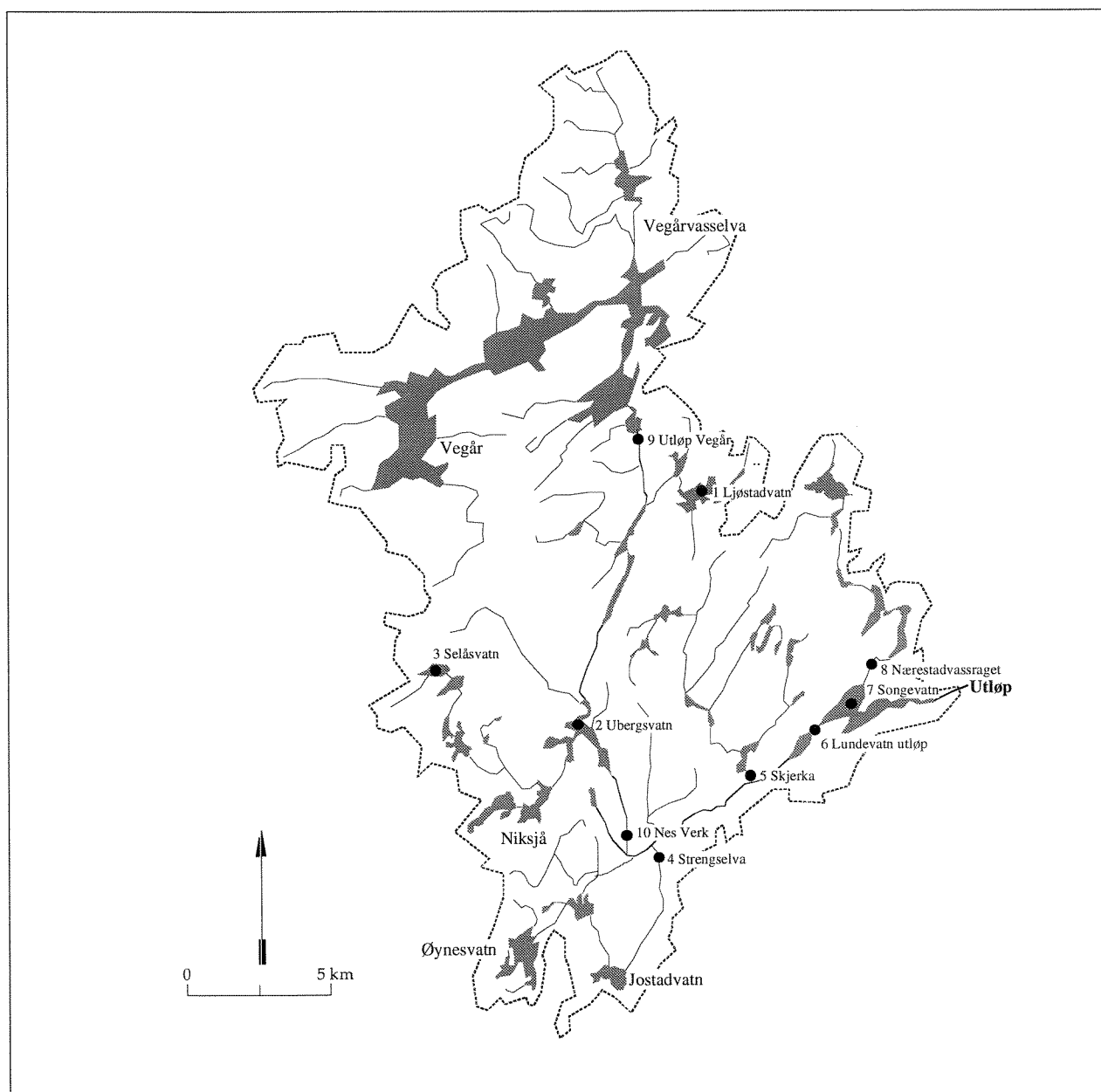


RAPPORT LNR 3661-97

Vannkvalitetsundersøkelse i Vegårvassdraget 1996



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Vannkvalitetsundersøkelse i Vegårvassdraget 1996.	Løpenr. (for bestilling) 3661-97	Dato Mai 1997
	Prosjektnr. Undernr. O-96097	Sider Pris 29 kr 75,-
Forfatter(e) Kaste, Øyvind Håvardstun, Jarle	Fagområde Eutrofi ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Vegårshei, Tvedestrand og Risør kommuner	Oppdragsreferanse
--	-------------------

Sammendrag

Som et ledd i en rullerende overvåking av vannforekomstene i Aust-Agder er det i 1996 foretatt vannkjemiske og bakteriologiske undersøkelser i Vegårvassdraget. Målet med undersøkelsene har vært å kartlegge miljøtilstanden i vannforekomstene og å dokumentere miljøvirkninger av kommunale utslipp.

Hovedelva (Storelva) var lite til moderat påvirket av næringssalter (klasse 1-2 i SFTs klassifiseringssystem) og moderat til markert påvirket av tarmbakterier (klasse 2-3). De undersøkte sidevassdragene til Storelva var moderat til sterkt påvirket av næringssalter og tarmbakterier (klasse 2-4). Av disse var Strengselva den lokaliteten som var mest påvirket.

Selv om vannkvaliteten i Storelva kan karakteriseres som relativt god, kan det lokalt være behov for forurensningsbegrensende tiltak. I løpet av noen år anbefales en ny og noe mer omfattende vannundersøkelse i Songevatn, Strengselva, Nærestadvassdraget og Selåsvatn, for å dokumentere evt. endringer i vannkvaliteten.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Vassdrag Vannkvalitet Kommunalt avløpsvann Overvåking 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Watercourse Water quality Municipal wastewater Monitoring
---	---

Øyvind Kaste

Øyvind Kaste

Prosjektleder

ISBN 82-577-3223-0

Dag Berge

Dag Berge

Forskningsjef

Vannkvalitetsundersøkelse i Vegårvassdraget 1996

Forord

Fylkesmannen i Aust-Agder har i forbindelse med at kommunene har fått nye utslippstillatelser, oppfordret dem til å etablere et overvåkingsprogram for sine vannforekomster. Kommunene har fulgt denne oppfordringen, og NIVA har i denne forbindelse foreslått et rullerende overvåkingsprogram for vannforekomstene i Aust-Agder. Forslaget ble godkjent av kommunene i 1995. Undersøkelsene skal i første omgang gå over tre år:

1996: Vegårvassdraget og Tovdalsvassdraget,

1997: Kystnære småvassdrag og Otra,

1998: Nidelva og Gjerstadvassdraget.

Overvåkingen av Vegårvassdraget i 1996 er gjennomført på oppdrag fra kommunene Vegårshei, Tvedestrand og Risør. Agderforskning-Teknikk i Grimstad (KM-lab etter 1.9.96) har analysert vannprøvene.

Næringsmiddeltilsynet i Aust-Agder (KM-lab etter 1.9.96) har analysert bakterieprøvene. Kommunene har selv stått for innsamlingen av prøvene.

Grimstad, 23. april 1997

Øyvind Kaste

Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn og formål	8
1.2 Materiale og metoder	8
1.3 Områdebeskrivelse	9
1.4 Nedbør	11
1.5 Tidligere vannundersøkelser	11
2. RESULTATER OG DISKUSJON	12
2.1 Klorofyll og oksygen i innsjøene	12
2.2 Næringsalter	13
2.3 Tarmbakterier	17
2.4 Organisk stoff og partikler	19
2.5 Surhet	19
3. Vurdering av resultatene	22
3.1 Vannkvalitetstilstand	22
3.2 Sammenligning med tidligere undersøkelser	23
3.3 Vurdering av behov for tiltak	23
4. Litteratur	24
Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem	26
Vedlegg B. Primærdata	27

Sammendrag

Som et ledd i en rullerende overvåking av vannforekomstene i Aust-Agder er det i 1996 foretatt vannkjemiske og bakteriologiske undersøkelser i Vegårvassdraget. Målet med undersøkelsene har vært å kartlegge miljøtilstanden i vannforekomstene, dokumentere miljøvirkninger av kommunale utslipp og evt. effekten av saneringstiltak som er foretatt for å redusere disse. Hovedvekt er lagt på tilførsler av næringssalter og bakterier, men det er også tatt med en vurdering av vassdragenes surhet (pH).

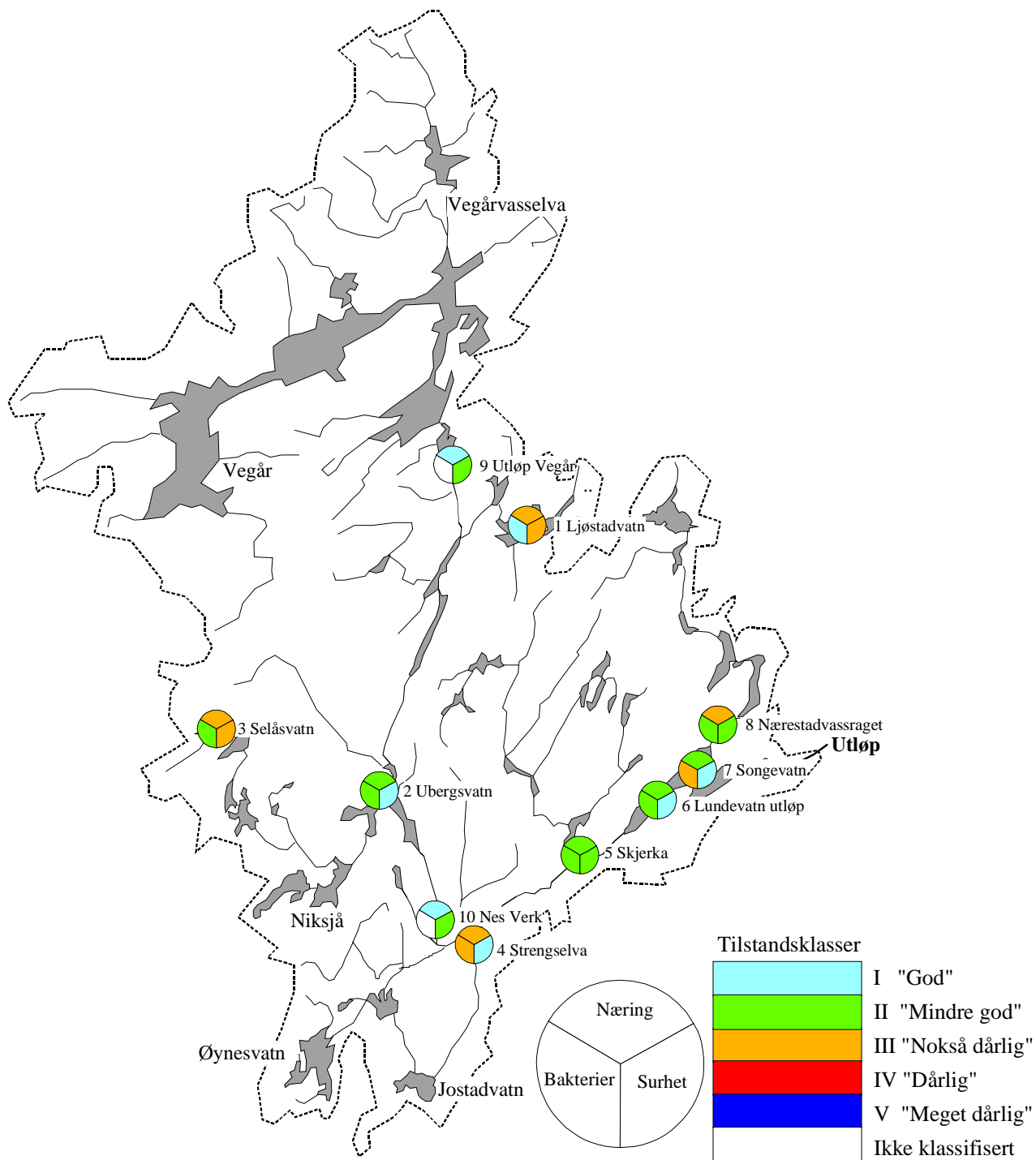
Hovedelva (Storelva) var lite til moderat påvirket av næringssalter (klasse 1-2 i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann) og moderat til markert påvirket av tarmbakterier (klasse 2-3) (**Figur 1**). Det ble registrert en viss økning i konsentrasjonene av næringssalter og bakterier nedover i hovedelva, trolig pga. landbruk og bebyggelse langs elva, samt innløp av mer forurensede sidevassdrag. Etter kalkingen av Vegår og Storelva har pH-verdiene i elva nå stabilisert seg på verdier over 6,0 nedenfor kalkingsanlegget ved Hauglandsfossen. Dette er et nivå hvor en forventer at det er liten fare for skader på fiskebestandene i elva.

