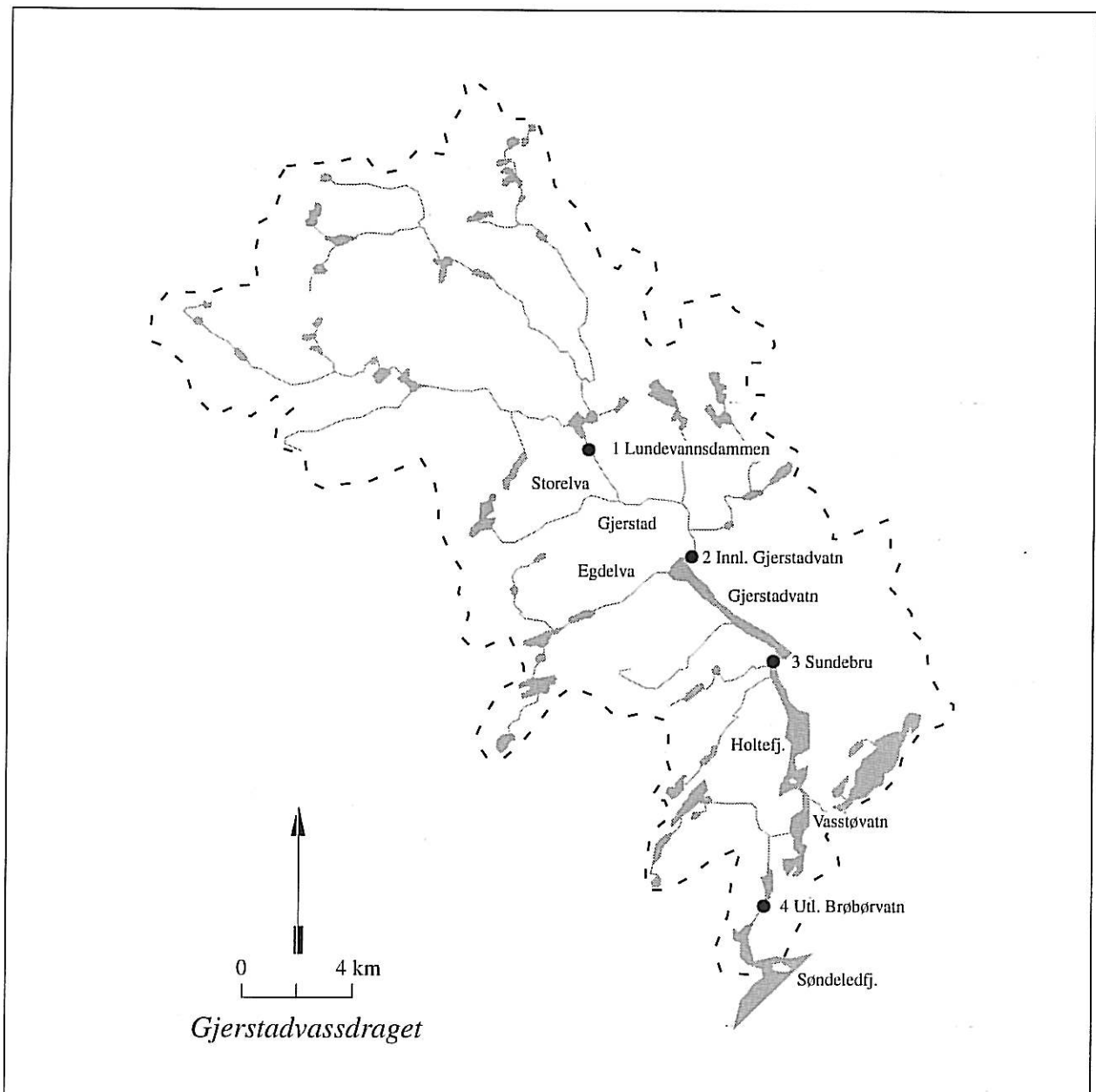


RAPPORT LNR 4031-99

Vannkvalitetsundersøkelse i Gjerstadvassdraget, Aust-Agder 1998



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 A/S

9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Vannkvalitetsundersøkelse i Gjerstadvassdraget, Aust-Agder 1998. <i>(Water quality surveillance in the Gjerstad watercourse, Aust-Agder County in 1998)</i>	Løpenr. (for bestilling) 4031-99	Dato April 1999	
	Prosjektnr. Undernr. O-98056	Sider 24	Pris kr 75,-
Forfatter(e) Kaste, Øyvind Håvardstun, Jarle	Fagområde Eutrofi ferskvann	Distribusjon	
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA	

Oppdragsgiver(e) Kommunene Gjerstad og Risør	Oppdragsreferanse
---	-------------------

<p>Sammendrag</p> <p>Som et ledd i en rullerende overvåking av vannforekomstene i Aust-Agder er det i 1998 foretatt vannkjemiske og bakteriologiske undersøkelser i Gjerstadvassdraget. Målet med undersøkelsene har vært å kartlegge miljøtilstanden i vannforekomstene og evt. å foreslå tiltak for å forbedre vannkvaliteten.</p> <p>Hovedvassdraget fra Lundevannsdammen til utløpet av Brørbøvatn var lite til moderat påvirket av næringsalter og moderat påvirket av tarmbakterier. Den øverste stasjonen, ved Lundevannsdammen, var markert påvirket av forsurening, mens de øvrige var moderat påvirket.</p> <p>Vassdraget er blitt mindre surt de siste 15 årene, dels pga. kalking, og dels pga. redusert svovelnedfall. Fosforkonsentrasjonene lå omlag på samme nivå som i perioden 1980-1988, mens nitrogenkonsentrasjonene lå noe lavere. Konsentrasjonene av tarmbakterier var noe høyere ved alle stasjoner i 1998, enn i perioden 1981-1984.</p> <p>Målingene i 1998 tyder på en viss økning i konsentrasjonene av total fosfor ned mot Sunde bru. Det anbefales derfor en videre oppfølging av sidebekker langs de midtre og nedre delene av vassdraget som kan være forurenset av spredt bebyggelse eller landbruk.</p>
--

<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
Prosjektleder


Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder


Nils Roar Sælthun
Forskningsssjef

**Vannkvalitetsundersøkelse i Gjerstadvassdraget,
Aust-Agder 1998**

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 Gjerstadvassdraget er gjennomført på oppdrag fra kommunene Gjerstad og Risør. NIVA har analysert vannprøvene, mens KM-lab i Grimstad har analysert bakterieprøvene. Kommunene har selv stått for innsamlingen av prøvene.

Grimstad, mars 1999

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.....	8
1.4 NEDBØR.....	10
2. RESULTATER OG DISKUSJON.....	11
2.1 NÆRINGSSALTER	11
2.2 TARMBAKTERIER.....	14
2.3 ORGANISK STOFF OG PARTIKLER	14
2.4 SURHET.....	14
3. VURDERING AV RESULTATENE.....	18
3.1 KLASSIFISERING AV VANNKVALITETSTILSTAND	18
3.2 SAMMENLIGNING MED TIDLIGERE UNDERSØKELSER	18
3.3 VURDERING AV BEHOV FOR TILTAK.....	20
4. REFERANSER.....	21
Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem.....	22
Vedlegg B. Primærdata.....	23

Sammendrag

Som et ledd i en rullerende overvåking av vannforekomstene i Aust-Agder er det i 1998 foretatt vannkjemiske og bakteriologiske undersøkelser i Gjerstadvassdraget. Målet med undersøkelsene har vært å kartlegge miljøtilstanden i vannforekomstene og eventuelt å foreslå tiltak for å forbedre vannkvaliteten. Hovedvekt er lagt på tilførsler av næringssalter og bakterier, men det er også tatt med en vurdering av vassdragenes surhet (pH).

Status

Undersøkelsene som er gjennomført i 1998 viser at hovedvassdraget fra Lundevannsdammen til utløpet av Brøbørvatn var lite til moderat påvirket av næringssalter og moderat påvirket av tarmbakterier (**Figur 1**). Den øverste stasjonen, ved Lundevannsdammen, var markert påvirket av forurensning, mens de øvrige var moderat påvirket.

