



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTENS TITTEL:

Tilstand og status med hensyn på eutrofiering i vassdrag i Hordaland 1997

FORFATTERE:

Annie Elisabeth Bjørklund

&

Geir Helge Johnsen

OPPDRAGSGIVER:

Fylkesmannen i Hordaland, Miljøvernavdelingen,
Valkendorfgaten 6, 5012 Bergen.

OPPDRAGET GITT:

Våren 1997

ARBEIDET UTFØRT:

juni-oktober 1997

RAPPORT DATO:

7. oktober 1997

RAPPORT NR:

301

ANTALL SIDER:

22

ISBN NR:

ISBN 82-7658-162-5

RAPPORT SAMMENDRAG:

I 1992 ble det utarbeidet en sammenstilling vedrørende vannkvalitet i Hordaland. Den foreliggende rapporten er en oppfølgelse av denne, der en ser på eutrofieringstilstanden i fylket. Den nyeste informasjonen for til sammen over 220 innsjøer i Hordaland er systematisert og presentert. Der det var mulig er endringer i tilstanden over tid vurdert. På grunnlag av opplysninger om forhold i nedslagsfeltene er det også gjort en vurdering av de ulike kilders betydning for forurensningstilførsler til vassdragene i fylket. Det er i tillegg utarbeidet et forslag til videre arbeide på feltet.

EMNEORD:

- Eutrofiering
- Vassdrag
- Hordaland

SUBJECT ITEMS:

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS
Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen
Foretaksnummer 843667082
Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75



FORORD

Rådgivende Biologer as. har på oppdrag fra Fylkesmannen i Hordaland, samlet inn tilgjengelig informasjon vedrørende vannkvalitet og tilstand i vassdrag i Hordaland. Denne rapporten bygger på en tilsvarende sammenstilling fra 1992 (Johnsen mfl. 1992) samt undersøkelser foretatt i perioden 1992 til og med 1996.

Det innsamlete materialet er presentert og diskutert på en mest mulig enhetlig og oversiktlig måte, uavhengig av variasjonen i omfanget av de undersøkelsene resultatene er hentet fra. Dette er begrunnet i ønsket om å få en regional oversikt, slik at en kan foreta prioriteringer av det videre arbeidet innen feltet i fylket. I de foreliggende undersøkelsene finnes det imidlertid adskillig mer detaljert informasjon knyttet til både sesongvariasjon og til antall undersøkte parametere i de enkelte lokaliteter. Undersøkelser utført av fag-instanser inneholder grundige gjennomganger av både nedslagsfeltene og resipientene, men det ville føre for langt å gå i detalj for hver lokalitet i denne sammenheng. Kommunevise sammenstillinger, - som er utført for Bergen kommune (Bjørklund mfl. 1994), Sund, Fjell og Øygarden kommuner (Johnsen & Bjørklund 1993), Voss kommune (Johnsen & Kambestad 1994) og Ølen kommune (Bjørklund 1996), inneholder vesentlig flere detaljer og i slike framstillinger rettfærdiggjøres en adskillig mer detaljert presentasjon.

Rådgivende Biologer takker Fylkesmannens miljøvernnavdeling for oppdraget.

Bergen 2. oktober 1997

INNHOOLD

Forord	2
Innhold	2
Sammendrag	3
Næringsrikhet i vassdrag I Hordaland	6
Tilstand	6
Utvikling / endringer over tid	7
Hva påvirker næringsrikheten	9
Naturtilstanden i Hordaland	9
Naturlig variasjon	10
Lokale menneskeskapte tilførsler	12
Langtransporterte tilførsler	15
Behov for videre arbeide	16
Datagrunnlag	19
Litteraturliste.	21



SAMMENDRAG

BJØRKLUND, A.E. & G.H. JOHNSEN 1997

Tilstand og status med hensyn på eutrofiering i vassdrag i Hordaland 1997

Rådgivende Biologer, rapport 301, 22 sider, ISBN 82-7658-162-5

Fra 1992 av er det ferdigstilt 95 rapporter som har eutrofieringstilknytning til ferskvannsresipienter i Hordaland (se tabell 6 over datagrunnlaget på side 19-20). Totalt foreligger det nå opplysninger knyttet til over 220 innsjøer i fylket, de fleste data er fra de siste seks årene, og denne informasjonen er sammenstilt og vurdert i forhold til næringsrikhet. Målingene gir et relativt godt bilde av tilstanden i vassdragene i fylket, og resultatene er sammenholdt med forventet naturtilstand.