Vannkvaliteten i sidevassdragene var generelt dårligere enn i hovedelva: Lokalitetene var moderat til sterkt påvirket av næringssalter og tarmbakterier (klasse 2-4). Av disse var Strengselva mest påvirket av næringssalter og tarmbakterier. Dette skyldes i hovedsak landbruket, men også sannsynligvis bebyggelsen i området. Fosforkonsentrasjonene i Strengselva i 1996 syntes å være noe lavere sammenlignet med perioden 1991-1993, mens nitrogenkonsentrasjonene lå på samme nivå. Nærestadvassdraget var også klart påvirket av næringssalter og bakterier, men stor variasjon fra prøve til prøve gjør det vanskelig å anslå graden av påvirkning. I innsjøene Ljøstadvatn og Selåsvatn var det forholdsvis høye konsentrasjoner av total fosfor (15-20 µg/L), men det var kun i Selåsvatn dette viste seg i form av forhøyede algekonsentrasjoner (klorofyll). De undersøkte sidevassdragene og innsjøene var lite til markert påvirket av surhet (klasse 1-3). De mest påvirkede lokalitetene var Ljøstadvatn og Selåsvatn, der pH-verdiene lå mellom 5,7 og 6,2.

Selv om vannkvaliteten i Storelva kan karakteriseres som relativt god, kan det lokalt i sidebekker og rundt innsjøer være behov for forurensningsbegrensende tiltak. Dette gjelder først og fremst i Strengselva, men også til en viss grad i Nærestadvassdraget og Selåsvatn. Sidebekker har generelt stor betydning som gyte- og oppvekstområde for aure. Dersom disse lokalitetene tilføres for mye næringssalter, vil gytsubstratet (grusen) kunne bli overdekket med algebegroing og vegetasjon. Utslipp av silosaft eller direkte tilførsler fra utette gjødsellagre vil på den annen side kunne medføre episodisk oksygenvinn og fiskedød. Aktuelle forurensningsbegrensende tiltak i området kan være:

- tiltak mot arealavrenning i landbruket,
- tiltak rettet mot punktkilder i landbruket,
- tiltak rettet mot spredt bebyggelse.

I brakkvannsbassenget Songevatn, som ligger i utløpsområdet til Storelva, er det funnet oksygenfritt, råttent vann under 10-15 meters dyp. Tidligere utslipp fra treindustri i området kan ha vært med på å forsterke oksygenproblemene på denne lokaliteten. I og med at vannkvalitetsforholdene i Songevatn hittil er lite kartlagt, anbefales en grundigere vannkjemisk og biologisk undersøkelse. Det anbefales også en ny og noe mer omfattende vannundersøkelse i Strengselva, Nærestadvassdraget og Selåsvatn om noen år, for å dokumentere evt. endringer i vannkvaliteten.



Figur 1. Klassifisering av vannkvalitetstilstand. Se vedlegg A for ytterligere forklaring.

Figur 1.

Summary

Title: Water quality investigations in the Vegår watercourse 1996.
Year: 1997
Author: Kaste, Ø. and J. Håvardstun
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3223-0

An investigation of water quality and coliform bacteria was performed in the Vegår watercourse, Aust-Agder county during 1996. The purpose of the investigation has been to characterize the water quality at different sites within the watercourse, and to evaluate the environmental effects of sewage effluents.

The main river (Storelva) was little to moderately affected by nutrients and moderately to marked affected by coliform bacteria. The examined tributaries were moderately to strongly affected by nutrients and coliform bacteria.

Although the water quality in the river Storelva is relatively good, nutrient inputs to some of the local tributaries should be reduced. In Songevatn (brackish water) we recommend a more thorough chemical and biological investigation. We also recommend more extensive investigations in the two creeks Strengselva, and Nærestadvassdraget and in Lake Selåsvatn.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Fylkesmannen i Aust-Agder har i forbindelse med at kommunene har fått nye utslippstillatelser, oppfordret dem å etablere et overvåkningsprogram for sine vannforekomster. Store deler av Aust-Agder ligger innenfor nedbørfeltene til ett av de fem store vassdragene; Otra, Tovdalsvassdraget, Nidelva, Vegårvassdraget eller Gjerstadvassdraget. Overvåkingen av ferskvannforekomstene er derfor knyttet til disse vassdragene, og kommunene har samarbeidet om vassdragsvise programmer. I tillegg til de nevnte vassdragene er det lagt opp til en overvåking av kystnære småvassdrag i de mest befolkningstette og jordbruksdominerte områdene.

Målet med undersøkelsene har vært å kartlegge miljøtilstanden i vannforekomstene, dokumentere miljøvirkninger av kommunale utslipp og evt. effekten av saneringstiltak som er foretatt for å redusere disse. Hovedvekt er lagt på tilførsler av næringssalter og bakterier, men det er også tatt med en vurdering av vassdragenes surhet.

Prosjektet har følgende delmål:

- Fange opp utviklingstendenser mht. vannkvalitet i de største vassdragene, kystnære småvassdrag og i kommunenes hovedresipienter
- Danne basis for tiltaksrettet overvåking av resipienter
- Gi grunnlag for å fastsette miljømål for kommunenes resipienter

Det er lagt opp til en rullering av overvåkningsaktiviteten mellom de fem største vassdragene, samt kystnære småvassdrag. Rulleringsplanen er; 1996: Vegårvassdraget og Tovdalsvassdraget, 1997: Kystnære småvassdrag og Otra, 1998: Nidelva og Gjerstadvassdraget.

1.2 Materiale og metoder

Det er lagt vekt på å analysere parametere som kan dokumentere virkninger av næringssalter, tarmbakterier, organisk stoff og surhet (Holtan og Rosland 1992). Følgende parametre er analysert:

Elver: pH, farge, turbiditet, konduktivitet, tot-P, fosfat, tot-N, nitrat, ammonium, kalium, TOC.

Innsjøer: Overflatevann: pH, farge, turbiditet, konduktivitet, tot-P, fosfat, tot-N, nitrat, ammonium, kalium, TOC, klorofyll.

 Bunnvann: oksygen

En oversikt over prøvetakingsstasjoner er gitt i **Tabell 1**.

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner. Resultatene fra stasjonene 9 og 10 er hentet fra kalkingsovervåkingen som foretas i vassdraget (Kaste et al. 1997a).

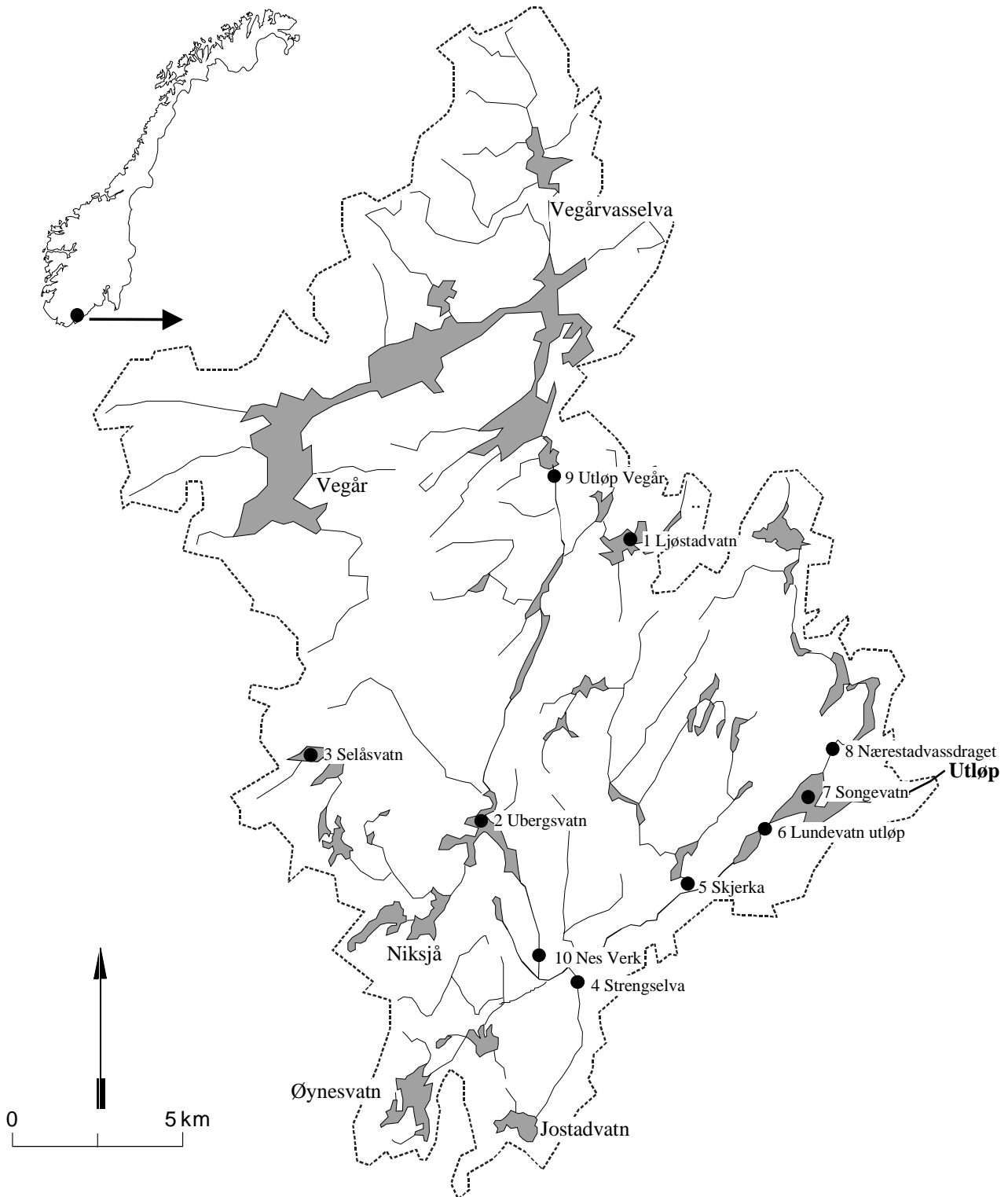
Stasjoner	Kommune	UTM	Kartblad	Antall prøver
1. Ljøstadvatn	Vegårshei	4942-65125	1612 I	1
2. Ubergsvatn	Vegårshei	4898-65033	1612 III	3
3. Selåsvatn	Vegårshei	4847-65056	1612 III	3
4. Strengselva	Tvedestrand	4928-64984	1612 II	6
5. Skjerka	Tvedestrand	4963-65013	1612 II	6
6. Lundevatn utløp	Tvedestrand	4989-65034	1612 II	6
7. Songevatn	Tvedestrand	5000-65042	1612 II	3
8. Nærestadvassdraget	Risør	5012-65061	1612 II	6
9. Utløp Vegår	Vegårshei	4920-65150	1612 I	12
8. Storelva v/ Nes	Tvedestrand	4917-64992	1612 II	15

1.3 Områdebeskrivelse

Vegårvassdraget har et nedbørfelt på 457 km² og dekker hovedsakelig arealer innenfor kommunene Vegårshei og Tvedestrand i Aust-Agder fylke (**Figur 2**). Vegår er den største innsjøen i vassdraget, med et overflateareal på 18 km² og et lokalt nedbørfelt på 170 km². Hovedelva mellom Vegår og utløpet i sjøen kalles Storelva. Middelvannføringen i Storelva er 13,2 m³/s ved utløpet (NVE 1995). Vassdraget er tidligere regulert i forbindelse med tømmerfløting, med er nå varig vernet mot vassdragsregulering.

