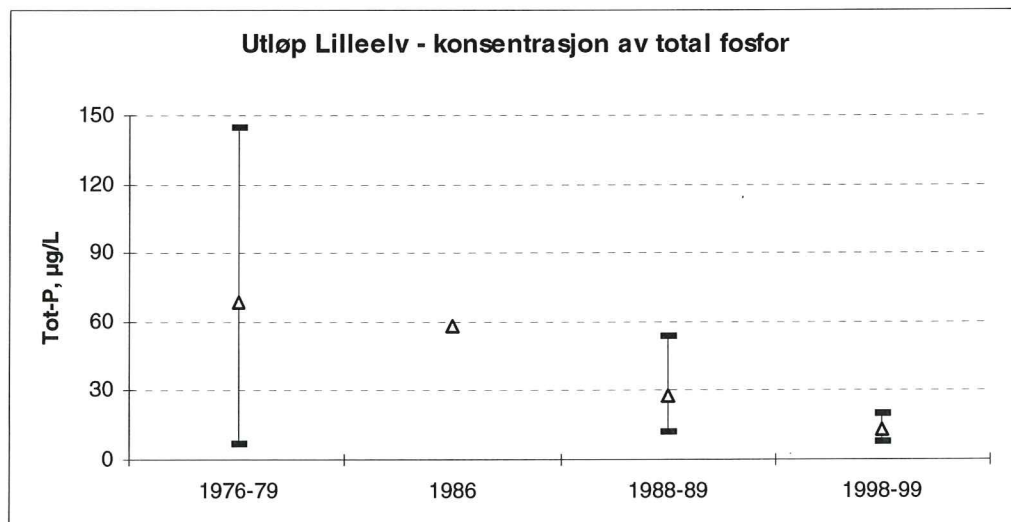


NIVA



RAPPORT LNR 4219-2000

**Vannkjemiske
undersøkelser i
Assævatn/Lilleelv,
Arendal kommune
1998 -1999**



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 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

9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Vannkjemiske undersøkelser i Assævatn/Lilleelv, Arendal kommune, 1998-1999. <i>Water quality surveillance in Assævatn/Lilleelv, Arendal municipality, 1998-1999</i>	Løpenr. (for bestilling)	Dato	
	4219-2000	April 2000	
	Prosjektnr. Undernr.	Sider	Pris
	O-94216	26	75,-
Forfatter(e) Kaste, Øyvind Håvardstun, Jarle	Fagområde	Distribusjon	
	Eutrofi ferskvann		
	Geografisk område	Trykket	
	Aust-Agder	NIVA	

Oppdragsgiver(e) Arendal kommune	Oppdragsreferanse Kristian A. Dahl
-------------------------------------	---------------------------------------

Sammendrag

Assævatn/Lilleelv ble undersøkt i 1998-1999 for å vurdere dagens vannkjemiske status i relasjon til resultater fra tidligere undersøkelser. Vassdraget var moderat til markert påvirket av næringssalter og tarmbakterier og ubetydelig til markert påvirket av surhet. Assævatn og bekken oppstrøms Lindåstjern var de eneste av lokalitetene som tilfredstilte kravene til "god badevannskvalitet" i 1998-1999. Stasjonene Libru, Sagvatn og Asdal hadde de høyeste konsentrasjonene av næringssalter og tarmbakterier, mens stasjonen ved Lindåstjern var mest påvirket av surhet. Det har vært en klar forbedring i vannkvaliteten i de nedre delene av Lilleelv gjennom de siste 25 årene. Middelkonsentrasjonen av total fosfor i 1998-99 var bare omlag ¼ av den som ble beregnet for perioden 1976-79. Hovedårsaken til forbedringen er først og fremst forurensningsbegrensende tiltak innenfor kloakksektoren, men tiltak innenfor landbruket har sannsynligvis også hatt betydning. I de øvre delene, ved Libru, var bekken imidlertid fremdeles markert påvirket av næringssalter i 1998-99. En bør derfor vurdere mulighetene for å sette inn ytterligere forurensningsbegrensende tiltak her.

Fire norske emneord 1. Vassdrag 2. Vannkvalitet 3. Kommunalt avløpsvann 4. Resipientundersøkelse	Fire engelske emneord 1. Watercourse 2. Water quality 3. Municipal wastewater 4. Recipient surveillance
--	---


Øyvind Kaste
Prosjektleder


Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder


Nils Roar Sælthun
Forskningsjef

**Vannkjemiske undersøkelser i Assævatn/Lilleelv,
Arendal kommune, 1998-1999.**

Forord

NIVA ble i 1994 bedt om å utarbeide et langtidsprogram for overvåking av viktige vann og vassdrag i Arendal kommune. I vårt prosjektforslag datert 7.6.94 ble det foreslått en rullerende overvåking av tre større vassdrag (Molands-/ Langangvassdraget, Barbuvasdraget og Assævatn/Lilleelv), samt årlige undersøkelser av mindre vassdrag. Prosjektforslaget ble vedtatt av Arendal kommunes miljøvernutvalg den 22.8.94.

Overvåkingen av Assævatn/Lilleelv har foregått i perioden 1998-1999, og ansvarlig for NIVAs prøvetaking har vært Jarle Håvardstun. De vannkjemiske prøvene er analysert ved NIVAs laboratorium i Oslo.

Kontaktpersoner hos oppdragsgiver har vært miljøvernrådgiver Erik Andreassen (t.o.m. våren 1998) og skogbrukssjef Kristian A. Dahl (f.o.m. våren 1998).

Grimstad, april 2000

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 og avrenning	10
2. Vannkvalitet	12
2.1 Temperatur, oksygen, klorofyll og siktedyp i Assøvatn 1998	12
2.2 Næringssalter	13
2.3 Tarmbakterier	16
2.4 Organisk stoff og partikler	16
2.5 Surhet	17
3. Vurdering av resultatene	20
3.1 Klassifisering av vannkvalitetstilstand	20
3.2 Vannkvalitetsutvikling de siste 25 år	20
3.3 Samlet vurdering	21
4. Referanser	22
Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem	23
Vedlegg B. Primærdata	24

Sammendrag

Vannkvaliteten i Assævatn/Lilleelv ble undersøkt i 1998-1999 som et ledd i en langtidsplan for rullerende overvåking av viktige vann og vassdrag i Arendal kommune. Undersøkelsene har hatt som formål å vurdere dagens vannkjemiske status i relasjon til resultater fra tidligere undersøkelser.

Status 1998-1999

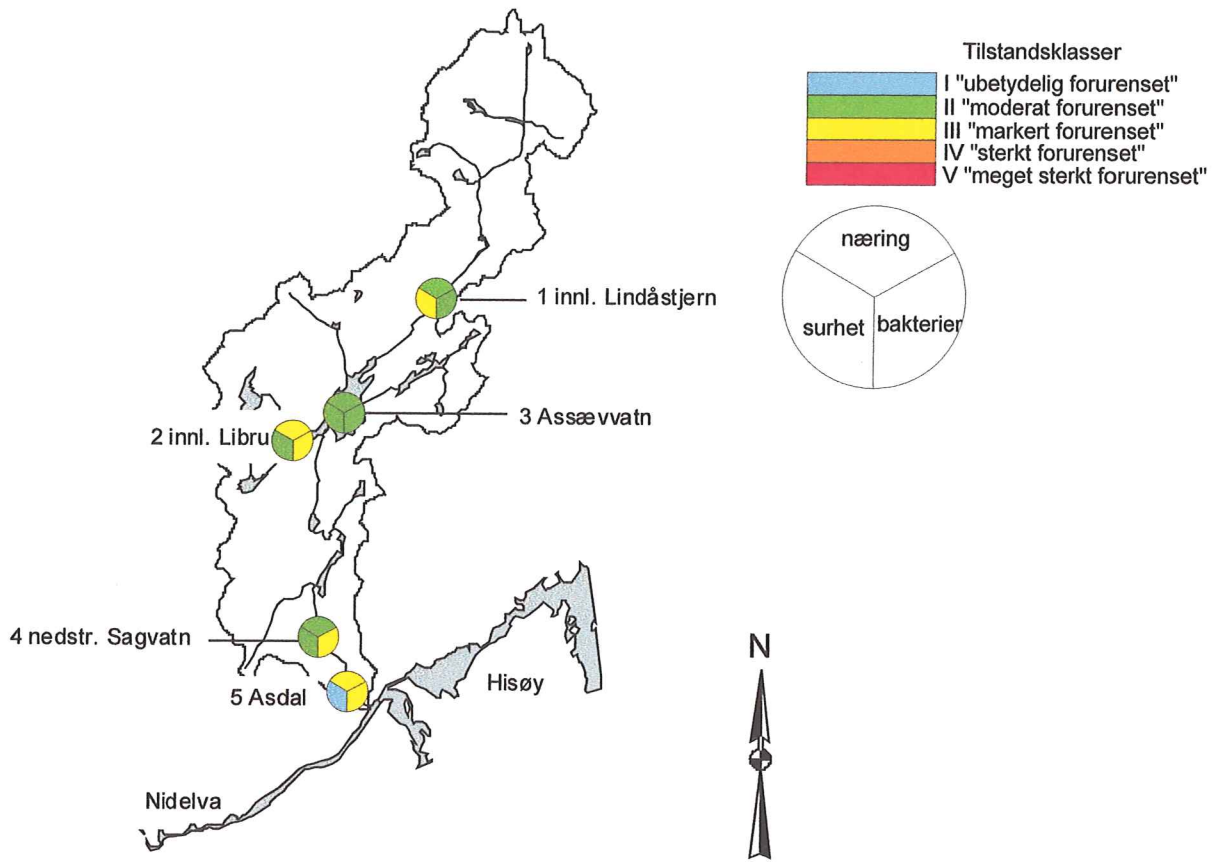
De undersøkte lokalitetene er klassifisert i henhold til SFTs vurderingssystem for vannkvalitet i ferskvann. Lilleelv-vassdraget var moderat til markert påvirket av næringssalter og tarmbakterier (klasse II "god" til klasse III "mindre god") og ubetydelig til markert påvirket av surhet (klasse I "meget god" til klasse III "mindre god") (**Figur 1**). Stasjonene Libru, Sagvatn og Asdal hadde de høyeste konsentrasjonene av næringssalter og tarmbakterier, mens stasjonen ved Lindåstjern var mest påvirket av surhet. Basert på tradisjonelle belastningsmodeller for innsjøer ligger fosfor-konsentrasjonen i Assævatn nær yttergrensen av hva som er akseptabelt for innsjøer av denne typen. Assævatn og bekken oppstrøms Lindåstjern var de eneste av lokalitetene som tilfredstilte kravene til "god badevannskvalitet" i 1998-1999.