I indre Hordaland er vassdragene generelt næringsfattige og over 70 % av innsjøene klassifiseres i tilstandsklasse I (SFT 1992) når det gjelder innhold av næringsstoffet fosfor. I de ytre strøk er vassdragene noe mer næringsrike, og under halvparten klassifiseres i tilstandsklasse I mens en tredel klassifiseres i de to dårligste tilstandsklassene (klasse IV og V).

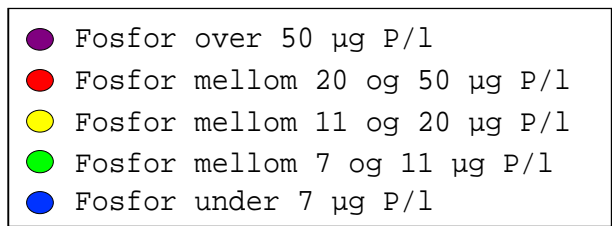
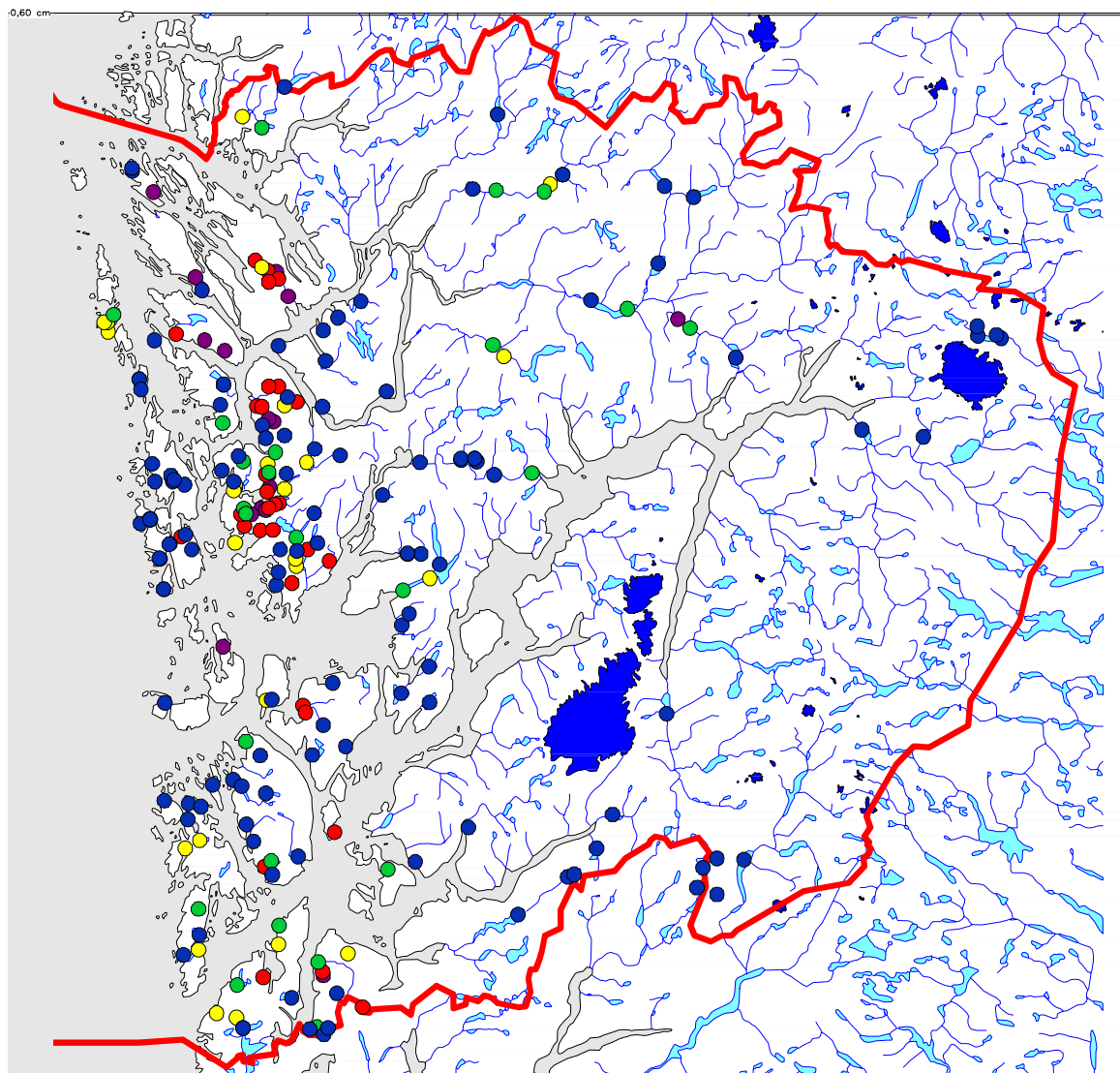
Både forskjeller i vassdragenes morfologi og bosettingsmønsteret i fylket er årsaken til denne forskjellen mellom indre og ytre strøk. I de indre strøk har vassdragene store og stort sett høytliggende nedbørfelter, og det er hovedsakelig i de nedre delene det finnes bebyggelse og landbruk. I de ytre strøk har vassdragene små, lavtliggende nedbørsfelt og i hovedsak små innsjøer med liten vannutskifting, - noe som gir en lav tålegrense for forurensninger. I tillegg er befolkningstettheten i disse områdene ofte stor og bebyggelse og landbruk kan finnes langs hele vassdraget.