Vassdraget ligger i et område som er sterkt forsuret på grunn av langtransportert forurenset luft og nedbør (Skjelkvåle 1996). Nedbørfeltet deles av en forkastningssone som går langs lengderetningen av innsjøen Vegår (Maijer og Padget 1987). Området nord for forkastningssonen består av bergarter som er svært lite nedbrytbare og gir avrenningsvannet lite buffer mot sur nedbør. Bamble-sektoren i sør består av noe gunstigere bergarter med tanke på å nøytralisere sterk syre. Den marine grense i området ligger ca. 80 meter over havet og krysser vassdraget like oppstrøms Ubergsvatn. De delene av nedbørfeltet som ligger under denne grensen har normalt nok bufferkapasitet til å opprettholde gode pH-verdier (> 6,0) på tross av den sure nedbøren. På grunn av forsuringen i vassdraget ble det satt i gang storskala kalking av innsjøen Vegår allerede i 1985. Fra og med 1995 er også Storelva blitt kalket ved hjelp av en doserer plassert ved Hauglandsfossen (omtrent midt mellom Vegår og Ubergsvatn). I tillegg til hovedelva blir det også kalket i en del mindre innsjølokaliteter i nedbørfeltet.

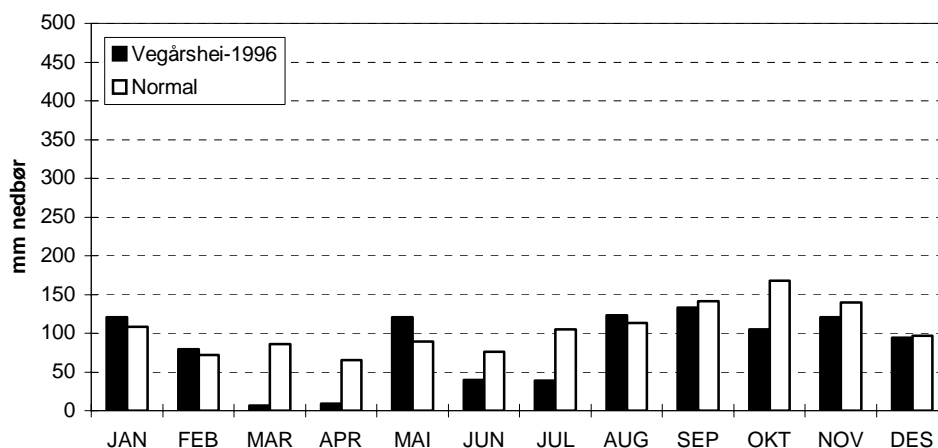
De øvre delene med Vegår er lite påvirket av lokale forurensningskilder. Det er mindre befolkningskonsentrasjoner ved Vegårshei (rett nedstrøms Vegår), Ubergsmoen, Nes, Fianesvingen (Strengselva) og i nedre del av Nærestadvassdraget. Det er tre kloakkrenseanlegg i vassdraget; Myra (kjemisk, tar avløp fra Vegårshei-området), Ubergsmoen (mekanisk) og Fianesvingen (kjemisk / biologisk). Ellers er det spredt bebyggelse i nedbørfeltet nedstrøms Vegår. Det er forholdsvis stor landbruksaktivitet langs Strengselva og langs de nedre delene av Storelva. Ellers er det noe landbruksarealer langs Nærestadvassdraget og omkring Ubergsvatn.



Figur 2. Vassdraget med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.

1.4 Nedbør

Meteorologisk stasjon Vegårshei:	Årsnedbør 1996:	992 mm
	Normalt:	1260 mm
	% av normalen:	79



Tabell 2. Månedlig nedbør i 1996 ved meteorologisk stasjon 3559 Vegårshei. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 1997).

1.5 Tidligere vannundersøkelser

Deler av Vegårvassdraget er svært godt undersøkt vannkjemisk. Dette gjelder først og fremst innsjøen Vegår, hovedløpet i Storelva og den landbrukspåvirkede Strengselva.

Vegår og hovedløpet i Storelva har siden 1985 har vært gjenstand for omfattende undersøkelser mht. forsurening og kalking. Resultater fra den vannkjemiske overvåkingen i Vegår og Storelva rapporteres årlig i rapportserien "Kalking i vann og vassdrag" som gis ut av Direktoratet for naturforvaltning (Hindar 1994, Kaste et al. 1997a). Vannkvaliteten i Storelva er overvåket av Norsk institutt for naturforskning (NINA) og NIVA siden 1980 (Løvhøiden 1993, Kaste et al. 1997a). Denne overvåkingen har først og fremst vært konsentrert om forurensningsparametre. Fra og med 1993 ble det imidlertid inkludert fosfor på overvåkingsstasjonen i Storelva.

I Strengselva er det gjennomført en rekke vannkjemiske undersøkelser i perioden 1982-1993. Målet med disse undersøkelsene har vært å dokumentere vannkvaliteten i elva og vurdere effektene av landbruksvirksomheten og bebyggelsen i området. Kaste et al. (1995) gir en oversikt over resultatene fra de ulike undersøkelser som er gjennomført.

I tillegg til dette er det gjort undersøkelser på enkeltlokaliteter:

Ljøstadvatn	(Selåsdal 1950 ¹)
Ubergsvatn	(Selåsdal 1950, Faafeng et al. 1990)
Nærestadvassdraget	(Hindar 1990)
Songevatn	(Slotta og Skogaas 1994, kun én stikkprøve)

¹ Kun undersøkelse av innsjømorfologi, temperatur, oksygen og konduktivitet.

2. RESULTATER OG DISKUSJON

2.1 Klorofyll og oksygen i innsjøene

Generelt

Klorofyll-konsentrasjonen i innsjøer er et mål på mengden i vannet, en størrelse som vil variere i forhold til tilgangen på plantenæringsstoffer (fortrinnsvis fosfor). Dersom tilførselene av næringsstoffer blir for høye, vil det kunne oppstå algeoppblomstringer, sjenerende belegg på steiner etc. I slike tilfeller overstiger algeproduksjonen lett næringsbehovet til konsumentkjedene i innsjøen (dyreplankton, bunndyr og fisk). De algene som ikke blir spist, dør etterhvert og synker ned på innsjøbunnen. Der blir det døde organiske materialet brutt ned under forbruk av oksygen. Dersom det er en stor overproduksjon av alger i en innsjø, kan det oppstå oksygenproblemer i bunnvannet under stagnasjonsperiodene².

Klorofyll

Selåsvatn hadde de høyeste klorofyllkonsentrasjonene av de 4 undersøkte innsjøene, med 6,7 µg/L som middelverdi for 3 prøver. Den høyeste verdien (11 µg/L) ble målt i juli-prøven. Basert på SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann (vedlegg A), kan tilstanden mht. klorofyll i Selåsvatn karakteriseres som "nokså dårlig" (klasse 3). Dette betyr at innsjøen sannsynligvis tilføres en del næringsalter fra lokale kilder. Det må imidlertid presiseres at 3 prøver i løpet av produksjonssesongen er for lite til å oppnå en representativ middelverdi (Faafeng og Fjeld 1996).

I Ubergsvatn og Songevatn var klorofyllkonsentrasjonene lavere, hhv. 2,4 og 2,7 µg/L som middel for 3 prøver. Dette ligger innenfor tilstandsklasse 2 "mindre god" i SFTs klassifiseringssystem. Høyeste klorofyll-konsentrasjon i de to innsjøene var hhv. 2,7 og 4,1 µg/L. I Ljøstadvatn ble det kun analysert én stikkprøve av klorofyll i 1996. Dette gir ikke grunnlag for å klassifisere vannkvaliteten i innsjøen, men sammenlignet med de 3 andre innsjøene som ble prøvetatt på samme dato, var konsentrasjonen lav - omlag som i Ubergsvatn.

Tabell 3. Klorofyll (µg/L), oksygen (mg/L) og hydrogensulfid (mg/L) i innsjøene.

Stasjon	Lokalitet	Dato	Kl.a.	O ₂	H ₂ S
			1-4 m	bunn	bunn
St. 1	Ljøstadvatn	09/07/96	2,3	7,8	
St. 2	Ubergsvatn	20/05/96	2,7	10,8	
St. 2	Ubergsvatn	09/07/96	2,0	9,6	
St. 2	Ubergsvatn	02/10/96	2,4	2,8	
St. 3	Selåsvatn	20/05/96	2,7	9,9	
St. 3	Selåsvatn	09/07/96	11,0	7,8	
St. 3	Selåsvatn	02/10/96	6,3	7,7	
St. 7	Songevatn	21/05/96	1,5		19,3
St. 7	Songevatn	09/07/96	4,1		18,2
St. 7	Songevatn	18/09/96	2,4		>20

² I de fleste norske innsjøer med en viss dybde er det stagnasjonsperioder i sommerhalvåret og i vinterhalvåret. I disse periodene er bunnvannet isolert fra overflatevannet pga. temperatur / tetthets - forskjeller. Om våren og høsten, når det er tilnærmet lik temperatur i overflatevann og bunnvann, vil det vanligvis oppstå sirkulasjon dvs. blanding av overflatevann og bunnvann. På denne tiden blir bl.a. bunnvannet tilført nytt oksygen.

Oksygen

Blant de rene ferskvannslokalitetene var det kun i Ubergsvatn det ble dokumentert et tydelig oksygenavtak i løpet av produksjonssesongen (**Tabell 3**). Her avtok oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet fra 9,8 til 2,8 mg/L i løpet av perioden juli-oktober. Det relativt store oksygenavtaket skyldes sannsynligvis i hovedsak naturlig tilført organisk materiale (humus) (se seksjon 2.4). I Selåsvatn ble det kun registrert et beskjedent oksygenavtak i løpet av perioden mai-oktober. Dette skyldes sannsynligvis at innsjøen er relativt grunn (~10 meter) og har svak temperatursjiktning om sommeren. Bunnvannet i innsjøen kan derfor bli tilført stadig nytt oksygen i løpet av sommeren. En stikkprøve i Ljøstadvatn i juli viste, i likhet med Selåsvatn, gode oksygen-forhold.