Vannkvalitetsutvikling de siste 25 år

Det har vært en klar forbedring av vannkvaliteten i Lilleelv gjennom de siste 25 årene. Middel-konsentrasjonen av total fosfor i 1998-99 var bare omlag $\frac{1}{4}$ av den som ble beregnet for perioden 1976-79. Dette betyr at vassdraget har beveget seg fra klasse V ("meget dårlig") i SFTs klassifiseringssystem til klasse III ("mindre god") på disse årene. Også når det gjelder nitrogen lå konsentrasjonene i 1998-99 klart lavere enn på 1970- og 1980-tallet.

Samlet vurdering

De vannkjemiske undersøkelsene i Assævatn/Lilleelv i 1998-1999 viser at det en ved hjelp av forurensningsbegrensende tiltak har oppnådd betydelige vannkvalitetsforbedringer siden 1970- og 1980-tallet. Dette gjelder spesielt strekningen nedstrøms Assævatn, hvor det er størst konsentrasjon av bebyggelse og landbruk. Tilløpsbekken til Assævatn som drenerer gjennom Libru-området var fremdeles markert påvirket av næringssalttilførsler. En bør derfor vurdere mulighetene for å sette inn ytterligere tiltak her. Dette vil også ha positiv effekt på vannkvaliteten Assævatn.



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

Summary

Title: Water quality surveillance in Assævatn/Lilleelv, Arendal municipality, 1998-1999
Year: 2000
Author: Kaste, Ø.
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3840-9

A water chemistry surveillance was performed in the Lilleelv watercourse during 1998-1999. The purpose of the project has been to characterise the water quality at different sites, and to compare the results with earlier monitoring data.

The examined sites within Lilleelv watercourse were moderately to markedly affected by nutrients and coliform bacteria, and little to markedly affected by acidity. Lake Assævatn and the brook upstream Lake Lindåstjern were the only sites with “good bath water quality”, according to standards given by The Norwegian Board of Health (Statens Helsetilsyn). The sites Libru, Sagvatn and Asdal had the highest concentrations of nutrients and coliform bacteria, while the inlet of Lindåstjern was most affected by acidity.

The water quality at the outlet of Lilleelv has been significantly improved during the last 25 years. Mean concentrations of total phosphorus in 1998-99 were only ¼ of a comparable surveillance performed during 1976-79. This is mainly a result of reduced sewer inputs, but also abatement measures within the agricultural sector may have contributed to the positive trend.

However, the brook draining the Libru area was still markedly affected by nutrient inputs. Further abatement measures are therefore recommended in this area.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Vannkvaliteten i Assævatn/Lilleelv ble undersøkt i 1998-1999 som et ledd i en langtidsplan for rullerende overvåkning av viktige vann og vassdrag i Arendal kommune. I dette overvåkingsprogrammet er det valgt å legge vekt på vassdrag med store brukerinteresser og tidligere dokumenterte forurensningsproblemer. Programmet omfatter hovedsakelig undersøkelser i Molands- og Langangsvassdraget (1994-1996), Barbuvasdraget (1995-1997) og Assævatn/Lilleelv (1998-1999).

De vannkjemiske forholdene i vassdraget er tidligere dokumentert gjennom undersøkelser foretatt i perioden 1976-1979 (Boman & Andreassen 1981), 1986 (Lande & Maroni 1987) og 1988-1989 (Hindar 1990ab). De fleste av prøvene i disse undersøkelsene er tatt i utløpet av Lilleelv, og det foreligger relativt lite data fra Assævatn med tilløpsbekker. Resultatene fra de tidligere undersøkelsene indikerte at Lilleelv var relativt sterkt påvirket av næringssalter og tarmbakterier, hovedsakelig fra husholdningskloakk. Damhaug & Holtan (1980) har tidligere vurdert resipientforholdene i Assævatn og Lilleelv i forhold til etablering av industrifyllplass i Arendal-Grimstadregionen.

Undersøkelsene i 1998-99 har hatt som formål å vurdere dagens vannkjemiske status i relasjon til resultater fra tidligere undersøkelser.

1.2 Materiale og metoder

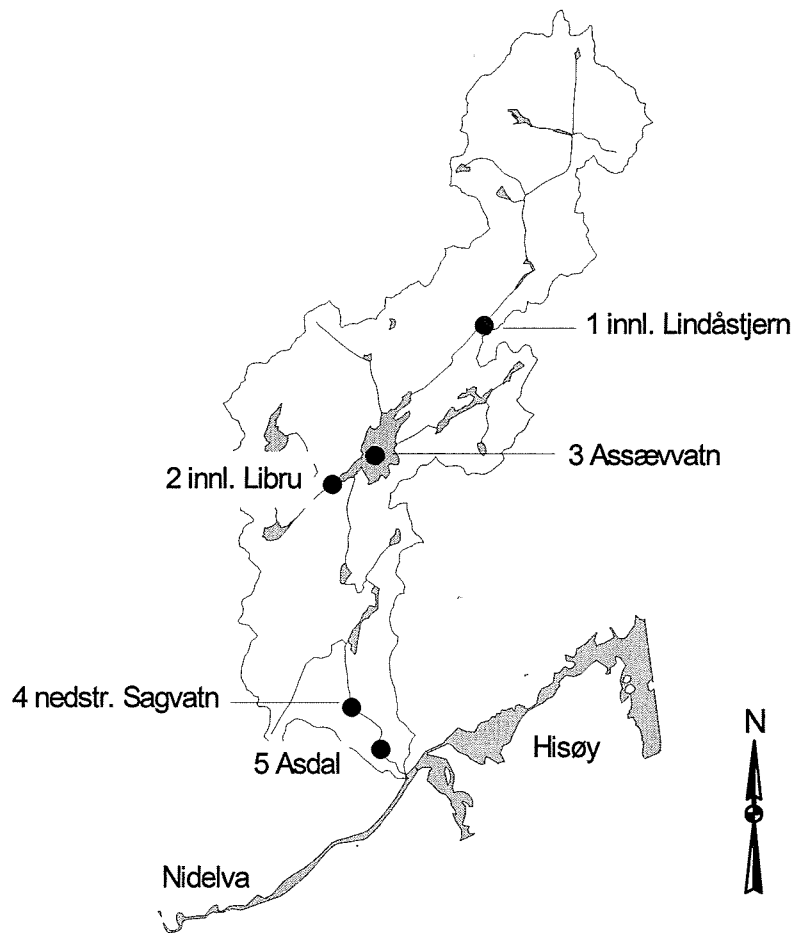
Vannkjemisk prøvetaking

Det er lagt vekt på å analysere parametere som kan dokumentere virkninger av næringssalter, organisk stoff og surhet i henhold til SFTs klassifiseringssystem for vannkvalitet (Andersen et al. 1997). En oversikt over prøvetakingsstasjoner er gitt i **Tabell 1** og **Figur 2**. Alle stasjonene ble prøvetatt i 1998, mens utvalget ble redusert til tre stasjoner (nr. 2, 4 og 5) i 1999.

Følgende parametre er analysert på alle stasjoner: pH, konduktivitet, turbiditet, farge, nitrat, ammonium, total nitrogen, fosfat, total fosfor, totalt organisk karbon, kalium, og termostabile koliforme bakterier. I Assævatn ble det i tillegg analysert klorofyll a i overflatevannet (0-4 meter) og oksygen i dypvannet (58 meter).

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner.

ID.nr.	Stasjoner	UTM-ØV	UTM-NS	Kartblad
1	Innløp Lindåstjern	4838	64856	1612 III
2	Innløp Assævatn v/ Libru	4812	64820	1611 IV
3	Assævatn	4819	64828	1611 IV
4	Lilleelv nedstr. Sagvatnet	4819	64781	1611 IV
5	Lilleelv, utløp v. Asdal	4828	64773	1611 IV



Figur 2. Vassdraget med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.

1.3 Områdebeskrivelse

Det 37.1 km² store vassdraget har sitt utspring i myrlendte områder omkring Marstjenn og Seljestølvatn i Froland kommune og muner ut nederst i Nidelva ved Asdal (**Figur 2**). Vassdragets største innsjø, Assævatn (36. moh.), ligger sentralt plassert i nedbørfeltet og har et areal på 0.82 km². Innsjøen har et maksimalt dyp på omkring 65 meter, og Damhaug & Holtan (1980) anslo innsjøvolumet til 17-18 mill. m³ (gir et middeldyp på 21-22 meter). Med et nedbørfelt omkring innsjøen på ca. 13 km² (Damhaug & Holtan 1980) blir den teoretiske oppholdstiden for vannet i innsjøen 1.6 år. Nedstrøms Assævatn drenerer elva områder som ligger under marin grense¹ (Lande & Maroni 1987). Nord for Assævatn er det vesentlig skogområder med bar- og lauvskog, og lite bebyggelse. Nedbørfeltet er en del av det geologiske Bamble-komplekset, men en god del amfibolittiske bergarter som er med på å styrke vannets bufferevne mot forsuring.

Omlag 85% av nedbørfeltarealet er dekket av skog, mens ca. 5% er dyrka mark (**Tabell 2**). Resten utgjøres av annen utmark (myr, bart fjell) og vannoverflater. Det finnes jordbruksområder spredt over store deler av nedbørfeltet, men hovedtyngden er lokalisert mellom Assævatn og utløpet i Nidelva.

¹ Høyeste havnivå etter siste istid, ca. 50-60 moh. i dette området (Boman & Andreassen 1981).

Tabell 2. Arealfordeling i nedbørfeltet. Fra Boman & Andreassen (1981) og Hindar (1990b).

	km ²	%
Skog	31,2	84
Annen utmark	2,6	7
Innsjøoverflater	1,5	4
Jordbruksareal	1,9	5
SUM	37,1	100

Det er trolig ingen som tar drikkevann direkte fra vassdraget. Rundt Assævatn har en del husstander brønner med innsig fra vannet. Dette har hos noen resultert i dårlig drikkevann. De fleste av disse kopler seg imidlertid i disse dager til kommunalt vann ved Libru. Videre nedover i vassdraget, ved Stampefoss og ved Bråstad, er det muligens også noe som har brønner med infiltrasjon fra elva. Det foreligger imidlertid ingen sikre opplysninger om dette. Bråstad tjenna blir mye brukt til bading. Det er relativt lite uttak av vann fra vassdraget til jordbruksvanning – ett bruk tar vann fra Assævatn og ett tar vann fra Bråstad tjenna.