Vannkvalitetsutvikling 1980-1998

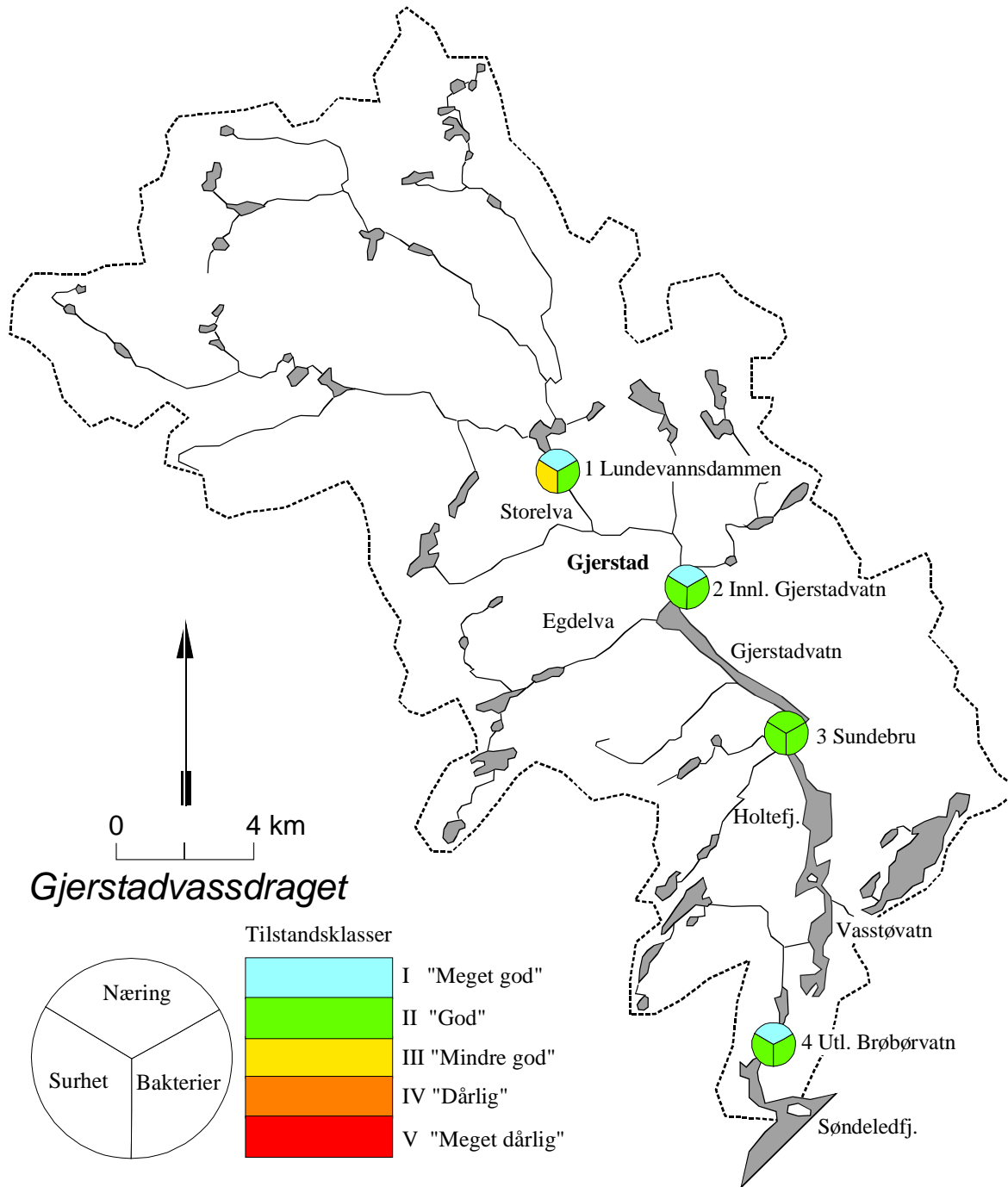
Det er foretatt en sammenligning av data fra 1998 med relevante vassdragsundersøkelser som ble gjennomført i perioden 1980-1989. Dataene viser først og fremst at vassdraget er blitt mindre surt de siste 15 årene. Forbedringen kan dels tilskrives kalking av innsjøer i den øvre delen av vassdraget, og dels reduserte tilførsler av langtransporterte svovelforbindelser.

Fosforkonsentrasjonene lå omlag på samme nivå som i perioden 1980-1988, mens nitrogenkonsentrasjonene lå noe lavere. Dette gjaldt spesielt på stasjonen ved innløpet til Gjerstadvatn. Konsentrasjonene av termostabile koliforme bakterier var noe høyere ved alle stasjoner i 1998, sammenlignet med perioden 1981-1984. Det må imidlertid presiseres at det kan være betydelige variasjoner i TKB-konsentrasjonene, ikke minst til ulike tider på året (flere av prøvene fra 1981-84 undersøkelsen ble tatt i vinterhalvåret). Det må derfor tas flere prøver gjennom året dersom en skal kunne dokumentere om den hygieniske vannkvaliteten i vassdraget er blitt dårligere.

Vurdering av behov for tiltak

Målingene i 1998 tyder på en viss økning i konsentrasjonene av total fosfor ned mot Sunde bru. Det anbefales derfor en videre oppfølging av sidebekker langs de midtre og nedre delene av vassdraget som kan være forurenset av spredt bebyggelse eller landbruk. Oppfølgingen bør bestå i:

- enkel vannkjemisk og bakteriologisk prøvetaking gjennom ett år,
- kartlegging av forurensningskilder og -mengder,
- utarbeidelse av en tiltaksplan for reduksjon av eventuelle forurensninger,
- samt gjennomføring av nye undersøkelser etter at tiltak er gjennomført.



Figur 1. Klassifisering av vannkvalitetstilstand. Se **Vedlegg A** for ytterligere forklaring.

Summary

Title: Water quality surveillance in the Gjerstad watercourse, Aust-Agder County in 1998
Year: 1999
Author: Kaste, Ø. and Håvardstun. J.
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3632-5

A surveillance of water quality was performed in the Gjerstad watercourse, Aust-Agder County during 1998. The aim of the investigation has been to characterise the water quality at different sites within the watercourse, and - if needed - propose measures to reduce pollution inputs.

The main river was slightly to moderately affected by nutrients and moderately affected by coliform bacteria. The uppermost site, Lundevannsdammen, was markedly affected by acidity, while the other three sites were moderately affected.

In 1998, the sites were less acidified compared with data from 1980-1984. This is partly caused by liming activities and partly by reduced deposition of sulphur. Concentrations of total phosphorus were at the same level as in 1980-1988, while nitrogen concentrations were slightly lower. The concentrations of coliform bacteria were at bit higher in 1998, compared to the earlier data.

The 1998 results indicate a slight increase in total phosphorus concentrations down to Sunde bru. Hence, we recommend further investigations in tributaries that may be affected by settlement and agricultural activities.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Fylkesmannen i Aust-Agder har i forbindelse med at kommunene har fått nye utslippstillatelser, oppfordret dem til 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 småvassdrag i de mest befolkningstette og jordbruksdominerte områdene langs kysten.

Målet med undersøkelsene har vært å kartlegge miljøtilstanden i vannforekomstene og eventuelt å foreslå tiltak for å forbedre vannkvaliteten. Hovedvekt er lagt på tilførsler av næringssalter og bakterier, men det er også tatt med en vurdering av vassdragenes surhet. Undersøkelsene vil gi kommunene en basis for å fastsette miljømål for vannforekomstene.

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.

