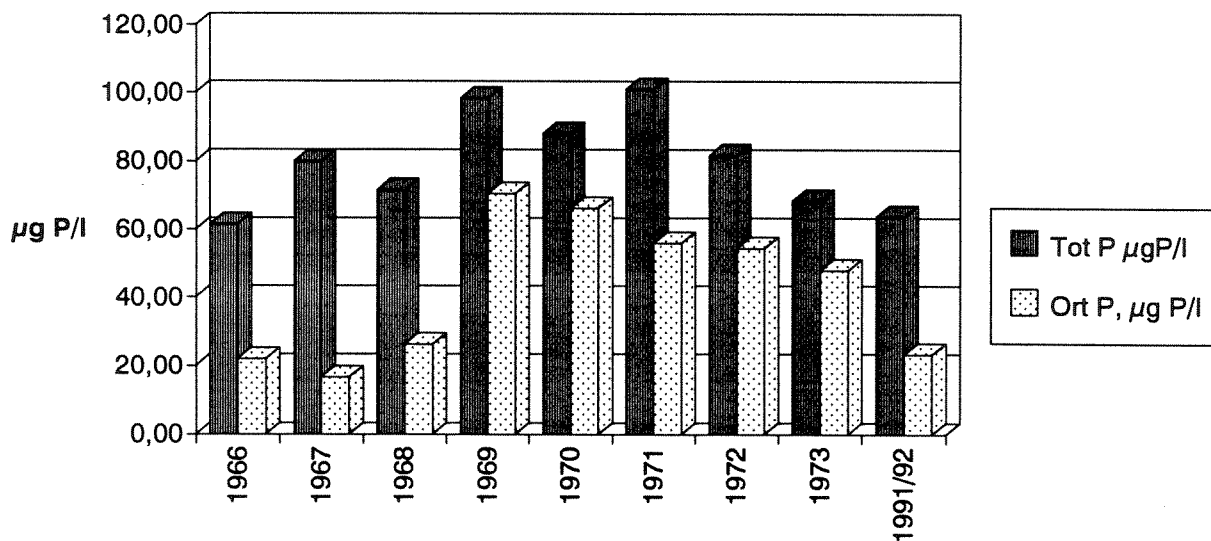




O-92111

Overvåking av Aulielva i 1991/1992

Aulielva. Total fosfor og ortofosfat - årsmidler.



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.: O-92111	Undernr.:
Løpenr.: 2796	Begr. distrib.:

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

Rapportens tittel: Overvåking av Aulielva i 1991/1992	Dato: 15/8-1992	Trykket: NIVA 1992
	Faggruppe: VRF/Vass	
Forfatter(e): Hans Holtan	Geografisk område: Vestfold	
	Antall sider: 41	Opplag: 80

Oppdragsgiver: Fylkesmannen i Vestfold. Miljøvern avdelingen	Oppdragsg. ref. (evt. NTNF-nr.):
---	----------------------------------

Ekstrakt: Overvåkingsresultatene viser at Aulielva er sterkt forurenset med partikulært materiale, næringsalter og bakterier. Fosforkonsentrasjonen er av samme størrelsesorden som i 60-/70-årene. Nitrogenverdien er omtrent fordoblet i siste 25-års periode.

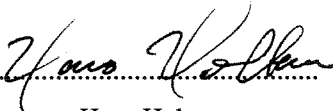
4 emneord, norske

1. Eutrofiering
2. Forurensningstransport
3. Forurensningsutvikling
4. Bakteriologisk påvirkning

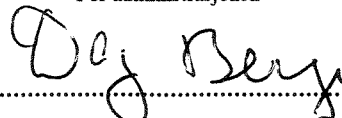
4 emneord, engelske

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

Prosjektleder


.....
Hans Holtan

For administrasjonen


.....
Dag Berge

ISBN 82-577-2178-6

O-92111

OVERVÅKING AV AULIELVA

I 1991/1992

Oslo, september 1992

Saksbehandler: HansHoltan

Innholdsfortegnelse

	Side
FORORD	1
1. KONKLUSJON	2
2. INNLEDNING	3
3. GENERELL BESKRIVELSE AV VASSDRAGET	4
4. UNDERSØKELSER OG OBSERVASJONER I 1991/1992	5
4.1 Nedbør	5
4.2 Avrenning	5
4.3 Kjemiske og bakteriologiske analyser	5
4.3.1 Prøveinnsamling og analyser	5
4.3.2 Kommentarer til resultatene	5
4.4 Stofftransport	12
5. SAMMENLIGNING MED TIDLIGERE OBSERVASJONER	18
6. SAMMENFATTENDE DISKUSJON	22
VEDLEGG	24

Forord

I tidsrommet april 1991 til mai 1992 er det gjennomført en overvåkingsundersøkelse av Aulielva i Vestfold. Undersøkelsen er gjennomført som et samarbeidsprosjekt mellom Tønsberg kommune, fylkeskommunen, fylkeslandbrukskontor, TAU og Fylkesmannen (Miljøvernavd. (MVA)) i Vestfold. Programmet for undersøkelsen er utarbeidet av Norsk institutt for vannforskning (NIVA), datert 09.10.90.

I brev fra MVA datert 15.06.92, ble NIVA bedt om å bearbeide og rapportere resultatene fra denne undersøkelse.

NIVAs deltakelse i undersøkelsen gjelder altså utarbeidelse av undersøkelsesprogram og rapportering av resultatene. MVA, Vestfold har hatt koordineringsansvar for gjennomføringen av undersøkelsen, og Næringsmiddeltilsynet har hatt ansvar for prøvetaking og analysearbeidet. Norges vassdrag og energiverk (NVE) har etablert målestasjoner og har ansvar for måling av vannføring.

1. Konklusjon

* Undersøkelseresultatene viser at Aulivassdraget er sterkt forurenset av partikulært materiale, næringssalter og tarmbakterier. I henhold til Vannkvalitetskriterier for ferskvann (SFT, 1989 og revidert utgave 1992) er forurensningsgraden 4 når det gjelder eutrofiering, 5 for virkning av partikulært materiale og bakterier, 3 for virkning av organisk stoff og 1 for forsurening.

* Det var unormalt lite nedbør og liten avrenning i undersøkelsesperioden (ca. 30 % mindre enn normalt), spesielt i sommermånedene. Tilførsler av forurensninger fra landområdene må følgelig antas å ha vært mindre enn normalt.

* På grunn av variasjoner i nedbør og avrenningsforhold, var det betydelig variasjoner i konsentrasjonsnivåene med tiden. De høyeste verdier ble målt under flom og de laveste ved lavvannsføringer, spesielt om sommeren.

* Den årlige stofftransport ved prøvetakingsstedet var i henhold til beregningene:

- ca. 5 tonn total fosfor hvorav omtrent halvparten foregikk i november.
- ca. 190 tonn total nitrogen
- ca. 330 tonn organisk stoff som TOC
- ca. 1500 tonn suspendert materiale

* Sammenlignet med undersøkelsesresultater fra slutten av 60 - årene/begynnelsen av 70 - årene, har fosforkonsentrasjonen i liten grad forandret seg, mens nitrogenkonsentrasjonen er blitt bortimot fordoblet.

* En fortsatt tiltaksrettet overvåking av Aulielva bør planlegges og gjennomføres med bakgrunn i innsamling av data om forurensningskilder og forurensningstilførsler.

2. Innledning

Aulivassdraget drenerer et område i Vestfold fylke, hvor det i vesentlig grad drives moderne jordbruk - både korn og husdyrhold. Avrenning fra jordbruksarealer/aktiviteter ved siden av at vassdraget brukes som resipient for kloakkvann, setter sitt preg på vassdragets vannkvalitet.

Allerede i slutten av 60-årene, begynnelsen av 70-årene, da NIVA foretok en omfattende undersøkelse av vassdraget, kunne det konstateres at vannkvaliteten var sterkt forurenset.

Vassdraget er en viktig bidragsyter av forurensninger til Tønsbergfjorden. Både på grunn av lokale forhold og i en større sammenheng (tilførsler til fjordområder), er det derfor nødvendig å foreta en analyse av forurensningstilstanden i vassdraget med tanke på forurensningsbegrensende tiltak.

3. Generell beskrivelse av vassdraget.

AULIVASSDRAGET som har et nedbørfelt på 366 km³ består av 2 hovedgrener: Storelva og Merkedamselva. Nedbørfeltet utgjør ca. 90 % av tilrenningsområdet til de indre deler av Tønsbergfjorden.

STORELVA kommer fra Revovann - Holmsvann og renner gjennom frodige jordbruks-områder. I henhold til tidligere undersøkelser (Holtan 1967) inneholder Storelva allerede ca. 10 km nedenfor Holmsvann betydelige mengder plantenæringsstoffer og den er sterkt slam-førende. Selv om konsentrasjonene varierer sterkt med avrenningsforholdene, er det generelt sett en økning av næringssaltinnholdet nedover i vassdraget.

Store deler av nedbørfeltet er dekket av marin leire og glasifluviale israndsavsetninger. Erfaringsmessig betyr dette relativt høye naturlige konsentrasjoner av næringsalter i avrenningsvannet. Det er imidlertid liten grunn til å betvile at den intensive jordbruksdriften i området har en dominerende innflytelse på vannets innhold av næringsalter og partikulært materiale. Ved siden av avrenning fra landbruks-arealer og -aktiviteter, må vi anta at elva også mottar betydelig mengder forurensninger fra spredt bebyggelse i området. Vassdraget er stilleflytende - helning ca. 1 m/km- og dette har betydning med hensyn til tilgang på oksygen og følgelig selvrensningsevne.

MERKEDAMSELVA har sitt utspring i Merkedammen og får på sin vei tilløp fra bl. a. Illestadvannet. I likhet med Storelva drenerer elva store områder med marine avsetninger (leire) som i betydelig grad er dyrket mark. Spesielt langs de nedre deler av vassdraget er det relativt tett bebyggelse. I henhold til de nevnte undersøkelser, er vannkvaliteten også her sterkt preget av næringsalter og partikulært materiale.

Aulielva er navnet på elvestrekningen nedstrøms Åleborga hvor de to hovedgrener renner sammen. ca to km oppstrøms E18. Elven er også her stilleflytende og mottar i betydelig grad forurensninger fra de omkringliggende jordbruksarealer.

I tabell 1 nedenfor er det gitt noen data om nedbørfeltet og dets utnyttelse:

Tabell 1. Aulielva. Feltstørrelse, sp. avrenning og bosetting.

Område/aktivitet	Benevning	Data
Nedbørfelt, totalt areal	km ²	366
Skogområder	"	200
Jordbruksområder	"	115
Annet areal	"	51
Spesifikk avrenning (NVE)	l/s/km ²	14,9
Fast bosatte (antatt ut fra SSB's årbøker)	antall	15000

Grad av forurensningstilførsel er avhengig av husdyrhold, kloakkeringsanordninger o. l. Det foreligger grunnlagsmateriale for å beregne dette og et forurensningsregnskap for vassdraget er under utarbeidelse. Dette vil ikke bli behandlet i denne rapport.

4. Undersøkelser og observasjoner i 1991/1992.

4.1 Nedbør.

Månedsnedbøren i 1991/1992 samt normalnedbøren (1931 - 1960) ved Melsom meteorologiske stasjon er vist i Vedlegg 1, tabell 1 og fig. 1.

Sammenlignet med et normalår var det gjennomgående lite nedbør i 1991/1992. I årsperioden april 1991 til mars 1992 falt det totalt 777 mm nedbør mot normalt 1000 mm. Det var spesielt lite nedbør i april og mai 1991, men også i desember, januar og februar var det lite nedbør. I november, mars og april (1992) var det relativt mye nedbør. Lufttemperaturen var 4 - 5 °C hele vinteren og nedbøren kom i vesentlig grad som regn. Dette har selvfølgelig stor betydning for avrenningen.

4.2 Avrenning

Vannføringen i Aulielva måles av Hydrologisk avdeling i Norges vassdrags- og energiverk (NVE). Målingene forgår ved Bjune i Storelva og gjelder avrenningen fra et nedbørfelt på 151,8 km². Resultatene for undersøkelsesperioden går frem av Vedlegg 1, tabell 2. Vannføringen varierer i tråd med nedbørforholdene : lav vannføring om sommeren og relativt høy vannføring utover høsten og vinteren. Vannføringen på prøvetakingsdagene er vist i Vedlegg 1, fig. 1. Den midlere årsvannføring på målestedet var 1,6 m³/s. Anvender vi den samme avrennings-koeffisient for hele nedbørfeltet (366 km³) blir den midlere årsavrenning ved Aulielvas utløp ca 3,9 m³/s. Den midlere avrenning i undersøkelsesperioden var 10,7 l/s km². Ifølge NVE (1987) er den midlere årsavrenning i Aulielva ved Bjune 14,9 l/s km².

4.3 Kjemiske og bakteriologiske analyseresultater

4.3.1 Prøveinnsamling og analyser

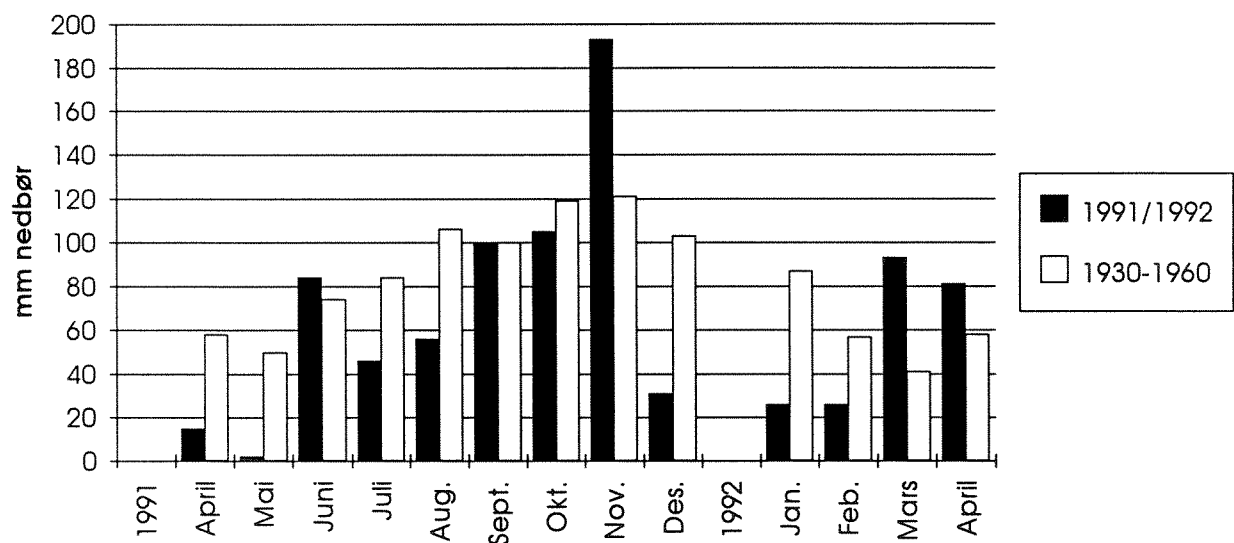
I løpet av undersøkelsesperioden april 1991 til mars 1992 ble det samlet inn kjemiske og bakteriologiske prøver fra Aulielva ved Sem bro i alt 48 ganger. Prøvene ble samlet inn og analysert av Næringsmiddeltilsynet i Tønsberg. Resultatene er gitt i Vedlegg 1, tabellene 3 og 4 og figurene 1 - 12. Månedsmidler er vist i tabell 2.

4.3.2 Kommentarer til resultatene

pH: De fleste pH-verdier varierer mellom pH 7 og 8. (Vedlegg 1, tabell 3 og fig. 2). De høyeste verdier ble målt på forsommeren og skyldes sannsynligvis økt biologisk produksjon og stigende temperatur. Om høsten under høye vannføringer var verdiene lavest. Dette skyldes at andelen av noe surere nedbørvann økte, samt kortere kontakttid med geologien i nedbørfeltet.

Konduktivitet: Konduktivitetsverdiene i Aulielva steg fra vel 10 mS/m i april til henimot 70 mS/m i september. (Vedlegg 1, tabell 3 og fig. 3). Fra da av avtok verdiene raskt og videre utover høsten og vinteren varierte de stort sett mellom 30 og 40 mS/m. Dette variasjonsmønster skyldes variasjoner i nedbør og avrenningsforhold som innvirker på forholdet mellom andel overflatevann og grunnvann.

Fig 1. Melsom. Månedsnedbør 1991/1992 og normalnedbør 1930-1960.



Tabell 2. Aullielva. Månedsmidler 1991/1992.

Aullielva. Månedsmidler 1991/1992												
	m3/s	pH	Kond. mS/m	Susp. st. mg/l	TOC mgC/l	Tot N µg N/l	Nitrat µg N/l	Amonium µg N/l	Tot P µg P/l	Orto P µg P/l	Løst P µg P/l	Part P µg P/l
1991												
April	2,46	7,13	13,55	7,25	4,52	1660,00	1537,50	87,50	73,25	9,50	2,50	70,75
Mai	0,32	8,00	19,88	8,50	5,32	1070,00	635,00	40,50	48,25	11,50	3,00	45,25
Juni	0,22	7,67	27,23	5,83	6,25	1535,00	911,00	73,00	50,67	19,00	3,00	48,00
Juli	0,26	7,44	23,26	6,40	7,12	1826,00	1325,60	81,60	66,20	25,20	2,26	43,60
August	0,10	7,40	49,33	5,33	6,73	1213,33	654,67	17,80	63,67	11,00	4,67	59,00
Sept.	0,24	7,47	61,27	6,33	8,32	958,00	420,33	126,33	48,33	10,00	7,67	40,67
Okt.	2,89	7,28	41,40	6,40	6,28	4448,00	3460,00	77,80	46,60	16,20	12,80	33,80
Nov.	7,08	7,00	25,95	43,75	7,25	4042,50	2835,00	96,75	108,00	42,50	21,00	87,00
Des	1,23	7,13	35,17	23,67	5,15	2950,00	2313,33	129,67	56,67	22,33	12,67	44,00
1992												
Jan.	0,99	7,40	38,50	5,00	4,47	3143,33	2823,33	96,67	43,00	18,67	12,00	31,00
Feb.	2,20	7,45	37,25	17,00	4,87	2485,00	1895,00	365,00	90,00	51,50	46,50	43,50
Mars	3,79	7,32	36,40	10,40	5,06	4964,00	3868,00	143,20	72,00	42,80	18,20	53,80
April	3,21	7,60	31,67	23,67	4,30	3796,67	3376,67	94,00	59,00	36,67	14,67	44,33
Mai		7,50	29,00	9,00	5,40	1650,00	1290,00	44,00	41,00	11,00	4,00	0,00

Utover sommeren 1991 var det lite nedbør og følgelig økte andelen grunnvann som har høyere konduktivitet enn overflatevann. Under de nedbørrike perioder om høsten økte andelen overflatevann.