Det er bosatt 1015 personer i nedbørfeltet (70 oppstrøms Assævatn). Bebyggelsen er vesentlig konsentrert i tettstedene Libru (oppstrøms Assævatn), samt Bråstad, Omholt og Bjorbekk som alle ligger nedstrøms Assævatn. Av disse er 462 ikke knyttet til offentlig kloakknnett (18 rundt Assævatn). Blant husstandene som ikke er knyttet til offentlig kloakknnett har omlag 90% slamavskiller (med infiltrasjon, sandfilter eller direkte utslipp). Det offentlige kloakknettet fører kloakken ut av nedbørfeltet og til renseanlegget ved Utnes. Lekkasje og overløp fra ledningsnettet karakteriseres som små (~5%) innenfor nedbørfeltet.

Forurensningsbegrensende tiltak på kloakksektoren i perioden 1975-2000:

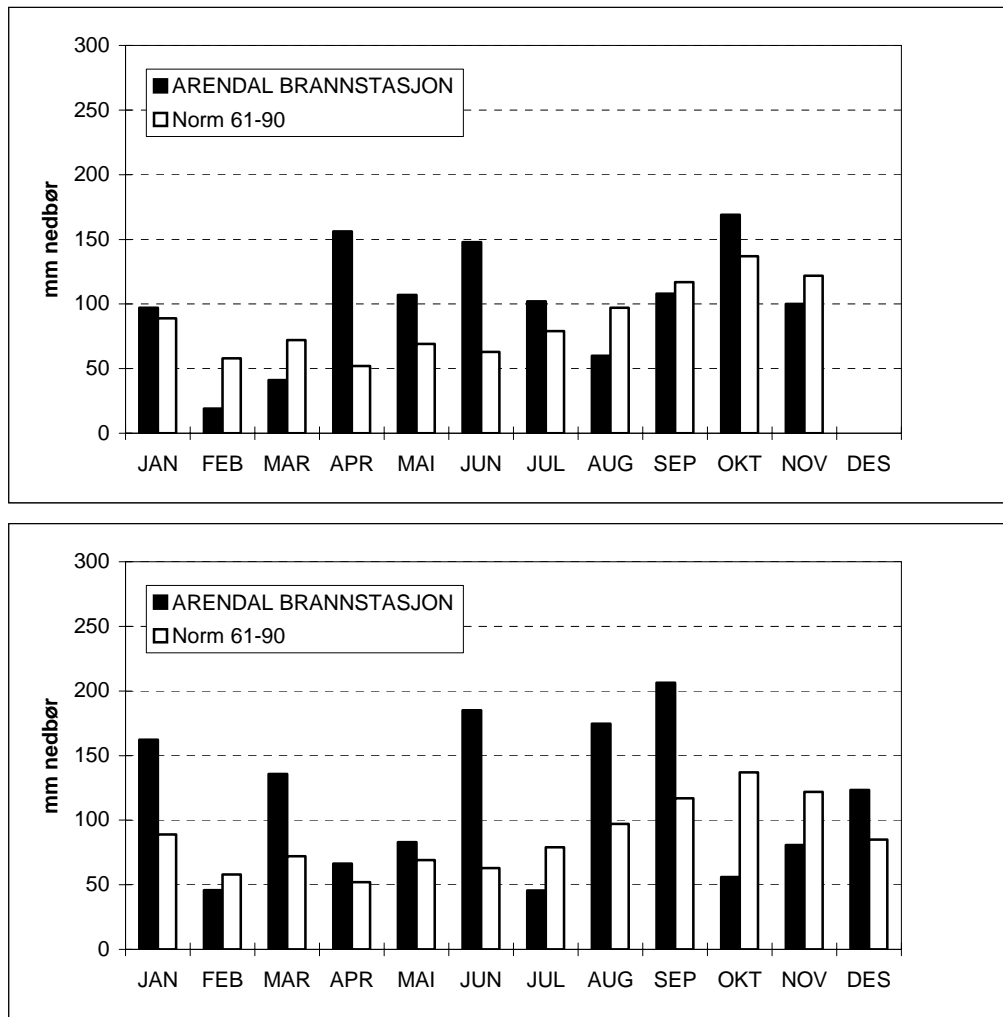
- Sanering ved Asdal-Bjorbekk på 1980-tallet (100 hus – ca. 250 p.e.). Tidligere direkteutslipp ble overført til renseanlegg, og hus med slamavskillere ble koblet til kommunalt nett.
- Nyanlegg Bråstad-Libru: 55 p.e. (22 husstander) er/blir tilkoblet i løpet av 2000. Seks hus i Froland har også mulighet til å koble seg til, men dette vil foreløpig ikke bli gjort.

(Opplysninger om brukerinteresser og forurensningsforhold er fremskaffet av Arendal kommune v. H. Garvik).

1.4 Nedbør og avrenning

Meteorologisk stasjon Arendal brannstasjon:

Normalnedbør:	1040 mm	
Årsnedbør 1998:	1127 mm	(108 % av normalen)
Årsnedbør 1999:	1365 mm	(131 % av normalen)



Figur 3. Månedlig nedbør i 1998 (øverst) og 1999 (nederst) ved Arendal brannstasjon. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 2000).

Nedre del av Nidelva har et utpreget kystklima med milde vintre og varme somrer. Karakteristisk for avrenningsforholdene er høye vintertilsig og lave sommertilsig. Om sommeren vil en stor del av nedbøren gå til fordamping (Boman & Andreassen 1981). Høstflommene er ofte like kraftige som vårflommene, og det er ikke uvanlig at vårflommen uteblir pga. at snøsmelting ofte skjer hele vinteren. Kun i kalde vintre vil det være en klart definert vårflom i forbindelse med snøsmelting. Normalt årsavløp er 26 L/s/km^2 , og middelvannføringen ved utløpet er $0,96 \text{ m}^3/\text{s}$ (Valland 1988).

2. Vannkvalitet

2.1 Temperatur, oksygen, klorofyll og siktedyp i Assævatn 1998

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. Høyeste målte temperatur i overflatevannet sommeren 1998 var 17,9 °C, mens temperaturen i bunnvannet lå stabilt mellom 4 og 5 °C i løpet av hele undersøkelsen (**Tabell 3**). Det var relativt lik temperatur på 1 og 4 meters dyp gjennom sommeren 1998, noe som viser at sprangsjiktet² lå dypere enn 4 meter ved alle prøvetakingsdatoene.

Oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet avtok svakt gjennom sommeren – uten at nivåene ble så lave at det hadde noen betydning for organismene som lever i de dypere vannlag i innsjøen. Oksygenforbruket i de dypere vannlagene skyldes nedbrytning av organisk materiale, som enten kan være produsert i innsjøen (f. eks. alger) eller tilført via nedbørfeltet (særlig fra områder med mye myr).

Tabell 3. Temperatur, oksygen, klorofyll a og siktedyp i Assævatn 1998.

Parameter	Benevning	Dyp	Dato				
			23.06.98	15.07.98	20.08.98	17.09.98	21.10.98
Temperatur	°C	1m	17,0	17,9	17,1	14,4	7,6
Temperatur	°C	4m	15,7	16,1	17,0	14,3	7,6
Temperatur	°C	58 m	4,6	4,8	4,6	4,2	4,8
Oksygen	mg/L	58 m	10,3	8,8	8,3	5,6	9,4
Klorofyll a	µg/L	0-4 m	1,7	1,4	3,4	2,8	1,2
Siktedyp	m		4,3	3,5	3,4	3,6	3,6

Klorofyllkonsentrasjonen i innsjøer er et mål på mengden planteplankton (planktonalger) i vannet. Algemengden i en innsjø vil variere i forhold til tilgangen på plantenæringsstoffer (fortrinnsvis fosfor) i vannet. Dersom tilførselene av næringsstoffer blir for høye, vil det kunne oppstå algeoppblomstringer, sjenerende belegg på steiner etc. I slike tilfeller er algeproduksjonen høyere enn det næringskjedene (dyreplankton, bunndyr og fisk) greier å konsumere. 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 stagnasjonsperiodene.

Konsentrasjonene av klorofyll i Assævatn varierte i området 1.2-3.4 µg/L (middel: 2.1), noe som ligger innenfor tilstandsklasse II ("god") i SFTs klassifiseringssystem (**Vedlegg A**). Siktedypet i innsjøer varierer med vannets innhold av partikler og løste stoffer. Det er ofte en god sammenheng mellom klorofyll-konsentrasjonen og siktedypet i innsjøer, men i myrpåvirkede innsjøer som Assævatn er sikten også påvirket av humusstoffer som farger vannet brunt. Siktedypet varierte i området 3.4-4.3 meter (middel: 3.7), noe som er lavere enn det en ville forvente ved de klorofyll-konsentrasjonene en målte i innsjøen.

² Overgangssone mellom oppvarmet overflatevann og kaldere bunnvann.

2.2 Næringsalter

Fosfor

Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner av fosfor i avrenning fra utmarksområder på Sørlandet ligger på ca. 3-5 µg P/L, mens en i områder under marin grense må påregne noe høyere verdier (Skjelkvåle et al. 1997). Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner i avrenning fra områder under marin grense er imidlertid vanskelig å fastslå, i og med at det meste av disse arealene er dyrket opp.

Middelkonsentrasjonene av total fosfor varierte i området 7-15 µg P/L i de ulike delene av vassdraget (**Figur 4**). Innløpet til Lindåstjenn (øverst i vassdraget), samt selve Assævåtn hadde relativt lave og stabile konsentrasjoner (min: 5 µg/L, maks. 9 µg/L). Stasjonene ved Libru, Sagvannet og Asdal hadde relativt like konsentrasjoner av total fosfor på de fleste av prøvetakingsdatoene. Ett unntak var imidlertid juli 1999, da det ble målt hele 40 µg/L ved Libru. De forhøyede konsentrasjonene av total fosfor på disse stasjonene viser at vassdraget tilføres næringsalter fra bebyggelse og landbruk i disse områdene.

