9	II	451	III
2	13	III	946	V
2b	18	III	932	V
2c	33	IV	1145	V
3	47	IV	1735	V
4	34	IV	1602	V
5	44	IV	2366	V

\* Gradering: I ("god"), II ("mindre god"), III ("nokså dårlig"), IV ("dårlig"), V ("meget dårlig")

### Variasjon i næringssaltkonsentrasjonen

Variasjonen var størst i de nedre delene av vassdraget, som også var mest påvirket av landbruk og bebyggelse. De høyeste konsentrasjonene av fosfor og nitrogen opptrådte vanligvis i samband med lave vannføringer (lite fortynningsvolum) og i perioder med gjødsling på landbruksarealene. Det ble gjennomgående registrert et avtak i næringssaltkonsentrasjonen mellom stasjonene 3 og 4. Årsaken er trolig en kombinasjon av fortykning og biologisk opptak / sedimentasjon. Fosfor ble, i større grad enn nitrogen, holdt tilbake mellom stasjonene 3 og 4.

Den gjennomsnittlige andelen av løst uorganisk fosfat varierte mellom 30 og 50% av total fosforkonsentrasjon i elva. Løst fosfat regnes som lett tilgjengelig for bl.a. algevekst i vann. Den laveste fosfatandelen ble registrert ved stasjon 1 (utløp Jorstadvatn), mens stasjon 3

(nedenfor Holt) hadde den høyeste. Episoder med høy fosfatkonsentrasjon vil i de fleste tilfeller skyldes utslipp / avrenning fra menneskeskapte forurensningskilder.

Den gjennomsnittlige andelen av nitrat i elvevannet varierte mellom ca. 55 og 75% av total nitrogenkonsentrasjon. Nitrat er sammen med ammonium den nitrogenfraksjonen som er lettest tilgjengelig for plantevekst. Den laveste andelen forekom ved stasjon 1, som var den mest upåvirkede av stasjonene. Ammonium utgjorde en gjennomsnittlig andel på 8% ved denne stasjonen. Ved stasjonene som var mest påvirket av landbruksforurensninger utgjorde nitrat gjennomsnittlig omlag 70% av total nitrogen. Andelen av ammonium var forholdsvis lav, omkring 5%. Stasjon 5, nedstrøms Fiane, viste et tydelig avvik fra de øvrige stasjonene ved at andelen ammonium var markert høyere (22% av tot-N i gjennomsnitt). Det antas at elva var påvirket av kloakkutslipp på denne strekningen.

### Transport av fosfor og nitrogen

Den beregnede arealspesifikke fosforavrenningen fra området oppstrøms Jorstadvatn (~ 4 kg P/km<sup>2</sup>) var omlag på nivå med normal fosforavrenning fra skogområder. Tilbakeholdelse av fosfor i Jorstadvatn kompenserer trolig for størstedelen av de antropogene fosfortilførslene i dette feltet. Den beregnede nitrogenavrenningen fra det samme feltet (~ 300 kg/km<sup>2</sup>) var omlag på nivå med veiledende avrenningskoeffisienter for skog-, myr- og fjellområder på Sørvestlandet og Sørlandet.

I det landbruksdominerte feltet mellom stasjonene 2c og 3 ble det estimert en fosforavrenning på omlag 120 kg P/km<sup>2</sup>/år for perioden 1991-1993. Dette er omlag dobbelt så høyt som veiledende koeffisienter for normaltap av fosfor fra dyrka mark i ytre strøk av Aust-Agder. Avrenningen av nitrogen fra samme felt ble estimert til 3,7 tonn/km<sup>2</sup>/år. Dette er i størrelsesorden 1,5 ganger høyere enn den veiledende koeffisienten for dyrket mark i ytre Aust-Agder.

Anslag basert på gjødslingsaktivitet og næringssalttilførsler til vassdraget tyder på at det til tider forekommer en overgjødsling (spesielt av nitrogen) på landbruksarealene rundt Strengselva. Gjødsling på erosjonsutsatte områder kan også ha medført de periodevis store næringssalttilførslene til elva. De store mengdene nitrogen som tilføres landsdelen via langtransportert forurenset luft og nedbør bør tas med i gjødselregnskapene, og medvirke til at nitrogengjødslingen kan reduseres i forhold til doser som kanskje er nødvendig i andre deler av landet. Det vil dessuten være viktig å avpasse gjødselmengden i forhold til behovet, dvs. at en analyserer jordprøver eller beregner restforekomst av næringssalter i jorda fra forrige vekstsesong (gjødselinnsats minus antatt stofftap og størrelse på avling). En slik balansert gjødsling vil være kostnadseffektiv, samtidig som tapene av næringssalter til omkringliggende vassdrag reduseres.

### Bunndyr

Forekomsten av biller, fjærmygg, dam- og skivesnegl, igler og leddormer viser at Strengselva er moderat belastet med næringsstoffer. Den høye næringstilgangen gir gode livsbetingelser for disse organismene. Belastningen øker hovedsaklig fra stasjon 2 og nedover i vassdraget. Forekomsten av fjærmygg og leddormer tyder på at stasjon 3 - 5 er sterkere belastet enn de øvrige stasjonene. Liten forskjell i faunasammensetning mellom undersøkelsene antyder en nær uendret tilførsel av organisk materiale til vassdraget fra 1991 til 1994. På de ulike stasjonene i Strengselva påvises svært mange av de evertebratene som forsvinner ved forsurening. Således er vassdraget et viktig refugium for forsureningsfølsomme organismer.

## Fisk

Det var generelt svært god vekst på auren i Strengselva. De største fiskene som ble tatt var mellom 20 og 25 cm. 1+ fisk var i gjennomsnitt 9-11 cm i mai, og 0+ fisk var 5-6 cm midt i juli. Strengselva hadde en svært stor produksjon av aureyngel. God vekst, lite 1+ og et begrenset leveområde gjør at den trolig vandrer relativt tidlig ut av elva. Strengselva vil være et refugium for naturlig reproduksjon av fisk i denne delen av fylket, hvor vassdragene ofte er sterkt påvirket av forsurening.



## 2. INNLEDNING

### 2.1. Bakgrunn og formål

Strengselva er sterkt påvirket av forurensningstilførsler fra jordbruket langs vassdraget. Holt Landbruksskole eier en vesentlig del av jordbruksarealene og driver relativt intensivt husdyrhold. Det er også tilførsel av kloakk til elva. På bakgrunn av tidligere undersøkelser (Boman 1982, 1984 og 1985) er det vedtatt å gjennomføre forurensningsbegrensende tiltak på Holt Landbruksskole.

For å undersøke hvilken effekt slike tiltak har på vassdraget har det vært gjennomført et overvåkingsprogram for vannkjemiske og biologiske forhold i perioden 1991-1993 (Hindar *et al.* 1992). Hovedmålet med undersøkelsen er å beregne hvor mye nitrogen og fosfor som transporteres med elva på ulike stasjoner. Effektene av aktiviteter i nedbørfeltet, særlig ved Holt Landbruksskole, skal følges. Undersøkelsene har også inkludert kartlegging av bunnfauna, samt tetthetsregistreringer av fisk i vassdraget. Ifølge prosjektplanen skal det gjennomføres en ny undersøkelse omkring 1996-1997 for å dokumentere effektene av de gjennomførte tiltakene i området.

### 2.2. Prøveinnsamling og analyser

Det er opprettet 7 stasjoner for vannkjemisk prøvetaking (se figur 1). Stasjonene er:

	UTM (ø, ns)
1. Utløp Jorstadvatn	917, 945
2. Etter Kleiva	923, 954
2b. Før samløp med Goderstadbekken	925, 957
2c. 30 meter nedstrøms 2b.	926, 958
3. Etter Holt skole	931, 966
4. Før Fiane	930, 977
5. Utløp til Storelva	928, 984

Stasjon 1 tilsvarer stasjon 4 i undersøkelsene i perioden 1978-1981 (Boman 1982). Stasjon 4 og 5 tilsvarer hhv. Bomans stasjon 5 og 6. Stasjonene 2b og 2c ble opprettet i september 1991. De er plassert i hovedelva mellom stasjon 2 og 3. Alle stasjoner finnes på kartblad 1612 II.

Vannkjemiske prøver er tatt ukentlig i perioder med stor avrenning, ellers 2 ganger pr. mnd. I perioder med ubetydelig vannføring er det ikke tatt prøver. Intensiteten i prøvetakingen skyldes at avrenningen av forurensende stoffer fra jordbruksarealer endres både som funksjon av nedbør og av jordbruksdriften. Holt Landbruksskole har stått for prøvetaking og forsendelse av prøvene til Agderforskning-Teknikk i Grimstad etter instruks fra NIVA. Prøvene er sendt samme dag som de tas. Vannkjemiske analyser omfatter: Løst uorganisk fosfor, total fosfor, ammonium, nitrat, total nitrogen, total organisk karbon, pH og konduktivitet. Kalium ble tatt med i undersøkelsene fra juni 1991 for å spore tilførsler av kunstgjødsel. På stasjonene 2b og 2c ble det benyttet et begrenset analyseprogram (nitrat, tot-N og tot-P).

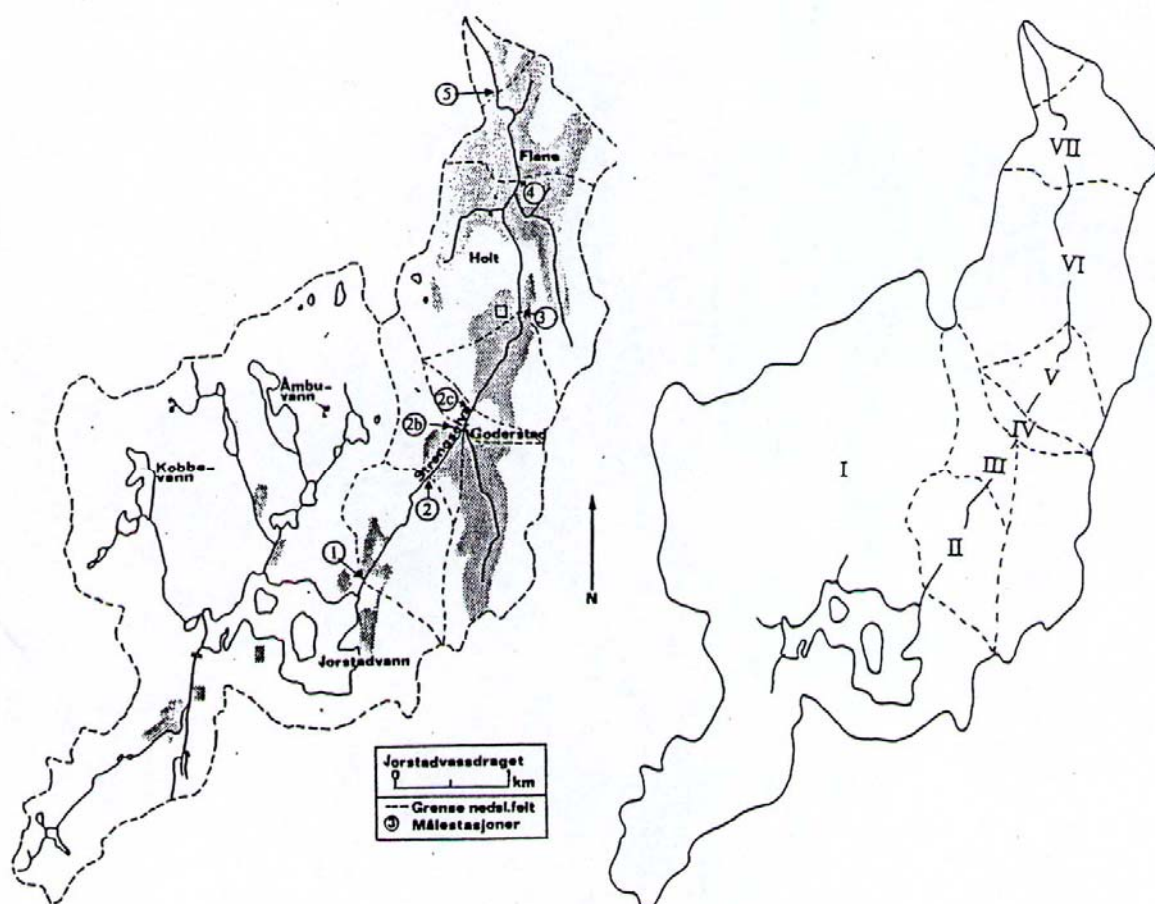
Det er tatt bunndyrprøver ved stasjonene 1-5 tre ganger i løpet av perioden. Det er fisket med elektrisk fiskeapparat på store deler av elvestrekningen for å kartlegge yngelproduksjonen. Eventuell oppgang av sjøaure fra Storelva er undersøkt ved prøvafiske

### 3. VASSDRAGSBESKRIVELSE

#### 3.1. Vassdragsdata og arealbruk

Strengselva i Aust-Agder er en del av Jorstadvassdraget, som er en sidegren til Storelva (figur 1). Strengselva går fra Jorstadvatn på grensen mellom Arendal og Tvedestrand kommuner og nordover langs E 18 til samløpet med Storelva nedenfor Nes Verk. Strengselva er 4-5 km lang og går gjennom områder som for en stor del ligger under marin grense (ca 82 moh. ved Holt). Høydeforskjellen på strekningen fra Jorstadvatn (58 moh) og til utløp i Storelva (ca. 40 moh) er omlag 20 meter.

Vassdragets nedbørfelt er 15.2 km<sup>2</sup> og består av lavereliggende skogområder i sør og sørvest. Skogområder dekker 76% av nedbørfeltet (tabell 1). Bebyggelsen og et relativt intensivt jordbruk er konsentrert langs E 18. Det var totalt 120 boliger/gårdsbruk i nedbørfeltet i 1982. Landbruksarealer dekker 10% av nedbørfeltet (Hindar 1990a). Gjødselforbruk på arealene til Holt landbruksskole i perioden 1990-1993 er gitt i tabell 2. Gjødselfdata er fordelt på de ulike delfeltene som er vist i figur 1.



Figur 1. Strengselva med nedbørfelt. Prøvetakingsstasjoner med tilhørende lokalfelter er inntegnet og jordbruksarealer er skravert. Fra Boman (1985).

Tabell 1. Arealfordeling i Stengselva-vassdraget (Hindar 1990a).

<b>Arealtype:</b>	<b>Areal (km<sup>2</sup>)</b>	<b>Prosent dekning</b>
Innsjøareal:	0,63	4
Skog:	11,5	76
Fjell:	1,52	10
Jordbruk:	1,53	10
<b>Samlet nedbørfelt:</b>	<b>15,2</b>	<b>100</b>

Tabell 2. Gjødselforbruk på arealene til Holt landbruksskole i perioden 1990-1993 (Lilly Berland, per. oppl). De angitte delfeltene er inntegnet på kart i figur 1.

<b>Delfelt</b>	<b>År</b>	<b>Areal gjødslet da</b>	<b>Nitrogen kg</b>	<b>Fosfor kg</b>	<b>Kalium kg</b>
<b>III</b>	<b>1990</b>	45,3	1102	258	763
<b>III</b>	<b>1991</b>	45,3	963	127	646
<b>III</b>	<b>1992</b>	45	1004	144	828
<b>III</b>	<b>1993</b>	45	1043	185	1023
<b>IV</b>	<b>1990</b>	18	385	34	268
<b>IV</b>	<b>1991</b>	18	450	86	414
<b>IV</b>	<b>1992</b>	21	373	78	166
<b>IV</b>	<b>1993</b>	21	315	143	273
<b>V</b>	<b>1990</b>	132,5	2676	509	1596
<b>V</b>	<b>1991</b>	132,5	2346	318	1691
<b>V</b>	<b>1992</b>	139,1	2382	335	1408
<b>V</b>	<b>1993</b>	131,5	2073	184	1236
<b>VI</b>	<b>1990</b>	27	659	95	591
<b>VI</b>	<b>1991</b>	27	516	43	243
<b>VI</b>	<b>1992</b>	36	828	173	756
<b>VI</b>	<b>1993</b>	36	360	144	630

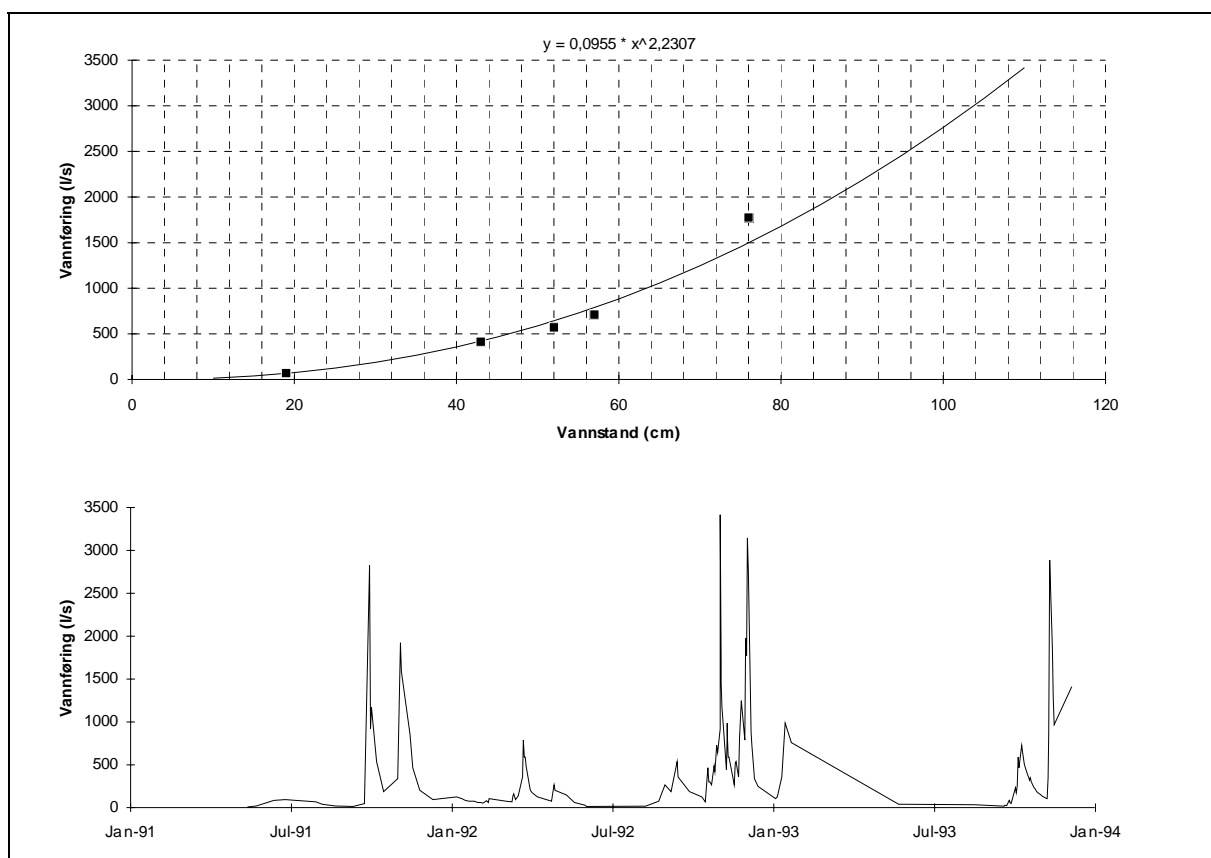
### 3.2. Hydrologi

Normal vannføring i Stengselva er av Valland (1988) beregnet til 0,43 l/s ved utløpet. Tallet er basert på en spesifikk avrenning i området på 28 l/s/km<sup>2</sup>.