Generelt sett er konduktiviteten og følgelig saltholdigheten i Aulielva meget høy i forhold til hva som er normalt i norsk overflatevann (vanligvis < 10 mS/m). Dette må skyldes stor tilførsel av grunnvann fra løsavsetningene i nedbørfeltet.

Suspendert stoff: De fleste verdier for suspendert stoff varierte mellom 2 og 10 mg/l, men i enkelte nedbørrike perioder som f. eks. i november 1991 var verdiene betydelig høyere. (Vedlegg 1, tabell 3 og fig. 4).

Vanligvis er vannets innhold av suspendert materiale betydelig lavere i norske elver (nomalt < 2 mg/l). Dette viser at Aulielva i enkelte perioder er sterkt utsatt for tilførsel av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet og elveleie.

Anvender vi klassifiseringssystemet som det er redegjort for i VANNKVALITETS-KRITERIER FOR FERSKVANN (SFT 1989, revidert utgave 1992) på midlere måneds-verdier, vil forurensningsgraden med hensyn på suspendert stoff de fleste måneder tilhøre kl 3. Om høsten og vinteren er kl. 5 det mest vanlige. (fig. 3).

Organisk stoff: Vannets innhold av organisk stoff er målt som totalt organisk karbon (TOC). (Vedlegg 1, tabell 3 og fig. 5.)

Innholdet økte fra ca. 4 mg C/l i april til over 7 mg C/l i september/oktober. Enkelte ganger var verdiene enda høyere. Utover høsten og vinteren varierte verdiene stort sett mellom 4 og 6 mg C/l. I hvilken grad naturlig betinget humusstoffer gjør seg gjeldende er uklart.

Med utgangspunkt i månedsmidler og det reviderte klassifiseringssystem (SFT 1992), øker forurensnings-graden fra kl. 2 i april til kl. 4 i juni - november. Videre utover vinteren er forurensningsgraden 2 og 3. På årsbasis er forurensningsgraden sannsynligvis 3 med hensyn på organisk stoff (fig. 4), men det taes forbehold om variasjoner i humusinnholdet.

Nitrogen: Vannets innhold av nitrogen er bestemt som total nitrogen, nitrater og ammonium (Vedlegg1, tabell 3 og fig. 6, 7 og 8).

Vannets innhold av nitrogen er meget høyt i Aulielva. Om sommeren varierte verdiene for total nitrogen stort sett mellom 1 og 2 mg N/l. Variasjonene skyldes sannsynligvis mindre variasjoner i nedbør og avrenningsforhold. Utover høsten og vinteren var verdiene betydelig høyere og det ble målt konsentrasjoner på mellom 6 og 7 mg N/l for total nitrogen. Måleresultatene for total nitrogen og nitrater hadde omtrent det samme variasjonsmønster. Fig. 5 viser at en vesentlig del av vannets innhold av nitrogen består av nitrater. Sammenlignet med total nitrogen og nitrater var de fleste ammoniumsverdiene lave og variasjonsmønsteret noe mer tilfeldig. Konsentrasjonsnivåene viser allikevel at vannet er betydelig forurenset.

Med utgangspunkt i månedsmidler og det reviderte klassifiseringssystem (SFT 1992), er forurensningsgraden for toalt nitrogen 5 de fleste måneder. Bare om sommeren i mai, august og september er forurensningsgraden 4. På årsbasis tilhører vannkvaliteten i Aulielva forurensningsgrad 5 med hensyn på nitrogen (fig. 6).

Fosfor: Vannets innhold av fosfor er bestemt som total fosfor, ortofosfat og løst fosfor. Partikulært fosfor er beregnet som differansen mellom total fosfor og løst fosfor (total fosfor etter filtrering). (Vedlegg 1, tabell 3 og fig 9, 10, 11 og 12.)

Fig. 2.

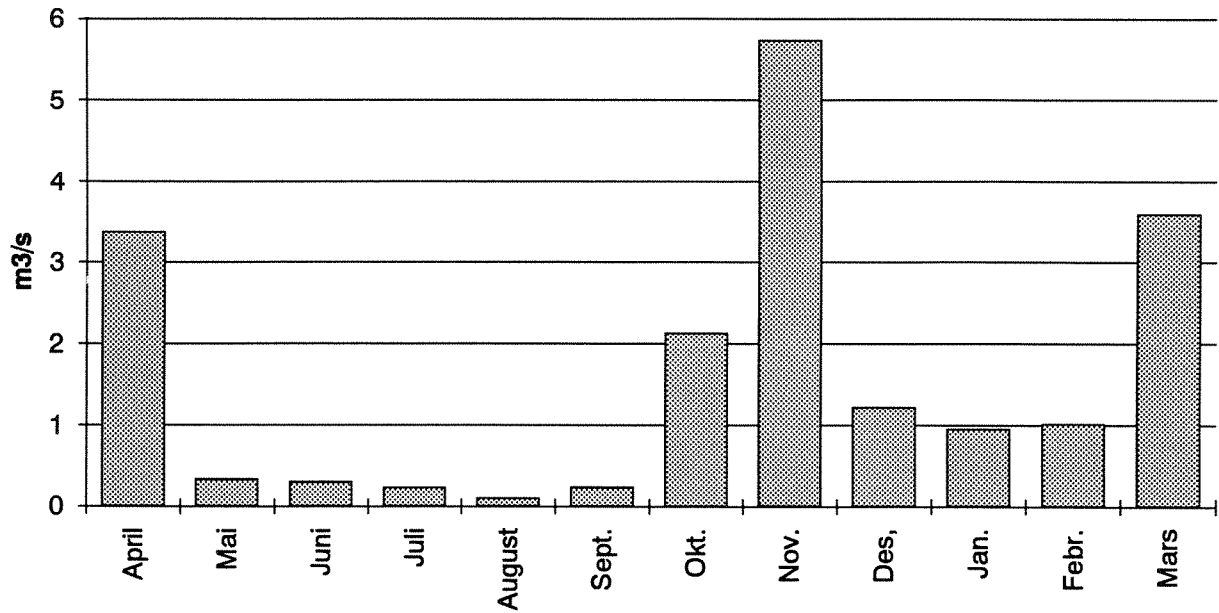
Aulielva, Bjune. Vannføring 1991/1992.

Fig. 3.

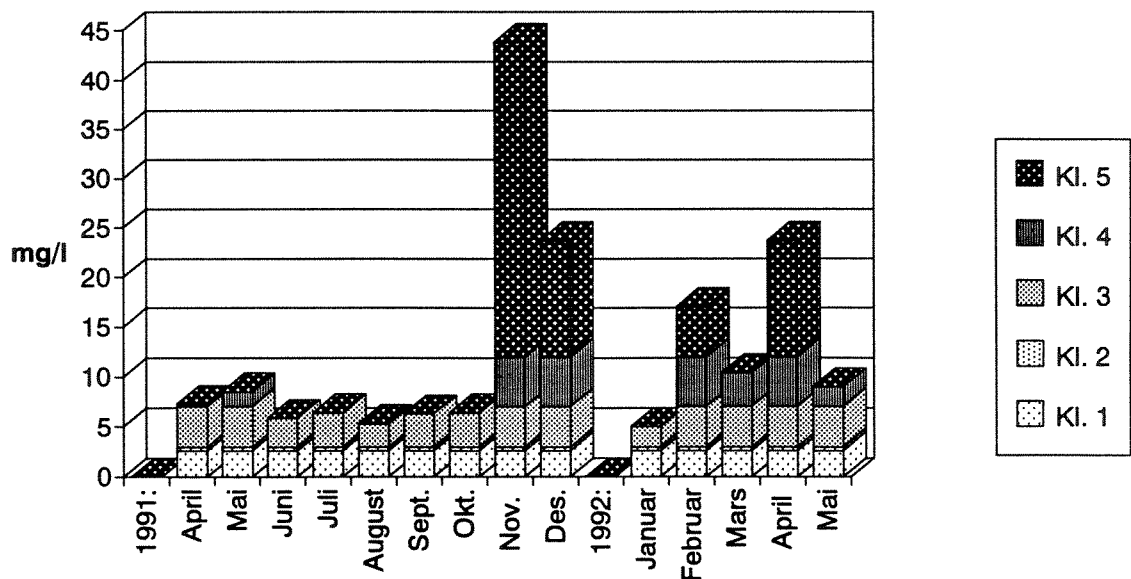
**Aulielva. Suspensert stoff, månedsmidler 1991/1992.
KLASSEINDELING.**

Fig. 4.

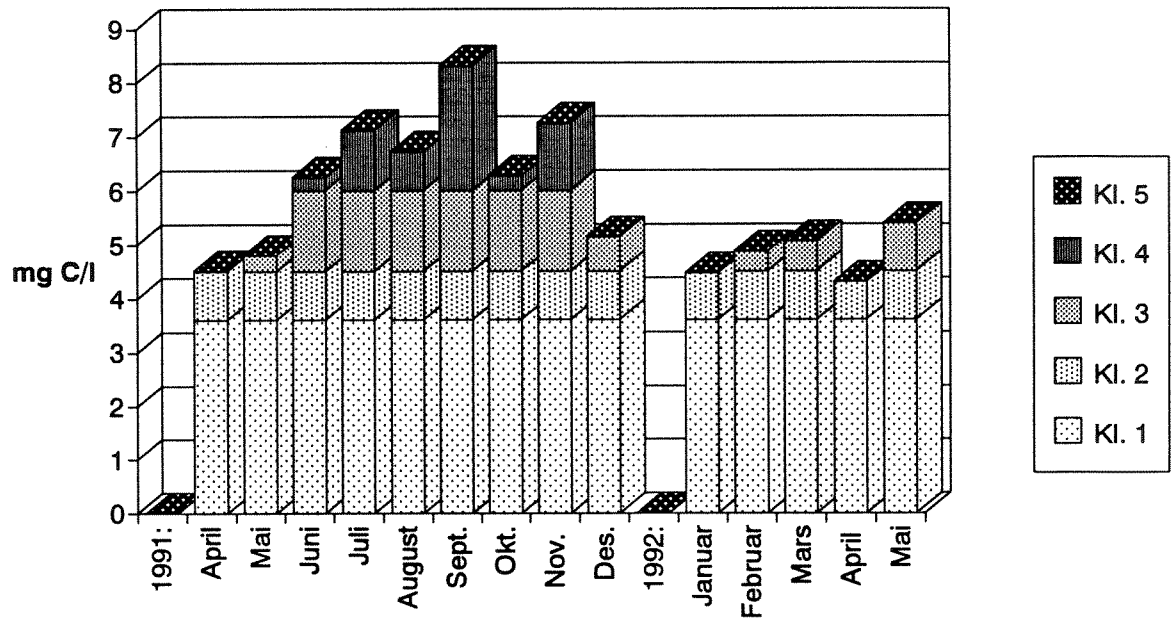
Aulielva. TOC, månedsmidler 1991/1992. KLASSEINDELING.

Fig. 5.

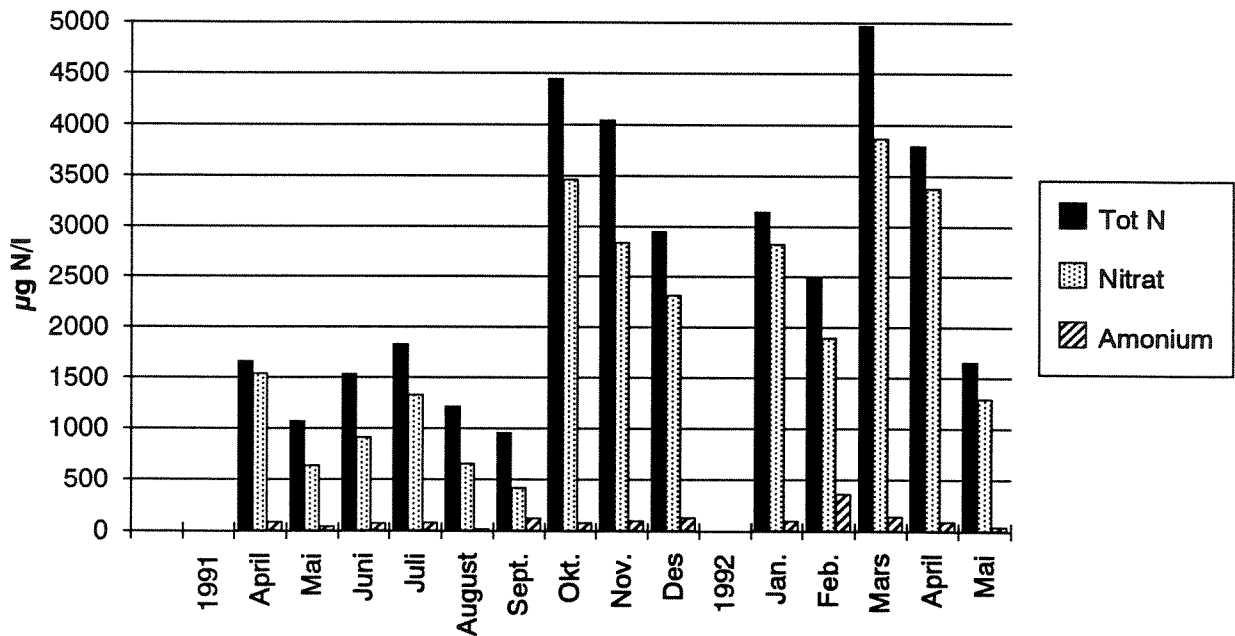
Aulielva 1991/1992. Nitrogenfraksjoner.

Fig. 6.

Aulielva. Total nitrogen, månedsmidler 1991/1992.
KLASSEINDELING

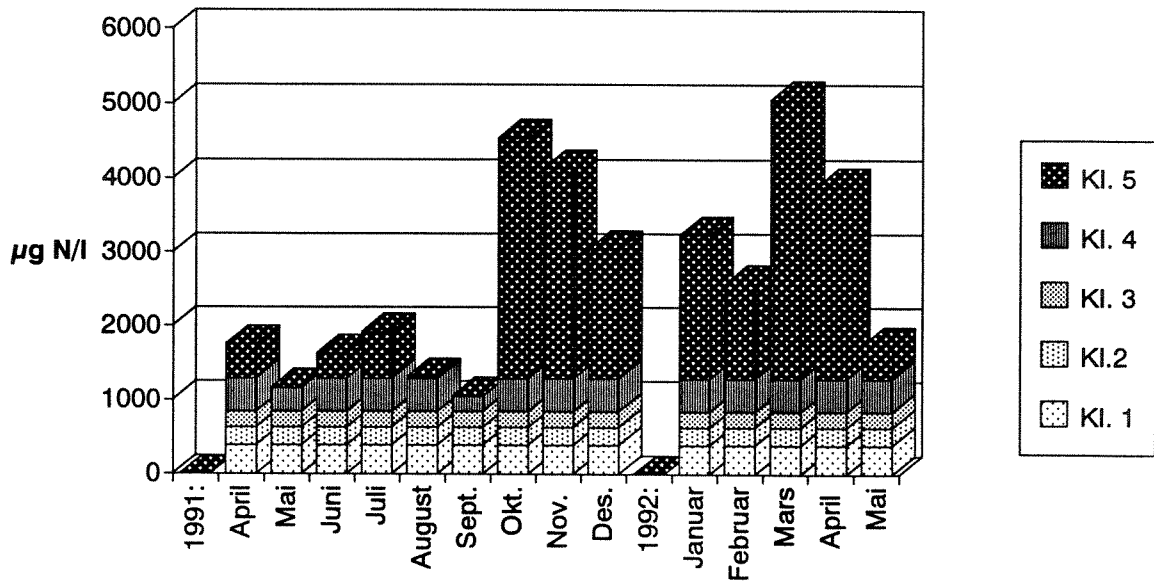
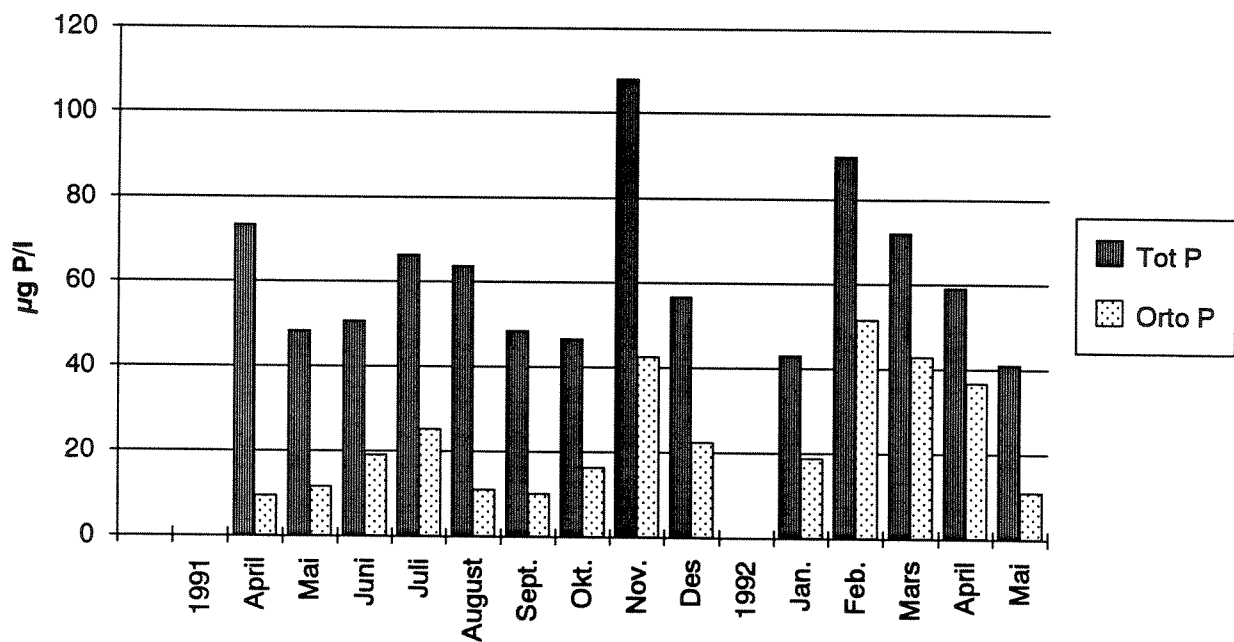


Fig. 7.

