




O-94126

Miljøstatus for vannforekomster i Aust-Agder

Del I. Elver og innsjøer



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-94126	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3149	

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

Rapportens tittel:	Dato:	Trykket:
Miljøstatus for vannforekomster i Aust-Agder. Del I: Elver og innsjøer.	7.10.94	NIVA 1994
	Faggruppe:	
	Vannressursforvaltning	
Forfatter(e):	Geografisk område:	
Øyvind Kaste	Aust-Agder	
	Antall sider:	Opplag:
	91	100

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref.:
Kommunene i Aust-Agder, Fylkesmannen i Aust-Agder.	

Ekstrakt:

En rekke vannforekomster i Aust-Agder er tidligere undersøkt i forbindelse med landsomfattende, regionale og lokale vassdragsundersøkelser. Disse undersøkelsene viser at forsuring er det klart største miljøproblemet på fylkesbasis. Kystnære vassdrag under marin grense har stor evne til å motstå forsuring, men til gjengjeld er mange av disse belastet med næringssalter og bakterier. De største vassdragene i fylket er forholdsvis lite påvirket av næringssalter, men lokalt kan det forekomme forurensningsvirkninger. Dette gjelder spesielt i de nedre delene, samt i sidevassdrag og på elvestrekninger med redusert vannføring på grunn av kraftutbygging

På bakgrunn av resultater fra tidligere vassdragsundersøkelser er det foretatt en vurdering av kunnskapsgrunnlaget og foreslått supplerende undersøkelser eller oppfølgingsundersøkelser der det er behov for nye vannkvalitetsdata. Det er foreslått et sett med prioriteringskriterier som den enkelte kommune kan ta utgangspunkt i når behovet for vassdragsundersøkelser skal vurderes.

4 emneord, norske

1. Vassdrag
2. Vannkvalitet
3. Kommunalt avløpsvann
4. Overvåking

4 emneord, engelske

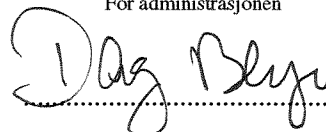
1. Water course
2. Water quality
3. Municipal waste water
4. Monitoring

Prosjektleder



Øyvind Kaste

For administrasjonen



Dag Berge

ISBN82-577-2606-0

Norsk institutt for vannforskning
Sørlandsavdelingen

O-94126

Miljøstatus for vannforekomster i Aust-Agder

Del I: Elver og innsjøer

Grimstad/Oslo

7. oktober 1994

Saksbehandler:
Medarbeidere:

Øyvind Kaste
Jon Lasse Bratli
Atle Hindar

FORORD

Fylkesmannen i Aust-Agder har i nye utslippstillatelser for avløpsvann pålagt kommunene å etablere et overvåkningsprogram for sine vannforekomster. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er i denne forbindelse bedt om å utarbeide en oversikt over gjennomførte vannundersøkelser i Aust-Agder, samt å vurdere kunnskapsgrunnlaget og komme med faglige råd til kommunene om miljøovervåking.

Litteratursøk i NIVAs rapport-database er foretatt av Eli Lømo Strand. Fylkesmannen i Aust-Agder, samt de enkelte kommuner har bidratt med opplysninger om relevant litteratur. Svein Vike hos Fylkesmannen i Aust-Agder har utført kartarbeidet i rapporten.

Arbeidet er finansiert av samtlige kommuner i fylket og Fylkesmannen i Aust-Agder. Kontaktpersoner hos Fylkesmannens miljøvernnavdeling har vært Eva Boman og Jan Atle Knutsen.

Grimstad, 7. oktober 1994

Øyvind Kaste

INNHALDSFORTEGNELSE

FORORD	2
INNHALDSFORTEGNELSE	3
1. SAMMENDRAG OG TILRÅDNINGER	5
2. INNLEDNING	7
2.1. Bakgrunn	7
2.2. Formålet med rapporten	7
2.3. Om rapporten.....	8
2.4. Generelt om vassdragsundersøkelser	9
2.5. Naturgitte vannkvalitetsforhold i Aust-Agder	10
2.6. Langtransporterte forurensninger.....	11
3. STØRRE VASSDRAGSUNDERSØKELSER	12
3.1. Landsomfattende undersøkelser	12
3.2. Regionale undersøkelser	16
3.3. Overvåkning av større vassdrag	20
3.4. Sammenfatning av overvåkningsresultater fra de store vassdragene.....	27
4. MILJØSTATUS - KOMMUNEVIS OVERSIKT	29
4.1. Arendal	29
4.2. Birkenes.....	34
4.3. Bygland	36
4.4. Bykle	38
4.5. Evje og Hornnes	40
4.6. Froland	42
4.7. Gjerstad	44
4.8. Grimstad.....	46
4.9. Iveland.....	50
4.10. Lillesand.....	51
4.11. Risør	54
4.12. Tvedestrand	55
4.13. Valle	57
4.14. Vegårshei.....	59
4.15. Åmli.....	61
5. BEHOV FOR NYE UNDERSØKELSER / OVERVÅKNING	64
5.1. Kunnskapsstatus om naturgitte vannkvalitetsforhold.	64
5.2. Kunnskapsstatus for vannkvaliteten i de største vassdragene.....	64
5.3. Prioriteringskriterier for undersøkelser / overvåkning i lokale vannforekomster..	66

5.4. Eksempel på overvåkningsprogram for en kommune.....	68
5.5. Forslag til kommunalt samarbeid om overvåkning.....	70
6. REFERANSER.....	73
7. VEDLEGG.....	81
7.1. SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann	81
7.2. Oversikt over kalkede vann i Aust-Agder.....	82
7.3. Oversikt over kommunale renseanlegg i Aust-Agder.....	83
7.4. Oversikt over større vannverk i Aust-Agder.....	84
7.5. Vassdrag som er vernet mot kraftutbygging	86
7.6. Forklaring av begreper	86
7.7. Kart.....	87

1. SAMMENDRAG OG TILRÅDNINGER

Fylkesmannen i Aust-Agder har i nye utslippstillatelser for avløpsvann pålagt kommunene i fylket å etablere et overvåkningsprogram for sine vannforekomster. Norsk institutt for vannforskning (NIVA) er i denne forbindelse bedt om å gjennomføre et prosjekt med følgende målsetning:

- Utarbeide en oversikt over vassdragsundersøkelser som er gjennomført i Aust-Agder.
- Foreslå nye grunnleggende / supplerende undersøkelser der en mangler grunnlagsdata.
- Gi faglige råd om framtidig kommunal vassdragsovervåkning, tilpasset eksisterende nasjonale og regionale overvåkningsprogrammer.

Forsuring på grunn av langtransporterte forurensninger er det klart største miljøproblemet i fylket. En stor del av vassdragene i Aust-Agder er sterkt påvirket, og fiskebestandene er skadet eller utdødd mange steder. I kystnære områder under marin grense har de fleste innsjøer vist stor evne til å motstå forsuring. Disse vannforekomstene er imidlertid ofte påvirket av næringssalter og bakterier fra husholdningskloakk og landbruksforurensninger. Vassdragene i Aust-Agder er forholdsvis lite berørt av industriforurensninger. Gruvevirksomhet, sagbruk og småindustri kan imidlertid føre til forurensningsulemper lokalt.

De større vassdragene; Nidelva, Tovdalselva og Otra er relativt lite påvirket av næringssalter. Dette skyldes at store deler av nedbørfeltene består av skog- og fjellområder med liten næringsstoffavrenning. Fra tettsteder langs vassdragene kan imidlertid husholdningskloakk, landbruks- og industriforurensning lokalt skape forurensningsulemper. Dette gjelder spesielt i de nedre delene, samt i sidevassdrag og på elvestrekninger med redusert vannføring på grunn av kraftutbygging.

En rekke vannforekomster i Aust-Agder er undersøkt i forbindelse med landsomfattende eller regionale undersøkelser. Målsetningen med disse arbeidene har vanligvis vært å skaffe oversikt over miljøtilstanden i et større geografisk område. Av kapasitetsmessige grunner er det derfor i disse undersøkelsene kun tatt én, eller noen få prøver fra hver lokalitet. Disse undersøkelsene kan gi en indikasjon på vannkvalitet, men i innsjøer og elver som påvirkes av menneskelige forurensningskilder er det nødvendig med flere prøver for å kunne vurdere vannkvaliteten.

De landsomfattende undersøkelsene av forsuring i innsjøer bidrar til økt kunnskap om regionale vannkvalitetsforskjeller i fylket. Dersom disse undersøkelsene hadde inkludert analyser av næringssaltet fosfor, ville en hatt et svært godt datamateriale for å beregne transportkoeffisienter for næringssalter fra relativt upåvirkede arealer med skog, myr og fjell. Det foreligger i dag et relativt spinkelt materiale for næringsstofftransport fra upåvirkede nedbørfelter under marin grense. Kunnskap om dette er viktig for å kunne beregne forurensningstilførsler fra menneskelige kilder. Bruk av referansestasjoner i forbindelse med undersøkelser i disse områdene anbefales derfor.

I enkelte vassdrag som kalkes med statlige midler er det etablert kontrollundersøkelser. Overvåkningsprogrammene for kalkede vassdrag inneholder vanligvis heller ikke analyser av næringssaltet fosfor, som er en nøkkelparameter i undersøkelser av overgjødning i innsjøer. Råvannskildene for vannverkene i fylket kontrolleres regelmessig av helsemyndighetene. Det forekommer imidlertid ikke noen videre sammenstilling og bearbeiding av disse vannkjemiske dataene i dag.

Kunnskap om spredning og akkumulering av organiske mikroforurensninger i innsjøsedimenter er relativt begrenset. Flere innsjøer i Aust-Agder har ifølge målinger forhøyede konsentrasjoner av PAH (tjærestoffer) i innsjøsedimentene. En hypotese er at stoffene kan stamme fra langtransporterte forurensninger. Undersøkelser i flere innsjøer rundt om i fylket vil kunne bidra til økt kunnskap om dette. Det er ellers i rapporten foreslått en kartlegging av krypsiv, som trolig har økt sin utbredelse i fylket. Kartlegging og undersøkelse av vassdrag med intakte bestander av forsurningsfølsomme arter er også foreslått. Disse vannforekomstene, som vi oftest finner i kystnære områder, kan være viktige for en reetablering av naturlig flora og fauna i kalkede vassdrag.

Det er i rapporten foreslått et rullerende overvåkningsprogram for de fem største vassdragene i fylket. Av de største vassdragene er det tidligere gjennomført resipientundersøkelser i Gjerstadvassdraget, Nidelva og Tovdalsvassdraget. Otra overvåkes regelmessig gjennom Statlig program for forurensningsovervåkning. Denne overvåkingen dekker stort sett databehovet for vassdraget, men det kan i tillegg være behov for lokale undersøkelser i enkelte sidevassdrag og på strekninger med minstevannføring. Vegårvassdraget kalkes i dag med økonomiske midler fra Staten, og det foregår en regelmessig overvåkning av vannkvaliteten i de øvre deler. Med tanke på å utvikle laksebestanden i vassdraget bør det foretas en tilstandsundersøkelse, også i de nedre delene.

Det er foreslått et sett med kriterier som den enkelte kommune kan ta utgangspunkt i når behovet for vassdragsundersøkelser skal vurderes. Hovedoverskriftene for disse kriteriene er:

Vannforekomster med:

- kjente / potensielle forurensningskilder i nedbørfeltet
- synlige tegn på forurensning
- store brukerinteresser
- vedtatte miljømål for vannkvalitet

Ved planlegging av overvåkningsprogram for vannforekomster i kommunene kan det være hensiktsmessig å ta kontakt med nabokommuner og eventuelt andre sektorer (landbruk, industri, bergverk) for mulig faglig og økonomisk samarbeid. Dersom det er flere vassdrag i en kommune som bør overvåkes, kan det rulleres mellom vassdragene for å oppnå en fordeling av arbeid og kostnader over flere år. Det er gitt eksempler på slike rullerende overvåkningsprogrammer i rapporten. Prøvetakingsstasjoner, parametre og prøvetakingsstrategi bør tilpasses, slik at resultatene i størst mulig grad kan sammenlignes med tidligere undersøkelser.

2. INNLEDNING

2.1. Bakgrunn

Fylkesmannen har i forbindelse med at kommunene i Aust-Agder har fått nye utslippstillatelser, pålagt dem å etablere et overvåkningsprogram for sine vannforekomster. I områder som har allmenn rekreasjonsmessig verdi skal det gjennomføres bakteriologiske undersøkelser (badevannsundersøkelser). Overvåkingen skal samordnes med nasjonale og regionale overvåkningsprogrammer. Målet med undersøkelsene er å kartlegge tilstanden i vannforekomstene, dokumentere miljøvirkninger av utslipp og effekten av saneringstiltak som foretas for å redusere disse.

Kommunene er gitt frist til 1. januar 1995 for å utarbeide et program for gjennomføring av en resipientovervåking. Kommunene har generelt uttrykt at de trenger faglig bistand i dette arbeidet. Det er også behov for å utarbeide en oversikt over tidligere vassdragsundersøkelser som er gjennomført i Aust-Agder. Miljøvernavdelingen planlegger etterhvert å utarbeide en miljøstatusrapport for Aust-Agder fylke. Innsamlede data fra hver enkelt kommune bør derfor være av enhetlig karakter, slik at de enklest mulig kan samles i en slik fylkesrapport.

Statens forurensningstilsyn arbeider for tiden med prosjektene "Hovedplan avløp" og "Miljømål for vannforekomster" (sistnevnte sammen med Direktoratet for naturforvaltning), som tar sikte på å øke kommunenes engasjement i forhold til egne vannforekomster. Dette betyr at kommunene i større grad får sette egne miljømål for vannforekomstene, mot at det fra statens side stilles krav til at kommunene skal ha oversikt og kan dokumentere miljøtilstanden.

2.2. Formålet med rapporten

Formålet med rapporten kan oppsummeres i tre hovedpunkter:

- Utarbeide en oversikt over vassdragsundersøkelser som er gjennomført i Aust-Agder.
- Foreslå nye grunnleggende / supplerende undersøkelser der det mangler grunnlagsdata som er nødvendig for framtidig kommunal overvåking av resipientene.
- Gi faglige råd om framtidig kommunal vassdragsovervåking, tilpasset eksisterende nasjonale og regionale overvåkningsprogrammer.

2.3. Om rapporten

I innledningen presenteres generelt bakgrunnsstoff som kan være nyttig ved planlegging av vassdragsundersøkelser (avsn. 2.4-2.6). Forklaringer eller definisjoner av faguttrykk er gitt i vedlegg 7.6.

Tidligere undersøkelser

Landsomfattende og regionale vassdragsundersøkelser er omtalt i kapittel 3. Det er også foretatt en enkel sammenligning av karakteristiske pH-verdier og konsentrasjoner av total fosfor i de fem største vassdragene i fylket. I kapittel 4 er det foretatt en kommunevis oppsummering av landsomfattende, regionale og lokale vassdragsundersøkelser, samt undersøkelser foretatt i de største vassdragene. Det er for den enkelte kommune utarbeidet tabeller med henvisninger til aktuelle rapporter / publikasjoner. Prøvetakingsstasjoner i Gjerstadvassdraget, Vegårvassdraget, Nidelva, Tovdalselva og Otra er framstilt på kart i vedlegg 7.7.

Vurdering av kunnskapsgrunnlag og forslag til framtidig overvåkning

I kapittel 5 er det utarbeidet et forslag til kriterier kommunene kan ta utgangspunkt i når behovet for vassdragsundersøkelser eller -overvåkning skal vurderes. Det er også presentert et forslag til et rullerende overvåkningsprogram for de fem største vassdragene i fylket, samt kystnære småvassdrag (kapittel 5.5). Forslaget er ment som et innspill til en prosess i kommunene hvor målet er å velge egnede overvåkningslokaliteter, samt å få til interkommunalt samarbeid om overvåkning.

Generelt

I vedleggene er det gitt oversikter over SFTs klassifiseringssystem for ferskvann og lister over kalkede vann, kommunale renseanlegg, vannverk og vernede vassdrag i Aust-Agder.

Det er i rapporten lagt vekt på å presentere undersøkelser som er publisert i form av rapporter, artikler etc.. Studentoppgaver gjennomført ved forskjellige universiteter og høyskoler er tatt med i mindre omfang. Det er videre lagt mest vekt på nyere undersøkelser, framfor historiske data, for å få en mest mulig oppdatert miljøstatus for vannforekomstene.

Det tas forbehold om feil staving av navn på innsjøer og bekker. Navn som er angitt i diverse rapporter og kartverk kan avvike fra de lokale navnene som blir brukt på vannforekomstene.

2.4. Generelt om vassdragsundersøkelser

Begrepet vassdragsundersøkelser omfatter mange typer vannundersøkelser med ulike formål og omfang. Det er viktig at en på forhånd har et klart mål med undersøkelsen og at gjennomføring og videre oppfølging blir planlagt i samarbeid med instanser / personer som har erfaring med dette.

Statens forurensningstilsyn (SFT) utarbeider i disse dager en veileder i miljøovervåkning i ferskvann. For definisjoner av de ulike typene av vassdragsundersøkelser vises det til denne veilederen.

Prøvetaking

Kravene til prøvetakingshyppighet avhenger av målet med undersøkelsen og hvilke krav til representativitet som stilles til de prøvene som skal tas. Veilederen i miljøovervåkning i ferskvann, som SFT er i ferd med å gi ut, gir praktiske råd i forbindelse med planlegging og gjennomføring av vassdragsundersøkelser.

For å få et representativt bilde av vannkvaliteten må en ta et visst antall vannprøver, helst til ulike tider av året. Antall vannprøver som er nødvendig vil variere avhengig av hvilke vannsystemer vi har med å gjøre. I store, dype innsjøer med lang oppholdstid for vannet, vil vannkvaliteten endre seg langsommere enn i små, grunne innsjøer med kortere oppholdstid. I bekker og elver kan vannkvaliteten endre seg raskt, spesielt hvis de er påvirket av menneskelig aktivitet.

I innsjøer bør det vanligvis tas prøver på ulike dyp, fra overflaten og ned til bunnen. For enkelte rutinepregede undersøkelser kan blandprøver fra overflatelaget være tilstrekkelig. I elver bør det hentes vannprøver fra flere stasjoner, slik at en får et representativt bilde av vannkvalitetstilstanden i vassdraget og kan registrere påvirkning fra ulike forurensningskilder. Det bør etableres en referansestasjon i en upåvirket del av vassdraget.

Valg av parametre

Valg av analyseparametre vil avhenge av undersøkelsestype og problemstilling. SFT har tidligere utarbeidet en veileder i klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Holtan og Rosland 1992), hvor forurensningsvirkninger i vann er delt inn i 6 typer:

Virkninger av:

- næringssalter
- organiske stoffer
- forsurende stoffer
- miljøgifter
- partikler
- tarmbakterier

Veilederen angir nøkkelparametre som bør analyseres for å anslå vannforekomstens vannkvalitetstilstand og forurensningsgrad. Veilederen omfatter også et system for å vurdere

vannkvalitet og egnethet for ulike brukerinteresser. I vedlegg 7.1 er det vist en oversikt over virkningstyper og nøkkelparametre som inngår i SFTs klassifiseringssystem.

Vannanalyse og rapportering

Vannanalysene bør foretas etter standard metoder på et vannlaboratorium med kvalifisert personell. I forbindelse med større vannundersøkelser anbefales det å ta kontakt med et vannlaboratorium som er akkreditert, og som derved tilfredsstillende høye kvalitetskrav til utstyr, personell og rutiner.

Kjemiske og biologiske analyseresultater har forholdsvis liten informasjonsverdi hvis ikke dataene bearbeides, tolkes og rapporteres av personer med vannfaglig kompetanse. Dersom kommunen ikke besitter denne kompetansen selv, anbefales det å ta kontakt med en vannfaglig instans.

Veiledning

I forbindelse med prosjektet "Miljømål for vannforekomster" har SFT utarbeidet (og er i ferd med å utarbeide) flere veiledere for planlegging og oppfølging av lokale vannforekomster:

Foreligger:

- Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann (Holtan og Rosland 1992)
- Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystområder (Rygg og Thélín 1993)

Under utarbeidelse:

- Veileder i miljøovervåking i ferskvann
- Tiltaksanalyse - veileder for fastsetting av lokale miljømål og vurdering av mulige tiltak.
- Naturlig vannkvalitet i ulike typer av vannforekomster
- Nyttevirkninger av forbedret vannkvalitet
- Veileder i utslipp- / virkningsforhold (dose/respons)

2.5. Naturgitte vannkvalitetsforhold i Aust-Agder

Med naturgitte vannkvalitetsforhold menes vannkvaliteter en kan forvente å finne i områder som er upåvirket av lokale forurensningskilder. Det finnes mange faktorer som naturlig påvirker kvaliteten av vannet i innsjøer og elver:

Klima

Geologi

Løsmasser

Vegetasjon

Avstand fra kysten

Høyde over havet

Beliggenhet i forhold til marin grense Topografi

Et komplekst samspill mellom disse faktorene fører til at vannkvaliteten varierer forholdsvis mye rundt om i fylket. Bergarter har varierende motstandskraft mot forvitring (fysisk og kjemisk nedbrytning), og store deler av fylket består av harde, kalkfattige bergarter som forvitrer svært sakte. Dette fører til langsom jordsmonndannelse og tynt løsmassedecke. I områder med harde bergarter og tynt jordsmonndekke vil overflatevannet være fattig på oppløste stoffer, blant annet næringsalter og kalk. Dette gir liten biologisk produksjon, og slike områder har liten motstandsevne mot forsurening.

Nedbør inneholder i varierende grad oppløste stoffer som kan tilføres vassdragene, enten direkte på vannoverflaten eller via nedbørfeltet. Saltinnholdet i nedbøren er større jo nærmere kysten en kommer. Innsjøer og elver som ligger under marin grense vil kunne påvirkes av marine leirer, som gir vannet et naturlig høyt innhold av oppløste stoffer. En finner derfor ofte naturlig næringsrike vannforekomster i disse områdene. Skjell og koraller som finnes i den gamle havleiren vil løses i vannet og gi vassdragene god bufferevne (motstandskraft) mot forsurening.

Aust-Agder er preget av forholdsvis store vassdrag som renner i nord/sør-retning. Disse vassdragene har stor vannføring, slik at innsjøer som ligger i tilknytning til elvestrengen (Byglandsfjord, Herefossfjorden, Nelaug) har relativt hurtig vanngjennomstrømning. Nedbørfeltene til Gjerstavassdraget, Vegårvassdraget, Nidelva, Tovdalselva og Otra utgjør en stor del av det totale vassdragsarealet i fylket. Vassdrag utenom disse feltene finner en kun i et belte langs kysten.

Enkelte innsjøer som ligger nær havnivå kan være påvirket av saltvann, enten ved at de har et lag med gammelt sjøvann i bunnen, eller ved at de er regulære brakkvannsbassenger.

2.6. Langtransporterte forurensninger

Sørlandet er den landsdelen som er mest preget at lantransportert forurenset luft og nedbør. Forbrenning av kull, olje og gass fører til utslipp av svovel- og nitrogenoksider som i kontakt med vanddamp omdannes til svovel- og salpetersyre. Nedfall av sterk syre med nedbør har ført til at mange Sørlandsvassdrag i dag er forsuret. En av forsureningsvirkningene er at det løses ut aluminium fra jordsmonnet, som kan gi giftvirkninger på vannlevende organismer, deriblant fisk. Det er ikke dokumentert skadevirkninger på mennesker som følge av sur nedbør. Surt vann kan imidlertid virke korrosivt på vannledninger og føre til forhøyede metallkonsentrasjoner i drikkevann. Forekomst av organiske mikroforurensninger (bl.a. PAH) som følge av forurenset nedbør er foreløpig lite kartlagt.

Som nevnt i avsnitt 2.5 er områder med harde og kalkfattige bergarter spesielt utsatt for virkninger av sur nedbør. De øvre deler av fylket er forholdsvis lite berørt av forsureningen på grunn av lavere syrekonsentrasjon i nedbøren og mer kalkholdig berggrunn. Vassdrag langs

kysten som ligger under marin grense har også god motstandsevne mot forsuring på grunn av marine leirer med høyt kalkinnhold.

3. STØRRE VASSDRAGSUNDERSØKELSER

3.1. Landsomfattende undersøkelser

1000-sjøers undersøkelsen

I 1986 gjennomførte NIVA på oppdrag fra Statens forurensningstilsyn en undersøkelse av forurensning i 1005 norske innsjøer (SFT 1987). Prøvene ble tatt høsten 1986, og etter planen skal undersøkelsen gjentas i 1995. Et utvalg av disse (100 sjøer) er siden undersøkt to ganger årlig (SFT 1993). De undersøkte innsjøene sortert kommunevis i tabell 1.

*Tabell 1. 1000-sjøers undersøkelsen (SFT 1987). Undersøkte lokaliteter i Aust-Agder. 100-sjøers lokaliteter som undersøkes annenhvert år er markert med *.*

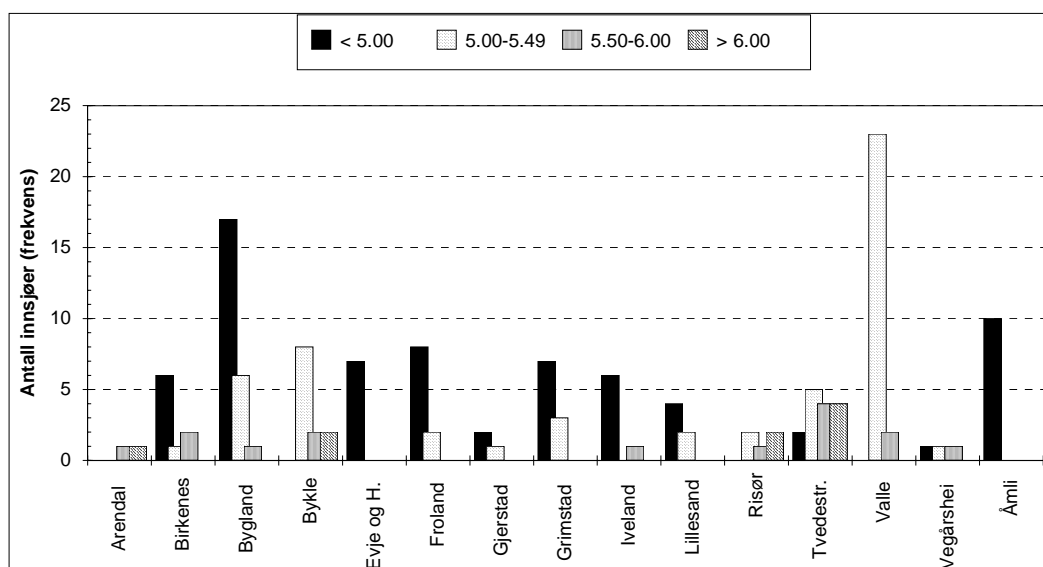
Kommune	Lokalitet
Arendal:	Skjulestadlonene, Strengereidvatn
Birkenes:	Førevatn, Haugevatn, Heimdalsvatn, Kjetevatn*, Ljosvatn, Ogge, Refstadvatn, Resvatn, V. Fjellvatn, Ånneslandsvatn
Bygland:	Eksæ, Gaukheivatn, Grimsdalsvatn*, Grøssæ, Hegestølvatn, Jordalsvatn, Kilevatn, Kolsheivatn, Lykkjevatn, Ormlivatn, Røynlivatn, Skåvatn, St. Reiersvatn, Stegilsvatn, Storolavsvatn, Søre Monsvatn, Søtevatn, Tjørnst.vatn, Torkilsvatn, V. Langsvatn, Vievatn, Vøylevatn, Øyavatn, Øyevatn
Bykle:	Auversvatn, Botsvatn, Bånevatt*, Djupatjern, Kringlevatn, Smalevatn, Smalevatn, Storsteinvatn, Trydalsvatn, Yt. Storevatn, Ø. Gjuvvatn, Øs. Brannsvatn
Evje og Hornnes:	Bjørndalsvatn, Dåsvatn, Gunnarsvatn, Kosvatn, Ormetjern, Vassendvatn, Vetrhusvatn
Froland:	Bellandsvatn, Blengsvatn, Formuvatn, Heidalsvatn, Hundevatt*, Ljosevatn, Meselvatnet, Myklandsvatn, Røyselandsvatn, Trævatn
Gjerstad:	Bjørnstadvatn, Kleivvatn, Svart
Grimstad:	Austlandsvatn, Hemingstveitvatn, Hundlandsvatn, Hunsdalsvatn, Rosevatn, Røynevatt, Snøløsvatn, Stemvatn, Tønnesølvatn, Vigelandsvatn
Iveland:	Eielandsvatn, Grossåvatn, Grunnevatn*, Noslebuvatn, Ogge, Svalandsvatn, Øynavatn
Lillesand:	A. Grimevatn, Blindevatnet, Furekjerrtjønn*, St. Eftevatn, Steinsvatnet, V. Grimevatn
Risør:	Breidungen, Molandsvatn, Sandvatnet, Skardvatn, Svart, Uvatn

Tabell 1. (forts.)