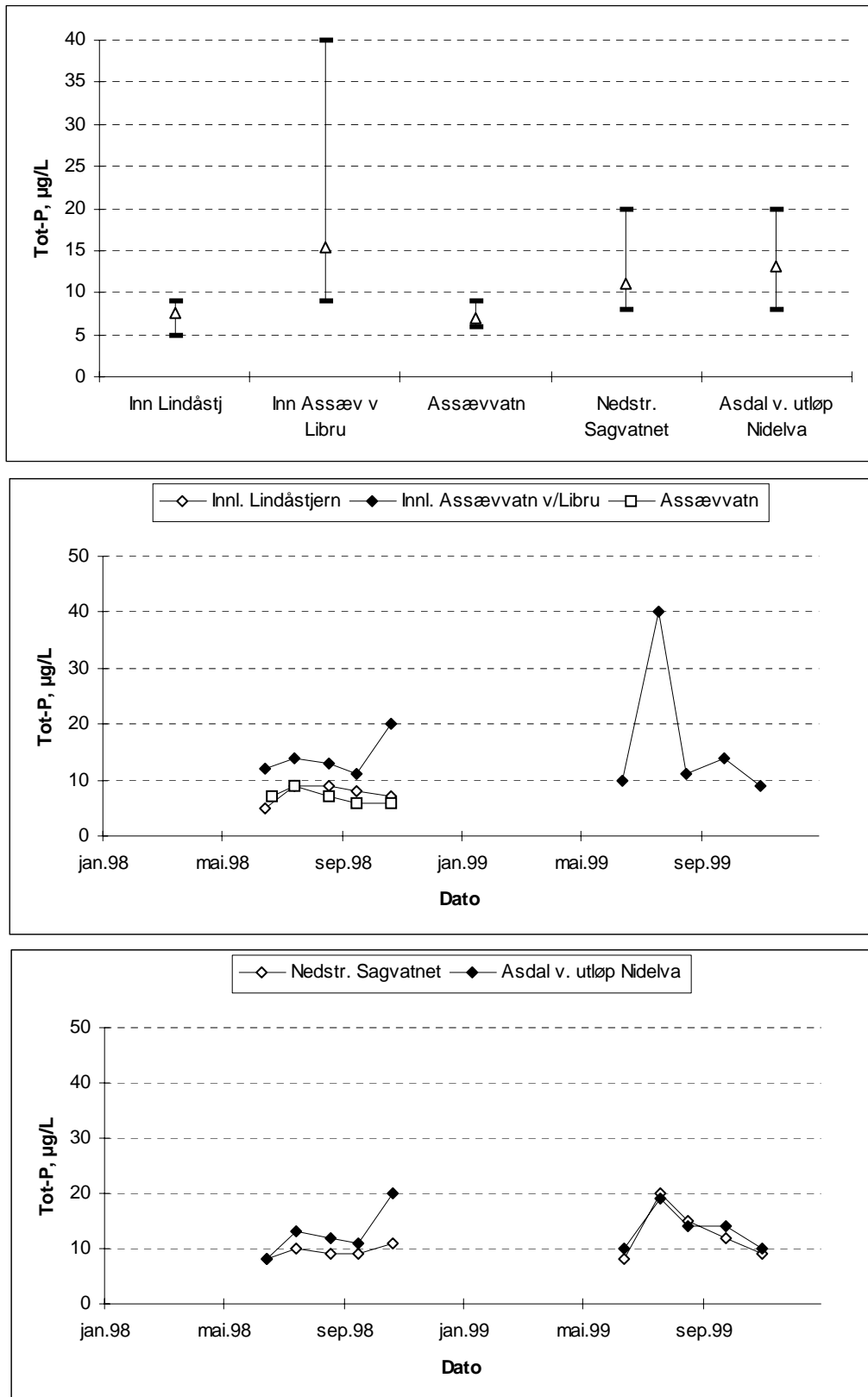
Fosfor som uorganisk, løst fosfat (PO_4^{3-}) i vann tas vanligvis raskt opp av planter i vannet. Dette skyldes at det er underskudd på fosfor i de fleste innsjøer og elver i Norge. I upåvirkede systemer er det derfor svært lave, eller ikke målbare konsentrasjoner av løst fosfat. Laveste målbare konsentrasjon (deteksjonsgrensen) av løst fosfat i standardanalyser er 1 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 fra menneskelige kilder enn det som kan omsettes biologisk. Stasjonene Libru, Sagvannet og Asdal hadde alle noe forhøyede fosfatkonsentrasjoner, opp mot 13 µg/L (**Vedlegg B**). Den høyeste konsentrasjonen ble målt ved Libru i juli 1999.

Nitrogen

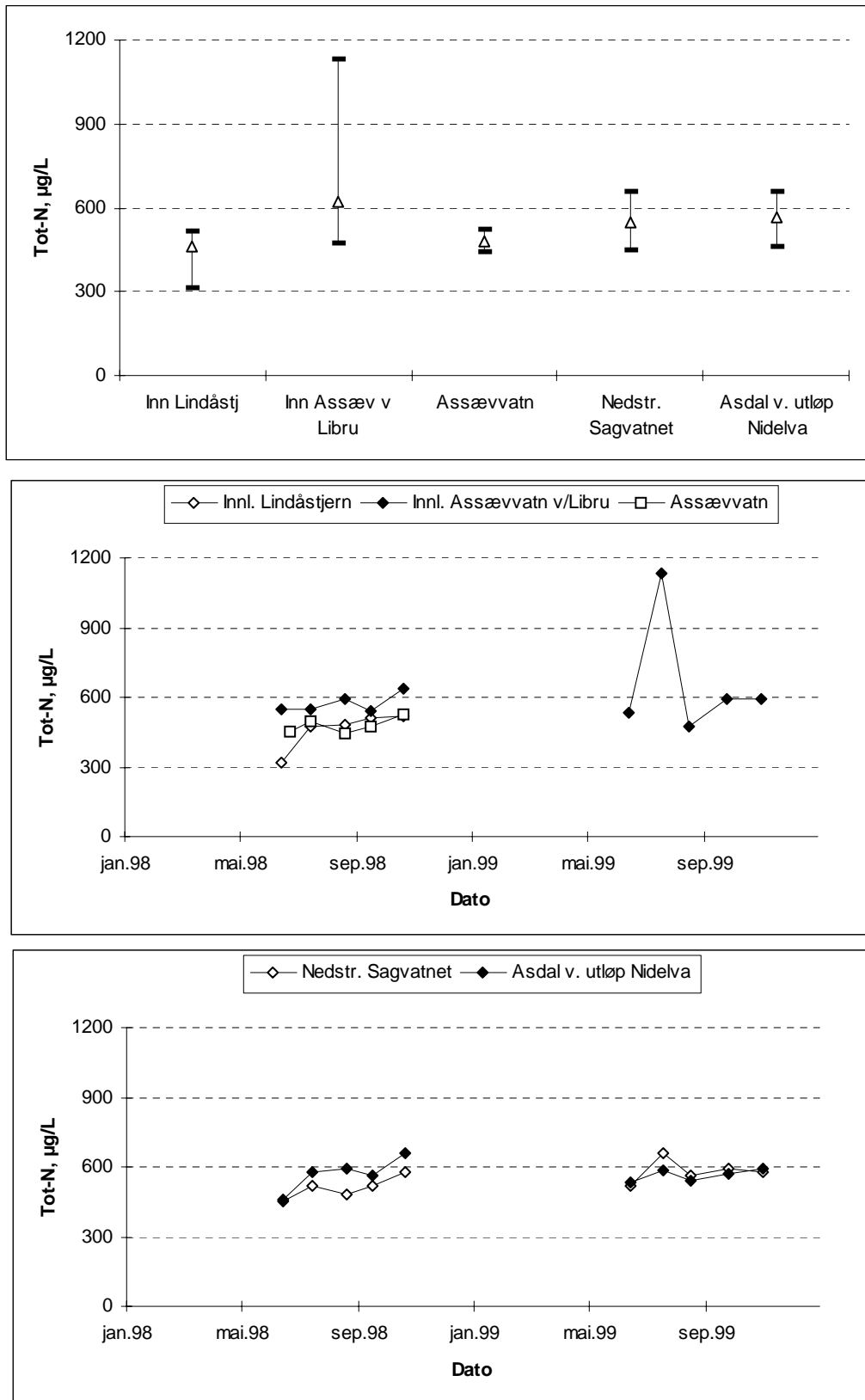
I utmarksområder på Sørlandet uten lokale forurensningskilder vil en vanligvis måle konsentrasjoner av total nitrogen på 300-500 µg/L (Skjelkvåle et al. 1997). En stor del av dette nitrogenet stammer fra langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 1999, Kaste et al. 1997). Nitrogenfallet er høyest i de sørlige og sørvestlige delene av landet, og det er også her en finner de høyeste bakgrunnskonsentrasjonene av nitrogen i innsjøer og bekker. I vann med forholdsvis lite organisk stoff (for eksempel humusstoffer) utgjør vanligvis nitrat (NO_3^-) en dominerende andel av totalnitrogenet (60-80%). Nitratkonsentrasjoner over 500 µg N/L indikerer ofte forstyrrelser i vassdraget, enten i form av inngrep (hogst, grøfting av myrer etc.) eller utslipp/avrenning fra jordbruk, bebyggelse eller industri.

Middelkonsentrasjonene av total nitrogen i vassdraget lå i området 450-620 µg/L – altså en relativt liten variasjon mellom stasjonene (**Figur 5**). Dette skyldes at nitrogentilførslene fra langtransportert forurenset luft og nedbør er relativt store sammenlignet med tilførslene fra lokale kilder som landbruk og husholdninger. Det ble likevel avdekket noe forhøyede nitrogenkonsentrasjoner ved stasjonene Libru, Sagvannet og Asdal som skyldes påvirkningen fra lokale kilder. På den øverste stasjonen ved Lindåstjenn var konsentrasjonene av nitrat (NO_3^-) lave midt på sommeren (**Vedlegg B**), som følge av betydelig nitrogenopptak hos planter og mikroorganismer i nedbørfeltet. Dette mønsteret var ikke så tydelig ved Libru, noe som sannsynligvis skyldes at de naturlige svingningene overskygges av tilførsler fra lokale forurensningskilder. På de øvrige stasjonene var sesongvariasjonen i nitrat jevnet ut pga. oppholdstiden i Assævåtn, i tillegg til at lokale kilder sannsynligvis bidro til en generell økning i konsentrasjonene.