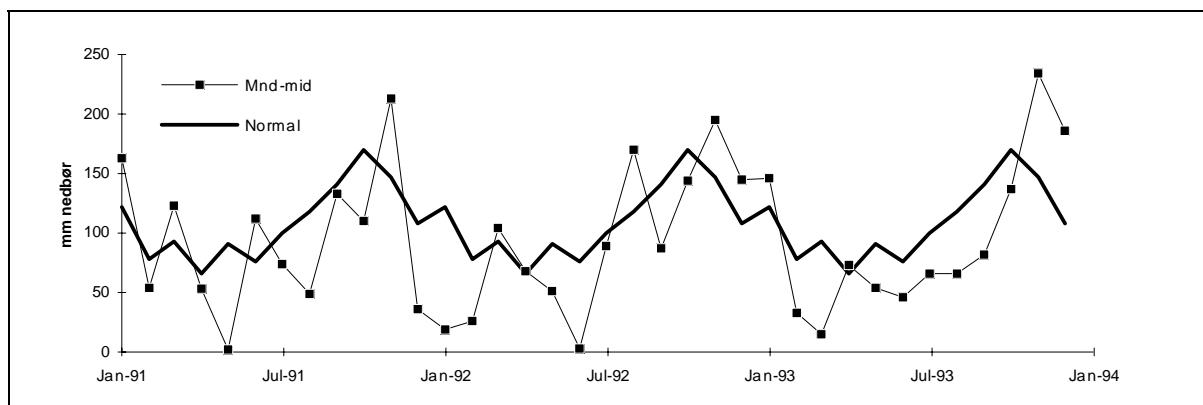
Det er satt opp et vannstandsmerke i elva rett øst for Holt Landbruksskole (UTM 931966), for å kunne beregne vannføring i elva samtidig med prøvetaking. Vannmerket ble avlest av prøvetakingsansvarlig hver gang det ble tatt prøver, omlag 60 ganger i perioden 1991-1993. Totalt ble vannmerket avlest omlag 150 ganger i undersøkelsesperioden.

For å skaffe informasjon om sammenhengen mellom vannstand og vannføring er det 5 ganger foretatt vannføringsmålinger (ved saltfortynningsmetoden) ved ulike vannstander (figur 2). I figuren er det foreslått en logaritmisk vannføringskurve, med en gitt matematisk formel, basert på vannføringsmålingene. Kurven synes å underestimere vannføringen ved høye vannstander, men pga. de få vannføringsmålingene (statistisk usikre data) er det valgt å bruke et konservativt estimat for vannføring. Den nederste kurven i figur 2 viser de beregnede vannføringene ved målepunktet i Strengselva.

1991-1993 var en forholdsvis tørr periode. Den årlige nedbørmengden ved Bøylefoss (7-8 km rett vest for Jorstadvatn) var henholdsvis 86, 84 og 87% av normalen de tre aktuelle årene. Figur 3 viser månedsmiddelnedbøren ved Bøylefoss i perioden 1991-1993, sammenlignet med normalverdiene ved samme stasjon.



Figur 2. Øverst: Vannføringskurve for Strengselva, basert på 5 målinger av vannføring ved saltfortynningsmetoden og samtidig avlesning av vannstand. Nederst: Beregnet vannføring i Strengselva ved stasjon 3 (se tekst for forklaring).



Figur 3. Nedbørmengder (månedsmidler) ved meteorologisk stasjon Bøylefoss. Data fra DNMI.

## 4. VANNKJEMISKE FORHOLD

### 4.1. Vannkvalitetstilstand - årsmiddelverdier 1991-1993.

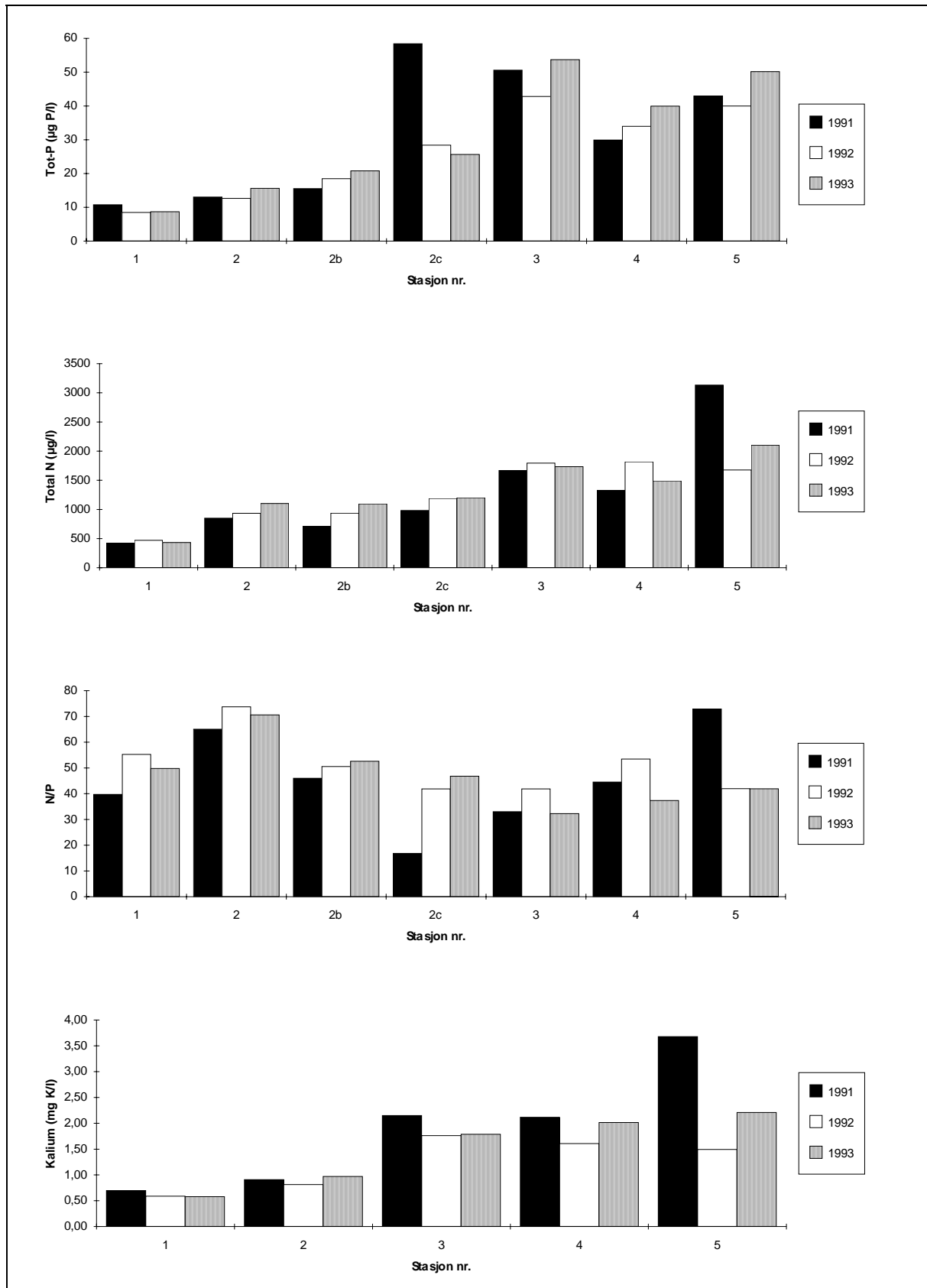
#### Utløp Jorstadvatn (stasjon 1)

Vannkvaliteten i Strengselvas øvre del er preget av tilsig fra skogsområder, løsavsetninger under marin grense, samt landbruk og bosetting omkring Jorstadvatnet. Nedbørfeltet domineres av udyrkede og ubebodde arealer, slik at stasjonen bør være en brukbar referanselokalitet for relativt lite påvirkete kystnære småvassdrag. Jorstadvatn vil trolig også holde tilbake endel transporterte næringsalter ved at de tas opp i innsjøens biologiske kretsløp.

Utløpet av Jorstadvatn har moderate årsmiddelkonsentrasjoner av både fosfor og nitrogen (figur 4). I perioden 1991-1993 varierte årsmiddelkonsentrasjonen av total fosfor mellom 8 og 11  $\mu\text{g P/l}$ . Dette ligger innenfor tilstandsklasse II i SFTs klassifiseringssystem (vedlegg A), altså en vannkvalitet som bærer preg av en viss menneskelig påvirkning.

Årsmiddelkonsentrasjonen av total nitrogen varierte mellom 430 og 470  $\mu\text{g N/l}$  i samme periode (tilstandsklasse III). Dette er også noe høyere enn antatt naturlige bakgrunnskonsentrasjoner i et kystnært vassdrag på Sørlandet. Nedfall av nitrogenforbindelser (nitrat og ammonium) i forbindelse med langtransporterte forurensninger utgjør en viktig del (SFT 1987), men det er også sannsynlig at lokale kilder som landbruk og bebyggelse har bidrag av betydning.

Basert på andre parametre som pH, konduktivitet og TOC (totalt organisk karbon) kan vannkvaliteten på stasjon 1 karakteriseres som godt bufret ( $\text{pH} > 6,0$ ), noe sjøsaltpåvirket (5-6 mS/m) og moderat rik på organisk stoff (4-5 mg TOC/l). Denne vannkvaliteten vil være karakteristisk også for de andre stasjonene i Strengselva, men pga. økende menneskelig aktivitet nedover i vassdraget ble det registrert enda høyere pH, konduktivitet og TOC-verdier ved stasjonene lengre nede i elva.



Figur 4. Årsmiddelerdiene 1991-1993; total fosfor, total nitrogen, nitrogen/fosfor-forhold (N/P) og kalium.

### Strekningen Kleiva - forbi Goderstadbekken (stasjonene 2, 2b, 2c)

Disse stasjonene er noe mer preget av menneskelige kilder. Påvirkningen består i hovedsak av næringsstofftilførsler fra landbruk og bebyggelse. Stasjon 2b og 2c ligger hhv. like oppstrøms og like nedstrøms innløpet av Goderstadbekken.

Årsmiddelkonsentrasjonene av total fosfor viste en svak økning fra stasjon 2 til 2b, mens økningen mellom stasjonene 2 b og 2c var mer markert. Dette viser at feltet mellom 2b og 2c (bl.a. Goderstadbekken) har en klart høyere fosforkonsentrasjon enn hovedelva. Samlet for årene 1991-1993 var gjennomsnittskonsentrasjonen av total fosfor ved stasjonene 2, 2b og 2c henholdsvis 14, 18 og 37  $\mu\text{g P/l}$ . Dette tilsvarer tilstandsklasse III for de to førstnevnte og IV for sistnevnte stasjon.

Konsentrasjonene av total nitrogen var forholdsvis like ved stasjonene 2 og 2b, mens verdiene var noe høyere ved stasjon 2c. Dette illustrerer at lokalfeltet mellom stasjonene 2b og 2c (inkl. Goderstadbekken) er en betydelig bidragsyter, også når det gjelder å øke nitrogenkonsentrasjonen i vassdraget. Samlet for årene 1991-1993 var gjennomsnittskonsentrasjonen av total nitrogen ved stasjonene 2, 2b og 2c henholdsvis 945, 930 og 1145  $\mu\text{g N/l}$ . Dette tilsvarer tilstandsklasse V i SFTs klassifisering og illustrerer at lokalitetene er betydelig belastet med nitrogen fra lokale kilder i tillegg til bidragene fra langtransporterte forurensninger.

### Nedenfor Holt landbruksskole (stasjon 3)

Strengselva har ved denne stasjonen passert et jordbruksintensivt område, som bl.a. hører til Holt landbruksskole. Gjødselforbruket på disse arealene i 1991-1993 er vist i tabell 2. Årsmiddelkonsentrasjonen av total fosfor lå mellom 43 og 54  $\mu\text{g P/l}$  i årene 1991-1993. Elva lå dermed på grensen mellom tilstandsklasse IV og V ved denne stasjonen. Også konsentrasjonen av total nitrogen økte mellom stasjon 2c og 3. Middelkonsentrasjonene i årene 1991-1993 lå rundt 1700-1800  $\mu\text{g N/l}$ . Med dette kan en plassere elvestrekningen innenfor tilstandsklasse V ("meget dårlig"). Middelkonsentrasjonen av total nitrogen økte med mellom 45 og 70% fra stasjon 2c til 3 i undersøkelsesperioden.

### Strekningen forbi Fianesvingen (stasjonene 4 og 5)

Strekningen mellom stasjonene 3 og 4 består av jordbruksområder, bebyggelse, samt en god del utmark. Landbruksarealene er ikke så dominerende arealmessig som mellom stasjonene 2c og 3. Stasjonene 4 og 5 ligger hhv. ovenfor og nedenfor tettbebyggelsen ved Fianesvingen. Stasjon 5 fanger opp eventuell påvirkning fra tettstedet, utslipp fra et kommunalt renseanlegg, samt avrenning fra jordbruksarealer.

Det ble registrert et tydelig avtak i konsentrasjonen av total fosfor mellom stasjonene 3 og 4. Årsmiddelkonsentrasjonen av total fosfor ved stasjon 4 lå på mellom 30 og 40  $\mu\text{g P/l}$  i perioden 1991-1993. Dette indikerer at vannet fortsatt er betydelig forurensset av næringsstoffer (tilstandsklasse IV), men at elva hadde en tydelig selvrensningsevne på strekningen fra stasjon 3. Biologisk opptak av fosfor er én årsak til den observerte reduksjonen. Et annet forhold er at det lokale nedbørfeltet mellom stasjon 3 og 4 har en forholdsvis stor andel utmarksavrenning med lav fosforkonsentrasjon i forhold til Strengselva. Tilsiget mellom stasjonene 3 og 4 har derfor trolig en vesentlig lavere fosfor-konsentrasjon enn selve Strengselva.

Det kan også registreres en viss reduksjon i konsentrasjonen av total nitrogen mellom stasjonene 3 og 4. Forskjellene var imidlertid relativt sett mindre enn tilfellet var for fosfor. Årsmiddelkonsentrasjonen av total nitrogen i perioden 1991-1993 lå fortsatt innenfor tilstandsklasse V ("meget dårlig"). Årsaken til det observerte avtaket i nitrogen-konsentrasjon vil være en kombinasjon av biologisk opptak og fortynningseffekter. På grunn av et vesentlig nitrogenbidrag fra langtransporterte forurensninger vil fortynningseffekten imidlertid bli relativt sett mindre enn for fosfor.

I mai 1993 ble det registrert et ekstremt høyt innhold av organisk stoff ved stasjon 4 (over 600 mg TOC/l), samtidig som elva var svært sur (pH 4,5). Vannkvalitetsforholdene tyder på et betydelig støtutslipp (maursyre, silosaft, etc.) til elva mellom stasjonene 3 og 4. Det ble ikke tatt vannprøve på stasjon 5 denne dagen, slik at det er usikkert hvordan utslippet forplantet seg videre nedover i elva.

Ved stasjon 5 foreligger det færre målinger enn ved de øvrige stasjonene, noe som medfører at årsmiddelkonsentrasjonene her er mer usikre. Årsmiddelkonsentrasjonen i 1991-1993 varierte mellom 40 og 50 µg P/l, dvs. omlag på nivå med stasjon 3. Dette innebærer at Strengselva lå helt på grensen til tilstandsklasse V idet den rant ut i Storelva.

Årsmiddelkonsentrasjonene av total nitrogen ved stasjon 5 varierte relativt mye i undersøkelsesperioden: I 1991 var den hele 3100 µg N/l, i forhold til henholdsvis 1700 og 2100 µg N/l i 1992 og 1993. Dette innebærer at stasjon 5 hadde den høyeste årsmiddelkonsentrasjonen av samtlige stasjoner i 1991 og 1993. I 1992, derimot, var årsmiddelverdien noe lavere enn ved både stasjon 3 og 4.

Få prøver er trolig en viktig årsak til den store variasjonen, men dersom en sammenligner nitrogenkonsentrasjonen ved stasjon 3 og 5 fra dato til dato i 1991, lå stasjon 5 i perioder betydelig over stasjon 3. Avrenning fra landbruksområder mellom stasjon 4 og 5 kan være en mulig forklaring på økningen, men også lekkasjer fra kommunalt kloakknnett eller kloakkutslipp fra enkelthusstander kan ha hatt vesentlig betydning. Utslipp av fosfor og nitrogen fra det kommunale renseanlegget er vist i tabell 3.

Tabell 3. Utslipp av fosfor og nitrogen (i kg) fra det kommunale renseanlegget ved Fianesvingen i perioden 1991-1993. Data fra Fylkesmannen i Aust-Agder.

	Total fosfor		Total nitrogen	
	Inn	Ut	Inn	Ut
<b>1991</b>	499	4	2600	2600
<b>1992</b>	511	8	2600	2600
<b>1993</b>		3	1944	708

#### Sammenligning med tidligere undersøkelser.

Stasjonene 1, 3, 4, og 5 er tidligere undersøkt av Boman (1982, 1984, 1985) og Hindar (1990b). Tabell 4 viser at vannkvaliteten ved stasjon 1 har holdt seg relativt konstant gjennom det aktuelle tidsrommet. Den gjennomsnittlige fosforkonsentrasjonen i 1991-93 synes å være noe høyere enn i de tidligere undersøkelsene, men det er usikkert om forholdet skyldes økt



forurensning i nedbørfeltet, naturlige variasjoner eller ulik prøvetakingsstrategi (tidspunkt på året, antall prøver osv.).

Undersøkelsene som er gjennomført på stasjonene 3, 4 og 5 illustrerer den store variasjonen som kan registreres i næringssaltkonsentrasjonen. Resultatene gir grunnlag for å hevde at næringssalttilførslene til vassdraget har vært store i hele perioden 1978-1993, men det er vanskelig å finne utviklingstendenser som peker i retning av økt eller redusert forurensningsbelastning.

Tabell 4. Midlere (ikke volumveide) næringssaltkonsentrasjoner i Strengselva i perioden 1978-1993. Tidligere data hentet fra Boman (1982, 1984, 1985) og Hindar (1990b).