Kommune	Lokalitet
Tvedestrand:	Gulspettvatn, Hofdalsvatn, Hommevatn, Hovdansvatn, Jorstadvatn, Lauvdalsvatn, Lindlandsvatn, Niksjå, Røyvatn, Sandvatn*, Sandvatn, Stokkebuvatn, Østeråvatn, Øynesvatn, Åsvatn
Valle:	Bottsvatn, Fitbekkvatn, Heddevatn, Hyttetjørne, Kleivsvatn, Kolsvatn, L. Sandvatn, Midtj. vatn, Myklevatn*, N. Krokvatn, N. Monsvatn, Nutevatn, Oppstadvidel, Rennevatn, Revsvatn, Skammevatn, St. Sandvatn, Stavvatn, Såvatn, Tjurrmonvatn*, Vasslandsvatn, Øyde Sandvatn, Øyuvsvatn, Åmlividelvatn, Åsvatn
Vegårshei:	Ufsvatn, Vegår, Åsvatn
Åmli:	Ersbuvatn, Håkodalsvatn, Kallingsvatn, L. Rukkevatn, Malevatn, Måvatn*, Nasvatn, Stavvatn, Tveitvatn, Våvatn

Alle innsjøene som ble undersøkt i kommunene Evje og Hornnes, Iveland og Åmli var surere enn pH 5,0 (figur 1). Det ble ellers registrert innsjøer med pH under 5,0 i alle kommuner, bortsett fra Arendal, Bykle, Risør og Valle. Innsjøer som var lite preget av forurening (pH > 6,0) ble bare registrert i Arendal, Bykle, Risør og Valle kommuner.

Hovedtrekkene i undersøkelsen er at en finner innsjøer med best vannkvalitet under marin grense (nær kysten) eller lengst inn i landet (Bykle, Valle). Dette skyldes at marin leire nøytraliserer sure tilførsler til kystnære innsjøer, mens områdene i den nordligste delen av Aust-Agder har mer kalkrike bergarter og mindre sur nedbør.



Figur 1. 1000-sjøers undersøkelsen. Innsjøer (antall) sortert etter kommune og pH-verdi. Andre landsomfattende undersøkelser av forurening og fiskestatus.

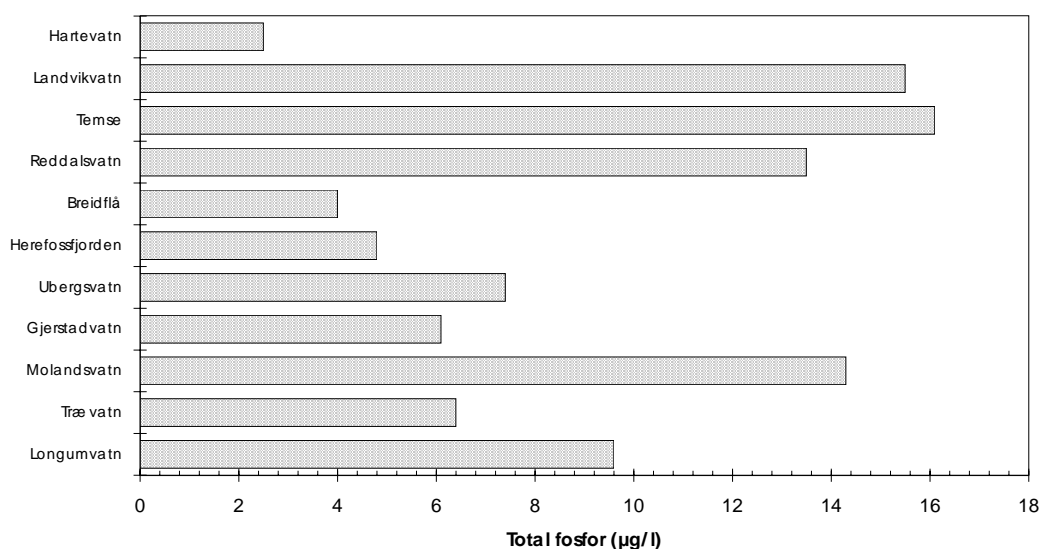
Det er gjennomført flere store undersøkelser av forurening og fiskestatus i innsjøer i Aust-Agder (Wright og Snekvik 1977, Sevaldrud og Muniz 1980, Sevaldrud og Skogheim 1985). Sistnevnte rapport inneholder resultater fra over 400 lokaliteter i Aust-Agder. Det er analysert på forureningsparametre som pH, alkalitet, sulfat og metallioner, men ikke næringssaltet fosfor. Rapportserien "Overvåking av forurenset luft og nedbør", som SFT har utgitt siden 1980 inneholder også store mengder forureningsdata. Årsrapporten for 1982 (SFT 1983) inneholder f.eks en oversikt over fiskestatus i ulike deler av Gjerstadvassdraget.

Landsomfattende trofiundersøkelse i innsjøer

I 1988 ble det foretatt en landsomfattende undersøkelse av næringssaltinnhold og algeklorofyll i 355 norske innsjøer (Faafeng et al. 1990). Innholdet av nitrogen, fosfor og alger ble undersøkt i samtlige innsjøer 4 ganger i løpet av sommersesongen. Undersøkelsen skal etter planen gjentas hvert tiende år. Tabell 2 lister opp de innsjøer i Aust-Agder som var med i materialet.

Tabell 2. Landsomfattende trofiundersøkelse (Faafeng et al. 1990). Undersøkte lokaliteter i Aust-Agder.

Kommune	Lokalitet
Arendal:	Longum, Molandsvatn
Birkenes:	Herefossfjorden
Bykle:	Hartevatn
Evje og Hornnes:	Breidflå
Froland:	Trævatn
Gjerstad:	Gjerstadvatn
Grimstad:	Landvikvatn, Reddalsvatn, Temse
Vegårshei	Ubergsvatn



Figur 2. Landsomfattende trofiundersøkelse. Middelerdi for total fosfor, basert på 4 prøver, sommeren 1988 (Faafeng et al. 1990).

Molandsvatn, Temse og Landvikvatn hadde de høyeste konsentrasjonene av fosfor og klorofyll (figur 2). Alle tre innsjøene var i tilstandsklasse III ("nokså dårlig") for fosfor og tilstandsklasse IV ("dårlig") for klorofyll (SFTs klassifiseringsystem, vedlegg 7.1). Reddalsvatn hadde også forholdsvis høy fosforkonsentrasjon (klasse III), men klorofyllkonsentrasjonen var noe lavere enn i de tre førstnevnte innsjøene. Longum og Ubergsvatn hadde middels høye konsentrasjoner av fosfor og klorofyll, mens de øvrige innsjøene var lite påvirket av næringsalter.

Landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter

Innsjøsedimentet (bunnmaterialet) i 210 norske innsjøer ble i perioden 1986-1988 undersøkt med hensyn på innhold av tungmetaller (Rognerud og Fjeld 1990). Tungmetallinnholdet i fisk ble samtidig undersøkt i 27 innsjøer. Tabell 3 lister opp de innsjøer i Aust-Agder som var med i undersøkelsen:

*Tabell 3. Landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter (Rognerud og Fjeld. 1990). Undersøkte lokaliteter i Aust-Agder. I innsjøer markert med * er det undersøkt tungmetallinnhold i fisk.*

Kommune	Lokalitet
Arendal:	Assævvatn*, Bjordalsvatn*, Molandsvatn*
Birkenes:	Oggevatn*
Bygland:	Byglandsfjord
Bykle:	Bånevatt, Store Urarvatn
Evje og Hornnes:	Myglevatn
Grimstad:	Rore, Syndle
Iveland:	Oggevatn*
Valle:	Myklevatn, Rosskreppfjorden
Vegårshei:	Vegår*

Felles for de undersøkte innsjøene er at de ikke er belastet med kjente, betydningsfulle utslipp av tungmetaller fra lokale kilder. Tungmetallinnholdet i innsjøsedimentene stammer derfor hovedsakelig fra naturlige kilder og langtransporterte forurensninger. Innsjøsedimentene på sørlandskysten hadde markert til stor forurensningsgrad av kvikksølv, bly og kadmium. De atmosfæriske avsetningene er den viktigste enkeltfaktoren for avsetning av kvikksølv og bly i overflatesedimentet.

Av de undersøkte innsjøene i Aust-Agder hadde Oggevatn og Rore den høyeste konsentrasjonen av kvikksølv i innsjøsedimentet. Det ble målt høye konsentrasjoner av bly både i ytre og indre strøk av fylket. Kadmium-konsentrasjonen var høyest i innsjøene langs kysten (Syndle, Rore, Assævvatn, Bjordalsvatn). Kvikksølvinnholdet i fisk er høyere i Sør-Norge enn i Nord-Norge, men ut fra de registrerte kvikksølvkonsentrasjonene i fisk i Sør-Norge er det svært liten sannsynlighet for å påtreffe ørret mindre enn 30 cm som det er noen som helst helsemessige betenkeligheter med å benytte som matfisk. Større, fiskespisende ørretstammer var ikke med i undersøkelsen.

Elvetilførselsprogrammet

I forbindelse med Norges internasjonale miljøforpliktelser blir årlige elvetilførsler til marine områder rapportert til den såkalte Paris-kommisjonen (Holtan et al. 1993). Rapportene inneholder elvetransport av næringssalter, metaller og plantevernmiddelet lindan. I Aust-Agder omfatter programmet Gjerstadvassdraget, Vegårvassdraget, Nidelva, Tovdalsvassdraget og Otra.

3.2. Regionale undersøkelser

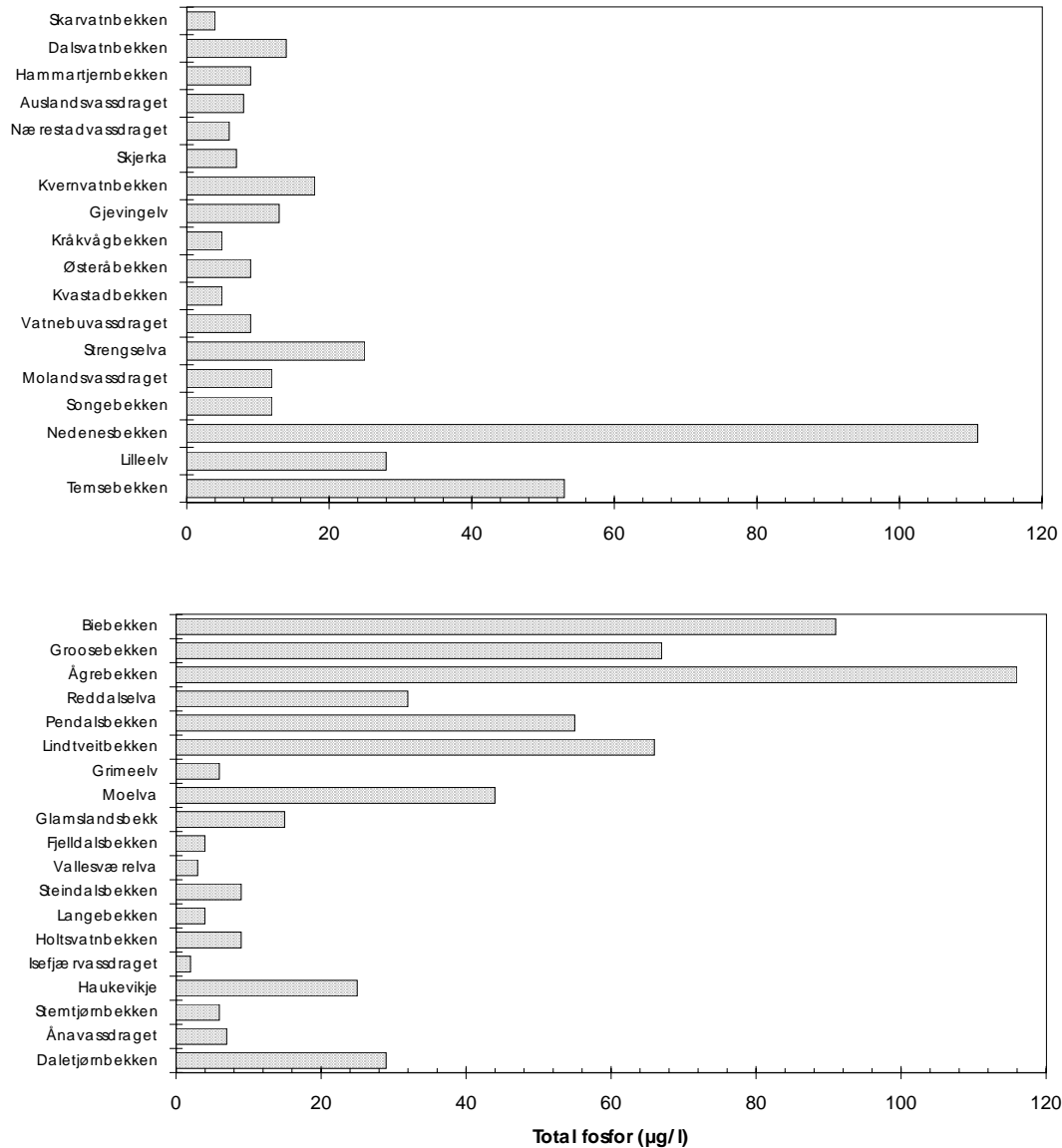
Undersøkelser i kystnære småvassdrag i Aust-Agder

I alt 37 kystnære vassdrag i Aust-Agder er undersøkt med hensyn på forurensningsgrad (overgjødning) og surhet (Hindar 1990e). I en del av de samme vassdragene er det beregnet tilførsler av fosfor og nitrogen fra ulike kilder (Hindar 1990a). Vassdragene som er behandlet er listet opp i tabell 4.

Tabell 4. Undersøkelser i kystnære småvassdrag i Aust-Agder - undersøkte lokaliteter (Hindar. 1990e).

Kommune	Lokalitet
Arendal:	Biebekken, Lilleelv, Molandsvassdraget, Nedenesbekken, Songebekken
Grimstad:	Groosebekken, Lindtveitbekken, Pendalsbekken, Reddalselva, Temsebekken, Ågrebekken
Lillesand:	Daletjørnbekken, Fjelldalsbekken, Glamslandsbekk, Grimeelv, Haukevikje, Holtsvatnbekken, Isefjærvassdraget, Langebekken, Moelva, Steindalsbekken, Stemtjørnbeken, Vallesværelva, Ånavassdraget
Risør:	Auslandsvassdraget, Dalsvatnbekken, Hammartjernbekken, Kvernvatnbekken, Nærestadvassdraget, Skarvatnbekken
Tvedestrand:	Gjevingelv, Kråkvågbekken, Kvastadbekken, Skjerka, Strengselva, Vatnebuassdraget, Østeråbekken

Vassdragene er vurdert etter et begrenset antall målinger av næringssalter (figur 3), organisk stoff og surhet. Det ble derfor i rapporten tatt forbehold om representativiteten av de innhentede prøvene. Flere av vassdragene var sterkt belastet med avrenning fra jordbruksarealer og kloakk. I andre vassdrag var naturlig avrenning og påvirkning fra forurenset nedbør dominerende. Rapporten konkluderer med at det bør settes inn tiltak i flere av de undersøkte vassdragene.



Figur 3. Undersøkelser i kystnære småvassdrag i Aust-Agder. Karakteristiske konsentrasjoner av total fosfor (Hindar 1990e).

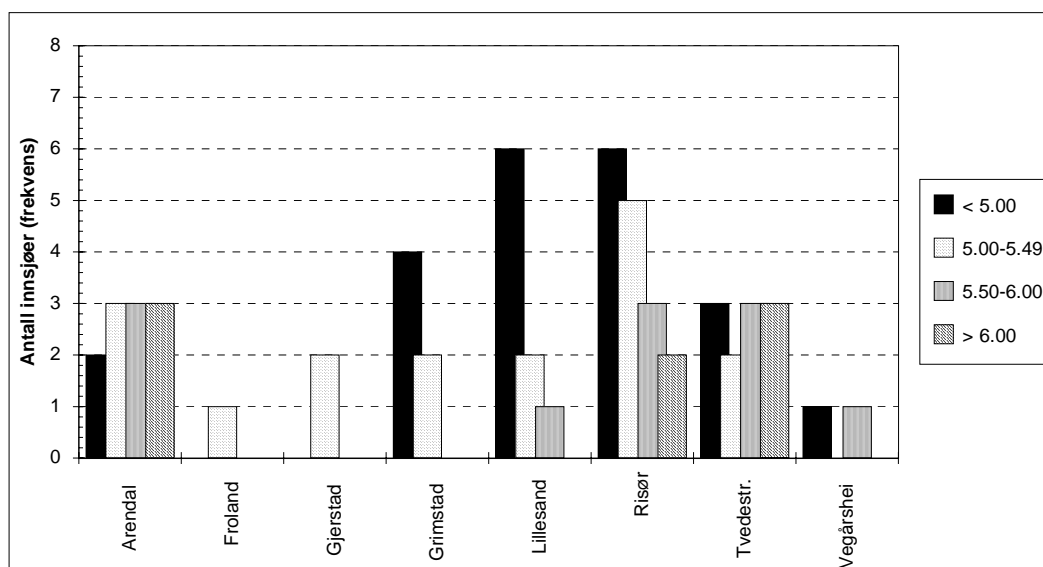
Hindar (1990a) beregnet arealavrenning av nitrogen og fosfor til vassdragene Gjøv, Strengselva, Molandsvasdraget, Lilleelv, Temsebekken, Reddalsvasdraget og Lindtveitbekken. Konsentrasjonen av fosfor og nitrogen i vassdragene er lavere enn tilførslene fra landbruk og kloakk skulle tilsi. Resultatene viser derfor at en stor del av tilførte næringsalter holdes igjen - enten i nedbørfeltet, eller i vassdragene. Forurenset nedbør er beregnet å bidra med 40-80% av nitrogentransporten i de sju vassdragene.

Undersøkelse av 67 forsurede innsjøer langs kysten av Aust-Agder

Denne undersøkelsen ble foretatt i 1984 og er rapportert i Hindar og Kleiven (1990). Innsjøene er lokalisert i et 15 km bredt belte langs kysten og er ikke vesentlig påvirket av lokale forurensningskilder. Innsjøene er listet opp i tabell 5.

Tabell 5. Undersøkelse av 67 forsurede innsjøer langs kysten av Aust-Agder - undersøkte lokaliteter (Hindar og Kleiven 1990).

Kommune	Lokalitet
Arendal:	Butjerna, Eikelandstjenn, Fisketjern, Ginnestadtjenn, Lindvatn, Nordtjenna, Skjulestadlonene, Solevatn, Strengereidvatnet, Ulsryggstjern, Volletjern
Froland:	Meselvatn
Gjerstad:	Røyvatnet, Svart
Grimstad:	Bjortjenn, Holvatnet, Imenestjenn, Stemvatnet, Syndle, Tyssekiltjenn
Lillesand:	Austre Grimevatnet, Blautetjenn, Fjellvatnet, Furekjerrtjenna, Modalstjenn, Rossetjørn, Steinsvatnet, Store Eftevatnet, Vestre Fjellvatnet
Risør:	Ansteinsvatnet, Breidungen, Gartetjenn, Kroktjenna, Krokvatnet, Molandsvatn, Nevlungvatnet, Sandvatnet, Skardvatnet, Store Stamsøytjern, Svart, Torskebergstjenn, Trolltjenn, Uvatn, Vemmelstjenn, Øygaardstjenn.
Tvedestrand:	Bjellandsvatnet, Foletjern, Folevatnet, Gulpettvatnet, Hovdansvatnet, Sagtjern, Sagvatn, Sandvatnet, Stortjern, Svinbutjenn, Østeråvatn
Vegårshei:	Kallsvannet, Simonstadvannet



Figur 4. Undersøkelse av 67 forsurede innsjøer langs kysten av Aust-Agder. (Hindar og Kleiven 1990). Innsjøer (antall) sortert etter kommune og pH-verdi.

68% av innsjøene hadde pH-verdier lavere enn 5,5. Innsjøer som ligger under marin grense hadde gjennomgående høyere pH enn innsjøer som lå over. Bare få innsjøer som ligger høyere enn marin grense hadde pH-verdier over 5,5. Den marine grense avtar fra ca. 100 moh. ved fylkesgrensen i øst, til omlag 35 moh. ved grensen til Vest-Agder. Det var derfor en større frekvens av sure innsjøer i den sørvestre delen av fylket (figur 4).

Bunnfauna som indikator på forurensning av vassdrag i Aust-Agder.

Strand (1989) har foretatt en innsamling av bunndyr og analysert vannkjemi (én stikkprøve) i 19 vassdrag langs kysten av Aust-Agder. I tabell 6 er vassdragene sortert etter hvilken kommune de munner ut i.

Tabell 6. Regional undersøkelse av bunnfauna i Aust-Agder - undersøkte lokaliteter (Strand 1989).

Kommune	Lokalitet
Risør:	Leivvatn / Skarvatn, Aklandsvassdraget, Auslandsvatn
Tvedestrand:	Nærestadvassdraget, Skjerkavassdraget, Strengselva, Gjevingelv
Arendal:	Biebekken, Lilleelv, Nedenesbekken
Grimstad:	Groosebekken, Ågrebekken
Lillesand:	Glamslandsvatn, Fjeldalselva, Vallesværelva, Steindalsbekken, Langebekken, Isefjærvassdraget, Ånavassdraget.

Alle lokalitetene i Lillesand kommune, så nær som Glamslandsvatn, hadde surt vann med pH-verdier under 5,5. Ellers hadde mange av vassdragene i undersøkelsen pH-verdier over 5,5, og de fleste over 6,0. Det ble registrert høye fosforkonsentrasjoner (> 50 µg tot-P/l) ved følgende lokaliteter: Strengselva, Biebekken, Lilleelv, Nedenesbekken, Groosebekken og Ågrebekken. Ellers ble det registrert middels høye fosforkonsentrasjoner (10-20 µg tot-P/l) i følgende vassdrag: Aklandsvassdraget, Auslandsvatn, Gjevingelv og Glamslandsvatn. De øvrige vassdragene hadde lavere fosforkonsentrasjoner.

Eldre undersøkelser av innsjøer i Aust Agder.

I forbindelse med en eldre hovedfagsoppgave i limnologi (Selåsdal 1950) er det utført limnologiske undersøkelser i en del innsjøer i Aust-Agder (tabell 7).

På Havforskningsinstituttets Forskningsstasjon i Flødevigen (HFF) finnes diverse upubliserte vannkjemiske innsjødata fra Aust-Agder, blant annet pH-målinger fra de øvre deler av Tovdalsvassdraget på 1960- og 1970-tallet. Innlandsfiskeremda i Tvedestrand har undersøkt omkring 100 vann 1-2 ganger årlig i perioden 1972-1988.

Tabell 7. Eldre undersøkelser av innsjøer i Aust-Agder (Selåsdal 1950).

Kommune	Lokalitet
Birkenes:	Herefossfjorden
Froland:	Blengsvatn
Gjerstad:	Gjerstadvatn
Grimstad:	Snøløsvatn
Vegårshei:	Vegår, Ljøstadvann, Ubergsvann, Nordbråttjern

3.3. Overvåkning av større vassdrag

Gjerstavassdraget

Kart: Vedlegg 7.7

Gjerstavassdraget blir overvåket månedlig (ved Søndeleddammen) i forbindelse med SFTs program for overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør. Midlere pH-verdi i 1992 var 6,1. Dette er det høyeste pH-nivået som er målt siden overvåkingen startet omkring 1970 (SFT 1993). Det er bosatt omkring 3200 personer i Gjerstavassdragets nedbørfelt (Ibrekk et al. 1991).

Forurensningsforholdene i Gjerstavassdraget og de nære sjøområdene utenfor er undersøkt av Boman (1985b). Følgende stasjoner ble fulgt opp i perioden 1981-1984: Gjerstadvann, Holtefjord, utløp Midtvann, Haugeelv, Brøbørvann. I tillegg ble det foretatt stikkprøver i flere sidebekker hvor det var mistanke om forurensning, deriblant Lilleelv, Mostadbekken, bekker ved Brokeland, Gryting, Østerholt, Røa, Vehusmyr og Åbø.

Innsjøene i vassdraget er ikke preget av eutrofiering (overgjødning), men tilført organisk stoff fører til oksygenavtak i bunnlagene om sommeren. Haugeelv hadde høye konsentrasjoner av fosfor, nitrogen og tarmbakterier. I hovedvassdraget gir avrenning fra bebyggelsen først og fremst bakteriell påvirkning. Den hygieniske standarden er relativt god i de øverste innsjøene, men forverres nedover i vassdraget.

Brøbørvatn har det høyeste næringssaltinnholdet av innsjøene i vassdraget. Algeveksten ser imidlertid ikke ut til å være større enn i f.eks. Gjerstadvatn. Brøbørvatn er noe mer belastet med tarmbakterier enn hovedvassdraget ovenfor. I stagnasjonsperiodene sommer og vinter kan det forekomme full oksygensvikt i bunnvannet. Avfall fra tidligere treforedlingsvirksomhet dekker store deler av innsjøbunnen i Brøbørvatn og medvirker til det høye oksygenforbruket (Hindar og Rørslett 1989). En barkfylling ovenfor innsjøen ble ikke funnet å være årsak til det høye oksygenforbruket. Det ble registrert høye konsentrasjoner av PAH (tjærestoffer) i innsjøsedimentene. 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 (Hindar og Rørslett 1989).

Kloakkutslipp kan gi store lokale forurensningsvirkninger i bekker og sidevassdrag i form av tarmbakterier, næringssalter og organisk materiale. Mange småbekker som ble undersøkt av Boman (1985) var forurenset av tarmbakterier, med tildels svært høye antall. Det var spesielt høyt fosforinnhold i Mostadbekken (like oppstrøms Gjerstadvatn) og i en bekk ved Brokeland.

Vegårvassdraget

Kart: Vedlegg 7.7

Vegårvassdraget overvåkes i samband med kalkingsvirksomheten i området. Som et ledd i denne overvåkningen var det i vinterhalvåret 1993/94 plassert ut to automatiske pH-stasjoner ovenfor Ubergsvann. Se avsnitt 4.14 for nærmere omtale av denne overvåkningen. Det er bosatt omkring 3800 personer i Vegårvassdragets nedbørfelt (Ibrekk et al. 1991).

Norsk institutt for naturforskning hadde tidligere to overvåkningsstasjoner i Storelva hvor det ble målt vannkjemi månedlig. Den ene stasjonen var lokalisert ved Stornes (drift siden 1980), den andre var lokalisert lenger oppe i vassdraget ved Vegårshei (drift siden 1989). Middel-pH for disse stasjonene i perioden 1988-1990 var henholdsvis 5,80 og 5,83 (Løvhøiden 1993). NIVA har nå overtatt denne overvåkningen og har sine stasjoner i utløpet av Vegår og i Storelva ved Nes Verk. I 1993 var midlere pH-verdi i Storelva ved Nes Verk 6,15 (Kaste 1994c). Midlere konsentrasjon av total fosfor i 1993 var 5,4 µg P/l ved samme stasjon.

Strengselva (Jorstadvassdraget) er i perioder siden slutten av 1970-tallet blitt overvåket som et ledd i SFTs oppfølging av landbruksforurensede vassdrag (Boman og Andreassen 1982, Boman 1982, 1984, 1985a, Hindar et al. 1992a). Sistnevnte forfattere karakteriserte vassdraget ovenfor, og særlig nedenfor Holt Landbruksskole som sterkt preget av tilførsler av nitrogen og fosfor fra jordbruket. Vassdraget nedstrøms Fianesvingen ble også karakterisert som sterkt preget av kloakkutslipp. Bekken er i perioder påvirket av erosjonsmateriale fra landbruket. Elva er ikke særlig påvirket av forsurening og kan være en viktig spredningskilde for forsureningsfølsomme arter og fisk til Storelva.

De øvre deler av vassdraget (oppstrøms Jorstadvatn) ble overvåket til og med 1984. Boman (1985a) karakteriserte Jorstadvatn som et middels humusholdig vann med en relativt høy nitrogenkonsentrasjon. Innsjøen hadde i undersøkelsene noe tvilsom drikkevannskvalitet på grunn av periodevis forekomst av tarmbakterier og noe høyt jerninnhold. Forurensning fra et tidligere slamdeponi i de øvre delene av vassdraget avtok gradvis i perioden 1980-1984, og den lokale bekken ble antatt å være på vei tilbake til normal tilstand.

Storelva nedenfor innløpet av Strengselva er forholdsvis lite undersøkt. Innsjøene Lundevatn og Songevatn nederst i Storelva er saltvannspåvirket. Sistnevnte innsjø er nylig undersøkt i forbindelse med en studentoppgave utført ved Høyskolen i Agder (tidl. AID) (Slotta og Skogaas 1994). Det er kun foretatt én prøveinnsamling, og resultatene har følgelig liten utsagnskraft. Vannprøvene viste at det var oksygenfritt med hydrogensulfid allerede på 15 meters dyp. Det ble også registrert konsentrasjoner av nitrat og fosfat i overflatevannet som er svært høye ifølge SFTs kriterier for næringsalter i fjorder og kystfarvann (Rygg og Thélin 1993).

Nidelva

Kart: Vedlegg 7.7

Vannkvaliteten i Nidelva overvåkes månedlig av NIVA i forbindelse med SFTs program for overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Prøvene blir tatt ved Rykene i den nedre delen av vassdraget. Midlere pH-verdi i 1992 var 5,37 (SFT 1993). Også Norsk institutt for naturforskning tar månedlige prøver i elva; ved Bøylefoss (Froland) og ved Rykene. Middelverdiene for disse stasjonene i perioden 1988-1990 var henholdsvis 5,15 og 5,07 (Løvhøiden 1993). Det er bosatt omkring 19000 personer i Nidelvas nedbørfelt (Ibrekk et al. 1991).

Næringsstofftransporten til elva er vurdert av Hindar og Lindstrøm (1989) og Hindar et al. (1989). Førstnevnte rapport vurderer også konsekvensene ved manøvrering av Rykene dam i forhold til drikkevannsinteressene i innsjøen Rore. Nidelva kan under visse betingelser strømme inn i Rore, og en eventuell heving av vannstanden i dammen ved Rykene vil kunne øke faren for bakteriell påvirkning av drikkevannsmagasinet.