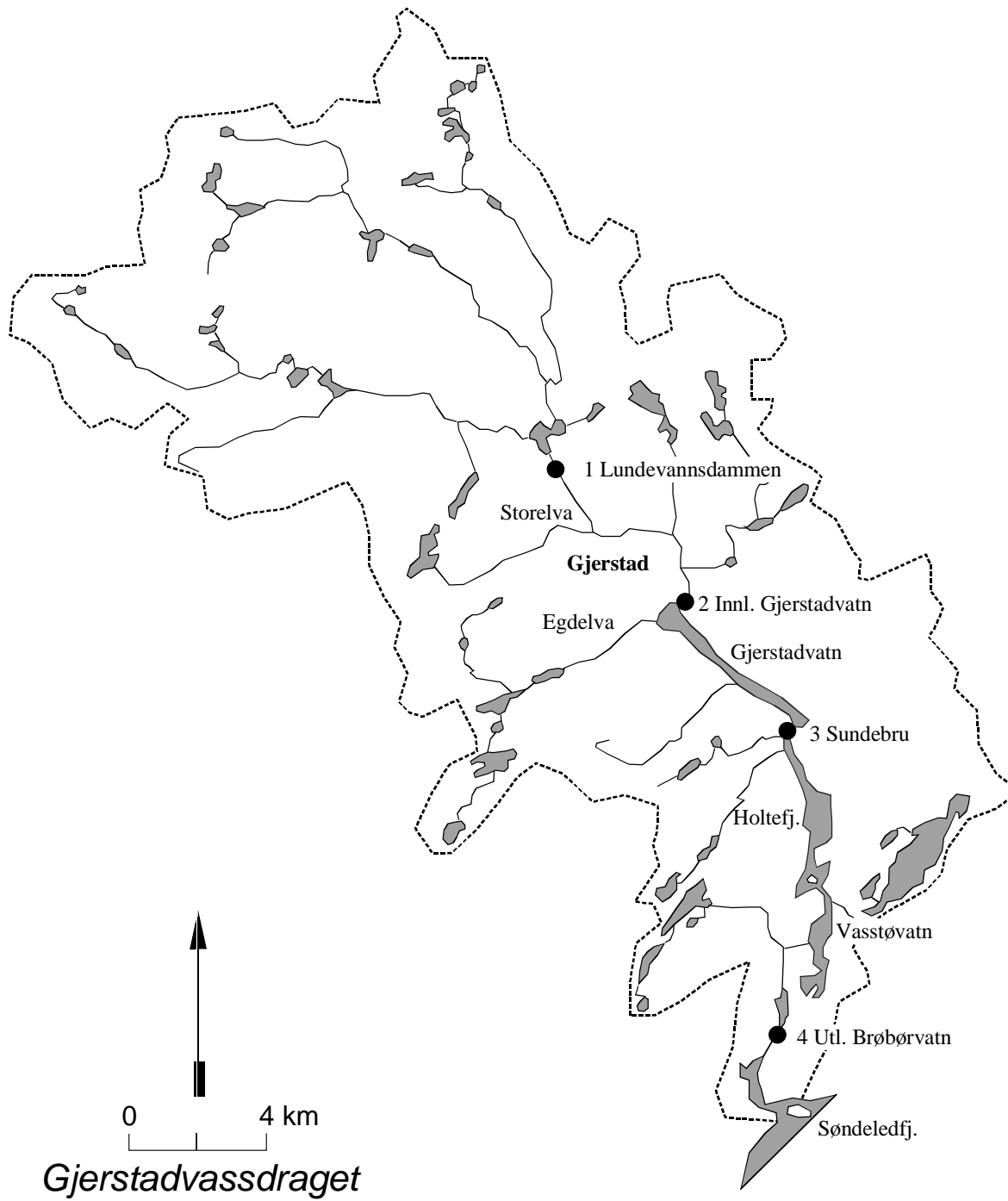
1.2 Materiale og metoder

6 prøvetakingsrunder ble gjennomført i perioden mai-oktober 1998. En oversikt over prøvetakingsstasjoner er gitt i **Tabell 1**. Det er lagt vekt på å analysere parametere som kan dokumentere virkninger av næringssalter, tarmbakterier og surhet i henhold til SFTs klassifiseringssystem for vannkvalitet (Andersen et al. 1997). Følgende parametre er analysert: pH, farge, turbiditet, konduktivitet, tot-P, fosfat, tot-N, nitrat, ammonium, kalium, totalt organisk karbon og termotabile koliforme bakterier.

1.3 Områdebeskrivelse

Gjerstadvassdraget er det østligste vassdraget i Aust-Agder fylke og dekker et areal på 380 km². Nedbørfeltet ligger i hovedsak innenfor kommunene Gjerstad og Risør, med utspring i heiområdene på fylkesgrensen mellom Telemark og Aust-Agder. De høyest beliggende områdene i nordvest ligger vel 600 moh. Vassdraget har utløp til Søndeledfjorden i Risør kommune. Nedbørfeltet nord for Gjerstad tettsted består av kupert heilandskap med tallrike innsjøer. Fra Gjerstadvatn (31 moh.) og ut til utløpet består hovedvassdraget av en mer eller mindre sammenhengende serie med innsjøer (**Figur 2**).

Berggrunnen i området er dominert av harde og sure bergarter (Boman 1985). Den store breksjen mellom Telemarksformasjonen og Bambleformasjonen går gjennom nordenden av Gjerstadvatn i retning NØ-SV. Sør for denne breksjen finnes det stiper av basisk amfibolitt, som gjør avrenningen fra dette området noe mindre sur enn vannet som kommer fra de øvre områdene. Den marine grensen i området ligger 90-100 moh. (Boman 1985). Gjennomsnittlig spesifikk avrenning er 29 l/s/km², noe som gir en midlere vannføring ved utløpet på 11 m³/s (Hindar 1998). Store deler av nedbørfeltet (97%) er utmarksområder dominert av skog, mens knapt 3% (11,2 km²) er dyrka mark. Det bor omlag 3200 personer i nedbørfeltet (Boman 1985).



Figur 2. Vassdraget med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner.

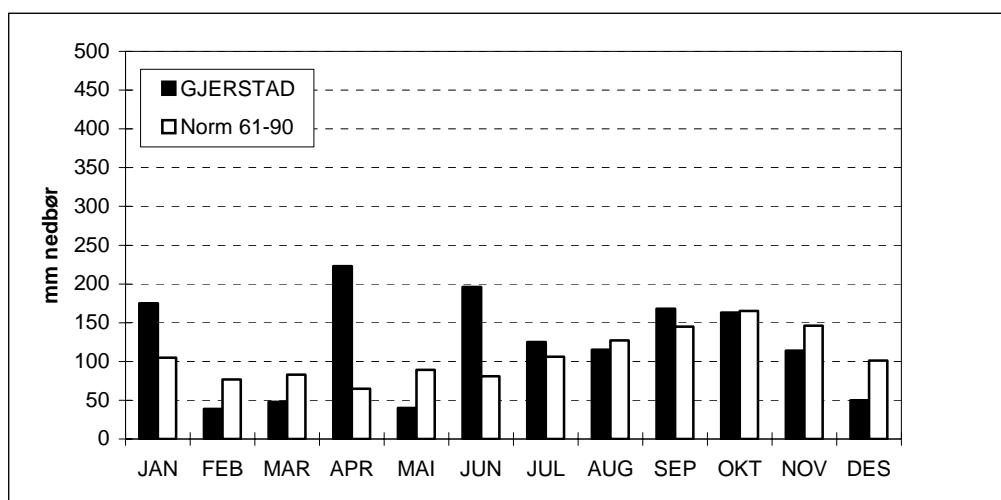
St.nr	Lokalitet	Kommune	UTM	Kartblad
1	Lundevannsdammen	Gjerstad	977-307	1612 I
2	Innløp Gjerstadvatn	Gjerstad	019-270	1612 I
3	Sunde bru	Gjerstad	051-221	1612 I
4	Utløp Brøbørvatn	Risør	047-138	1612 I

1.4 Nedbør

Meteorologisk stasjon Gjerstad:

Normalnedbør: 1456 mm

Årsnedbør 1998: 1290 mm (113% av normalen)



Figur 3. Månedlig nedbør 1998 ved meteorologisk stasjon Gjerstad. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 1999).

2. Resultater og diskusjon

2.1 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, ofte omkring 8-12 µg/L (Bratli et al. 1995, Skjelkvåle et al. 1997). Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner (referanseverdier) 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 (tot-P) varierte i området 5-8 µg/l på de undersøkte lokalitetene (**Figur 4**). Konsentrasjonene økte generelt ned mot Sunde bru, og avtok deretter noe mot utløpet av Brønbørvatn. Det var relativt liten variasjon i fosforkonsentrasjon ved de fire undersøkte stasjonene: Laveste konsentrasjon ble målt ved Lundevannsdammen (3 µg/L), den høyeste ved Sunde bru og Brønbørvatn (9 µg/L).