	Stasjon 1		Stasjon 3		Stasjon 4		Stasjon 5	
	Tot-P	Tot-N	Tot-P	Tot-N	Tot-P	Tot-N	Tot-P	Tot-N
1978-80 (13 prøver)	6	565			36	1130	45	1290
1982-83 (8 prøver)	6*	645*			100	1530	97	1570
1984 (4 prøver)	6*	560*			170	1990	67	2130
1988-89 (3-4 prøver)	7	490	52	2075			41	3350
<b>1991-93 (20-60 prøver)</b>	<b>9</b>	<b>451</b>	<b>47</b>	<b>1735</b>	<b>34</b>	<b>1602</b>	<b>44</b>	<b>2366</b>

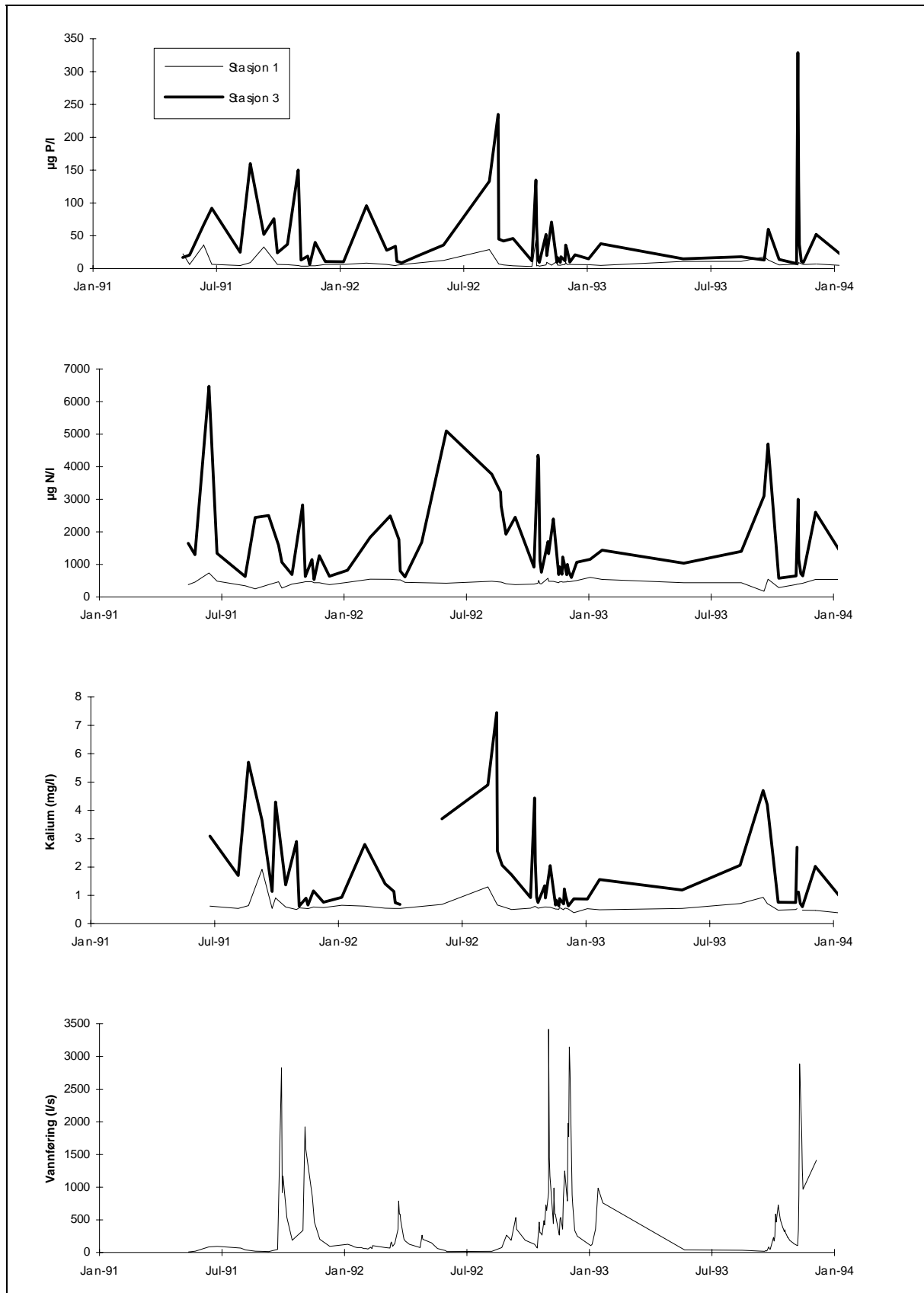
\* Jorstadvatn 0-2 meters dyp.

#### 4.2. Variasjon i konsentrasjoner av næringsalter

Figur 5 viser hvordan konsentrasjonen av fosfor, nitrogen og kalium ved stasjonen 1 og 3 varierte i løpet av undersøkelsesperioden. Ved utløpet av Jorstadvatn (stasjon 1) var konsentrasjonene forholdsvis stabile sammenlignet med stasjon 3. Dette skyldes at den øverste delen av vassdraget er forholdsvis lite påvirket av menneskeskapt forurensningskilder. I perioder med lav vannføring kan det imidlertid registreres en klar økning i fosforkonsentrasjonen, som viser at også dette området har en tydelig menneskelig påvirkning. De høye verdiene ved lave vannføringer skyldes mindre tilsig (fortynning) fra utmarksområdene og dermed lavere resipientkapasitet. Kaliumkonsentrasjonen på stasjon 1 økte også noe i lavvannsperioder. Dette kan være en indikasjon på at det er en merkbar påvirkning fra landbruket i området.

Nitrogenkonsentrasjonen ved stasjon 1 var forholdsvis konstant gjennom undersøkelsesperioden, og tilsynelatende uavhengig av vannføring (figur 6). Dette tyder på at nitrogentilførslene fra utmarksområdene var relativt store i forhold til bidraget fra de bebodde områdene. En stor del av nitrogenet i avrenningsvannet fra utmarksområdene stammer fra langtransporterte forurensninger. Ved ekstremt lave vannføringer forekom det fra tid til annen relativt høye nitrogenkonsentrasjoner som må skyldes tilførsler fra menneskeskapt kilder.

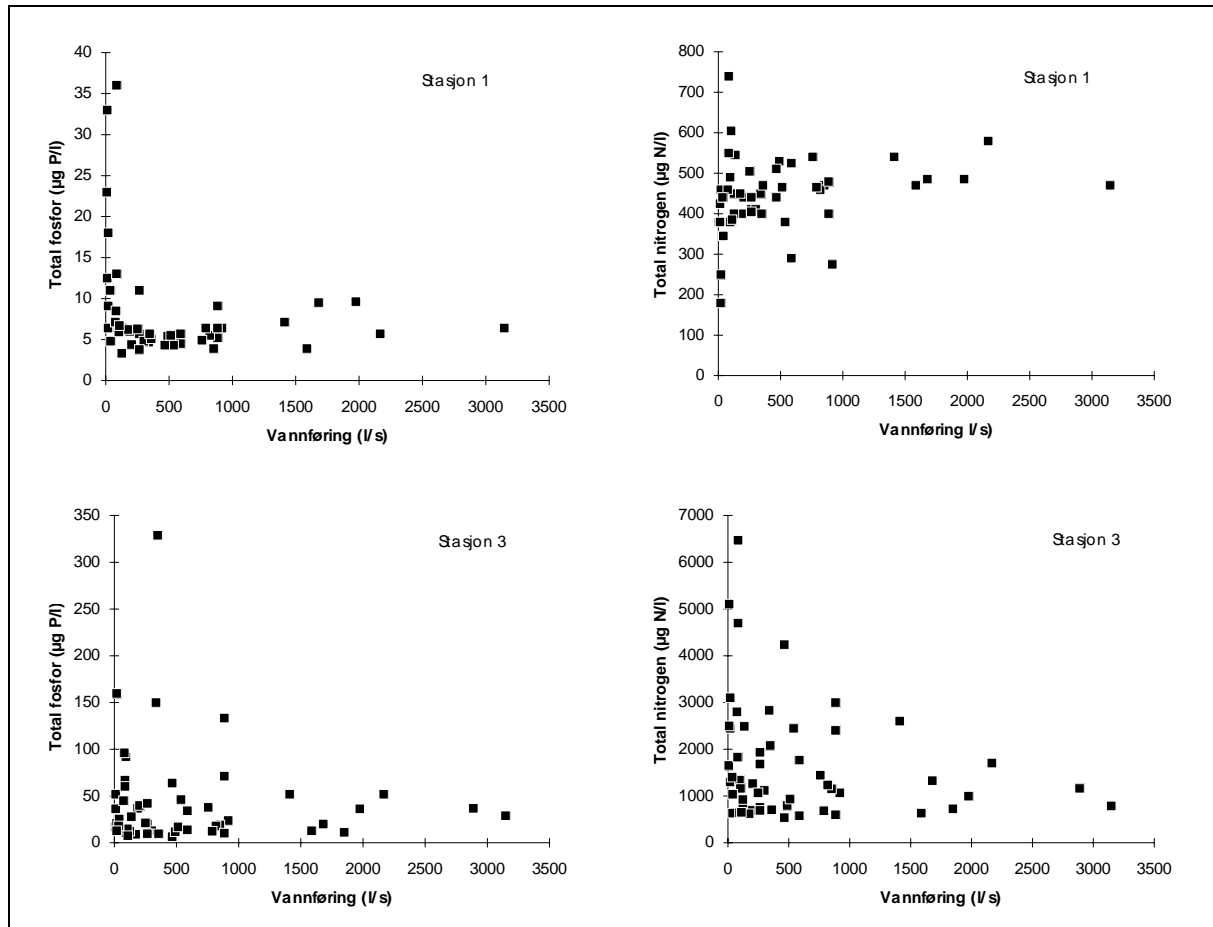
Nedenfor jordbruksområdene til Holt landbruksskole var det store variasjoner i konsentrasjonene av både fosfor, nitrogen og kalium (figur 5). De høyeste konsentrasjonene av fosfor og nitrogen opptrådte i samband med lave vannføringer (figur 6). I en slik situasjon er fortynningsvolumet i elva lite og tilførsler fra landbruk og husholdninger vil lett påvirke vannkvaliteten i elva. Resultatene fra overvåkingen i perioden 1991-1993 har ikke avdekket



Figur 5. Variasjon konsentrasjonen av total fosfor, total nitrogen og kalium ved stasjon 1 og 3 i perioden 1991-1993. Nederste kurve viser beregnet vannføring ved stasjon 3.

episoder hvor det er registrert spesielt høye næringssaltkonsentrasjoner i samband med høy vannføring (figur 6). Denne undersøkelsen synes derfor ikke å ha fanget inn episoder med vesentlig erosjon på landbruksarealene i forbindelse med nedbør og stor avrenning.

Kaliumkonsentrasjonen i vassdraget er en indikator på landbrukspåvirkning, i og med at handelsgjødsel ofte inneholder balanserte mengder nitrogen, fosfor og kalium (tabell 2). I Strengselva var kaliumkonsentrasjonen betydelig høyere ved stasjon 3, sammenlignet med stasjon 1. Variasjonen i kaliumkonsentrasjonen ved stasjon 4 fulgte i mange tilfeller svingningene i nitrogen- og fosforkonsentrasjonen.



Figur 6. Forhold mellom vannføring og konsentrasjoner av fosfor og nitrogen ved stasjonene 1 og 3.

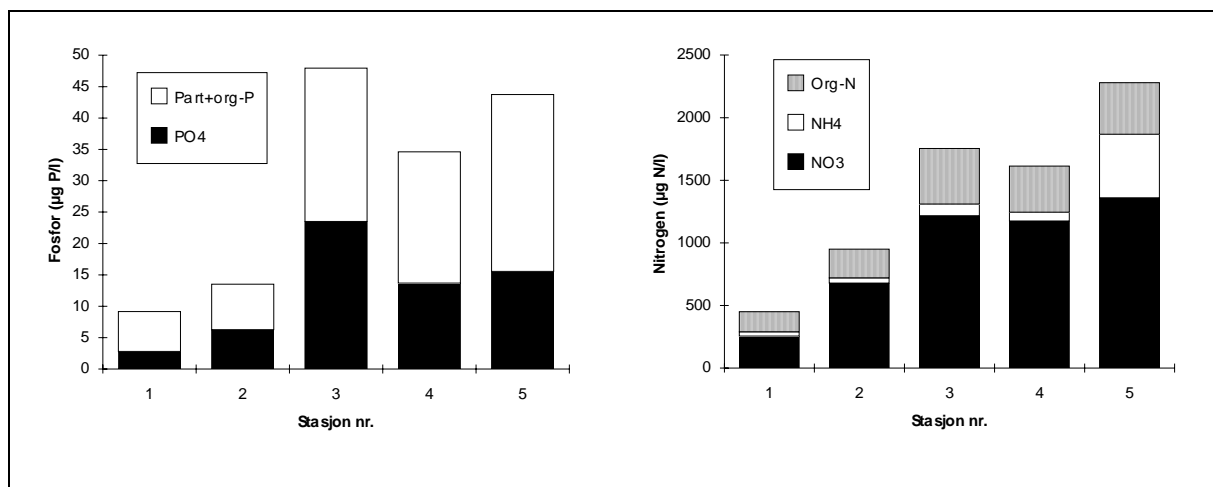
### 4.3. Forekomst av ulike fosfor- og nitrogenfraksjoner

#### Fosfor

I tillegg til totalfosfor ble vannprøvene også analysert mhp. løst uorganisk fosfat ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ). Den løste fraksjonen regnes som lett tilgjengelig for biologisk opptak. I vann med en stor andel løst fosfat er det derfor grunnlag for større biologisk produksjon enn det tot-P verdien tilsier. Høy fosfat-andel forekommer ofte rett nedstrøms et punktutslipp eller et gjødslet landbruksareal hvor fosforet ikke har fått anledning til å binde seg godt nok til jorda. Høye andeler av løst fosfor kan også være uttrykk for at næringssalttilførslene overstiger plantenes kapasitet til å ta opp næringsalter. Differansen mellom løst fosfat og total fosfor utgjøres av

fosfor som er organisk bundet (levende eller døde plante- og dyreceller) eller knyttet til uorganiske partikler (f.eks. leirpartikler). Ved erosjon kan det forventes høye konsentrasjoner av partikulært fosfor i vannmassene.

Den gjennomsnittlige andelen av løst uorganisk fosfat varierte mellom 30 og 50% ved stasjonene som er vist i figur 7. Den laveste andelen ble registrert ved stasjon 1, mens stasjon 3 hadde den høyeste. Både stasjon 1, 3 og 5 hadde betydelige variasjoner i andelen av løst fosfat (figur 8). Episoder med høy fosfatkonsentrasjon vil i de fleste tilfeller skyldes utslipp / avrenning fra menneskeskapte forurensningskilder. Slike episoder forekom hyppigst ved stasjon 3, hvor det ble registrert konsentrasjoner av løst fosfat på hele 200  $\mu\text{g P/l}$  (65% av tot-P).



Figur 7. Gjennomsnittlig forekomst av ulike fosfor- og nitrogenfraksjoner i perioden 1991-1993.

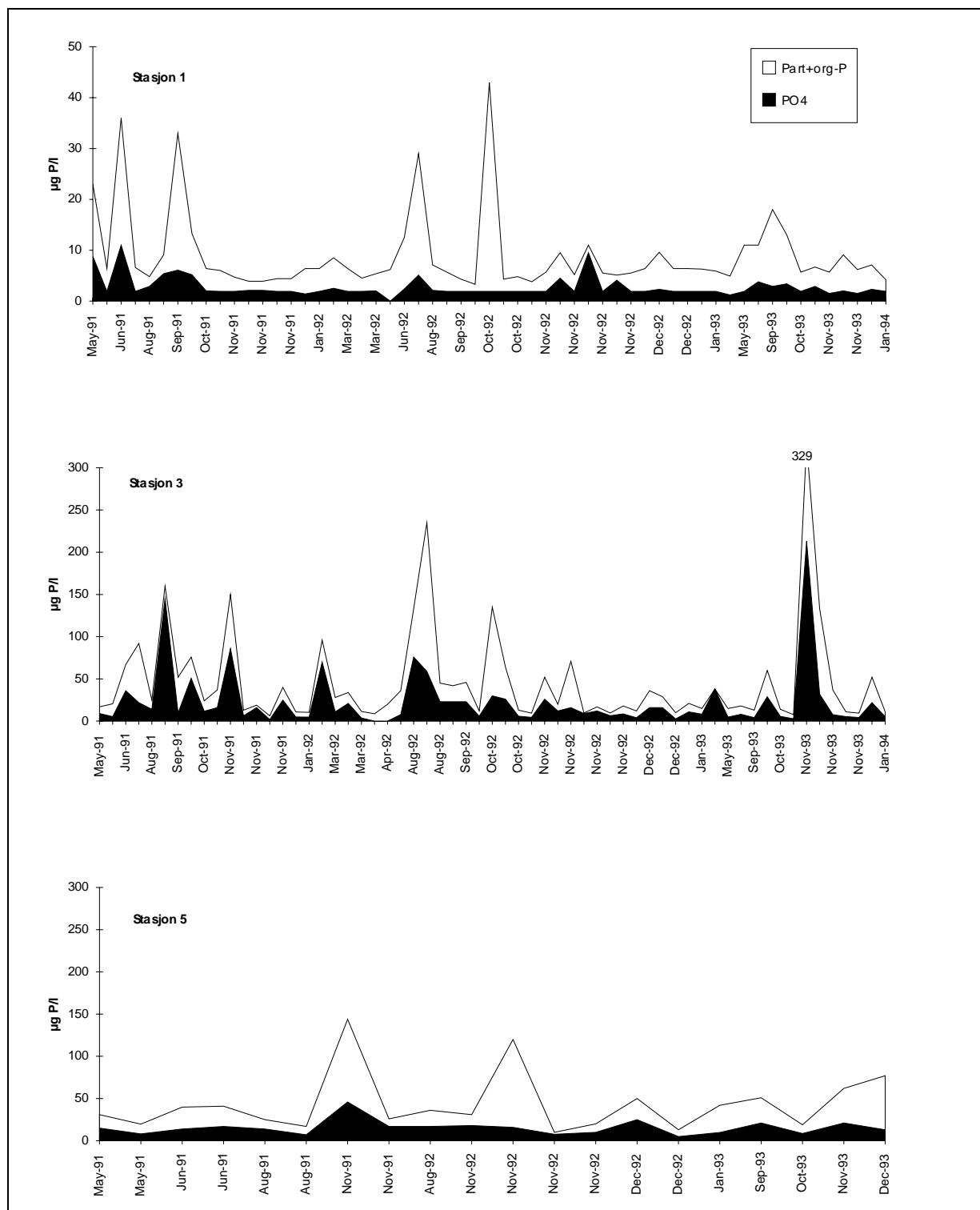
Perioder med store andeler partikulært og organisk fosfor kunne særlig registreres ved stasjon 1. Drift av planktonalger ut av Jorstadvatn er en mulig forklaring på dette. Lenger nede i vassdraget kan erosjon i forbindelse med kraftige nedbørepisoder ha medført en høy andel partikulært og organisk fosfor i ellevannet.