Høye konsentrasjoner av nitrogenfraksjonen ammonium i overflatevann er en indikator på forurensning fra lokale kilder som f.eks. kommunalt kloakkvann eller landbruk. I upåvirket bekkevann er ammoniumkonsentrasjonene vanligvis lave, < 50 µg N/L. I Lilleelv-vassdraget lå konsentrasjonene av ammonium stort sett under 50 µg N/L, med unntak at et par prøver fra Libru (maks: 164 µg/L) og én prøve fra Sagvannet (55 µg N/L).



Figur 4. Total fosfor. Øverst: middel,- min- og maks-verdier. Midten og nederst: Sesongvariasjon på ulike stasjoner.



Figur 5. Total nitrogen. Øverst: middel,- min- og maks-verdier. Midten og nederst: Sesongvariasjon på ulike stasjoner.

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 et al. 1997), men en må regne med noe forhøyede konsentrasjoner i områder som ligger under marin grense. Det ble påvist svakt forhøyede kaliumkonsentrasjoner ved Libru (maks: 1.25 mg/L), men ellers lå verdiene gjennomgående under 1 mg/L (**Vedlegg B**). Dette er en indikasjon på at vassdraget ikke er særlig sterkt påvirket av avrenning fra landbruket.

2.3 Tarmbakterier

Forekomst av termotabile koliforme bakterier (TKB) i vann er tegn på fersk fekal forurensning, enten fra mennesker eller dyr. Sosial- og helsedepartementet (1995) har utarbeidet ”Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m.” på grunnlag av EUs direktiver om drikkevann. Denne forskriften er gjort gjeldende fra 1.1.95. I følge disse forskriftene må det ikke påvises TKB i noen prøver dersom vannet skal oppnå betegnelsen ”god drikkevannskvalitet”.

Statens helsetilsyn (1994) har utarbeidet vannkvalitetsnormer for friluftsbad som er gjort gjeldende fra 1.7.94. Ut fra disse normene skal $\geq 90\%$ av prøvene ha mindre enn 100 TKB/100 ml og ingen prøver ha over 1000 TKB/100 ml dersom kravene til betegnelsen ”god badevannskvalitet” skal oppnås. Badevannskvaliteten karakteriseres som ”mindre god” dersom kravene ovenfor ikke tilfredsstilles, men $\geq 90\%$ av prøvene inneholder mindre enn 1000 TKB/100 ml. Dersom $\geq 10\%$ av prøvene inneholder mer enn 1000 TKB/100 ml må vannet karakteriseres som uegnet for bading. Det skal minst tas 10 prøver fordelt over en eller to badesesonger. Dette er ikke fullt ut tilfredsstillt i programmet for Lilleelv, i og med at prøvetakingen strakk seg ut over badesesongens varighet.

Konsentrasjonene av TKB var lavest på hovedstasjonen i Assævatn (1-10 TKB/100 ml) (**Figur 6**). Dette er naturlig, i og med at store deler av nedbørfeltet består av utmarksområder uten bebyggelse og landbruk, samt at tarmbakteriene har en begrenset levetid i forhold til vannets gjennomsnittlige oppholdstid i innsjøen. Noe overraskende ble det påvist tarmbakterier i alle prøver fra bekken oppstrøms Lindåstjenn, og én av prøvene viste hele 128 TKB/100 ml. Bekken drenerer et utmarksområde med kun noen få hytter som mulig forurensningskilde. Lignende høye TKB-konsentrasjoner er funnet i andre antatt upåvirkete lokaliteter de senere årene (Kaste 1999, Håvardstun 2000), uten at en har funnet noen god forklaring. Det var en tendens til økt hygienisk belastning nedover i vassdraget med middelkonsentrasjoner på 122, 139 og 174 TKB/100 ml ved hhv. Libru, Sagvannet og Asdal.

Ingen av stasjonene tilfredsstilte kravene til ”god drikkevannskvalitet”. I følge forskriftene fra Sosial- og helsedepartementet tilfredsstilte stasjonene Lindåstjenn og Assævatn kravene til ”god badevannskvalitet”, mens badevannskvaliteten ved de tre øvrige stasjonene må karakteriseres som ”mindre god”.

2.4 Organisk stoff og partikler

Organisk stoff er i denne undersøkelsen målt som totalt organisk karbon (TOC). TOC-konsentrasjoner i overflatevann varierer vanligvis i området 1-15 mg/L i Norge, avhengig av humustilførsler (Skjelkvåle et al. 1997). Humus er tungt nedbrytbare organiske forbindelser som bl.a. gir den karakteristiske brune fargen på avrenningsvann fra myrområder. På grunn av de store variasjonene en ofte finner av organisk stoff i naturlig ikke-forurensede vannforekomster, er denne parameteren forholdsvis lite egnet som indikator på lokal forurensning - med mindre en kjenner de naturlige bakgrunnskonsentrasjonene i området svært godt. Vannets innhold av organisk stoff kan imidlertid ha

stor innvirkning på andre vannkvalitetsparametre (bl.a. næringsstoffenes tilstandsform), og data for TOC eller tilsvarende er derfor viktige ved tolkningen av disse. Vannets innhold av partikler kan også variere svært mye i naturlige vannforekomster. De høyeste partikkelkonsentrasjonene kan en vanligvis måle i områder under marin grense.

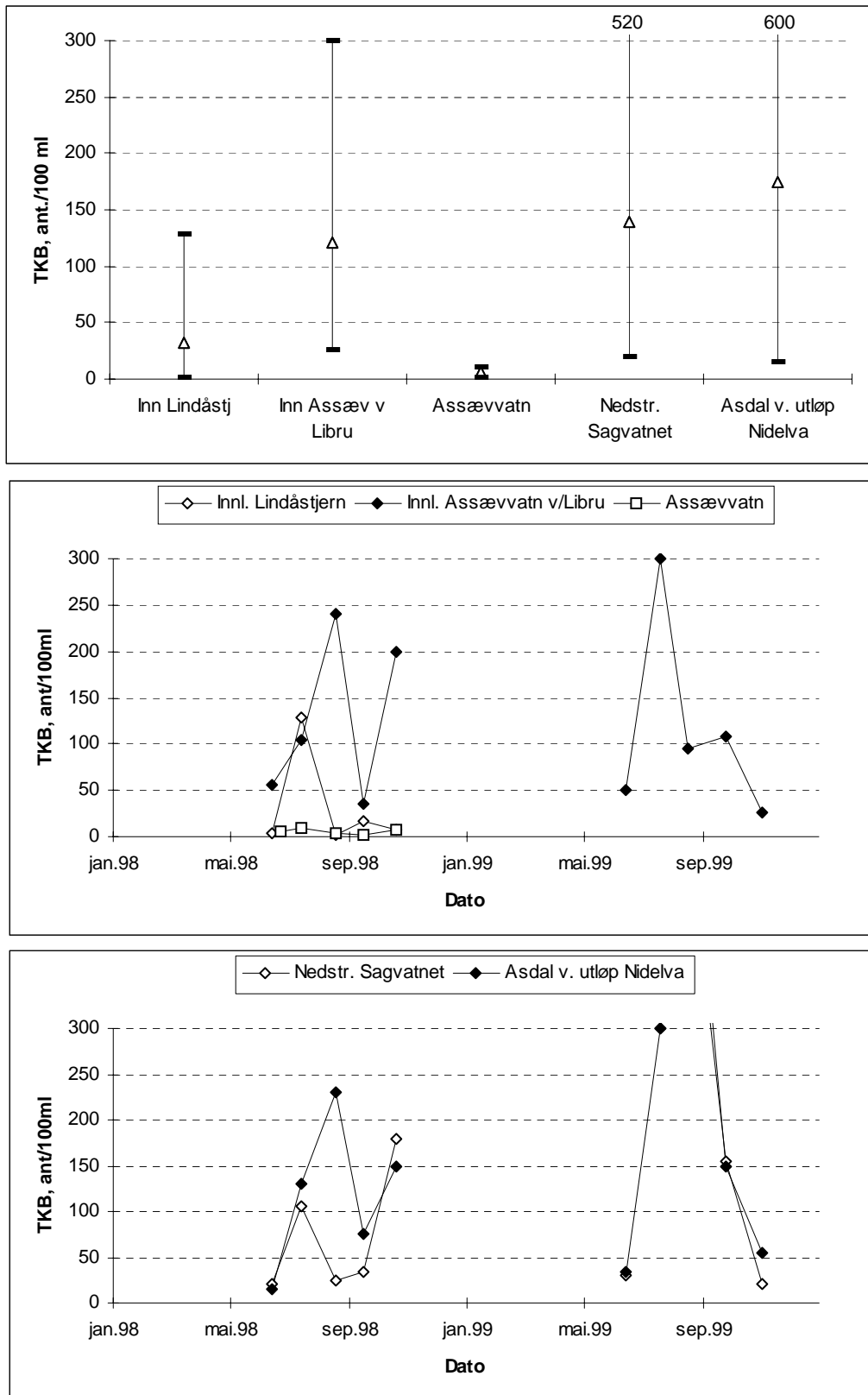
Hele vassdraget er relativt humøst, med midlere TOC-konsentrasjoner på 5,7-10,1 mg/L i 1998-1999 (**Vedlegg B**). De to undersøkte tilløpsbekkene til Assævatn, fra Libru og Lindåstjenn, hadde hhv. de laveste og høyeste TOC-konsentrasjonene blant de undersøkte lokalitetene. Dette skyldes først og fremst at de øvre delene av vassdraget (oppstrøms Lindåstjenn) har større andeler av myr enn Libru-området. Vassdraget var relativt lite påvirket av partikler (middel: 0.4-1.4 FTU). Det var en generell tendens til høyere turbiditetsverdier i de nedre delene av Lilleelv, noe som trolig skyldes en gradvis økende andel av marine avsetninger i nedbørfeltet.