Fosfor som uorganisk, løst fosfat ($\text{PO}_4\text{-P}$) 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 uforurensede 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 som er vesentlig høyere 2-3 µg P/L, er det en indikasjon på at systemet tilføres mer fosfor enn det som kan omsettes biologisk. Det ble ikke målt fosfatkonsentrasjoner over 2 µg P/L ved noen av stasjonene i 1998 (**Vedlegg B**).

Nitrogen

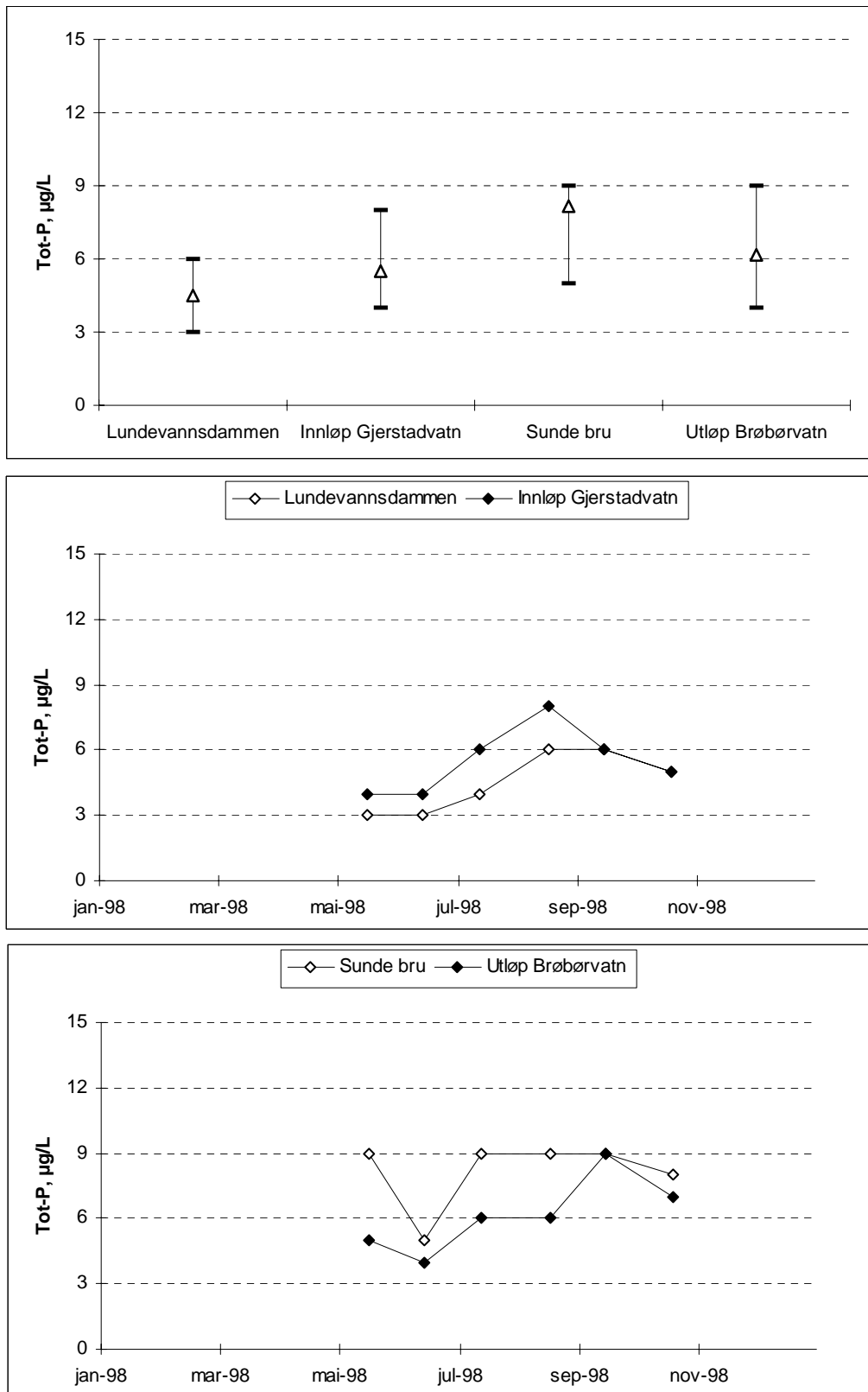
Bakgrunnskonsentrasjoner av total nitrogen i bekker og innsjøer kan ligge opp mot 300-500 µg/L i utmarksområder på Sørlandet (Skjelkvåle et al. 1997). En stor del av dette nitrogenet stammer fra langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 1998, Kaste et al. 1997). Nitrogenedfallet er høyest i de sørlige og sørvestlige delene av landet, og det er også her en finner de høyeste bakgrunnskonsentrasjonene av nitrogen i bekker.

Middelkonsentrasjonene av total nitrogen varierte i området 270-470 µg/L på de undersøkte lokalitetene (**Figur 5**). På samme måte som for fosfor, økte nitrogenkonsentrasjonene ned mot Sunde bru, for deretter å avta ned mot utløpet av Brønbørvatn (410 µg/L). Det var også ved Sunde bru en fant den største variasjonen i nitrogenkonsentrasjoner (335-705 µg/L). Bortsett fra målingene ved Sunde bru, lå konsentrasjonene ved de øvrige stasjonene innenfor de verdier en kan finne i uforurensede vassdrag.

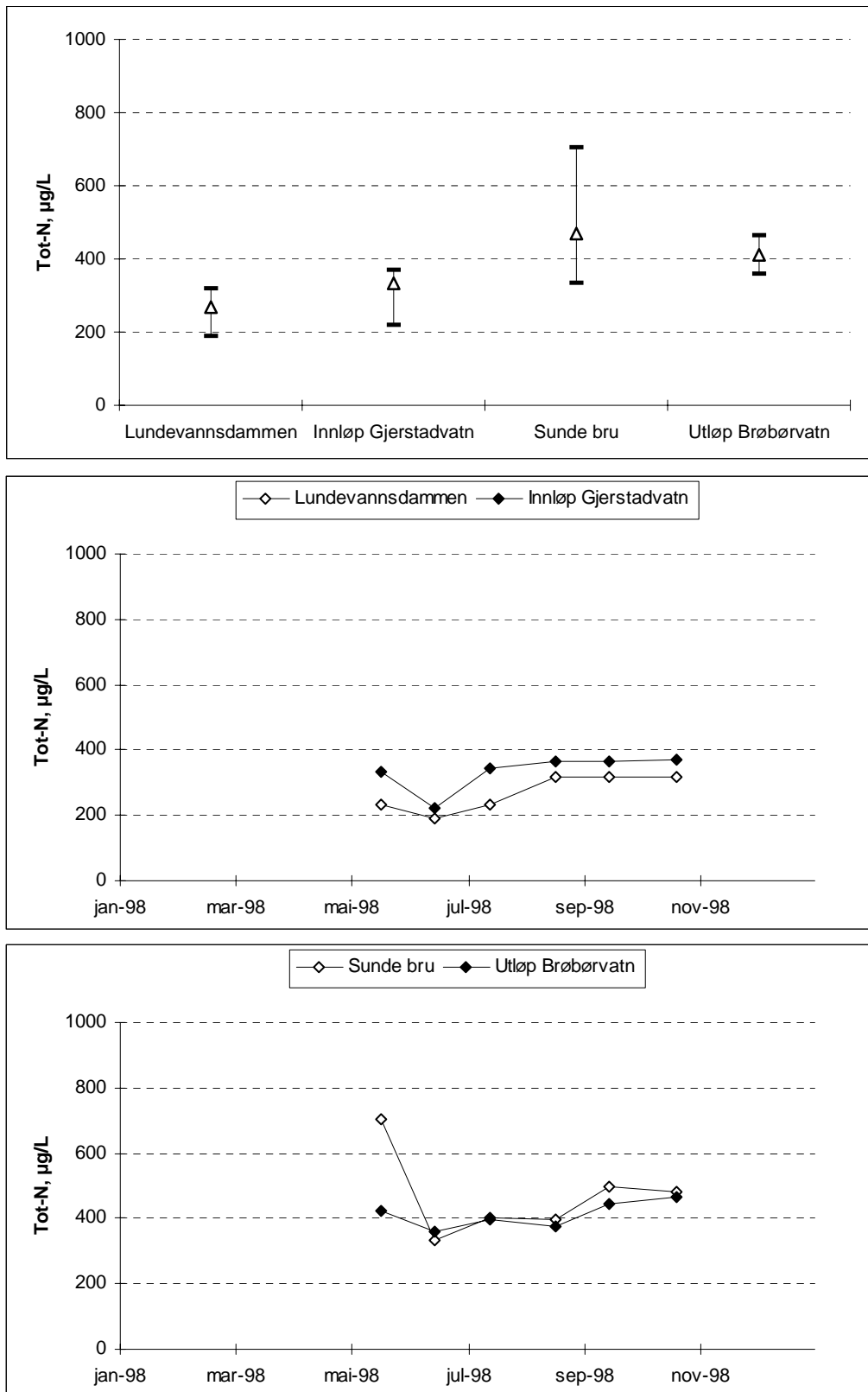
Høye konsentrasjoner av nitrogenfraksjonen ammonium i overflatevann er en indikator på forurensning fra lokale kilder som f.eks. kommunal kloakk eller landbruk. I uforurenset bekkevann er ammoniumkonsentrasjonene vanligvis lave, <50 µg N/L. Sunde bru og Brønbørvatn var de eneste lokalitetene hvor det ble målt ammoniumkonsentrasjoner over dette nivået (hhv. 85 og 55 µg/L). Verdiene var imidlertid såpass lave at de ikke indikerer nevneverdig forurensning (**Vedlegg B**).