### Nitrogen

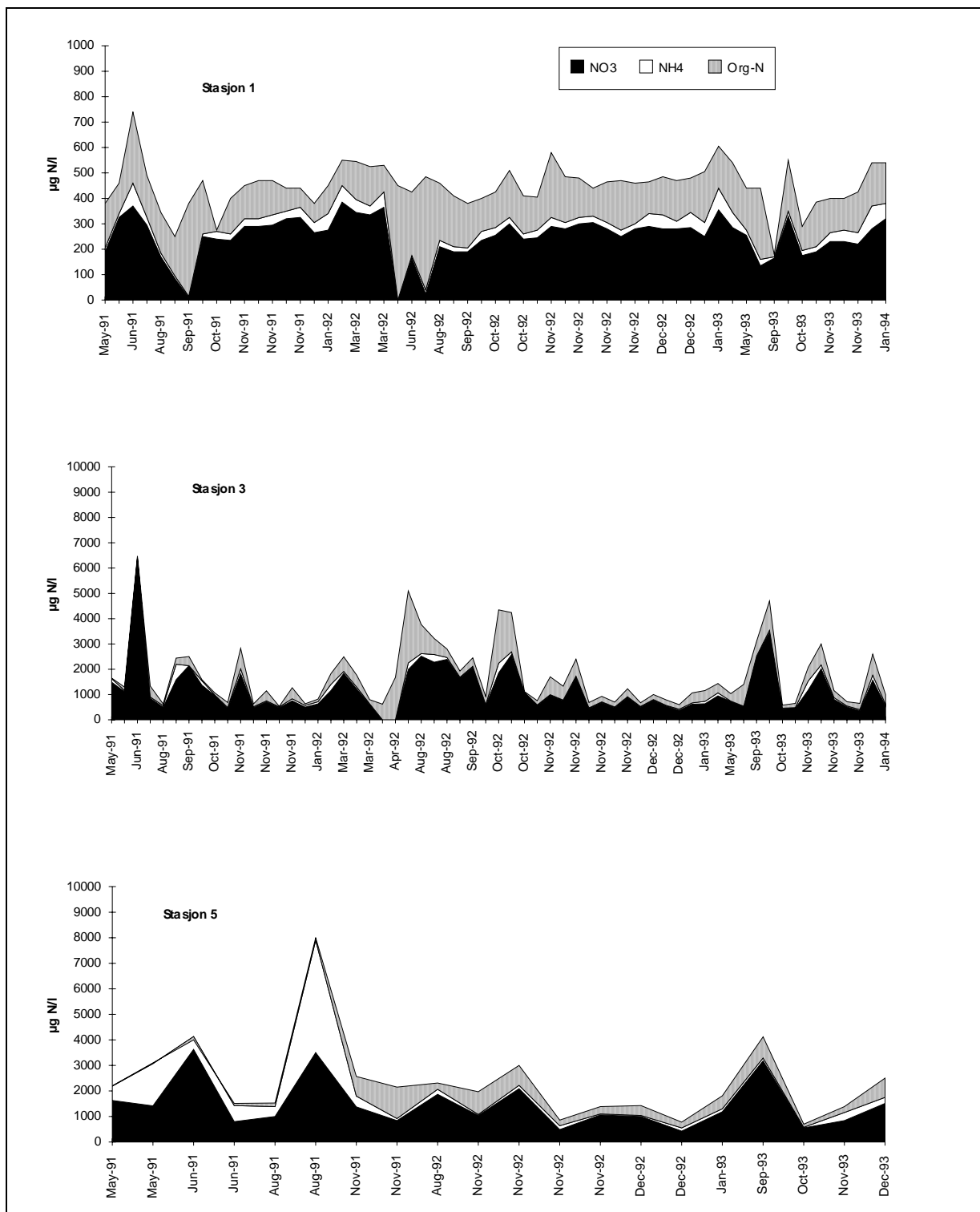
De innsamlede vannprøvene ble analysert mhp. tre forskjellige nitrogen-fraksjoner; nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ), ammonium ( $\text{NH}_4\text{-N}$ ) og total nitrogen (tot-N). Total nitrogen fratrukket nitrat og ammonium gir et mål på organisk og partikulært bundet nitrogen. Det er i første rekke nitrat og ammonium som er lett tilgjengelig for plantevekst. Ammonium finnes som regel kun i lave konsentrasjoner i uforurenset overflatevann. I vann som er forurenset av kloakkutslipp kan det være relativt høye verdier. Ammonium bindes i likhet med fosfor relativt godt i jord. Avrenning av vesentlige mengder ammonium fra jordbruksarealer oppstår derfor vanligvis kun i forbindelse med overdosering av gjødsel, gjødsling like før kraftig nedbør og gjødsling på frossen mark.

Strengselva ligger i et område av landet som mottar store nitrogentilførsler via langtransportert forurenset luft og nedbør. Nitrat og ammonium tilføres i omlag like mengder

i nedbøren, men det er vanligvis kun nitrat som gjenfinnes i avrenningsvannet. Nitrogentilførsler via nedbør er



Figur 8. Variasjon i forekomst av ulike fosforfraksjoner på stasjonene 1, 3 og 5 i perioden 1991-1993. Merk skalaforskjell i den øverste figuren.



Figur 9. Variasjon i forekomst av ulike nitrogenfraksjoner på stasjonene 1, 3 og 5 i perioden 1991-1993. Merk skalaforskjell i den øverste figuren.

en viktig årsak til de relativt høye nitrogenkonsentrasjonene som er registrert ved stasjon 1 i den øvre delen av vassdraget.

Den gjennomsnittlige andelen av nitrat i elvevannet varierte mellom ca. 55 og 75% (figur 7). Den laveste andelen forekom ved stasjon 1, som er den mest upåvirkede av stasjonene. Ammonium utgjorde en gjennomsnittlig andel på 8% ved den samme stasjonen. Omkring 35% av nitrogenet fantes derfor gjennomsnittlig på organisk form eller bundet til partikler. Ved stasjonene som er mest påvirket av landbruksforurensninger utgjorde nitrat gjennomsnittlig omlag 70% av total nitrogen. Andelen av ammonium var forholdsvis lav, omkring 5%. Stasjon 5, nedstrøms Fiane, viste et tydelig avvik fra de øvrige stasjonene ved at andelen ammonium var markert høyere (22% av tot-N i gjennomsnitt). Det antas at elva var påvirket av kloakkutslipp på denne strekningen.

I figur 9 går det fram at nitratkonsentrasjonen ved stasjon 1 avtok kraftig i perioder av somrene 1991 og 1992. Samtidig med nitrat-avtaket ble det registrert betydelige konsentrasjoner av nitrogen som var bundet organisk eller til partikler. Dette forholdet tyder på at nitrat i Jorstadvatn ble forbrukt av primærprodusenter om sommeren, og at de høye konsentrasjonene av organisk og partikulær nitrogen skyldtes drift av bl.a. planktonalger ut av innsjøen i deler av produksjonssesongen. Den observerte reduksjonene i nitratkonsentrasjon om sommeren viser at primærprodusentene i innsjøen har forholdsvis rik tilgang på fosfor. I mer næringsfattige innsjøer derimot (lite fosfor), er det observert av nitratkonsentrasjonene kan endre seg forholdsvis lite i løpet av året (Henriksen 1995, Hindar et al. 1995).

Ved stasjon 3 ble det på forsommeren 1991 registrert en topp i nitratkonsentrasjonen på over 6000 µg N/l. Dette er en svært høy konsentrasjon, og nitrat utgjorde praktisk talt 100% av analysert nitrogen på dette tidspunktet. Slike episoder skyldes trolig gjødsling av landbruksarealer under uheldige omstendigheter (f.eks. like før kraftig regnskyll). Ved andre anledninger utgjorde den organisk og partikulære fraksjonen en vesentlig andel av total nitrogen, noe som kan indikere perioder med stor biologisk produksjon (organisk N) eller erosjon (uorganisk N) i forbindelse med kraftige nedbørepisoder f.eks. på nypløyd åker

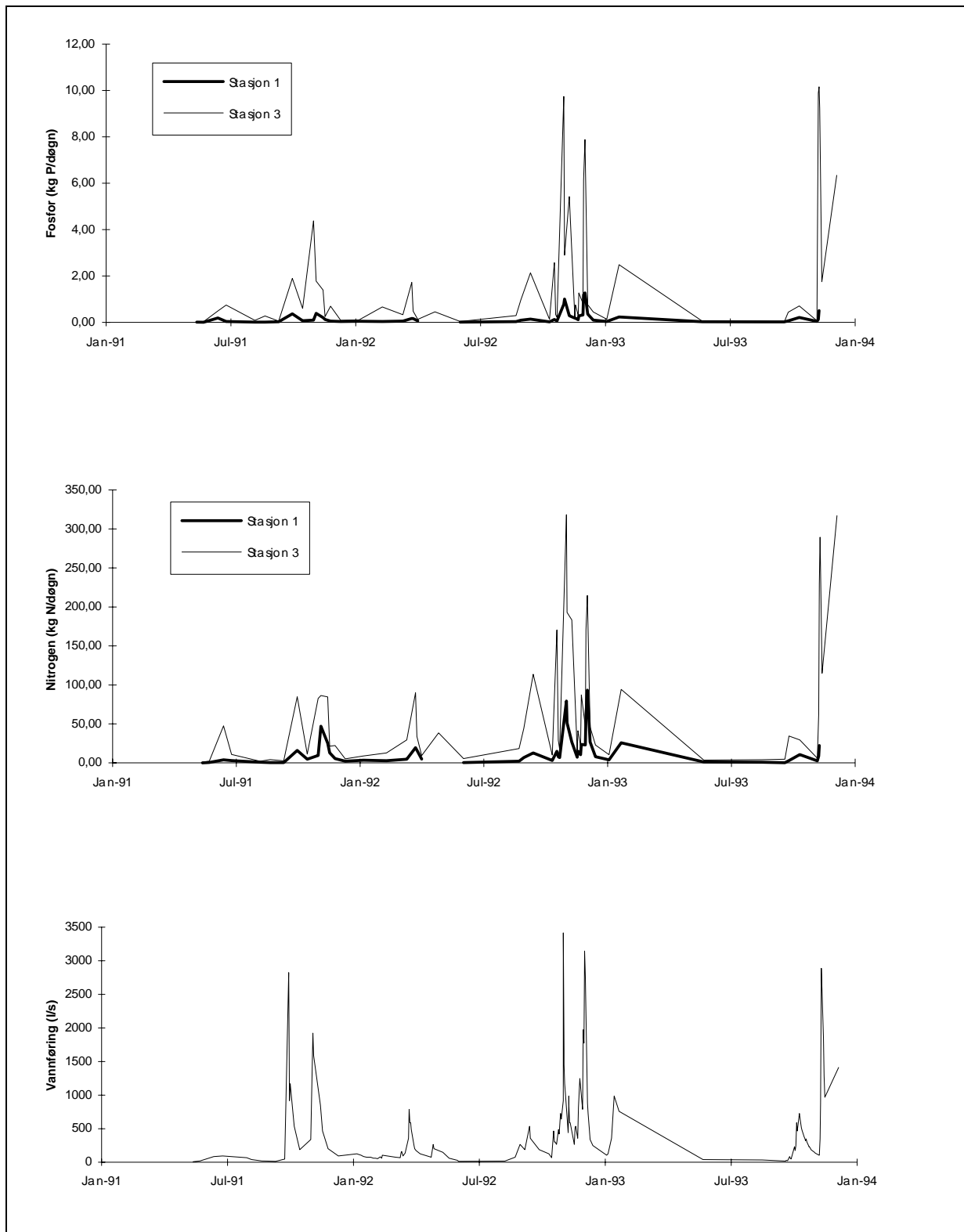
Ved stasjon 5 var det tidvis svært høye ammoniumkonsentrasjoner (opptil 4400 µg N/l ved en anledning). Store deler av 1991 var preget av slike høye verdier, mens nivået i de to påfølgende årene var klart lavere (omlag som på stasjon 3). Resultatene tyder på at det i 1991 var betydelige problemer med kloakkutslipp direkte til elva. Disse forholdene er tilsynelatende bedret i 1992 og 1993.

#### **4.4. Transport av fosfor og nitrogen**

##### Beregnet næringsstofftransport ved de ulike stasjonene.

På bakgrunn av hyppig vannprøvetaking og samtidig måling av vannføring (avsn. 3.2) er det foretatt beregninger av næringsstofftransporten i Strengselva. Transporten er beregnet ved hver av de vannkjemiske målestasjonene. Vannføringen ved de ulike stasjonene er beregnet ved å anta at den arealspesifikke avrenningen er lik i hele feltet.

Ved stasjon 1 var transporten av fosfor beskjeden i forhold til stasjonene lengre nede i elva (figur 10). Ved én anledning høsten 1992 var fosfortransporten i nærheten av 1 kg/døgn.

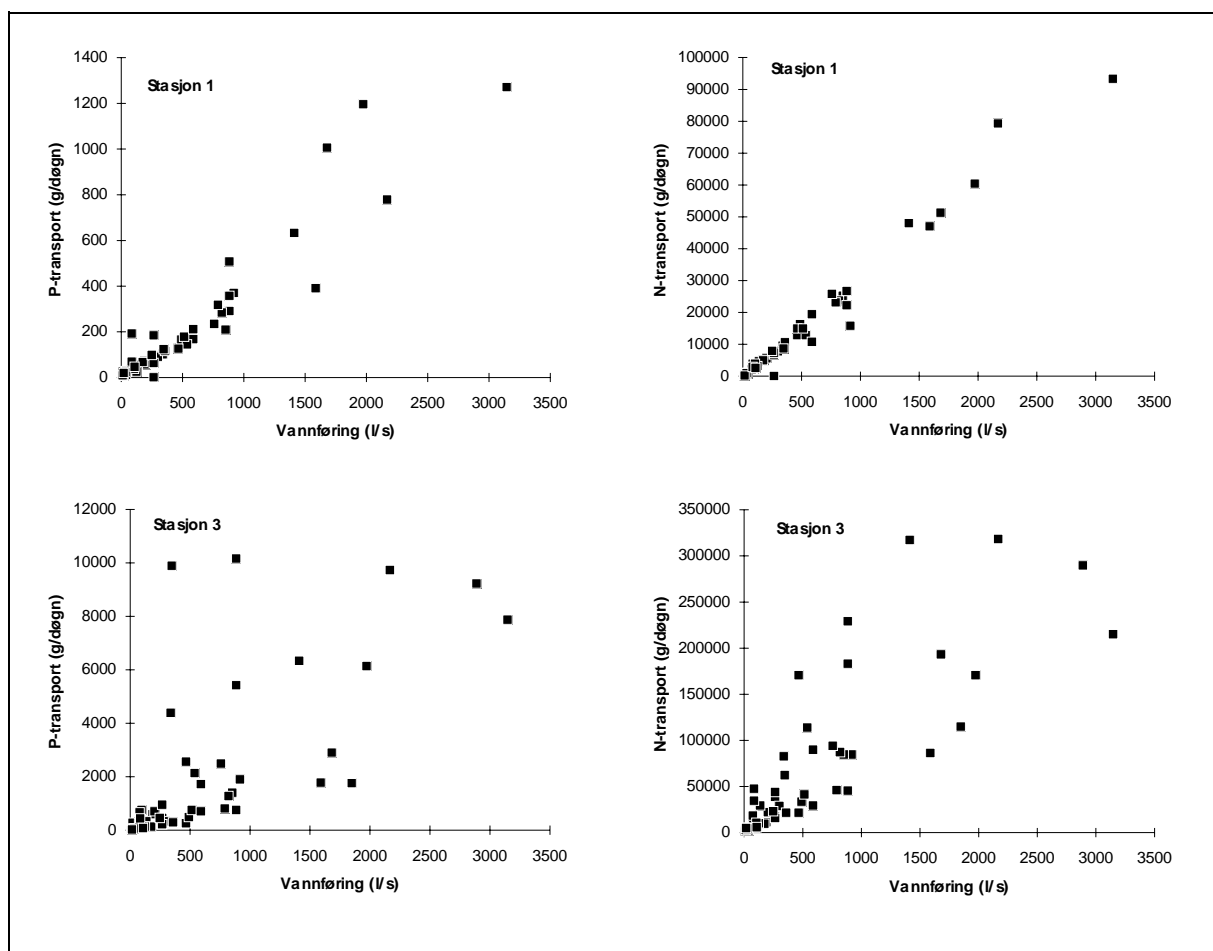


Figur 10. Transport av fosfor og nitrogen ved stasjonene 1 og 3. Nederste kurve viser vannføring i Strengselva ved Holt.



Nitrogentransporten ved stasjon 1 var imidlertid betydelig, spesielt i perioder preget av høy vannføring. Høsten 1992 var døgnttransporten oppe i nær 100 kg/døgn. Næringsstofftransporten ved stasjon 3 (nedenfor Holt landbruksskole) svingte kraftig, som oftest i takt med vannføringen. De høyeste transportverdiene i undersøkelsesperioden ble målt i perioder om høsten med stor vannføring. I enkeltperioder høsten 1992 og 1993 ble det transportert omlag 10 kg fosfor og 300 kg nitrogen på døgnbasis ved denne stasjonen.

Figur 11 viser at nitrogentransporten og delvis også fosfortransporten ved stasjon 1 var svært godt koplet til vannføring. Dette viser at variasjoner i konsentrasjon gir lite utslag på transportmålingene i forhold til variasjoner i vannføring. Fosfortransporten ved stasjon 1 var tydeligvis påvirket av andre faktorer enn vannføring. Tilførsler av fosfor fra bebyggelse og landbruksarealer er sannsynligvis blant de viktigste. På stasjon 3 var det mer uklare sammenhenger mellom næringsstofftransport og vannføring. Dette var forventet, i og med at næringsalttilførsler fra landbruket og bebyggelsen på denne strekningen fører til store variasjoner i næringssaltkonsentrasjonen over året.



Figur 11. Forhold mellom vannføring og transport av fosfor og nitrogen ved stasjonene 1 og 3.

Årstransporten av næringsssalter i Strengselva kan estimeres på basis av medianverdier for hhv. næringsstoffkonsentrasjon og vannføring. På denne måten er det estimert en årstransport av fosfor ved stasjonene 4 og 5 på hhv. 190 og 447 kg/år. Tilsvarende er årstransporten av nitrogen estimert til hhv. 13 og 22,5 tonn/år ved de to stasjonene. Tallene for stasjon 5 er svært usikre pga. få målinger (20 prøver på 3 år), og resultatene tyder på at transporten ved denne stasjonen er betydelig overestimert i forhold til de reelle forholdene i vassdraget.

Hindar (1990a) beregnet en teoretisk næringsstofftransport i vassdraget på 595 kg fosfor og 10260 kg nitrogen årlig. Av dette utgjorde naturlig bakgrunnsavrenning (inkl. forurenset nedbør) omlag 15% av fosfortilførslene og nær 50% av nitrogentilførslene. Beregningene inkluderte bidraget fra nedbør direkte på innsjøoverflater. Husholdningskloakk ble anslått til å utgjøre ca. 65% av fosfortilførslene og ca. 20% av nitrogentilførslene. Den resterende andelen på 20% av fosfortilførslene og 30% av nitrogentilførslene ble antatt å stamme fra landbruket.