2.5 Surhet

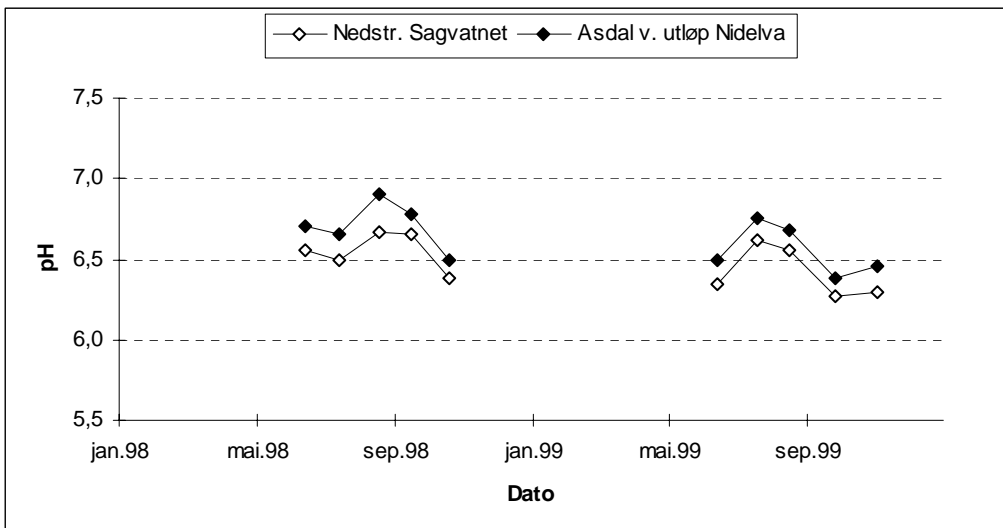
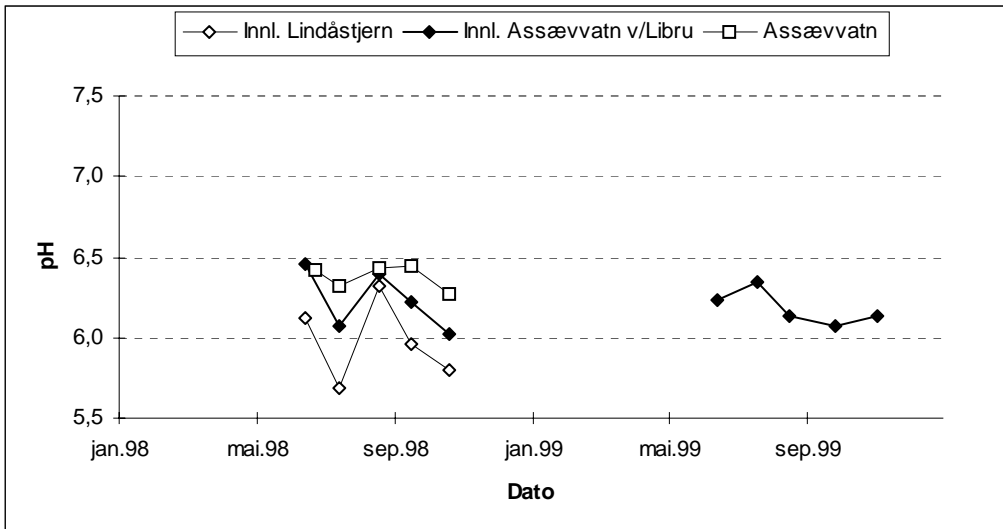
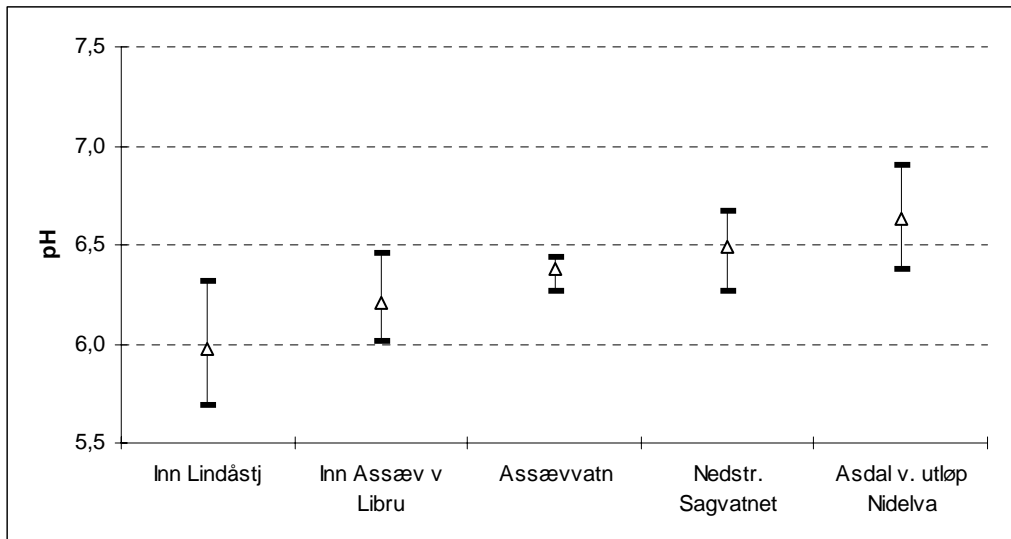
Svovel og nitrogen fra langtransportert forurenset luft og nedbør har ført til forsuring av mange vassdrag i Sør-Norge. Problemet er spesielt stort på Sørlandet og deler av Vestlandet hvor tilførslene av atmosfærisk svovel og nitrogen er store, samtidig som hard og kalkfattig berggrunn gir liten avsyringskapasitet (bufferevne). Surt vann (pH under 5,5) og høye aluminiumskonsentrasjoner har medført fisketomme vann mange steder. 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 flere av vassdragene på Sørlandet (SFT 1999).

Ved tolkning av resultatene fra denne undersøkelsen er det viktig å være klar over at alle prøvene er innsamlet i sommerhalvåret, på en tid da vassdragene vanligvis er mindre sure enn i vinterhalvåret. Dette har sammenheng med at den biologiske produksjonen i sommerhalvåret bidrar til å øke pH, samtidig som tilførslene av surt vann fra utmarksområdene er små på denne tiden av året. Det vanlige i sur nedbør-undersøkelser er derfor å ta prøver gjennom hele året.

Resultatene fra denne undersøkelsen viser at vassdraget oppstrøms Lindåstjern tidvis kan være surt – også i sommerhalvåret (**Figur 7**). I tre av fem vannprøver ble det målt pH-verdier under 6.0, og laveste pH var 5.69. I og med at en antar at bekkene vil være surere i vinterhalvåret, kan en dermed ikke utelukke at det tidvis kan oppstå forsuringsskader på vannlevende organismer i dette området. På de øvrige stasjonene lå pH-verdiene jevnt over 6.0, og på disse lokalitetene vil det trolig være bufferkapasitet nok til å motvirke surstøt hele året. Det var en generell tendens til økende pH-verdier nedover i vassdraget, noe som i stor grad skyldes økende innflytelse av marine avsetninger.



Figur 6. Termostabile koliforme bakterier (TKB). Øverst: middel,- min- og maks-verdier. Midten og nederst: Sesongvariasjon på ulike stasjoner.



Figur 7. pH. Øverst: middel,- min- og maks-verdier. Midten og nederst: Sesongvariasjon på ulike stasjoner.

3. Vurdering av resultatene

3.1 Klassifisering av vannkvalitetstilstand

De undersøkte lokalitetene er klassifisert i henhold til SFTs vurderingssystem for vannkvalitet i ferskvann (vedlegg A, **Tabell 4**). Lilleelv-vassdraget var moderat til markert påvirket av næringssalter og tarmbakterier (klasse II ”god” til klasse III ”mindre god”) og ubetydelig til markert påvirket av surhet (klasse I ”meget god” til klasse III ”mindre god”). Stasjonene Libru, Sagvatn og Asdal hadde de høyeste konsentrasjonene av næringssalter og tarmbakterier, mens stasjonen ved Lindåstjern var mest påvirket av surhet.

Tabell 4. Samlet vurdering av vassdragets vannkvalitetstilstand. I = meget god, II = god, III = mindre god, IV = dårlig, V = meget dårlig. Klassifiseringsgrunnlaget er gitt i vedlegg A.

Lokalitet	Antall prøver	Tilstandsklasser		
		Næringssalter	Tarmbakterier	Surhet
1 Inn Lindåstj	5	II	II	III
2 Inn Assæv v Libru	10	III	III	II
3 Assævvatn	5	II	II	II
4 Nedstr. Sagvatnet	10	II	III	II
5 Asdal v. utløp Nidelva	10	III	III	I

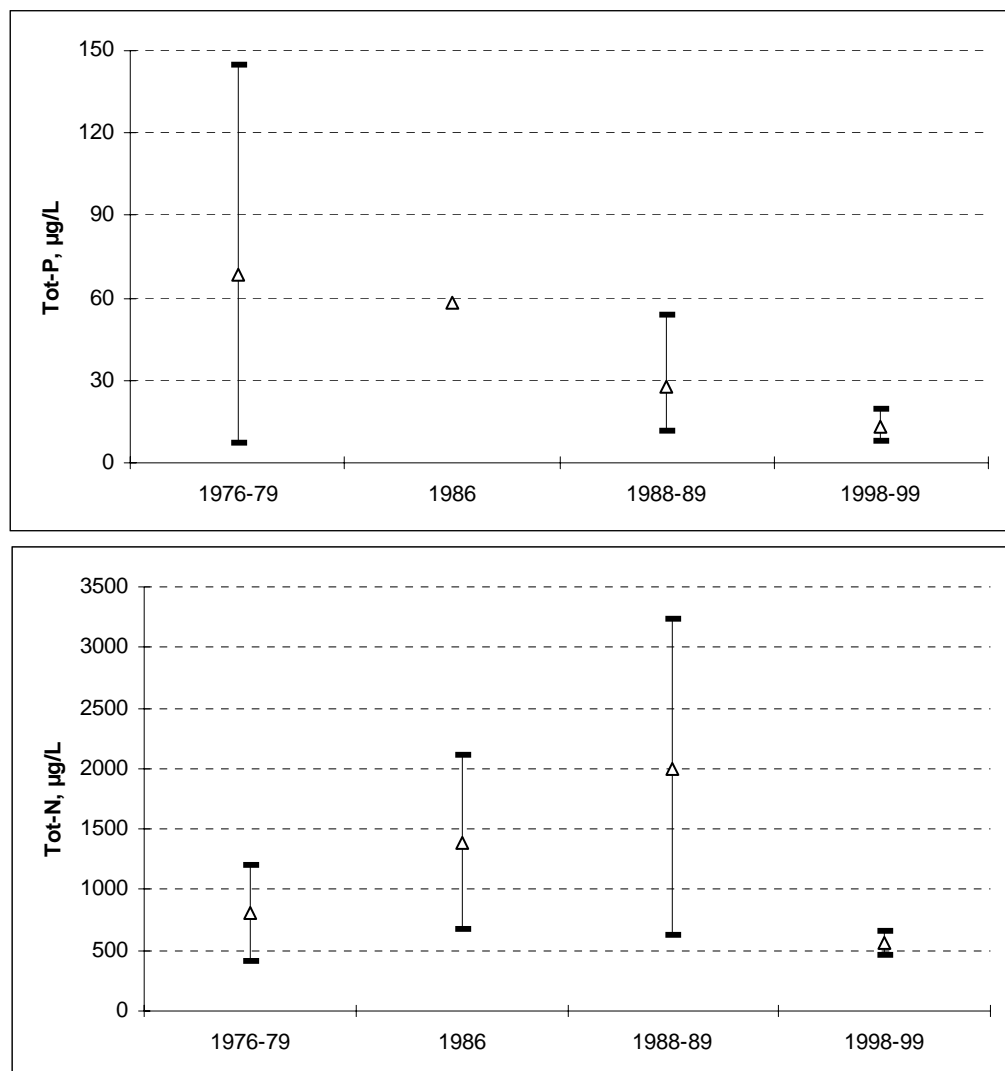
Basert på tradisjonelle belastningsmodeller for innsjøer ligger fosforkonsentrasjonen i Assævvatn nær yttergrensen av hva som er akseptabelt for innsjøer av denne typen (Berge 1987). I og med at vannet er forholdsvis humuspåvirket er sannsynligvis en forholdsvis stor andel av fosforet organisk bundet og lite tilgjengelig for algevekst. Middelkonsentrasjonen av algeklorofyll lå innenfor tilstandsklasse II i 1998, noe som viser at det ikke er problematiske mengder av alger i innsjøen.