Kunnskapen om utviklingen i vassdragene i fylket er imidlertid dårlig, kun fra 15 vassdrag har en flere sammenlignbare undersøkelser. I disse er det påvist en bedring i seks og en forverring i seks andre. Bedringene finner en hovedsakelig i vassdrag i Bergen kommune, mens forverringene finnes spredd i andre kommuner i de ytre deler av fylket.

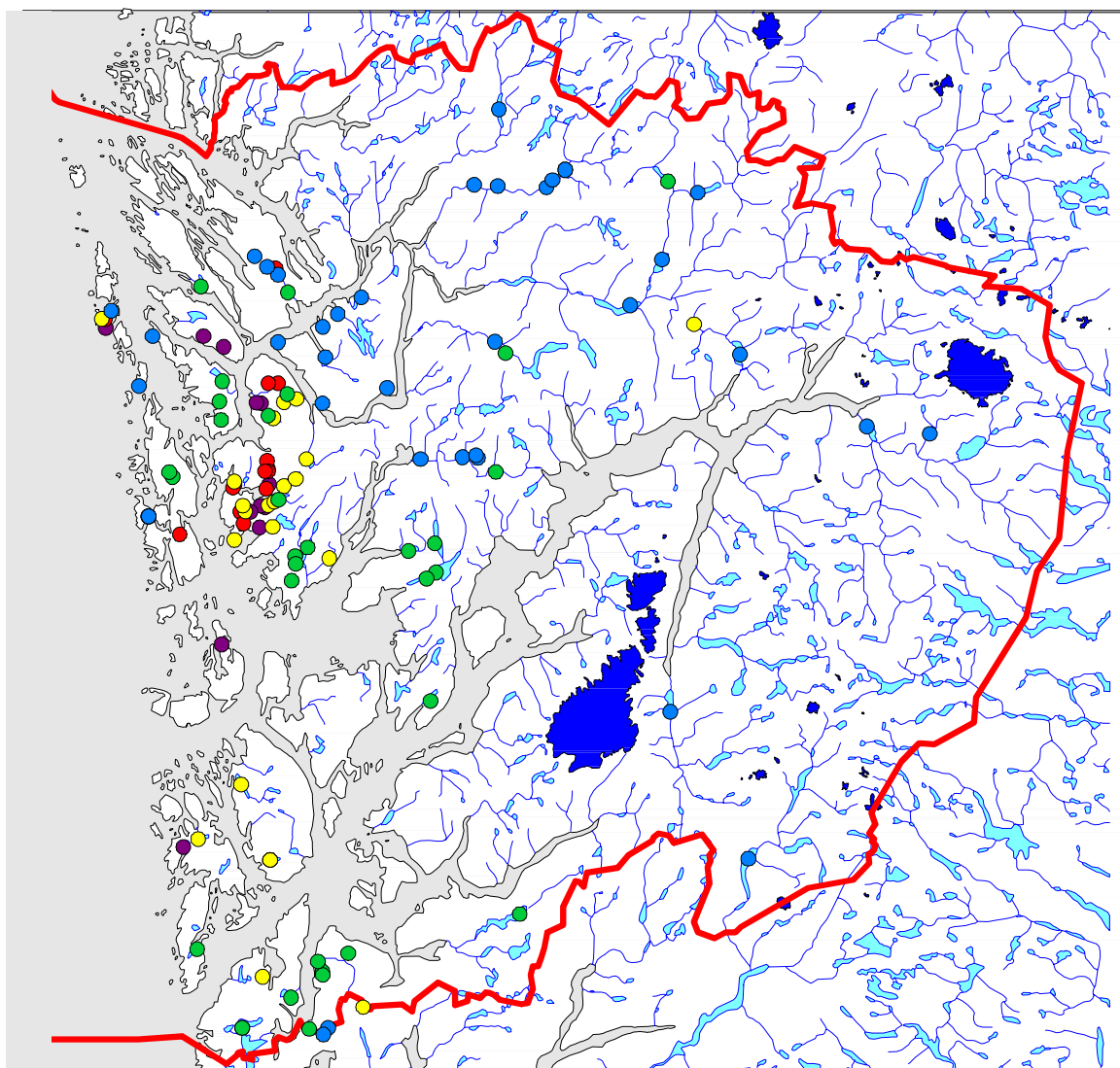
Totalt sett er tilførselene fra landbruket den viktigste kilden til forurensningene i de vurderte vassdragene i Hordaland. Ved 67 vurderte vassdrag sto landbruket for omtrent 45 % av de totale fosfortilførselene. Kloakktilførsler utgjorde omtrent 30 % av fosfortilførselene. Avrenning fra naturlige arealer utgjør 25 % av fosfortilførselene til de undersøkte vassdragene.