Aulielva 1991/1992. Total fosfor og ortofosfat.



Vannets innhold av total fosfor varierte mellom 11 µg P/l og 315 µg P/l - i de fleste tilfeller varierte verdiene mellom 30 og 50 µg P/l. Generelt sett økte konsentrasjonen noe i løpet av sommeren, avtok så utover høsten for så igjen å stige utover vinteren. Innimellom ble det målt meget høye verdier. Variasjonsmønsteret synes å være i overensstemmelse med nedbør og avrenningsforholdene.

Verdiene for ortofosfat, som er direkte tilgjengelig for plantevekst, varierte stort sett mellom 10 og 20 µgP/l. På enkelte prøvetakingsdager som f. eks den 4. november, var konsentrasjonen betydelig høyere (129 µg P/l). Månedsmidlene for total fosfor og ortofosfat er gitt i fig. 7.

Basert på månedsmidler og det reviderte klassifiseringssystemet (SFT 1992), var forurensningsgraden de fleste måneder kl. 4, men enkelte måneder som f.eks. november var forurensningsgraden kl. 5. (Naturtilstanden er satt til 12 µg P/l.) Klasseinndelingen er vist i fig. 8.

På bakgrunn av månedsmiddelverdiene var den partikulære fosforfraksjon (differansen mellom ufiltrert og filtrert total fosfor) vanligvis større enn 70 % av totalverdiene (fig. 9). Den partikulære fraksjon var høyest utover høsten og vinteren. Dette skyldes sannsynligvis stor tilførsel av erosjonsmateriale på denne tiden. Ortofosfatkonsentrasjonen steg også utover høsten og vinteren. Dette kan ha sammenheng med større tilførsler, men nedsatt biologisk produksjon er sannsynligvis den viktigste årsaken.

Bakterier: Vannets innhold av termotolerante koliforme bakterier er gitt i Vedlegg 1, tabell 4. Middel, maks. og min. - verdier går frem av fig. 10. Konsentrasjonene var lavest i mai/juni (maks. 45/100ml) og høyest i september (maks. 6000/100ml). Videre utover høsten og vinteren varierte månedsmiddelverdiene rundt 500/100ml. Dette variasjonsmønster er i tråd med hva som er normalt i denne type vannforekomster.

Klassifisering av forurensningsgrad basert på månedsverdier er vist i fig. 11 (hel søyle gjelder klasseverdien). I mai/juni var forurensningsgraden 2 og i september og februar 5 - ellers er forurensningsgraden 4 den mest vanlige. Midtsommers er normene for godt badevann (50 termotolerante bakterier/ 100 ml) ikke tilfredstillet.

4.4 Stofftransport

Stofftransporten er beregnet som veide middelverdier basert på månedsverdier i henhold til følgende formel:

$$\text{Transport} = \left(\frac{\sum(C_i * q_i)}{\sum q_i} \right) * Q$$

hvor C_i og q_i er henholdsvis stoffkonsentrasjon og vannføring på prøvetakingsdagen og Q er vannføringen i hele perioden (i dette tilfelle månedsvannføringen).

Det er beregnet stofftransport for total fosfor, total nitrogen, organisk stoff (TOC) og suspendert materiale. Resultatene er gitt i tabell 3 og figurene 12, 13, 14 og 15.

For alle stoffer var transporten størst i november, men også i april og mars var det høye transportverdier. Dette skyldes stor vannføring og følgelig stor tilførsel av erosjonsprodukter. Om sommeren ved lav vannføring var stofftransporten liten. Ca. halvparten av årstransporten av total fosfor ble transportert forbi prøvestedet i november. Hele 75 % av årstransporten for suspendert materiale gjelder november. Tilsvarende tall for total nitrogen og TOC er henholdsvis 33 og 39 %.

Med forurensningsgrad menes nåtilstandens avvik fra forventet naturtilstand. Med bakgrunn i biologisk erfaringsmateriale blir forholdet mellom nåtilstanden og den forventede naturtilstand lagt til grunn for klasseinndelingen. Se for øvrig SFT 1992 (under utgivelse).

Tabell 3.

Aulielva 1991/1992. Stofftransport.				
Måned	Tot. P	Tot N	TOC	Susp. matr.
1991	kg P	tonn N	tonn C	tonn
April	633	16,02	42,008	83,955
Mai	44	1,014	4,626	7,053
Juni	38	1,369	4,886	4,957
Juli	45	1,278	4,574	4,696
Aug.	18	0,354	1,835	1,506
Sept.	36	0,84	5,05	4,368
Okt.	362	24,533	39,417	28,727
Nov.	2437	62,28	127,605	1125,188
Des.	168	10,759	16,918	62,76
1992				
Jan.	112	9,336	11,801	12,809
Febr.	274	6,954	13,32	59,141
Mars	777	56,019	56,036	94,147
Sum	4944	190,756	328,076	1489,307

Fig. 8.

**Aulielva.Total fosfor, månedsmidler 1991/1992 -
KLASSEINDELING.**

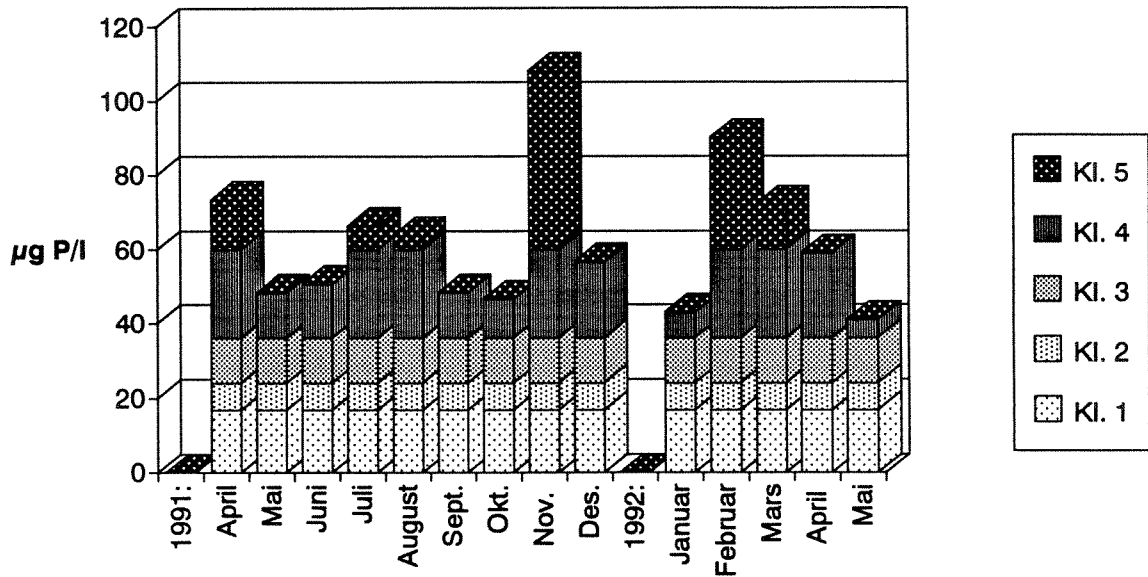


Fig. 9.

Aulielva 1991/1992. Fosfor-fraksjoner

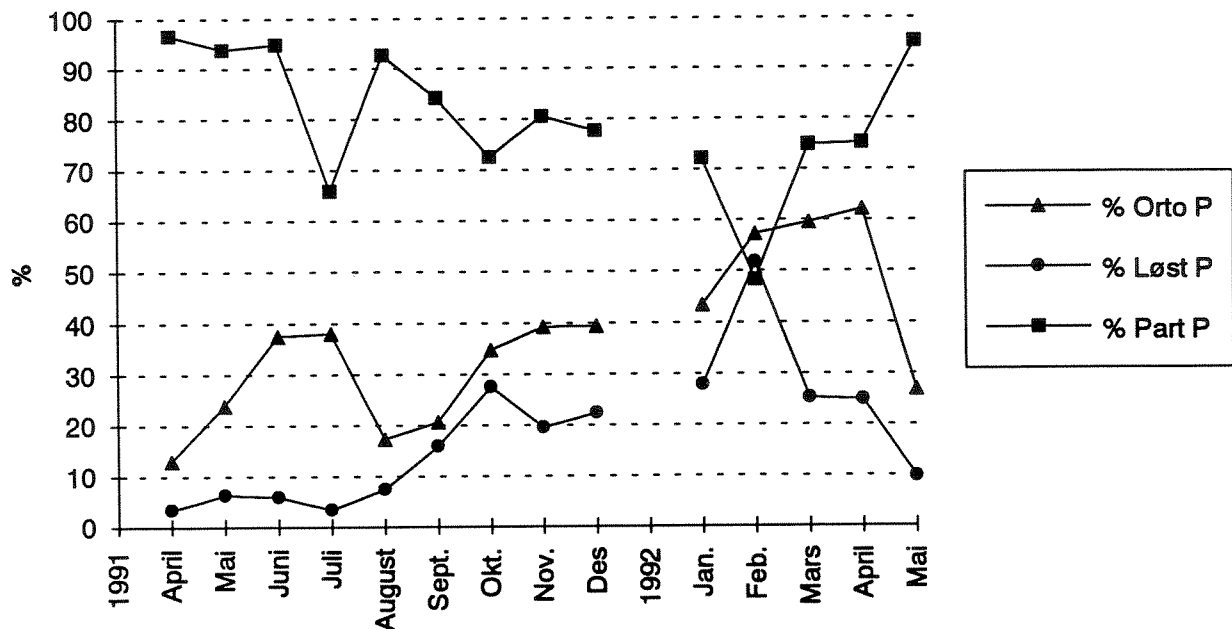


Fig. 10.

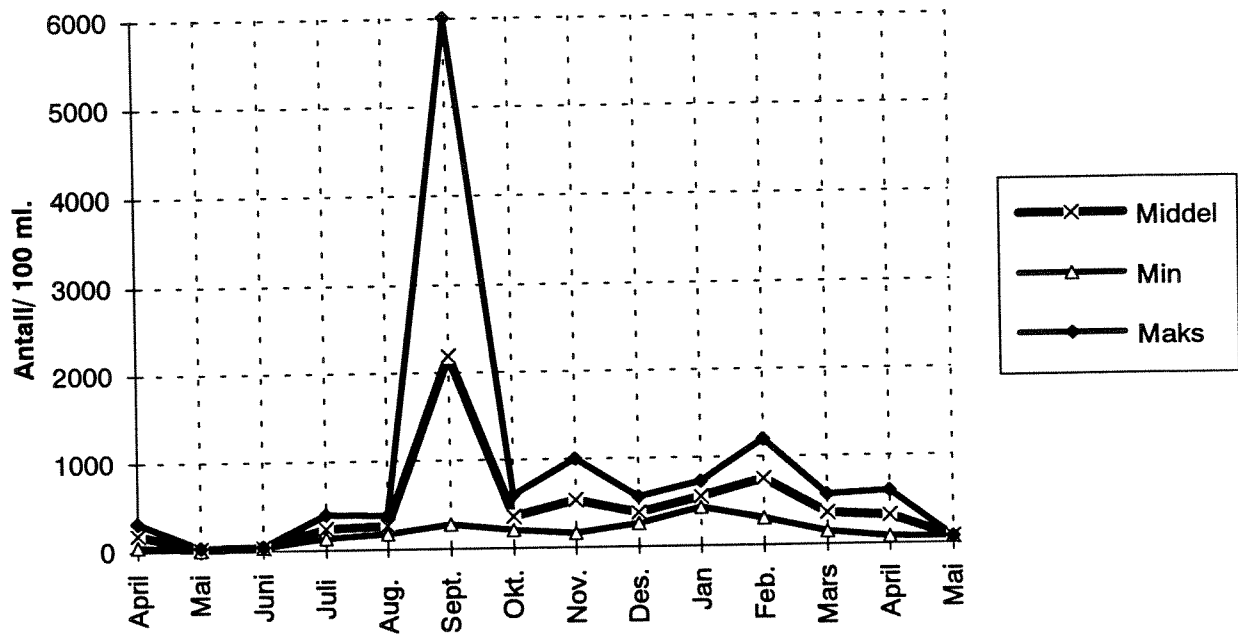
Aulielva. Termotolerante kolif. bakt. 1991/1992.

Fig. 11.

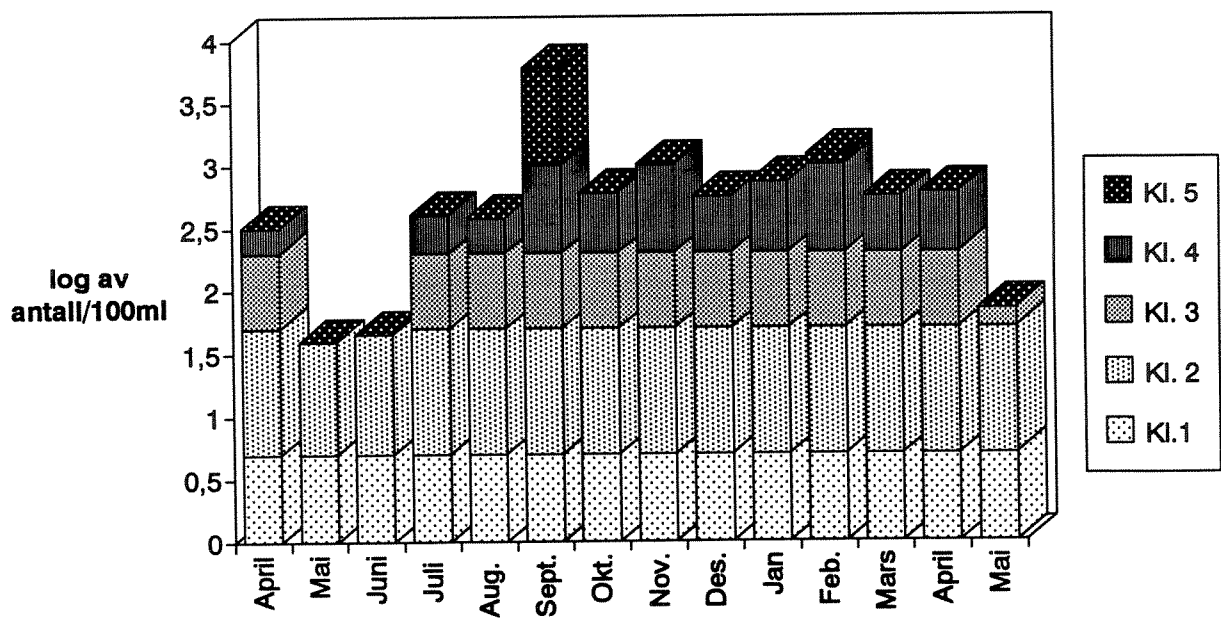
Aulielva 1991/1992. Bakterier. Forurensningsgrad

Fig. 12.

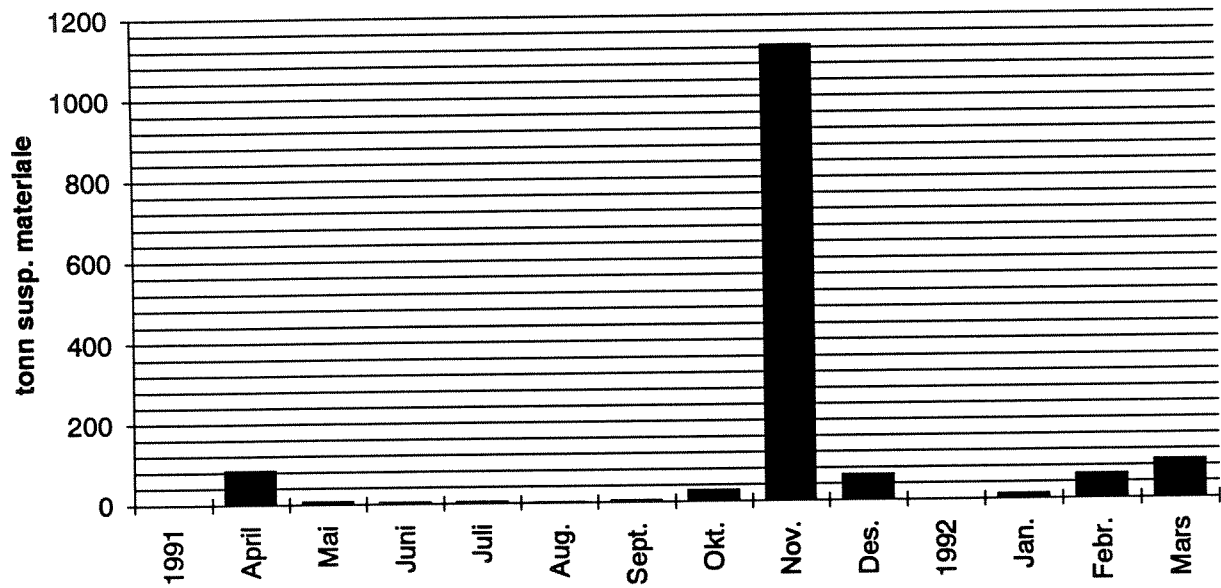
Aulielva 1991/1992. Transport av suspendert materiale

Fig. 13.