Vannet i Nidelva kan hovedsakelig karakteriseres som surt og næringsfattig. De største kildene for nitrogen- og fosfor-tilførsel til vassdraget er naturlig avrenning fra områder med skog, myr eller fjell. Langtransportert forurenset luft og nedbør er dessuten en viktig kilde for nitrogentilførsel til vassdraget (Hindar et al. 1989). Landbruk er estimert til å bidra med omlag 5 og 7 % av henholdsvis nitrogen- og fosfortilførslene til vassdraget. Kloakk fra husholdninger er estimert til å bidra med omlag 4 og 16 % av henholdsvis nitrogen- og fosfortilførslene (Hindar og Lindstrøm 1989).

Vannprøver tatt i 1985 og 1986 (tilsammen 14 innsamlingsrunder) gav disse middelkonsentrasjonene av total fosfor (tall i parentes: $\mu\text{g P/l}$): Sidevassdraget Gjøv (3), Sigridsnes (4), Simonstad (3), Bøylestad (4), Løddesøl (4), Rykene (5), Helle terskel (10), Helle etter terskel (6). Middelkonsentrasjonene øker svakt nedover i vassdraget. Med unntak av enkelte høye verdier ved Helle terskel ble det kun registrert lave konsentrasjoner av fosfor i vassdraget. Undersøkelser av bakteriologiske forhold viser imidlertid at elva ikke egner seg som drikkevann uten desinfeksjon (Hindar og Lindstrøm 1989).

Selv om hovedvassdraget er kjennetegnet av næringsfattige forhold, kan enkelte av sidevassdragene ha høye næringsstoffkonsentrasjoner. I den nedre delen av Nidelva er det foretatt registreringer av slike sidevassdrag (se avsnitt 3.5, Arendal kommune).

Jacobsen (1994) påviste svært høye konsentrasjoner av termostabile koliforme bakterier i nedre del av Nidelva sommeren 1993. En stor del av disse bakteriene var såkalte *Klebsiella*-bakterier, som kan oppstå i store mengder i prosess- og avløpsvann fra treforedlingsindustri. Rapporten viser at overkonsentrasjonene av *Klebsiella*-bakterier stammer fra treforedlingsindustrien i Rykene-området. *Klebsiella* kan registreres i tellinger av termostabile koliforme bakterier og kan dermed gi tilsynelatende høye konsentrasjoner av tarmbakterier. Den sykdomsfremkallende betydningen av *Klebsiella*-stammer i vann er sannsynligvis liten, men fremdeles uklar (Jacobsen 1993, med referanser).

I forbindelse med kanaliseringsarbeider ved Evenstad kraftstasjon i Froland er det vurdert effekter av slam og partikler på vannkjemi, bunndyr og fisk (Sættem 1984 a-c). Det er tidligere gjennomført et forprosjekt for en vannbruksplan for vassdraget (Gulbrandsen og Lande 1988) og utarbeidet en kalkingsplan for Nisservatn og hovedvassdraget (Hindar 1989).

I forbindelse med en vurdering av Nidelva som mulig drikkevannskilde for Hisøy og Øyestad vannverk ble det tatt vannprøver ved Blakstad og Lindveit i 1964 og 1965. Undersøkelsen inneholder ikke næringssaltanalyser, men det ble registrert relativt høye konsentrasjoner av koliforme bakterier (Holtan 1965a).

I 1993 og 1994 er det blitt tatt vannprøver ved en rekke stasjoner langs vassdraget for å vurdere forurensingssituasjonen i ulike deler av nedbørfeltet. Stasjonene i Aust-Agder var ved Åmli (Sigridsnes), Bøylestad og Rykene dam. Resultatene fra denne undersøkelsen er under bearbeidelse (Kaste 1994b).

Tovdalsvassdraget

Kart: Vedlegg 7.7

Tovdalselva er i likhet med Nidelva og Gjerstadvassdraget en av SFTs overvåkningselver. NIVA analyserer månedlig prøver fra elva ved Boen bruk, like nedenfor Birkenes kommune. Midlere pH-verdi i 1992 var 5,08 (SFT 1993). Norsk institutt for naturforskning (NINA) har to stasjoner i vassdraget, hvor vannkvaliteten overvåkes månedlig (utløp Tveitevatn i Åmli og Boen bruk). Middelverdiene for disse stasjonene i perioden 1988-1990 var henholdsvis 4,88 og 4,90 (Løvhøiden 1993). Det er bosatt omkring 6300 personer i Tovdalsvassdragets nedbørfelt (Ibrekk et al. 1991).

Grande (1967) karakteriserte vannet i Tovdalselva som surt, elektrolyttfattig og svakt humuspreget. Konsentrasjonen av fosfat lå i området 7-9 µg P/l og nitratinnholdet lå rundt 270-290 µg N/l ved stasjonene Teinefoss og Boen. Det ble også tatt stikkprøver av pH, ledningsevne, vannfarge og organisk stoff ved Dale i Åmli og ved følgende stasjoner i Birkenes kommune: Herefoss, Uldalsåna, Dideelva, Bersevatn, Bjorhusbekken, Bjorvannsbekken og Mollestadbekken.

Johannessen et al. (1981) fant at konsentrasjonen av total fosfor sjelden oversteg 7-9 µg P/l nedenfor Herefossfjorden. Konsentrasjonen av total nitrogen lå i størrelsesområdet 320-360 µg N/l på samme elvestrekning. Sistnevnte undersøkelse er basert på prøver fra utløpet av Herefossfjorden, samt elvestrekninger ved Årdalen (ovenfor Birkeland), Flaksvatn og Boen. Innholdet av termotabile koliforme bakterier (tarmbakterier) nedenfor Herefossfjorden var høyere enn helsemyndighetene tillater som drikkevann (Johannessen et al. 1981). Bakteriekonsentrasjonene var spesielt høye nedenfor Birkeland. Vannet holdt imidlertid helsemyndighetenes krav til badevann på hele strekningen nedenfor Herefossfjorden.

I perioden juni 1987 - august 1988 ble det samlet inn vannprøver for fysisk/kjemiske og bakteriologiske analyser i alt 14 ganger fra 6 stasjoner, derav 3 i Aust-Agder (Hindar 1990d). Prøvene viste at vannet var svært surt, med pH-verdier helt ned mot 4,3. Det ble påvist termotolerante koliforme bakterier fra Birkeland og ned til utløpet i sjøen. Vannet ble derfor karakterisert som uegnet for drikkevann og tvilsomt som badevann. Den mikrobiologiske belastningen ble antatt å stamme fra direkte kloakktilførsler til elva. Det ble ikke funnet betenkelig høye konsentrasjoner av næringssalter eller organisk stoff i vassdraget.

Høsten 1993 ble det tatt prøver fra 50 innsjøer i hele vassdraget, som grunnlag for å utarbeide et kart med tålegrenser for sur nedbør (Hindar, under utarbeidelse). Det er tidligere utarbeidet en kalkingsplan for vassdraget (Hindar 1991).

Otra

Kart: Vedlegg 7.7

Otra er siden 1980 grundig undersøkt gjennom Statlig program for forurensningsovervåking som ledes av SFT (se bl.a. Hindar og Grande 1987, Hindar et al. 1991, Kaste et al. 1994). Overvåkingen har i de senere år hovedsaklig vært rettet mot vannkvaliteten i den nedre delen av vassdraget. Hovedstasjonene i Aust-Agder har ligget ved innløpet og utløpet av Byglandsfjorden (Ose bru og Evje). Middel-pH ved disse stasjonene var i 1993 henholdsvis 5,86 og 5,56. Midlere konsentrasjon av totalfosfor i 1993 var henholdsvis 3 og 4 µg P/l ved de to stasjonene. Norsk institutt for naturforskning (NINA) har også en stasjon for månedlig prøvetaking i utløpet av Byglandsfjorden. Det er bosatt omkring 41000 personer i Otras nedbørfelt, og de fleste av disse hører hjemme i vassdragets nedre del (Ibrekk et al. 1991).

Otra er sterkt påvirket av vassdragsutbygging, spesielt i den øvre delen, hvor hovedelva over lange strekninger er lagt utenom sitt naturlige løp (Rørslett et al. 1981, Hindar og Grande 1987). De hydrologiske forholdene i vassdraget er endret og strekningene med minstevannføring er sårbare for forurensning fra lokale sidevassdrag. Strekninger med redusert vannføring i hovedelva finner en mellom Hartevatn (Hovden) og Brokke kraftstasjon, samt i forbindelse med elvekraftverkene nedenfor Kilefjorden i Iveland. Vannføringen ut fra Byglandsfjorden er også påvirket av regulering.

Reguleringen er sannsynligvis den viktigste årsaken til den økte utbredelsen av krypsiv i vassdraget (Rørslett 1990). Terskelbassengene ved Valle, området nedenfor Brokke kraftstasjon og Venneslafjorden har tette bestander av denne vannplanten som kan skape problemer for fiske, bading og båtbruk (Rørslett 1990, Rørslett 1991). Vannkvaliteten i terskelbassengene i Valle er undersøkt av Boman et al. (1984). Rapporten konkluderer med at det ikke kan påvises eutrofieringstendenser i terskelbassengene, men at det finner sted en tilslamming som kan gi grobunn for økende mengder av krypsiv. Økte tilførsler av næringssalter til Otra på den aktuelle strekningen kan stimulere den allerede tette bestanden.

De midtre og nedre delene av vassdraget er skadet av forsurening fra langtransportert forurenset luft og nedbør. Dette forsterkes ved reguleringsinngrep fordi sure sidevassdrag på enkelte strekninger kan dominere elvas vannkvalitet (Hindar 1994). Øverst i vassdraget (Bykle kommune) er nedfallet av sur nedbør mindre, samtidig som berggrunnen er noe mer kalkholdig. Vannet her er derfor mindre surt enn i vassdraget lenger nede.

Traaen og Johannessen (1987) utredet tiltak for å bedre vannkvaliteten i Otravassdraget, spesielt med hensyn til økt produksjon av laksefisk. Tiltak for å redusere virkninger av sur nedbør og industriutslipp er vurdert. Foruten de stasjoner som inngår i det årlige overvåkningsprogrammet for Otra, er det gjengitt pH-verdier for Breidvatn (Bykle), Otra ved Valle og Steinsfoss. Det er gitt et eksempel på vannkvalitet i noen sure sidevassdrag til Otra (pH<5,3). Disse er: bekker fra Eikelandsvatn, Tveittjønn, Jeppestøl, Røyknes, Høye, Homevatn, Kjetsåna, Dåselsva og Skjerkedalselva. Rapporten inneholder dessuten et kart med inntegnet pH-verdi (fargekode) for en rekke sidevassdrag langs hele Otra.

Tilførsler av næringssalter fra kloakk og landbruk er små i Otra, spesielt i den øvre delen (Kaste et al. 1994). Denne delen av elva er preget av næringsfattige forhold og lite organisk stoff. Dette preger også mengde / sammensetning av plankton, vegetasjon og bunndyr. Otra nedenfor Vennesla i Vest-Agder har i en årrekke vært sterkt påvirket av industriforurensninger og husholdningskloakk. Dette har medført en ytterligere forurensning av elvevannet, samt overkonsentrasjoner av organisk stoff og næringssalter. Som et resultat av den store organiske belastningen har det etablert seg tette bestander av soppen *Fusarium aquaeductum* langs elvebunnen nedenfor Vennesla. Fra 1988 har det imidlertid vært en positiv utvikling på stasjonene nedenfor fabrikkene i Vennesla. Middel-pH har økt, mens innholdet av organisk stoff og næringssalter har avtatt (Kaste et al. 1994).

Det er gjennomført en rekke konsekvensutredninger i forbindelse med vannkraftutbygging i vassdraget:

- I forbindelse med planleggingen av elvekraftverket Hekni, ble det foretatt en vurdering av sure sidevassdrags innvirkning på strekningen som i framtiden vil få minstevannføring (Grande og Wright 1982). Det ble tatt prøver i følgende bekker i forbindelse med konsekvensutredningen: Smørkleppbekken, Sagbekken, Djupedalsbekken, Kvernelvi (Bestelandsåni), bekk ved Birkeland, Vierdalsbekken, Mjunebekken og Grosåni. Det ble gjennomgående målt lave næringsstoffkonsentrasjoner (< 4 µg P/l) og lave pH-verdier i bekkene.

- Holtan og Lingsten (1986) har vurdert forurensningseffekter av en eventuell overføring av Bjørnarå m.fl. og Bestelandså m.fl. til Brokke kraftverk. Denne overføringen vil føre til ytterligere redusert vannføring og lavere resipientkapasitet på elvestrekningen mellom Bykle og Brokke. Konsentrasjonen av total fosfor var oftest meget lav både ved Hoslemo (ovenfor Bykle) og ved Valle. Ved Valle ble det imidlertid registrert en betydelig variasjon i fosfor-konsentrasjon, sannsynligvis som følge av utvasking av erosjonsprodukter ved flom.

Rapporten konkluderte med at det ikke forekom vesentlige eutrofieringstendenser på den aktuelle strekningen mellom Bykle og Brokke. Trydalstjørni (3 km nord for kommunegrensen mellom Bykle og Valle) ble betegnet som den mest sårbare resipienten i området. I forbindelse med utredningen ble det også foretatt kjemiske analyser i Kleivsvatn, Bjørnevatn, Torvikvatn og Husbyvatn. Alle disse innsjøene var sure med pH under 5,5. Næringssalter ble ikke analysert i disse innsjøene.

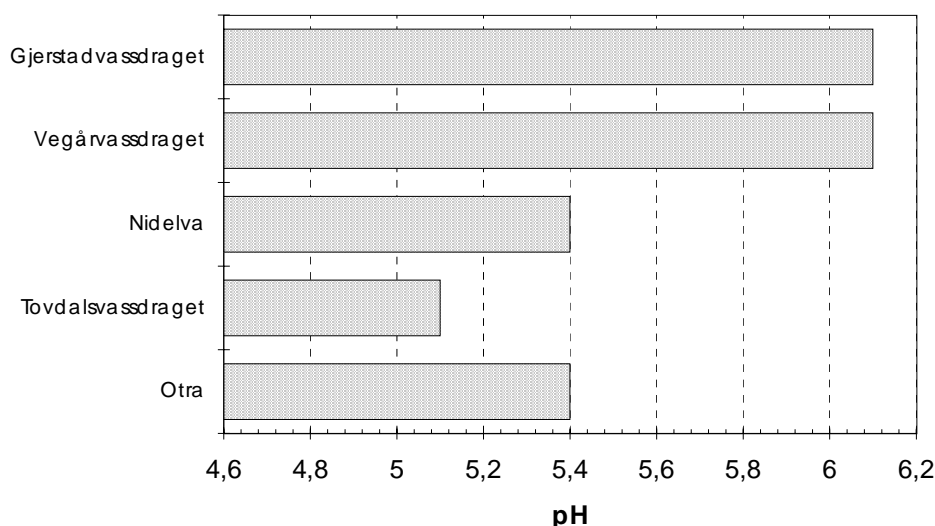
- Samspill mellom forsuring og regulering på strekningen Harteavatn-Sarvsfoss er utredet av Wright (1983). Rapporten konkluderte med at den reduserte vannføringen mellom Harteavatn og Sarvsfoss kunne innebære at pH i Otra ved Hoslemo ble så lav som 5,4, mot et normalt nivå på 6,2-6,4. Årsaken til dette er at sure sidebekker vil dominere vannføringen i hovedelva. Rapporten inneholder vannkjemiske data fra Otra ved utløp Harteavatn, Hoslemo, Sarvsfoss, Valle, ovenfor Brokke, nedenfor Brokke, avløp Brokke, Hekni og Ose bru. Det er dessuten undersøkt vannkjemi i 7 bekker som løper inn i Otra mellom Harteavatn og Sarvsfoss (Børtemannsbekk, Auversvassåni, Maurlibekk, Gjeiskelåni, Tverråni, Berdøla og Hoslemobekk).
- Tidlig på 1980-tallet ble det målt tildels høye nitrogenkonsentrasjoner i den øvre delen av Otra (Lande 1986). Dette skyldtes økt nitrogenavrenning fra anleggsvirksomheten i området (sprengningsarbeider og bygging av dammer med sprengstein). De høyeste konsentrasjonene (5,5 mg N/l) ble målt i Løyningåni nedenfor den store Vatnedalsdammen. Det ble også målt andre utslag på vannkvaliteten i form av økte verdier for pH, bufferevne, kalsium, sulfat, jern og fosfor. Lenger ned i hovedvassdraget var effektene på vannkvaliteten mindre tydelige, og det ble antatt ikke å ha noen biologiske konsekvenser.

Inngrep, arealbruk, vannkvalitet og biologi i den øvre delen av vassdraget er grundig behandlet av Rørslett et al. (1981). Det er nå utarbeidet en kalkingsplan for vassdraget på oppdrag for bl.a. kommunene langs elva (Kaste og Hindar 1994). Betydningen av vannføring og forurensningstilførsler på vannkvaliteten i Otra nedstrøms Kilefjorden er vurdert av Hindar (1994).

3.4. Sammenfatning av overvåkningsresultater fra de store vassdragene

Gjennomførte vassdragsundersøkelser i de største vassdragene er omtalt sammen med de lokale undersøkelsene i kapittel 4. Figur 5 og 6 framstiller karakteristiske pH-verdier og konsentrasjoner av total fosfor i de fem største vassdragene i fylket. Prøvetakingsstasjoner i vassdragene er avmerket på kart i vedlegg 7.7

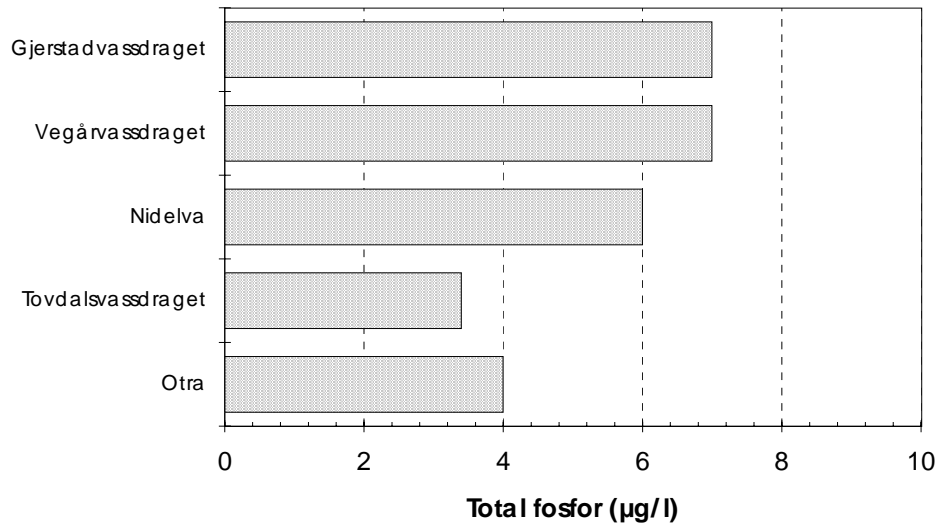
Tovdalsvassdraget er det sureste av de største vassdragene, med en middel-pH i 1992 på 5.1 (SFT 1993). Otra og Nidelva er også skadet av forsuring og har årsmiddel-pH på omkring 5,4 (Kaste et al. 1994, SFT 1993). Gjerstadvassdraget hadde i 1992 like høy pH som det kalkede Vegårvassdraget. Dette skyldes trolig en kombinert effekt av kalking og redusert påvirkning fra langtransporterte forurensninger (SFT 1993).



Figur 5. Karakteristiske pH-verdier i de største elvene i Aust-Agder. Gjerstadvassdraget, Nidelva og Tovdalsvassdraget (SFT 1993), Vegårvassdraget (Kaste 1994c), Otra (Kaste et al. 1994)

Næringssaltkonsentrasjonene er forholdsvis lave i de største vassdragene og ligger innenfor SFTs tilstandsklasse I ("god vannkvalitet") for total fosfor (vedlegg 7.1). Lokalt kan imidlertid landbruksavrenning og kommunale utslipp medføre uønsket algevekst, økt oksygenforbruk og bakteriell forurensning i sidevassdrag og på strekninger med redusert vannføring pga. kraftutbygging. Stor vannføring og stor andel skog- og fjellområder i nedbørfeltene er en viktig årsak til de lave næringssaltkonsentrasjonene i de største vassdragene.

Resultatene som er framstilt i figur 6 viser at Gjerstadvassdraget og Vegårvassdraget har de høyeste konsentrasjonene av total fosfor (Boman 1985c, Holtan et al. 1993). Det må imidlertid presiseres at sammenligningen i figur 6 er usikker, da det dreier seg om ulike undersøkelser med ulik prøvetakingsfrekvens. Konsentrasjonene av næringssalter i vassdrag vil kunne variere mye i løpet av året og fra år til år - avhengig av tilførsler og vannføring.



Figur 6. Karakteristiske konsentrasjoner av total fosfor i de største elvene i Aust-Agder. Gjerstadvassdraget (Boman 1985c), Vegårvassdraget (Holtan et al. 1993), Nidelva (Hindar og Lindstrøm 1989), Tovdalsvassdraget (Hindar 1990d), Otra (Kaste et al. 1994).

4. MILJØSTATUS - KOMMUNEVIS OVERSIKT

4.1. Arendal

Landsomfattende / regionale undersøkelser

Landsomfattende og regionale undersøkelser av forsurening (SFT 1987, Hindar og Kleiven 1990) viser at Arendal kommune har flere vassdrag som ikke er skadet av forsurening (figur 1 og 4). Dette dreier seg i første rekke om innsjøer og vassdrag som ligger under marin grense. I områder over marin grense ligger pH-verdiene i innsjøene på samme, lave nivå som i kommuner lenger inn i fylket.

Longum og Molandsvatn er undersøkt i forbindelse med en landsomfattende trofiundersøkelse i innsjøer (Faafeng et al. 1990). Begge innsjøene er forholdsvis næringsrike (figur 2); fosforverdiene i Molandsvatn lå innenfor SFTs tilstandsklasse III ("nokså dårlig"), mens Longum lå innenfor tilstandsklasse II ("mindre god"). Molandsvatn kvalifiserte til tilstandsklasse IV ("dårlig") når det gjaldt konsentrasjon av algeklorofyll.

I en regional undersøkelse av vannkvaliteten i kystnære småvassdrag (Hindar 1990e) var Nedenesbekken og Biebekken blant de mest forurensede i Aust-Agder, med fosforverdier over 90 µg tot-P/l (figur 3). Også Lilleelv hadde relativt høye konsentrasjoner av total fosfor, omlag 20 µg P/l. Tallene i undersøkelsen er usikre, da de kun er basert på én prøve fra hvert vassdrag. Hindar (1990e) har beregnet forurensningstilførsler for Molandsvassdraget og Lilleelv.

Assævvatn, Bjordalsvatn og Molandsvatn har vært med i en landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter (Rognerud og Fjeld 1990). Som de andre undersøkte innsjøene på Sørlandet, som mottar langtransportert forurenset luft og nedbør, var tungmetallinnholdet i innsjøsedimentene forholdsvis høyt. Rapporten konkluderer imidlertid med at tungmetallforurensningen ikke medfører fare for helseskadelige konsentrasjoner i fisk.

Vassdragsundersøkelser i Nidelva

Nedenfor følger en kort oppstilling av undersøkelser i Nidelva som omfatter Arendal kommune. Undersøkelsene er nærmere omtalt i avsnitt 3.3, og kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- SFTs program for overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 1993).
- Overvåkningsstasjon i Nidelva ved Rykene.
- Norsk institutt for naturforskning Elveserie (Løvhøiden 1993).
- Overvåkningsstasjon i Nidelva ved Rykene.
- Vurdering av Nidelva som mulig drikkevannskilde for Hisøy og Øyestad vannverk (Holtan 1965a).
- Tatt vannprøver ved Lindveit.
- Vannkvalitet og næringssalttilførsler til Nidelva. Konsekvenser av manøvreringen av Rykene dam for drikkevannskvaliteten i innsjøen Rore (Hindar og Lindstrøm 1989)

- Stasjoner i Arendal kommune: Løddesøl, Rykene, Helle terskel og Helle etter terskel.
- Bakteriologisk undersøkelse av den nedre delen av Nidelva (Jacobsen 1993)
- Det er tidligere gjennomført et forprosjekt for en vannbruksplan for vassdraget (Gulbrandsen og Lande 1988) og utarbeidet en kalkingsplan for Nisservatn og hovedvassdraget (Hindar 1989b).
- Overvåkning av forurensingssituasjonen i Arendalsvassdraget 1993-1994 (Kaste 1994b).
 - En av stasjonene ligger ved Rykene dam.

Lokale undersøkelser

I forbindelse med en utredning av mulige drikkevannskilder for Moland kommune gjorde Holtan (1965b) undersøkelser i Øynesvatn, Strengereidvatn, Bjellandsvatn og Vatnebuvatn. Innsjøene hadde dengang nitratkonsentrasjoner mellom 53 og 103 µg N/l og forholdsvis lave forekomster av koliforme bakterier.

Barbuvasdraget er blant de best undersøkte vassdragene i nåværende Arendal kommune, med regelmessig overvåkning i perioden 1978-1989 (se f.eks. Kroglund og Hindar 1990a). De øvre delene av Barbuvasdraget (Øvre Longum, Longum) er moderat påvirket av forurensningstilførsler fra kloakkutslipp og landbruk. De bakteriologiske forholdene viser at det er kloakkpåvirkning i hele vassdraget (Kroglund og Hindar 1990a). Det er registrert en økt tilgroing med høyere vegetasjon i Longum, Jovann og Langsæ (Rørslett og Mjelde (1980). Dette er satt i sammenheng med økte næringsstofftilførsler til vassdraget. Tilveksthastigheten er imidlertid forholdsvis lav.

Innsjøen Longum er den største og dypeste av innsjøene i Barbuvasdraget. Longum er påvirket av næringssalter fra innløpsbekkene og har moderate konsentrasjoner av næringssalter og algeklorofyll. Sammenlignet med en undersøkelse tidlig på 1960-tallet (Holtan 1965c) har Longum i dag en dobbelt så høy nitratkonsentrasjon. Det ble ikke målt total fosfor i denne undersøkelsen. pH-verdien i vannet er omlag den samme i dag som på begynnelsen av 1960-tallet. Det skyldes at innsjøen ligger under marin grense og at nedbørfeltet har gode egenskaper til å nøytralisere sur nedbør.

Jovann er klart påvirket av næringssalter fra bebyggelsen omkring (lekkasje fra kloakkledninger), noe som har ført til relativt høye algekonsentrasjoner om sommeren. Langsæ er også betydelig påvirket av næringssalter. Den vestre delen av innsjøen er i tillegg avsnørt fra hovedstrømmen i vassdraget og har dårlig vannutskifting. Dette er forsøkt rettet på ved å installere en hevert som tapper ut bunnvannet. Tiltaket har forbedret forholdene, men innsjøen har fortsatt relativt høye konsentrasjoner av næringsstoffer. Den østre delen av Langsæ har betydelig bedre vannutskifting, og forholdene her er følgelig bedre.

I forbindelse med etableringen av Heftingsdalen søppelfyllplass ble det satt i gang overvåkningsundersøkelser i Songevassdraget midt på 1980-tallet. Det er hittil ikke funnet forurensningsvirkninger i Mjåvann som kan tilskrives sigevann fra søppelfyllplassen (Kaste 1994a). Under en flomepisode i 1986 rant det imidlertid sigevann fra fyllplassen over demningen og ut i Mjåvann (Fylkesmannen i Aust-Agder 1986). Det er påvist høye konsentrasjoner av

kadmium, bly og PAH (tjærestoffer) i innsjøsedimentene i Mjåvann, både før og etter oppstarting av fyllplassen (Hindar 1988a). Basert på eksisterende fosforbelastningsmodeller ble den midlere fosforkonsentrasjonen i Mjåvann i 1993 karakterisert som akseptabel (Kaste 1994a). Deler av Mjåvann hadde imidlertid for høye konsentrasjoner av termotabile koliforme bakterier til å tilfredsstille Folkehelsas daværende krav til badevannskvalitet (se avsnitt 5.4 for omtale av nye badevannsnormer). Påvirkningen stammer mest sannsynlig fra måker som oppholder seg på vannet, og ikke fra sigevannspåvirkning fra søppelfyllplassen.

Jorstadvatn, på grensen mot Tvedestrand, er undersøkt siden tidlig på 1980-tallet i forbindelse med overvåkingen av Jorstadvassdraget og Strengselva (Boman 1982b, 1984, 1985b, Hindar et al. 1992a). Resultatene fra denne overvåkingen er omtalt under Vegårvassdraget (avs. 3.3).

Molandsvatn kan karakteriseres som en svakt eutrof innsjø med relativt stor algeproduksjon om sommeren (Kaste 1988, Faafeng m.fl. 1990). Spredt bosetning og påvirkning fra landbruksaktivitet fører til relativt høye næringsstoffkonsentrasjoner i vannmassene (Hindar 1990a). Molandsvassdraget er valgt ut som et satsingsområde for fritidsfiske (Erik Andreassen pers. komm.). Innsjøen har også viktige brukerinteresser i form av bading, jordbruksvanning og lokal drikkevannsforsyning. Sammenlignet med en undersøkelse tidlig på 1960-tallet (Holtan 1965c) ligger nitratkonsentrasjonen i vannmassene i dag omlag på samme nivå (Hindar 1990a,e).