Den framtidig innsats på dette feltet bør i stor grad legges i å følge utviklingen i vassdragene. Dette må omfatte vannkvaliteten både i påvirkede - og upåvirkede vassdrag. Fraværet av nyere overvåkingsserier fra upåvirkede vassdrag gjør det vanskelig å skille mellom forurensning og naturlig variasjon i vannkvalitet over tid. I tillegg er det fremdeles enkelte kommuner som mangler oversikt over tilstanden i vassdragene i kommunen, og også der bør en sette inn ressurser. Behovet for videre undersøkelser i fylket har vi derfor delt opp i fire kategorier:

1. Iverksetting av overvåking av resipienter i de enkelte kommunene der en vet lite
2. Oppfølgende undersøkelser i resipienter der tilstand er kjent og forbedrende tiltak er utført
3. Starte et overordnet overvåkingsprogram for tilstanden i fylket
4. Samkjøre undersøkelsene av drikkevannskilder i fylket slik at resultatene får regional verdi



FIGUR 1: Næringsrikkhet, målt som gjennomsnittlig innhold av totalfosfor i innsjøer i Hordaland. Data er fra perioden 1988 til 1996. Inndelingen er i henhold til SFT sin klassifisering av vannkvalitet i ferskvann (SFT 1992).



- Nitrogen over 800 $\mu\text{g N/l}$
- Nitrogen mellom 550 og 800 $\mu\text{g N/l}$
- Nitrogen mellom 400 og 550 $\mu\text{g N/l}$
- Nitrogen mellom 250 og 400 $\mu\text{g N/l}$
- Nitrogen under 250 $\mu\text{g N/l}$

FIGUR 2: Næringsrikhet, målt som gjennomsnittlig innhold av totalnitrogen i innsjøer i Hordaland, data er fra perioden 1988 til 1996. Inndelingen er i henhold til SFT sin klassifisering av vannkvalitet i ferskvann (SFT 1992).