I brakkvannsbassenget Songevatn var det helt oksygenfritt og råttent bunnvann (lukt av hydrogensulfid) ved alle 3 prøvetakinger i 1996. Dypvannsprøvene ble tatt på 60 meters dyp. Oksygeninnholdet i bunnvannet skyldes at det sjelden er utveksling mellom det øvre (lette) ferskvannslaget og det underliggende (tyngre) saltvannslaget. Ved en undersøkelse foretatt av studenter i mai 1994, lå grensen mellom oksygenholdig og oksygenfritt vann på 10-15 meters dyp (Slotta og Skogaas 1994). Tilførsler av trefiber fra et tidligere tresliperi, samt flere sagbruk rundt innsjøen, har trolig bidratt til et høyt oksygenforbruk i dypvannet.

2.2 Næringsalter

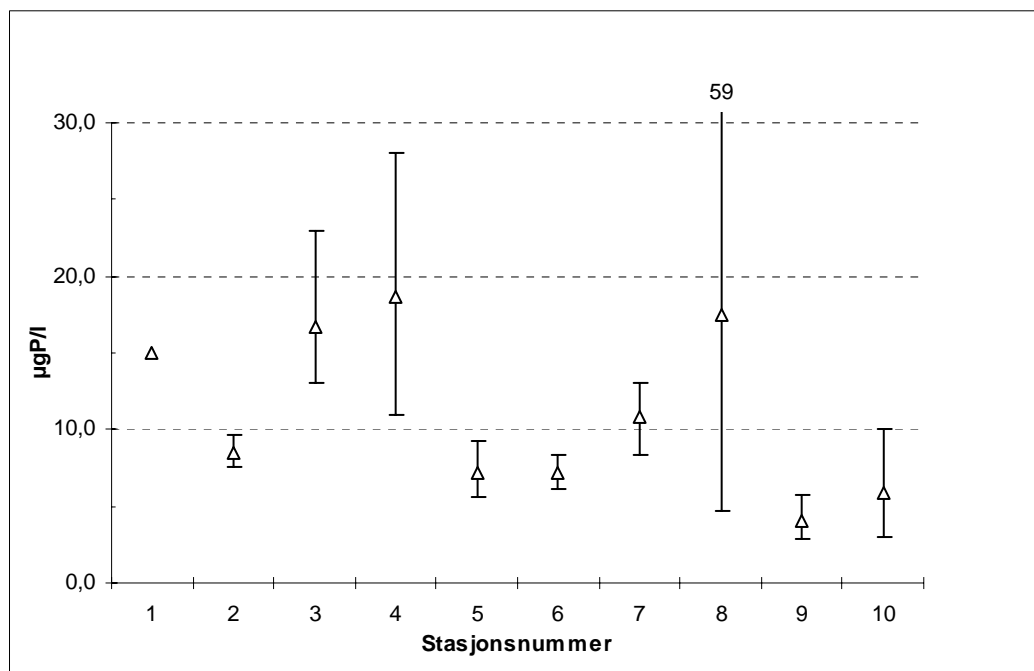
Fosfor

Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor fra utmarksområder på Sørlandet ligger på ca. 3-5 $\mu\text{g P/L}$ (Kaste et al. 1997ab), mens en i områder under marin grense må påregne noe høyere verdier, omkring 8-12 $\mu\text{g/L}$ omregnet fra Østlandsforhold (Bratli et al. 1997). Naturlig bakgrunnsavrenning under marin grense er imidlertid vanskelig å fastslå, i og med at det meste av disse arealene er dyrket opp.

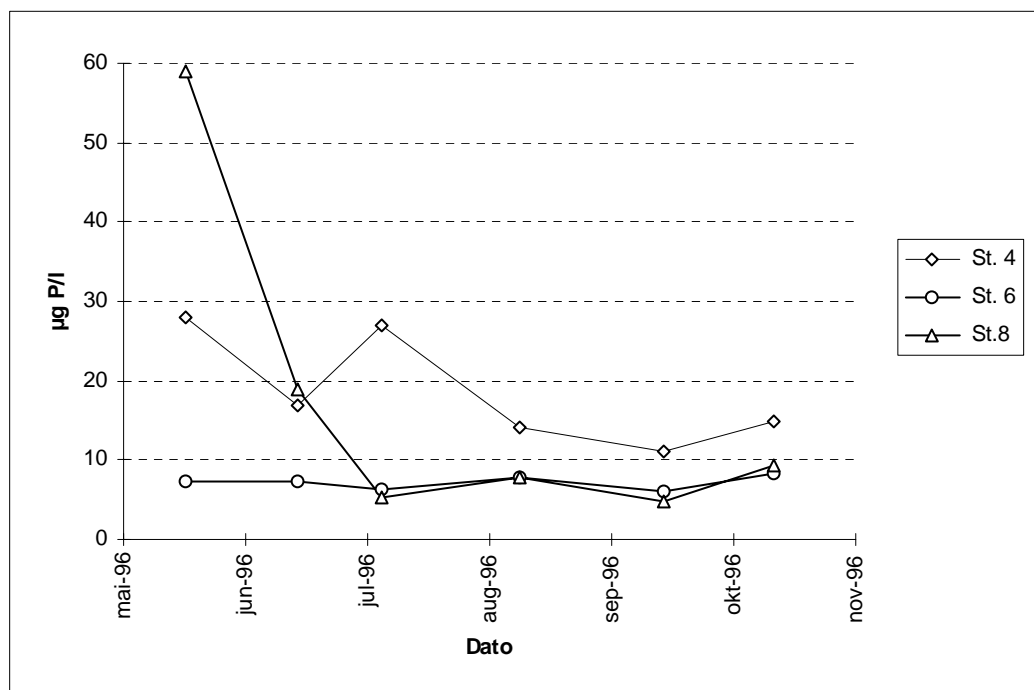
De høyeste konsentrasjonene av total fosfor (15-20 $\mu\text{g P/L}$) ble målt i innsjøer (Ljøstadvatn, Selåsvatn) eller i sidevassdrag til Storelva (Strengselva, Nærestadvassdraget) (**Figur 3**). Skjerka-vassdraget hadde de laveste fosfor-konsentrasjonene blant sidevassdragene, med 7 $\mu\text{g P/L}$. Konsentrasjonene i Storelva lå alltid under 10 $\mu\text{g P/L}$, og middelkonsentrasjonene ved utløp Vegår, Ubergsvatn, Nes Verk og utløp Lundevatn var hhv. 4, 9, 6 og 7 $\mu\text{g P/L}$. Som det framgår var det en viss økning i fosforkonsentrasjonen nedover i vassdraget. Dette skyldes sannsynligvis tilførsler fra bebyggelse og landbruksvirksomhet langs hovedelva og forurensede sidevassdrag som f.eks. Strengselva. Den forhøyede fosforkonsentrasjonen i Ubergsvatn kan dels skyldes lokale tilførsler og dels at fosfor holdes tilbake i innsjøen bundet til planktonalger.

Det var generelt store variasjoner fra prøve til prøve. Den høyeste enkeltverdien (59 $\mu\text{g p/l}$) ble målt i Nærestadvassdraget i mai (**Figur 4**). Fra og med juli stabiliserte imidlertid verdiene i dette vassdraget seg på et nivå under 10 $\mu\text{g/L}$. Mai-prøven fra Nærestadvassdraget hadde ved siden av de høye fosforkonsentrasjonene også tydelig forhøyede konsentrasjoner av nitrogen (inkl. ammonium) (**Figur 6**), men ikke spesielt høye konsentrasjoner av termotabile koliforme bakterier (**Figur 8**). Det er vanskelig å avgjøre om de høye næringsstoffkonsentrasjonene stammer fra landbruk eller spredt bebyggelse i området. Det relativt lave nitrogen / fosforforholdet i vassdraget, samt de lave og stabile kaliumkonsentrasjonene peker mer i retning av husholdningskloakk enn landbruksforurensning - på tross av de lave TKB-konsentrasjonene.

Fosforkonsentrasjonen i Strengselva fulgte noe av det samme mønsteret som i Nærestadvassdraget, med et avtak utover sommeren. Fosforkonsentrasjonen i Strengselva ble imidlertid aldri så lav som i Nærestadvassdraget. Den minste variasjonen i fosfor-konsentrasjon ble funnet i utløpet av Lundevatn. Dette skyldes sannsynligvis at den relativt store vannføringen i hovedelva demper eventuelle påvirkninger i form av lokale forurensningstilførsler.



Figur 3. Konsentrasjon av total fosfor på ulike stasjoner i vassdraget. Middelverdier, samt høyeste og laveste verdi i løpet av undersøkelsen. Se figur 2, s. 10 for stasjonsnavn.



Figur 4. Sesongvariasjoner i konsentrasjon av total fosfor på st. 4 Strengselva, st. 6. Utløp Lundevatn og st. 8 Nærestadvassdraget.

Fosfor som uorganisk, løst fosfat i vann tas vanligvis svært raskt opp biologisk. Dette skyldes at det er underskudd på fosfor i de fleste innsjøer og elver i Norge. I uforurensede systemer er det derfor svært lave, eller ikke målbare konsentrasjoner av løst fosfat. Laveste målbare konsentrasjon (deteksjonsgrensen) av løst fosfat i standardanalyser er 2 µg P/L. Dersom det måles konsentrasjoner av løst fosfat som er vesentlig høyere enn dette, er det en indikasjon på at systemet tilføres mer fosfor enn det som kan omsettes biologisk. De høyeste konsentrasjonene av løst fosfat i denne undersøkelsen ble målt i Strengselva (12 µg P/L) og i Nærestadvassdraget (15 µg P/L). Disse verdiene er en klar indikasjon på fosfortilførsel som overstiger den biologiske selvrensningsevnen i bekkene.

Nitrogen

Konsentrasjonene av total nitrogen i bekker kan ligge opp mot 300-500 µg/L i utmarksområder på Sørlandet (Kaste et al. 1997ab, Bratli et. al. 1997). En stor del av dette nitrogenet stammer fra langtransportert forurenset luft og nedbør (Skjelkvåle 1996). Nitrogenedfallet er høyest i de sørlige og sørvestlige delene av landet, og det er også her en finner de høyeste bakgrunnskonsentrasjonene av nitrogen i bekker.

Strengselva skilte seg ut fra de øvrige lokalitetene med svært høye nitrogenkonsentrasjoner (**Figur 5**). Alle de målt enkeltverdiene lå over 1000 µg N/L, mens middelveidien for 6 prøver lå nær 2800 µg N/L. De høye nitrogenkonsentrasjonene i Strengselva skyldes i hovedsak landbruksvirksomhet, samt noe bidrag fra bebyggelsen i området (Kaste et al. 1995). Ved de øvrige stasjonene i vassdraget lå nitrogenkonsentrasjonene i området 370-550 µg N/L. Av disse hadde Nærestadvassdraget den høyeste maksimumskonsentrasjonen med i overkant av 1000 µg N/L (**Figur 6**). Dette var i mai-prøven, som også hadde en svært høy fosforkonsentrasjon.