Sammenlignet med de teoretisk beregnede transporttallene fra Hindar (1990a) synes det å være en betydelig tilbakeholdelse av fosfor i vassdraget, samtidig som nitrogentilførslene ser ut til å være større enn de teoretiske. Sistnevnte forhold kan dels skyldes at bidraget fra langtransporterte forurensninger og privathusstander er underestimert, men den vesentligste faktoren er trolig at landbruksavrenningen i området er større enn det de teoretiske avrenningskoeffisientene tilsier. Resultatene tyder på at elva har en relativt betydelig selvrensningsevne når det gjelder fosfor, men at nitrogen bare i mindre grad holdes tilbake i elveløpet. Den reelle retensjonen (tilbakeholdelsen) av næringsssalter kan ikke tallfestes nærmere pga. mangel på presise tilførselsdata, spesielt mhp. nitrogen.

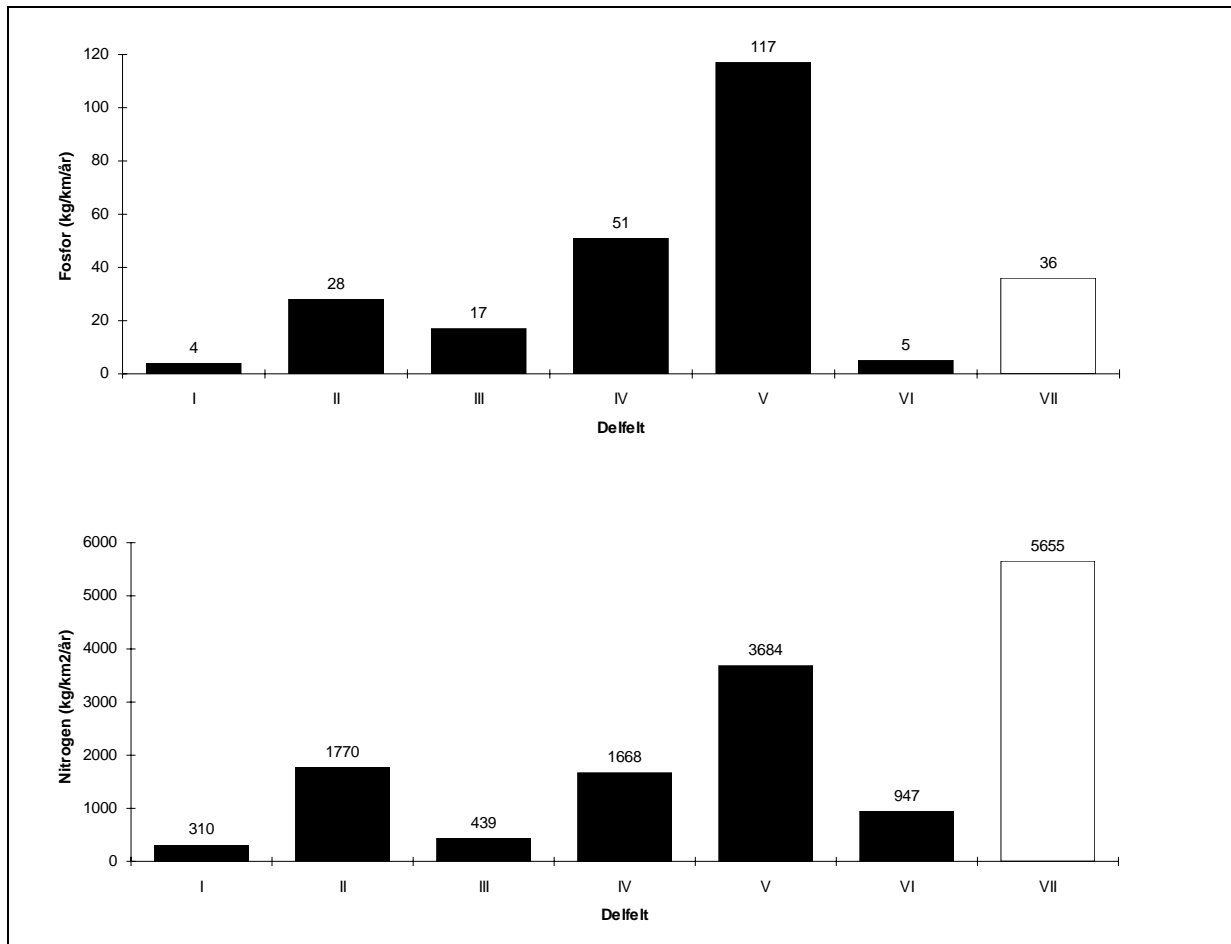
#### Arealavrenningskoeffisienter

På basis av transportberegningene er det estimert årlig arealavrenning fra ulike delfelter i perioden 1991-1993. Beregningen av gjennomsnittlig arealavrenning er basert på en antakelse om at vannprøvene er tatt ved et tilfeldig utvalg av vannføringer gjennom året, som i gjennomsnitt vil være et uttrykk for vassdragets middelvannføring. Middelvannføringen i Strengselva i et normalår er beregnet av Valland (1988) til 425 l/s. I perioden 1991-1993 var nedbørmengden ved den meteorologiske stasjonen på Bøylestad mellom 84 og 87% av normalen. Ut fra dette vil en anta at middelvannføringen i Strengselva i samme periode også ligger noe under normalvannføringen.

Middelverdien av vannføringene som er målt ved vannprøvetaking svarer til 725 l/s ved utløpet av Strengselva (170% av normal vannføring). Ved å benytte medianverdien for de tilsvarende vannføringsmålingene, blir resultatet 335 l/s (78 % av normalen). I og med at nedbøren var omlag 85% i den aktuelle perioden er det i rapporten benyttet medianverdier til å beregne årlig vannføring og årlig næringsstofftransport i Strengselva. På grunn av den store variasjonen i både vannføring og vannkvalitet (avsnitt 4.2), knytter det seg stor usikkerhet til transportmålinger basert på stikkprøver. Antall stikkprøver er selvsagt avgjørende, men gode estimater for næringsstofftransport vil generelt forde kontinuerlig måling av vannføring og volumproporsjonal prøvetaking (Deelstra et al. 1995).

Delfeltene I-VII i figur 12 henviser til lokalfeltene oppstrøms hver av prøvetakingsstasjonene (figur 1). Delfelt I ligger oppstrøms stasjon 1, osv.. Figur 12 viser at den årlige

fosforavrenningen er størst i delfelt V, som er lokalfeltet mellom stasjonene 2c og 3 (Holt landbruksskole). På arealbasis er avrenningen fra dette feltet estimert til omlag 120 kg P/km<sup>2</sup>/år. Dette er omlag dobbelt så høyt som veiledende koeffisienter for normaltav av fosfor fra dyrka mark i ytre strøk av Aust-Agder (Holtan og Åstebøl 1990).



Figur 12. Transport av fosfor og nitrogen fra ulike delfelt i Strengselva. Delfeltene er vist på kart i figur 1.

I lokalfeltene II, III, IV og VII lå avrenningskoeffisientene mellom 20 og 50 kg P/km<sup>2</sup>/år. Dette er moderate verdier, men landbruksarealene i disse feltene utgjør bare en liten del av nedbørfeltarealene og den reelle avrenningen fra landbruksarealene har derfor vært større. Avrenningskoeffisienten for delfelt VII (ovenfor stasjon 5) er basert på forholdsvis få målinger og er følgelig usikker (markert med lysere farge i figur 12). Fosforavrenningen fra delfelt I (utløp Jorstadvatn) er omlag på nivå med normal fosforavrenning fra skogområder (Holtan og Åstebøl 1990). Tilbakeholdelse av fosfor i innsjøen kompenserer trolig for størstedelen av de antropogene fosfortilførsleene i dette feltet. Avrenning av fosfor fra delfelt VII ser ut til å være svært liten til å stamme fra et område med både dyrka mark og bebygde arealer. Forholdet skyldes trolig at det forekommer en betydelig retensjon (tilbakeholdelse) av fosfor i selve Strengselva, samt fortykning med utmarksavrenning mellom stasjonene 3 og 4.

Den arealspesifikke avrenningen av nitrogen er tilsynelatende størst fra delfelt VII, som omfatter store deler av tettstedet ved Fianesvingen. Estimater er imidlertid basert på få målinger, slik at en bør være forsiktig med å trekke konklusjoner. De høye nitrogenkonsentrasjonene som ble målt ved stasjon 5 i 1991 (figur 4), har dessuten relativt stor betydning for størrelsen på den estimerte koeffisienten.

I delfelt V ved Holt landbruksskole er det beregnet en arealavrenningskoeffisient for nitrogen på 3,7 tonn/km<sup>2</sup>/år. Dette er i størrelsesorden 1,5 ganger høyere enn den veiledende koeffisienten for normaltap fra dyrket mark i ytre strøk av Aust-Agder (Holtan og Åstebøl 1990).

Det er registrert en moderat nitrogenavrenning fra delfeltene II og IV (1,7-1,8 tonn/km<sup>2</sup>/år), men som nevnt i diskusjonen om fosforkoeffisientene, vil tilsig fra utmarksområdene fortynne næringsstoffbidraget fra de dyrkede arealene. Nitrogenavrenningen ut av delfelt I (utløp Jorstadvatn) er omlag på nivå med veiledende avrenningskoeffisienter for skog-, myr- og fjellområder på Sørvestlandet og Sørlandet (Holtan og Åstebøl 1990). Igjen illustrerer dette at Jorstadvatn trolig fungerer som en felle for tilførte næringssalter. Det ble også estimert forholdsvis beskjedne nitrogenavrenningskoeffisienter for delfelt III (ovenfor innløpet av Goderstadbekken) og delfelt VI. Nitrogenavrenningen fra delfelt VI er relativt høy i forhold til fosforavrenningen.

#### **4.5. Kommentarer**

##### Gjødsling og beregnet næringsstoffavrenning

Holt landbruksskole gjødsler hvert år i gjennomsnitt omkring 135 da, eller omlag 20 % av arealet i delfelt V (figur 1). Gjødselmengden i årene 1990-1993 tilsvarte i gjennomsnitt omlag 340 kg fosfor og 2400 kg nitrogen (tabell 2).

Medianverdien for fosfor- og nitrogentransport ut av delfelt V i perioden 1991-1993 var 75 kg P/år og 2300 kg N/år. Dersom en antar en fosfor- og nitrogenavrenning fra det udyrkede arealet på 10 kg P/km<sup>2</sup>/år og 1000 kg N/km<sup>2</sup>/år (svært skjønnsmessig valgte verdier), vil den årlige transporten fra de dyrkede arealene bli omlag 70 kg fosfor og 1800 kg nitrogen. Dette tilsvarer henholdsvis omlag 20 og 75% av mengdene fosfor og nitrogen som årlig er tilført ved gjødsling. Dette er svært unøyaktige anslag, men resultatene tyder på at det forekommer en overgjødsling (spesielt av nitrogen), eller at de gjødslede arealene er erosjonsutsatte.

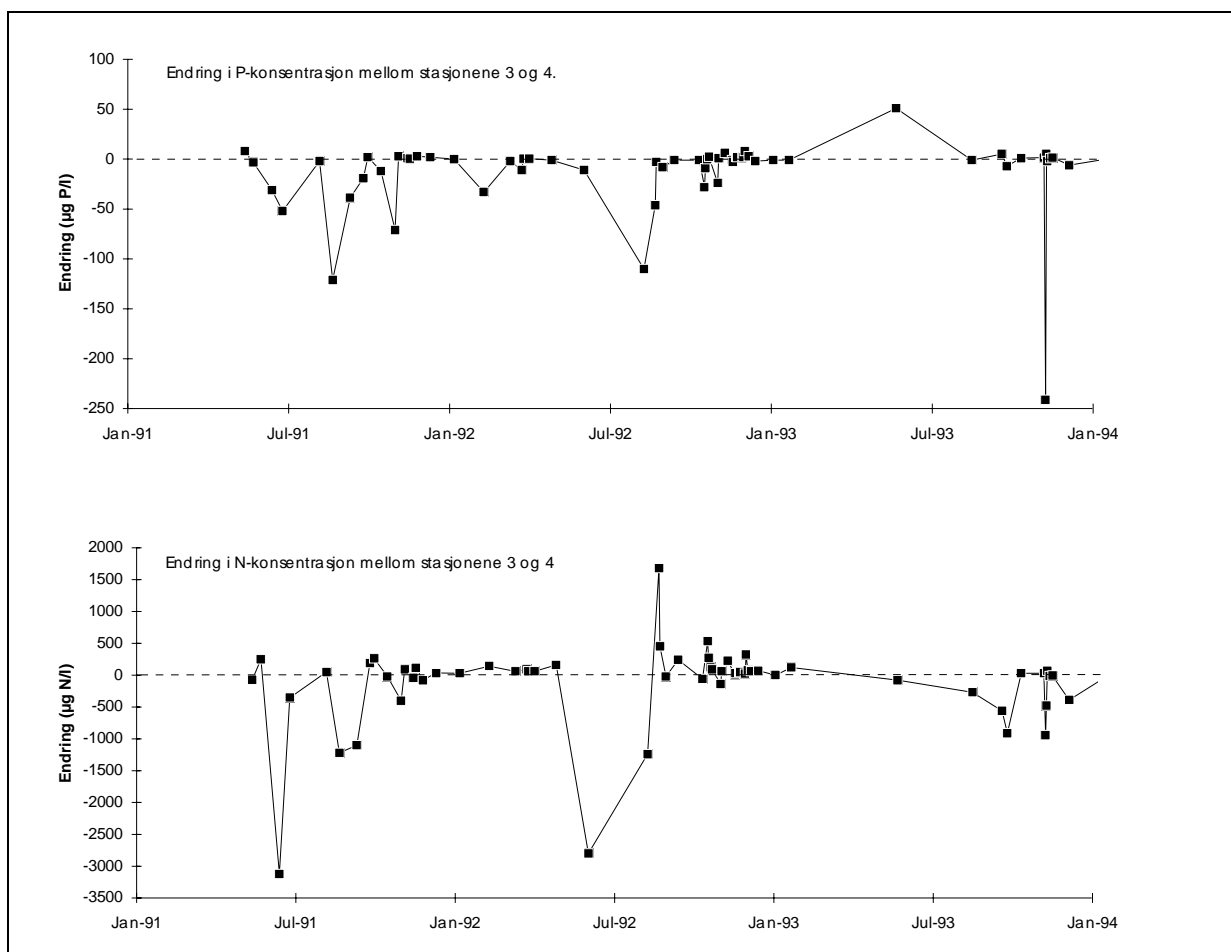
De store mengdene nitrogen som tilføres landsdelen via langtransportert forurenset luft og nedbør bør i større grad tas med i gjødselregnskapene, og medvirke til at nitrogengjødslingen kan reduseres i forhold til doser som kanskje er nødvendig i andre deler av landet. Det vil dessuten være viktig å avpasse gjødselmengden bedre i forhold til behovet, dvs. at en i større grad analyserer jordprøver eller beregner restforekomst av næringssalter i jorda fra forrige vekstsesong (gjødselinnsats minus antatt stofftap og størrelse på avling). En slik balansert gjødsling vil være kostnadseffektiv, samtidig som tapene av næringssalter til omkringliggende vassdrag reduseres.

##### Transport / retensjon av næringssalter på strekningen mellom stasjon 3 og 4

I figur 4 går det fram at næringssaltkonsentrasjonene synes å avta mellom stasjonene 3 og 4. Dette innebærer at:

- I. Midlere næringssaltkonsentrasjon i avrenningen fra lokalfeltet mellom stasjonene 3 og 4 må være lavere enn i Strengselva (fortynningseffekt).
- II. Strengselva evner å redusere næringsstoffkonsentrasjonene mellom stasjonene 3 og 4 gjennom selvrensingsprosesser. En mulighet er at næringssaltene bindes til partikler / stoffkomplekser og sedimenterer permanent eller midlertidig på elvebunnen. Et annet alternativ er at næringssaltene føres inn i de biologiske kretsløpene i elva, og siden forsvinner fra vannmassene ved sedimentasjon eller inkorporert i bevegelige organismer (f.eks. utvandrende fisk).

Årsaken til den observerte reduksjonen i næringssaltkonsentrasjonen vil være en kombinasjon av I og II, men det er uvisst hvilken mekanisme som er den mest dominerende. Figur 13 viser at fosforkonsentrasjonen endret seg lite eller avtok mellom stasjonene 3 og 4 i undersøkelsesperioden. Avtaket som kan registreres somrene 1991 og 1992 kan tyde på at noe av fosforet bindes biologisk eller sedimenteres ved lave vannføringer. I enkelte perioder ser også fortynning ut til å ha vesentlig betydning: Det betydelige avtaket i fosforkonsentrasjonen høsten 1993 faller f.eks. sammen med en kraftig flom i vassdraget.



Figur 13. Endring i konsentrasjonen av næringsalter mellom stasjon 3 og 4. Negative verdier indikerer retensjon og/eller fortynning.

Endringer i nitrogenkonsentrasjonen mellom stasjonene 3 og 4 følger omlag samme mønster som fosfor, med avtak i vekstperiodene. Fortynningsvirkningen synes å være mindre viktig for nitrogenkonsentrasjonen. Dette kan ha sammenheng med at nitrogenkonsentrasjonen i avrenningen fra utmarksområdene er relativt høy pga. langtransporterte forurensninger. Lokalfeltet mellom stasjonene 3 og 4 har dessuten endel dyrka mark nærmest elva, som kan ha endel nitrogenavrenning.

### Biologisk respons på næringssalttilførsler

De store næringssalttilførslene til Strengselva skaper grunnlag for rik vekst av begroingsalger og høyere vegetasjon langs elvebunnen. I første omgang kan et visst næringstilskudd virke stimulerende på den biologiske produksjonen, bl.a. ved at næringsgrunnlaget for bunndyr og fisk blir bedre. Ved for høye næringssalttilførsler kan produksjonen imidlertid bli for høy, slik at det oppstår uønsket begroing i elva og høyt oksygenforbruk pga. av forråtnelsesprosesser. Dette skaper grunnlag for spesielle forurensningstolerante organismer og er til hinder for opprettholdelse av et rikt og variert flora- og faunasamfunn i elva.

I figur 4 gikk det fram at konsentrasjonene av næringssalter stort sett økte nedover i elva (med unntak av stasjon 4). Dette illustrerer at tilførslene av næringssalter langs elva ikke synes å være i likevekt med vassdragets selvrensningsevne. I Strengselva er trolig primærproducentenes (alger og andre grønne planters) opptakskapasitet for næringssalter overskredet. Det vil si at andre forhold, som f.eks. konkurranse om voksested, er mer begrensende for veksten enn tilgangen på næringssalter.