Sidevassdrag i nedre del av Nidelva er undersøkt i flere sammenhenger:

- En undersøkelse av Boman og Andreassen (1981b) viste at Kleppebekken var klart påvirket av næringssalter fra husholdningskloakk. I Rykene-bekken, som passerer tettstedet Rykene, var forurensningen spesielt sterk. Temsebekken, som renner fra innsjøen Temse i Grimstad kommune, hadde høyt innhold av nitrogen, fosfor og tarmbakterier. Resultatene tydet på direkte kloakkutslipp fra bebyggelsen langs bekken.
- Etter etablering av en regional søppelfyllplass i Skrubbedalen i 1974 ble det oppdaget innsig av sterkt forurenset vann til Skrubbedalsbekken (Skarvedalsbekken). Vannanalyser i perioden 1976 til 1980 viser at bekken var sterkt forurenset av nitrogen, fosfor og jern (Boman og Andreassen 1980b).
- Lilleelv hadde høye fosfor- og nitrogenverdier, henholdsvis opptil 5 og 2-3 ganger høyere enn hva man finner i Nidelva (Boman og Andreassen 1981b, Damhaug og Holtan 1980, Hindar 1990a,e). Dette ble antatt å stamme fra bebyggelsen i området, samt avrenning fra dyrket mark. Uttak av vann til landbruksvanning kan føre til liten vannføring og dermed lavere resipientkapasitet om sommeren. Det er foretatt beregninger av næringsstofftilførsler fra ulike kilder i vassdraget (Damhaug og Holtan 1980, Hindar 1990a,e). Husholdningskloakk bidrar med en stor andel av fosfortilførslene, mens det meste av nitrogenet i vassdraget stammer fra forurenset nedbør.
- Hindar og Grande (1988) undersøkte avrenning fra tre barkfyllinger ved Rykene, nederst i Nidelva. Målingene viste at avrenning fra barkfyllinger ved Øyestad kirke og Øyestad gård var sterkt forurenset av jern, mangan, ammonium og løste organiske syrer. Avrenning fra

barkfyllingene hadde ingen merkbar effekt på vannmassene i Nidelva, heller ikke på strekninger med redusert vannføring.

Oppsummering:

Innsjøer i Arendal med nedbørfelt under marin grense er ikke nevneverdig skadet av forsurening. Arendal er i så måte bedre stilt enn mange andre kommuner i Aust-Agder. Mange småvassdrag er belastet med næringssalter og bakterier, og det er aktuelt å overvåke miljøkvaliteten i enkelte av disse. Arendal er den kommunen i Aust-Agder som har gjennomført flest lokale vassdragsundersøkelser.

Litteraturoversikt - Arendal kommune

Tabell 8. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Arendal kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=evertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
Nidelva:										
Gulbrandsen og Lande	1988	Nidelva								*
Hindar	1989b	Nidelva								*
Hindar et al.	1989	Nidelva								*
Hindar og Lindstrøm	1989	Nidelva + Rore	*	*	*					
Holtan et al.	1993	Nidelva	*							
Løvhøiden	1993	Bøylefoss, Rykene	*							
SFT	1993	Rykene	*							
Kaste	1994b	Nidelva	*							
Nedre Nidelva:										
Holtan	1965a	Nedre Nidelva	*		*					
Boman og Andreassen	1980b	Skrubbedalsbekken	*		*					
Damhaug og Holtan	1980	Lilleelv								*
Boman og Andreassen	1981b	Kleppebekken, Lilleelv	*		*					
Sættem	1984a-c	Nedre Nidelva	*		*		*			
Lande og Maroni	1987	Lilleelv	*							
Hindar og Grande	1988	Nedre Nidelva	*							
Strand	1989	Biebekken, Lilleelv	*				*			
Hindar	1990e	Biebekken	*							
Hindar	1990a,e	Lilleelv	*							
Jacobsen	1994	Nedre Nidelva			*					
Barbuassdraget:										
Holtan	1965c	Longum	*		*					
Bjørknes	1977	Langsæ								
Rørslett og Mjelde	1980	Barbuassdraget						*		
Boman og Andreassen	1982a	Barbuassdraget	*							
Boman	1983	Barbuassdraget	*							
Brettum	1983	Barbuassdraget	*							
Boman	1985a	Barbuassdraget	*							
Lande og Brettum	1986	Barbuassdraget	*	*	*					
Hindar og Brettum	1987	Barbuassdraget	*	*	*					

Tabell 8. (forts.).

4.2. Birkenes

Landsomfattende / regionale undersøkelser

I alt 10 innsjøer i Birkenes kommune var med i SFTs 1000-sjøers undersøkelse som ble gjennomført i 1986 (SFT 1987). De fleste av de undersøkte innsjøene var surere enn pH 5,0, og ingen av innsjøene hadde pH-verdier over 6,0 (figur 1). Ved pH-verdier under 5,0 kan en forvente så store konsentrasjoner av giftig aluminium i vassdragene at fiskebestandene vil være i stor fare.

Herefossfjorden har vært med i en landsomfattende undersøkelse av eutrofiering (overgjødning) i innsjøer (Faafeng et al. 1990). Innsjøen hadde forholdsvis lave konsentrasjoner av total fosfor og algeklorofyll (figur 2), slik at vannkvaliteten tilfredstilte kravet til tilstandsklasse I ("god vannkvalitet") i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann (vedlegg 7.1). Herefossfjorden er også undersøkt i en eldre hovedfagsoppgave i limnologi utført ved Universitetet i Oslo (Selåsdal 1950). Undersøkelsen la vekt på fysiske og kjemiske forhold i innsjøen.

Oggevatn har vært med i en landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter (Rognerud og Fjeld 1990). Som de andre undersøkte innsjøene på Sørlandet, som mottar langtransportert forurenset luft og nedbør, var tungmetallinnholdet i innsjøsedimentene forholdsvis høyt. Rapporten konkluderer imidlertid med at tungmetall-forurensningen ikke medfører fare for helseskadelige konsentrasjoner i fisk.

Overvåkning i samband med kalking - Store Hovvatn

Store Hovvatn, lengst øst i Birkenes kommune, ble første gang kalket i 1981, som et nasjonalt forskningsprosjekt. Siden er innsjøen undersøkt regelmessig, og resultatene er presentert i flere rapporter og artikler. De nyeste oppfølgingsresultatene for vannkjemi, planteplankton, bunndyr, og fisk er rapportert av Hindar et al. (1994a).

Vassdragsundersøkelser i Tovdalsvassdraget

Nedenfor følger en kort oppstilling av undersøkelser i Tovdalsvassdraget som omfatter Birkenes kommune. Undersøkelsene er nærmere omtalt i avsnitt 3.3, og kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- SFTs program for overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 1993).
- Overvåkningsstasjon ved Boen (like nedstrøms kommunegrensen)
- Norsk institutt for naturforskning Elveserie (Løvhøiden 1993).
- Overvåkningsstasjon ved Boen.
- Vurdering av vannkvalitet i forhold til fiskeribiologiske forhold (Grande 1967).
- Stasjoner i Tovdalselva: Teinefoss og Boen.
- Stikkprøver fra sidevassdrag ved Herefoss, Uldalsåna, Dideelva, Bersevatn, Bjorhusbekken, Bjorvannsbekken og Mollestadbekken.

- Resipientundersøkelse i tilknytning til eventuell utbygging av Tovdalsvassdraget (Johannessen et al. 1981).
 - Basert på prøver fra utløpet av Herefossfjorden, samt elvestrekninger ved Årdalen (ovenfor Birkeland), Flaksvatn og Boen.
- Vurdering av vannkvaliteten i nedre del av Tovdalsvassdraget (Hindar 1990d).
 - Stasjoner: Oppstrøms Birkeland, Gangbru ved Foss, Boen.
- Høsten 1993 ble det tatt prøver fra 50 innsjøer i hele vassdraget, som grunnlag for å utarbeide et kart med tålegrenser for sur nedbør (Hindar, under utarbeidelse). Det er tidligere utarbeidet en kalkingsplan for vassdraget (Hindar 1991).

Oppsummering:

Forsuring er det største problemet for innsjøer og vassdrag i Birkenes kommune. Tidligere undersøkelser har vist at Tovdalselva er noe påvirket av tarmbakterier nedenfor Birkeland. Vassdragsundersøkelser som er gjennomført i kommunen er naturlig nok konsentrert om Tovdalselva. Det kan i tillegg være ønskelig med miljøundersøkelser i vannforekomster hvor det er mistanke om forurensning, eller hvor det er dokumenterte brukerinteresser.

Litteraturoversikt - Birkenes

Tabell 9. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Birkenes kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=evertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
<i>Tovdalsvassdraget:</i>										
Grande	1967	Tovdalsvassdraget	*	*						
Johannessen et al.	1981	Tovdalsvassdraget	*		*					
Hindar	1991	Tovdalsvassdraget								*
Løvhøiden	1993	Tveitvatn / Boen	*							
SFT	1993	Boen	*							
<i>Innsjøundersøkelser:</i>										
Selåsdal	1950	Herefossfjorden	*							
Faafeng et al.	1990	Herefossfjorden	*	*		*				
Rognerud og Fjeld	1990	Oggevatn								*
Hindar et al.	1994a	Store Hovvatn	*	*			*			
<i>SFTs 1000-sjøers undersøkelse:</i>										
SFT	1987		*							
Førevatn, Haugevatn, Heimdalsvatn, Kjetevatn, Ljosvatn, Refstadvatn, Resvatn, V. Fjellvatn, Ånneslandsvatn										

4.3. Bygland

Landsomfattende / regionale undersøkelser

17 av 24 innsjøer i Bygland som var med i SFTs 1000-sjøers undersøkelse i 1986 (SFT 1987) hadde pH-verdier under 5,0 (figur 1). Dette viser at forsuring er et betydelig problem for vannforekomstene i Bygland. Kun én innsjø hadde pH > 5,5 (Søtevatn). Ved pH-nivåer under 5,0 er konsentrasjonen av giftig aluminium vanligvis så høy at en kan forvente skade på fiskebestandene.

Byglandsfjorden har vært med i en landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter (Rognerud og Fjeld 1990). Som de andre undersøkte innsjøene på Sørlandet, som mottar langtransportert forurenset luft og nedbør, var tungmetallinnholdet i innsjøsedimentene forholdsvis høyt. Rapporten konkluderer imidlertid med at tungmetallforurensningen ikke medfører fare for helseskadelige konsentrasjoner i fisk.

Vassdragsundersøkelser i Otra.

Nedenfor følger en kort opplisting av undersøkelser i Otra som omfatter Bygland kommune. Undersøkelsene er nærmere omtalt i avsnitt 3.3, og kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- Overvåkning av Otra i forbindelse med Statlig program for forurensningsovervåkning (se bl.a. Hindar og Grande 1987, Hindar et al. 1991, Kaste et al. 1994):
 - En av hovedstasjonene i programmet ligger ved Ose bru i Bygland kommune.
- Norsk institutt for naturforskning elveserie (Løvhøiden 1993).
 - Stasjon ved utløpet av Byglandsfjorden.
- Tilgroing i Otra med høyere vegetasjon (Rørslett et al. 1981, Rørslett 1990, 1991).
- Behov for kalkingstiltak i Otra (Traaen og Johannessen 1987, Kaste og Hindar 1994).
- Vurdering av resipientforhold i forbindelse med Hekni kraftverk (Grande og Wright 1982).
 - Stasjoner i Otra: Langeid, Straume, Ose.
 - Stasjoner i sidevassdrag: Smørkleppbekken, Sagbekken, Djupedalsbekken, Vierdalsbekken, bekk ved Birkeland.
- Undersøkelse av nitrogenavrenning fra sprengstein i Øvre Otra (Lande 1986b).
 - Prøvetakingsstasjon i Otra ved Ose og ved utløpet av Byglandsfjorden.

Lokale undersøkelser

Hansen (1986) har undersøkt fiskebestandene i Gyvatn og presentert noen vannkjemiske resultater fra innsjøen, samt noen bekker i nedbørfeltet. Prøvene viser lave pH-verdier (< 5,0) og lave kalsiumverdier (< 0,9 mg/l).

Det er i forbindelse med vannverkene i kommunen utført vannanalyser ca 2 ganger pr. år. Dette gjelder Byglandsfjord vannverk og Bygland vannverk (Byglandsfjorden), Grendi vassverk (Nordåni) og Åraksbø vannverk (Åraksbøfjorden).

Oppsummering:

Forsuring er et betydelig problem i vannforekomstene i Bygland. Otra og Byglandsfjorden er lite påvirket av næringssalter. I tillegg til det pågående overvåkningsprogrammet i Otra, kan det være aktuelt å undersøke vannkvaliteten i mindre vannforekomster hvor det er mistanke om forurensning, eller hvor det er dokumenterte brukerinteresser.

Litteraturoversikt - Bygland

Tabell 10. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Bygland kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=evertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
Otra:										
Rørslett et al.	1981	Øvre Otra	*					*		
Wright og Grande	1981	Otra	*	*		*	*			
Grande et al.	1982	Otra	*	*		*	*			
Wright et al.	1983	Otra	*				*			
Grande og Wright	1984	Otra	*				*			
Boman og Grande	1985	Otra	*				*			
Lande og Grande	1986	Otra	*				*			
Hindar og Grande	1987	Otra	*	*		*	*			
Traaen og Johannessen	1987	Otra	*							
Hindar et al.	1989	Otra								*
Rognerud og Fjeld	1990	Byglandsfjord							*	
Hindar et al.	1991	Otra	*	*			*			
Hindar et al.	1993	Otra	*	*			*			
Løvhøiden	1993	Byglandsfjord	*							
Kaste et al.	1994	Otra	*	*			*			
Kaste og Hindar	1994	Otra								*
Konsekvensvurdering av kraftutbygging:										
Grande og Wright	1982	Hekni, Otra	*	*						
Holtan og Lingsten	1986	Bjørnarå, Bestelandså								*
Lande	1986b	Øvre Otra	*							
Tilgroing med høyere vegetasjon:										
Rørslett	1983/90/91	Otra						*		
SFTs 1000-sjøers undersøkelse:										
SFT	1987		*							
Eksæ, Gaukheivatn, Grimsdavatn, Grøssæ, Hegestølvatn, Jordalsvatn, Kilevatn, Kolsheivatn, Lykkjevatn, Ormlivatn, Røynlivatn, Skåvatn, St. Reiarsvatn, Stegilsvatn, Storolavsvatn, Søre Monsvatn, Søtevatn, Tjørnst.vatn, Torkilsvatn, V. Langsvatn, Vievatn, Vøylevatn, Øyavatn, Øyevatn										
Andre undersøkelser:										
Hansen	1986	Gyvatn	*							

4.4. Bykle

Landsomfattende / regionale undersøkelser

Innsjøer i Bykle er noe mindre påvirket av forsurening enn tilfellet er i andre kommuner nedover Setesdalen. Dette skyldes en kombinasjon av gunstig berggrunn og mindre tilførsler av sterk syre fra langtransportert forurenset luft og nedbør. I SFTs 1000-sjøers undersøkelse (SFT 1987) hadde 2 av 12 undersøkte innsjøer i Bykle pH-verdier over 6,0 (figur 1). Ingen av de undersøkte innsjøene hadde pH-verdier under 5,0.

Hartevatn var i 1988 med i en landsomfattende undersøkelse av eutrofiering (overgjødning) i innsjøer (Faafeng et al. 1990). Innsjøen hadde lave konsentrasjoner av både fosfor (figur 2) og algeklorofyll. Verdiene lå innenfor tilstandsklasse I ("god vannkvalitet") i SFTs klassifiseringssystem for ferskvann (vedlegg 7.1).

Bånevatn og Store Urarvatn har vært med i en landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter (Rognerud og Fjeld 1990). Som de andre undersøkte innsjøene på Sørlandet, som mottar langtransportert forurenset luft og nedbør, var tungmetallinnholdet i innsjøsedimentene forholdsvis høyt. Rapporten konkluderer imidlertid med at tungmetallforurensningen ikke medfører fare for helseskadelige konsentrasjoner i fisk.

Vassdragsundersøkelser i Otra.

Nedenfor følger en kort oppstilling av undersøkelser i Otra som omfatter Bykle kommune. Undersøkelsene er nærmere omtalt i avsnitt 3.3, og kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- Overvåkning av Otra i forbindelse med Statlig program for forurensningsovervåkning (se bl.a. Hindar og Grande 1987, Hindar et al. 1991, Kaste et al. 1994):
 - I dag ligger nærmeste stasjon ved Ose bru i Bygland kommune.
 - Tidligere stasjon ved utløp av Hartevatn (til 1987) og Vatnedalsvatn (til 1988).
- Samspill mellom forsurening og regulering på strekningen Hartevatn-Sarvsfoss (Wright 1983).
 - Stasjoner i Otra: Utløp Hartevatn, Hoslemo, Sarvsfoss.
 - Stasjoner i sidevassdrag: Børtemannsbekk, Auversvassåni, Maurlibekk, Gjeiskelåni, Tverråni, Berdøla og Hoslemobekk.
- Vurdering av forurensningseffekter av en eventuell overføring av Bjørnara m.fl. og Bestelandså m.fl. til Brokke kraftverk (Holtan og Lingsten 1986).
 - Tatt prøver i bl.a. Trydalstjørni.
- Undersøkelse av nitrogenavrenning fra sprengstein i Øvre Otra (Lande 1986b).
 - Prøvetakingsstasjoner: Utløp Breidvatn, Mjåvassdalen, Store Førsvatn, Breivevatn (innløp-utløp), utløp Hartevatn, Løyningå og Hoslemo.
- Behov for kalkingstiltak i Otra (Traaen og Johannessen 1987, Kaste og Hindar 1994).
 - Førstnevnte rapport inneholder kjemiske data fra utløpet av Breidvatn.

Lokale undersøkelser

Det er foretatt en vurdering av resipientkapasiteten i Hartevatn ved Hovden (Hindar et al. 1990). Rapporten konkluderte med at Hartevatn ikke viste tegn som tydet på betenkelig belastning fra bebyggelse eller jordbruksvirksomhet i Hovdenområdet. Dette på tross av at halvparten av tilrenningen til Hartevatn pumpes ut av nedbørfeltet og over mot Vatnedalsmagasinet. Data for vannkvalitet, planteplankton og bunndyr viste at Hartevatn var svært næringsfattig og at nåværende tilførsler av nitrogen og fosfor ikke hadde noen negative effekter på vannforekomsten. Bunndyrsamfunnet i innsjøen ble funnet å være klart påvirket av reguleringen.

Oppsummering:

Vannforekomstene i kommunen er lite påvirket av forsurening. Dette har sammenheng med gunstig geologi og generelt mindre påvirkning sur nedbør enn kommunene nærmere kysten. Otra er lite påvirket av næringssalter. I tillegg til overvåkningsprogrammet som pågår lengre nede i Otra, kan det være aktuelt å undersøke vannkvaliteten i mindre vannforekomster hvor det er mistanke om forurensning, eller hvor det er dokumenterte brukerinteresser.

Litteraturoversikt - Bykle

Tabell 11. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Bykle kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=evertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
Otra:										
Wright og Grande	1981	Otra	*	*		*	*			
Rørslett et al.	1981	Øvre Otra	*					*		
Grande et al.	1982	Otra	*	*		*	*			
Wright et al.	1983	Otra	*				*			
Grande og Wright	1984	Otra	*				*			
Boman og Grande	1985	Otra	*				*			
Lande og Grande	1986	Otra	*				*			
Hindar og Grande	1987	Otra	*	*		*	*			
Traaen og Johannessen	1987	Otra	*							
Hindar et al.	1989	Otra								*
Hindar et al.	1991	Otra	*	*			*			
Hindar et al.	1993	Otra	*	*			*			
Kaste et al.	1994	Otra	*	*			*			
Kaste og Hindar	1994	Otra								*
Konsekvensvurdering av kraftutbygging:										
Wright	1983	Hartevatn-Sarvsfoss								
Holtan og Lingsten	1986	Bjørnarå, Bestelandså								*
Lande	1986b	Øvre Otra	*							

Tabell 11. (forts.)

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=evertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
<i>SFTs 1000-sjøers undersøkelse:</i>										
SFT	1987		*							
Smalevatn (I), Smalevatn (II), Storsteinvatn, Trydalsvatn, Yt. Storevatn, Ø. Gjuvvatn, Øs. Brannsvatn										
<i>Andre undersøkelser:</i>										
Rognerud og Fjeld	1990	Store Urarvatn, Bånevatt							*	
Hindar et al.	1990	Hartevatt	*	*			*			

4.5. Evje og Hornnes

Landsomfattende / regionale undersøkelser

Evje og Hornnes ligger i et av områdene på Sørlandet som er mest påvirket av forurening. I SFTs 1000-sjøers undersøkelse fra 1986 (SFT 1987) hadde samtlige av de 7 undersøkte innsjøene pH-verdier under 5,0 (figur 1). Ved dette pH-nivået er konsentrasjonen av giftig aluminium vanligvis så høy at en kan forvente skade på fiskebestandene.

I forbindelse med en landsomfattende undersøkelse av eutrofiering (overgjødning) i innsjøer (Faafeng et al. 1990) ble det tatt prøver fra Breidflå i Otra (figur 2). Resultatene viser lave konsentrasjoner, både av total fosfor og algeklorofyll. Verdiene lå innenfor tilstandsklasse I ("god vannkvalitet") i SFTs klassifiseringssystem for ferskvann (vedlegg 7.1).

Myglevatn er med i en landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter (Rognerud og Fjeld 1990). Som de andre undersøkte innsjøene på Sørlandet, som mottar langtransportert forurenset luft og nedbør, var tungmetallinnholdet i innsjøsedimentene forholdsvis høyt. Rapporten konkluderer imidlertid med at tungmetall-forurensningen ikke medfører fare for helseskadelige konsentrasjoner i fisk.

Vassdragsundersøkelser i Otra.

Nedenfor følger en kort oppstilling av undersøkelser i Otra som omfatter Evje og Hornnes kommune. Undersøkelsene er nærmere omtalt i avsnitt 3.3, og kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- Overvåkning av Otra i forbindelse med Statlig program for forurensningsovervåkning (se bl.a. Hindar og Grande 1987, Hindar et al. 1991, Kaste et al. 1994):
 - En av hovedstasjonene i programmet ligger rett nedstrøms Evje sentrum.
- Norsk institutt for naturforsknings elveserie (Løvhøiden 1993).
 - Stasjon ved utløpet av Byglandsfjorden.
- Tilgroing i Otra med høyere vegetasjon (Rørslett et al. 1981, Rørslett 1990, 1991).
- Behov for kalkingstiltak i Otra (Traaen og Johannessen 1987, Kaste og Hindar 1994).

- Førstnevnte rapport inneholder kjemiske data (stikkprøver) fra bl.a. Kjetsåna og Dåsåna.

Lokale undersøkelser

Avrenning av kobber og bly fra forsvarrets skytefelt ved Evjemoen er undersøkt av Rognerud (1993). Overvåkingen ble lagt til feltskytebanen og kulefangervollene rundt Steinsfjellet. Resultatene viste ingen nettoeksport av sink ut fra noen av de undersøkte feltene. Det ble beregnet en transport på minimum 1-2 kg kobber og bly fra både feltskytebanen og kulefangervollene. Mindre enn 1% av tilført mengde kobber og bly til feltene renner imidlertid av i løpet av et år. Konsentrasjonene i bekkene er ikke så høge at de kan forventes å gi omfattende forgiftninger i det akvatiske økosystemet.

NIVA har undersøkt forurensningstransporten fra Flåt nikkelgruve ved Evje i 1991 og 1992 (Arnesen og Iversen 1992). Nikkel var viktigste forurensningsparameter og total årlig transport var ca. 1,5 tonn/år. Virkningen i Oddebekken er markert, og kan ha negative effekter på fisk og andre organismer i bekken. Avrenningen har liten innvirkning på vannkvaliteten i Otra. Resultater viser noe økning i nikkelkonsentrasjonen i Otra forbi Evje, mens kobberkonsentrasjonen avtar noe. I følge SFTs miljøkvalitetskriterier for ferskvann tilfredsstiller Otra nedenfor Evje kravene til betegnelsen "god vannkvalitet" (tilstandsklasse I) når det gjelder innhold av tungmetaller.

Oppsummering:

Evje og Hornnes er en av kommunene i Aust-Agder som er hardest rammet av forurensning. Otra er lite påvirket av næringssalter. I tillegg til det pågående overvåkningsprogrammet i Otra, er det gjennomført enkelte undersøkelser i forbindelse med gruveforurensning og Forsvarets virksomhet i området. Det kan være aktuelt å undersøke vannkvaliteten i mindre vannforekomster hvor det er mistanke om forurensning, eller hvor det er dokumenterte brukerinteresser.

Litteraturoversikt - Evje og Hornnes

Tabell 12. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Evje og Hornnes kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=vertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
Otra:										
Wright og Grande	1981	Otra	*	*		*	*			
Grande et al.	1982	Otra	*	*		*	*			
Wright et al.	1983	Otra	*				*			
Grande og Wright	1984	Otra	*				*			
Boman og Grande	1985	Otra	*				*			
Lande og Grande	1986	Otra	*				*			
Hindar og Grande	1987	Otra	*	*		*	*			

Tabell 12. (forts.)

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=evertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
Traaen og Johannessen	1987	Otra	*							
Hindar et al.	1989	Otra								*
Faafeng et al.	1990	Breidflå	*	*		*				
Hindar et al.	1991	Otra	*	*			*			
Hindar et al.	1993	Otra	*	*			*			
Løvhøiden	1993	Byglandsfjord	*							
Kaste et al.	1994	Otra	*	*			*			
Kaste og Hindar	1994	Otra								*
Tilgroing med høyere vegetasjon:										
Rørslett	1983/90/91	Otra						*		
SFTs 1000-sjøers undersøkelse:										
SFT	1987		*							
		Bjørndalsvatn, Dåsvatn, Gunnarsvatn, Kosvatn, Ormetjern, Vassendvatn, Vetrhusvatn								
Andre undersøkelser:										
Rognerud og Fjeld	1990	Myglevatn							*	
Arnesen og Iversen	1992	Oddebekken	*							
Rognerud	1993	Evjemoen	*							

4.6. Froland

Landsomfattende / regionale undersøkelser

I SFTs 1000-sjøers undersøkelse (SFT 1987) hadde 8 av 10 undersøkte innsjøer i Froland pH-verdier under 5,0 (figur 1). Dette viser at forsuring er et problem for vannforekomstene i Froland. I en regional undersøkelse av forsuring i 67 innsjøer langs kysten i Aust-Agder (Hindar og Kleiven 1990) ble det tatt prøver fra to innsjøer i Froland. Begge innsjøene hadde pH-verdier mellom 5,0 og 5,5 (figur 4). Ved pH-nivåer under 5,0 er konsentrasjonen av giftig aluminium vanligvis så høy at en kan forvente skade på fiskebestandene.

Trævatn var i 1988 med i en landsomfattende undersøkelse av eutrofiering (overgjødning) i innsjøer (Faafeng et al. 1990). Figur 2 viser at innsjøen hadde middels høye konsentrasjoner av total fosfor i forhold til de andre undersøkte innsjøene i Aust-Agder. Fosforkonsentrasjonen ligger akkurat innenfor SFTs tilstandsklasse I ("god vannkvalitet") (vedlegg 7.1).

Blengsvann er undersøkt i en eldre hovedfagsoppgave i limnologi fra Universitetet i Oslo (Selåsdal 1950). Undersøkelsen la vekt på fysiske og kjemiske forhold i innsjøen.

Vassdragsundersøkelser i Nidelva

Nedenfor følger en kort oppstilling av undersøkelser i Nidelva som omfatter Froland kommune. Undersøkelsene er nærmere omtalt i avsnitt 3.3, og kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- SFTs program for overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 1993).
- Nærmeste overvåkningsstasjon i Nidelva ligger ved Rykene i Arendal.
- Norsk institutt for naturforskning Elveserie (Løvhøiden 1993).
- Overvåkningsstasjon i Nidelva ved Bøylefoss.
- Vurdering av Nidelva som mulig drikkevannskilde for Hisøy og Øyestad vannverk (Holtan 1965a).
- Tatt vannprøver ved Blakstad.
- Vannkvalitet og næringssalttilførsler til Nidelva. Konsekvenser av manøvreringen av Rykene dam for drikkevannskvaliteten i innsjøen Rore (Hindar og Lindstrøm 1989)
- Det ble tatt prøver ved Bøylestad og ved Løddesøl, som ligger like nedstrøms grensen til Arendal.
- Vurdering av effekter i forbindelse med kanaliseringsarbeider ved Evenstad kraftstasjon (Sættem 1984 a-c).
- Det er tidligere gjennomført et forprosjekt for en vannbruksplan for vassdraget (Gulbrandsen og Lande 1988) og utarbeidet en kalkingsplan for Nisservatn og Nidelva (Hindar 1989b).
- Overvåkning av forurensingssituasjonen i Arendalsvassdraget 1993-1994 (Kaste 1994b).
- En av stasjonene ligger ved Bøylestad.

Vassdragsundersøkelser i Tovdalsvassdraget

En forholdsvis liten del av Tovdalsvassdraget ligger innenfor Froland kommune, og de relativt få undersøkelsene som er gjennomført i denne delen av vassdraget er listet opp nedenfor. De fleste av undersøkelsene i Tovdalsvassdraget er gjennomført i den nedre delen av vassdraget (Birkenes og Kristiansand kommuner). Disse er nærmere omtalt i avsnitt 3.3. Kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- Vurdering av vannkvalitet i forhold til fiskeribiologiske forhold (Grande 1967).
- Undersøkelsen inneholder stikkprøver fra Uldalsåna.
- Høsten 1993 ble det tatt prøver fra 50 innsjøer langs hele vassdraget, som grunnlag for å utarbeide et kart med tålegrenser for sur nedbør (Hindar, under utarbeidelse). Det er tidligere utarbeidet en kalkingsplan for vassdraget (Hindar 1991).