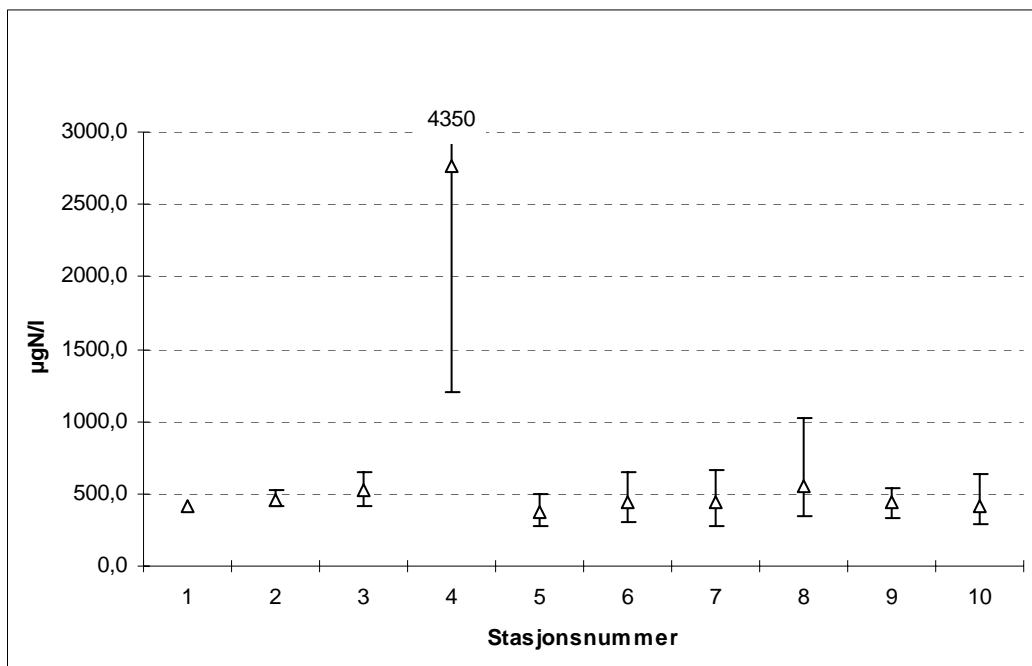
Høye konsentrasjoner av nitrogenfraksjonen ammonium i overflatevann er en indikator på forurensning fra lokale kilder. I uforurenset bekkevann er ammoniumkonsentrasjonene vanligvis lave, < 50 µg N/L. De høyeste ammoniumkonsentrasjonene i denne undersøkelsen ble funnet i Strengselva (505 µg N/L) og i Nærestadvassdraget (155 µg N/L). Begge disse verdiene gir klare indikasjoner på nitrogenforurensning fra lokale kilder.

Kalium

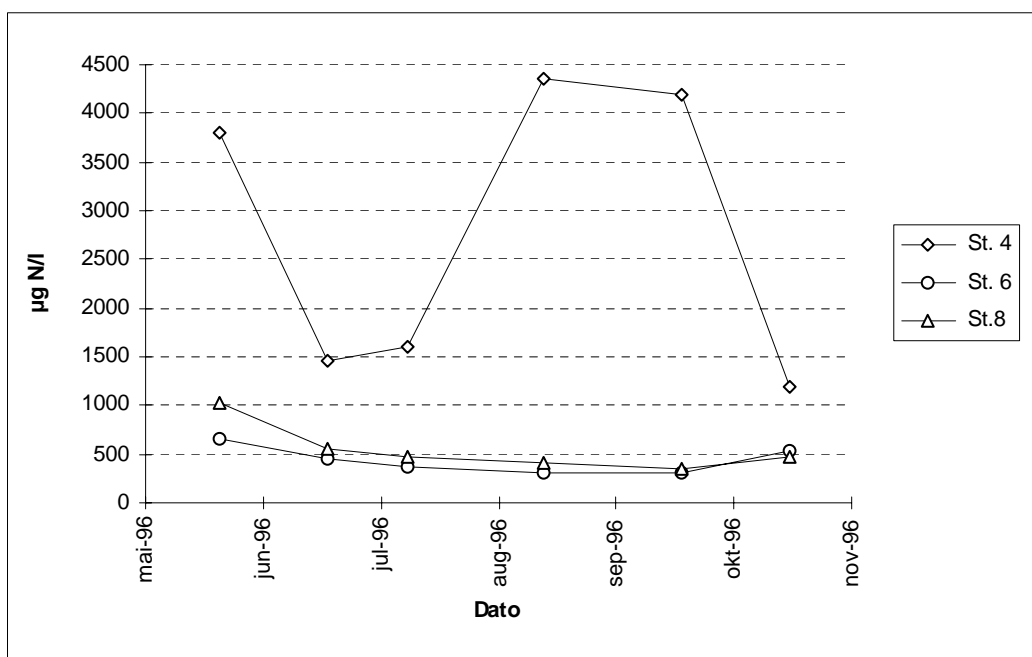
Kalium kan være en indikator på landbruksforurensning ved at naturgjødning, og i de fleste tilfeller kunstgjødning, inneholder dette plantenæringsstoffet. Kaliumkonsentrasjonene i naturlig bekkevann på Sørlandet er oftest under 1 mg/L (Skjelkvåle 1996), men en må regne med noe forhøyede konsentrasjoner i områder som ligger under marin grense. Strengselva hadde de høyest kaliumkonsentrasjonene blant ferskvannlokalitetene med opptil 5,2 mg/L. Songevatn skilte seg klart ut fra de andre lokalitetene med kaliumkonsentrasjoner i området 24-176 mg/L. Dette skyldes imidlertid brakkvannspåvirkning.

Vurdering av vassdragets tilstand mht. næringssalter

De undersøkte lokalitetene er i **Tabell 4** klassifisert i henhold til SFTs vurderingssystem for vannkvalitet i ferskvann. På grunn av at det er samlet inn relativt få prøver fra hver lokalitet er klassifiseringsgrunnlaget forholdsvis usikkert. Usikkerheten vil generelt øke med graden av forurensning (Faafeng og Fjeld 1996). Vannkvalitetsvariasjonene vil være minst i uforurensede innsjøer med lang oppholdstid og størst i små, forurensede bekker. Klassifiseringssystemet er nærmere forklart i vedlegg A.



Figur 5. Konsentrasjon av total nitrogen på ulike stasjoner i vassdraget. Middelerverdier, samt høyeste og laveste verdi i løpet av undersøkelsen. Se figur 2, s. 10 for stasjonsnavn.



Figur 6. Sesongvariasjoner i konsentrasjon av total nitrogen på st. 4 Strengselva, st. 6. Utløp Lundevatn og st. 8 Nærestadvassdraget.

Den beste vannkvaliteten mht. næringssalter ble funnet på stasjonene utløp Vegår og Nes Verk i Storelva (klasse 1, “god vannkvalitet”). I sidevassdraget Skjerka, samt resten av Storelva ut til og med Songevatn kan vannkvaliteten karakteriseres som “mindre god” (klasse 2). Den dårligste vannkvaliteten ble funnet i Selåsvatn, Strengselva og Nærestadvassdraget (klasse 3, “nokså dårlig”). Stikkprøven som ble tatt i Ljøstadvatn er ikke grunnlag nok til å foreta klassifisering.

Tabell 4. Vassdragets tilstand mht. virkninger av næringssalter. Klasse 1 er best, 5 er dårligst (se forklaring i vedlegg A). *Ljøstadvatn har for få prøver til at klassifisering kan foretas.

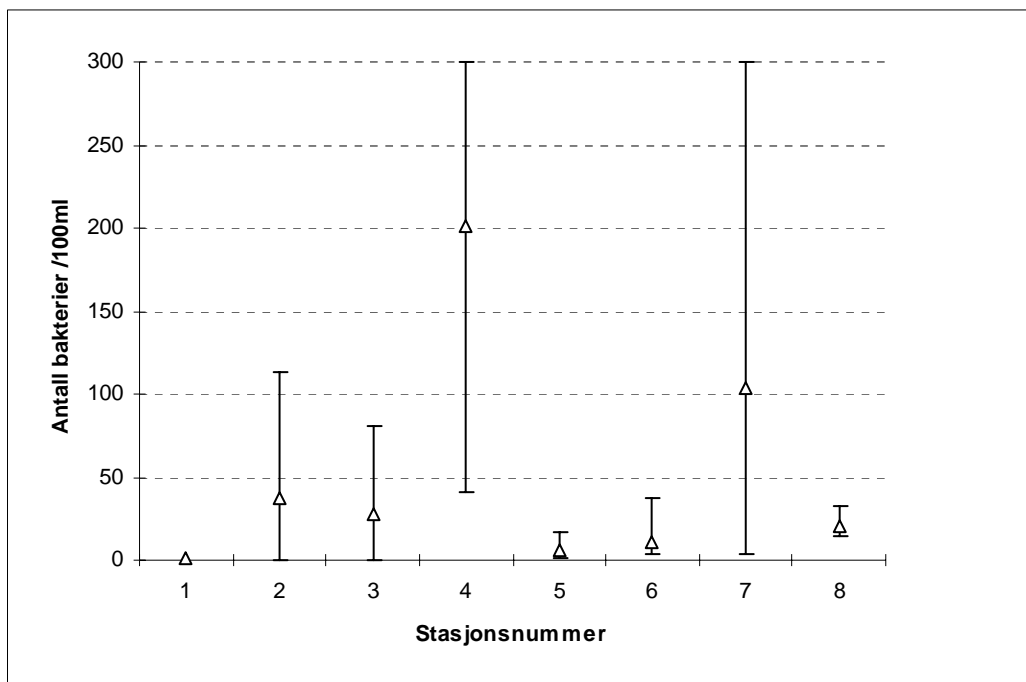
Stasjon	Lokalitet	Total P	Total N	Klorofyll	SUM
St. 1	Ljøstadvatn*	(3)	(3)	(2)	(3)
St. 2	Ubergsvatn	2	3	2	2
St. 3	Selåsvatn	3	3	3	3
St. 4	Strengselva	3	5		4
St. 5	Skjerka	2	2		2
St. 6	Lundevatn utl.	2	3		2
St. 7	Songevatn	2	3	2	2
St. 8	Nærestadvassdr.	3	3		3
St. 9	Vegår utl.	1	3		1
St. 10	Nes Verk	1	3		1

2.3 Tarmbakterier

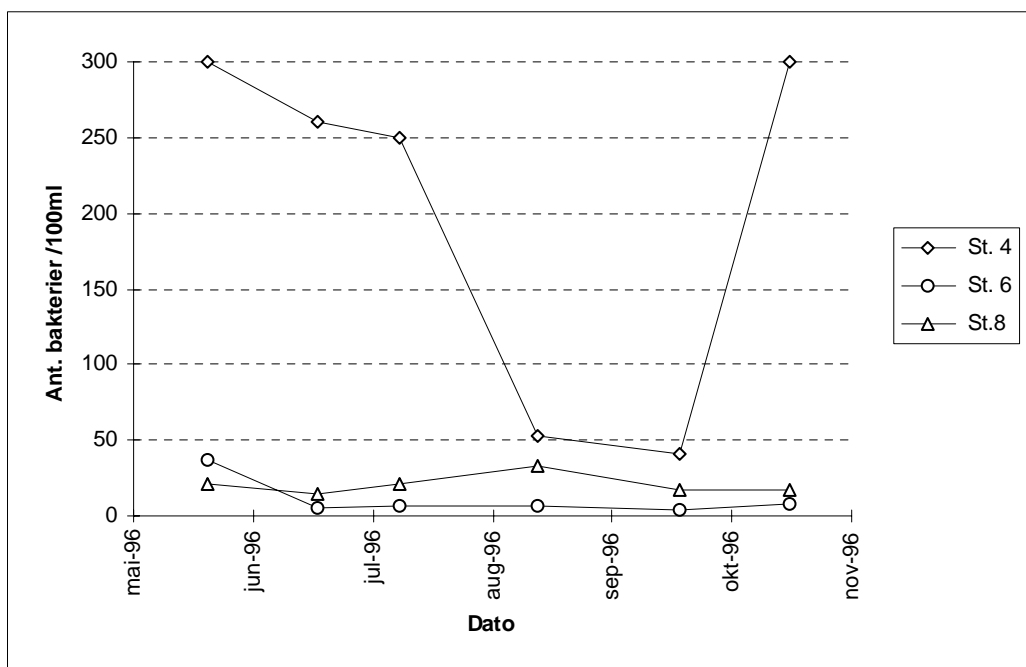
Forekomst av termotabile koliforme bakterier (TKB) i vann er tegn på fersk fekal forurensning, enten fra mennesker eller dyr. I følge Folkehelsas krav må det ikke påvises TKB i noen prøver dersom vannet skal oppnå betegnelsen “god drikkevannskvalitet” (SIF 1987). Folkehelsas kvalitetskrav til godt badevann er <100 TKB/100 ml som geometrisk middeltall for minst 5 prøver tatt i en 30 dagers periode (Statens helsetilsyn 1994, SIF 1976). Grenseverdien kan bare overskrides med inntil 100% for høyst 10% av enkeltresultatene (SIF 1976). Det må her tillegges at programmet for Vegårvassdraget ikke oppfyller Folkehelsas krav til prøvetakingshyppighet, i og med at det kun er tatt 6 prøver på bekkelokalitetene og 3 prøver på innsjølokalitetene gjennom sommersesongen.