### Prøvetakingsmetodikk og usikkerhet

De store vannkvalitetsvariasjonene i den nedre delen av vassdraget illustrerer den metodiske utfordringen ved å gjøre undersøkelser i forurensede vassdrag. Dersom en skal karakterisere vannkvaliteten med stikkprøver, illustrerer figur 5 at det er nødvendig med hyppig prøvetaking for å få et representativt bilde av situasjonen. Stikkprøver kombinert med vannføringsmålinger gir et mer kvantitativt bilde av forurensningssituasjonen, i og med at en kan lage estimater for stofftransport i vassdraget. Usikkerhetene er imidlertid fortsatt store pga. de betydelige vannkvalitetsvariasjonene.

Den beste måten å skaffe seg informasjon om vannkvalitetstilstanden på er å ta volumproporsjonale vannprøver, dvs. at prøvetakingen styres etter vannføring. Da får en et nøyaktig mål på middelkonsentrasjonen i elva til ulike tider av året, samtidig som en kan beregne stofftransport med stor grad av sikkerhet (Deelstra et al. 1995).

## 5. BUNNFAUNA

Bunndyr ble innsamlet fra alle stasjonene (1-5; figur 1) 31. juli 1991, 23. mars 1992 og 2. november 1994. Prøvene ble tatt med sparkehov. Sparkehoven består av et langt skaft (2 meter) påmontert en hov. Hoven er 30 cm vid og 40 cm høy. Hovposen har maskevidde på 0.5 mm. Det ble "sparket" ved å rote opp elvebunnen med hælen. Hoven holdes nedstrøms sparkeområdet og samler opp sand, stein, planter og dyr. Et areal på 0.5 m<sup>2</sup> ble prøvetatt ved hver prøveinnsamling. Prøvene ble sortert under lupe. Alle dyr ble lagt på 70% alkohol. Materialet er sortert til nærmeste taksonomiske gruppe og talt opp. I vedlegg bak i rapporten er det tatt med en plansje som viser representanter for de enkelte bunndyrgruppene. Resultatene fra undersøkelsene er vist i tabell 5 og 6.

### 5.1. Faunasammensetning

Forskjellen i forekomst fra sommerprøver til vinterprøver kan foruten miljøskader, være en funksjon av livssyklus (egg, klekking, larver, voksne individer) til de ulike organismene. Denne endringen i forekomst fra sommer til vinter vil ikke bli ytterligere behandlet i denne rapporten, men er inkludert i vurderingen.

Forekomsten av organismegrupper og artssammensetning innen gruppene ble endret fra stasjon 1 til stasjon 5 (tabell 5 og 6). Stasjon 1-3 hadde en noe fattigere faunasammensetning enn stasjon 4 og 5. Faunasammensetningen på stasjon 1 viser at lokaliteten var relativt ren og lite påvirket av forurensning fra organisk materiale. Allerede ved stasjon 2 øker forekomsten av forurensningsindikatorer, som for eksempel fjærmygg og leddormer.

Tabell 5. Faunasammensetning på stasjon 1 - 5 i Strengselva vinteren 1994. Oppgitte verdier er basert på 2 prøver fra hver lokalitet. Prøvetakingen dekker ca. 0,5 m<sup>2</sup>.

Nov. 1994	1	2	3	4	5
Steinfluer	7	7	46	16,5	44,5
Døgfluer	13	18	11,5	53	27,5
Vårfluer	18	8	9	8,5	14,5
Øyestikkere	,5	,5			
Biller	,5	,5	2	1,5	1,5
Knott	162	8	113	16	34
Fjærmygg	18	98	130	37,5	105
Leddormer		,5	7,5	4,5	6,5
Muslinger	2,5	1,5		,5	1,5
Snegler		,5			1,5
Igler		,5	1,5	1	
Stankelbein	1		3	1	7,5
Sviknott	,5		1	7	,5
Klegg				,5	
<i>Sum antall individ</i>	222	143	325	148	244,5
<i>Sum grupper</i>	10	11	10	12	11

Den mer moderate forekomsten av partikkelfiltrerende organismer som knott og vårfluer ved stasjon 3 og 4 kan samtidig være en effekt av tilførsler av erosjonsmateriale til vassdraget.

Tabell 6. Forekomst av steinfluer og døgnfluer på stasjon 1 - 5 i Strengselva vinteren 1994. Oppgitte verdier er basert på 2 prøver fra hver lokalitet. Prøvetakingen dekker ca. 0,5 m<sup>2</sup>.

<b>Steinfluer</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Brachyptera risi				,5	,5
Protonemoura meyeri		,5			
Amphinemoura sulcicollis			7,5	1,5	,5
Nemurella picteti			,5		
Nemoura avicularis	1	5	30	11	39,5
N. cinerea	4	,5	7	3,5	3,5
Isoperla sd.	2	,5			
Siphonoperla burmeisteri		,5			
Ubestemt			1		,5
<i>Antall individer</i>	7	7	46	16,5	44,5
<i>Sum arter steinfluer</i>	3	5	5	4	5
<b>Døgnfluer</b>					
Leptophlebia sp.	11,5	12,5	11,5	37	23
Baetis sp.		5,5		4,5	3
Centroptilium luteolum	1			,5	
Heptagenia fuscogrisea				8,5	,5
Paraleptophlebia sp.					1
Ubestemt				2,5	
<i>Antall individer</i>	12,5	18	11,5	53	27,5
<i>Sum arter døgnfluer</i>	2	2	1	5	4

### Steinfluer

8 arter ble påvist, de fleste med lav tetthet. Sammensetningen var noe forskjellig fra de tidligere undersøkelsene. *Amphinemoura sulcicollis* og *Nemoura avicularis* forekom vanligst på de nederste stasjonene i vassdraget, mens *N. cinerea* forekom vanlig på samtlige stasjoner. Sammensetningen tyder på at lokalitetene etter stasjon 2 er mer næringsrike (fordelaktig for organismene).

### Døgnfluer

5 arter ble påvist. Artsrikdommen var størst ved stasjon 4 og 5. *Leptophlebia vespertina* forekom vanlig på alle stasjoner, men hadde størst tetthet nederst i vassdraget. Økningen i forekomst nedover i vassdraget skyldes sannsynligvis mer næringsrike forhold på stasjon 4 og 5.



## Biller

Forekomsten av biller var lav på alle stasjoner. Selv om forekomsten også var lav på stasjon 3-5, ble gruppen her påvist i samtlige prøver. Biller kan opptre med stor tetthet i lokaliteter som er moderat forurenset av organisk materiale. Gruppen påvirkes negativt av slam.

## To-vinger

Fjærmyggene må artsbestemmes før konklusjoner om vannkvalitet kan trekkes. Det er allikevel av interesse å notere seg den lave forekomsten på stasjon 1 sammenliknet med strekningen fra stasjon 2 til 5. Tetthetsforskjellene indikerer organisk belastning av vassdraget.

## Leddormer

Forekomsten av igler økte tydelig nedover i vassdraget. Forekomsten av denne dyregruppen er bestemt av vannkjemi og tilgang på næringsdyr. Stor forekomst av igler viser at vannkvaliteten er akseptabel og at området er produktivt (stor mattilgang). Det betyr samtidig at området er belastet av organisk stoff.

## **5.2. Vurdering av organiske forurensninger**

I tabell 7 er materialet fra alle innsamlingene presentert. Uavhengig av innsamlingsår eller årstid opprettholdes hovedinntrykket med hensyn til belastninger i vassdraget. Forekomsten av biller, fjærmygg, dam- og skivesnegl, igler og leddormer viser at Strengselva er moderat belastet med næringsstoffer. Den høye næringstilgangen gir gode livsbetingelser for disse organismene. Belastningen øker hovedsaklig fra stasjon 2 og nedover i vassdraget. Forekomsten av fjærmygg og leddormer tyder på at stasjon 3 - 5 er sterkere belastet enn de øvrige stasjonene. Liten forskjell i faunasammensetning mellom undersøkelsene antyder en nær uendret tilførsel av organisk materiale til vassdraget fra 1991 til 1994.

Etter at tiltak (næringssaltreduksjon og tiltak mot erosjon) er gjennomførte bør faunasammensetningen igjen undersøkes. Endringer i artsantall og sammensetning vil kunne antyde effektene (miljøforbedringene) av tiltakene.

## **5.3. Vurdering av biologisk mangfold og forsuring**

På de ulike stasjonene i Strengselva påvises svært mange av de evertebratene som forsvinner ved forsuring. Således er vassdraget et viktig refugium for forsuringfølsomme organismer. Når Storelva (fra Vegår) er fullverdig kalket vil organismer fra Strengselva kunne rekolonisere strekninger med forbedret vannkvalitet. Dette vil ha betydning for reetablering av biologisk mangfold etter kalking. Det er ikke undersøkt hvorvidt det eksisterer andre bekker i tilknytning til Vegårvassdraget med uskadet faunasammensetning. Inntil andre bekker er påvist, må faunasammensetningen i Strengselva beskyttes mot tekniske inngrep. Forurensningsbegrensende tiltak vil ikke skade faunaen i vassdraget.

Tabell 7. Faunasammensetning på stasjon 1 - 5 i Strengselva, alle innsamlinger. Oppgitte verdier er basert på summen av antall individer i 2 prøver fra hver lokalitet. Prøvetakingen dekker ca. 0,5 m<sup>2</sup>.

	Juli 1991					Mars 1992					Nov-94				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Nemurella pictetii			1			7	15	6	1				1		
Nemoura avicularis									2		2	10	60	22	79
Nemoura cinerea									4		8	1	14	7	7
Brachyptera risi														1	1
Isoperla sd.											4	1			
Siphonoperla burmeisteri												1			
Amphinemoura sulcicollis		5		1	1		51	1		10			15	3	1
Protonemoura meyeri							1			13		1			
Leucra hippopus		2			4		6			3					
Ubestemt									1	6			2		1
<b>SUM STEINFLUER</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>73</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>32</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>92</b>	<b>33</b>	<b>89</b>
Baetis rhodani		9	3	20	37		3	1	8	49		11		9	6
Heptagenia fuscogrisea														17	1
Paraleptophlebia sp.															2
Centroptilum spp. (luteolum?)	6	10	3	24	1	1					2			1	
Ephemerella spp.		8	1												
Leptophlebia vespertina						2	19	13	18	1	23	25	23	74	46
Ubestemt														5	
<b>SUM DØGNFLUER</b>	<b>6</b>	<b>27</b>	<b>7</b>	<b>44</b>	<b>38</b>	<b>3</b>	<b>22</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>50</b>	<b>25</b>	<b>36</b>	<b>23</b>	<b>101</b>	<b>55</b>
Agrion virgo	1						1								
Coenagrionidae							1								
<b>SUM ØYENSTIKKERE</b>	<b>1</b>					<b>1</b>	<b>1</b>				<b>1</b>	<b>1</b>			
Husbyggende (4-6 arter)		3	1	12	1	6	29	18	22	27					
Hydropsyche spp.										5					
Polycentropus flavimaculatus	13		6		13	8	8	7		28					
<b>SUM VÅRFLUER</b>	<b>13</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>37</b>	<b>25</b>	<b>22</b>	<b>60</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>9</b>	<b>15</b>
Helmis	1	23	16	2	3		4	1	5	23					
Latelmis		47	28	35	11		3		3	3					
Dytecid larver		10	4		3				1	1					
<b>SUM BILLER</b>	<b>1</b>	<b>80</b>	<b>48</b>	<b>37</b>	<b>17</b>		<b>7</b>	<b>1</b>	<b>9</b>	<b>27</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
Tippulidae		4	5	2		3	3	12	2	3	2		6	2	15
Ceratopogonidae		5						3	3	1	1		1	7	1
Simulidae		2	1				16	43	42	55	324	16	226	32	68
Tabanidae														1	
Chironomidae	60	80	285	145	253	110	370	470	350	360	36	196	260	75	210
<b>SUM TO-VINGER</b>	<b>60</b>	<b>91</b>	<b>291</b>	<b>147</b>	<b>253</b>	<b>113</b>	<b>389</b>	<b>528</b>	<b>397</b>	<b>419</b>	<b>363</b>	<b>212</b>	<b>493</b>	<b>117</b>	<b>294</b>
Igler		2	9	7	2	2	7	27	15	20		1	2	1	
Mark	9	9	5	15	2	4	3	5	12	20		1	15	9	13
<b>SUM LEDDORMER</b>	<b>9</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>6</b>	<b>10</b>	<b>32</b>	<b>27</b>	<b>40</b>		<b>2</b>	<b>17</b>	<b>10</b>	<b>13</b>
Damsnegl							1			12					
Skivesnegl			17		3		1			3					
Ertemusling			4		6	3	1			3	5	3		1	3
<b>SUM BLØTDYR</b>			<b>21</b>		<b>9</b>	<b>3</b>	<b>3</b>			<b>18</b>	<b>5</b>	<b>4</b>		<b>1</b>	<b>6</b>
Midd			3					20	35						
Sialis lutaria (mudderfluer)							1	5							

## 6. FISK

Strengselva har aure (*Salmo trutta*), samt sjøaure som kan gå opp fra Storelva. Elva er forøvrig kjent som en tidligere lokalitet for elveperlemusling (Anon. 1937, Kristian Oland, Arne Dalen pers. medd.). Jorstadvatn har aure, abbor (*Perca fluviatilis*), suter (*Tinca tinca*) og ål (*Anguilla anguilla*) (Hovind 1968).

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat (type Paulsen) på tre stasjoner i Strengselva i 1991. Fisket ble gjennomført to ganger, 22. mai og 17.-18. juli. Fisk som ble fanget ble lengdemålt og deretter sluppet ut igjen.

Stasjon 2 er en strykstrekning som ligger like ovenfor arealene til Holt landbruksskole. Lokaliteten har mosegrodde steiner og sparsomme gytemuligheter. Elvestrekningen like nedenfor stasjon 2 er derimot et svært godt gyteområde.

Stasjon 3-4 strekker seg langs E 18 ned mot kulvert ved forsamlingslokalet i Holt. Den øvre delen har gyteområder og er variert med svært mye mosegrodde steiner og et par større kulper med stryk mellom. Et midtre parti på stasjonen har mye gras og vannplanter. Den nedre delen av strekningen er stilleflytende og har lite vegetasjon som kan skape skjul for fisken. Lokaliteten har derimot et velegnet gytesubstrat og mye yngel. Det var en del begroing oppunder kulverten ved Holt under elfisket i juli

Stasjon 5 strekker seg mellom nederste kulp i Strengselva til utløpet i Storelva. Dette er en markert strykstrekning, med mosegrodd stein og sprekstein som dominerende bunnsubstrat. Lokaliteten har sparsomt med grus og er derfor lite egnet som gyteområde. Det var mye begroing på stasjonen i juli, noe som medførte at det var vanskelig å elfiske.

I alt ble det tatt 86 aure i mai (tabell 8) og 518 aure i juli (tabell 9). I mai ble det tatt minst fisk på stasjon 3-4. Det ble kun registrert én 1+. Mangelen på 1+ på stasjon 3-4 i mai kan ha sammenheng med registrert fiskedød i elva sommeren 1990, som igjen trolig hadde sammenheng med utslipp fra landbruket i området.

I juli ble det tatt omtrent like mye fisk på de undersøkte stasjonene. Fisken på stasjon 2 hadde vesentlig lavere gjennomsnittslengde enn ved de to andre stasjonene. Det var signifikant ( $p < 0,001$ ) mindre vekst på 0+ fisk fra stasjon 2 i forhold til stasjonene 5 og 3-4. Den tosommige (1+) fisken fra stasjon 2 hadde også signifikant lavere vekst i forhold til fisk som ble fanget ved stasjon 5. Forholdet skyldes dels de sparsomme gytemulighetene på stasjon 2, men også at fiskeproduksjonen på de to nederste stasjonene var påvirket av de betydelige næringsstofftilførselene til vassdraget, bl.a. fra landbruksområdene.

Det var generelt svært god vekst på auren i Strengselva. De største fiskene som ble tatt var mellom 20 og 25 cm. 1+ fisk var i gjennomsnitt 9-11 cm i mai, og 0+ fisk var 5-6 cm midt i juli (tabell 8 og 9). Strengselva hadde en svært stor produksjon av aureyngel. God vekst, lite 1+ og et begrenset leveområde gjør at den trolig vandrer relativt tidlig ut av elva. Strengselva vil være et refugium for naturlig reproduksjon av fisk i denne delen av fylket, hvor vassdragene ofte er sterkt påvirket av forsuring.

Tabell 8. *Elfiskefangst av aure i Strengselva 22. mai 1991.*

Lokalitet	Fangst ialt	Antall		Lengde 1+ (cm)	
		1+	>1+	middel	fra - til
Stasjon 2:	38	32	6	9.2	7.4-11.3
Stasjon 3-4:	5	1	4	10.4	-
Stasjon 5:	43	32	11	10.8	8.4-12.3
<b>Ialt</b>	<b>86</b>	<b>65</b>	<b>21</b>		

Tabell 9. *Elfiskefangst av aure, andel 0+ og lengde i Strengselva 7. juli 1991.*

Lokalitet	Fangst ialt	Antall		Lengde 1+ (cm)	
		1+	>1+	middel	fra - til
Stasjon 2:	203	27	176	5.14	4.0-6.6
Stasjon 3-4:	182	10	172	5.65	4.0-7.0
Stasjon 5:	133	40	93	5.66	4.1-6.9
<b>Ialt</b>	<b>518</b>	<b>77</b>	<b>441</b>		

## REFERANSER

- Aanon. (1937). Perlefiskeri i Aust-Agder. Artikkel i Agderposten 23. januar 1937.
- Boman, E. (1982). Undersøkelse av Jorstadvassdraget. NIVA-rapport nr. 1440, 31 s.
- Boman, E. (1984). Jorstadvassdraget. Overvåkingsundersøkelse 1982-1983. NIVA-rapport nr. 1599, 23 s.
- Boman, E. (1985). Jorstadvassdraget. Overvåkingsundersøkelse 1984. NIVA-rapport nr.1764, 21 s.
- Deelstra, J., Stading, W. og Tajet, T. (1995). Different sampling strategies used to estimate nitrogen transport from catchments. "Nitrogen from Mountains to Fjords". Newsletter 2/1995.
- Henriksen, A. (1995). Nitrogen "saturation" - partly a hydrological effect ?. "Nitrogen from Mountains to Fjords". Newsletter 2/1995.
- Hindar, A. (1990a). Arealavrenning av nitrogen og fosfor til vassdrag i Aust-Agder. NIVA-rapport, løpenr. 2375, 51 s.
- Hindar, A. (1990b). Vurdering av vannkvaliteten i kystnære småvassdrag i Aust-Agder - grunnlag for tiltak. NIVA-rapport, løpenr. 2389, 66 s.
- Hindar, A., Kaste, Ø. og Henriksen, A. (1995). Retention of atmospheric-derived nitrogen in terrestrial ecosystems. "Nitrogen from Mountains to Fjords". Newsletter 2/1995.
- Hindar, A., Kroglund, F. og Kleiven, E. (1992). Landbrukstilførsler til Strengselva i Aust-Agder. Effekter av tilførselsbegrensende tiltak ved Holt landbruksskole. Årsrapport 1991. NIVA-rapport 274, 26 s.
- Holtan, H. og Rosland, D. (1992). Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning nr. 92:6, TA-905/1992, 32 s.
- Holtan, H. og Åstebøl, S.O. (1990). Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Revidert utgave. NIVA/Jordforsk-rapport, NIVA-løpenr. 2509, 53 s.
- Hovind, A. (1968). Jorstadvatnet. Sp. 2054 I: Jensen, K.W. (red.) Sportsfiskerens leksikon 2. Gyldendal Norsk Forlag.
- SFT (1987). 1000-sjøers undersøkelsen 1986. Rapport 282/87. Statens forurensningstilsyn, Oslo, 31 s.
- Valland, N. (1988). Kystnære småvassdrag i Aust-Agder. Hydrologiske beregninger, foreløpig utgave. MV-avd. i Aust-Agder. 146 s + vedlegg.