3.2 Vannkvalitetsutvikling de siste 25 år

De vannkjemiske forholdene i vassdraget er tidligere dokumentert gjennom undersøkelser foretatt i perioden 1976-1979 (Boman & Andreassen 1981), 1986 (Lande & Maroni 1987) og 1988-1989 (Hindar 1990ab). De fleste av prøvene i disse undersøkelsene er tatt i utløp et av Lilleelv, og det foreligger relativt lite data fra Assævvatn med tilløpsbekker. Resultatene fra de tidligere undersøkelsene indikerte at Lilleelv var relativt sterkt påvirket av næringssalter og tarmbakterier, hovedsakelig fra husholdningskloakk, men også noe fra landbruket.

Det har vært en klar forbedring av vannkvaliteten i Lilleelv gjennom de siste 25 årene. Middelkonsentrasjonen av total fosfor i 1998-99 var bare omlag ¼ av den som ble beregnet for perioden 1976-79. Dette betyr at vassdraget har beveget seg fra klasse V (”meget dårlig”) i SFTs klassifiseringssystem til klasse III (”mindre god”) på disse årene. Konsentrasjonene av total nitrogen hadde en annen utvikling enn fosfor, med de høyeste verdiene på 1980-tallet. Årsaken til dette er ikke kjent, men klimatiske faktorer kan ha spilt inn. Nitrogen (først og fremst nitrat) bindes relativt dårlig i jorda i forhold til fosfor, og på dager med mye nedbør vil det kunne renne av relativt mye nitrogen fra for eksempel jordbruksarealer. Også når det gjelder nitrogen lå konsentrasjonene i 1998-99 klart lavere enn på 1970- og 1980-tallet.

Hovedårsaken til forbedringen av vannkvaliteten med hensyn til næringssalter er først og fremst forurensningsbegrensende tiltak innenfor kloakksektoren, men også tiltak innenfor landbruket har sannsynligvis hatt betydning.



Figur 8. Utløp av Lilleelv ved Asdal. Tidsutvikling for konsentrasjoner av total fosfor og total nitrogen. Datagrunnlag: 10 prøver fra 1976-79 (Boman & Andreassen 1981), 2 (1) prøve(r) fra 1986 (Lande & Maroni 1987), 5 prøver fra 1988-89 (Hindar 1990ab), samt 10 prøver fra denne undersøkelsen.

3.3 Samlet vurdering

De vannkjemiske undersøkelsene i Assævatn/Lilleelv i 1998-1999 viser at det er ved hjelp av forurensningsbegrensende tiltak har oppnådd betydelige vannkvalitetsforbedringer siden 1970- og 1980-tallet. Dette gjelder spesielt strekningen nedstrøms Assævatn, hvor det er størst konsentrasjon av bebyggelse og landbruk. Tilløpsbekken til Assævatn som drenerer gjennom Libru-området var fremdeles markert påvirket av næringssalttilførsler. En bør derfor vurdere mulighetene for å sette inn ytterligere forurensningsbegrensende tiltak her. For øvrig var Assævatn, ved siden av bekke-

strekningen oppstrøms Lindåstjern, den eneste av lokalitetene som tilfredsstilte kravene til ”god badevannskvalitet” i 1998-99.

4. Referanser

- Andersen, J.R, Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O. & Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97:04, TA-1468/1997, 31 s.
- Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. NIVA-rapport 2001, 44 s.
- Boman, E. & Andreassen, E. 1981. Nedre Nidelva. Kraftverksregulering og forurensningsforhold. Fylkesrådmannen i Aust-Agder. Utbyggingsavdelingen, 26 s. + vedlegg.
- Damhaug, T. & Holtan, H. 1980. Industriefyllplass i Arendal/Grimstad-regionen. Vurdering av vannforurensning og rensetekniske tiltak for alternativene Gloseheia og Lundeheia. VA-3/80. NIVA-rapport 1193, 32 s.
- DNMI 2000. Meteorologisk stasjon 3606 Arendal brannstasjon, nedbørhøyder for 1998-1999 samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Hindar, A. 1990a. Arealavrenning av nitrogen og fosfor til vassdrag i Aust-Agder. NIVA-rapport 2375, 51 s.
- Hindar, A. 1990b. Vurdering av vannkvaliteten i kystnære småvassdrag i Aust-Agder - grunnlag for tiltak. NIVA-rapport 2389, 66 s.
- Håvardstun, J. 2000. Overvåking av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1999. NIVA-rapport, under utarbeidelse.
- Kaste, Ø. 1999. Vannkjemisk overvåking nedstrøms rasteplass på Østerholtheia, Aust-Agder. Resultater fra overvåkingen i 1998. Notat til Statens vegvesen, Arendal trafikkstasjon, 6 s.
- Kaste, Ø., Henriksen, A., & Hindar, A. 1997. Retention of atmospherically-derived nitrogen in subcatchments of the Bjerkreim River in Southwestern Norway. *Ambio* 26: 296-303.
- Lande, A. & Maroni, K. 1987. Akvakulturmuligheter i Lilleelv. NIVA-rapport 1960, 25 s.
- SFT 1999. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1998. SFT-rapport 781/99, 240 s.
- Skjelkvåle, B.L., Henriksen, A., Faafeng, B., Fjeld, E., Traaen, T.S., Lien, L., Lydersen, E. & Buan, A.K. 1997. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer. Statens forurensningstilsyn, rapport 677/96, 73 s.
- Sosial og helsedepartementet 1995. Forskrift om vannforsyning og drikkevann mm. Nr. 68, I-9/95, 38 s.
- Statens Helsetilsyn. 1994. Nye kvalitetsnormer for friluftsbad. Rundskriv IK-21/94.
- Valland, N. 1988. Kystnære småvassdrag i Aust-Agder. Hydrologiske beregninger, foreløpig utgave. MV-avd. i Aust-Agder. 146 s. + vedlegg.

Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem

Klassifisering av tilstand.

På grunnlag av målte konsentrasjoner kan tilstandsklassen bestemmes ut 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-råvann, friluftsbad og rekreasjon, fritidsdsfiske og jordvanning - åker og eng.

Klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann. Et utvalg av de viktigste parametrene. Utdrag fra SFTs veileder 97:04 (Andersen *et al.* 1997).

Virkninger av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
Næringsalter	Total fosfor, µg P/l	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	Klorofyll a, µg/l	<2	2-4	4-8	8-20	>20
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	Prim. prod., g C/m ² år	<25	25-50	50-90	90-150	>150
	Total nitrogen, µg N/l	<300	300-400	400-600	600-1200	> 1200
Organiske stoffer	TOC, mg C/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
	Oksygen, mg O ₂ /l	>9	6,5-9	4-6,5	2-4	<2
	Oksygenmetning, %	>80	50-80	30-50	15-30	<15
	Siktedyp, m	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	KOF _{Mn} , mg O/l	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	Jern, µg Fe/l	<50	50-100	100-300	300-600	>600
Mangan, µg Mn/l	<20	20-50	50-100	100-150	>150	
Forsurende stoffer	Alkalitet, mmol/l	>0,2	0,05-0,2	0,01-0,05	<0,01	0,00
	pH	>6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	<5,0
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	>6	4-6	2-4	1-2	<1
Tarmbakterier	Termotol koli. bakt., ant./100 ml	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000
Miljøgifter (tungmetaller) i vann	Kobber, µg Cu/l	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
	Sink, µg Zn/l	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	Kadmium, µg Cd/l	<0,04	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	>0,4
	Bly, µg Pb/l	<0,05	0,5-1,2	1,2-2,5	2,5-5	>5
	Nikkel, µg Ni/l	<0,5	0,5-2,5	2,5-5	5-10	>10
	Krom, µg Cr/l	<0,2	0,2-2,5	2,5-10	10-50	>50
	Kvikksølv, µg Hg/l	<0,002	0,002-0,005	0,005-0,01	0,01-0,02	>0,02

Nøkkelparametre er gitt i kursiv.