Oppsummering:

Forsuring er et betydelig problem i Froland. Nidelva og Tovdalselva er dominerende elementer i kommunens vassdragsnatur. Disse er ikke vesentlig påvirket av næringsalter, men kan ha forhøyede bakteriekonsentrasjoner i enkelte vassdragsavsnitt. Vassdragsundersøkelser som er gjennomført i kommunen er naturlig nok konsentrert om de to nevnte vassdragene, men det kan i tillegg være ønskelig med miljøundersøkelser i mindre vannforekomster hvor det er mistanke om forurensning, eller hvor det er dokumenterte brukerinteresser.

Litteraturoversikt - Froland

Tabell 13. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Froland kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=evertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
Nidelva:										
Sættem	1984	Nedre Nidelva	*		*		*			
Gulbrandsen og Lande	1988	Nidelva								*
Hindar	1989	Nidelva								*
Hindar et al.	1989	Nidelva								*
Hindar og Lindstrøm	1989	Nidelva + Rore	*	*	*					
Holtan	1993	Nidelva	*							
Løvhøiden	1993	Bøylestad, Rykene	*							
SFT	1993	Nidelva	*							
Kaste	1994b	Nidelva	*							
Tovdalsvassdraget:										
Grande	1967	Tovdalsvassdraget	*	*						
Johannessen et al.	1981	Tovdalsvassdraget	*		*					
Hindar	1991	Tovdalsvassdraget								*
Løvhøiden	1993	Tveitvatn / Boen	*							
SFT	1993	Boen	*							
SFTs 1000-sjøers undersøkelse:										
SFT	1987	Bellandsvatn, Blengsvatn, Formuvatn, Heidalsvatn, Hundevatn, Ljosevatn, Meselvatnet, Myklandsvatn, Røyselandsvatn, Trævatn	*							
Andre innsjø-undersøkelser:										
Selåsdal	1950	Blengsvatn	*							
Faafeng et al.	1990	Trævatn	*	*		*				
Hindar og Kleiven	1990	Meselvatn	*							

4.7. Gjerstad

Landsomfattende / regionale undersøkelser

I SFTs 1000-sjøers undersøkelse (SFT 1987) hadde 2 av 3 undersøkte innsjøer i Gjerstad pH-verdier under 5,0 (figur 1). Den tredje innsjøen hadde pH mellom 5,0 og 5,5. En regional undersøkelse av 67 forsurrede innsjøer langs kysten av Aust-Agder (Hindar og Kleiven 1990) illustrerer det samme situasjonen (figur 4, to innsjøer fra Gjerstad): Vannforekomstene i Gjerstad er preget av forsuring, men ikke i samme grad som i områdene lenger vest og nord i fylket.

Gjerstadvatn var i 1988 med i en landsomfattende undersøkelse av eutrofiering (overgjødning) i innsjøer (Faafeng et al. 1990). Figur 2 viser at innsjøen hadde middels høye konsentrasjoner av total fosfor i forhold til de andre undersøkte innsjøene i Aust-Agder. Fosforkonsentrasjonen ligger akkurat innenfor SFTs tilstandsklasse I ("god vannkvalitet") (vedlegg 7.1).

Gjerstadvann er forøvrig 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.

Undersøkelser / overvåkning i samband med kalking - Gjerstad kommune

I løpet av 1980-tallet ble det drevet omfattende forskning omkring forsurening og kalking av innsjøer i Gjerstad (f.eks. Hindar et al. 1984, Hindar og Nilssen 1984). Blant de lokalitetene som ble undersøkt i denne perioden kan nevnes: Store Finnetjern, Lille Finnetjern, Kjellingstjenn, Skuggetjenn, Marksettjenn, Kabrettstetjenn, Heilandsvann, Diplane, Ljådalslonene, Solemstjenn og Storelva ovenfor Gjerstadvann. I de senere år er det kun Store Finnetjern som blir overvåket i kalkingssammenheng (Kroglund og Kleiven 1994). Dagens kalkingsstrategi har ført til en stabil og tilstrekkelig høy pH i dette vannet.

Vassdragsundersøkelser i Gjerstadvassdraget

Nedenfor følger en kort oppstilling av undersøkelser i Gjerstadvassdraget. Undersøkelsene er nærmere omtalt i avsnitt 3.3, og kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- SFTs program for overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 1993).
 - Overvåkningsstasjon i Gjerstadvassdraget ved Sønedeiddammen (i Risør)
- Undersøkelse av forurensningsforholdene i Gjerstadvassdraget (Boman 1985c)
 - Stasjoner: Gjerstadvann, Holtefjord, utløp Midtvann, Haugeelv, Brøbørvann.
 - I tillegg ble det foretatt stikkprøver i Lilleelv, Mostadbekken, bekker ved Brokeland, Gryting, Østerholt, Røa, Vehusmyr og Åbø.

Oppsummering:

Vannforekomster i Gjerstad er påvirket av forsurening, særlig i de indre områdene. Kommunen er likevel ikke rammet i samme grad som de forsurede områdene lenger vest og nord i fylket. Gjerstadvassdraget er noe påvirket av næringssalter og organisk stoff, spesielt i enkelte sidebekker. Framtidig overvåkning bør rettes mot Gjerstadvassdraget, men det kan i tillegg være ønskelig med miljøundersøkelser i mindre vannforekomster hvor det er mistanke om forurensning, eller hvor det er dokumenterte brukerinteresser.

Litteraturoversikt - Gjerstad

Tabell 14. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Gjerstad kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=evertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
Gjerstadvassdraget:										
Selåsdal	1950	Gjerstadvatn	*							
Boman	1985c	Gjerstadvassdraget	*		*					
Hindar og Rørslett	1989	Gjerstadvassdraget	*					*	*	
Faafeng et al.	1990	Gjerstadvatn	*	*		*				
Holtan et al.	1993	Gjerstadvassdraget	*							
SFT	1993	Gjerstadvassdraget	*							
SFTs 1000-sjøers undersøkelse:										
SFT	1987	Bjørnstadvatn, Kleivvatn, Svartvatn	*							
Overvåkning i samband med kalking:										
Hindar et al.	1984	Elver i Gjerstad	*							
Hindar og Nilssen	1984	Småvann i Gjerstad	*	*		*	*	*		
Kroglund og Kleiven	1994	Store Finnetjern	*							
Andre innsjø-undersøkelser:										
Hindar og Kleiven	1990	Røyvatnet, Svart	*							

4.8. Grimstad

Landsomfattende / regionale undersøkelser

I SFTs 1000-sjøers undersøkelse (SFT 1987) hadde 7 av 10 undersøkte innsjøer i Grimstad pH-verdier under 5,0 (figur 1). I en tilsvarende Regionalundersøkelse av innsjøer langs kysten av Aust-Agder (Hindar og Kleiven 1990) hadde 4 av 6 innsjøer pH-verdier under 5,0 (figur 4). Det ble ikke registrert pH-verdier over 5,5 i noen av innsjøene. Vannforekomster i Grimstad er derfor hardt rammet av forsuring. En må under marin grense (f.eks. Temse) for å finne pH-verdier over 5,5-6,0. Ved pH-nivåer under 5,0 er konsentrasjonen av giftig aluminium vanligvis så høy at en kan forvente skade på fiskebestandene.

Temse, Reddalsvatn og Landvikvatn var i 1988 med i en landsomfattende undersøkelse av eutrofiering (overgjødning) i innsjøer (Faafeng et al. 1990). Innsjøene hadde relativt høye konsentrasjoner av total fosfor (figur 2). Gjennomsnittsverdien i de tre vannene lå i tilstandsklasse III ("nokså dårlig") i SFTs klassifiseringssystem for ferskvann (vedlegg 7.1). Temse hadde den høyeste konsentrasjonen av alger; middelkonsentrasjonen av klorofyll lå i 1988 i tilstandsklasse IV ("dårlig"). Reddalsvatn og Landvikvatn hadde lavere konsentrasjoner av algeklorofyll (hhv. tilstandsklasse II og III).

6 vassdrag i Grimstad er med i en regional undersøkelse av vannkvaliteten i kystnære småvassdrag (Hindar 1990e). Undersøkelsen omfatter kun én prøve fra hvert vassdrag. Figur 3 viser at alle de undersøkte vassdragene i Grimstad hadde høye konsentrasjoner av total fosfor (25-115 µg P/l). Temsebekken, Groosebekken, Ågrebekken, Pendalsbekken og Lindtveitbekken hadde alle fosforkonsentrasjoner over 50 µg Tot-P/l, som ligger innenfor SFTs tilstandsklasse V ("meget dårlig").

Groosebekken og Ågrebekken har i tillegg vært med i en regional undersøkelse av bunndyr i kystnære småvassdrag (Strand 1989, tabell 6). Undersøkelsen omfatter også vannkjemiske parametre, tatt 1-2 ganger i hvert vassdrag. Hindar (1990a) har beregnet forurensningstilførsler til Temsebekken, Reddalsvassdraget og Lindtveitbekken.

Innsjøene Rore og Syndle har vært med i en landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter (Rognerud og Fjeld 1990). Som de andre undersøkte innsjøene på Sørlandet, som mottar langtransportert forurenset luft og nedbør, var tungmetallinnholdet i innsjøsedimentene forholdsvis høyt. Rapporten konkluderer imidlertid med at tungmetallforurensningen ikke medfører fare for helseskadelige konsentrasjoner i fisk.

Snøløsvatn undersøkt i en eldre hovedfagsoppgave i limnologi fra Universitetet i Oslo (Selåsdal 1950). Det er lagt vekt på fysiske og kjemiske forhold i innsjøen.

Overvåkning i samband med kalking

a) Rorevassdraget.

De første oppfølgingsundersøkelsene av kalkingen i Rorevassdraget ble gjennomført i Holvannet, Rosævatn og Birkedalsbekken (Hindar 1988b). Siden er kalkingsvirksomheten utvidet med to doserere ved innløpet til innsjøene Vigelandsvatn og Kilandsvatn. Effektoppfølgingen ble i 1991 utvidet til omlag 20 stasjoner for vannkjemi og 15 stasjoner for bunndyrundersøkelser (Kroglund et al. 1994). Undersøkelsene omfatter også de store innsjøene Syndle og Rore, som ligger nedenfor kalkingstiltakene.

Rore og Syndle har gjennomgått en betydelig vannkvalitetsforbedring etter at det ble satt igang kalking i de to største tilløpselvene. pH-verdiene har økt til gjennomsnittlig 5,4, og konsentrasjonen av giftig aluminium har sunket. Kalkingsinnsatsen i vassdraget er imidlertid fortsatt for liten til at innsjøene kan oppnå fullgod vannkvalitet for fisk. I den ene tilløpselven til Rore, Urånavassdraget, har pH ligget på et høyt nivå (> 6,0) siden doseringsanlegget ved innløpet til Vigelandsvatn ble satt i drift. I Kiland/Bjørkos-vassdraget har doseringsanlegget hatt visse problemer med å holde stabil og god vannkvalitet ned til innløpet i Syndle.

b) Røynelandsvatn

Røynelandsvatn ligger i Stigselvassdraget, ca. 15 km vest for Grimstad og er et forsøksområde for våtmarkskalking. Et 46 da. stort myrområde i det nærmeste tilsigsområdet til innsjøen ble kalket i 1990. Siden er det gjennomført et oppfølgingsprogram på vannkjemi, jordkjemi, terrestrisk vegetasjon, bunndyr og vannvegetasjon (Hindar et al. 1994b).

Lokale undersøkelser

Innsjøen Rore ble undersøkt på 1950-tallet (Fuglestvedt 1954) og tidlig på 1960-tallet, med tanke på vannforsyning for Arendalsregionen (Holtan 1965c). Rore hadde tidlig på 1960-tallet pH-verdier under 5,5 og nitratverdier rundt 150 µg/l. Etter at Rorevassdraget er blitt kalket i de senere år er pH-verdien i vannet steget fra 4,7 i 1983 til omkring 5,4 i 1993 (Sevaldrud og Skogheim 1985, Kaste og Kroglund 1994). Nitratinnholdet er imidlertid over dobbelt så høyt i dag som tidlig på 1960-tallet. Denne økningen skyldes for en stor del nitrogentilførsler via forurenset luft og nedbør. Konsentrasjonen av totalt reaktivt aluminium har sunket etter kalking, fra 380 µg/l i 1983 til 150-200 µg/l i 1993.

Røynevatn, som ligger i Urånassvassdraget like før innløpet i Rore, ble undersøkt av Kaste (1990). Innsjøen var da svært næringsfattig og forsuret. Uråna-vassdraget er nå fullkalket fra Vigelandsvatn og nedover (se avsn. 3.3).

Innsjøen Temse er næringsrik og påvirket av jordbruksaktiviteter i nedbørfeltet (Dale 1969, Boman og Andreassen 1981b, Kaste 1990). Næringsstoffer i innsjøen gir grunnlag for en relativt høy algeproduksjon. I 1988 ble problemalgen *Gonyostomum semen* observert i innsjøen (Kaste 1990). Dette er en algeart som i store konsentrasjoner kan forårsake kløe og utslett i forbindelse med bading. Utløpsbekken fra Temse blir tilført ytterligere næringsalter fra jordbruksområder og spredt bebyggelse før den renner til Nidelva (Boman og Andreassen 1981b).

Lindtveitbekken ble undersøkt i 1978 og 1979 av Boman og Andreassen (1980a). Innholdet av næringsalter i vassdraget ble den gang betegnet som urovekkende høyt. Vassdragets eneste innsjø, Bergtjern, var i ferd med å gro igjen med høyere vegetasjon. Nedenfor utløpet av tjernet ble det registrert 3-4 ganger høyere innhold av nitrogen, og 5-6 ganger høyere innhold av fosfor enn det en kan forvente i et upåvirket vassdrag.

Reddalsvassdraget, som inkluderer innsjøene Reddalsvatn og Landvikvatn, er et viktig gyteområde for fisk. Vassdraget er påvirket av landbruket og spredte utslipp. Landvikvannet er et viktig våtmarksområde og også naturreservat. Havforskningsinstituttets Forskningsstasjon i Flødevigen (HFF) har analysert saltholdighet og oksygeninnhold i Landvikvatn i forbindelse med sildeundersøkelser gjennomført i perioden 1983-1994. Saltholdigheten på 1 meters dyp har variert mellom 0,6 og 30 promille i undersøkelsesperioden, og det ble registrert oksygenvinn og lukt av hydrogensulfid dypere enn 5-8 meter. Resultatene finnes i form av håndskrevne journaler og interne rapporter hos HFF. Reddalsvatn og Landvikvatn er forøvrig undersøkt i en eldre hovedfagsoppgave i limnologi fra Universitetet i Oslo (Juveng 1962).

Oppsummering:

En stor del av innsjøene i kommunen er skadet av forsurening. En må under marin grense for å finne vann med pH-verdier over 5,5-6,0. Tidligere undersøkelser viser at det er relativt høye næringssaltkonsentrasjoner i mange småvassdrag. Det foreligger god dokumentasjon på forureningstilstanden i kommunen. Framtidig overvåkning bør rettes mot små, befolkningsnære vassdrag hvor det tidligere er dokumentert høye næringssaltkonsentrasjoner.

4.9. Iveland

Landsomfattende / regionale undersøkelser

I SFTs landsomfattende forsuringundersøkelse (SFT 1987) hadde 6 av 7 undersøkte innsjøer i Iveland pH-verdier under 5,0 (figur 1). Bare Oggevatn hadde en pH-verdi på over 5,5 i denne undersøkelsen. Dette viser at Iveland er blant de kommunene i Aust-Agder som er hardest rammet av forsuring. Ved pH-nivåer under 5,0 er konsentrasjonen av giftig aluminium vanligvis så høy at en kan forvente skade på fiskebestandene.

Oggevatn har vært med i en landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter (Rognerud og Fjeld 1990). Som de andre undersøkte innsjøene på Sørlandet, som mottar langtransportert forurenset luft og nedbør, var tungmetallinnholdet i innsjøsedimentene forholdsvis høyt. Rapporten konkluderer imidlertid med at tungmetall-forurensningen ikke medfører fare for helseskadelige konsentrasjoner i fisk.

Vassdragsundersøkelser i Otra.

Nedenfor følger en kort opplisting av undersøkelser i Otra som omfatter Iveland kommune. Undersøkelsene er nærmere omtalt i avsnitt 3.3, og kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- Overvåkning av Otra i forbindelse med Statlig program for forurensningsovervåkning (se bl.a. Hindar og Grande 1987, Hindar et al. 1991, Kaste et al. 1994):
 - I dag ligger nærmeste stasjon ved Evje og ved utløpet av Venneslafjorden.
 - Tidligere stasjon ved Steinsfoss (fram til 1987)
- Tilgroing med vannvegetasjon (Skulberg 1970, Rørslett et al. 1981, Rørslett 1990, 1991).
- Behov for kalkingstiltak i Otra (Traaen og Johannessen 1987, Kaste og Hindar 1994).
 - Førstnevnte rapport inneholder kjemiske data fra Otra ved Steinsfoss og stikkprøver fra bekker ved Tveittjønn og Jeppestøl.

Lokale undersøkelser

Hindar (1994) har vurdert ulike minstevannførings effekt på surheten på to elvestrekninger mellom Kilefjorden og Steinsfoss. Strekingen med minstevannføring oppstrøms Steinsfoss ble funnet å være mest utsatt for forsuring på grunn av påvirkning fra et relativt stort og forsuret lokalt nedbørfelt. Strekingen med minstevannføring oppstrøms Iveland er også forsuringutsatt, men i noe mindre grad på grunn av et mindre omfangsrikt lokalfelt. Effekt av kloakkslipp ble ikke vurdert på denne strekingen, men nedenfor Vennesla ble det simulert effekter av både kloakkslipp og industriutslipp ved forskjellige vannføringer.

Oppsummering:

Iveland er blant de kommuner i Aust-Agder som er hardest rammet av forsuring. Otra er lite påvirket av næringssalter. I tillegg til det pågående overvåkningsprogrammet i Otra, kan det være aktuelt å undersøke vannkvaliteten i mindre vannforekomster hvor det er mistanke om forurensning, eller hvor det er dokumenterte brukerinteresser.

Litteraturoversikt - Iveland

Tabell 16. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Iveland kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=evertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgift	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
Otra:										
Wright og Grande	1981	Otra	*	*		*	*			
Grande et al.	1982	Otra	*	*		*	*			
Wright et al.	1983	Otra	*				*			
Grande og Wright	1984	Otra	*				*			
Boman og Grande	1985	Otra	*				*			
Lande og Grande	1986	Otra	*				*			
Hindar og Grande	1987	Otra	*	*		*	*			
Traaen og Johannessen	1987	Otra	*							
Hindar et al.	1989	Otra								*
Hindar et al.	1991	Otra	*	*			*			
Hindar et al.	1993	Otra	*	*			*			
Kaste et al.	1994	Otra	*	*			*			
Kaste og Hindar	1994	Otra								*
Konsekvensvurdering av kraftutbygging:										
Hindar	1994	Otra								*
Tilgroing med høyere vegetasjon:										
Skulberg	1970	Kilefjorden						*		
Rørslett	1983/90/91	Otra						*		
SFTs 1000-sjøers undersøkelse:										
SFT	1987		*							
Eielandsvatn, Grossåvatn, Grunnevatn, Noslebuvatn, Ogge, Svalandsvatn, Øynavatn										
Andre innsjø-undersøkelser:										
Rognerud og Fjeld	1990	Oggevatn							*	

4.10. Lillesand

Landsomfattende / regionale undersøkelser

Resultater fra SFTs 1000-sjøers undersøkelse i 1986 (SFT 1987) viser at innsjøene i Lillesand er sterkt belastet av forsurening (figur 1). 4 av 6 undersøkte innsjøer hadde pH-verdier under 5,0, mens de øvrige to lå i pH-intervallet 5,0-5,5. En regional forsøringsundersøkelse i Aust-Agder (Hindar og Kleiven 1990) viser samme tendens: 6 av 9 undersøkte innsjøer hadde pH-verdier under 5,0, mens kun én innsjø hadde pH over 5,5 (figur 4). Undersøkelsene viser at vannforekomster i Lillesand er hardt rammet av forsurening. Ved pH-nivåer under 5,0 er konsentrasjonen av giftig aluminium vanligvis så høy at en kan forvente skade på fiskebestandene.

I alt 13 vassdrag i Lillesand har vært med i en regional undersøkelse av vannkvaliteten i kystnære småvassdrag (Hindar 1990e). Undersøkelsen, som kun er basert på én prøve fra hvert vassdrag viser at Moelva, Haukevikje og Daletjørbekken hadde høyest fosforkonsentrasjon av de 13 vassdragene (figur 3). Den målte fosforkonsentrasjonen i Moelva ligger innenfor SFTs tilstandsklasse IV ("dårlig vannkvalitet") (vedlegg 7.1).

7 av de samme vassdragene var med i en regional undersøkelse av bunndyr i kystnære småvassdrag (Strand 1989, tabell 6). Undersøkelsen omfatter også vannkjemiske parametre, målt 1-2 ganger i hvert vassdrag.

Lokale undersøkelser

Austre Grimevatn ble på midten av 1960-tallet vurdert som drikkevannskilde for Lillesand kommune (Holtan 1963). Vannet ble undersøkt med hensyn på bakterier og fysisk / kjemisk vannkvalitet, men ikke næringsalter. Det ble ikke registrert tarmbakterier i noen av prøvene som ble analysert.

Glamslandsvassdraget ble vannkjemisk overvåket på slutten av 1960-tallet og begynnelsen av 1970-tallet i forbindelse med forurensninger fra gruvevirksomhet (Arnesen og Grande 1975). Det ble påvist høy pH (10,0), høy konduktivitet, turbiditet (partikler), samt høye fluoridkonsentrasjoner i perioden 1968-1975. Påvirkningen var størst i de indre delene av vassdraget, men også i utløpet av Glamslandsvatn ble det registrert klare forurensningsvirkninger. Fluoridkonsentrasjonen var langt over Folkehelsas normer for akseptabelt drikkevann. I en regionalundersøkelse utført av Hindar (1990e) ble det fortsatt registrert høye verdier for pH, konduktivitet og kalsium i Glamslandsbekken.

I Langedalstjønna er det påvist ekstreme vannkvalitetsendringer i forbindelse med sprengningsarbeider ved E18-senteret i Lillesand (Hindar et al. 1992b). Bergartene i området inneholder forholdsvis store mengder magnetkis, kopperkis og pyritt. Når luft og vann kommer i kontakt med nye, ferske mineraloverflater som følge av sprengningene, vil det kunne dannes store mengder svovelsyre. Dette har ført til ekstreme aluminiumskonsentrasjoner (5 mg Al/l) og lav pH (4,3-4,4) i Langedalstjønna, med vesentlige følger for fisk og andre vannlevende organismer.

Lignende forhold er nylig observert i det sjøauførende Åna-vassdraget i forbindelse med byggearbeider i Næringsparken øst for Kristiansand. I en tidligere undersøkelse av Åna-vassdraget ble det påvist relativt høye nærings盐konsentrasjoner i de øvre delene (Barselvatnet), og forsuringspåvirkning på strekningen Rossevatn - Kvåsefjorden (Hindar 1990b). Forsuringssituasjonen i vassdraget truer naturlig reproduksjon hos fisk.

Lillesand kommune har samlet inn vannprøver fra Moelva som er sendt inn til vannkjemisk analyse. Det er i tillegg foretatt en befaring i vassdraget, som konkluderer med at elva er påvirket av mange forskjellige forurensningskilder. De relativt få vannprøvene som er tatt indikerer høye konsentrasjoner av næringsalter, spesielt i de nedre delene av vassdraget. Dette bekreftes også av vannprøver tatt i forbindelse med en regionalundersøkelse utført i Aust-Agder (Hindar 1990e). Sigevann fra Nordbøveien søppelfyllplass inneholdt i 1989 store konsentrasjoner av jern,

ammonium og organisk stoff. Vassdraget er i likhet med mange andre sørlandsvassdrag forsuret på grunn av langtransporterte forurensninger.

Oppsummering:

Innsjøer i Lillesand er sterkt belastet av forsurening. Sprengningsarbeider i sulfidholdige bergarter har ført til sur avrenning og ekstreme aluminiumkonsentrasjoner i Langedalstjønnen. Tidligere undersøkelser viser at det er relativt høye næringssaltkonsentrasjoner i enkelte småvassdrag, blant annet i Moelva. Framtidig overvåkning bør rettes mot små, befolkningsnære vassdrag hvor det tidligere er dokumentert høye næringssaltkonsentrasjoner.

Litteraturoversikt - Lillesand

Tabell 17. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Lillesand kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=evertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
Undersøkelse av kystnære småvassdrag:										
Hindar	1990e		*							
		Daletjørnbekken, Fjelldalsbekken, Glamslandsbekk, Grimeelv, Haukevikje, Holtsvatnbekken, Isefjærvassdraget, Langebekken, Moelva, Steindalsbekken, Stemtjørnbekken, Vallesværelva, Ånavassdraget								
Regional forsuringsundersøkelse fra 1984:										
Hindar og Kleiven	1990		*							
		Austre Grimevatnet, Blautetjenn, Fjellvatnet, Furekjertjenna, Modalstjenn, Rossetjønn, Steinsvatnet, Store Eftevatnet, Vestre Fjellvatnet								
SFTs 1000-sjøers undersøkelse:										
SFT	1987		*							
		A. Grimevatn, Blindevatnet, Furekjertjønn, St. Eftevatn, Steinsvatnet, V. Grimevatn								
Regional bunndyrundersøkelse:										
Strand	1989		*				*			
		Fjelldalselva, Glamslandvatn, Isefjærvassdraget, Langebekken, Steindalsbekken, Vallesværelva, Ånavassdraget								
Andre innsjø-undersøkelser:										
Holtan	1963	Austre Grimevatn	*		*					
Arnesen og Grande	1975	Glamslandvassdr.	*	*		*	*			
Hindar	1990b	Ånavassdraget	*							
Hindar et al.	1992b	Langedalstjønnen	*							

4.11. Risør

Landsomfattende / regionale undersøkelser

Landsomfattende og regionale undersøkelser av forsuring (SFT 1987, Hindar og Kleiven 1990) viser at innsjøene i Risør dekker det meste av pH-spekteret fra omlag 4,5 til 7,0 (figur 1 og 4). Innsjøer som ligger under marin grense har gode bufferegenskaper og har ofte pH-verdier over 6,0. Innsjøer som ligger over marin grense har dårligere kapasitet til å nøytralisere sur nedbør, og pH-verdiene i disse innsjøene ligger som oftest under 5,5. I regionalundersøkelsen til Hindar og Kleiven (1990) hadde 6 av 16 innsjøer i Risør pH-verdier under 5,0, mens 5 av 16 hadde pH-verdier over 5,5. Ved pH-nivåer under 5,0 er konsentrasjonen av giftig aluminium vanligvis så høy at en kan forvente skade på fiskebestandene.

I alt 6 vassdrag i Risør har vært med i en regional undersøkelse av vannkvaliteten i kystnære småvassdrag (Hindar 1990e). Undersøkelsen omfatter kun én prøve fra hvert vassdrag. Figur 3 viser at Dalsvatn var det eneste av Risør-vassdragene som hadde fosfor- konsentrasjoner på over 10 µg Tot-P/l. Dette vassdraget lå dermed innenfor tilstandsklasse II ("mindre god") i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann (vedlegg 7.1).

Leivvatn/Skarvatn, Aklandsvassdraget og Auslandsvassdraget har vært med i en regional undersøkelse av bunndyr i kystnære småvassdrag (Strand 1989, tabell 6). Vannkjemiske målinger (1-2 prøver pr. vassdrag) viser at Aklandsvassdraget og Auslandsvatn hadde de høyeste fosforkonsentrasjonene med henholdsvis 11 og 12 µg Tot-P/l.

Vassdragsundersøkelser i Gjerstadvassdraget

Nedenfor følger en kort opplisting av undersøkelser i Gjerstadvassdraget som omfatter Risør kommune. Disse, samt undersøkelser som er gjennomført lenger oppe i vassdraget er nærmere omtalt i avsnitt 3.3. Kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- SFTs program for overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 1993).
 - Overvåkningsstasjon i Gjerstadvassdraget ved Søndeleddammen.
- Undersøkelse av forurensningsforholdene i Gjerstadvassdraget (Boman 1985c)
 - Brørbørvann var en av hovedstasjonene i undersøkelsen.

Oppsummering:

Innsjøer i Risør med nedbørfelt under marin grense er ikke nevneverdig påvirket av forsuring. Risør er i så måte bedre stilt enn mange andre kommuner i Aust-Agder. I en regional undersøkelse av kystnære småvassdrag ble det målt forholdsvis lave næringssaltkonsentrasjoner i 6 utvalgte Risør-vassdrag. Foruten enkelte landsomfattende og regionale vassdragsundersøkelser, er det forholdsvis lite dokumentasjon på vannkvaliteten i Risør. Framtidig overvåkning bør rettes mot små, befolkningsnære vassdrag hvor det er mistanke om forurensning, eller hvor det er dokumenterte brukerinteresser.