## VEDLEGG

### A. SFTs klassifiseringssystem

#### Klassifisering av tilstand.

På grunnlag av målte konsentrasjoner kan tilstandsklassen bestemmes ut fra tabellen nedenfor. Tilstandsklassen tar ikke hensyn til hvorvidt de målte konsentrasjonene er høyere eller lavere enn bakgrunnskonsentrasjonen. SFTs veileder inneholder også et verktøy for å vurdere egnet av vannet for ulike brukerinteresser som drikkevann, jordvanning, friluftsbad og rekreasjon, fiskeoppdrett og sportsfiske.

*Klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann. Et utvalg av de viktigste parametrene. Utdrag fra SFTs veileder fra 1992 (Holtan og Rosland 1992).*

Virksomheter av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "God"	II "Mindre god"	III "Nokså dårlig"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
<b>Næringsalter</b>	Totalfosfor ( $\mu\text{g P/l}$ )	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	Klorofyll a ( $\mu\text{g kl.a/l}$ )	<2	2-3,7	3,7-7,5	7,5-20	>20
	Siktedyp (m)	>7	4-7	2-4	1-2	<1
	Oksygenmetning (%)	>80	50-80	30-50	15-30	<15
<b>Organiske stoffer</b>	TOC (mg C/l)	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	KOF <sub>Mn</sub> (mg O/l)	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	Fargetall (mg Pt/l)	<15	15-25	25-40	40-80	>80
	Oksygenmetning (%)	>80	50-80	30-50	15-30	<15
<b>Forsurende stoffer</b>	Alkalitet (mmol/l)	>0,2	0,05-0,2	0-0,05	0	0
	pH	>6,7	6,0-6,7	5,3-6,0	4,7-5,3	<4,7
<b>Miljøgifter</b>	Kobber ( $\mu\text{g Cu/l}$ )	<2	2-5	5-15	15-20	>50
	Sink ( $\mu\text{g Zn/l}$ )	<10	10-30	30-60	60-110	>110
	Kadmium ( $\mu\text{g Cd/l}$ )	<0,04	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,5	>0,5
	Bly ( $\mu\text{g Pb/l}$ )	<1	1-3	3-5	5-10	>10
	Nikkel ( $\mu\text{g Ni/l}$ )	<3	3-10	10-30	30-100	>100
	Krom ( $\mu\text{g Cr/l}$ )	<1	1-3	3-10	10-50	>50
	Kvikksølv ( $\mu\text{g Hg/l}$ )	<0,01	0,01-0,04	0,04-0,1	0,1-0,3	>0,3
	Aluminium ( $\mu\text{g Al/l}$ )	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Jern ( $\mu\text{g Fe/l}$ )	<50	50-100	100-300	300-600	>600
	Mangan ( $\mu\text{g Mn/l}$ )	<20	20-50	50-100	100-150	>150
<b>Partikler</b>	Turbiditet (FTU)	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5
	Suspendert stoff (mg/l)	<1,5	1,5-3	3-5	5-10	>10
	Siktedyp (m)	>7	4-7	2-4	1-2	<1
<b>Tarmbakterier</b>	Termostabile koli. bakt. (antall/100 ml) v/44°C	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000

## B. Primærdata

### Forklaring til primærdata-tabeller

pH	pH	- log [H] <sup>+</sup>
Kond	Konduktivitet	mS/m
PO <sub>4</sub>	Løst uorganisk fosfor	µg P/L
Tot P	Total fosfor	µg P/L
NO <sub>3</sub>	Nitrat	µg N/L
NH <sub>4</sub>	Ammonium	µg N/L
Tot N	Total nitrogen	µg N/L
K	Kalium	mg K/L
TOC	Total organisk karbon	mg C/L

Strengselva - vannkvalitetsresultater 1991-1993										
	Stasjon	pH	Kond	PO4	Tot-P	NO3	NH4	Tot-N	K	TOC
			mS/m	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	mg/l	mg/l
May-91	1	6,53	5,4	8,8	23	190	15	380		5,01
May-91	1	6,36	4,9	1,9	6,4	325	15	460		4,41
Jun-91	1	6,77	8,8	11	36	370	90	740		5,04
Jun-91	1	6,36	5,1	1,9	6,6	295	30	490	0,62	3,63
Aug-91	1	6,76	5,2	2,9	4,8	170	15	345	0,54	4,22
Aug-91	1	6,36	5,2	5,4	9,1	85	10	250	0,64	3,58
Sep-91	1	6,72	7	6,1	33	10	5	380	1,92	10,5
Sep-91	1	6,52	6,6	5,2	13,3	250	10	470	0,54	4,32
Oct-91	1	6,42	5,3	2	6,4	240	30	275	0,91	3,36
Oct-91	1	6,16	5,1	1,9	6	235	25	400	0,59	3,85
Nov-91	1	6,13	5,4	1,9	4,7	290	30	450	0,5	3,69
Nov-91	1	6,08	5,3	2,1	3,9	290	30	470	0,56	3,59
Nov-91	1	6,16	5,2	2,1	3,9	295	40	470	0,54	4,2
Nov-91	1	6,06	5,1	1,9	4,4	320	30	440	0,53	4,12
Nov-91	1	6,11	5,1	1,9	4,4	325	40	440	0,59	3,58
Dec-91	1	6,08	5,3	1,4	6,4	265	40	380	0,57	3,99
Jan-92	1	6,06	5,4	1,9	6,4	275	65	450	0,65	3,88
Feb-92	1	6,05	5,3	2,5	8,5	385	65	550	0,62	3,24
Mar-92	1	6,1	5,3	1,9	6,4	345	50	545	0,55	4,03
Mar-92	1	5,99	5,5	1,9	4,5	335	35	525	0,54	4,2
Mar-92	1	6,02	5,2	2	5,4	365	60	530	0,54	3,45
Apr-92	1	6,11	5,2		6,2			450	0,54	3,55
Jun-92	1	6,49	5,5	2,4	12,5	165	10	425	0,681	4,33
Aug-92	1	6,77	7,1	5,1	29	25	15	485	1,3	5,41
Aug-92	1	6,66	7,19	2,1	7,1	210	25	460	0,66	4,27
Aug-92	1	6,69	5,1	1,9	5,7	190	20	410	0,61	4,21
Sep-92	1	6,59	5,16	1,9	4,3	190	15	380	0,5	4,08
Oct-92	1	6,4	5,2	1,9	3,3	235	35	400	0,55	4,36
Oct-92	1	6,18	5,24	1,9	4,3	255	30	425	0,61	4,18
Oct-92	1	6,4	5,47	1,9	4,3	300	25	510	0,61	3,82
Oct-92	1	6,29	5,25	1,9	4,8	240	20	410	0,58	4,56
Oct-92	1	6,33	5,2	1,9	3,8	245	30	405	0,55	4,67
Nov-92	1	6,17	5,06	1,9	5,7	290	35	580	0,59	4,29
Nov-92	1	6,16	5,13	4,5	9,5	280	25	485	0,59	4,19
Nov-92	1	6,31	5,22	1,9	5,2	300	25	480	0,58	4,04
Nov-92	1	6,27	5,28	9,5	11	305	25	440	0,52	4,15
Nov-92	1	6,36	5,27	1,9	5,5	280	25	465	0,52	4,42
Nov-92	1	6,24	5,03	4,1	5,1	250	25	470	0,51	4,03
Nov-92	1	6,31	5,36	1,9	5,5	280	20	460	0,57	3,97
Nov-92	1	5,99	4,7	1,9	6,4	290	50	465	0,49	4,33
Dec-92	1	6,07	4,79	2,3	9,6	280	55	485	0,54	4,34
Dec-92	1	6,23	4,98	1,9	6,4	280	30	470	0,55	4,71
Dec-92	1	6,21	5,07	1,9	6,4	285	60	480	0,52	4,66
Dec-92	1	5,89	4,42	1,9	6,3	250	55	505	0,39	5,38
Jan-93	1	6,02	5,14	1,9	5,9	355	85	605	0,53	5,14
Jan-93	1	5,95	4,95	1,2	4,9	285	60	540	0,49	4,68
May-93	1	6,45	5,49	1,9	11	255	20	440	0,54	4,73
Aug-93	1	6,48	5,39	3,8	11	135	25	440	0,71	4,84
Sep-93	1	6,44	6,19	2,9	18	165	5	180	0,93	5,95
Sep-93	1	6,58	6,34	3,4	13	330	20	550	0,71	4,47



Strengselva - vannkvalitetsresultater 1991-1993										
	Stasjon	pH	Kond	PO4	Tot-P	NO3	NH4	Tot-N	K	TOC
			mS/m	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	mg/l	mg/l
Oct-93	1	6,33	5,32	1,9	5,7	175	20	290	0,48	3,76
Nov-93	1	6,19	5,3	2,9	6,7	190	20	385	0,5	3,99
Nov-93	1	6,24	5,19	1,5	5,7	230	35	400	0,53	3,93
Nov-93	1	6,2	5,07	2	9,1	230	45	400		
Nov-93	1	6,11	5,36	1,5	6,2	220	45	425	0,48	4,37
Dec-93	1	6,19	5,66	2,3	7,1	280	90	540	0,47	4,24
Jan-94	1	5,79	5,09	1,9	4,2	320	60	540	0,35	6,26
<b>Middel</b>	<b>1</b>	<b>6,28</b>	<b>5,42</b>	<b>3</b>	<b>9</b>	<b>255</b>	<b>34</b>	<b>451</b>	<b>0,61</b>	<b>4,40</b>
May-91	2	7,03	11,6	2,9	8,5	240	30	410		4,11
May-91	2	6,87	6,5	2,3	7,9	230	25	410		4,29
Jun-91	2	6,92	17,8	105	33	3300	100	3550		6,59
Jun-91	2	6,48	7,2	5,3	16	600	90	825	0,92	3,89
Aug-91	2	7,02	5,6	1,9	5,6	155	10	280	0,58	4,11
Aug-91	2	7,07	10,5	2	7,4	125	10	255	0,91	2,69
Sep-91	2	6,92	19,4	2,5	11,3	10	5	130	1,54	3,11
Sep-91	2	6,82	15,7	4	18,8	1350	10	1380	0,65	5,05
Oct-91	2	6,33	5,9	3,8	14,6	440	20	630	2,12	3,78
Oct-91	2	6,31	5,8	1,9	6,9	295	20	480	0,85	3,91
Nov-91	2	6,25	8,7	14	37	1610	65	2440	1,17	4,48
Nov-91	2	6,14	5,4	3,2	5,2	335	30	570	0,49	3,8
Nov-91	2	6,17	5,7	7,3	8,2	420	50	630	0,61	4,17
Nov-91	2	6,13	5,3	1,9	5,8	330	35	460	0,56	3,83
Nov-91	2	6,31	6,9	6,6	16	505	50	740	0,8	3,82
Dec-91	2	6,35	5,7	3,6	6,9	325	35	415	0,61	4,06
Jan-92	2	6,3	6,2	2,3	6,4	350	55	460	0,62	3,72
Feb-92	2	6,47	9,1	10	28	750	120	1010	0,97	3,63
Mar-92	2	6,52	7,1	2,9	9,6	880	35	1020	0,72	4,19
Mar-92	2	6,11	6,2	6,7	18	745	30	880	0,66	3,34
Mar-92	2	6,18	5,6	1,9	6,8	410	60	560	0,57	3,5
Apr-92	2	6,36	5,5		6,2			500	0,57	3,13
Apr-92	2				8,4			1070		4,03
Jun-92	2	6,26	11,3	1,6	8,8	120	25	430	1,1	4,64
Aug-92	2	6,88	20	1,9	8,5	35	25	190	2,02	3,37
Aug-92	2	7,15	12,8	4,2	47	2350	130	2890	2,03	6,48
Aug-92	2	6,84	9,98	4	19	1590	35	1820	1,18	4,87
Aug-92	2	6,59	7,34	4,2	15	1270	30	1530	0,99	4,85
Sep-92	2	6,47	7,28	3,7	15	1280	15	1530	0,75	4,87
Oct-92	2	6,67	5,72	1,9	2,8	270	15	415	0,55	4,48
Oct-92	2	6,45	9	4,5	19	1420	60	2050	1,29	5,21
Oct-92	2	6,42	8,24	6,8	18	1700	20	2290	0,97	5,18
Oct-92	2	6,48	5,77	1,9	7,3	490	20	640	0,63	4,85
Oct-92	2	6,51	5,5	1,9	5,7	335	20	510	0,59	4,26
Nov-92	2	6,16	5,96	6,4	13	510	25	850	0,72	4,24
Nov-92	2	6,16	5,29	6,4	13	390	20	720	0,66	4,19
Nov-92	2	6,25	6,59	6,8	23	890	30	1520	0,89	4,7
Nov-92	2	6,43	5,51	5	5,5	340	25	480	0,53	3,82
Nov-92	2	6,43	6,11	3,6	7,8	420	25	655	0,56	4,26
Nov-92	2	6,37	5,56	1,9	6,4	315	25	500	0,53	4,14
Nov-92	2	6,3	6,05	4,5	8,3	460	15	670	0,61	4,07

Strengselva - vannkvalitetsresultater 1991-1993										
	Stasjon	pH	Kond	PO4	Tot-P	NO3	NH4	Tot-N	K	TOC
			mS/m	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	mg/l	mg/l
Nov-92	2	6,09	5,18	1,9	6,4	330	30	485	0,52	4,3
Dec-92	2	6,06	5,43	5,4	14	460	45	640	0,64	4,41
Dec-92	2	6,18	5,29	8,6	16	350	30	515	0,64	4,52
Dec-92	2	6,31	5,21	1,9	7,3	300	75	510	0,55	4,55
Dec-92	2	6,13	5,23	3,5	9,7	375	55	670	0,5	5,18
Jan-93	2	6,29	5,52	1,9	5,9	375	70	740	0,55	4,91
Jan-93	2	6,04	7,35	7,5	15	550	120	970	0,7	4,95
May-93	2	6,85	7,53	5,3	12	285	10	470	0,65	4,93
Aug-93	2	6,82	10,1	1,9	6,4	215	15	430	0,86	3,15
Sep-93	2	6,79	21,7	1,9	6,9	630	5	960	2,8	4,37
Sep-93	2	7,11	20,2	5,3	23	3670	15	5200	2,5	6,54
Oct-93	2	6,37	5,62	2,5	11	245	20	330	0,52	3,98
Nov-93	2	6,48	5,75	1,7	5,5	265	25	410	0,53	4,19
Nov-93	2	6,45	7,59	12	23	395	110	730	0,85	4,29
Nov-93	2	6,12	8,27	14	49	1610	60	1850		
Nov-93	2	6,24	5,48	3,9	12	360	55	610	0,65	3,93
Nov-93	2	6,2	5,25	2,5	7,2	285	55	435	0,52	3,93
Nov-93	2	6,2	5,48	2	6,7	245	55	485	0,51	4,27
Dec-93	2	6,2	12,1	20	35	1100	95	1810	0,99	5,35
Jan-94	2	6,01	5,84	1,9	5,1	365	55	640	0,38	5,95
<b>Middel</b>	<b>2</b>	<b>6,45</b>	<b>8,13</b>	<b>6</b>	<b>13</b>	<b>678</b>	<b>41</b>	<b>946</b>	<b>0,86</b>	<b>4,36</b>
Sep-91	2b				9	20		440		
Sep-91	2b				24	1140		1230		
Oct-91	2b				16,3	530		760		
Oct-91	2b				7,7	300		470		
Nov-91	2b				50	1040		1720		
Nov-91	2b				8,2	365		520		
Nov-91	2b				8,2	415		450		
Nov-91	2b				6,8	355		450		
Nov-91	2b				19	540		690		
Dec-91	2b				6,4	325		430		
Jan-92	2b				6,4	440		450		
Feb-92	2b				34	800		1220		
Mar-92	2b				16	915		1110		
Mar-92	2b				19	780		950		
Mar-92	2b				8,2	405		590		
Apr-92	2b				6,4	355		490		
Jun-92	2b				8,1	70		335		
Aug-92	2b				19	80		250		
Aug-92	2b				23	1550		1840		
Aug-92	2b				15	1250		1460		
Sep-92	2b				14	1250		1530		
Oct-92	2b				4,3	290		480		
Oct-92	2b				140	1300		3140		
Oct-92	2b				42	1770		2680		
Oct-92	2b				8,1	520		700		
Oct-92	2b				5,7	440		590		
Nov-92	2b				20	485		810		
Nov-92	2b				13	410		700		

Strengselva - vannkvalitetsresultater 1991-1993										
	Stasjon	pH	Kond	PO4	Tot-P	NO3	NH4	Tot-N	K	TOC
			mS/m	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	mg/l	mg/l
Nov-92	2b				26	970		1480		
Nov-92	2b				6	310		490		
Nov-92	2b				7,8	410		640		
Nov-92	2b				7,3	300		500		
Nov-92	2b				8,3	500		670		
Nov-92	2b				7,3	380		530		
Dec-92	2b				15	460		670		
Dec-92	2b				15	360		600		
Dec-92	2b				12	305		610		
Dec-92	2b				11	400		680		
Jan-93	2b				5,9	355		750		
Jan-93	2b				16	585		1010		
May-93	2b				10	275		445		
Aug-93	2b				6	215		395		
Sep-93	2b				90	850		1760		
Sep-93	2b				23	3610		4400		
Oct-93	2b				9,7	265		460		
Nov-93	2b				6,4	265		410		
Nov-93	2b				29	460		730		
Nov-93	2b				35	1380		1830		
Nov-93	2b				16	455		635		
Nov-93	2b				7,4	335		410		
Nov-93	2b				10	250		460		
Dec-93	2b				27	1000		1640		
Jan-94	2b				8,3	380		690		
<b>Middel</b>	<b>2b</b>				<b>18</b>	<b>627</b>		<b>932</b>		
Sep-91	2c				187	450		1540		
Sep-91	2c				231	1110		1720		
Oct-91	2c				17,1	610		890		
Oct-91	2c				17	320		580		
Nov-91	2c				67	1230		2080		
Nov-91	2c				7,3	410		560		
Nov-91	2c				13	485		660		
Nov-91	2c				5,8	380		495		
Nov-91	2c				30	570		830		
Dec-91	2c				9,1	365		465		
Jan-92	2c				7,3	430		505		
Feb-92	2c				56	910		1600		
Mar-92	2c				14	1160		1360		
Mar-92	2c				42	885		1070		
Mar-92	2c				7,8	460		710		
Apr-92	2c				6,4	390		580		
Apr-92	2c				13			1210		4,63
Jun-92	2c				20	830		2100		
Aug-92	2c				137	600		1550		
Aug-92	2c				42	1710		2090		
Aug-92	2c				30	1410		1740		
Sep-92	2c				33	1370		1750		