Kalium

Kalium kan være en indikator på landbruksforurensning ved at naturgjødsel, og i de fleste tilfeller kunstgjødsel, inneholder dette plantenæringsstoffet. Kaliumkonsentrasjonene i naturlig bekkevann på Sørlandet er oftest under 1 mg/L (SFT 1998), men en må regne med noe forhøyede konsentrasjoner i områder som ligger under marin grense. Det ble ikke målt kaliumkonsentrasjoner på over 1 mg/L ved



Figur 4. Total fosfor. Øverst: Middel-, min- og maks-verdier. Midten og nederst: Sesongvariasjon på de ulike stasjonene.



Figur 5. Total nitrogen. Øverst: Middel-, min- og maks-verdier. Midten og nederst: Sesongvariasjon på de ulike stasjonene.

noen av lokalitetene i 1998.

2.2 Tarmbakterier

Forekomst av termostabile 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" (SIFF 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). Grenseverdien kan bare overskrides med inntil 100% for høyst 10% av enkeltresultatene (SIFF 1976). Det må her tillegges at undersøkelsesprogrammet som er gjennomført i forbindelse med denne undersøkelsen ikke oppfyller Folkehelsas krav til prøvetakingshyppighet, i og med at det kun er tatt månedlige prøver.

Middelkonsentrasjonene varierte i området 20-40 TKB/100ml på de undersøkte stasjonene (**Figur 6**). Utløpet av Brøbørvatn hadde gjennomgående de laveste verdiene, mens de tre øvrige var omlag like med maksimalkonsentrasjoner på 100-135 TKB/100 ml. Alle stasjoner hadde også prøver hvor det ikke ble påvist termostabile koliforme bakterier. Dette forekom spesielt i begynnelsen av undersøkelsen (mai, juni og juli). Ved alle stasjoner ble de høyeste konsentrasjonene målt 18. august. Mye nedbør de 5 foregående dagene (i alt 68 mm ved DNMI-målstasjonen i Gjerstad) kan ha ført til økt utvasking av forurensninger fra land på denne tiden.

Ingen av lokalitetene tilfredsstilte kravene til betegnelsen "god drikkevannskvalitet" uten desinfeksjon. Alle lå imidlertid innenfor kravene til "god badevannskvalitet", basert på de månedlige middelveidene.

2.3 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 uforurenset vann, er denne parameteren forholdsvis lite egnet som indikatorer på lokal forurensning - med mindre en kjenner de naturlige bakgrunns-konsentrasjonene 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 (turbiditet) kan også variere svært mye i naturlige vannforekomster. De høyeste partikkelkonsentrasjonene kan en vanligvis måle i områder under marin grense.

Gjerstadvassdraget er forholdsvis humøst, med middelveidier for TOC og vannfarge på hhv. 5,5-6,7 mg/L og 40-45 mg Pt/L på de ulike stasjonene (**Vedlegg B**). Elva var generelt lite påvirket av partikler, med midlere turbiditetsverdier under 1 FTU.

2.4 Surhet

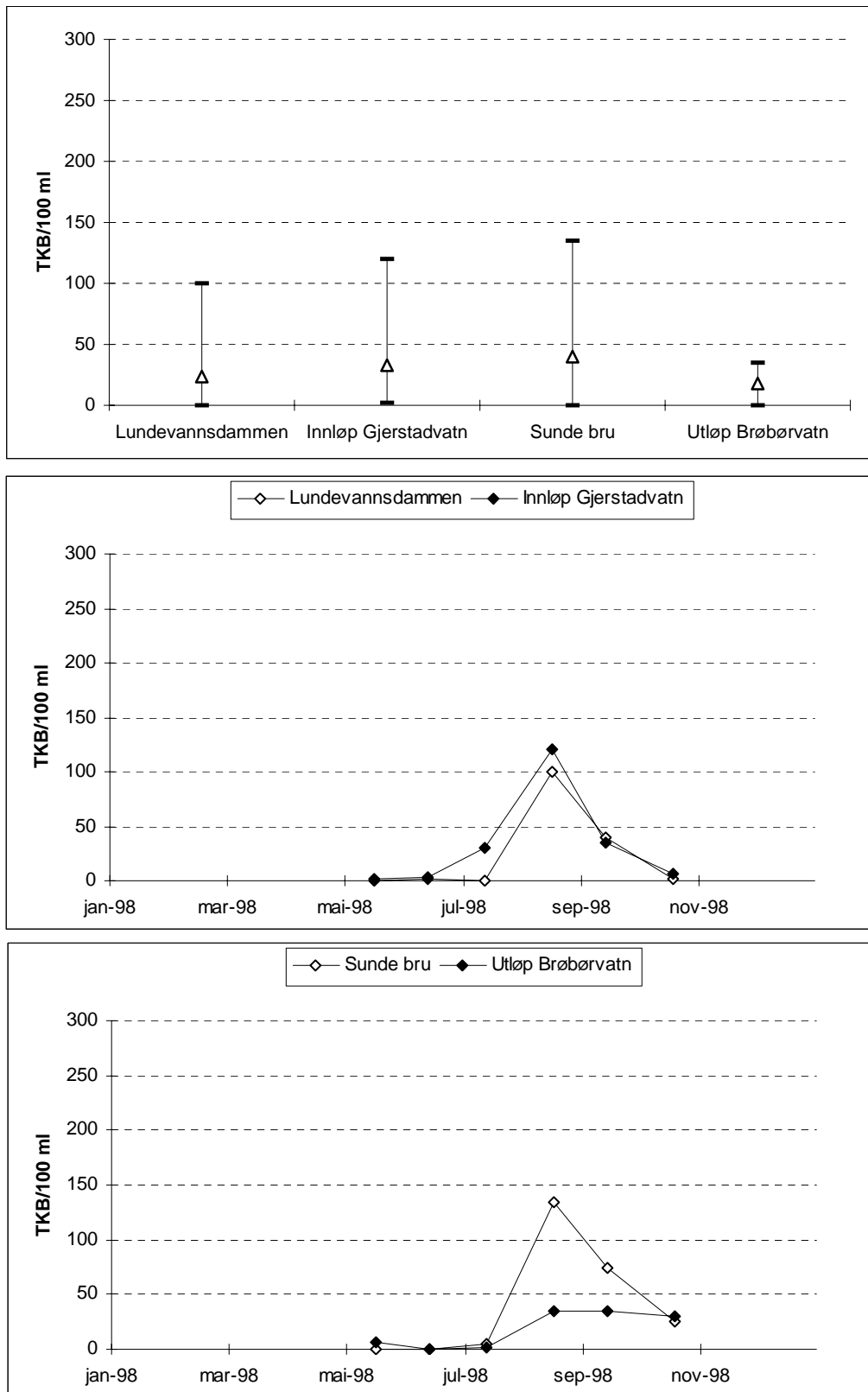
Svovel og nitrogen fra langtransportert forurenset luft og nedbør har ført til forsuring av mange vassdrag i Sør-Norge. Problemet er spesielt stort på Sørlandet og deler av Vestlandet hvor tilførslene av atmosfærisk svovel og nitrogen er store, samtidig som hard og kalkfattig berggrunn gir liten avsyringskapasitet (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 vassdragene (SFT 1998).