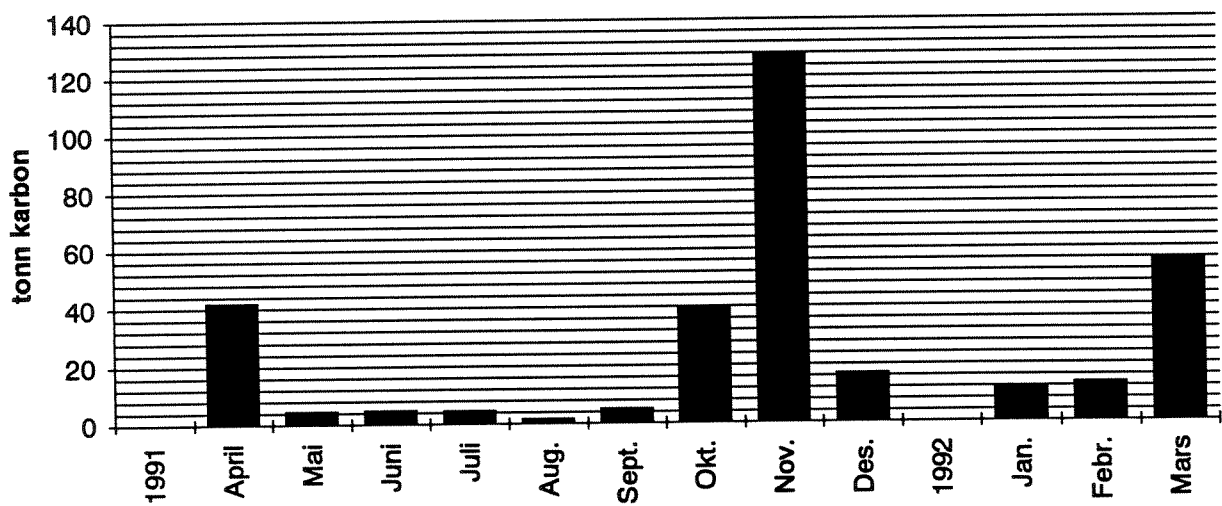
Aulielva 1991/1992. Transport av organisk stoff

Fig. 14.

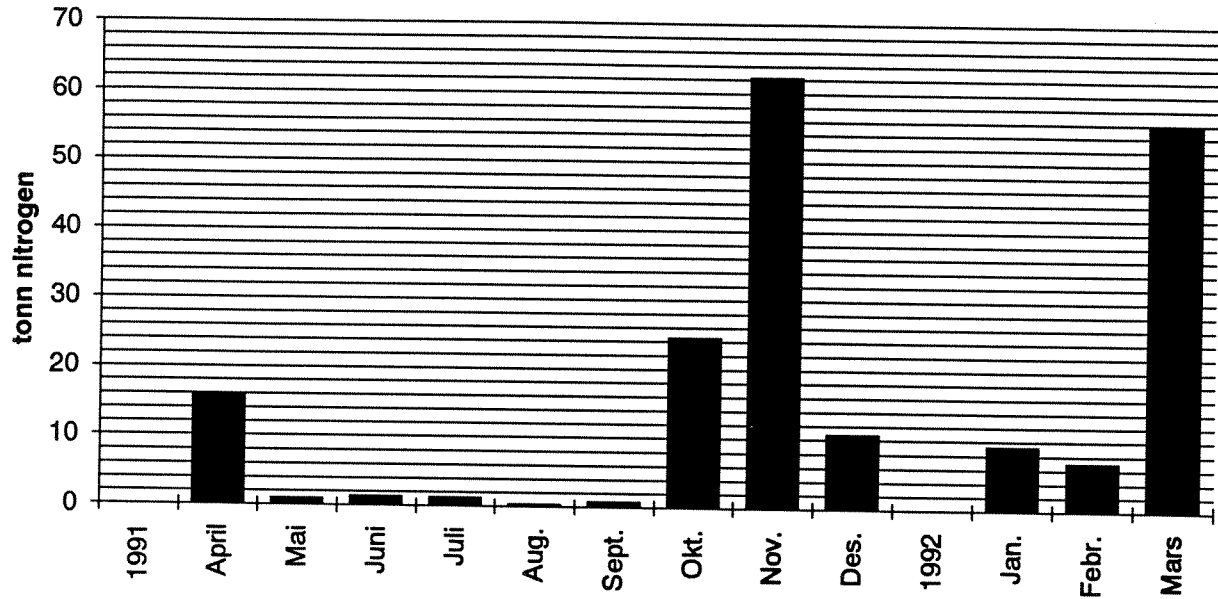
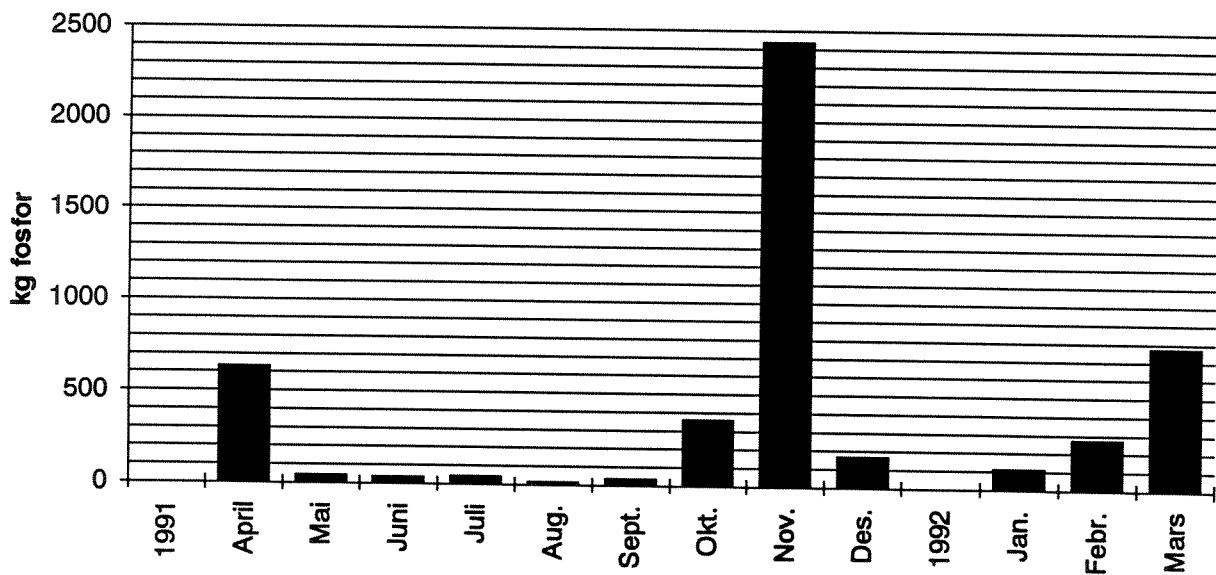
Aulielva 1991/1992. Nitrogentransport

Fig. 15.

Aulielva 1991/1992. Fosfortransport.

5. Sammenligning med tidligere observasjoner.

I forbindelse med NIVA's deltakelse i Den Internasjonale Hydrologiske Dekade (IHD), ble det i tidsrommet 1966 til 1973 samlet inn månedlige prøver fra Aulielva ved Sem bro. Resultatene er publisert i IHD- årbøker. Vedlegg 1, tabell 5 fremstiller årsmidler av de kjemiske analyseresultater samt maks. og min. av disse. Figurene 16, 17, 18 og 19 fremstiller årsmidlene fra denne undersøkelse sammen med årsmiddelverdien fra undersøkelse fra april 1991 til mars 1992 for de parametre som har inngått i begge undersøkelser.

pH som bl.a. er avhengig av plantevekst i vannet (økt plantevekst høyner pH), var betydelig høyere i 1991/1992 enn IHD-verdiene, men også i perioden 1966 - 1973 var det store variasjoner fra år til år.

Konduktivitetsverdiene var omtrent dobbel så høy i 1991/1992 som årsmiddelverdiene i perioden 1966 - 1973. Dette kan i vesentlig grad ha sammenheng med at 1991/1992 var et nedbørfattig år og følgelig større grunnvannstilsig til elva. Økt forurensning kan imidlertid også være en medvirkende årsak.

Vannets innhold av **total fosfor** og **ortofosfat** var noe lavere i 1991/1992 enn det IHD-verdiene viser. Dette kan også ha sammenheng med avrenningsforholdene. Eventuell endring i analysemetoder og prosedyrer må også taes i betraktning.

Selv om det var store variasjoner fra år til år i årsmiddelverdiene fra IHD-perioden synes verdiene for **total nitrogen** og **nitrater** å ha økt betydelig fra slutten av 60-årene frem til i dag.

Avrenningsforholdene har også i denne sammenheng stor betydning. I fig. 20 og 21 er lineære tidstrenddiagrammer for total nitrogen og nitrater fremstilt. Av disse figurene går det frem at konsentrasjonen av nitrogen var omtrent dobbelt så høy i 1991/92 som i 1966.

Fig. 16.

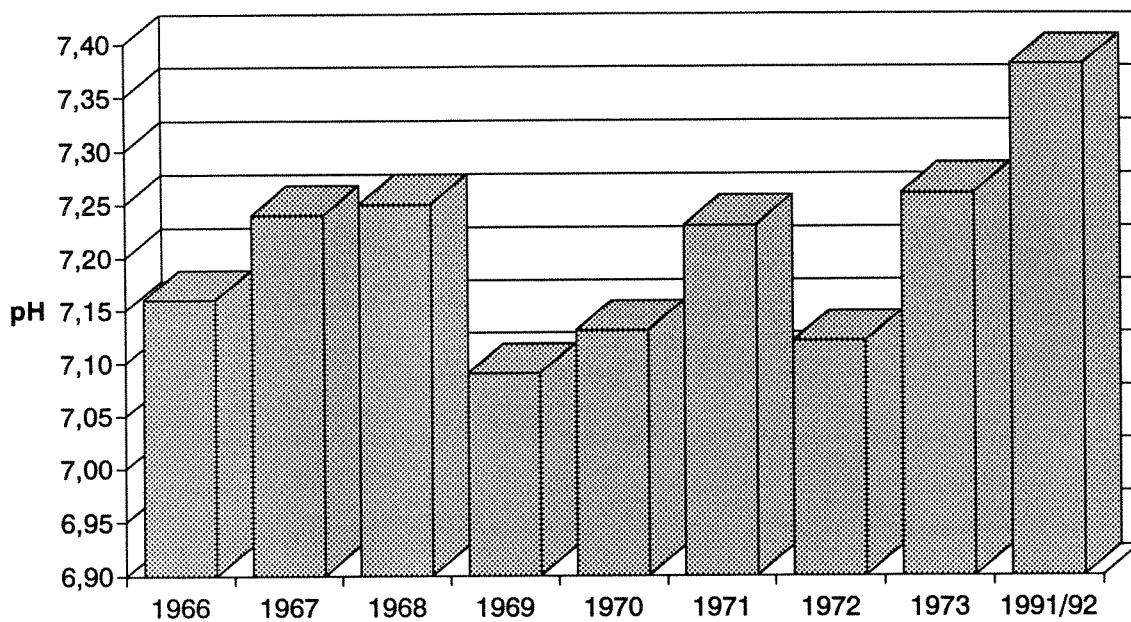
Aulielva: pH - årsmidler.

Fig. 17.

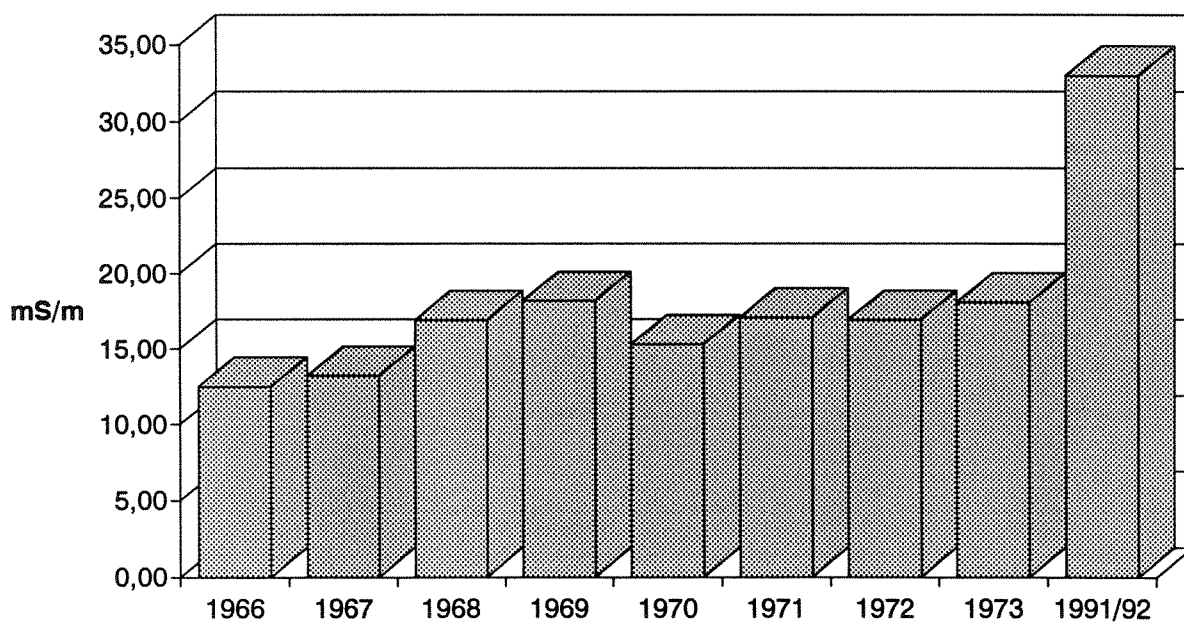
Aulielva: Konduktivitet - årsmidler.

Fig. 18.

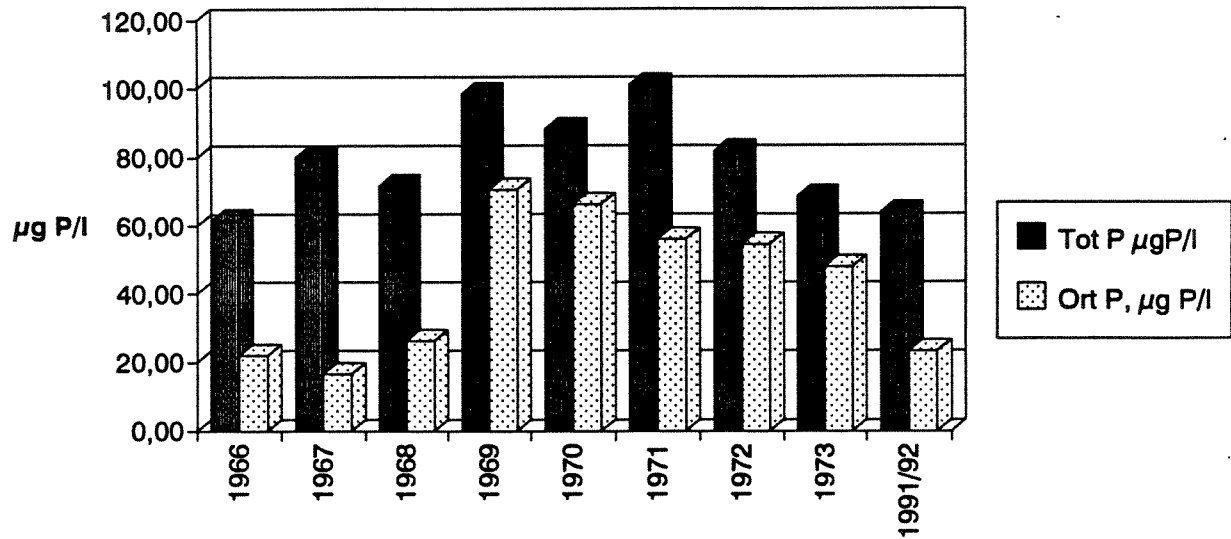
Aulielva. Total fosfor og ortofosfat - årsmidler.

Fig. 19.