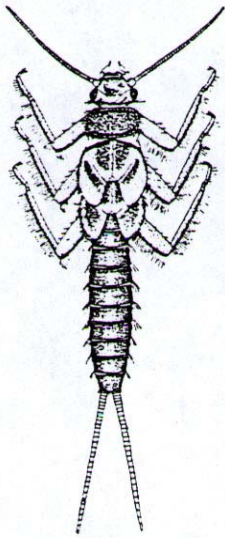
Strengselva - vannkvalitetsresultater 1991-1993										
	Stasjon	pH	Kond	PO4	Tot-P	NO3	NH4	Tot-N	K	TOC
			mS/m	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	mg/l	mg/l
Oct-92	2c				11	315		540		
Oct-92	2c				150	1540		3620		
Oct-92	2c				52	1780		2910		
Oct-92	2c				11	590		830		
Oct-92	2c				6,2	330		520		
Nov-92	2c				33	750		1070		
Nov-92	2c				16	495		790		
Nov-92	2c				33	1120		1780		
Nov-92	2c				6,4	350		600		
Nov-92	2c				10	475		740		
Nov-92	2c				8,3	335		530		
Nov-92	2c				11	590		790		
Nov-92	2c				9,1	410		570		
Dec-92	2c				19	570		800		
Dec-92	2c				18	420		700		
Dec-92	2c				7,3	320		600		
Dec-92	2c				14	480		815		
Jan-93	2c				7,2	435		860		
Jan-93	2c				32	740		1320		
May-93	2c				13	480		645		
Aug-93	2c				23	365		650		
Sep-93	2c				5,2	470		720		
Sep-93	2c				59	3040		4400		
Oct-93	2c				11	325		525		
Nov-93	2c				7,2	315		520		
Nov-93	2c				100	880		1280		
Nov-93	2c				36	1540		2190		
Nov-93	2c				17	560		760		
Nov-93	2c				8,3	395		570		
Nov-93	2c				8,6	280		460		
Dec-93	2c				32	1200		1920		
Jan-94	2c				10	430		720		
<b>Middel</b>	<b>2c</b>				<b>33</b>	<b>725</b>		<b>1145</b>		
May-91	3	6,99	13,1	9	17	1490	140	1650		3,99
May-91	3	7,18	9,8	5,5	20,6	1120	45	1300		4,42
Jun-91	3	6,85	18,7	36	67	6180	210	6470		7,3
Jun-91	3	6,41	9,4	22	92	855	50	1340	3,09	7,08
Aug-91	3	6,72	7,8	14	25	500	60	630	1,7	4,37
Aug-91	3	6,87	14,8	145	160	1590	610	2440	5,7	4,5
Sep-91	3	7,27	15	9,6	52	2140	5	2500	3,65	3,01
Sep-91	3	6,77	17,3	50,8	76	1370	175	1590	1,14	6,15
Oct-91	3	6,17	7,1	11,9	24	960	30	1070	4,3	4,71
Oct-91	3	6,42	6,7	16	37	440	50	690	1,37	4,71
Nov-91	3	6,39	10	86	150	1830	190	2830	2,9	6,15
Nov-91	3	6,17	5,4	6,3	13	480	40	630	0,62	3,72
Nov-91	3	6,25	6,5	16	19	710	45	1150	0,9	4,55
Nov-91	3	6,21	5,7	1,9	6,3	480	35	535	0,66	3,9
Nov-91	3	6,42	7,6	25	40	750	85	1270	1,16	4,34
Dec-91	3	6,56	6,4	5	10,9	505	65	640	0,76	4,22

Strengselva - vannkvalitetsresultater 1991-1993										
	Stasjon	pH	Kond	PO4	Tot-P	NO3	NH4	Tot-N	K	TOC
			mS/m	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	mg/l	mg/l
Jan-92	3	6,45	6,9	4,8	10,4	630	90	820	0,93	3,61
Feb-92	3	6,59	10,2	70	96	1160	240	1830	2,8	5,71
Mar-92	3	6,46	9,5	11	28	1840	75	2490	1,41	4,42
Mar-92	3	6,18	7,2	21	34	1220	75	1770	1,14	4,32
Mar-92	3	6,26	6,2	3,7	11,5	600	35	800	0,74	3,78
Apr-92	3	6,48	6,1		8,8			620	0,68	3,1
Apr-92	3				20			1680		5,08
Jun-92	3	6,92	16,6	7,8	36	1990	260	5100	3,7	6,02
Aug-92	3	7,06	18,6	76	133	2520	100	3770	4,9	5,18
Aug-92	3	7,12	15,1	59	235	2280	305	3220	7,45	10,6
Aug-92	3	6,59	12,8	23	45	2390	75	2800	2,56	7,4
Aug-92	3	6,49	8,64	23	42	1650	40	1930	2,06	5,74
Sep-92	3	6,26	9,69	23	46	2070	50	2450	1,73	7,26
Oct-92	3	6,8	7,17	5,9	12	560	55	920	0,92	4,81
Oct-92	3	6,54	10,9	30	135	1860	380	4350	4,44	9,1
Oct-92	3	6,28	9,77	26	64	2580	110	4240	2,18	8,56
Oct-92	3	6,42	6,86	5,9	13	1060	35	1120	0,93	4,72
Oct-92	3	6,44	6,2	4,5	9,5	570	20	760	0,75	4,38
Nov-92	3	6,19	7,01	26	52	960	35	1700	1,34	4,69
Nov-92	3	6,1	6,06	12	20	760	25	1330	0,91	4,61
Nov-92	3	6,27	7,92	16	71	1670	60	2400	2,05	6,21
Nov-92	3	6,47	6	9,1	9,6	440	35	690	0,66	3,87
Nov-92	3	6,35	6,82	12	17	680	35	930	0,83	4,64
Nov-92	3	6,4	5,98	6,4	9,6	480	30	700	0,63	3,93
Nov-92	3	6,28	6,57	8,6	18	890	25	1230	0,89	4,62
Nov-92	3	6,14	5,71	4,1	12	500	30	680	0,7	4,33
Dec-92	3	6,05	6,1	16	36	770	35	1000	1,23	5,1
Dec-92	3	6,11	5,59	16	29	540	30	790	0,97	5,12
Dec-92	3	6,35	5,38	2,7	10	380	45	600	0,63	4,81
Dec-92	3	6,29	5,87	11	21	620	50	1070	0,88	5,25
Jan-93	3	6,45	6,45	8,3	15	640	95	1160	0,87	4,78
Jan-93	3	6,12	8,04	38	38	950	120	1440	1,56	4,88
May-93	3	6,94	10,5	4,8	15	730	15	1040	1,19	5,02
Aug-93	3	6,73	13,9	8,1	18	520	20	1400	2,06	3,87
Sep-93	3	6,93	21,2	4,3	13	2500	15	3100	4,7	3,57
Sep-93	3	6,96	19	29	60	3450	90	4700	4,2	9,77
Oct-93	3	6,3	6,31	5,8	14	440	25	580	0,76	4,31
Nov-93	3	6,53	7,02	2,9	7,6	455	30	650	0,75	4,1
Nov-93	3	6,57	9,01	213	329	1180	360	2080	2,7	9,2
Nov-93	3	6,17	9,04	32	133	2020	155	3000		
Nov-93	3	6,14	6,49	7,6	37	810	70	1160	1,12	5,04
Nov-93	3	6,21	5,89	5,4	11	510	40	720	0,71	4,17
Nov-93	3	6,25	5,99	4,4	9,5	360	50	650	0,6	4,24
Dec-93	3	6,06	12	22	52	1570	200	2600	2,02	6,39
Jan-94	3	6,18	7,02	5,3	11	545	65	1000	0,59	5,85
<b>Middel</b>	<b>3</b>	<b>6,48</b>	<b>9,21</b>	<b>23</b>	<b>47</b>	<b>1216</b>	<b>94</b>	<b>1735</b>	<b>1,84</b>	<b>5,22</b>
May-91	4	7,03	12,5	11	25	1430	98	1580		3,74
May-91	4	7,19	11	6,3	17,2	1490	25	1550		4,43
Jun-91	4	6,83	14	11	36	3220	140	3350		6,08

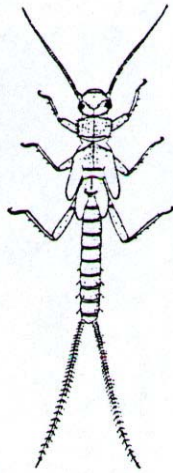
Strengselva - vannkvalitetsresultater 1991-1993										
	Stasjon	pH	Kond	PO4	Tot-P	NO3	NH4	Tot-N	K	TOC
			mS/m	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	mg/l	mg/l
Jun-91	4	6,67	9,5	14	40	695	50	985	3,25	5,52
Aug-91	4	7,18	8,9	11	23	520	30	680	2,56	4,86
Aug-91	4	7,1	13,1	29	39	1130	10	1220	4,95	3,42
Sep-91	4	7,24	14,3	3,8	13,3	1380	5	1400	3,85	30,5
Sep-91	4	6,84	16,2	30,5	57	1550	55	1780	1,24	6,81
Oct-91	4	6,14	7,3	11,5	26	1150	30	1330	4	4,78
Oct-91	4	6,45	6,8	10	25	460	35	670	1,23	4,38
Nov-91	4	6,42	8,9	50	79	1480	120	2430	2,28	6,05
Nov-91	4	6,18	5,9	6,3	16	520	35	720	0,6	3,92
Nov-91	4	6,26	6,7	17	20	780	45	1110	0,87	4,62
Nov-91	4	6,25	5,8	2,1	6,8	515	25	650	0,67	3,56
Nov-91	4	6,45	7,3	25	43	780	75	1190	1,23	4,11
Dec-91	4	6,62	6,7	5,8	12,7	510	50	675	0,8	4,16
Jan-92	4	6,5	6,5	5,3	10,4	710	80	850	0,99	3,62
Feb-92	4	6,66	9,1	41	63	1180	450	1970	2,56	4,93
Mar-92	4	6,49	9,8	14	26	1990	75	2550	1,5	4,52
Mar-92	4	6,15	7,3	11	23	1470	45	1860	1,1	4,1
Mar-92	4	6,29	6,4	4,9	12	665	30	860	0,75	3,51
Apr-92	4	6,54	6,3		9,2			680	0,72	3,87
Apr-92	4				19			1840		4,87
Jun-92	4	7,32	15	4,6	25	1030	70	2300	2,57	4,72
Aug-92	4	7,27	16,6	4,7	23	1350	55	2530	3,7	4,45
Aug-92	4	6,88	15,2	18	189	4170	120	4900	5,35	11
Aug-92	4	6,63	13,2	20	42	2840	80	3250	2,6	8,17
Aug-92	4	6,49	9,12	17	34	1570	45	1910	1,95	6,19
Sep-92	4	6,39	9,7	21	45	2510	50	2690	1,82	7,35
Oct-92	4	6,78	7,58	5	11	560	40	860	1,04	4,58
Oct-92	4	6,43	11,1	20	107	2160	370	4880	4,12	9,57
Oct-92	4	6,34	9,58	21	55	3030	75	4510	2,09	7,6
Oct-92	4	6,44	6,84	5,4	13	1040	30	1240	0,98	4,95
Oct-92	4	6,52	6,5	6,8	12	600	60	850	0,82	4,64
Nov-92	4	6,17	6,97	15	28	1020	25	1560	1,08	4,81
Nov-92	4	6,06	6,21	11	21	890	25	1390	0,98	4,73
Nov-92	4	6,27	8,04	15	77	1780	60	2630	2,26	6,66
Nov-92	4	6,54	6,09	4,5	8,7	455	30	700	0,63	3,62
Nov-92	4	6,41	6,91	7,7	14	730	25	960	0,8	4,71
Nov-92	4	6,44	6,13	4,5	12	590	25	740	0,65	3,74
Nov-92	4	6,28	6,8	11	20	850	25	1280	0,89	4,78
Nov-92	4	6,19	5,87	4,5	13	520	40	700	0,72	4,31
Dec-92	4	6,05	6,1	20	38	930	30	1320	1,31	5,19
Dec-92	4	6,08	5,73	25	37	600	25	870	1,06	5,09
Dec-92	4	6,35	5,54	5,4	13	415	65	660	0,65	5,01
Dec-92	4	6,41	6,14	11	19	660	240	1140	0,89	4,88
Jan-93	4	6,62	6,64	7,4	14	650	100	1160	0,87	4,66
Jan-93	4	6,13	8,08	29	37	1040	90	1560	1,51	4,6
May-93	4	4,5	11,2	43	66	625	45	960	2,12	612
Aug-93	4	6,98	14,1	7,6	17	910	25	1130	2,37	4,03
Sep-93	4	6,94	19,1	3,9	18	1580	15	2540	5,1	4,52
Sep-93	4	6,86	17	19	53	3160	85	3790	4,3	10,2
Oct-93	4	6,4	6,53	6,7	15	480	25	610	0,8	4,09

Strengselva - vannkvalitetsresultater 1991-1993										
	Stasjon	pH	Kond	PO4	Tot-P	NO3	NH4	Tot-N	K	TOC
			mS/m	µg P/l	µg P/l	µg N/l	µg N/l	µg N/l	mg/l	mg/l
Nov-93	4	6,55	7,16	3,9	9,1	495	40	680	0,82	4,24
Nov-93	4	6,47	7,76	33	88	850	80	1140	4,1	6,5
Nov-93	4	6,18	8,73	20	138	1910	120	2520		
Nov-93	4	6,1	6,59	7,9	35	800	80	1230	1,06	6,33
Nov-93	4	6,2	5,98	6,4	12	510	45	705	0,69	4,58
Nov-93	4	6,27	6,07	4,4	11	360	50	640	0,63	4,32
Dec-93	4	6,14	11,7	13	46	1420	160	2210	1,84	6,69
Jan-94	4	6,25	7,28	3,5	12	560	50	1030	0,56	5,47
<b>Middel</b>	<b>4</b>	<b>6,48</b>	<b>9,02</b>	<b>14</b>	<b>34</b>	<b>1174</b>	<b>70</b>	<b>1602</b>	<b>1,80</b>	<b>15,72</b>
May-91	5	7,2	13,6	15	31	1630	560	2200		4,04
May-91	5	7,49	13,5	8,2	19,7	1420	1650	3100		5,07
Jun-91	5	6,86	16,4	14	40	3630	500	4000		5,95
Jun-91	5	6,68	11,6	17	41	800	630	1510	4,08	6,29
Aug-91	5	6,95	10,2	14	25	1000	390	1530	2,58	5,04
Aug-91	5	6,57	21	7,2	17	3500	4400	8000	8,6	4,29
Nov-91	5	6,48	9,6	46	144	1380	420	2570	2,24	5,55
Nov-91	5	6,28	7,2	17	26	840	80	2150	0,89	4,16
Aug-92	5	6,52	10,5	17	36	1870	195	2310	2,4	6,24
Nov-92	5	6,08	6,46	18	31	1040	40	1970	1,12	5,08
Nov-92	5	6,37	9,14	16	120	2090	130	3000	2,9	7,01
Nov-92	5	6,62	7,59	7,7	10	490	150	860	0,73	3,66
Nov-92	5	6,35	7,2	10	20	1060	40	1390	1,02	4,75
Dec-92	5	6,12	6,58	25	50	1000	40	1430	1,57	5,43
Dec-92	5	6,39	5,74	5	13	430	125	780	0,72	4,65
Jan-93	5	6,15	8,84	9,8	42	1190	115	1810	1,7	4,88
Sep-93	5	6,86	18	21	51	3180	110	4120	4,5	7,48
Oct-93	5	6,38	6,97	8,7	19	550	25	700	0,87	4,36
Nov-93	5	6,58	9,37	21	62	840	315	1390	1,85	5,42
Dec-93	5	6,16	12,4	13	77	1510	240	2500	2,13	6,99
<b>Middel</b>	<b>5</b>	<b>6,55</b>	<b>10,59</b>	<b>16</b>	<b>44</b>	<b>1473</b>	<b>508</b>	<b>2366</b>	<b>2,35</b>	<b>5,32</b>

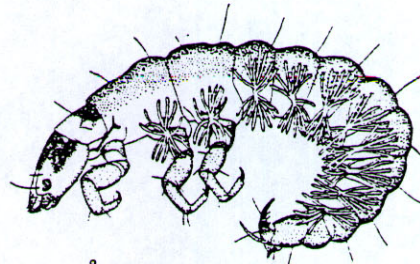
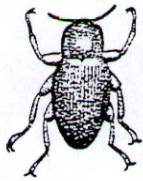
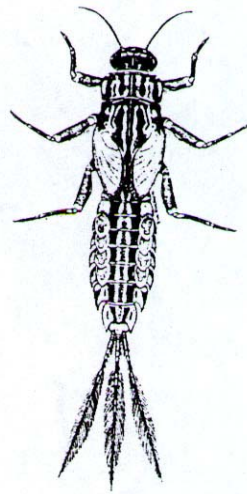
**C. Bunnfaunagrupper**



**STEINFLUER**



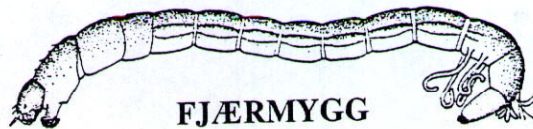
**DØGNFLUER**



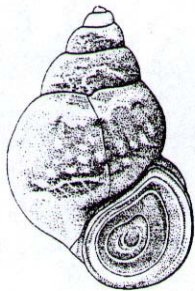
**VÅRFLUER**



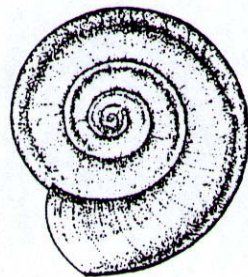
**BILLER**



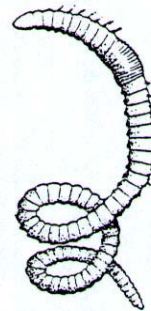
**FJÆRMYGG**



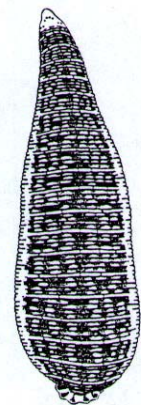
**DAMSNEGL**



**SKIVESNEGL**



**MARK**



**IGLE**