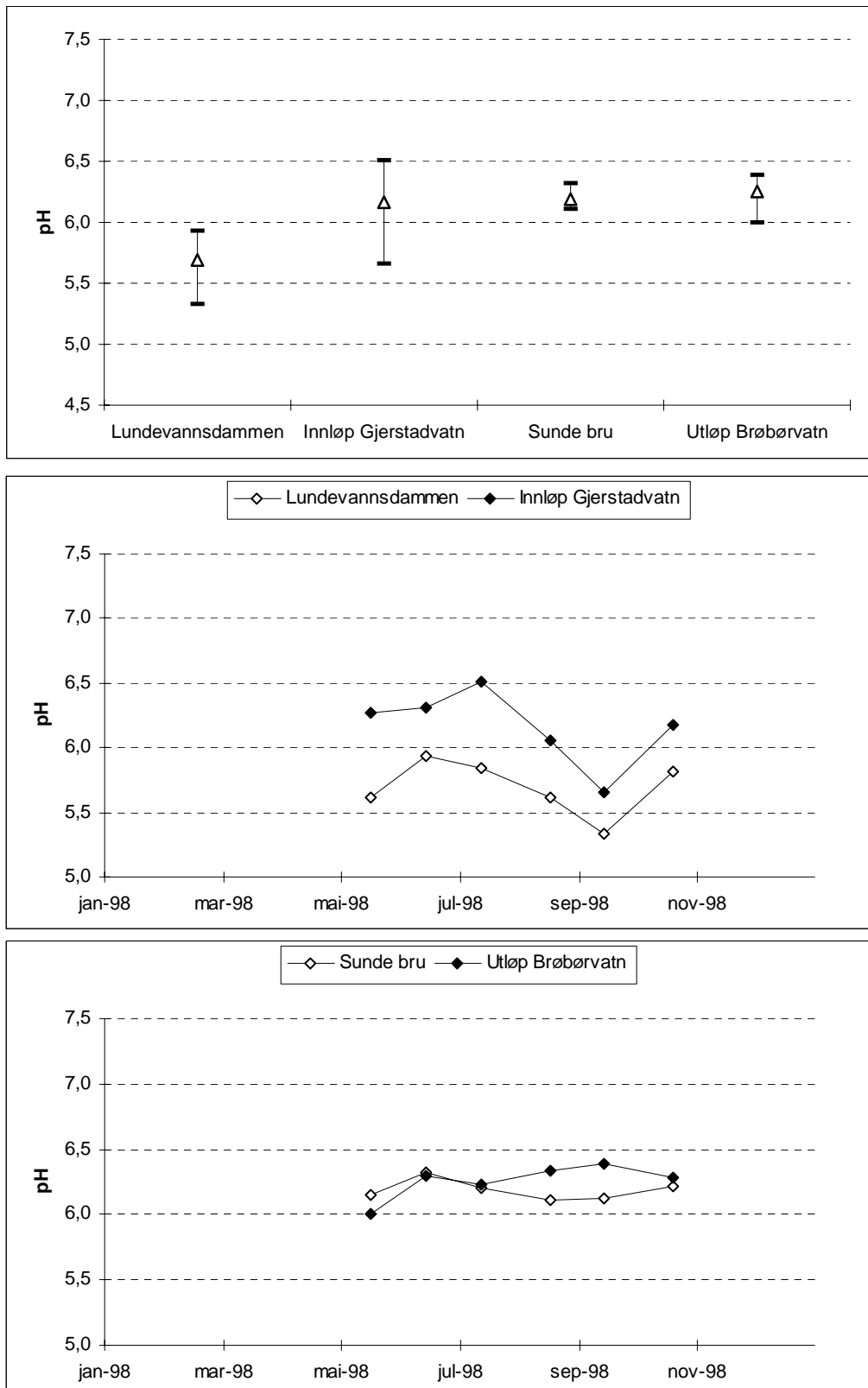
Ved tolkning av resultatene fra denne undersøkelsen er det viktig å være klar over at alle prøvene er innsamlet i sommerhalvåret, på en tid da vassdragene vanligvis er mindre sure enn i vinterhalvåret. Dette har sammenheng med at den biologiske produksjonen i sommerhalvåret bidrar til å øke pH, samtidig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

Middel-pH varierte i området 5,70-6,25 på de undersøkte stasjonene (**Figur 7**). Den øverste stasjonen, Lundevannsdammen, var surest med pH-verdier ned mot 5,35 på det laveste (målt i september). Dette er såpass lavt at det kan være snakk om skadevirkninger på sårbare livsstadier for innlandsaure. Den relativt høye humuskonsentrasjonen i elva vil imidlertid være med på å gjøre tilstedeværende aluminium mindre giftig, slik at fiske tåler surere vann enn den ville ha gjort i mindre humøse systemer.

Ved innløpet til Gjerstadvatn var det forholdsvis stor variasjon med pH-verdier i området 5,65-6,50, mens de to nederste stasjonene hadde relativt stabile verdier mellom 6,0 og 6,5. Vannkvaliteten på disse stasjonene antas ikke å ha vært skadelig for innlandsaure. Data fra den månedlige overvåkingen som gjennomføres i SFT-regi viser at den laveste registrerte pH-verdien ved utløpet av Brøbørvatn i 1998 var 5,9 (Hindar 1999, under utarbeidelse).



Figur 6. Termotabile koliforme bakterier (TKB). Øverst: Middel-, min- og maks-verdier. Midten og nederst: Sesongvariasjon på de ulike stasjonene.



Figur 7. pH. Øverst: Middel-, min- og maks-verdier. Midten og nederst: Sesongvariasjon på de ulike stasjonene.

3. Vurdering av resultatene

3.1 Klassifisering av vannkvalitetstilstand

De undersøkte lokalitetene er i klassifisert i henhold til SFTs vurderingssystem for vannkvalitet i ferskvann (**Tabell 2**). 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 & 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**.

Næringssalter

Alle stasjoner, unntatt Sunde bru lå innenfor tilstandsklasse I ("meget god"). Sunde bru lå innenfor klasse II ("god").

Tarmbakterier

Samtlige stasjoner lå innenfor tilstandsklasse II ("god").

Forsuring

Den øverste stasjonen, Lundevannsdammen, var mest forsuret og lå innenfor tilstandsklasse III ("mindre god"). De øvrige stasjonene lå innenfor klasse II ("god").

Tabell 2. Samlet vurdering av vassdragets vannkvalitetstilstand. I = meget god, II = god, III = mindre god, IV = dårlig, V = meget dårlig. Klassifiseringsgrunnlaget er gitt i **Vedlegg A**.

St.nr	Lokalitet	Næringssalter	Tarmbakterier	Surhet
1	Lundevannsdammen	I	II	III
2	Innløp Gjerstadvatn	I	II	II
3	Sunde bru	II	II	II
4	Utløp Brøbørvatn	I	II	II

3.2 Sammenligning med tidligere undersøkelser

Gjerstadvann er undersøkt i forbindelse med en eldre hovedfagsoppgave i limnologi fra Universitetet i Oslo (Selåsdal 1950). Undersøkelsen la vekt på fysiske og kjemiske forhold i innsjøen. Utløpet av Brøbørvatn (ved Søndeleddammen) er overvåket månedlig siden 1980 i forbindelse med SFTs program for overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 1998).