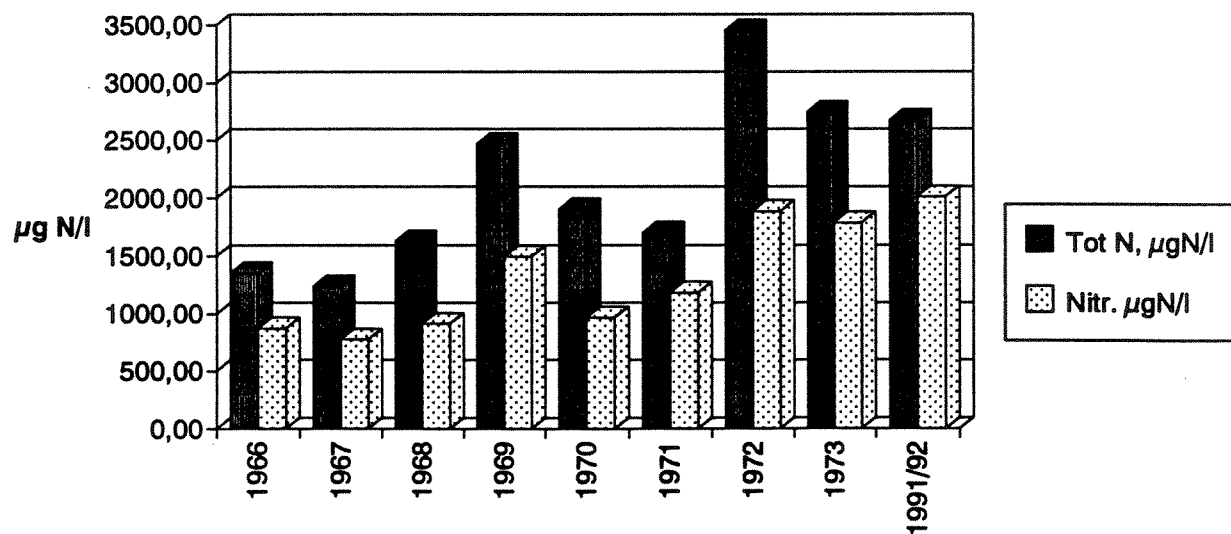
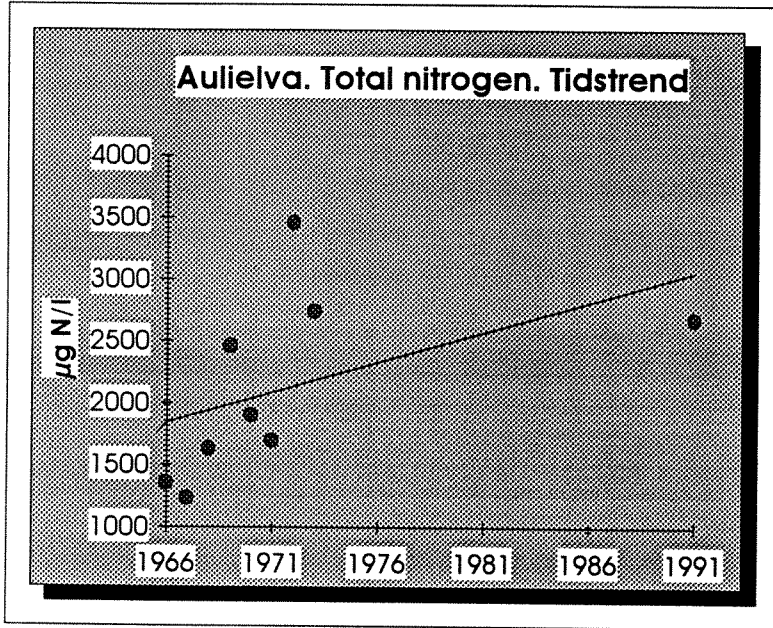
Aulielva: Total nitrogen og nitrater - årsmidler.

Fig. 20.

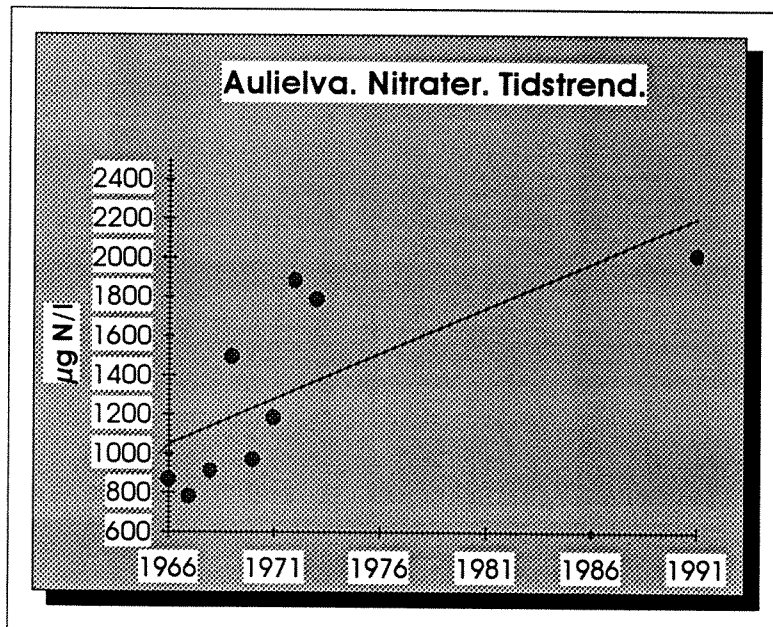


$$y = 48.45x - 93416.0$$

$$r^2: 0.240393$$

$$F: 2.215295$$

Fig. 21.



$$y = 46.27x - 89921.4$$

$$r^2: 0.522966$$

$$F: 7.674008$$

6. Sammenfattende diskusjon.

Aulielva drenerer i vesentlig grad et lavlandsområde hvorav store deler ligger under den marine grense. Vi må derfor anta at avrenningsvannet fra naturens side er næringsrikt og produktivt. Over 30% av nedbørfeltet er dyrket mark hvor det drives intensiv jordbruksvirksomhet - korn og husdyrhold. Vi antar at det i dag er over 15000 mennesker som bruker elva som resipient for sitt avløpsvann.

I tidsrommet april 1991 til mai 1992 ble det foretatt en overvåkingsundersøkelse av Aulielva. Næringsmiddeltilsynet i Tønsberg har vært ansvarlig for prøvetaking og analysearbeide. I det nevnte tidsrom ble det samlet inn prøver i alt 48 ganger fra *en* prøvetakingsstasjon ved Sem bro (E 18). Det var vannets innhold av næringssalter, partikulært materiale og bakterier som ble viet størst oppmerksomhet.

Det var unormalt lite nedbør i undersøkelsesperioden og følgelig liten avrenning. Den midlere avrenning var 10,7 l/s. km² mot normalt 14,9 l/s km². Avrenningen var spesiell lav under sommermånedene 1991. Vinteren 1991/1992 var mild og nedbøren kom som regel som regn. Dette førte til en større vinteravrenning enn normalt. På grunn av løsavsetningenes mektighet i området, må vi anta at en stor del av tilrenningsvannet var grunnvann, ihvertfall i perioder med liten vannføring.

Vannets pH varierte stort sett mellom pH 7 og 8. Disse relativt høye verdier skyldes sannsynligvis stor tilførsel av grunnvann og til tider stor plantevekst i elva. Konduktivitetsverdiene var også høye, noe som vi antar i vesentlig grad har naturlige årsaker (grunnvann), men det er mulig tilførsler av forurensninger har medført en viss økning. Konduktivitetsverdiene var omtrent dobbelt så høye som i slutten av 60- og begynnelsen av 70-årene - noe som vi antar i vesentlig grad skyldes nedbør/avrenningsforholdene.

Vannets innhold av næringssaltene fosfor og nitrogen var høyt. Selv om vi må anta at den naturlige tilførsel av slike stoffer er stor i dette området, er den vesentligste årsak til de høye konsentrasjoner tilførsler av boligkloakkvann og avrenning fra jordbruksaktiviteter.

Over 70 % av fosforet (vel 60 µg P/l i middel) foreligger som partikulært fosfor og er således lite tilgjengelig for plantevekst. Til tross for dette er konsentrasjonen av ortofosfat som er direkte tilgjengelig for algevekst i middel over 20 µg P/l. Dette viser at produksjonspotensialet er meget stort i Aulielva. Basert på fosfor tilhører vannkvaliteten forurensningsklasse 4.

Middelkonsentrasjonen av total nitrogen var over 2500 µg N/l og tilsvarende verdi for nitrat ca 2000 µg N/l. Konsentrasjonen av ammonium - middelverdi 105 µg N/l - var lav i forhold til nitratkonsentrasjonen, men generelt sett er også denne konsentrasjonen høy. Vi antar at avrenning fra landbruksvirksomheten er en vesentlig årsak til de høye nitrogenverdier. Basert på nitrogen tilhører vannkvaliteten (eutrofiering) i Aulielva forurensningsgrad 5.

Vannet i Aulielva er under flomperioder sterkt belastet med suspendert materiale og verdier på over 160 mg/l er målt. Ved normal og lav vannføring varierte konsentrasjonene mellom 2 og 10 mg/l. Forurensningsgraden (virkning av partikulært materiale) for komponenten er ved normal vannføring kl. 3 ellers kl. 5. Årsaken til de høye konsentrasjoner av suspendert materiale, er tilførsel av erosjonsmateriale fra omgivelsene. Vi må anta at jordbruket, særlig avrenning fra åpen åker (vår og høst), har stor betydning i denne sammenheng, men erosjon i selve elveleiet vil også bidra.

Vannets innhold av organisk stoff er også høyt, og forurensningsgraden (virkning av organisk stoff) er 3 på årsbasis. Konsentrasjonen varierer med avrenningsforholdene og de høyeste verdier ble målt om høsten og vinteren. Vi antar at en vesentlig del av det organiske stoffet tilføres som humusstoffer fra

skog og myrområder, men forurensningstilførsler spiller sannsynligvis en stor rolle også i denne sammenheng.

De bakteriologiske analyseresultater viser også at vannet til tider, særlig om høsten, er kraftig forurenset av tarmbakterier. På forsommeren var konsentrasjonen lavere, men vannkvaliteten tilfredsstillende ikke bakteriologisk sett Helsemyndighetenes normer for godt badevann. Forurensningsgraden (mikrobiologisk belastning) for tarmbakterier er 4 på årsbasis.

Den årlige stofftransport ved prøvetakingsstedet var i henhold til beregningene:

- ca. 5 tonn total fosfor hvorav omtrent halvparten foregikk i november.
- ca. 190 tonn total nitrogen
- ca. 330 tonn organisk stoff som TOC
- ca. 1500 tonn suspendert materiale

Sammenlignet med undersøkelsesresultater fra slutten av 60 - årene/begynnelsen av 70 - årene, har fosforkonsentrasjonen i liten grad forandret seg, mens nitrogenkonsentrasjonen er blitt bortimot fordoblet. Konduktivitetsverdiene var også ca. dobbelt så høye i 1991/92 som IHO-verdiene.

Vedlegg

Vedlegg.

Tabell 1.

Melsom. Nedbørhøyder i mm.															
År	Jan.	Feb	Mars	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt	Nov	Des	År	Maks	Min
1965	115	11	23	127	89	98	122	65	249	29	61	121	1110	249	11
1966	53	114	62	47	87	22	49	109	60	200	136	227	1166	227	22
1967	89	125	74	64	117	70	22	141	88	247	149	101	1287	247	22
1968	62	79	44	30	70	132	69	33	115	140	111	54	939	140	30
1969	217	39	7	99	64	61	75	44	96	57	138	30	927	217	7
1970	36	48	52	76	4	70	143	74	101	155	303	34	1096	303	4
1971	90	62	66	27	64	61	64	74	32	110	110	52	734	110	27
1972	40	59	104	92	62	94	66	157	85	26	22	108	915	157	22
1973	65	54	28	58	116	45	86	87	148	14	89	88	878	148	14
1974	151	78	47	47	31	47	81	60	239	173	206	69	1229	239	31
1975	203	36	35	33	39	12	35	49	163	70	145	58	878	203	12
1976	24	57	6	20	77	22	26	6	81	336	192	83	930	336	6
1989	11	86	127	107	17	44	76	126	63	84	94	57	892	127	11
1990	130	180	22	72	13	86	80	90	52	93	37	147	1002	180	13
1991	125	32	72	15	2	84	46	56	100	105	193	31	861	193	2
1992	26	26	93	81									777	193	2
April 91 - Mars 92															

Tabell 2.

AULIELVA 1991/92, Vannføring														
Dato	Mars	April	Mai	Juni	Juli	August	Sept.	Oktober	Novemb.	Des.	Januar	Februar	Mars	April
1		4,15	0,68	0,08	0,44	0,08	0,04	10,06	0,78	2,29	1,57	0,44	0,78	1,64
2		8,39	0,64	0,09	0,33	0,09	0,04	8,57	11,25	2,03	1,64	0,37	1,64	1,72
3		9,84	0,64	0,09	0,27	0,09	0,03	2,84	12,41	1,79	2,75	0,64	1,87	1,57
4		7,39	0,59	0,13	0,24	0,09	0,03	1,87	12,93	1,57	2,84	0,51	0,94	1,64
5		5,72	0,55	0,13	0,22	0,09	0,03	1,3	10,99	1,23	1,87	0,4	0,99	4,15
6		6,91	0,51	0,13	0,22	0,09	0,03	2,12	9,95	1,23	1,64	0,33	1,95	6
7		5,86	0,47	0,11	0,22	0,11	0,03	1,79	9,75	0,99	1,36	0,44	2,38	4,77
8		6,75	0,47	0,11	0,19	0,15	0,02	1,17	7,55	0,94	1,23	1,11	2,47	3,69
9		5,17	0,44	0,17	0,19	0,4	0,02	0,94	4,39	0,94	1,11	1,64	2,38	2,84
10		4,03	0,44	0,15	0,19	0,27	0,02	0,78	3,15	0,88	0,88	3,57	3,25	2,47
11		4,52	0,4	0,19	0,17	0,19	0,02	0,68	6,45	0,88	1,05	3,25	8,39	2,38
12		3,91	0,4	0,24	0,15	0,15	0,02	0,59	7,07	0,83	0,88	1,3	4,27	2,12
13		3,36	0,37	0,27	0,17	0,13	0,03	0,55	8,57	0,88	0,68	2,03	4,03	2,2
14		2,94	0,33	0,24	0,22	0,11	0,05	0,51	9,9	0,83	0,78	2,29	2,12	4,52
15		2,65	0,33	0,22	0,22	0,09	0,06	0,51	10,97	0,73	0,7	1,23	2,03	4,52
16		2,38	0,3	0,22	0,19	0,09	0,08	0,64	6,91	0,73	0,7	0,94	1,17	2,94
17		2,03	0,27	0,22	0,3	0,09	0,09	6,45	4,03	0,78	0,64	0,73	0,99	2,2
18		1,87	0,3	0,19	0,37	0,09	0,13	8,74	3,04	1,87	0,64	0,64	1,05	2,12
19		1,72	0,3	0,24	0,33	0,09	0,17	5,03	2,56	1,64	0,88	0,55	5,72	2,12
20		1,57	0,27	0,4	0,3	0,08	0,17	2,2	2,84	2,38	0,64	0,59	5,44	1,64
21		1,43	0,24	0,55	0,37	0,08	0,13	1,5	1,95	1,5	0,59	0,59	5,58	1,43
22	9,87	1,3	0,24	0,4	0,33	0,06	0,22	1,17	2,38	1,17	0,55	0,64	10,06	
23	8,57	1,23	0,22	0,4	0,27	0,06	0,59	0,94	2,12	1,64	0,47	0,99	11,79	
24	8,57	1,11	0,17	0,37	0,22	0,06	0,51	0,83	1,95	1,3	0,4	0,83	7,88	
25	8,92	1,05	0,15	0,3	0,22	0,06	0,55	0,73	2,03	1,05	0,4	0,59	4,52	
26	9,1	0,94	0,17	0,27	0,17	0,06	0,3	0,64	3,04	1,05	0,47	0,55	4,27	
27	9,87	0,88	0,17	0,73	0,15	0,05	0,24	0,64	4,15	1,05	0,51	0,51	4,52	
28	10,18	0,83	0,15	1,36	0,19	0,05	0,22	0,59	3,15	0,94	0,47	0,83	3,15	
29	9,9	0,73	0,11	0,88	0,13	0,04	0,22	0,55	3,15	0,88	0,47	0,94	2,29	
30	8,57	0,73	0,11	0,55	0,13	0,04	3,25	0,51	2,47	0,83	0,44		1,95	
31	5,03		0,09		0,09	0,04		0,51		0,68	0,4		1,72	
Middel	8,88	3,79667	0,339355	0,307667	0,232258	0,102258	0,244667	2,127419	5,729333	1,21871	0,958452	1,016207	3,599677	2,794286
Maks	10,18	9,84	0,68	1,36	0,44	0,4	3,25	10,06	12,93	2,38	2,84	3,57	11,79	6
Min	5,03	0,73	0,09	0,08	0,09	0,04	0,02	0,51	0,78	0,68	0,4	0,33	0,78	1,43

Tabell 3.