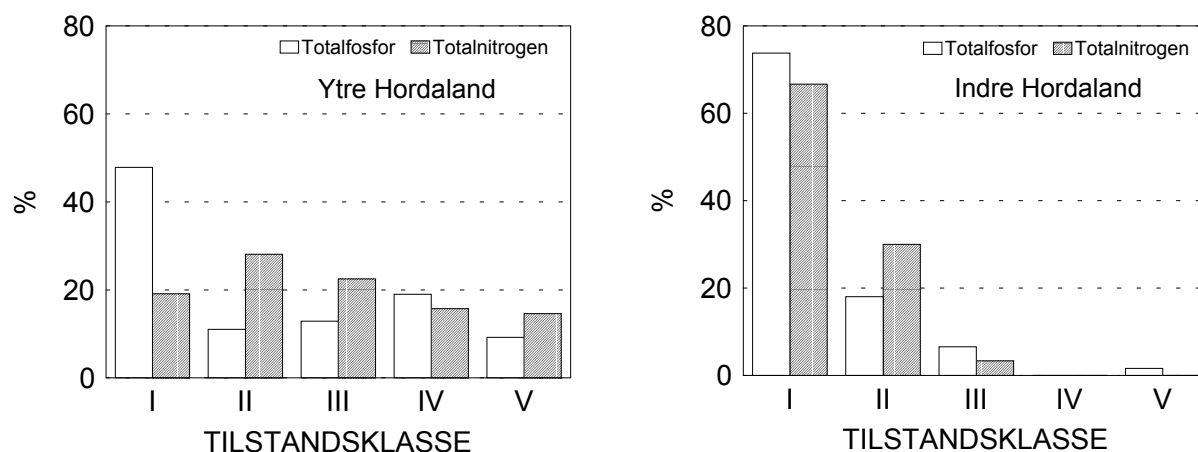
NÆRINGSRIKHET I VASSDRAG I HORDALAND

TILSTAND

Vannkvaliteten med hensyn på næringsrikkhet er stort sett god i Hordaland (figur 1 og 2). I størstedelen av fylket er vassdragene næringsfattige, men det er enkelte mindre områder der vassdragene er relativt næringsrike. Den geografiske fordelingen av vannkvaliteten gjenspeiler i stor grad fylkets topografi, med en stor andel næringsrike vassdrag i de ytre lavereliggende deler av fylket, og hovedsakelig næringsfattige vassdrag i de høytliggende indre deler. Årsaken til dette er at topografien både påvirker bosettingsmønsteret og vassdragenes størrelse.

I de ytre deler har vassdragene små, lavtliggende nedslagsfelt og i hovedsak små innsjøer med liten vannutskifting, - noe som gir en lav tålegrense for forurensninger. I tillegg er befolkningstettheten i disse områdene ofte stor, og bebyggelse og landbruk kan finnes langs hele vassdraget. Omtrent en tredel av de undersøkte vassdragene i denne delen av fylket er meget næringsrike, mens under halvparten er næringsfattige (figur 3).

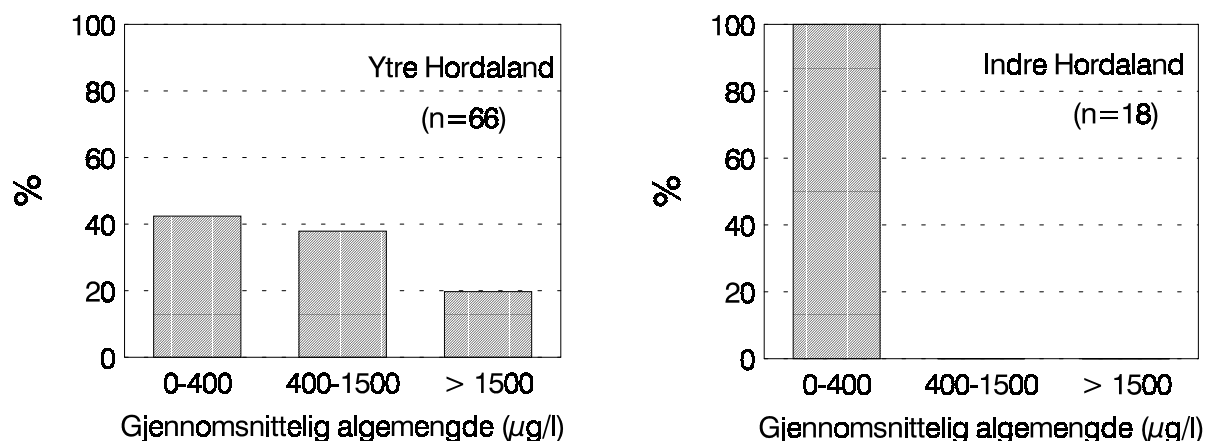
I de indre deler har vassdragene adskillig større og stort sett høytliggende nedslagsfelter, og det er i hovedsak bare i de nedre delene at det finnes bebyggelse og landbruk. Vannmassene i disse vassdragene domineres av avrenning fra høytliggende ubebodde fjellområder, og selv store tilførsler fra bebyggelsen og landbruket vil gi mindre effekt på grunn av stor fortykning og stor vanngjennomstrømning i innsjøene. I tillegg er det ofte bare de nederste deler av vassdragene like før utløpet til sjøen, som påvirkes av disse tilførselene. I disse delene av fylket er over to tredeler av de undersøkte innsjøene næringsfattige, og kun enkeltinnsjøer med liten vannutskifting og store tilførsler er næringsrike (figur 3).