Litteraturoversikt - Risør

Tabell 18. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Risør kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=evertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
Undersøkelse av kystnære småvassdrag:										
Hindar	1990e		*							
Auslandsvassdraget, Dalsvatnbekken, Hammartjernbekken, Kvernvatnbekken, Nærestadvassdraget, Skarvatnbekken, Skjerka										
Regional forsøringsundersøkelse fra 1984:										
Hindar og Kleiven	1990		*							
Ansteinsvatnet, Breidungen, Gartetjenn, Kroktjenna, Krokvatnet, Molandsvatn, Nevlungvatnet, Sandvatnet, Skardvatnet, Store Stamsøytjern, Svart, Torskebergtjenn, Trolltjenn, Uvatn, Vemmelstjenn, Øygardstjenn										
SFTs 1000-sjøers undersøkelse:										
SFT	1987		*							
Breidungen, Molandsvatn, Sandvatnet, Skardvatn, Uvatn										
Regional bunndyrundersøkelse:										
Strand	1989		*				*			
Aklandsvassdraget, Auslandsvatn, Leivvatn, Skarvatn										
Gjerstadvassdraget:										
Boman	1985c	Brøbørvatn	*		*					
Hindar. og Rørslett	1989	Brøbørvatn	*					*	*	
Holtan et al.	1993	Brøbørvatn	*							
SFT	1993	Gjerstadvassdraget	*							

4.12. Tvedestrand

Landsomfattende / regionale undersøkelser

Landsomfattende og regionale undersøkelser av forsuring (SFT 1987, Hindar og Kleiven 1990) viser at innsjøene i Tvedestrand dekker det meste av pH-spekteret fra omlag 4,5 til 7,0 (figur 1 og 4). Innsjøer som ligger under marin grense har gode bufferegenskaper og har ofte pH-verdier over 6,0. Innsjøer som ligger over marin grense har dårligere kapasitet til å nøytralisere sur nedbør, og pH-verdiene i disse innsjøene ligger som oftest under 5,5.

I alt 7 vassdrag i Tvedestrand var med i en regional undersøkelse av vannkvaliteten i kystnære småvassdrag (Hindar 1990e). Undersøkelsen omfatter kun én prøve fra hvert vassdrag. Figur 3 viser at Strengselva hadde den høyeste konsentrasjonen av total fosfor (34 µg Tot-P/l), en verdi som kvalifiserte til tilstandsklasse IV ("dårlig") i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann (vedlegg 7.1). Gjevingvassdraget hadde den nest høyeste fosfor-konsentrasjonen av Tvedestrand-vassdragene med omkring 13 µg Tot-P/l.

Nærestadvassdraget (utløp i Tvedestrand), Skjerkavassdraget, Strengselva og Gjevingvassdraget har også vært med i en regional undersøkelse av bunndyr i kystnære småvassdrag (Strand 1989, tabell 6). Vannkjemiske målinger (1-2 prøver pr. vassdrag) viste at Strengselva hadde svært høye næringssaltkonsentrasjoner (105 µg Tot-P/l). Hindar (1990a) har beregnet forurensningstilførsler til Strengselva.

Vassdragsundersøkelser i Vegårvassdraget

Nedenfor følger en kort oppstilling av undersøkelser i Vegårvassdraget som omfatter Tvedestrand kommune. Disse, samt undersøkelser som er gjennomført lenger oppe i vassdraget er nærmere omtalt i avsnitt 3.3. Kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- Overvåkning i samband med kalking (Kaste 1994c).
 - Som en del av dette programmet er det en overvåkningsstasjon i Storelva ved Nes Verk. Denne stasjonen har tidligere vært drevet av Norsk institutt for naturforskning siden 1980 (Løvhøiden 1993).
- Overvåkning av Jorstadvassdraget (Boman og Andreassen 1982b, Boman 1982b, 1984, 1985b)
 - Stasjoner i Tvedestrand kommune: Jorstadvatn (innsjø + utløp), Strengselva: nedenfor Goderstad), ved Holt og nedenfor Fianesvingen.
- Overvåkning av Strengselva (Hindar et al. 1992a).
 - Stasjoner: Jorstadvatn (utløp), Strengselva: etter Kleiva, etter Goderstad (2 stasjoner), etter Holt, før Fianesvingen, før utløp i Storelva.
- Stikkprøve av vannkvaliteten i Songevatn (Slotta og Skogaas 1994)

Oppsummering:

Innsjøer i Tvedestrand med nedbørfelt under marin grense er ikke nevneverdig påvirket av forurensning. Tvedestrand er i så måte bedre stilt enn mange andre kommuner i Aust-Agder. De nedre delene av Vegårvassdraget er noe belastet med næringssalter (f.eks. Strengselva). Framtidig overvåkning bør rettes mot de nedre delene av Vegårvassdraget, men det kan i tillegg være ønskelig med miljøundersøkelser i mindre vannforekomster hvor det er mistanke om forurensning, eller hvor det er dokumenterte brukerinteresser.

Litteraturoversikt - Tvedestrand

Tabell 19. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Tvedestrand kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=vertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
Jorstadvassdraget / Strengselva										
Boman	1982b	Jorstadvassdraget	*		*					
Boman og Andreassen	1982b	Jorstadv / Strengselva	*		*					
Boman	1984	Jorstadvassdraget	*		*					
Boman	1985a	Jorstadvassdraget	*		*					
Hindar	1990a,e	Strengselva	*							
Hindar et al.	1992a	Strengselva	*				*			
Undersøkelse av kystnære småvassdrag:										
Hindar	1990e	Gjevingelv, Kråkvågbekken, Kvastadbekken, Vatnebuassdraget, Østeråbekken	*							
Regional forsøringsundersøkelse:										
Hindar og Kleiven	1990	Bjellandsvatnet, Folefjern, Folevatnet, Gulpettvatnet, Hovdandsvatnet, Sagtjern, Sagvatn, Sandvatnet, Stortjern, Svinbutjenn, Østeråvatn	*							
SFTs 1000-sjøers undersøkelse:										
SFT	1987	Gulspettvatn, Hofdalsvatn, Hommevatn, Hovdandsvatn, Jostadvatn, Lauvdalsvatn, Lindlandsvatn, Niksjå, Røyvatn, Sandvatn, Sandvatn, Stokkebuvatn, Østeråvatn, Øynesvatn, Åsvatn	*							
Regional bunndyrundersøkelse:										
Strand	1989	Gjevingelv, Nærestadvassdraget, Skjerkavassdraget, Strengselva	*				*			
Andre innsjø-undersøkelser:										
Holtan	1965b	Øynesvatn	*		*					
Holtan et al.	1993	Vegårvassdraget	*							
Slotta og Skogaas	1994	Songevnn	*							

4.13. Valle

Landsomfattende / regionale undersøkelser

I SFTs 1000-sjøers undersøkelse (SFT 1987) hadde 23 av 25 undersøkte innsjøer i Valle pH-verdier mellom 5,0 og 5,5 (figur 1). De to øvrige innsjøene hadde pH-verdier mellom 5,5 og 6,0. Undersøkelsen viser at innsjøene i Valle ikke er blant de sureste i fylket, men vannkvaliteten kan likevel medføre skader på fiskebestandene.

Myklevatn og Roskreppfjorden har vært med i en landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter (Rognerud og Fjeld 1990). Som de andre undersøkte innsjøene på Sørlandet, som mottar langtransportert forurenset luft og nedbør, var tungmetallinnholdet i innsjøsedimentene forholdsvis høyt. Rapporten konkluderer imidlertid med at tungmetallforurensningen ikke medfører fare for helseskadelige konsentrasjoner i fisk.

Vassdragsundersøkelser i Otra

Nedenfor følger en kort oppstilling av undersøkelser i Otra som omfatter Valle kommune. Undersøkelsene er nærmere omtalt i avsnitt 3.3, og kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- Overvåkning av Otra i forbindelse med Statlig program for forurensningsovervåkning (se bl.a. Hindar og Grande 1987, Hindar et al. 1991, Kaste et al. 1994):
 - I dag ligger nærmeste stasjon ved Ose bru i Bygland kommune.
 - Tidligere stasjon ved Valle (fram til 1987)
- Undersøkelse av vannkvalitet i terskelbasseng i Otra ved Valle (Boman et al. 1984)
- Tilgroing i Otra med høyere vegetasjon (Rørslett et al. 1981, Rørslett 1990, 1991).
- Behov for kalkingstiltak i Otra (Traaen og Johannessen 1987, Kaste og Hindar 1994).
 - Førstnevnte rapport inneholder kjemiske data fra Otra ved Valle.
- Vurdering av resipientforhold i forbindelse med Hekni kraftverk (Grande og Wright 1982).
 - Tatt prøver i Kvernelvi (Bestelandsåni), Mjunebekken og Grosåni.
- Vurdering av forurensningseffekter av en eventuell overføring av Bjørnarå m.fl. og Bestelandså m.fl. til Brokke kraftverk (Holtan og Lingsten 1986).
 - Tatt prøver i Kleivsvatn, Bjørnevatn, Torvikvatn, Husbyvatn, Myklevatn Urdevotni, samt Otra ved Valle.
- Undersøkelse av nitrogenavrenning fra sprengstein i Øvre Otra (Lande 1986b).
 - Prøvetakingsstasjon i Otra ved Valle.

Oppsummering:

Innsjøer i Valle er mer påvirket av forurensning enn tilfellet er i Bykle, men situasjonen er likevel bedre enn i mange andre kommuner i Aust-Agder. Otra er generelt sett lite påvirket av næringssalter, men resipientkapasiteten er redusert på strekninger med minstevannføring. I tillegg til det pågående overvåkningsprogrammet i Otra, kan det være aktuelt å undersøke vannkvaliteten i mindre vannforekomster hvor det er mistanke om forurensning, eller hvor det er dokumenterte brukerinteresser.

Litteraturoversikt - Valle

Tabell 20. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Valle kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=vertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
Otra:										
Rørslett et al.	1981	Øvre Otra	*					*		
Wright og Grande	1981	Otra	*	*		*	*			
Grande et al.	1982	Otra	*	*		*	*			
Wright et al.	1983	Otra	*				*			
Grande og Wright	1984	Otra	*				*			
Boman og Grande	1985	Otra	*				*			
Lande og Grande	1986	Otra	*				*			
Hindar og Grande	1987	Otra	*	*		*	*			
Traaen og Johannessen	1987	Otra	*							
Hindar et al.	1989	Otra								*
Hindar et al.	1991	Otra	*	*			*			
Hindar et al.	1993	Otra	*	*			*			
Kaste et al.	1994	Otra	*	*			*			
Kaste og Hindar	1994	Otra								*
Konsekvensvurdering av kraftutbygging:										
Grande og Wright	1982	Hekni, Otra	*	*						
Boman et al.	1984	Terskler v Valle	*	*		*				
Holtan og Lingsten	1986	Bjørnara, Bestelandså								*
Lande	1986b	Øvre Otra	*							
Tilgroing med høyere vegetasjon:										
Rørslett	1983/90/91	Otra						*		
SFTs 1000-sjøers undersøkelse:										
SFT	1987		*							
Botsvatn, Fitbekkvatn, Heddevatn, Hyttetjømi, Kleivvatn, Kolsvatn, L. Sandvatn, Midtj. vatn, Myklevatn, N. Krokvatn, N. Monsvatn, Nutevatn, Oppstadvidel, Rennevatn, Revsvatn, Skammevatn, St. Sandvatn, Stavvatn, Såvatn, Tjurrmonvatn, Vasslandsvatn, Øyde Sandvatn, Øyuvsvatn, Åmlividelvatn, Åsvatn										
Andre innsjø-undersøkelser:										
Rognerud og Fjeld	1990	Myklevatn								*
Rognerud og Fjeld	1990	Rosskreppfjorden								*

4.14. Vegårshei

Landsomfattende / regionale undersøkelser

Vegårsvatn, Ufsvatn og Åsvatn var med i SFTs 1000-sjøers undersøkelse fra 1986 (SFT 1987). Resultatene viser at Ufsvatn og Åsvatn hadde pH-verdier på henholdsvis 5.15 og 5.56, mens Vegårsvatn hadde pH på 4,80 (figur 1). Kallsvatn og Simonstadvatn hadde pH-verdier på

henholdsvis 4,86 og 5,54 (tabell 5, figur 4) i en regional forsuringsundersøkelse utført i Aust-Agder (Hindar og Kleiven 1990).

En forkastningssone som går gjennom Vegår i retning SV-NØ deler Vegårvassdraget i et nordlig og et sørlig område med forskjellig geologi (referanse i Kaste 1994c). Berggrunnen nord for forkastningslinjen består av bergarter som er svært lite nedbrytbare, mens områdene i sør består av noe gunstigere bergarter med tanke på å nøytralisere sur nedbør. Innsjøer som ligger sør for forkastningslinjen har derfor noe høyere naturlig pH-verdi enn innsjøer f.eks. nord for Vegår.

Ubergsvatn har vært med i en landsomfattende undersøkelse av eutrofiering (overgjødning) i innsjøer (Faafeng et al. 1990). Innhold av total fosfor (figur 2) og algeklorofyll plasserer innsjøen i tilstandsklasse II ("mindre god") i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann (vedlegg 7.1).

Innsjøen Vegår er med i en landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter (Rognerud og Fjeld 1990). Som de andre undersøkte innsjøene på Sørlandet, som mottar langtransportert forurenset luft og nedbør, var tungmetallinnholdet i innsjøsedimentene forholdsvis høyt. Rapporten konkluderer imidlertid med at tungmetall-forurensningen ikke medfører fare for helseskadelige konsentrasjoner i fisk.

Vegår, Ljøstadvatn Ubergsvatn og Nordbråttjern er undersøkt i forbindelse med en eldre hovedfagsoppgave i limnologi utført ved Universitetet i Oslo (Selåsdaal 1950). Undersøkelsen la vekt på fysiske og kjemiske forhold i innsjøene.

Overvåkning i samband med kalking - Vegår og Storelva

Kalkingsprosjektet i innsjøen Vegår er definert som et statlig prosjekt, og det er gjennomført omfattende undersøkelser og utarbeidet en rekke rapporter om vassdraget. Dagens kalkingsstrategi i Vegår er utarbeidet av Hindar (1990c), og de nyeste vannkjemiske og biologiske resultatene av kalkingen er rapportert i Hindar og Kleiven (1994).

Dagens kalkingsstrategi i Vegår har ført til en stabil og tilstrekkelig høy pH i innsjøen. I Storelva nedstrøms Vegår er det imidlertid noe variabel vannkvalitet på grunn av påvirkning fra sure sidevassdrag. I perioder ved lite vann ut fra Vegår, samtidig med stor vannføring i sidevassdragene, kan Storelva ved innløpet til Ubergsvann være for surt til at laks kan leve og reproducere der. Det vurderes nå om det skal plasseres en kalkdoserer i denne delen av vassdraget.

Vassdragsundersøkelser i Vegårvassdraget

Nedenfor følger en kort oppstilling av undersøkelser i Vegårvassdraget som omfatter Vegårskommune. Disse, samt undersøkelser som er gjennomført lenger nede i vassdraget er nærmere omtalt i avsnitt 3.3. Kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- Overvåkning i samband med kalking (Hindar og Kleiven 1994).
 - Innsjøstasjoner: Vegår (4 stasjoner)
 - Elvestasjoner: Vegårvasselva (2 stasjoner), utløp Vegår, Storelva ved Nes Verk
 - Kontinuerlig overvåkning av pH i Storelva ved Hauglandsfossen og ved innløp til

Ubergsvatn.

- Norsk institutt for naturforskning Elveserie (Løvhøiden 1993).
 - Det var tidligere to overvåkningsstasjoner i Storelva; ved Vegårshei (drift siden 1989) og ved Stornes (drift siden 1980). Begge stasjonene er nå nedlagt.

Oppsummering:

Forsuring er et problem i mange av kommunens innsjøer. Dette gjelder framfor alt i områdene nord for innsjøen Vegår. Den delen av Vegårvasdraget som ligger innenfor Vegårshei kommune, er forholdsvis lite påvirket av næringssalter. Ubergsvatn hadde noe forhøyede næringssaltkonsentrasjoner i en landsomfattende undersøkelse gjennomført i 1988. Framtidig overvåkning bør rettes mot de midtre og nedre delene av Vegårvasdraget, men det kan i tillegg være ønskelig med miljøundersøkelser i mindre vannforekomster hvor det er mistanke om forurensning, eller hvor det er dokumenterte brukerinteresser.

Litteraturoversikt - Vegårshei

Tabell 21. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Vegårshei kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=evertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgift	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
<i>SFTs 1000-sjøers undersøkelse:</i>										
SFT	1987	Ufsvatn, Vegårvatn Åsvatn	*							
<i>Overvåkning i samband med kalking:</i>										
Hindar og Kleiven	1994	Vegår og Storelva	*							
Kaste	1994c	Vegår	*							
<i>Andre innsjø-undersøkelser:</i>										
Selåsdal	1950		*							
		Ljøstadvatn, Nordbråttjern, Ubergsvatn, Vegår								
Hindar	1990c	Vegår	*							
Faafeng et al.	1990	Ubergsvatn	*	*		*				
Rognerud og Fjeld	1990	Vegår							*	
Hindar og Kleiven	1990	Kallsvannet	*							
Hindar og Kleiven	1990	Simonstadvannet	*							

4.15. Åmli

Landsomfattende / regionale undersøkelser

I alt 10 innsjøer i Åmli kommune var med i SFTs 1000-sjøers undersøkelse som ble gjennomført i 1986 (SFT 1987). Samtlige av de undersøkte innsjøene var surere enn pH 5,0 (figur 1). Åmli er med dette en av kommunene i Aust-Agder som er hardest rammet av forsuring. Ved pH-verdier under 5,0 kan en forvente så store konsentrasjoner av giftig aluminium i vassdragene at fiskebestandene vil være i stor fare.

Vassdragsundersøkelser i Nidelva

Nedenfor følger en kort oppstilling av undersøkelser i Nidelva som omfatter Åmli kommune. Undersøkelsene er nærmere omtalt i avsnitt 3.3, og kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- Vannkvalitet og næringsalttilførsler til Nidelva. Konsekvenser av manøvreringen av Rykene dam for drikkevannskvaliteten i innsjøen Rore (Hindar og Lindstrøm 1989)
- Stasjoner i Åmli kommune: Gjøv, Sigridsnes og Simonstad
- Overvåkning av forsuringssituasjonen i Arendalsvassdraget 1993-1994 (Kaste 1994b).
- Stasjoner i Gjøv og ved Sigridsnes.
- Norsk institutt for naturforskning Elveserie (Løvhøiden 1993).
- Nærmeste overvåkningsstasjon ligger i Nidelva ved Bøylefoss (Froland).
- Det er tidligere gjennomført et forprosjekt for en vannbruksplan for vassdraget (Gulbrandsen og Lande 1988) og utarbeidet en kalkingsplan for Nisservatn og Nidelva (Hindar 1989b).

Vassdragsundersøkelser i Tovdalsvassdraget

De forholdsvis få undersøkelser som er gjennomført i den øvre delen av Tovdalsvassdraget (Åmli kommune) er listet opp nedenfor. De fleste av undersøkelsene i vassdraget er gjennomført i den nedre delen (Birkenes og Kristiansand kommuner). Disse er nærmere omtalt i avsnitt 3.3. Kart over vassdraget er gjengitt i vedlegg 7.7.

- Norsk institutt for naturforskning Elveserie (Løvhøiden 1993).
- Overvåkningsstasjon ved utløpet av Tveitvatn
- Høsten 1993 ble det tatt prøver fra 50 innsjøer langs hele vassdraget, som grunnlag for å utarbeide et kart med tålegrensener for sur nedbør (Hindar, under utarbeidelse). Det er tidligere utarbeidet en kalkingsplan for vassdraget (Hindar 1991).

Oppsummering:

Åmli er blant de kommuner i Aust-Agder som er hardest rammet av forsuring. Nidelva og Tovdalselva er dominerende elementer i kommunen vassdragsnatur. Vassdragene er lite påvirket av næringsalter på elvestrekningene gjennom Åmli kommune. Vassdragsundersøkelser som er gjennomført i kommunen er naturlig nok konsentrert om de to nevnte vassdragene, men det kan i tillegg være ønskelig med miljøundersøkelser i mindre vannforekomster hvor det er mistanke om forurensning, eller hvor det er dokumenterte brukerinteresser.

Litteraturoversikt - Åmli

Tabell 22. Vassdragsundersøkelser gjennomført i Åmli kommune.

Tegnforklaring: K=kjemiske parametre, A=alger, B=bakterier, Z=zooplankton (dyreplankton), E=evertebrater (bunndyr), V=vegetasjon, S=sedimentundersøkelse, U=utredningsundersøkelse.

Referanse	Utgitt	Lokalitet	K	A	B	Z	E	V	S	U
Nidelva:										
Gulbrandsen og Lande	1988	Nidelva								*
Hindar	1989b	Nidelva								*
Hindar et al.	1989	Nidelva								*
Hindar og Lindstrøm	1989	Nidelva + Rore	*	*	*					
Holtan et al.	1993	Nidelva	*							
Løvhøiden	1993	Bøylefoss, Rykene	*							
SFT	1993	Nidelva	*							
Kaste	1994b	Nidelva	*							
Tovdalsvassdraget:										
Grande	1967	Tovdalsvassdraget	*	*						
Johannessen et al.	1981	Tovdalsvassdraget	*		*					
Hindar	1991	Tovdalsvassdraget								*
Løvhøiden	1993	Tveitvatn / Boen	*							
SFT	1993	Boen	*							
SFTs 1000-sjøers undersøkelse:										
SFT	1987		*							
Ersbuvatn, Håkodalsvatn, Kallingsvatn, L. Rukkevatn, Malevatn, Måvatn, Nasvatn, Stavvatn, Tveitvatn, Våvatn										

5. BEHOV FOR NYE UNDERSØKELSER / OVERVÅKNING.

5.1. Kunnskapsstatus om naturgitte vannkvalitetsforhold.

De landsomfattende og regionale undersøkelsene som er nevnt i avsnittene 3.1 og 3.2 er med på å gi en oversikt over miljøtilstanden i vannforekomstene i Aust-Agder. Spesielt den landsomfattende undersøkelsen av forsurening i norske innsjøer (1000-sjøers undersøkelsen) og den regionale forsøringsundersøkelsen til Hindar og Kleiven (1990) bidrar til økt kunnskap om regionale vannkvalitetsforskjeller i Aust-Agder. Disse undersøkelsene inkluderer dessverre ikke næringssaltet fosfor, men 1000-sjøers undersøkelsen omfatter full ionesammensetning, organisk stoff og nitrat. Dersom parameteren fosfor hadde vært inkludert i disse undersøkelsene, hadde en hatt et svært godt datamateriale på regional variasjon i næringsstofftransport fra relativt upåvirkede arealer med skog, myr og fjell.

Lavereliggende områder, spesielt de under marin grense, er ofte påvirket av menneskelig aktivitet. Det er derfor vanskelig å skaffe data på naturlig vannkvalitet og naturlig avrenning fra disse områdene. Naturlige bakgrunnsverdier for lavereliggende vassdrag må derfor ofte anslås, for å skaffe et mål på bidraget fra menneskelige kilder.

Tungmetaller i innsjøsedimenter er studert i nasjonal skala av Rognerud og Fjeld (1990). Det finnes tilstandsdata og referansedata for 14 innsjøer i Aust-Agder. Det er tidligere påvist høye konsentrasjoner av PAH (tjærestoffer) i innsjøsedimenter i Mjåvann (Arendal) og Brørbørvann (Risør). Hvorvidt de forhøyede verdiene skyldes langtransporterte forurensninger eller lokale kilder er foreløpig ikke kjent. For å undersøke dette nærmere er det foreløpig igangsatt undersøkelser av PAH i 5 innsjøer i indre Aust-Agder. Det vil være ønskelig å gjennomføre ytterligere undersøkelser i flere innsjøer for å styrke datamaterialet.

Det er registrert en tendens til økende forekomst av vannplanten krypsiv i vassdrag på Sørlandet og i Rogaland. Spesielt i Rogaland er framveksten av krypsiv ofte observert i forbindelse med kalking av innsjøer. For å få et større datamateriale kan det være aktuelt å gjennomføre en større kartlegging av krypsivforekomsten i fylket.

Forsuring har redusert biologiske mangfold i sørlandsvassdragene. Mange krepsdyrarter, vanninsekter og fiskebestander er sterkt redusert, eller forsvunnet fra store vassdragsområder. Enkelte småvassdrag, spesielt langs kysten, har imidlertid de opprinnelige plante- og dyresamfunnene intakte. Disse vassdragene er svært viktige med tanke på å reetablere naturlige økosystemer etter kalking, eller etter at sur nedbør er redusert. Strengselva i Tvedestrand og Reddalsvassdraget i Grimstad er eksempler på slike viktige refugie-områder.

5.2. Kunnskapsstatus for vannkvaliteten i de største vassdragene.

Vannkvaliteten i de store elvene og innsjøene bør følges opp relativt hyppig som et ledd i arbeidet med å holde oversikt over den generelle vannkvalitetstilstanden i fylket.

Store elver: - Gjerstadvassdraget
 - Vegårvassdraget
 - Nidelva
 - Tovdalsvassdraget
 - Otra.

Store innsjøer: - Vegår
 - Nelaug
 - Rore og Syndle
 - Ogge
 - Byglandsfjord

Både Gjerstadvassdraget, Nidelva og Tovdalsvassdraget følges årlig opp i forbindelse med sur nedbør-overvåkingen og NINAs elveserie. Dette er imidlertid kun 1-2 stasjoner i hvert vassdrag, og det kan derfor være aktuelt å utvide overvåkingen enkelte år.

Gjerstadvassdraget ble overvåket relativt grundig i perioden 1981-1984. Disse undersøkelsene kan være aktuelle å gjenta i forholdsvis nær framtid for å dokumentere eventuelle endringer i vannkvaliteten. Spesielt oksygenforhold i innsjøene og næringsstoffkonsentrasjoner i sidebekkene er interessant. I Nidelva vil en oppfølging av undersøkelsen til Hindar og Lindstrøm (1981) av vannkvalitet og næringssalttilførsler være aktuell om noen år. Likeledes bør en prioritere en ny undersøkelse av Tovdalselva, med beregning av næringssalttilførsler og hygienisk påvirkning. Undersøkelsen bør baseres på programmet til Johannessen et al. (1981) og Hindar (1990d).

De øvre delene av Vegårvassdraget er godt undersøkt i forbindelse med kalkingsovervåkingen. Vannkvaliteten i Storelva nedenfor innløpet av Strengselva er imidlertid lite fulgt opp. I forbindelse med det store arbeidet som legges ned for å tilrettelegge vassdraget for laks og sjøaure, vil det være behov for å kjenne vannkvaliteten i de lavereliggende delene av vassdraget bedre. En slik undersøkelse bør også omfatte innsjøene Lundevatn og Songevatn.

Overvåkingen av Otra er først og fremst konsentrert om industriutslippene i den nedre delen av vassdraget. Lenger oppe i vassdraget er det bare få prøvetakingsstasjoner (innløp og utløp av Byglandsfjorden). Det kan derfor være aktuelt med en bedre dokumentasjon av vannkvaliteten i sidevassdrag, eller på strekninger i hovedelva med minstevannføring og terskler.

Innsjøene Vegår, Rore og Syndle overvåkes kontinuerlig i forbindelse med kalkingsvirksomheten i området. Siden Rore er drikkevannskilde for en rekke husstander kan en mer omfattende overvåking være aktuell. Innsjøene Nelaug og Ogge er lite undersøkt. Nelaug er en del av Nidelva og vannkvaliteten skiller seg neppe nevneverdig fra

hovedelva. Oggevatn er et attraktivt område for kanopadling og annen rekreasjon. Vannkvalitetsundersøkelser her er derfor aktuelt.

5.3. Prioriteringskriterier for undersøkelser / overvåkning i lokale vannforekomster

For at kommunene skal kunne forvalte vannressursene sine best mulig er det viktig å ha god oversikt over miljøtilstanden i de viktigste lokale vannforekomstene. For å avdekke behovet for undersøkelser / overvåkning i lokale vannforekomster er det nedenfor foreslått noen utvelgelseskriterier:

* Kjente eller mulige forurensningskilder i nedbørfeltet:

- overløp/utette kloakkledninger
- spredt bebyggelse
- hyttebebyggelse uten renseanlegg
- kommunalt renseanlegg (se fylkesoversikt i vedlegg 7.3)
- søppelfyllplass / slamdeponi
- landbruksavrenning
- industriutslipp
- sigevann fra gruver / slaggdeponier
- skytebaner (Forsvaret)

De fire sistnevnte forurensningskildene ligger utenfor kommunenes ansvarsområde, men kan ofte opptre sammen med kommunale forurensninger og ytterligere påvirke og redusere bruksverdien av en vannforekomst.

* Synlige tegn på forurensning:

- vond lukt
- misfarget eller blakket vann (dårlig sikt)
- begroing (grønske, "lammehaler")
- jernutfelling i bekker (rødt belegg)
- fiskedød

Virkningene som er nevnt ovenfor er tegn på et forurensningsnivå som ligger langt over det akseptable. I vannforekomster med ett eller flere av de nevnte karaktertrekkene bør det settes inn forurensningsbegrensende tiltak. Fiskedød på Sørlandet oppstår vanligvis i forbindelse med sure episoder i vassdragene grunnet langtransporterte forurensninger. Utslipp av silopressaft eller sprøytemidler kan imidlertid også være årsak til massiv fiskedød i bekker og elver.

* Store brukerinteresser:

- drikkevann (oversikt over vannverk, vedlegg 7.4)
- bading
- fiske

- jordbruksvanning
- rekreasjon

Enkelte brukerinteresser setter svært høye krav til vannkvalitet. Dette gjelder f.eks. drikkevannsforsyning, bading og vanningsanlegg for grønnsaker og bær.

* Miljøsmål:

- lokale miljøsmål til vannkvalitet
- miljøsmål vedtatt i andre kommuner
- nasjonale målsetninger om vannkvalitet
- internasjonale avtaler (f.eks. reduksjon av næringssalttilførsel til Nordsjøen).
- vernede vassdrag (oversikt i vedlegg 7.5)
- kalkede vassdrag (se fylkesoversikt i vedlegg 7.2)

Flere kommuner har vedtatt miljøsmål for sine vannforekomster. Dette kan være mål til vannkvalitet for å tilfredsstille spesielle brukerinteresser, eller mål knyttet til arealbruk langs et vassdrag. For å oppnå miljømålene er det mange steder nødvendig med forurensningsbegrensende tiltak og tilrettelegging. Etter at tiltak er gjennomført vil det være behov for vassdragsundersøkelser for å kontrollere om målene er oppnådd.