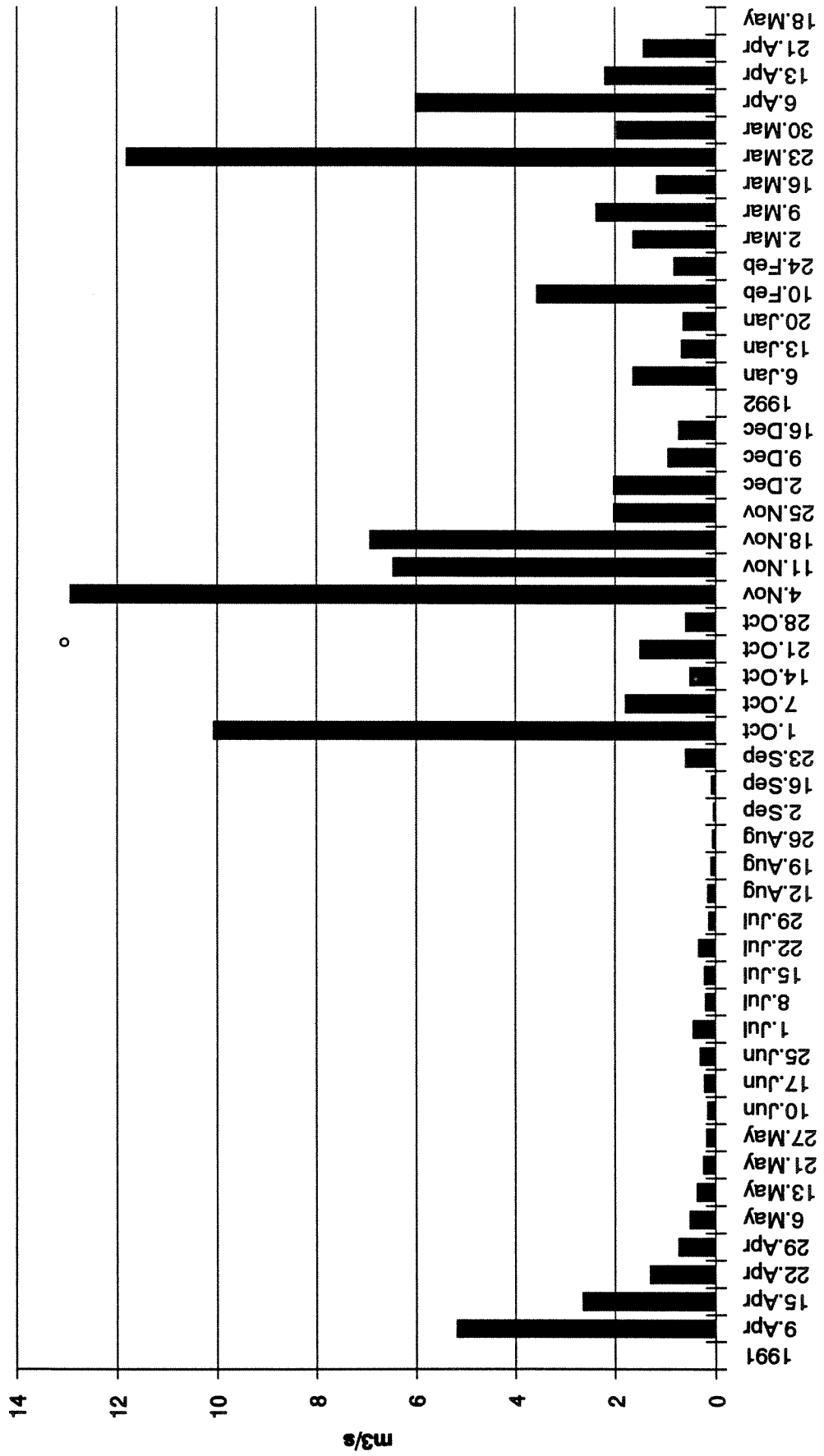
Aulielva, Fysisk/kjemiske resultater 1991/1992													
Dato	m3/s	pH	Kond. mS/m	Susp. st. mg/l	TOC mgC/l	Tot N mg N/l	Nitrat mg N/l	Amonium mg N/l	Tot P mg P/l	Orto P mg P/l	Leat P mg P/l	Part P mg P/l	
April													
9	5,17	7	11	13	5,28	2,07	1,96	0,088	0,022	0,004	0,003	0,019	
15	2,65	7,2	11,2	6	4,3	1,61	1,59	0,136	0,2	0,009	0,002	0,198	
22	1,3	7	15	7	4,1	1,55	1,26	0,044	0,029	0,011	0,002	0,027	
29	0,73	7,3	17	3	4,4	1,41	1,34	0,082	0,042	0,014	0,003	0,039	
Mai													
6	0,51	7,7	17	7	4,3	1,21	0,87	0,056	0,046	0,021	0,004	0,042	
13	0,37	7,5	19	4	5,12	1,12	0,72	0,033	0,051	0,012	0,003	0,048	
21	0,24	8,6	20,5	15	6,57	1,08	0,5	0,046	0,055	0,008	0,002	0,053	
27	0,17	8,2	23	8	5,3	0,87	0,45	0,027	0,041	0,007	0,003	0,038	
Juni													
10	0,15	7,9	30,7	3,5	7,3	0,855	0,232	0,029	0,052	0,019	<0,001	0,052	
17	0,22	7,7	29	7	5,27	1,29	0,671	0,028	0,069	0,024	<0,001	0,069	
25	0,3	7,4	22	7	6,17	2,46	1,83	0,162	0,031	0,014	0,008	0,023	
Juli													
1	0,44	7,1	16	11	8,34	2,69	2,07	0,137	0,089	0,043	0,018	0,071	
8	0,19	7,8	19,5	6	6,59	1,59	1,12	0,015	0,059	0,013	0,005	0,054	
15	0,22	7,4	23,4	4	7	1,27	0,73	0,057	0,036	0,007	0,009	0,027	
22	0,33	7,3	21,9	8	6,97	2,3	1,75	0,179	0,085	0,049	0,032	0,053	
29	0,13	7,6	35,5	3	6,7	1,28	0,958	0,02	0,062	0,014	0,049	0,013	
August													
12	0,15	7,1	49	6	6,8	1,44	0,753	0,45	0,063	0,014	0,009	0,054	
19	0,09	7,4	47	<5	6,2	1,32	0,788	0,065	0,077	0,01	0,001	0,076	
26	0,06	7,7	52	<5	7,2	0,88	0,443	0,019	0,051	0,009	0,004	0,047	
Sept.													
2	0,04	7,5	52,8	<5	6,78	0,72	0,203	0,093	0,035	0,005	0,004	0,031	
16	0,08	7,5	69	7	10,5	0,704	0,223	0,098	0,05	0,009	0,009	0,041	
23	0,59	7,4	62	7	7,7	1,45	0,835	0,188	0,06	0,016	0,01	0,05	
Okt.													
1	10,06	7,3	46	<5	7,2	4,96	4,28	0,133	0,078	0,029	0,019	0,059	
7	1,79	7,4	41,7	5	6,8	5,96	5,46	0,071	0,052	0,02	0,016	0,036	
14	0,51	7,3	42	15	5,8	3,39	3,12	0,062	0,038	0,011	0,016	0,022	
21	1,5	7,1	37,3	2	6,09	5,33	3,18	0,057	0,038	0,013	0,008	0,03	
28	0,59	7,3	40	<5	5,53	2,58	1,26	0,066	0,027	0,008	0,005	0,022	
Nov.													
4	12,93	6,8	22,5	160	11,9	5,21	4,1	0,161	0,315	0,129	0,066	0,249	
11	6,45	7,1	28	5	5,3	3,35	2,76	0,073	0,041	0,016	0,006	0,035	
18	6,91	6,8	27	<5	6,43	2,94	2,67	0,032	0,032	0,01	0,004	0,028	
25	2,03	7,3	26,3	<5	5,35	4,67	1,81	0,121	0,044	0,015	0,008	0,036	
Des													
2	2,03	6,7	37	<5	5,23	3,98	3,35	0,157	0,037	0,019	0,012	0,025	
9	0,94	7,3	34,5	61	5,2	2,67	2,02	0,187	0,088	0,022	0,011	0,077	
16	0,73	7,4	34	<5	5,03	2,2	1,57	0,045	0,045	0,026	0,015	0,03	
Jan.													
6	1,64	7,3	40	5	4,9	4,65	4,38	0,133	0,045	0,008	0,005	0,04	
13	0,68	7,5	38,5	<5	4	2,56	2,22	0,141	0,04	0,022	0,013	0,027	
20	0,64	7,4	37	<5	4,5	2,22	1,87	0,016	0,044	0,026	0,018	0,026	
Febr.													
10	3,57	7,4	35	27	5,45	2,88	1,95	0,42	0,118	0,08	0,077	0,041	
24	0,83	7,5	39,5	7	4,29	2,09	1,84	0,31	0,062	0,023	0,016	0,046	
Mars													
2	1,64	7,4	42	11	4,5	3,14	2,68	0,281	0,118	0,072	0,028	0,09	
9	2,38	7,6	46,5	16	5,9	6,73	6,36	0,117	0,071	0,027	0,014	0,057	
16	1,17	7,5	36,5	11	4,4	4,87	4,46	0,11	0,047	0,017	0,006	0,041	
23	11,79	6,7	25	9	6,4	6,45	2,92	0,116	0,088	0,077	0,033	0,055	
30	1,95	7,4	32	<5	4,1	3,63	2,92	0,082	0,036	0,021	0,01	0,026	
April													
6	6	7,5	35	57	4,1	5,75	5,15	0,113	0,12	0,073	0,025	0,095	
13	2,2	7,5	31	8	4,3	2,91	2,58	0,124	0,046	0,024	0,015	0,031	
21	1,43	7,8	29	6	4,5	2,73	2,4	0,045	0,011	0,013	0,004	0,007	
Mai													
18		7,5	29	9	5,4	1,85	1,29	0,044	0,041	0,011	0,004	0,037	

Aulieva. Termotolerante koliforme bakterier 1991/1992.														
Antall/100 ml.														
Dato	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Des.	Jan	Feb.	Mars	April	Mai
1				280			600							
2					6000				330			560		
3								1000						
4														
5														
6		39					200			730			600	
7														
8				130										
9	320								260			410		
10			33								1200			
11								410						
12					240									
13			22							510			260	
14							400							
15	180			190										
16						290			560			140		
17				35										
18								160						70
19					170									
20										430				
21		5					330							80
22	180			200										
23						270							>30	
24											300			
25								560						
26				45	380									
27			8											
28							250							
29	49			400										
30												300		
31														

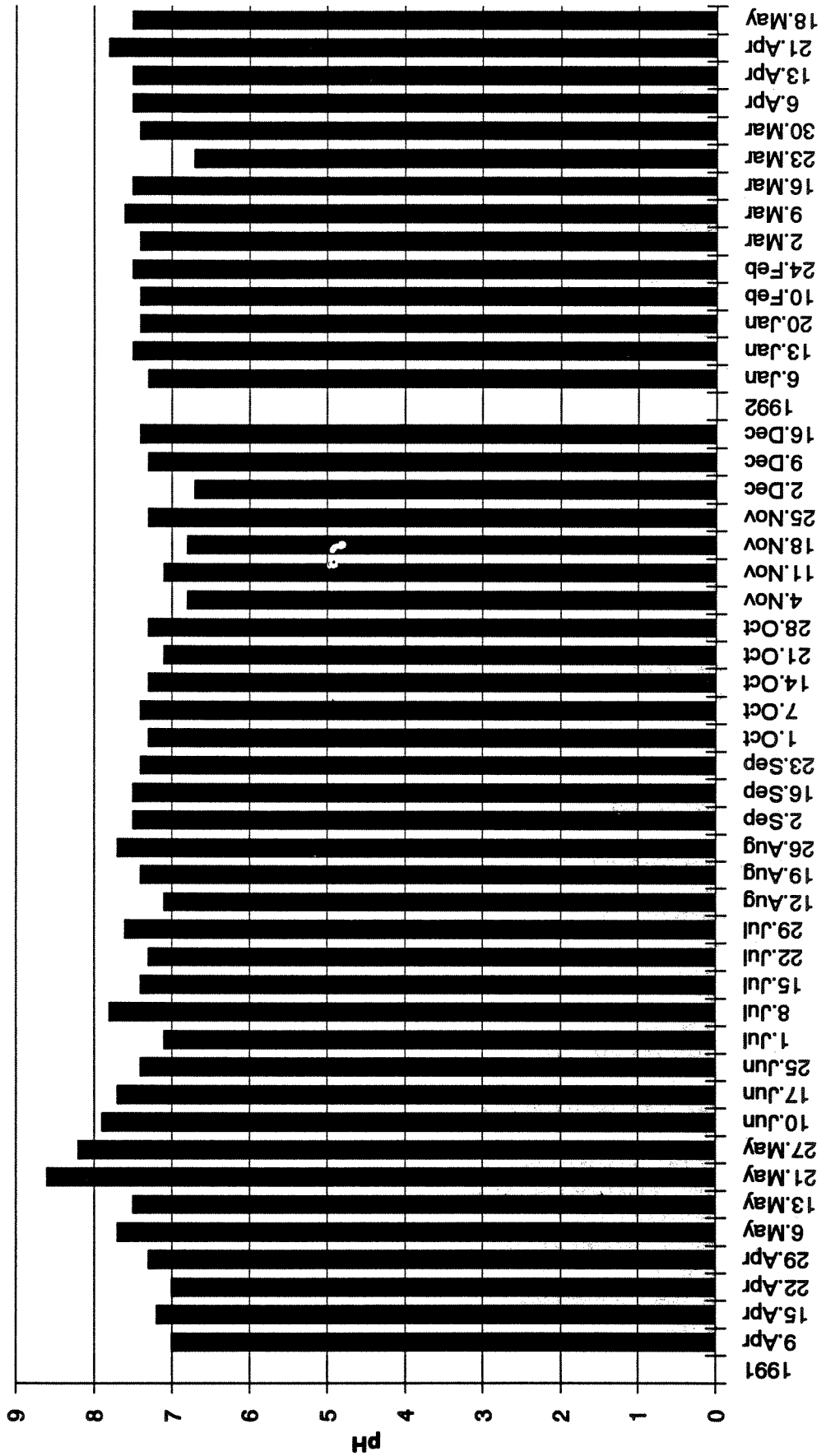
Tabell 5.

Aulielva 1966/1973. Kjemiske analyseresultater. Årsmidler.								
	pH	Kond.	Farge	Turb	Perm.tall	Jern	Mangan	Klorid
År		mS/m		FTU	mg O/l	µg Fe/l	µg Mn/l	mg CL/l
1966	7,16	12,5	120	17	4,6	729	151	15,5
1967	7,24	13,2	147	29	5	1124	46	17
1968	7,25	16,9	98	13	4,8	533	45	24,5
1969	7,09	18,2	141	16	6,4	663	63	21,4
1970	7,13	15,3	151	11	6,2	403	69	15,3
1971	7,23	17,1	148	10	6,2	504	55	22,5
1972	7,12	16,9	189	11	5,7	444	48	17,4
1973	7,26	18,1	174	11	4,9	402	50	18,1
Middel	7,19	16,03	146	15	5,5	600	66	19
Maks	7,26	18,2	189	29	6,4	1124	151	24,5
Min	7,09	12,5	98	10	4,6	402	45	15,3
	Sulfat	Silisium	Kalsium	Magnium	Natrium	Kalium	Tot. N	Nitrat
År.	Mg SO4/l	mg SiO2/l	mg Ca/l	mg Mg/l	mg Na/l	mg K/l	µg N/l	µg N/l
1966	12,8	5,7	8,9	3,4	11,4	2,5	1355	870
1967	9,1	6,6	8,6	3,7	9,5	2,3	1238	775
1968	8,9	6,5	10,5	5,2	14,8	3,4	1628	913
1969	11,4	6,2	12,6	5,1	17,6	3,9	2467	1495
1970	12,6	6,9	15,2	4,5	15,3	3,1	1902	966
1971	12,9	5,6	13,7	4,5	17,9	4,8	1698	1180
1972	14,7	7,8	14	4,4	14,2	3	3453	1884
1973	16,8	9,8	15,1	5	16	3,7	2742	1787
Middel	12,4	6,9	12,3	4,5	14,6	3,3	2060	1234
Maks	16,8	9,8	15,2	5,2	17,9	4,8	3453	1884
Min	8,9	5,6	8,6	3,4	9,5	2,3	1238	775
	Tot P	Orto-P	Kobber	Sink	Alk.pH 4,5			
År	µg P/l	µg P/l	µg Cu/l	µg Zn/l	mekv/l			
1966	62	22	28,6	47,4	0,63			
1967	80	17	27,3	54,5	0,73			
1968	72	26	22,5	28,7	0,848			
1969	98	71	19,6	10,9	0,721			
1970	88	66	19,6	15,2	0,67			
1971	101	56	27	18	0,895			
1972	82	54	12,3	11,6	0,734			
1973	68	48	8,6	12	0,683			
Middel	81	45	20,7	24,8	0,739			
Maks.	101	71	28,6	54,5	0,895			
Min.	62	17	8,6	10,9	0,63			