I første halvdel av 1980-tallet ble det drevet omfattende forskning omkring forsuring og kalking av innsjøer i øvre del av Gjerstadvassdraget (f.eks. Hindar et al. 1984, Hindar & Nilssen 1984). Blant de lokalitetene som ble undersøkt i denne perioden var Store Finnetjern, Lille Finnetjern, Kjellingstjenn, Skuggetjenn, Marksettjenn, Kabrettstjenn, Heilandsvann, Diplane, Ljådalslonene, Solemstjenn og Storelva ovenfor Gjerstadvann. I de senere år er kun Store Finnetjern blitt overvåket i kalkingssammenheng (Kaste & Kroglund 1995).

Forurensningsforholdene i Gjerstadvassdraget og de nære sjøområdene utenfor ble i 1981-1984 undersøkt av Boman (1985). Undersøkelsen viste at innsjøene i vassdraget ikke var preget av eutrofiering (overgjødning), men tilført organisk stoff førte til oksygenavtak i bunnlagene om

sommeren. I hovedvassdraget gav avrenning fra bebyggelsen først og fremst bakteriell påvirkning. Den hygieniske standarden var relativt god i de øverste innsjøene, men ble forverret nedover i vassdraget. Brøbørvatn hadde i 1981-1984 det høyeste næringssaltinnholdet og de høyeste bakteriekonsentrasjonene blant innsjøene i vassdraget. Boman (1985) undersøkte også en rekke små sidebekker langs elva og fant at flere av den var til dels kraftig forurensset av tarmbakterier.

Gjerstadvatn var i 1988 med i en landsomfattende undersøkelse av eutrofiering (overgjødning) i innsjøer (Faafeng et al. 1990). Innsjøen hadde middels høye konsentrasjoner av total fosfor i forhold til de andre undersøkte innsjøene i Aust-Agder. Fosforkonsentrasjonen lå akkurat innenfor SFTs tilstandsklasse I ("meget god vannkvalitet").

Avfall fra tidligere treforedlingsvirksomhet dekker store deler av innsjøbunnen i Brøbørvatn og medvirker til høyt oksygenforbruk (Hindar & Rørslett 1989), og i stagnasjonsperiodene om sommeren og vinteren er det dokumentert full oksygensvikt i innsjøens bunnvann. Hindar & Rørslett (1989) registrerte dessuten relativt høye konsentrasjoner av PAH (tjærestoffer) i innsjøsedimentene i Brøbørvatn. Høye PAH-nivåer er også registrert i andre innsjøer i landsdelen, uten at det finnes åpenbare forurensningskilder i nedbørfeltet. En hypotese er at PAH-forurensningen skyldes langtransporterte forurensninger, dels fra kilder langs Sørlandskysten og dels fra utlandet.

I **Tabell 3** er det foretatt en sammenligning av dataene for 1998 med tre undersøkelser fra 1980-tallet (Hindar et al. 1984, Boman 1985, Hindar & Rørslett 1989). Dataene viser først og fremst at vassdraget er blitt mindre surt de siste 15 årene. Forbedringen kan dels tilskrives kalking av innsjøer i den øvre delen av vassdraget, og dels reduserte tilførsler av langtransporterte svovelforbindelser (Hindar 1998). SFTs sur nedbør-overvåking i utløpet av Brøbørvatn viser til sammenligning at middel-pH har økt fra omkring 5,5 tidlig på 1980-tallet til over 6,0 de siste årene (SFT 1998).

Fosforkonsentrasjonene lå omlag på samme nivå som i perioden 1980-1988, mens nitrogenkonsentrasjonene lå noe lavere. Dette gjaldt spesielt på stasjonen ved innløpet til Gjerstadvatn. Konsentrasjonene av termotabile koliforme bakterier var noe høyere ved alle stasjoner i 1998, sammenlignet med perioden 1981-1984. Det må imidlertid presiseres at det kan være betydelige variasjoner i TKB-konsentrasjonene, ikke minst til ulike tider på året (flere av prøvene fra 1981-84 undersøkelsen ble tatt i vinterhalvåret). Det må derfor tas flere prøver gjennom året dersom en skal kunne dokumentere om den hygieniske vannkvaliteten i vassdraget er blitt dårligere.

Tabell 3. Sammenligning med tidligere undersøkelser, 1980-1983 (Hindar et al. 1984), 1981-1984 (Boman 1985) og 1988 (Hindar & Rørslett 1989).

Variabel	År	Ant. prøver	Lundevannsdammen	Innløp Gjerstadvatn	Sunde bru	Utløp Brøbørvatn
pH	1980-83	44		5,3		
	1981-84*	17		5,3	5,3	5,6
	1998	6	5,7	6,2	6,2	6,3
Tot-N	1980-83	40		415		
	1981-84*	17		415	490	530
	1988	10				420
	1998	6	270	330	470	410
Tot-P	1981-84*	17		5	5	7
	1988	10				7
	1998	6	5	6	8	6
TKB	1981-84*	17		1	1	6
	1998	6	24	33	40	18

* Stasjonsplassering avviker noe fra 1998-undersøkelsen. Stasjoner i 1981-84: Gjerstadvatn (overflate), Holtefjord (overflate), Brøbørvatn (overflate).

3.3 Vurdering av behov for tiltak

Undersøkelsene som er gjennomført i 1998 viser at hovedvassdraget fra Lundevannsdammen til utløpet av Brøbørvatn var lite til moderat påvirket av næringssalter og moderat påvirket av tarmbakterier. Den øverste stasjonen, ved Lundevannsdammen, var markert påvirket av forurening, mens de øvrige var moderat påvirket.

Målingene i 1998 tyder på en viss økning i konsentrasjonene av total fosfor ned mot Sunde bru. Det anbefales derfor en videre oppfølging av sidebekker langs de midtre og nedre delene av vassdraget som kan være forurenset av spredt bebyggelse eller landbruk. Oppfølgingen bør bestå i:

- enkel vannkjemisk og bakteriologisk prøvetaking gjennom ett år,
- kartlegging av forurensningskilder og -mengder,
- utarbeidelse av en tiltaksplan for reduksjon av eventuelle forurensninger,
- samt gjennomføring av nye undersøkelser etter at tiltak er gjennomført.