Vannkvaliteten i kalkede vann og vassdrag følges opp av Direktoratet for naturforvaltning eller Fylkesmannens miljøvernnavdeling. Denne overvåkingen omfatter kun forsuringsparametre og f.eks. ikke næringsaltet fosfor.

* Andre kriterier:

- viktige gytebekker
- befolkningsnærhet (mange potensielle brukere)

Forslaget til kriterier som er listet opp i dette avsnittet kan tjene som utgangspunkt for hver enkelt kommune til å sette opp egne kriterier for valg av overvåkningslokaliteter. I de neste to avsnittene er det gitt eksempler / forslag til kommunale overvåkningsprogrammer.

5.4. Eksempel på overvåkningsprogram for en kommune.

Det er i det følgende utarbeidet et eksempel på et overvåkningsprogram for 4 vassdrag i Arendal kommune. Aktiviteten rulleres mellom vassdragene, slik at arbeidsinnsats og kostnader kan fordeles over flere år.

Undersøkelserprogram:

	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
Songevassdraget	O	O	O	O	O	O	O
Molandsvassdraget	F	T	T	R			O
Barbuvasdraget		T	T	T	R		
Assævvatn / Lilleelv					T	T	R
Småvassdrag		F	F	F	F	F	F

- O = Vannkjemisk overvåkning (sigevann fra søppelfyllplass) med årlig rapportering
 F = Forundersøkelse og enkel rapportering
 T = Tilstandsundersøkelse
 R = Rapportering

Stasjoner

Moland- / Langangvassdraget	Barbuvasdraget	Lilleelv/ Assævvatn
Innløp v/ Brekke	Innløp Longum	Innløp Lindåstjern
Molandsv v/Tangen (0-4 m)*	Jovann (0-4 m)	Innl. Assævvatn v/Libru
Molandsv v/Tangen (15 m)	Jovann (13 m)	Assævvatn (0-4 m)
Molandsv (Løkilen) (0-4 m)	Longum (0-4 m)	Assævvatn (dypvann)
Molandsv (Løkilen) (30 m)	Longum (30 m)	Nedstr. Sagvatnet
Nedstr. Sagene	Langsæ øst (0-4 m)	Asdal v. stem mot Nidelva
	Langsæ øst (19 m)	
Oppstr. Kvåstad	Langsæ vest (0-4 m)	
Nedstr. Langang	Langsæ vest (7 m)	

* Blandprøve. Hvorvidt det skal tas blandprøver eller prøver fra forskjellige dyp i innsjøer avhenger av innsjøtype og problemstilling for undersøkelsen.

Parametre

Det er i utgangspunktet foreslått samme parameterliste for vassdragene. Dette kan modifieres dersom det dukker opp spesielle problemstillinger som skal undersøkes. Tabellen som følger lister opp de foreslåtte parametrene for den vannkjemiske overvåkingen:

Virkninger av:	Parameter:	Kommentar:
<i>Næringssalter</i>	Total fosfor Fosfat, løst Total nitrogen Nitrat Kl.a Oksygen Siktedyp	<i>Innsjøer - blandprøver Innsjøer - dypvann Innsjøer - måles på stedet</i>
<i>Organiske stoffer</i>	TOC Vannets farge Innsjøens farge	<i>Innsjøer - måles på stedet</i>
<i>Surhet</i>	pH, alkalitet, aluminium	
<i>Miljøgifter</i>	PAH	<i>Innsjøer - sediment</i>
<i>Tarmbakterier</i>	Termotabile koliforme	<i>Folkehelsas krav til prøvetaking</i>
<i>Støtteparametre:</i>	Temperatur Konduktivitet	<i>Innsjøer - måles på stedet</i>

Det vannkjemiske overvåkningsprogrammet foreslås gjennomført med 6 årlige prøvetakinger på hver stasjon.

Det er nå utarbeidet nye kvalitetsnormer for badevann (Statens Helsetilsyn 1994). For å oppnå betegnelsen god badevannskvalitet må antall termotolerante bakterier ikke overstige 100 pr. 100 ml. Det tidligere kravet var på 50 bakterier pr. 100 ml. Anbefalt prøvetakingshyppighet er en gang pr. uke i badesesongen. Det skal utarbeides en forskrift for badevannskvalitet i løpet av første halvår 1995.

Ved planlegging av overvåkningsprogram for vannforekomster i en kommune kan det være hensiktsmessig å ta kontakt med nabokommuner og eventuelt andre sektorer (landbruk, industri, bergverk) for mulig faglig og økonomisk samarbeid. Dersom det er flere vassdrag i en kommune som bør overvåkes, kan undersøkelsene rulleres mellom vassdragene for å oppnå en fordeling av arbeid og kostnader over flere år. Prøvetakingsstasjoner, parametre og prøvetakingsstrategi bør tilpasses, slik at resultatene i størst mulig grad kan sammenlignes med tidligere undersøkelser.

5.5. Forslag til kommunalt samarbeid om overvåkning

I dette avsnittet foreslås en modell for kommunalt samarbeid om overvåkning. Dette er å betrakte som et innspill til en prosess i kommunene hvor målet er å velge egnede overvåkningslokaliteter (se avsnitt 5.3). Overvåkningsaktiviteten foreslås rullert mellom de 5 hovedvassdragene i fylket, samt kystnære småvassdrag (tabell 23). Kommunene bør bruke kriteriene i avsnitt 5.3, samt egne kriterier for å vurdere forslaget.

Tabell 23. Forslag til rullerende overvåkning av de største vassdragene, samt kystnære småvassdrag i Aust-Agder.

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Gjerstadvassdraget	*			*			*
Vegårvassdraget		*			*		
Kystnære småvassdrag			*			*	
Tovdalsvassdraget				*			*
Nidelva					*		
Otra						*	

Nedenfor er det gitt et forslag til lokaliteter innenfor de enkelte kommunene. Prøvetakingshyppighet og parametre kan bestemmes på et senere tidspunkt, men det kan legges opp til prosedyrer lignende forslaget i avsnitt 5.4. Prøvetakingsfrekvens er avhengig av målsetning med undersøkelsene. I tilfeller hvor målet er å dokumentere eventuell påvirkning (f.eks. fra hyttebebyggelse) kan det være tilstrekkelig med noen få stikkprøver. Dersom målet er å overvåke effektene utslipp fra kommunale renseanlegg, ledningsnett eller spredt bebyggelse anbefales hyppigere prøvetaking. For å redusere kostnader i forbindelse med overvåkingen kan kommunene selv ta vannprøvene, etter opplæring fra personer med vannfaglig kompetanse.

Tabell 23. Forslag lokaliteter i rullerende overvåkningsprogrammer. Stasjoner som dekkes helt eller delvis av eksisterende overvåkningsprogrammer er merket med *.

VASSDRAG	KOMMUNE	LOKALITET	
		Hovedvassdrag	Sidevassdrag
Gjerstadvassdraget	Gjerstad	Gjerstadvannet Fossen	Ljådalsvannet Lilleelv Auslandselva Grytingbekken Sundselva Haugeelva
	Risør	Brørbørvatn*	

Tabell 23 (forts.). Forslag lokaliteter i rullerende overvåkningsprogrammer. Stasjoner som dekkes helt eller delvis av eksisterende overvåkningsprogrammer er merket med *.

VASSDRAG	KOMMUNE	LOKALITET	
		Hovedvassdrag	Sidevassdrag
Vegårvassdraget	Vegårshei	Utløp Vegår *	Ljøsvatn
		Ubergsvatn	Ljøstadvatn
	Tvedestrand	Storelva (nedre del)	Selåsvatn/Niksjåvassdr.
		Lundevatn	Strengselva
		Songevatn	Skjerka
	Risør		Nærestadvassdraget
Kystnære småvassdrag	Risør		Skarvatnbekken
			Dalsvatnbekken
			Hammartjernbekken
			Auslandsvassdraget
			Kvernvatnbekken
			Gjevingelv
			Kråkvågbekken
			Østeråbekken
			Kvastadbekken
			Vatnebuassdraget
			Sentrumstjønn
			Molandsvassdraget
		Langangvassdraget	
		Barbuassdraget	
		+ div. småvassdrag	
	Grimstad		Groosebekken
			Ågrebekken
			Reddalselva
			Pendalsbekken
			Lindtveitbekken
			Landvikv. / Reddalsv.
			Moelva
			Glamslandvassdraget
			Haukevikje
			Stemtjørbekken
			Holtvatnbekken
			Daletjørbekken
			Ånavassdraget
			Langedalstjønn
			Vallesværelva
Tovdalsvassdraget	Åmli	Utløp Tveitvatn *	
		Nedstrøms Dølemo	
	Froland	v / Hynnekleiv	Uldalsåna
	Evje og Hornnes		Høvringsvatn
			Storøygardsvatn
			Vikstølsvatn
	Iveland		Oggevatt
	Birkenes	Utl. Herefossfjorden	Bersevatn
		Oppstr. Birkeland	
		Utløp Flaksvann	
		Boen *	

Tabell 23 (forts.). Forslag lokaliteter i rullerende overvåkningsprogrammer. Stasjoner som dekkes helt eller delvis av eksisterende overvåkningsprogrammer er merket med *.

VASSDRAG	KOMMUNE	LOKALITET	
		Hovedvassdrag	Sidevassdrag
Arendalsvassdraget	Åmli	Sigridsnes Simonstad	Gjøv
	Froland	Bøylefoss * Nedstr. kommunegr.	Songeelva Kverveelva m. Uvvatn og Trævatn
	Arendal	Rykene *	Lilleelv Nedenesbekken Biebekken
	Grimstad		Temse, m. utl.bekk
Otra	Bykle Valle Bygland	Bykil Nedstrøms tettsted Utl. Byglandsfjorden *	Hartevatn Bjørnarå, Faråni Reiårsvatn Hovatn
	Evje og Hornnes		Dåsåna m. Skjerka Oddebekken Bjøråna + utløpsbekk Bjoråvika Voilan
			Fjellestad (Mandalsvas.) Bjørndalsvatn (- " -)
	Iveland	Nedstr. Steinsfoss	Birketveittjønn Tveittjønn Frøysåna

6. REFERANSER

- Arnesen, R.T. og Grande, M. (1975). Kontrollundersøkelser i Glamslandvassdraget. Sammenfatning av resultater innsamlet i tiden 1968-1975. NIVA-rapport, O-55/65, 39 s.
- Arnesen, R.T. og Iversen, E.R. (1992). Kartlegging av forurensning fra Flåt nikkelgruve, Evje. NIVA-rapport, løpenr. 2822, 22 s.
- Bjørknes, A. (1977). En vurdering av flomforholdene i Langsævvassdraget. Arendal vassdrags brukseierforening., notat.
- Boman, E. (1982b). Undersøkelse av Jorstadvassdraget. NIVA-rapport, løpenr. 1440, 31 s.
- Boman, E. (1983). Barbuvasdraget. Overvåkningsundersøkelse 1981-82, NIVA-rapport, løpenr. 1542.
- Boman, E. (1984). Jorstadvassdraget. Overvåkningsundersøkelse 1982-1983. NIVA-rapport, løpenr. 1599, 23 s.
- Boman, E. (1985a). Barbuvasdraget. Overvåkningsundersøkelse 1983-84, NIVA-rapport, løpenr. 1802.
- Boman, E. (1985b). Jorstadvassdraget. Overvåkningsundersøkelse 1984. NIVA-rapport, løpenr. 1764, 21 s.
- Boman, E. (1985c). Undersøkelse av Gjerstadvassdraget og det nære sjøområdet utenfor. NIVA-rapport, løpenr. 1722, 60 s.
- Boman, E. og Andreassen, E. (1980a). Lindtveitbekken, Grimstad kommune. Fylkesrådmannen i Aust-Agder, Utbyggingsavdelingen, 21 s.
- Boman, E. og Andreassen, E. (1980b). Skrubbedalsbekken (Skarvedalsbekken), Øyestad kommune. Fylkesrådmannen i Aust-Agder. Utbyggingsavdelingen.
- Boman, E. og Andreassen, E. (1981a). Barbuvasdraget. Øvre vassdragsavsnitt. Fylkesrådmannen i Aust-Agder, Utbyggingsavdelingen.
- Boman, E. og Andreassen, E. (1981b). Nedre Nidelva. Kraftverksregulering og forurensningsforhold. Fylkesrådmannen i Aust-Agder. Utbyggingsavdelingen, 26 s. + vedlegg.
- Boman, E. og Andreassen, E. (1982a). Barbuvasdraget. Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvern avdelingen.
- Boman, E. og Andreassen, E. (1982b). Jorstadvann - Strengselva. Vassdragsovervåkning. Fylkesrådmannen i Aust-Agder, Utbyggingsavdelingen, 21 s.
- Boman, E. og Grande, M. (1985). Otra. Tiltaksorientert overvåkning 1984. Overvåkningsrapport 199/85, SFT/NIVA, løpenr. 1775. 49 s.

- Boman, E., Høgberget, R., Romstad, R., og Sahlqvist, E.Ø. (1984). Øvre Otra. Undersøkelse av terskelbasseng i Valle 1983. Overvåkningsrapport 146/84, SFT/NIVA, løpenr. 1653, 46 s.
- Boman, E. (1982a). Mjåvann. En vurdering av resipientforhold i forbindelse med planlagt søppelfyllplass i Heftingsdalen, Moland og Arendal. NIVA-notat O-82115, 19 s.
- Brettum, P. (1981). Planteplanktonanalyser fra innsjøer i Barbuvasdraget, Arendal 1979 og 1980. NIVA-rapport, løpenr. 1278.
- Dale, B. (1969). Temse. En limnologisk undersøkelse. Hovedfagsoppgave i limnologi. Univ. i Oslo, 151 s.
- Damhaug, T. og Holtan, H. (1980). Industrifyllplass i Arendal/Grimstad-regionen. Vurdering av vannforurensning og rensetekniske tiltak for alternativene Gloseheia og Lundeheia. VA-3/80. NIVA-rapport, løpenr. 1193, 32 s.
- Driftsassistansen i Aust-Agder Avløp (1993). Årsmelding 1992. Vidar Tveiten AS, Seljord, 134 s.
- Faafeng, B., Brettum, P. og Hessen, D.O. (1990). Landsomfattende undersøkelse av trofittilstanden i 355 innsjøer i Norge, Statlig program for forurensningsovervåkning rapport nr. 389/90, løpenr. 2355, 57 s.
- Fuglestedt, F.G. (1954). Limnologiske undersøkelser av innsjøene Rore og Syndle. Hovedfagsoppgave i limnologi. Univ. i Oslo.
- Fylkesmannen i Aust-Agder (1986). Vurdering av vannkvaliteten i Mjåvann i forbindelse med oversvømmelsen i Heftingsdalen. Rapport nr. 13-1986, 12 s.
- Grande, M. (1967). Vannkvalitetens betydning for fiskebiologiske forhold i Tovdalselva. NIVA-rapport, løpenr. 182, 42 s.
- Grande, M. og Wright, R.F. (1982). Hekni kraftverk. Vurdering av resipientforhold. NIVA-rapport, løpenr. 1438, 27 s.
- Grande, M. og Wright, R.F. (1984). Otra 1983. Rutineovervåkning. Overvåkningsrapport 145/84, SFT/NIVA, løpenr. 1655, 45 s.
- Grande, M., Wright, R. F., Brettum, P., Lindgaard, T. og Romstad, R. (1982). Otra 1981. Rutineovervåkning. Overvåkningsrapport 55/82, SFT/NIVA, løpenr. 1426, 74 s.
- Gulbrandsen, R. og Lande, A. (1988). Forprosjekt for vannbruksplan for Nidelva. NIVA-rapport, løpenr. 2102,
- Hansen, J.H. (1986). Fiskeundersøkelser i Gyvatn. Fylkesmannen i Aust-Agder. Miljøvern avdelingen. Rapport nr. 4/86, 24 s.
- Hindar, A. (1988a). Overvåkning av Mjåvatn nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1987. NIVA-rapport, løpenr. 2112, 17 s.
- Hindar, A. (1988b). Rosævann, Holvannet, Birkedalsbekken. I Kalkingsvirksomheten i perioden 1984-1986. DN-rapport nr. 2 - 1987, 74-91.

- Hindar, A. (1989a). Overvåkning av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1988. NIVA-rapport, løpenr. 2249, 21 s.
- Hindar, A. (1989b). Prosjektering av kalkingstiltak i Nisser og Arendalsvassdraget. Kalking av surt vann 8/89. NIVA-rapport, løpenr. 2340, 28 s.
- Hindar, A. (1990a). Arealavrenning av nitrogen og fosfor til vassdrag i Aust-Agder. NIVA-rapport, løpenr. 2375, 51 s.
- Hindar, A. (1990b). Forurensningssituasjonen i vassdrag ved Fritidsparken/Travparken, Kristiansand i 1988-89. NIVA-rapport, løpenr. 2366, 31 s.
- Hindar, A. (1990c). Overvåkning av Vegårvassdraget etter kalking i perioden 1985-1989. NIVA-rapport, løpenr. 2426, 53 s.
- Hindar, A. (1990d). Vannkvaliteten i Topdalselva (nedre del av Tovdalsvassdraget) i 1987 - 1988. NIVA-rapport, løpenr. 2369, 24 s.
- Hindar, A. (1990e). Vurdering av vannkvaliteten i kystnære småvassdrag i Aust-Agder - grunnlag for tiltak. NIVA-rapport, løpenr. 2389, 66 s.
- Hindar, A. (1991). Kalkingsplan for Tovdalsvassdraget. NIVA-rapport, løpenr. 2653, 31 s.
- Hindar, A. (1992). Overvåkning av Mjåvatn nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1991. NIVA-rapport, løpenr. 2767, 25 s.
- Hindar, A. (1994). Drift av vassdrag - Otra. Betydningen av vannføring og forurensningstilførsler for vannkvaliteten, NIVA-rapport, løpenr. 3065, 36 s.
- Hindar, A. og Brettum, P. (1987). Barbuvasdraget. Overvåkningsundersøkelse 1986, NIVA-rapport, løpenr. 2061, 46 s.
- Hindar, A. og Brettum, P. (1988). Barbuvasdraget. Overvåkningsundersøkelse 1987, NIVA-rapport, løpenr. 2176, 39 s.
- Hindar, A. og Grande, M. (1987). Otra 1980-86. Tiltaksorientert overvåkning. SFT/NIVA. Overvåkningsrapport 292/87, løpenr. 2056, 106 s.
- Hindar, A. og Grande, M. (1988). Avrenning fra barkfyllinger ved Rykene i nedre del av Nidelva, Aust-Agder. NIVA-rapport, løpenr. 2077, 32 s.
- Hindar, A. og Kleiven, E. (1990). Chemistry and fish status of 67 acidified lakes at the coast of Aust-Agder, Southern Norway, in relation to post-glacial marine deposits. NIVA-rapport, løpenr. 2454, 47 s.
- Hindar, A. og Kleiven, E. (1994). Vegår. I: Kalking i vann og vassdrag 1992. Overvåkning av større prosjekter 1992. DN-notat 1994-3, s 141-152.
- Hindar, A. og Lindstrøm, E. A. (1989). Vannkvalitet og næringstilførsler i Nidelva, Aust-Agder. Konsekvenser av manøvreringen av Rykene dam for drikkevannskvaliteten i innsjøen Rore. NIVA-rapport, løpenr. 2248, 80 s.

- Hindar, A. og Nilssen, J.P. (1984). Årsrapport 1982/83 og faglig oppsummering for kalkingsprosjektet i Gjerstad, Aust-Agder. Kalkingsprosjektet. Rapport 21/84, 153 s.
- Hindar, A. og Rørslett, B. (1989). Forurensningseffekter av en barkfylling nederst i Gjerstadvassdraget i Aust-Agder. NIVA-rapport, løpenr. 2247, 23 s.
- Hindar, A., Aanes, K.J og Bækken, T. (1991). Otra 1987-90. Tiltaksorientert overvåkning. SFT/NIVA. Overvåkningsrapport 472/91, løpenr. 2657, 68 s.
- Hindar, A., Aanes, K.J., Bækken, T. og Lindstrøm, E.A. (1993). Otra 1992. Tiltaksorientert overvåkning og konsekvensundersøkelse. SFT/NIVA. Overvåkningsrapport 535/93, NIVA-løpenr. 2951, 43 s.
- Hindar, A., Brettum, P., Bremnes, T. Sloreid, S., Barlaup, B. og Kleiven, E. (1994a). Store Hovvatn. I: Kalking i vann og vassdrag. FoU-virksomheten. Årsrapporter 1992. DN-notat 1994-2, s 132-165.
- Hindar, A., Kroglund, F. Nilssen, J.P., Sandøy, S., Skov, A., Smestad, O. og Wærvågen, S.B. (1984). Elvedata fra Gjerstad, Aust-Agder. En vannkjemisk datarapport. Kalkingsprosjektet. Rapport 15/84, 47 s.
- Hindar, A., Kroglund, F. og Brettum, P. (1990). Nåværende og akseptabel belastning av Hartevatn ved Hovden i Setesdal. NIVA-rapport, løpenr. 2498, 37 s.
- Hindar, A., Kroglund, F. og Kleiven, E. (1992a). Landbrukstilførsler til Strengselva i Aust-Agder - effekter av tilførselsbegrensende tiltak ved Holt Landbruksskole. Årsrapport 1991. NIVA-rapport, løpenr. 2748, 26 s.
- Hindar, A., Kverner, J., Høiland, K., Nybø, S., Branderud, T.E. og Kroglund, F. (1994b). Røynelandsvatn. I: Kalking i vann og vassdrag. FoU-virksomheten. Årsrapporter 1992. DN-notat 1994-2, s 12-87.
- Hindar, A., Lydersen, E. og Kroglund, F. (1992b). Ekstreme aluminiumskonsentrasjoner og lav pH i Langedalstjønnen i Lillesand kommune - årsak, virkninger og mulige tiltak. NIVA-rapport, løpenr. 2793, 24 s.
- Hindar, A., Næs, K. og Molvær, J. (1989). Betydning av sur nedbør for økte nitrogentilførsler til fjordområder. Forprosjekt. NIVA-rapport, løpenr. 2257, 45 s.
- Holtan, G., Berge, D., Holtan, H. og Hopen, T. (1993). Paris Convention. Annual report on direct and riverine inputs to Norwegian coastal waters during the year 1991. A. Principles, results and discussion. B. Data report. NIVA / SFT, NIVA-rapport, løpenr. 2964, 137 s.
- Holtan, H. (1963). Undersøkelse av Austre Grimevatn som drikkevannskilde for Lillesand kommune. Utført i okt/nov 1963. NIVA-rapport, løpenr. 95, 11 s.
- Holtan, H. (1965a). Undersøkelse av Nidelva som drikkevannskilde for Hisøy og Øyestad Vannverk. Undersøkelsene er utført i tidsrommet februar 1964 - februar 1965. NIVA-rapport, løpenr. 140, 22 s.

- Holtan, H. (1965b). Vannforsyning fra Moland kommune. En fysisk-kjemisk, biologisk og bakteriologisk undersøkelse, NIVA-rapport, løpenr. 145, 34 s.
- Holtan, H. (1965c). Vannforsyning til Arendalsregionen. En fysisk-kjemisk, biologisk og bakteriologisk undersøkelse, NIVA-rapport, løpenr. 144, 43 s.
- Holtan, H. og Lingsten, L. (1986). Overføring av Bjørnara m.fl. og Bestelandså m.fl. til Brokke kraftverk. Vurdering av eventuelle forurensningseffekter. NIVA-rapport, løpenr. 1813, 52 s.
- Holtan, H. og Rosland, D. (1992). Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning nr. 92:6, TA-905/1992, 32 s.
- Holtan, H. og Åstebøl, S.O. (1990). Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Revidert utgave. NIVA/JORDFORSK. NIVA-rapport, løpenr. 2509, 53 s.
- Jacobsen, T. (1994). Bakteriologisk undersøkelse av Nidelva i Aust-Agder 1993. NIVA-rapport, løpenr. 3029, 20 s.
- Johannessen, M., Kristoffersen, T., Magnussen, J., Romstad, R. og Tjomsland, T. (1981). Resipientundersøkelse i tilknytning til utbygging av Tovdalsvassdraget. NIVA-rapport, løpenr. 1276, 73 s.
- Juveng, U. (1962). En hydrografisk helårsundersøkelse av Landvikvatn og Reddalsvatn. Hovedfagsoppgave i limnologi. Univ. i Oslo.
- Kaste, Ø. (1988). Korttidsundersøkelse av Longumvatn og Molandsvatn (datarapport utarbeidet for SFT), 20 s.
- Kaste, Ø. (1990). Mikrobiell næringsnett-struktur i to vann med ulik trofigrad og pH (Temse og Røynevatt). Hovedfagsoppgave i limnologi. Univ. i Oslo, 77 s.
- Kaste, Ø. (1994a). Overvåkning av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1992 og 1993, NIVA-rapport, løpenr. 3023, 19 s.
- Kaste, Ø. (1994b). Vannkjemisk overvåkning av Arendalsvassdraget, NIVA-rapport, under bearbeidelse.
- Kaste, Ø. (1994c). Vegår. I: Kalking i vann og vassdrag 1993. Overvåkning av større prosjekter 1993. DN-notat, under trykking.
- Kaste, Ø. og Hindar, A. (1994). Tiltak mot forurensning av Otra - kalkingsplan. NIVA-rapport, løpenr. 3052, 37 s.
- Kaste, Ø. og Kroglund, F. (1994). Rorevassdraget. I: Kalking i vann og vassdrag 1993. Overvåkning av større prosjekter 1993. DN-notat, under trykking.
- Kaste, Ø., Aanes, K.J. og Lindstrøm, E.A. (1994). Otra 1993. Tiltaksorientert overvåkning og konsekvensundersøkelse av industriutslipp. Overvåkningsrapport 576/94. SFT/NIVA, løpenr. 3109, 44 s.

- Kroglund, F. og Hindar, A. (1990a). Barbuvasdraget - overvåkningsundersøkelse 1988-1989. NIVA-rapport, løpenr. 2419,
- Kroglund, F. og Hindar, A. (1990b). Overvåkning av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1989. NIVA-rapport, løpenr. 2437, 12 s.
- Kroglund, F. og Hindar, A. (1991). Overvåkning av Mjåvann nedstrøms Heftingsdalen søppelfyllplass i 1990. NIVA-rapport, løpenr. 2564, 20 s.
- Kroglund, F. og Kleiven, E. (1994). Store Finnetjern. I: Kalking i vann og vassdrag. FoU-virksomheten. Årsrapporter 1992. DN-notat 1994-2, s 166-178.
- Kroglund, F., Halvorsen, G., Walseng, B. og Kleiven, E. (1994). Rore. I: Kalking i vann og vassdrag 1992. Overvåkning av større prosjekter 1992. DN-notat 1994-3, s 96-140.
- Lande, A. (1986a). Mjåvann - Songevassdraget. Overvåkningsundersøkelse 1986. Fysisk - kjemiske, biologiske og bakteriologiske undersøkelser. NIVA-notat, O-85063, 20 s.
- Lande, A. (1986b). Nitrogenavrenning fra sprengstein i Øvre Otra. Vurdering av vannkvalitetsendringer i forbindelse med anleggsvirksomheten. NIVA-rapport, løpenr. 1905, 39 s.
- Lande, A. og Boman, E. (1985). Mjåvann - Songevassdraget 1985. Undersøkelser i vassdraget, før anleggelse av søppelfyllplassen i Heftingsdalen. NIVA-notat O-85063, 19 s.
- Lande, A. og Brettum, P. (1986). Barbuvasdraget. Overvåkningsundersøkelse 1985, NIVA-rapport, løpenr. 1928, 51 s.
- Lande, A. og Grande, M. (1986). Otra 1985. Tiltaksorientert overvåkning. Overvåkningsrapport 249/86, SFT/NIVA, løpenr. 1912, 40 s.
- Lande, A. og Maroni, K. (1987). Akvakulturmuligheter i Lilleelv. NIVA-rapport. løpenr. 1960, 25 s
- Løvhøiden, F. (1993). Kjemisk overvåkning av norske vassdrag - Elveserien 1988-1990. Norsk institutt for naturforskning. Oppdragsmelding 156, 58 s.
- Norsk kommunalteknisk forening (1990). Systematisering av vannkvalitetsdata. Eksempel for vannverk i Aust-Agder i perioden 1985-1989, 78 s.
- Rognerud, S. (1993). Vannforurensning fra skytefelt. Overvåkning av kobber og bly i 1992. NIVA-rapport, løpenr. 2884, 26 s.
- Rognerud, S. og Fjeld, E. (1990). Landsomfattende undersøkelse av tungmetaller i innsjøsedimenter og kvikksølv i fisk. SFT-rapport 426/90. Statens forurensningstilsyn, Oslo. 79 s.
- Rygg, B. og Thélin, I. (1993). Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 93:02, TA-922/1993, 20 s.