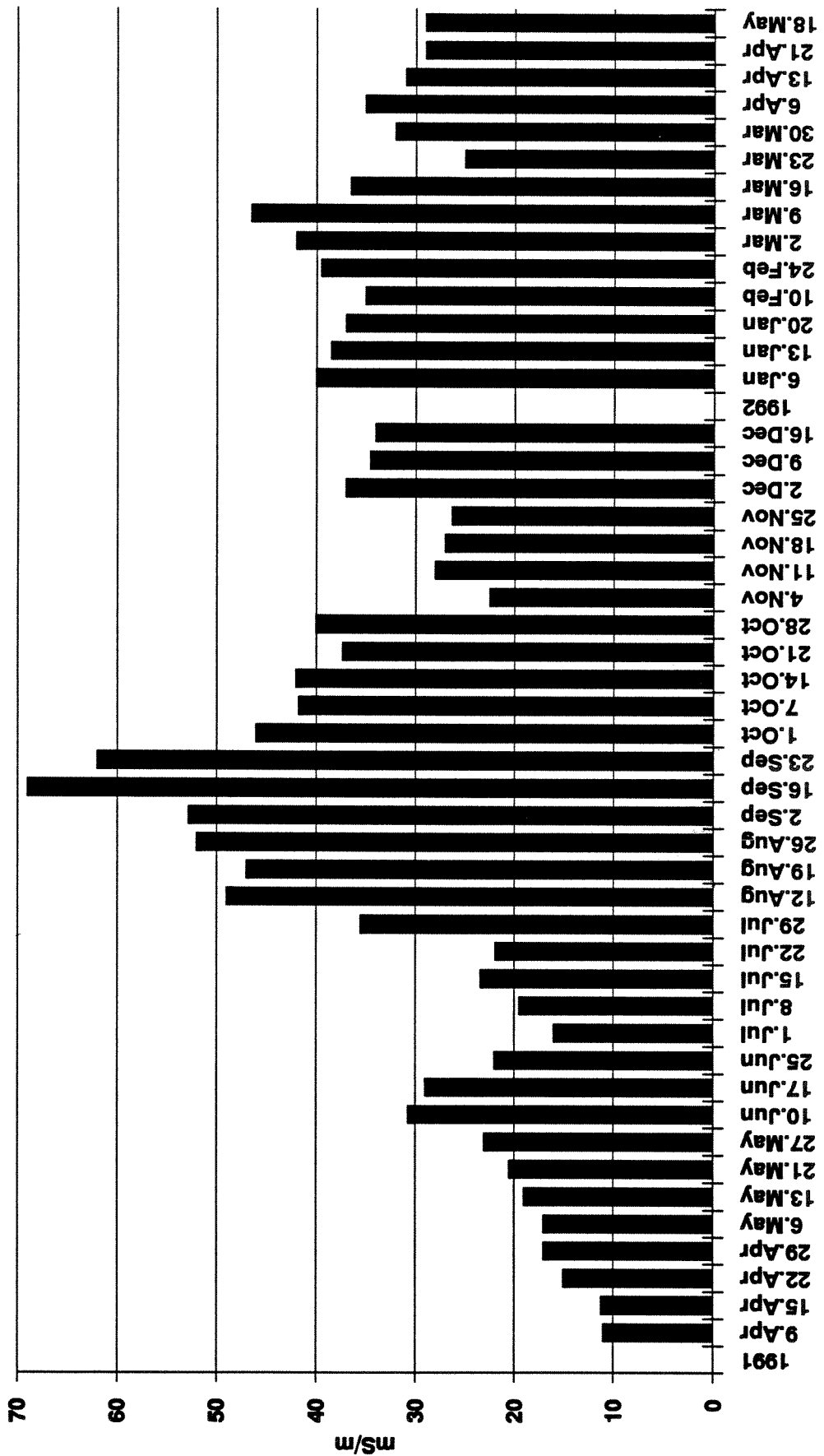
Aulielva. Vannføring 1991/1992, m³/s



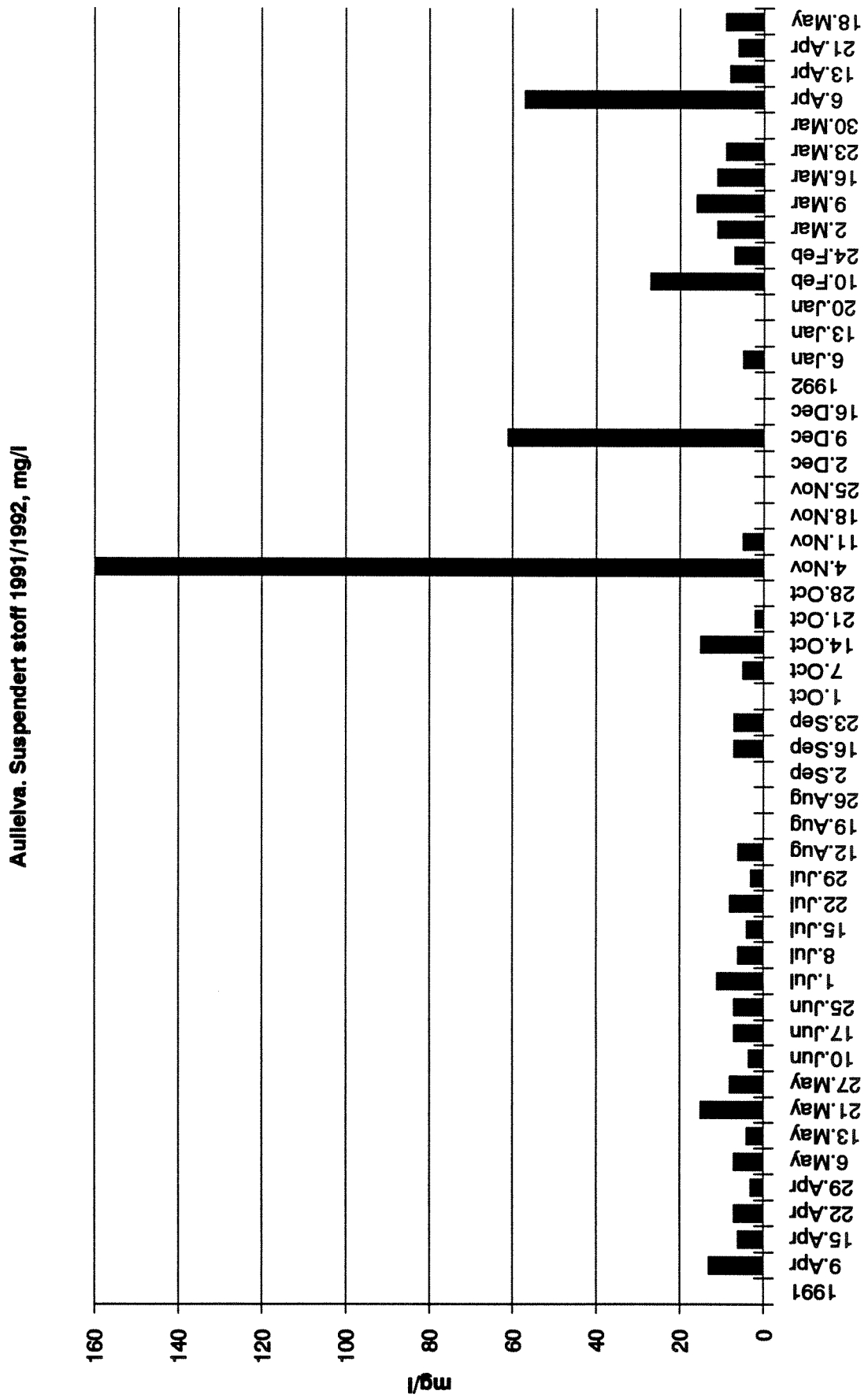
Aulielva. pH 1991/1992



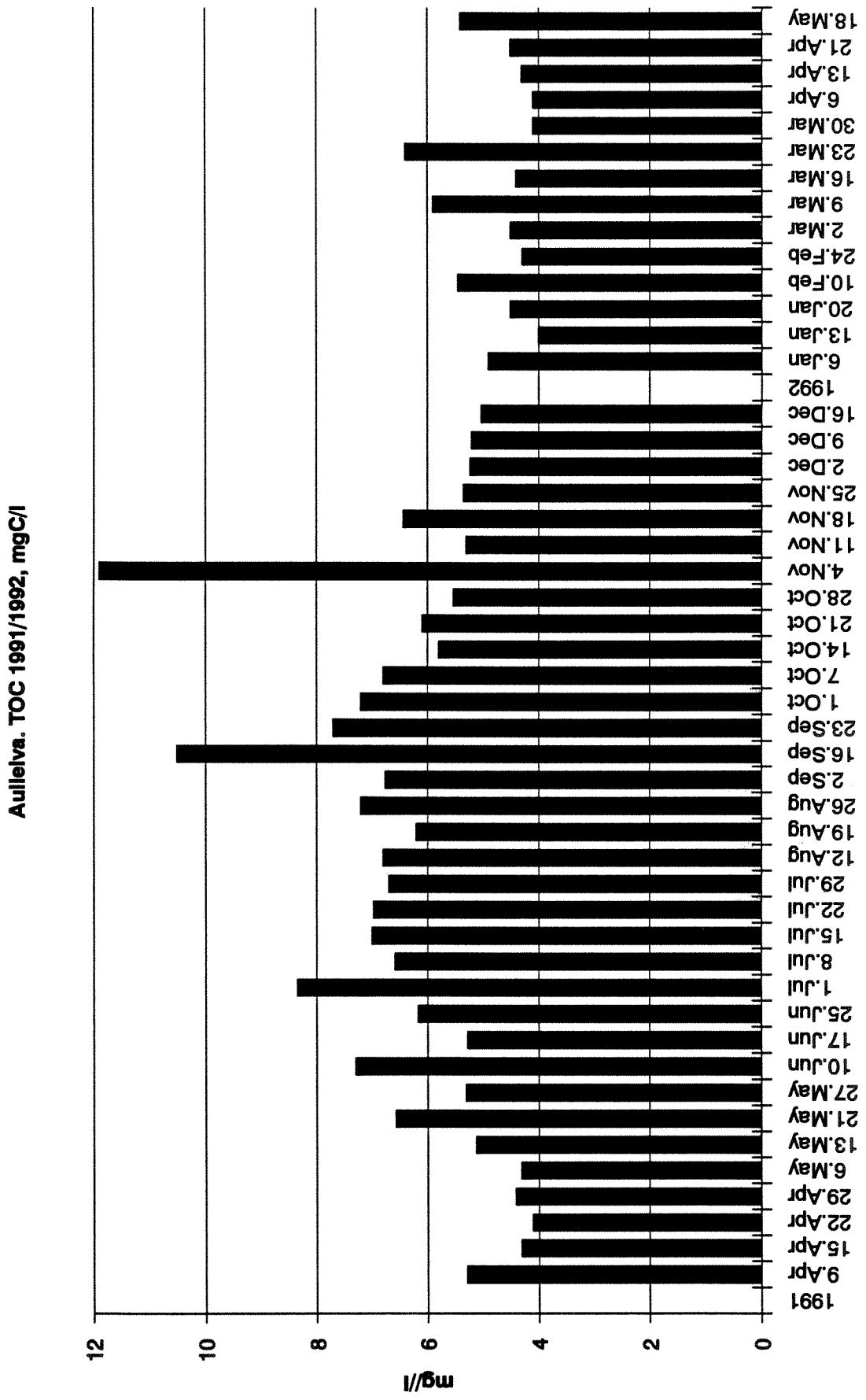
Aullelva. Konduktivitet 1991/1992, mS/m



Vedleg. Fig. 4.

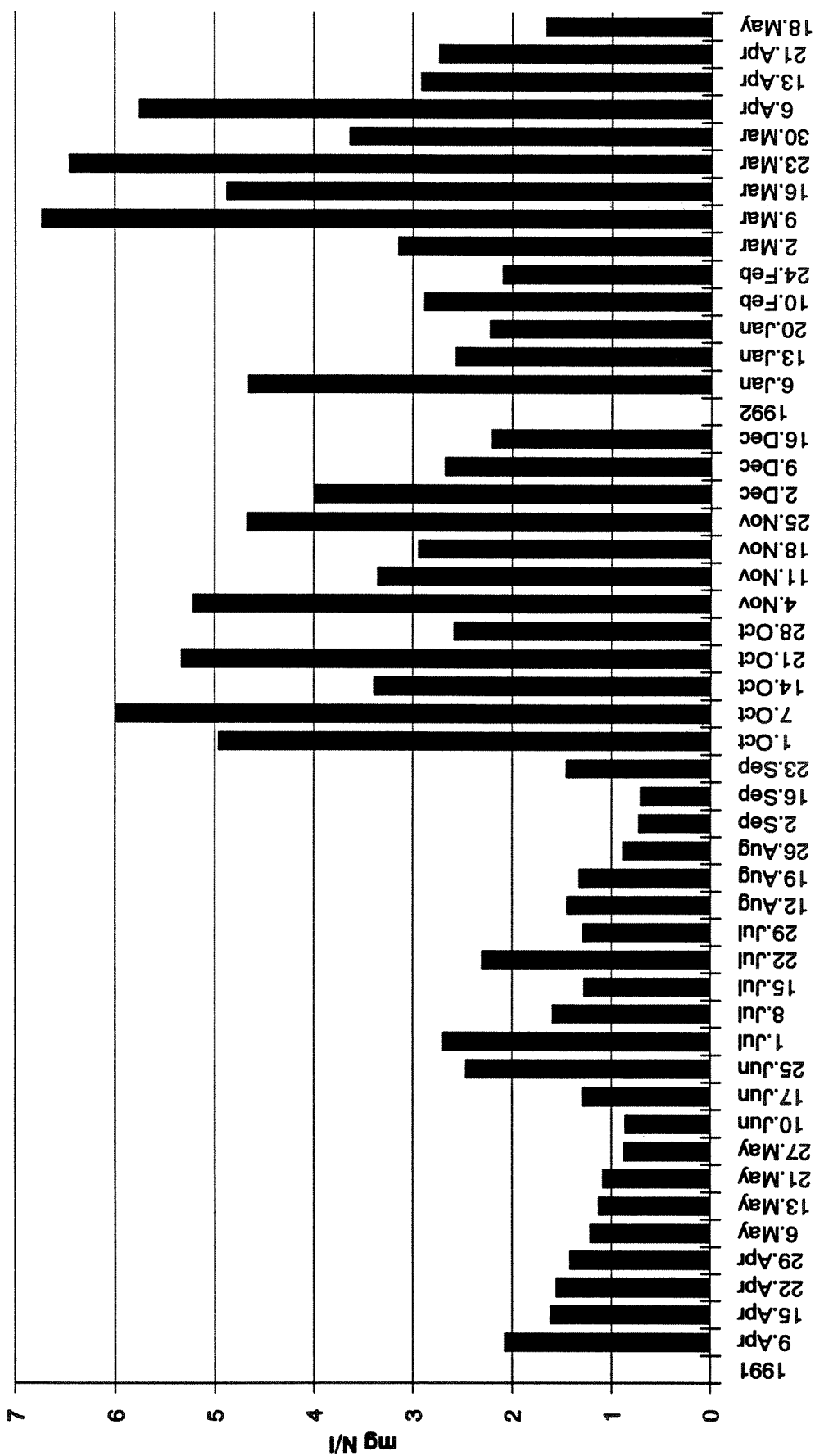


Vedlegg. Fig. 5.



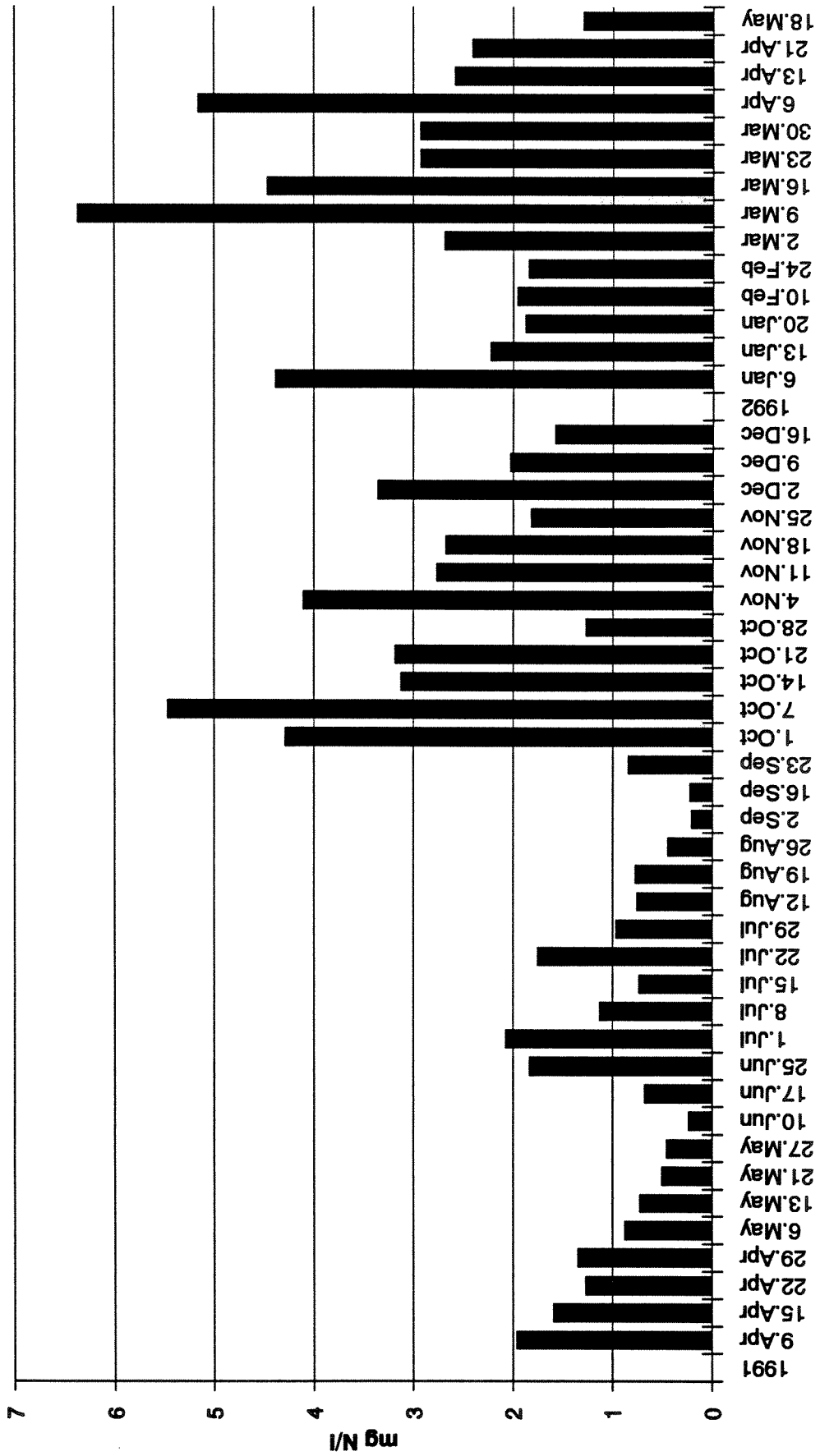
Vedlegg. Fig. 6.