De høyeste middelkonsentrasjonene av TKB ble funnet i Strengselva og Songevatn med hhv. 200 og 100 TKB/100 ml (**Figur 7**). I Strengselva ble det registrert > 200 TKB/100 ml i 4 av 6 prøver. Ved de øvrige stasjonene lå middelverdiene, samt de fleste enkeltverdiene under 50 TKB/100 ml. Det var relativt stor variasjon mellom prøvene i Strengselva (**Figur 8**), og den høye middelverdien i Songevatn var i sin helhet forårsaket av én høy verdi i mai-prøven (> 300 TKB/100 ml). Ved de øvrige stasjonene var det forholdsvis liten variasjon mellom prøvene.

Lokaliteter som har > 200 TKB/100 ml i en eller flere enkeltprøver kvalifiserer ikke til betegnelsen “godt badevann”, i og med at Folkehelsa forutsetter at ingen prøver skal overskride kravet på <100 TKB/100 ml med over 100%. I følge SFTs klassifiseringssystem ligger den hygieniske vannkvaliteten i vassdraget generelt innenfor klassene 2 og 3 (hhv “mindre god” og “nokså dårlig”) (**Tabell 5**).



Figur 7. Forekomst av tarmbakterier på ulike stasjoner i vassdraget. Middelverdier, samt høyeste og laveste verdi i løpet av undersøkelsen. Se figur 2, s. 10 for stasjonsnavn.



Figur 8. Sesongvariasjoner i forekomst av tarmbakterier på st. 4 Strengselva, st. 6. Utløp Lundevatn og st. 8 Nærestadvassdraget.

Tabell 5. Vassdragets tilstand mht. virkninger av tarmbakterier. Klasse 1 er best, 5 er dårligst (se forklaring i vedlegg A). *Ljøstadvatn har for få prøver til at klassifisering kan foretas.

Stasjon	Lokalitet	Tarmbakterier
St. 1	Ljøstadvatn*	(1)
St. 2	Ubergsvatn	2
St. 3	Selåsvatn	2
St. 4	Strengselva	3
St. 5	Skjerka	2
St. 6	Lundevatn utl.	2
St. 7	Songevatn	3
St. 8	Nærstadvassdr.	2

2.4 Organisk stoff og partikler

Organisk stoff og partikler er i denne undersøkelsen målt som hhv. totalt organisk karbon (TOC) og turbiditet. TOC-konsentrasjoner i vann varierer vanligvis i området 1-15 mg/L, avhengig av humustilførsler (Berglind et al. 1984). Humus er tungt nedbrytbare organiske forbindelser som bl.a. gir den karakteristiske brune fargen på avrenningsvann fra myrområder. Humusmengde i vann kan forholdsvis enkelt anslås ved å måle vannfargen. Vannets innhold av partikler kan også variere svært mye i naturlige vannforekomster. De høyeste partikkelkonsentrasjonene kan en vanligvis måle i områder under marin grense.

På grunn av de store variasjonene i både organisk stoff og partikler, er disse parametrene forholdsvis lite egnet som indikatorer på lokal forurensning - med mindre en kjenner de naturlige bakgrunns-konsentrasjonene i området svært godt. Opplysninger om vannets innhold av organisk stoff og partikler kan imidlertid ha stor innvirkning på andre vannkvalitetsparametre (bl.a. næringsstoffenes tilstandsform) og er derfor viktige ved tolkningen av disse.

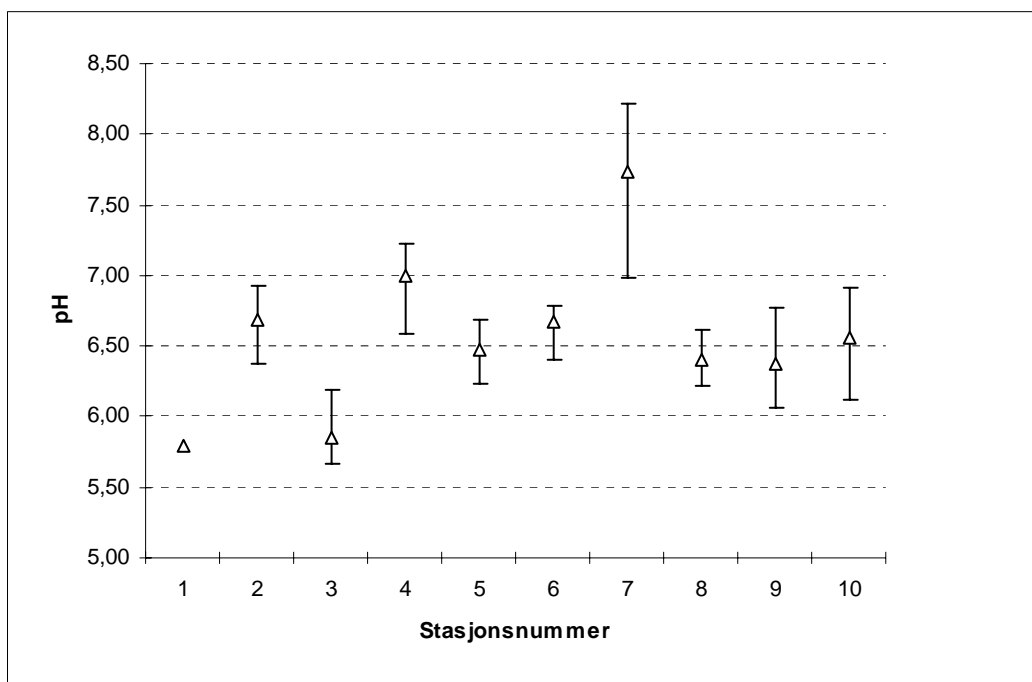
Middelverdiene for TOC-konsentrasjon varierte mellom 2,3 og 7 mg/L på de ulike stasjonene. Dette, sammen med gjennomsnittlige fargetall på 15-45 mg Pt/L indikerer at samtlige stasjoner kan karakteriseres som lite til middels humøse (Økland 1983, Berglind *et al.* 1984). Lokalitetene var generelt sett lite påvirket av partikler (0,5-2,8 FTU), tatt i betraktning at deler av nedbørfeltet ligger under marin grense. De laveste verdiene ble målt i innsjøene, som virker som sedimentasjonsbassenger for partikler.

2.5 Surhet

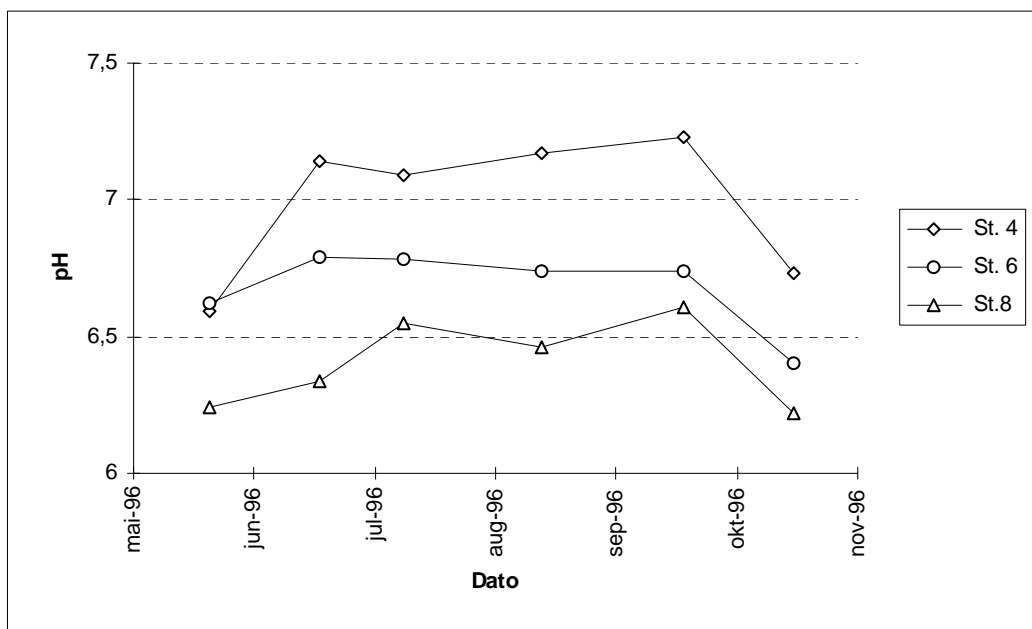
Svovel og nitrogen fra langtransportert forurenset luft og nedbør har ført til forsuring av mange vassdrag i Sør-Norge. Problemet er spesielt stort på Sørlandet og deler av Vestlandet hvor tilførslene av atmosfærisk svovel og nitrogen er store, samtidig som hard og kalkfattig berggrunn gir liten avsyringskapasitet (bufferevne). Surt vann (pH under 5,5) og høye aluminiumskonsentrasjoner har medført fisketomme vann mange steder de siste 20-30 årene. Som et resultat av internasjonale forhandlinger er svovelinnholdet i nedbøren nå i ferd med å avta, og det er allerede registrert en svak pH-økning i vassdragene (Skjelkvåle 1996).

I hovedvassdraget fra og med utløpet av Vegår til utløpet av Lundevatn ble det gjennomgående målt pH-verdier over 6,0. Dette skyldes i hovedsak kalkingen i Vegår og ved Hauglandsfossen. Uten kalking ville pH-verdiene i utløpet av Vegår sannsynligvis ofte ha ligget ned mot 5,0. pH-verdiene i Skjerkavassdraget (< 6) kan også i stor grad tilskrives kalking lokalt. De høye pH-verdiene i Strengselva og Nærstadvassdraget (6-7 i middel) skyldes i stor grad naturlig bufring, i og med at store deler av

nedbørfeltene ligger under marin grense. Det spesielt høye pH-nivået i Songevatn skyldes saltvannspåvirkningen på denne lokaliteten.