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.
- Boman, E. 1985. Undersøkelse av Gjerstadvassdraget og det nære sjøområdet utenfor. NIVA-rapport, løpenr. 1722, 60 s.
- Bratli, J.L., Holtan, H. & Jacobsen, T. 1995. Miljømål for vannforekomstene - forventet naturtilstand. SFT-veileder 95:04, TA-1141/1995, 41 s.
- DNMI 1999. Nedbørhøyder for 1998 fra meteorologisk stasjon Gjerstad, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorogogiske institutt, Oslo.
- Faafeng, B. & Fjeld, E. 1996. Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer. Statistisk analyse av usikkerhet i sesongmiddelverdier. NIVA-rapport 3427, 21 s.
- Faafeng, B., Brettum, P. & Hessen, D.O. 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofitilstanden i 355 innsjøer i Norge, Statlig program for forurensningsovervåkning rapport nr. 389/90, løpenr. 2355, 57 s.
- Hindar, A. & Nilssen, J.P. 1984. Årsrapport 1982/83 og faglig oppsummering for kalkingsprosjektet i Gjerstad, Aust-Agder. Kalkingsprosjektet. Rapport 21/84, 153 s.
- Hindar, A. & Rørslett, B. 1989. Forurensningseffekter av en barkfylling nederst i Gjerstadvassdraget i Aust-Agder. NIVA-rapport, løpenr. 2247, 23 s.
- Hindar, A. 1998. Gjerstadvassdraget. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-notat 1998-3, 63-66.
- Hindar, A. 1999. Gjerstadvassdraget. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. DN-notat, under utarbeidelse.
- Hindar, A., Kroglund, F. Nilssen, J.P., Sandøy, S., Skov, A., Smestad, O. & Wærvågen, S.B. 1984. Elvedata fra Gjerstad, Aust-Agder. En vannkjemisk datarapport. Kalkingsprosjektet. Rapport 15/84, 47 s.
- Kaste, Ø. & Kroglund, F. 1995. Kalking av vann og vassdrag. FoU-virksomheten, årsrapporter 1994. Store Finntjenn - vannkjemisk. DN-notat 1995-9, 68-73.
- 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.
- Selåsdaal, N. 1950. Limnologiske undersøkelser av innsjøer i Aust-Agder. Hovedfagsoppgave i limnologi . Univ. i Oslo, 66 s.
- SFT 1998. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1997. SFT-rapport 748/98, 217 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., 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. SFT- rapport 677/96, 73 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 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, fritidsfiske 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	<i>Total fosfor, µg P/l</i>	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	<i>Klorofyll a, µg/l</i>	<2	2-4	4-8	8-20	>20
	<i>Siktedyp, m</i>	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	<i>Prim. prod., g C/m² år</i>	<25	25-50	50-90	90-150	>150
	<i>Total nitrogen, µg N/l</i>	<300	300-400	400-600	600-1200	> 1200
Organiske stoffer	<i>TOC, mg C/l</i>	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	<i>Fargetall, mg Pt/l</i>	<15	15-25	25-40	40-80	>80
	<i>Oksygen, mg O₂/l</i>	>9	6,5-9	4-6,5	2-4	<2
	<i>Oksygenmetning, %</i>	>80	50-80	30-50	15-30	<15
	<i>Siktedyp, m</i>	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	<i>KOF_{Mn}, mg O/l</i>	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	<i>Jern, µg Fe/l</i>	<50	50-100	100-300	300-600	>600
	<i>Mangan, µg Mn/l</i>	<20	20-50	50-100	100-150	>150
Forsurende stoffer	<i>Alkalitet, mmol/l</i>	>0,2	0,05-0,2	0,01-0,05	<0,01	0,00
	<i>pH</i>	>6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	<5,0
Partikler	<i>Turbiditet, FTU</i>	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5
	<i>Suspendert stoff, mg/l</i>	<1,5	1,5-3	3-5	5-10	>10
	<i>Siktedyp, m</i>	>6	4-6	2-4	1-2	<1
Tarmbakterier	<i>Termotol koli. bakt., ant./100 ml</i>	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000
Miljøgifter (tungmetaller) i vann	<i>Kobber, µg Cu/l</i>	<0,6	0,6-1,5	1,5-3	3-6	>6
	<i>Sink, µg Zn/l</i>	<5	5-20	20-50	50-100	>100
	<i>Kadmium, µg Cd/l</i>	<0,04	0,04-0,1	0,1-0,2	0,2-0,4	>0,4
	<i>Bly, µg Pb/l</i>	<0,05	0,5-1,2	1,2-2,5	2,5-5	>5
	<i>Nikkel, µg Ni/l</i>	<0,5	0,5-2,5	2,5-5	5-10	>10
	<i>Krom, µg Cr/l</i>	<0,2	0,2-2,5	2,5-10	10-50	>50
	<i>Kvikksølv, µg Hg/l</i>	<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:

KOND	Konduktivitet	NH ₄ N	Ammonium	K	Kalium
TURB	Turbiditet	TOTN	Total nitrogen	TOC	Totalt organisk karbon
FARG	Farge	PO ₄ P	Fosfat	BAKT	Termostabile koliforme bakterier
NO ₃ N	Nitrat	TOTP	Total fosfor		

STNUM		DATO	pH	KOND	TURB NTU	FARG mg Pt/l	NO ₃ N µg/l	NH ₄ N µg/l	TOTN µg/l	PO ₄ P µg/l	TOTP µg/l	K mg/l	TOC mg/l	BAKT /100ml
1	Lundevannsdammen	18.05.98	5,62	1,4	1,1	24	65	15	235	<1	3	0,16	3,7	0
1	Lundevannsdammen	15.06.98	5,93	1,3	0,5	33	9	8	190	<1	3	0,13	4,9	1
1	Lundevannsdammen	14.07.98	5,84	1,3	0,5	42	21	9	235	<1	4	0,09	6,1	0
1	Lundevannsdammen	18.08.98	5,61	1,4	0,7	66	28	9	315	<1	6		8,5	100
1	Lundevannsdammen	15.09.98	5,33	1,4	0,7	65	28	16	320	<1	6	0,12	8,5	39
1	Lundevannsdammen	20.10.98	5,81	1,5	0,5	50	62	11	315	1	5	0,16	6,5	2
1	Lundevannsdammen	Mid	5,69	1,4	0,7	47	36	11	268	1	5	0,13	6,4	24
1	Lundevannsdammen	Min	5,33	1,3	0,5	24	9	8	190	1	3	0,09	3,7	0
1	Lundevannsdammen	Max	5,93	1,5	1,1	66	65	16	320	1	6	0,16	8,5	100
2	Innløp Gjerstadvatn	18.05.98	6,27	2,0	0,7	23	170	5	335	<1	4	0,33	3,9	2
2	Innløp Gjerstadvatn	15.06.98	6,31	1,7	0,8	30	42	5	220	<1	4	0,22	4,7	3
2	Innløp Gjerstadvatn	14.07.98	6,51	2,1	1,0	38	120	13	345	1	6	0,29	5,4	30
2	Innløp Gjerstadvatn	18.08.98	6,05	1,7	1,0	63	70	15	365	1	8		8,1	120
2	Innløp Gjerstadvatn	15.09.98	5,66	1,6	0,7	65	57	18	365	1	6	0,17	8,0	35
2	Innløp Gjerstadvatn	20.10.98	6,18	1,9	0,5	48	123	11	370	2	5	0,30	6,3	7
2	Innløp Gjerstadvatn	Mid	6,16	1,8	0,8	45	97	11	333	1	6	0,26	6,1	33
2	Innløp Gjerstadvatn	Min	5,66	1,6	0,5	23	42	5	220	1	4	0,17	3,9	2
2	Innløp Gjerstadvatn	Max	6,51	2,1	1,0	65	170	18	370	2	8	0,33	8,1	120

STNUM		DATO	pH	KOND	TURB	FARG	NO ₃ N	NH ₄ N	TOTN	PO ₄ P	TOTP	K	TOC	BAKT
-------	--	------	----	------	------	------	-------------------	-------------------	------	-------------------	------	---	-----	------

NIVA 4031-99

					NTU	mg Pt/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l /100ml	
3	Sunde bru	18.05.98	6,15	2,3	0,8	28	185	85	705	1	9	0,54	5,3	0
3	Sunde bru	15.06.98	6,32	2,1	1,5	27	114	13	335	1	5	0,37	5,0	0
3	Sunde bru	14.07.98	6,21	0,9	0,7	49	94	19	400	1	9	0,28	7,2	4
3	Sunde bru	18.08.98	6,11	1,9	1,0	52	90	28	395	1	9		7,8	135
3	Sunde bru	15.09.98	6,13	2,0	1,0	62	100	42	500	2	9	0,32	7,6	75
3	Sunde bru	20.10.98	6,22	2,4	0,6	59	132	27	480	2	8	0,41	7,3	25
3	Sunde bru	Mid	6,19	1,9	0,9	46	119	36	469	1	8	0,38	6,7	40
3	Sunde bru	Min	6,11	0,9	0,6	27	90	13	335	1	5	0,28	5,0	0
3	Sunde bru	Max	6,32	2,4	1,5	62	185	85	705	2	9	0,54	7,8	135
4	Utløp Brøbørvatn	18.05.98	6,00	2,5	0,8	28	245	17	425	<1	5	0,32	4,6	6
4	Utløp Brøbørvatn	15.06.98	6,29	2,4	0,6	23	200	12	360	<1	4	0,36	4,0	0
4	Utløp Brøbørvatn	14.07.98	6,23	2,3	0,7	41	147	20	395	1	6	0,30	6,1	2
4	Utløp Brøbørvatn	18.08.98	6,33	2,3	0,8	42	127	31	375	1	6		5,8	35
4	Utløp Brøbørvatn	15.09.98	6,39	2,4	0,7	53	132	56	445	1	9	0,31	6,3	35
4	Utløp Brøbørvatn	20.10.98	6,28	2,5	0,5	51	160	31	465	2	7	0,38	6,3	30
4	Utløp Brøbørvatn	Mid	6,25	2,4	0,7	40	169	28	411	1	6	0,33	5,5	18
4	Utløp Brøbørvatn	Min	6,00	2,3	0,5	23	127	12	360	1	4	0,30	4,0	0
4	Utløp Brøbørvatn	Max	6,39	2,5	0,8	53	245	56	465	2	9	0,38	6,3	35