Vedlegg B. Primærdata

Forkortelser:

K25	Konduktivitet	TOTN	Total nitrogen	O2	Løst oksygen
TURB	Turbiditet (partikkelinnhold)	PO4P	Fosfat	KLA	Klorofyll a
FARG	Vannfarge	TOTP	Total fosfor	TKB	Termostabile koliforme bakterier
NO3N	Nitrat	TOC	Totalt organisk karbon	Sikt	Siktedyp
NH4N	Ammonium	K	Kalium	Temp	Temperatur

Nr	DYP	DATO	pH	K25 mS/m	TURB FTU	FARG mg Pt/L	NO3N µg/L	NH4N µg/L	TOTN µg/L	PO4P µg/L	TOTP µg/L	TOC mg/L	K mg/L	O2 mg/L	KLA µg/L	TKB /100 ml	SIKT m	TEMP °C
1 Innl. Lindåstjenn		15.06.98	6,12	2,86	0,8	63	22	9	315 <	1	5	8,2	0,29			4		
1 Innl. Lindåstjenn		15.07.98	5,69	2,74	0,6	111	75	12	475	1	9	12,0	0,24			128		
1 Innl. Lindåstjenn		20.08.98	6,32	2,97	0,6	96	36	42	480	1	9	10,4	0,27			1		
1 Innl. Lindåstjenn		17.09.98	5,96	3,05	0,4	90	100	36	510	1	8	10,8	0,34			16		
1 Innl. Lindåstjenn		21.10.98	5,80	3,40	0,4	77	155	50	515	4	7	9,2	0,45			8		
1 Innl. Lindåstjenn		Mid	5,98	3,00	0,6	87	78	30	459	2	8	10,1	0,32			31		
1 Innl. Lindåstjenn		Min	5,69	2,74	0,4	63	22	9	315	1	5	8,2	0,24			1		
1 Innl. Lindåstjenn		Max	6,32	3,40	0,8	111	155	50	515	4	9	12,0	0,45			128		
1 Innl. Lindåstjenn		N	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5			5		
2 Innl. Assævatn v/Libru		15.06.98	6,46	4,87	0,7	28	315	40	550	2	12	4,7	0,92			55		
2 Innl. Assævatn v/Libru		15.07.98	6,07	4,38	0,9	52	215	32	550	4	14	7,2	0,72			105		
2 Innl. Assævatn v/Libru		20.08.98	6,40	5,12	0,7	36	265	69	595	4	13	5,8	0,90			240		
2 Innl. Assævatn v/Libru		17.09.98	6,22	4,73	0,5	38	240	34	540	2	11	5,5	0,86			36		
2 Innl. Assævatn v/Libru		21.10.98	6,02	5,25	1,4	40	315	25	640	5	20	5,7	1,16			200		
2 Innl. Assævatn v/Libru		15.06.99	6,23	4,53	0,4	28	285	32	530	2	10	4,2	0,88			50		
2 Innl. Assævatn v/Libru		21.07.99	6,34	5,98	1,9	53	605	164	1130	13	40	6,9	1,25	>		300		
2 Innl. Assævatn v/Libru		18.08.99	6,13	4,52	0,6	35	195	23	475	2	11	5,0	0,88			95		
2 Innl. Assævatn v/Libru		27.09.99	6,07	4,24	1,0	47	260	43	590	3	14	6,1	0,89			108		
2 Innl. Assævatn v/Libru		03.11.99	6,13	4,53	0,4	46	320	53	595	2	9	5,5	0,93			26		
2 Innl. Assævatn v/Libru		Mid	6,21	4,82	0,8	40	302	52	620	4	15	5,7	0,94			122		
2 Innl. Assævatn v/Libru		Min	6,02	4,24	0,4	28	195	23	475	2	9	4,2	0,72			26		
2 Innl. Assævatn v/Libru		Max	6,46	5,98	1,9	53	605	164	1130	13	40	7,2	1,25			300		
2 Innl. Assævatn v/Libru		N	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			10		

NIVA-rapport 4219-2000

Nr	DYP	DATO	pH	K25 mS/m	TURB FTU	FARG mg Pt/L	NO3N µg/L	NH4N µg/L	TOTN µg/L	PO4P µg/L	TOTP µg/L	TOC mg/L	K mg/L	O2 mg/L	KLA µg/L	TKB /100 ml	SIKT m	TEMP °C
3 Assævatn	0-4	23.06.98	6,42	4,01	0,6	40	170	33	455 <	1	7	5,9	0,59		1,7	6	4,3	
3 Assævatn	0-4	15.07.98	6,32	3,73	0,5	49	127	24	495	1	9	7,1	0,52		1,4	10	3,5	
3 Assævatn	0-4	20.08.98	6,43	3,85	0,5	43	121	28	445 <	1	7	6,8	0,51		3,4	3	3,4	
3 Assævatn	0-4	17.09.98	6,44	3,91	0,3	41	155	34	475	1	6	5,8	0,53		2,8	1	3,6	
3 Assævatn	0-4	21.10.98	6,27	4,12	0,4	45	230	27	525	2	6	5,9	0,64		1,2	7	3,6	
3 Assævatn	0-4 Mid		6,38	3,92	0,4	44	161	29	479	1	7	6,3	0,56		2,1	5		
3 Assævatn	0-4 Min		6,27	3,73	0,3	40	121	24	445	1	6	5,8	0,51		1,2	1		
3 Assævatn	0-4 Max		6,44	4,12	0,6	49	230	34	525	2	9	7,1	0,64		3,4	10		
3 Assævatn	0-4 N		5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5		5	5		
3 Assævatn	1	23.06.98																17,0
3 Assævatn	1	15.07.98																17,9
3 Assævatn	1	20.08.98																17,1
3 Assævatn	1	17.09.98																14,4
3 Assævatn	1	21.10.98																7,6
3 Assævatn	2	23.06.98																16,9
3 Assævatn	2	15.07.98																17,9
3 Assævatn	2	20.08.98																17,1
3 Assævatn	2	17.09.98																14,3
3 Assævatn	2	21.10.98																7,6
3 Assævatn	3	23.06.98																16,4
3 Assævatn	3	15.07.98																17,5
3 Assævatn	3	20.08.98																17,0
3 Assævatn	3	17.09.98																14,3
3 Assævatn	3	21.10.98																7,6
3 Assævatn	4	23.06.98																15,7
3 Assævatn	4	15.07.98																16,1
3 Assævatn	4	20.08.98																17,0
3 Assævatn	4	17.09.98																14,3
3 Assævatn	4	21.10.98																7,6
3 Assævatn	58	23.06.98												10,3				4,6
3 Assævatn	58	15.07.98												8,8				4,8
3 Assævatn	58	20.08.98												8,3				4,6
3 Assævatn	58	17.09.98												5,6				4,2
3 Assævatn	58	21.10.98												9,4				4,8

NIVA-rapport 4219-2000

Nr	DYP	DATO	pH	K25 mS/m	TURB FTU	FARG mg Pt/L	NO3N µg/L	NH4N µg/L	TOTN µg/L	PO4P µg/L	TOTP µg/L	TOC mg/L	K mg/L	O2 mg/L	KLA µg/L	TKB /100 ml	SIKT m	TEMP °C
4 Nedstr. Sagvatnet		15.06.98	6,56	4,23	0,7	38	180	10	450	1	8	6,1	0,66			20		
4 Nedstr. Sagvatnet		15.07.98	6,50	3,94	0,8	54	170	20	520	2	10	7,6	0,68			105		
4 Nedstr. Sagvatnet		20.08.98	6,67	4,22	0,6	50	144	34	485	2	9	6,9	0,64			25		
4 Nedstr. Sagvatnet		17.09.98	6,65	4,32	0,3	49	175	38	515	1	9	6,3	0,68			34		
4 Nedstr. Sagvatnet		21.10.98	6,38	4,50	0,7	50	270	25	580	3	11	6,2	0,84			180		
4 Nedstr. Sagvatnet		15.06.99	6,35	3,99	0,5	40	240	16	515	1	8	5,3	0,66			30		
4 Nedstr. Sagvatnet		21.07.99	6,62	4,25	1,5	51	260	55	660	4	20	6,5	0,90		>	300		
4 Nedstr. Sagvatnet		18.08.99	6,55	4,14	0,6	55	220	21	565	3	15	6,4	0,76			520		
4 Nedstr. Sagvatnet		27.09.99	6,27	3,89	0,7	59	195	43	595	2	12	7,2	0,73			155		
4 Nedstr. Sagvatnet		03.11.99	6,30	3,89	0,6	60	260	40	575	1	9	7,4	0,71			20		
4 Nedstr. Sagvatnet	Mid		6,49	4,14	0,7	51	211	30	546	2	11	6,6	0,73			139		
4 Nedstr. Sagvatnet	Min		6,27	3,89	0,3	38	144	10	450	1	8	5,3	0,64			20		
4 Nedstr. Sagvatnet	Max		6,67	4,50	1,5	60	270	55	660	4	20	7,6	0,90			520		
4 Nedstr. Sagvatnet	N		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			10		
5 Asdal v. utløp Nidelva		15.06.98	6,71	4,59	1,1	38	185	10	460	2	8	6,0	0,72			15		
5 Asdal v. utløp Nidelva		15.07.98	6,65	4,67	1,4	58	240	24	580	3	13	8,1	0,83			130		
5 Asdal v. utløp Nidelva		20.08.98	6,90	5,40	1,3	52	265	25	590	4	12	7,1	0,86			230		
5 Asdal v. utløp Nidelva		17.09.98	6,78	4,81	0,6	50	220	34	560	2	11	6,4	0,76			75		
5 Asdal v. utløp Nidelva		21.10.98	6,49	5,20	3,1	47	330	22	660	6	20	6,0	1,01			150		
5 Asdal v. utløp Nidelva		15.06.99	6,50	4,24	0,6	41	255	16	530	2	10	5,3	0,70			34		
5 Asdal v. utløp Nidelva		21.07.99	6,76	4,82	2,6	56	260	26	585	5	19	6,3	0,99		>	300		
5 Asdal v. utløp Nidelva		18.08.99	6,68	4,41	0,8	57	195	21	540	2	14	6,5	0,71			600		
5 Asdal v. utløp Nidelva		27.09.99	6,38	4,12	1,2	61	215	41	570	2	14	7,3	0,79			150		
5 Asdal v. utløp Nidelva		03.11.99	6,46	4,16	1,4	63	280	40	595	2	10	7,1	0,77			54		
5 Asdal v. utløp Nidelva	Mid		6,63	4,64	1,4	52	245	26	567	3	13	6,6	0,81			174		
5 Asdal v. utløp Nidelva	Min		6,38	4,12	0,6	38	185	10	460	2	8	5,3	0,70			15		
5 Asdal v. utløp Nidelva	Max		6,90	5,40	3,1	63	330	41	660	6	20	8,1	1,01			600		
5 Asdal v. utløp Nidelva	N		10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10			10		