Figur 9. pH på ulike stasjoner i vassdraget. Middelverdier, samt høyeste og laveste verdi i løpet av undersøkelsen. Se figur 2, s. 10 for stasjonsnavn.



Figur 10. Sesongvariasjoner i pH på st. 4 Strengselva, st. 6 Utløp Lundevatn og st. 8 Nærestadvassdraget.

Ljøstadvatn og Selåsvatn var de sureste av lokalitetene i denne undersøkelsen, med pH-verdier ned mot 5,5. Dette nivået var neppe skadelig for fiskebestandene i disse innsjøene, men en bør være oppmerksom på at pH-verdiene i forsurningsfølsomme vassdrag vanligvis er betydelig lavere i vinterhalvåret. Denne sesongmessige variasjonen er til en viss grad illustrert i **Figur 10**, som viser at de høyeste pH-verdiene ble målt om sommeren når den biologiske produksjonen er på det høyeste og tilførselene av surt vann fra utmarksområdene er små.

I følge SFTs klassifiseringssystem ligger de fleste lokalitetene i vassdraget innenfor klassene 1 og 2 (hvv. “god” og “mindre god”) mht. surhet (**Tabell 6**). Dette er lokaliteter med pH over 6,0 som middel og hvor det med stor sannsynlighet ikke er fare for fiskebestandene på noen tid av året. I Selåsvatn lå pH-verdiene innenfor klasse 3 (“nokså dårlig”). Vannkvalitetsklassen i Ljøstadvatn er usikker fordi det kun ble tatt én prøve her i løpet av undersøkelsen.

Tabell 6. Vassdragets tilstand mht. virkninger av surhet. Klasse 1 er best, 5 er dårligst (se forklaring i vedlegg A). *Ljøstadvatn har for få prøver til at klassifisering kan foretas.

Stasjon	Lokalitet	Surhet
St. 1	Ljøstadvatn*	(3)
St. 2	Ubergsvatn	1
St. 3	Selåsvatn	3
St. 4	Strengselva	1
St. 5	Skjerka	2
St. 6	Lundevatn utl.	1
St. 7	Songevatn	1
St. 8	Nærstadvassdr.	2
St. 9	Vegår utl.	2
St. 10	Nes Verk	2

3. Vurdering av resultatene

3.1 Vannkvalitetstilstand

Hovedelva (Storelva)

Utløp Vegår - Ubergsvatn - Nes Verk - utløp Lundevatn - Songevatn

Storelva var lite til moderat påvirket av næringssalter (klasse 1-2) og moderat til markert påvirket av tarmbakterier (klasse 2-3) (**Tabell 7**). Det ble registrert en viss økning i konsentrasjonene av næringssalter og bakterier nedover i hovedelva, trolig pga. landbruk og bebyggelse langs elva, samt innløp av mer forurensede sidevassdrag. På grunn av den relativt store vannføringen i hovedelva får imidlertid de lokale kildene forholdsvis liten innvirkning på vannkvaliteten pga. stort fortynningsvolum. Etter kalkingen av Vegår og Storelva har pH-verdiene i elva nå stabilisert seg på verdier over 6,0. Dette er et nivå hvor en forventer at det er liten fare for skader på fiskebestandene i elva.

Tabell 7. Samlet vurdering av vassdragets vannkvalitetstilstand. Klasse 1 er best, 5 er dårligst (se vedlegg A). *Ljøstadvatn har for få prøver til at klassifisering kan foretas.

Stasjon nr:	Lokalitet	Nærings-salter	Tarm-bakterier	Surhet
Hovedelva (Storelva):				
9	Vegår utl.	1		2
2	Ubergsvatn	2	2	1
10	Nes Verk	1		2
6	Lundevatn utl.	2	2	1
7	Songevatn	2	3	1
Sidevassdrag / innsjøer:				
1	Ljøstadvatn*	(3)	(1)	(3)
3	Selåsvatn	3	2	3
4	Strengselva	4	4	1
5	Skjerka	2	2	2
8	Nærestadvassdr.	3	2	2

Sidevassdrag / innsjøer

Ljøstadvatn, Selåsvatn, Strengselva, Skjerka og Nærestadvassdraget.

Vannkvaliteten i sidevassdragene var generelt dårligere enn i hovedelva: Lokalitetene var moderat til sterkt påvirket av næringssalter og tarmbakterier (klasse 2-4) (**Tabell 7**). Av disse var Strengselva mest påvirket av næringssalter og tarmbakterier. Dette skyldes i hovedsak landbruket, men også sannsynligvis bebyggelsen i området. Også Nærestadvassdraget var klart påvirket, men stor variasjon i prøvene gjør det vanskelig å anslå graden av påvirkning. Spredt bebyggelse og til en viss grad landbruksaktivitet er antatt å være de viktigste forurensningskildene i dette vassdraget.

I innsjøene Ljøstadvatn og Selåsvatn var det forholdsvis høye konsentrasjoner av total fosfor (15-20 µg/L), men det var kun i Selåsvatn dette viste seg i form av forhøyede algekonsentrasjoner (klorofyll). Årsaken til at Ljøstadvatn ikke viste samme respons, kan være at fosforet i større grad er bundet til humus-partikler i innsjøen - og dermed ikke er direkte tilgjengelig for algevekst. Både Ljøstadvatn og Selåsvatn er forholdsvis påvirket av humus, som er tungt nedbrytbart organisk materiale som bl.a. tilføres naturlig fra

myravrøning. I og med at det kun er tatt én prøve i Ljøstadvatn, er det forøvrig sannsynlig at algekonsentrasjonen i innsjøen har vært høyere enn det som er registrert i denne undersøkelsen.

De undersøkte sidevassdragene og innsjøene var lite til markert påvirket av surhet (klasse 1-3) (Tabell 7). De mest påvirkede lokalitetene var Ljøstadvatn og Selåsvatn, der pH-verdiene lå mellom 5,7 og 6,2. I og med at det ikke foreligger prøver fra vinterhalvåret (da avrenningen vanligvis er surest), er det vanskelig å vurdere sannsynligheten for fiskeskader.

3.2 Sammenligning med tidligere undersøkelser

Hovedelva (Storelva)

Det foreligger få data på næringssalter i Storelva. I den vannkjemiske overvåkingen av kalkingseffekter, som drives i regi av Direktoratet for naturforvaltning, ble fosfor inkludert som overvåkningsparameter først i 1993. I Ubergsvatn ble det i 1988 tatt 4 vannprøver gjennom sommersesongen i forbindelse med en landsomfattende undersøkelse av eutrofiering (overgjødning) i innsjøer (Faafeng et al. 1990). Middelerdien for disse prøvene var: Total fosfor: 7 µg/L, total nitrogen: 380 µg/L og klorofyll a: 2,4 µg/L. Dette er noe lavere fosfor- og nitrogenkonsentrasjoner enn det som ble funnet i 1996-undersøkelsen, men år-til-år variasjoner samt forskjeller i prøvetakingstidspunkt gjør det vanskelig å sammenligne dataene direkte.

Sidevassdrag / innsjøer

I Strengselva ble det i 1996 gjennomgående målt lavere fosforkonsentrasjoner (middel: 19 µg/L) enn det som er rapportert fra undersøkelsene i 1991-1993 (middel: 44 µg/L) (Kaste et al. 1995). År-til-år variasjoner kan spille inn her, men i og med at alle verdier i 1996 ligger under gjennomsnittsverdien for perioden 1991-1993 er det sannsynlig at det dreier seg om en endring. Forbedringen har sannsynligvis sammenheng med forurensningsbegrensende tiltak som er gjennomført i området. Nitrogenkonsentrasjonen i Strengselva synes ikke å ha endret seg vesentlig i perioden (middel 1991-1993: 2400 µg/L, middel 1996: 2800 µg/L). Dette kan være en indikasjon på at det ikke er oppnådd vesentlige reduksjoner i avrenningen fra dyrka mark i perioden.

Nærestadvassdraget ble i 1988 undersøkt ved to anledninger (juni og august) i forbindelse med en regional undersøkelse av kystnære småvassdrag i Aust-Agder (Hindar 1990). Gjennomsnittlig fosfor- og nitrogenkonsentrasjon den gang var relativt lav, hhv. 6 µg P/L og 380 µg N/L. Gjennomsnittlig fosfor- og nitrogenkonsentrasjon i 1996 var høyere enn dette (total fosfor 18 µg P/L, total nitrogen 550 µg N/L), men få prøver i 1988 og stor variasjon i prøvene fra 1996 gjør det vanskelig å foreta sammenligninger.

3.3 Vurdering av behov for tiltak

Selv om vannkvaliteten i Storelva kan karakteriseres som relativt god, kan det lokalt i sidebekker og rundt innsjøer være behov for forurensningsbegrensende tiltak. Dette gjelder først og fremst i Strengselva, men også til en viss grad i Nærestadvassdraget og Selåsvatn. Sidebekker har generelt stor betydning som gyte- og oppvekstområde for aure. Dersom disse lokalitetene tilføres for mye næringssalter, vil gytesubstratet (grusen) kunne bli overdekket med algebegroing og vegetasjon. Utslipp av silosaft eller direkte tilførsler fra utette gjødsellagre vil på den annen side kunne medføre episodisk oksygenvinn og fiskedød.

Aktuelle forurensningsbegrensende tiltak i området kan være: (i) Tiltak mot arealavrøning i landbruket:

(redusert høstpløying, etablering av kantsoner langs bekker, gjødselplanlegging), (ii) Tiltak rettet mot punktkilder i landbruket (silo, gjødsellager, melkerom) og (iii) Tiltak rettet mot spredt bebyggelse (bedring av utslippsløsninger).

I brakkvannsbassenget Songevatn, som ligger i utløpsområdet til Storelva, ble det i en undersøkelse i 1994 funnet oksygenfritt vann allerede fra 10-15 meters dyp (Slotta og Skogaas 1994). Tidligere utslipp fra treindustri i området antas å medvirke til det høye oksygenforbruket i bunnvannet. I og med at vannkvalitetsforholdene i Songevatn hittil er lite kartlagt, anbefales det en grundigere vannkjemisk og biologisk undersøkelse. Det anbefales også en ny og noe mer omfattende vannundersøkelse i Strengselva, Nærestadvassdraget og Selåsvatn om noen år, for å dokumentere evt. endringer i vannkvaliteten.