- Rørslett, B. (1983). Regulation impact on submerged macrophytes in the oligotrophic lakes of Setesdal, South Norway. NIVA-rapport, løpenr. F-470, 16 s.
- Rørslett, B. (1990). Tilgroing i terskelbasseng i Otra ved Valle. Problemanalyse og forslag om tiltak. NIVA-rapport, løpenr. 2442, 117 s.
- Rørslett, B. (1991). Krypsiv i Otra nedstrøms Brøkke. Storskala innfrysningsforsøk 1991. NIVA-rapport, løpenr. 2660, 11 s.
- Rørslett, B. og Mjelde, M. (1980). Vegetasjonskartlegging av Barbuwassdraget, Arendal, NIVA-rapport, løpenr. 1230, 17 s.
- Rørslett, B., Tjomsland, T., Løvik, J.E., Lydersen, E., Mjelde, M. og Grande, M. (1981). Undersøkelse av øvre Otra. NIVA-rapport, løpenr. 1263, 180 s.
- Selåsdaal, N. (1950). Limnologiske undersøkelser av innsjøer i Aust-Agder. Hovedfagsoppgave i limnologi . Univ. i Oslo, 66 s.
- Sevaldrud, I. og Muniz, I.P. (1980). Sure vatn og innlandsfisket i Norge. Resultater fra intervjuundersøkelsene i 1974-1979. SNSF-prosjektet, IR 77/80, 201.
- Sevaldrud, I. og Skogheim, O. (1985). Fiskestatus og vannkvalitet i Agder - 1983. Rapport fra Fiskeforskningen, Ås, Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, internt notat.
- SFT (1983). Overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1982. Rapport 108/83. Statens forurensningstilsyn, Oslo, 228 s.
- SFT (1987). 1000-sjøers undersøkelsen 1986. Rapport 282/87. Statens forurensningstilsyn, Oslo, 31 s.
- SFT (1993). Overvåkning av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Rapport 533/93. Statens forurensningstilsyn, Oslo, 296 s.
- Skulberg, O. (1970). Kilefjorden, Otra. Virkninger av vassdragsreguleringer på høyere akvatisk vegetasjon. NIVA-rapport, løpenr. 269.
- 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.
- Strand, L.K.K. (1989). Bunnfauna som indikator på forurensning av vassdrag i Aust-Agder. Hovedoppgave - Norges landbrukshøgskole, inst. for naturforvaltning, 60 s.
- Sættem, L. (1984a). Tilslamming av Nidelva og Rore på grunn av kanaliseringsarbeider ved utvidelse av Evenstad kraftstasjon 1983. Rapport nr. 1. Fysiske, kjemiske og bakteriologiske forhold i tidsrommet 10. juli til 5. desember. Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernavdelingen, 71 s.
- Sættem, L. (1984b). Tilslamming av Nidelva og Rore på grunn av kanaliseringsarbeider ved utvidelse av Evenstad kraftstasjon 1983. Rapport nr. 2. Evertebratfaunaen i nedre del av

Nidelvassdraget i tidsrommet 11. juli 1983 til 8. mai 1984. Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernavdelingen, 37 s.

Sættem, L. (1984c). Tilslamming av Nidelva og Rore på grunn av kanaliseringsarbeider ved utvidelse av Evenstad kraftstasjon 1983. Rapport nr. 3. Fiskeribiologiske studier i nedre del av Nidelvassdraget i tidsrommet 18. august 1983 til 11. mai 1984. Oppfølgende undersøkelser av fysiske, kjemiske og bakteriologiske forhold. Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernavdelingen, 74 s.

Traaen, T.S. og Johannessen, M. (1987) Tiltak for å bedre vannkvaliteten i Otravassdraget. SFT/NIVA. Overvåkningsrapport 301/88, NIVA-løpenr. 2069, 29 s.

Wright, R.F. og Snekvik, E. (1977). Chemistry and fish populations in 700 lakes in southernmost Norway. SNSF-prosjekt. TN: 37/77. 84 s.

Wright, R. F. (1983). Øvre Otra. Samspill forsuring-regulering på strekningen Hartevatn-Sarvsfoss. Overvåkningsrapport 77/83, SFT/NIVA, løpenr. 1483, 23 s.

Wright, R.F. og Grande, M. (1981). Otra 1980. Rutineovervåkning. Overvåkningsrapport 6/81, SFT/NIVA, løpenr. 1298, 55 s.

Wright, R.F., Grande, M., Brettum, P., Løvik, J.E., Romstad, R. og Martinsen, K. (1983). Otra 1982. Rutineovervåkning. Overvåkningsrapport 89/83, SFT/NIVA, løpenr. 1500, 66 s

7. VEDLEGG

7.1. SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann

Klassifisering av tilstand.

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

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

Virksomheter av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "God"	II "Mindre god"	III "Nokså dårlig"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
Næringssalter	Totalfosfor ($\mu\text{g P/l}$)	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	Klorofyll a ($\mu\text{g kl.a/l}$)	<2	2-3,7	3,7-7,5	7,5-20	>20
	Siktedyp (m)	>7	4-7	2-4	1-2	<1
	Oksygenmetning (%)	>80	50-80	30-50	15-30	<15
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

7.2. Oversikt over kalkede vann i Aust-Agder

Følgende vann i Aust-Agder blir kalket i regi av Fylkesmannen i Aust-Agder:

Birkenes:	Bellandstjern, Kyllandsvann
Bygland:	Gaukhei, Stråndevatn, Vætingtjørn
Evje og Hornnes:	Bjorvatn, Storebekk
Froland:	Flekevann, Førevann, Hovatn, Mørløsvann
Gjerstad:	Svart
Grimstad:	Gangvann, Holvann, Kollandsvann, Tønnesølvann
Iveland:	Sirkilen
Lillesand:	Langvann, Steinsvann, Vestervann, Vestre Grimevann
Risør:	Svart
Tvedestrand:	Bjellandsvann, Gulspettvann, Hofsdalsvann
Valle:	Fiskeløys, Kråketjenn, Straumsfjorden
Vegårshei:	Kalbergvann, Ufsvatn, Vegår, Vierlivannene, Vålevatn
Åmli:	Mjonevann

7.3. Oversikt over kommunale renseanlegg i Aust-Agder.

Nedenfor følger en oversikt over renseanlegg for kommunal kloakk i Aust-Agder. Oversikten er hentet fra Driftsassistansen i Aust-Agder Avløp i Aust-Agder (1993).

<u>Kommune:</u>	<u>Navn:</u>	<u>Resipient:</u>
Arendal:	Saulekilen (mek)	Ærøydypet
Birkenes:	Birkeland (kj)	Tovdalselva
Bygland:	Byglandsfjord (kj/bio) Grendi boligf. (annet)	Otra
Bykle:	Bykle (bio) Hovden (kj)	Otra Hartevatn
Evje og Hornnes:	Fennefoss (kj)	Otra
Froland:	Neset (kj/bio)	Nidelva
Gjerstad:	Gjerstad (kj) Sunde (kj)	Gjerstadvann Gjerstadvassdraget
Grimstad:	Groos (mek) Homborsund (kj)	Groosefjorden Skjærgård
Iveland:	Birketveit (kj/bio) Vatnstraum (kj) Skaiå	Frøysåna Oggevatn Otra
Lillesand:	Fossbekk (kj)	Lillesandsfjorden
Risør:	Røed (kj) Hope (annet)	Sørfjorden
Tvedestrand:	Fianesvingen (kj/bio) Gjeving (kj) Elvebakken (annet) Lundevann (annet)	Strengselva Lyngørfjorden Lundevann
Valle:	Rysstad (bio) Valle (kj/bio)	Otra Otra
Vegårshei:	Myra (kj) Ubergsmoen (mek)	Storelva Ubergsvann
Åmli:	Nelaug (kj/bio) Åmli (kj)	Nidelva Nidelva

mek= mekanisk renseanlegg, kj= kjemisk renseanlegg, bio =biologisk renseanlegg

7.4. Oversikt over større vannverk i Aust-Agder.

Opplysningene nedenfor er hentet fra Norsk kommunalteknisk forening (1990).

<u>Kommune</u>	<u>Vannverk:</u>	<u>Kilde:</u>
Arendal:	Arendal vannverk Kilsund vannverk Arendal smelteverk vannv. Hove leirs vannverk	Rore Vinkollvann Strengereidvann grunnvann
Birkenes:	Birkeland vannverk Herefoss vannverk	grunnvann Landstveitbekk
Bygland:	Bygland vassverk Byglandsfjord vassverk Grendi vassverk Åraksbø	Byglandsfjord Byglandsfjord Nordåni Åraksbøfjorden
Bykle:	Hovden vassverk Bykle vassverk	Børtemannsbekken Kvernebekken
Evje og Hornnes:	Evje og Hornnes vannverk Evjemoen vannverk	grunnvann grunnvann
Froland:	Blakstad vannverk Mjølhusmoen vannverk	Nidelva
Gjerstad:	Fiane vannverk Gjerstad vannverk Løyte vannverk A/L	Skorstølvann Brekka Koltjenn
Grimstad:	Grimstad vannverk Reddal vannverk	Rore Rore
Iveland:	Skrøme vannverk Vatnestrøm vannverk	Skrømevatn grunnvann
Lillesand:	Brekkestø vannverk Heldal og Kaldvell vannv. Lillesand vannverk Høvåg skoles vannverk	grunnvann Grimevann Grimevann grunnvann

Risør:	Risør hovedvannverk/ Stemtjern reservevannverk Søndeled vannverk	Bosviktjern/ Stemtjern Molandsv./Mjåvann
Tvedestrand:	Krokvåg vannverk A/L Nesgrenda vannverk Songe vannverk Tvedestrand vannverk Østerå vannverk	Sagvann Gandalstjenna Tvitjenn Østeråvann Østeråvann
Valle:	Rysstad vassverk Valle vassverk Flateland vassverk Garane vassverk	grunnvann Hommsåna grunnvann Aksletjønn
Vegårshei:	Myra vannverk	Ljøsvann
Åmli:	Nelaug vannverk Åmli kommunale vannverk Dølemo vannverk	Nidelva Nidelva grunnvann

7.5. Vassdrag som er vernet mot kraftutbygging

I alt 8 vassdrag i Aust-Agder er vernet mot kraftutbygging. Dette gjelder:

- Bykil
- Gjerstadvassdraget
- Gjevingvassdraget
- Grimeelva
- Molandsvassdraget
- Tovdalsvassdraget (øvre del)
- Vegårvassdraget
- Ånavassdraget.

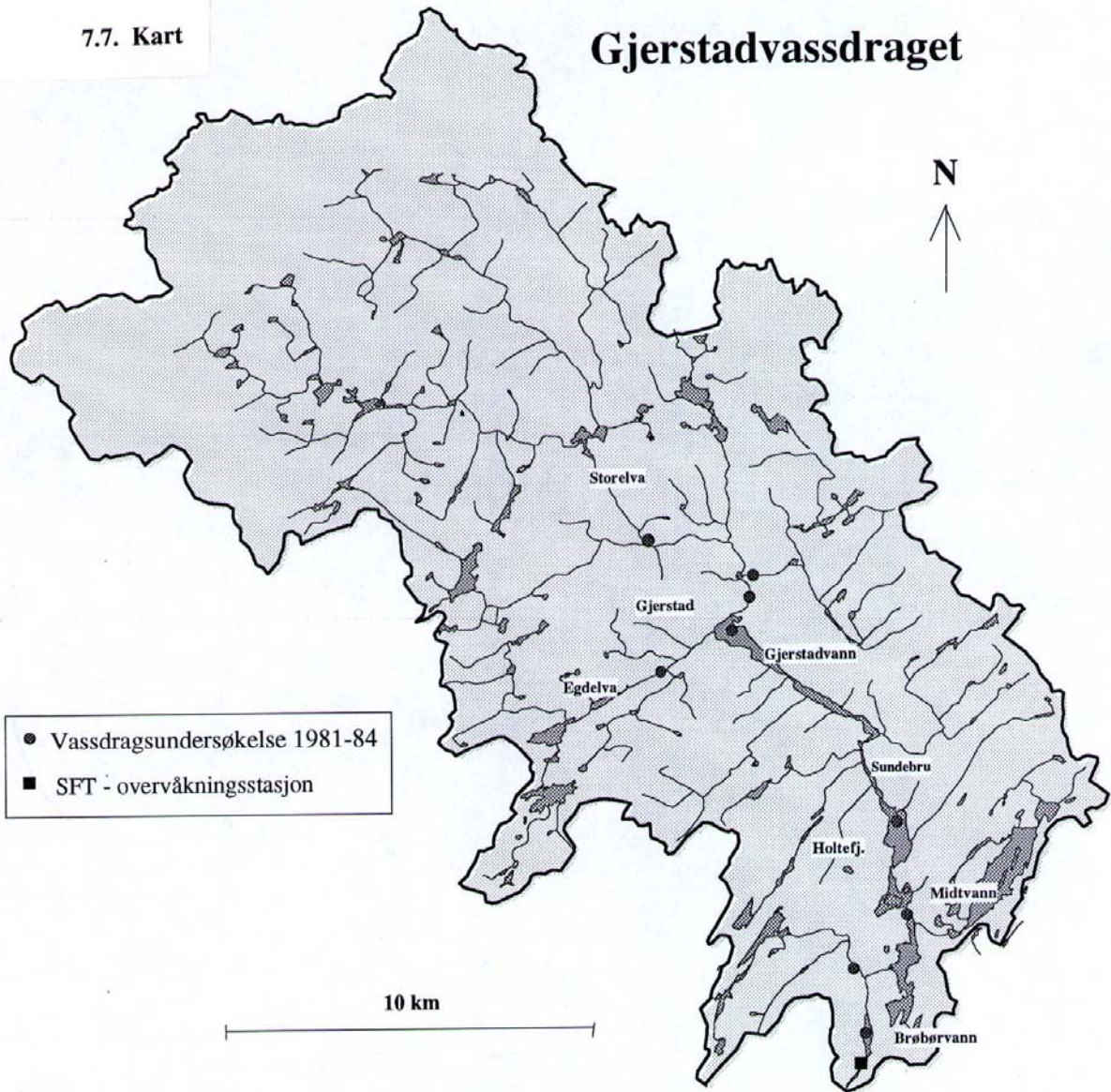
Foruten vern mot kraftutbygging henstilles det til at vassdragene skånes mot andre typer inngrep. Det er nå i ferd med å bli utarbeidet rikspolitiske retningslinjer for disse vassdragene. Norges vassdrags- og energiverk (NVE) har tidligere utarbeidet et forslag til "Differensiert forvaltning av vernede vassdrag".

7.6. Forklaring av begreper

Eutrofiering:	Utvikling av en vannforekomst i næringsrik retning på grunn av overgjødning. Tilførsler av næringssaltene nitrogen, og framfor alt fosfor kan føre til eutrofiering. De vanligste indikasjoner på eutrofiering er økt biologisk produksjon, i første omgang begroingsalger og frittsvevende alger.
Marin grense:	Det høyeste nivå havet hadde under siste istid. Under marin grense finner en marine avsetninger (marin leire).
Refugie:	I denne rapporten er begrepet brukt på lokaliteter som ligger i et forsuringsskadedt område, men som på grunn av spesielle naturgitte betingelser har bedre vannkvalitet og større artsrikdom av vannlevende organismer
Resipient:	Mottaker for avfallsprodukter. Denne rapporten omhandler vannforekomster som resipient for spillvann.
Sediment:	Øvre del av innsjøbunnen

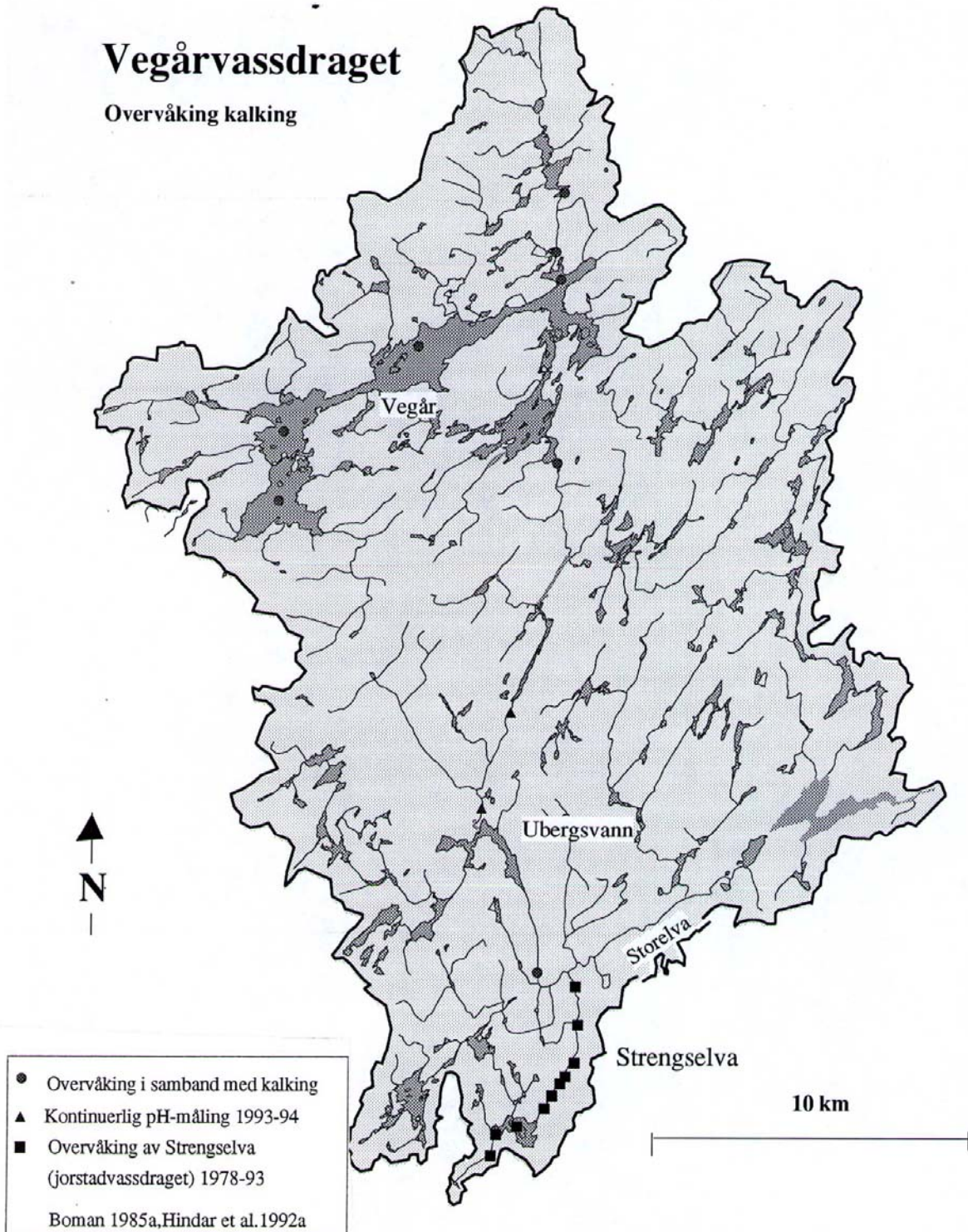
7.7. Kart

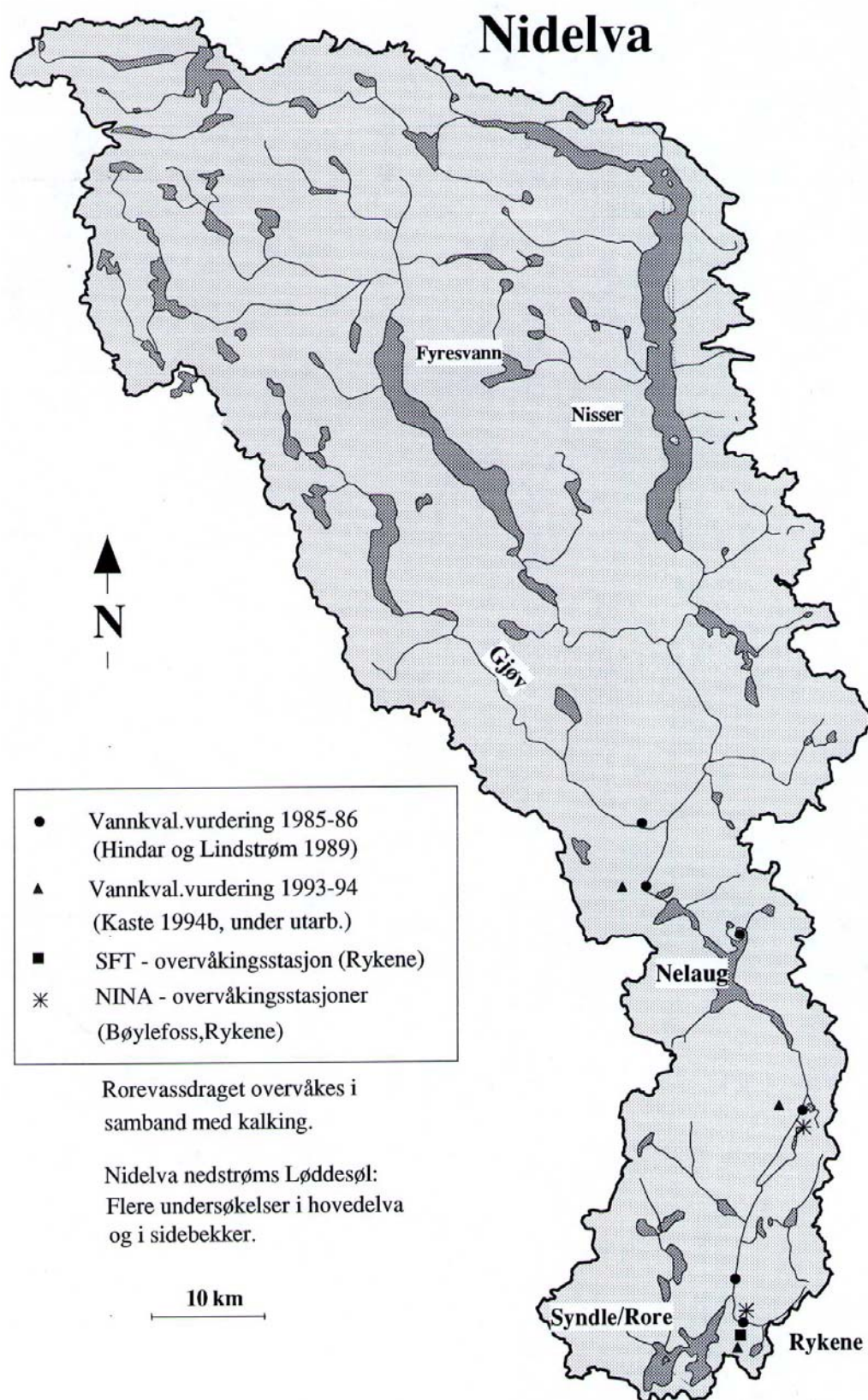
Gjerstadvassdraget



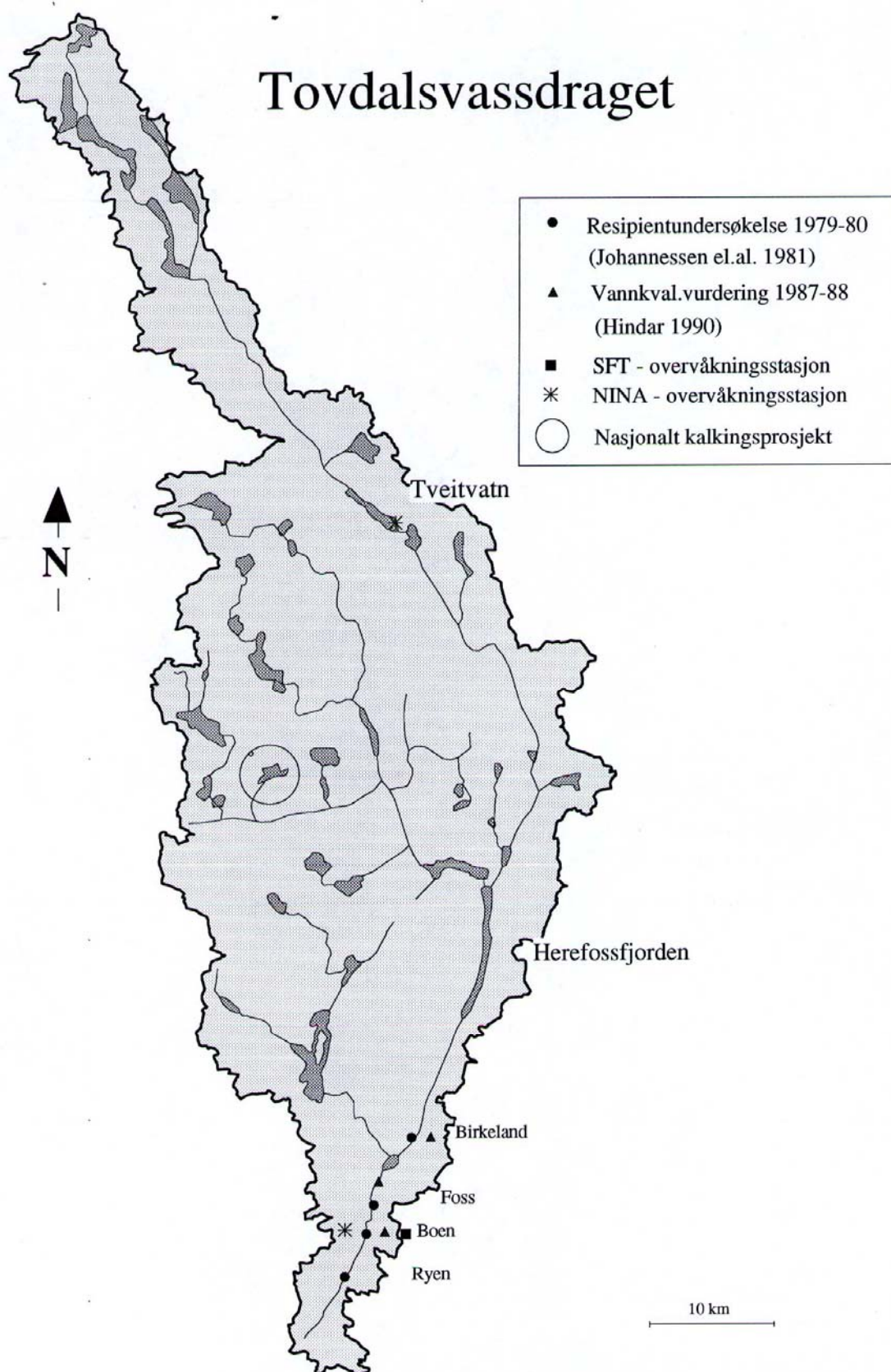
Vegårvassdraget

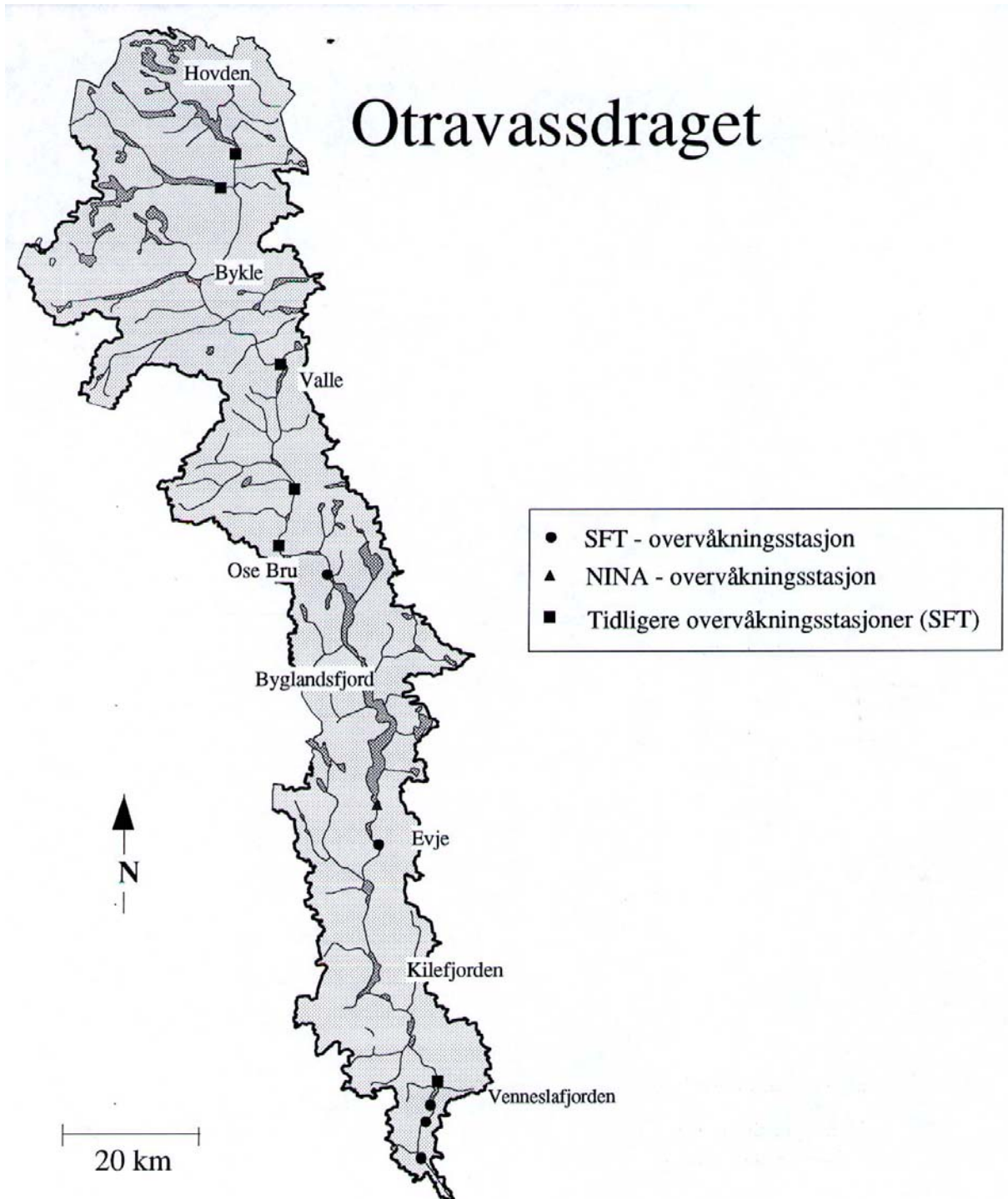
Overvåking kalking





Tovdalsvassdraget







Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo
Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2606-0