FIGUR 3. Frekvensfordeling av klassifiserte konsentrasjoner av totalfosfor og totalnitrogen i innsjøer i ytre (til venstre) og indre deler (til høyre) av Hordaland fylke. Data er hentet fra perioden 1988-1996. (Totalfosfor: 163 innsjøer i de ytre deler og 61 innsjøer i de indre deler. Totalnitrogen: 89 innsjøer i de ytre deler og 30 innsjøer i de indre deler). Klassifiseringen er gjort i henhold til SFT sitt klassifiseringssystem (SFT 1992), der I=næringsfattig og V=meget næringsrik. I todelingen av fylket omfatter de indre strøk kommunene: Eidfjord, Etne, Fusa, Granvin, Jondal, Kvam, Kvinnherad, Masfjorden, Modalen, Odda, Samnanger, Ullensvang, Ulvik, Vaksdal og Voss.



Den biologiske responsen på næringstilstanden sees godt ved å sammenligne algemengder i innsjøer i de ytre og indre strøk av fylket (figur 4). I de indre og næringsfattige områdene, har samtlige undersøkte innsjøer algemengder som samsvarer med forholdene i næringsfattige innsjøer, mens i de ytre har bare 40% av de undersøkte innsjøene så lave algemengder.



FIGUR 4. Frekvensfordeling av algemengder i de ytre deler (til venstre) og i de indre deler (til høyre) av Hordaland fylke. Data er fra perioden 1990-1996 bortsett fra to målinger fra 1984 og 1988. Oppdelingen tilsvarer algemengder en vanligvis finner i næringsfattige innsjøer (0-400 : g/l), i middels næringsrike innsjøer (400-1500 : g/l) og i næringsrike innsjøer (>1500 : g/l). Oppdelingen er gjort i henhold til Brettum (1989). For inndeling av fylket se forrige figur (figur 3).

Det er naturlig nok i Bergensområdet en finner de fleste vassdragene med dårlig vannkvalitet, over 40 % av innsjøene som tilhører tilstandsklasse V ligger i denne kommunen (figur 1 og 2). Denne høye andelen henger også sammen med at en i Bergen kommune har utført en serie undersøkelser av innsjøresipienter de siste årene, slik at kunnskapsnivået er godt. Innsjøene i Eikangervassdraget i Lindås har også generelt dårlig vannkvalitet, mens de tre mest næringsrike innsjøene er Solenvatnet i Austrheim, Brakstadvatnet i Meland og Opelandstjørn i Voss kommune, som alle hadde fosforkonsentrasjoner over 140 : g/l. Eksempler på de minst næringsrike vassdragene i fylket er Hallingdalsvassdraget ved Finse i Ulvik der fosforkonsentrasjonene ligger under 2,5 : g/l og Eikedalsvassdraget i Samnanger. Flere av innsjøene i den ytre delen av Hordaland er også meget næringsfattige, men dette er stort sett innsjøer i områder uten bebyggelse og landbruk.

UTVIKLING / ENDRINGER OVER TID

Det er svært få vassdrag i Hordaland som er undersøkt flere ganger slik at en kan følge eventuelle endringer i vannkvaliteten. Vi har imidlertid samlet det som finnes og delt dem inn etter om det har vært en generell bedring eller forverring i tilstanden (tabell 1). Av de 15 aktuelle vassdragene er det grovt sett observert en bedring i seks og en forverring i like mange.