4. Litteratur

- Berglind, L., I. Dahl, E.T. Gjessing, D. Klaveness og M. Læg Reid. 1984. Organisk materiale. I: Vennerød, K. (red.). Vassdragsundersøkelser. Norsk limnologiforening / Universitetsforlaget: 110-126.
- Bratli, J.L., H. Holtan og S.O. Åstebøl. 1997. Miljøsmål for vannforekomstene - tilførselsberegninger. SFT-veileder, under trykking.
- DNMI 1997. Nedbørhøyder for 1995 og 1996 fra meteorologisk stasjon 3559 Vegårshei, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Faafeng, B. og E. Fjeld. 1996. Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer. Statistisk analyse av usikkerhet i sesongmiddelverdier. NIVA-rapport 3427, 21 s.
- Faafeng, B., P. Brettum og D.O. Hessen. 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofitilstanden i 355 innsjøer i Norge, Statlig program for forurensningsovervåking rapport nr. 389/90, løpenr. 2355, 57 s.
- Hindar, A. 1990. Vurdering av vannkvaliteten i kystnære småvassdrag i Aust-Agder - grunnlag for tiltak. NIVA-rapport, løpenr. 2389, 66 s.
- Hindar, A. 1994. Vegår. I: Kalking i vann og vassdrag 1992. Overvåking av større prosjekter 1992. DN-notat 1994-3, s. 144-149.
- Holtan, H. og D.S. Rosland. 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning nr. 92:06, TA-905/1992, 32 s.
- Kaste, Ø., E. Kleiven og J. Håvardstun 1997a. Overvåking av kalkingprosjektet i Vegårvassdraget. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN notat under trykking.
- Kaste, Ø., F. Kroglund og E. Kleiven. 1995. Strengselva i Aust-Agder. Vannkvalitet og effekter av landbrukstilførsler 1991-1993. NIVA-rapport 3208, 46 s.
- Kaste, Ø., G. Halvorsen, J. Håvardstun, E. Kleiven, F. Kroglund og B. Walseng. 1997b. Overvåking av kalkingprosjektet i Rorevassdraget. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN notat under trykking.
- Løvhøiden, F. (1993). Kjemisk overvåking av norske vassdrag - Elveserien 1988-1990. Norsk institutt for naturforskning. Oppdragsmelding 156, 58 s.
- Maijer, C. and Padget, P. (eds.) 1987. The geology of southernmost Norway: an excursion guide. Geological survey of Norway, Special Publication no. 1. 109 pp.
- NVE 1995. Hydrologisk kart for Vegårvassdraget. Norges vassdrags- og energiverk, hydrologisk avdeling, Oslo.

- Økland, J. 1983. Ferskvannets verden 1: Miljø og prosesser i innsjø og elv. Universitetsforlaget, 203 s.
- Selåsdal, N. (1950). Limnologiske undersøkelser av innsjøer i Aust-Agder. Hovedfagsoppgave i limnologi . Univ. i Oslo, 66 s.
- SIFF 1976. Kvalitetskrav til vann. Statens institutt for folkehelse. 52 s.
- SIFF 1987. Kvalitetsnormer for drikkevann. G2. Statens institutt for folkehelse. 72 s.
- Skjelkvåle, B.L. (red.) 1996. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - effekter 1995. Statens forurensningstilsyn (SFT), rapport 671/96, 193 s.
- Slotta, B og Skogaas, H.M. (1994). Vurdering av miljøtilstanden i marine resipienter i Tvedestrand kommune. Prosjektoppgave i miljøteknikk, Agder ingeniør- og distriktshøgskole, 45 s.
- Statens Helsetilsyn 1994. Nye kvalitetsnormer for friluftsbad. Rundskriv IK-21/94.

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.

Tabell 8. 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"
Næringssalter	Totalfosfor ($\mu\text{g P/l}$)	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	Totalnitrogen ($\mu\text{g N/l}$)	<250	250-400	400-550	550-800	>800
	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
Organiske stoffer	TOC (mg C/l)	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	KOF _{Mn} (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
Forsurende stoffer	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
Miljøgifter	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
Partikler	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
Tarmbakterier	Termostabile koli. bakt. (antall/100 ml) v/44°C	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000

Vedlegg B. Primærdata

St. nr.	Dato	Dyp m	pH	TOC mg/l	K25 mS/m	K mg/l	NO ₃ -N µgN/l	Tot-N µgN/l	NH ₄ -N µgN/l	Tot-P µgP/l	PO ₄ -P µgP/l	Farge mgPt/l	Turb. FTU	O ₂ mg/l	H ₂ S mg/l	Bakt. /100ml	Kl. a µg/l
1	09/07/96	1-4	5,80	5,5	2,72	0,34	145	415	20	15	<2,0	40	0,1			1	2,3
1	09/07/96	10												7,8			
2	20/05/96	1-4	6,93	4,4	3,58	0,37	230	520	30	8	2,2	26	0,9			0	2,7
2	09/07/96	1-4	6,76	4,4	3,08	0,36	150	420	10	8	<2,0	21	0,8			0	2,0
2	02/10/96	1-4	6,38	4,8	3,19	0,39	190	445	45	10	<2,0	23	1,0			113	2,4
2	20/05/96	18												10,8			
2	09/07/96	18												9,6			
2	02/10/96	18												2,8			
3	20/05/96	1-4	5,67	6,8	3,23	0,59	275	645	15	13	3,6	49	0,8			3	3,4
3	09/07/96	1-4	6,19	7,4	3,02	0,60	35	420	10	23	<2,0	41	0,8			0	11,0
3	02/10/96	1-4	5,71	7,0	3,17	0,58	95	500	30	14	<2,0	50	0,7			81	6,3
3	20/05/96	10												9,9			
3	09/07/96	10												7,8			
3	02/10/96	10												7,7			
4	21/05/96		6,59	4,8	10,10	1,32	2250	3800	160	28	12,0	32	7,0			>300	
4	18/06/96		7,14	4,1	8,10	1,15	520	1450	505	17	4,2	22	1,7			260	
4	09/07/96		7,09	6,6	9,01	1,35	750	1600	240	27	3,3	54	3,1			250	
4	13/08/96		7,17	4,3	18,50	5,18	3650	4350	<5	14	2,5	26	0,2			53	
4	18/09/96		7,23	3,6	17,40	3,76	2750	4200	30	11	4,7	16	2,1			41	
4	16/10/96		6,73	4,3	8,17	1,18	700	1200	125	15	5,4	25	2,8			>300	
5	21/05/96		6,23	5,0	3,16	0,40	260	500	25	6	<2,0	40	0,5			10	
5	18/06/96		6,52	5,5	2,92	0,36	70	360	5	6	2,3	38	0,4			3	
5	09/07/96		6,68	6,1	3,08	0,41	75	330	10	7	<2,0	44	0,3			2	
5	13/08/96		6,46	4,9	3,33	0,35	75	270	10	9	<2,0	35	1,2			2	
5	18/09/96		6,66	5,5	3,28	0,40	65	320	10	7	<2,0	40	0,2			1	
5	16/10/96		6,29	7,6	3,62	0,38	180	455	75	9	<2,0	55	0,5			17	
6	21/05/96		6,62	4,2	4,07	0,47	365	655	40	7	2,5	31	1,8			37	
6	18/06/96		6,79	3,5	3,77	0,45	190	455	10	7	2,3	26	0,5			5	
6	09/07/96		6,78	4,1	3,49	0,45	160	375	10	6	<2,0	25	0,8			6	
6	13/08/96		6,74	3,2	3,54	0,42	140	305	10	8	<2,0	16	1,4			7	
6	18/09/96		6,74	3,8	3,63	0,42	160	300	10	6	<2,0	18	0,5			4	
6	16/10/96		6,40	5,1	3,99	0,46	220	530	60	8	<2,0	37	0,7			8	
7	21/05/96	1-4	6,99	4,8	391	24	290	670	45	8	2,2	27	0,8			>300	1,5
7	09/07/96	1-4	8,21	<1,0	2430	176	60	390	10	11	<2,0	15	0,6			4	4,1
7	18/09/96	1-4	8,02	<1,0	2430	175	20	270	5	13	2,8	8	0,4			7	2,4
7	21/05/96	60													19,3		
7	09/07/96	60													18,2		
7	18/09/96	60													>20		

St. nr.	Dato	Dyp m	pH	TOC mg/l	K25 mS/m	K mg/l	NO ₃ -N µgN/l	Tot-N µgN/l	NH ₄ -N µgN/l	Tot-P µgP/l	PO ₄ -P µgP/l	Farge mgPt/l	Turb. FTU	O ₂ mg/l	H ₂ S mg/l	Bakt. /100ml	Kl. a µg/l
8	21/05/96		6,24	5,2	3,93	0,48	385	1020	155	59	15,0	41	0,6				21
8	18/06/96		6,34	6,8	3,17	0,80	225	560	10	19	5,0	44	0,5				15
8	09/07/96		6,55	5,6	3,31	0,47	255	475	10	5	<2,0	33	0,8				21
8	13/08/96		6,46	5,0	3,35	0,46	210	420	20	8	2,5	27	0,8				33
8	18/09/96		6,61	5,5	3,57	0,44	205	345	10	5	2,0	27	1,2				17
8	16/10/96		6,22	5,9	3,47	0,41	225	465	65	9	<2,0	38	0,5				17
9	21/02/96		6,06	3,7		0,30	255	545		3							
9	23/05/96		6,34	5,1	2,70	0,28	220	435		6							
9	16/07/96		6,62	3,0	2,76	0,29	150	335		3							
9	15/08/96		6,70	3,3													
9	22/08/96		6,77	2,8													
9	19/09/96		6,50	3,3													
9	01/10/96		6,22	3,3													
9	17/10/96		6,24	2,9													
9	28/10/96		6,27	3,5													
9	07/11/96		6,30	4,0													
9	17/11/96		6,36	4,2													
9	15/12/96		6,07	4,5													
10	14/01/96		6,26	4,0	3,45	0,39	330	380		7							
10	20/02/96		6,12	4,5	3,42	0,42	300	545		4							
10	17/03/96		6,30	4,2	3,86	0,43	310	550		4							
10	14/04/96		6,35	4,7	3,42	0,51	420	640		6							
10	14/05/96		6,77	3,7	3,29	0,36	255	450		3							
10	16/06/96		6,92	3,6	3,52	0,36	215	365		5							
10	13/07/96		6,86	3,4	3,15	0,33	150	325		4							
10	22/08/96		6,83	3,5	3,11	0,30	105	285		6							
10	19/09/96		6,64	3,4	3,08	0,35	120	310		4							
10	01/10/96		6,52	5,0	3,35	0,42	195	440		10							
10	17/10/96		6,52	4,5	3,51	0,39	200	410		8							
10	28/10/96		6,68	4,9	3,43	0,40	215	420		9							
10	07/11/96		6,55	5,6	3,11	0,36	225	380		5							
10	17/11/96		6,54	5,1	3,10	0,36	210	410		6							
10	15/12/96		6,61	5,1	3,43	0,32	215	385		7							

Middelverdier for hver stasjon (alle kjemiske parametre):

St. nr.	Dyp <i>m</i>	pH	TOC <i>mg/l</i>	K25 <i>mS/m</i>	K <i>mg/l</i>	NO ₃ -N <i>µgN/l</i>	Tot-N <i>µgN/l</i>	NH ₄ -N <i>µgN/l</i>	Tot-P <i>µgP/l</i>	PO ₄ -P <i>µgP/l</i>	Farge <i>mgPt/l</i>	Turb. <i>FTU</i>	O ₂ <i>mg/l</i>	H ₂ S <i>mg/l</i>	Bakt. <i>/100ml</i>	Kl. a <i>µg/l</i>
2	1-4	6,69	4,5	3,28	0,37	190	462	28	9	2,1	23	0,9			38	2,4
2	18												7,7			
3	1-4	5,86	7,1	3,14	0,59	135	522	18	17	2,5	47	0,8			28	6,9
3	10												8,5			
4		6,99	4,6	11,88	2,32	1770	2767	178	19	5,4	29	2,8			201	
5		6,47	5,8	3,23	0,38	121	373	23	7	2,1	42	0,5			6	
6		6,68	4,0	3,75	0,45	206	437	23	7	2,1	26	1,0			11	
7	1-4	7,74	2,3	1750	125	123	443	20	11	2,3	17	0,6			104	2,7
7	60													19,2		
8		6,40	5,7	3,47	0,51	251	548	45	18	4,8	35	0,7			21	
9		6,37	3,6	2,73	0,29	208	438		4							
10		6,56	4,3	3,35	0,38	231	420		6							