Aullelva. Total nitrogen 1991/1992, mg N/l

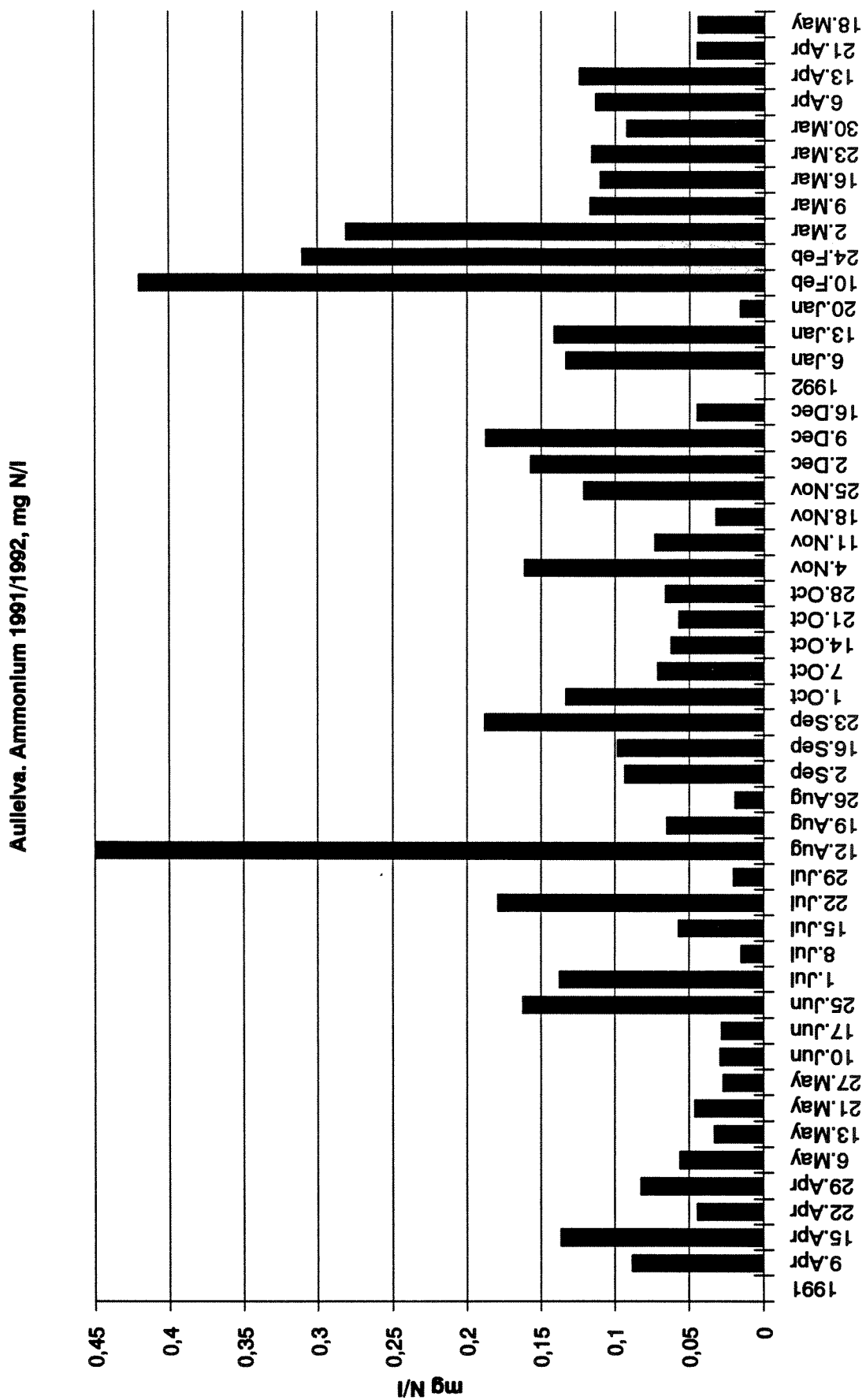


Vedlegg. Fig. 7.

Aullehva. Nitrater 1991/1992, mg N/l

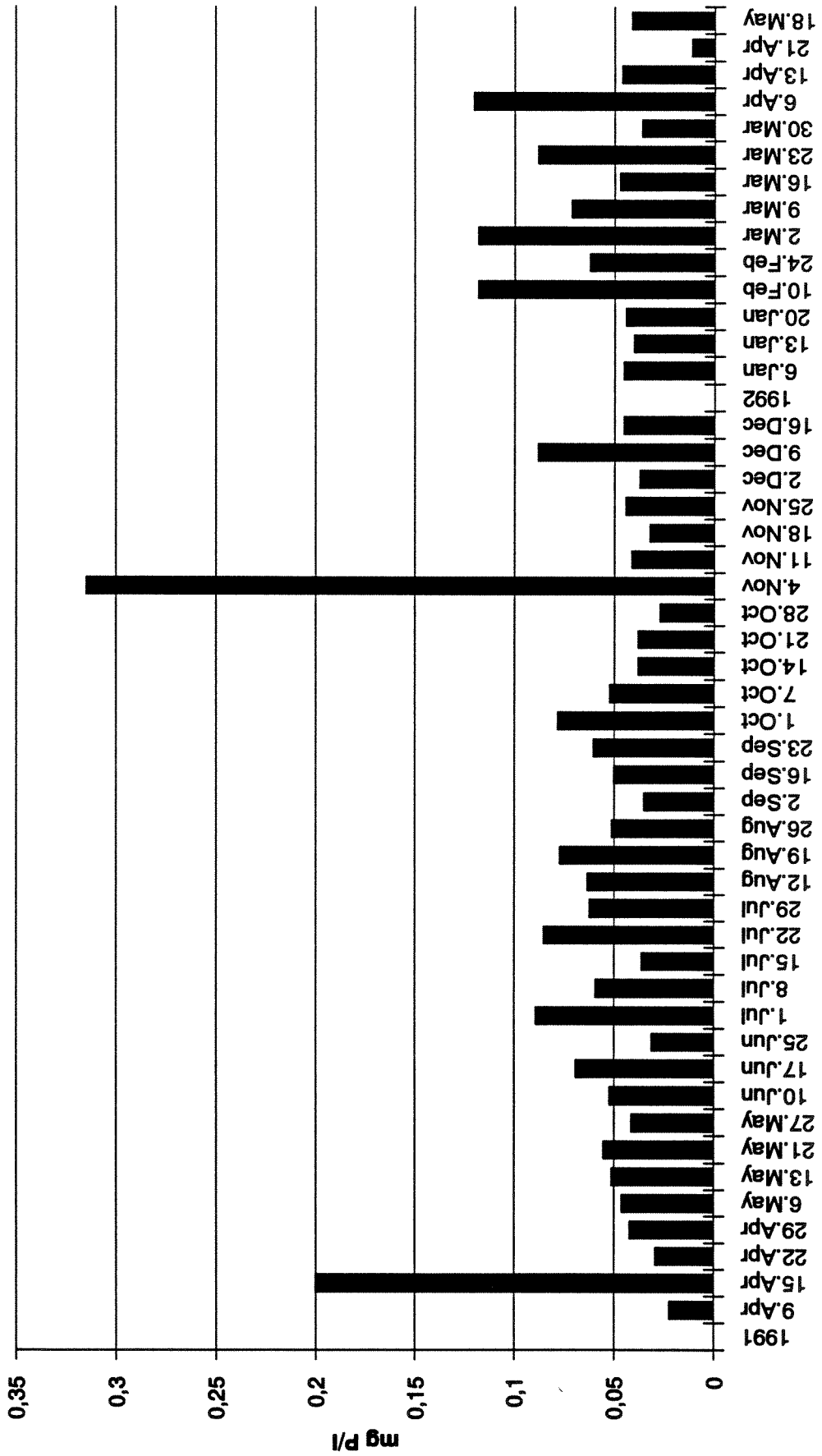


Vedlegg. Fig. 8.



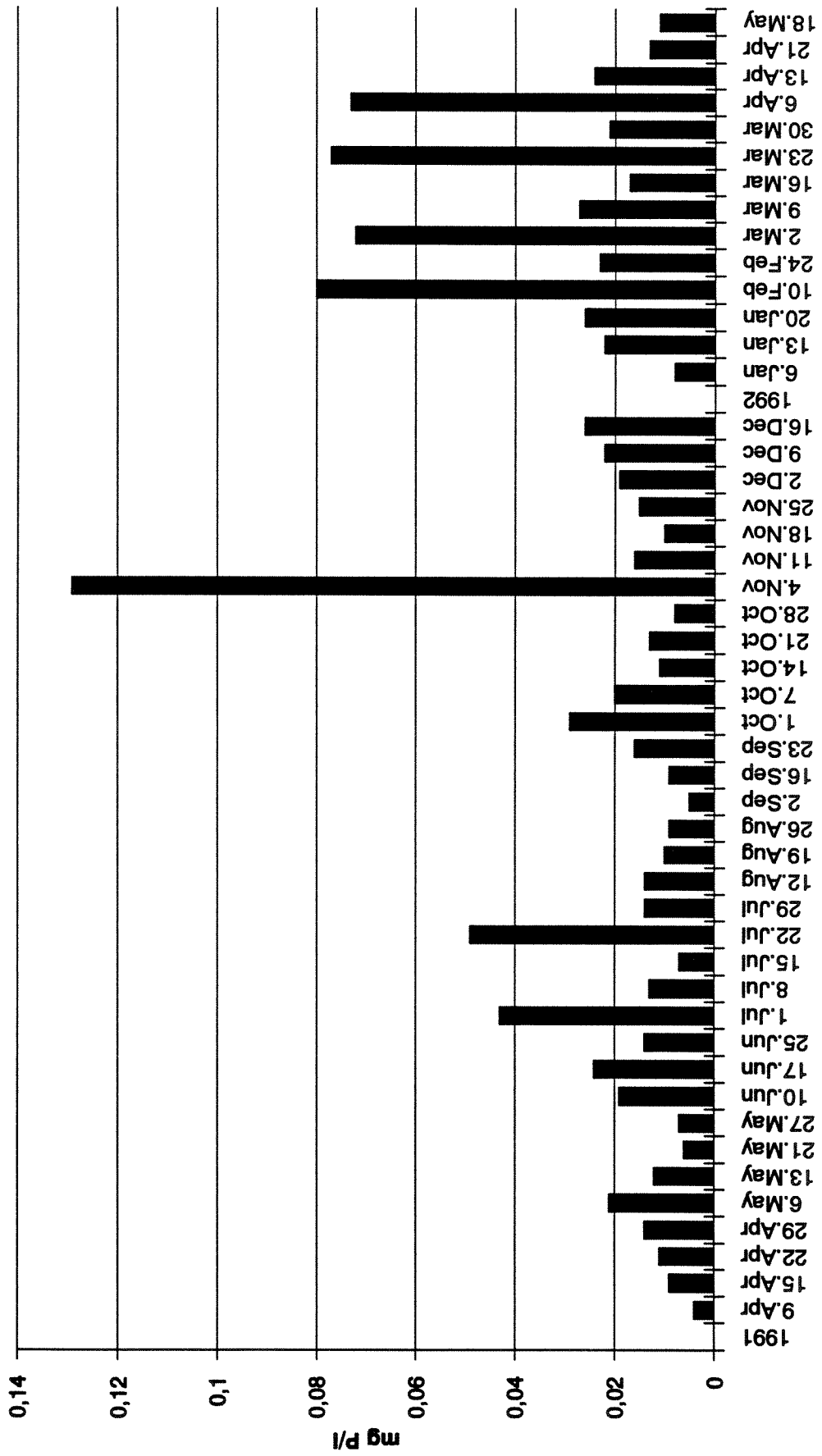
Vedlegg. Fig. 9.

Aullelva. Total fosfor 1991/1992, mg P/l



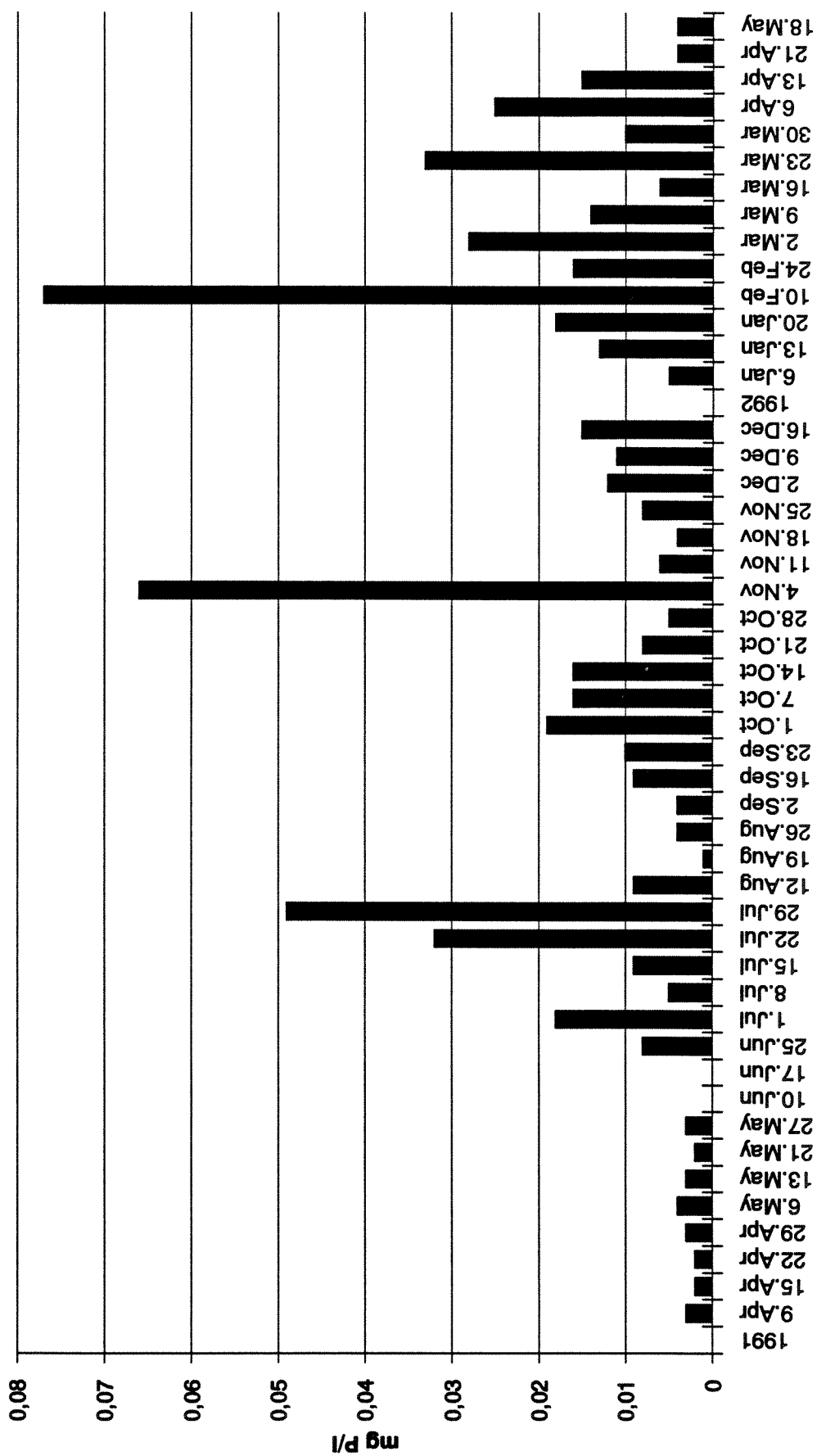
Vedlegg. Fig. 10.

Aulleiva. Ortofosfat 1991/1992, mg P/l



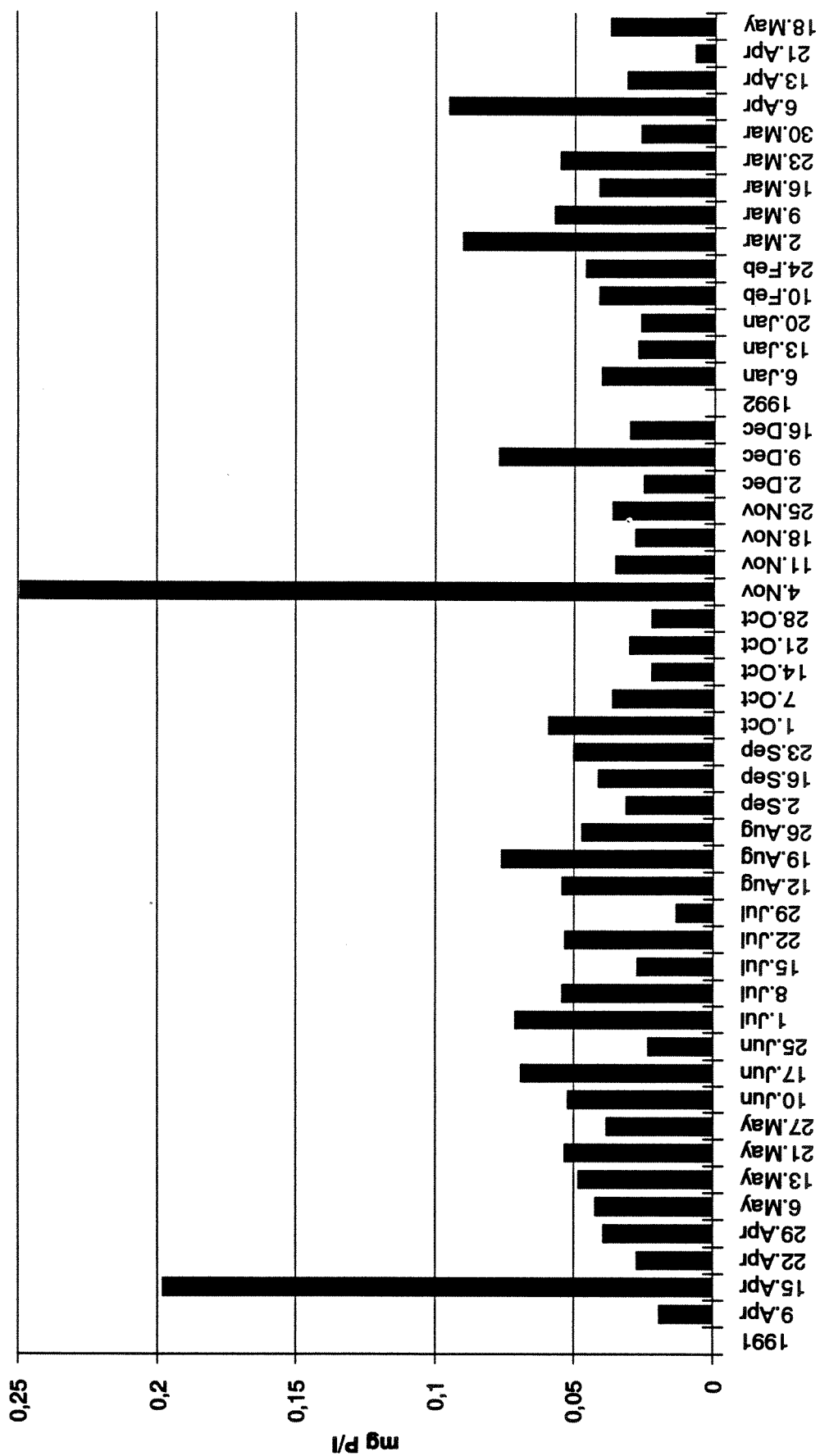
Vedlegg. Fig. 11.

Aullelva. Løst fosfor 1991/1992, mg P/l



Vedlegg. Fig. 12.

Aullelva. Partikulært fosfor 1991/1992, mg P/l



Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Postboks 69 Korsvoll, 0808 Oslo
ISBN 82-577-2178-6