En bedret tilstand finnes stort sett i vassdragene i Bergen. Både i Fjøsangervassdraget, Grimseidvassdraget, Gaupåsvassdraget og Kalandsvassdraget er forholdene nå bedre enn tidligere. I de andre kommunene er det kun registrert bedring i Vangsvatnet i Voss og i den øvre delen av Steinsdalsvassdraget i Kvam.



En forverring av tilstanden er dokumentert i seks av de undersøkte vassdragene. Eksempler her er Osvassdraget i Os og Eikangervassdraget i Lindås der begge har hatt en generell økning i næringsrikheten. Også Moensvatnet øverst i Granvinsvassdraget i Voss, og Storavatnet og Selsvatnet på Bømlo har hatt en negativ utvikling. Det samme gjelder for den nedre delen av Steinsdalsvassdraget i Kvam.

TABELL 1. Endring i næringstilstand i undersøkte vassdrag i Hordaland. Tabellen framstiller endringene i grove trekk. Undersøkelsesårene er også oppgitt.

Endring	Kommune	Vassdrag	Innsjø	Undersøkelsesår
Bedret	Voss	Vossovassdraget	Bedret i Vangsvatnet	1970 årene, -93, -94
	Bergen	Fjøsangervassdraget	Bedret i Tveitvatnet og Storetveitvatnet	1992, -93, -95
	Bergen	Grimseidvassdraget	Bedret tilstand i alle innsjøer	1992, -95
	Bergen	Gaupåsvassdraget	Bedret for Hettebakkstemma og Hjordlandstemma, uendret i Gaupåsvatnet	1990, -92, -95
	Bergen	Kalandsvassdraget	Bedret, men dårligere ved siste undersøkelse.	1990, -93, -96
	Kvam	Steinsdalsvassdraget	Bedre i de øvre deler, noe dårligere i de nedre	1989, -91, -96
Uendret	Bergen	Haukåsvassdraget	Ingen vesentlig endring	1989, -94
	Eidfjord	Bjoreio	Ingen vesentlig endring	1993, -94, -95, -96
	Bergen	Midtbygdavassdraget	Ingen vesentlig endring, dårligere ved Flatevad	1992, -96
Forverret	Os	Osvassdraget	Dårligere i det meste av vassdraget, bedre i Hegglandsdalen	1982-84, -95, -96
	Bømlo	Selsvatnet	Dårligere	1992, -93, -94, -95, -96
	Bømlo	Storavatnet	Dårligere	1992, -93, -94, -95, -96
	Lindås	Eikangervassdraget	Dårligere i Tveitvatnet, noe dårligere i resten, kan skyldes nat. variasjon.	1991, -96
	Vaksdal	Eksingedalsvassdraget	Dårligere i 1995, kan skyldes lav vannføring	1980, 1990-91, -95
	Voss	Granvinsvassdraget	Dårligere mhp. organisk stoff, grense oksygenfritt bunnvann i Moensvatnet	1992, -93, -95, -96

Tidsperspektivet med hensyn på disse endringene, er imidlertid meget kort, noe det er viktig å legge merke til (tabell 1). Siden endringene ofte har skjedd i løpet av få år, er det håp med hensyn på forvaltningen av disse ressursene. Erfaringer viser at dersom tiltak settes inn før vannkvaliteten er blitt så dårlig at innsjøene er kommet inn i en selvgjødslingsfase, er det mulig å oppnå vesentlige effekter på kort tid. Et eksempel på dette er Bergesvatnet i Bømlo, som etter intens fiskeoppdrett var kommet i ubalanse. Allerede etter ett år med endret produksjonsrytme i anlegget var forholdene bedret, og har siden holdt seg gode.

Eksempler på det motsatte er Storetveitvatnet i Fjøsangervassdraget i Bergen, Indrevatnet i Jordalsvassdraget i Bergen og Fammestadtjørna i Eikangervassdraget i Lindås. Selv om tilførselene til disse innsjøene stopper helt opp, vil tilstanden med dårlig vannkvalitet opprettholdes fordi næring utløses fra innsjøenes egne sedimenter i periodene med oksygenfritt bunnvann. Å gjenopprette en god vannkvalitet i disse vil derfor kreve helt andre og store tiltak. Dette viser at det er viktig å komme i gang med tilførselsreducerende tiltak så tidlig som mulig.



HVA PÅVIRKER NÆRINGSRIKHETEN

Næringsrikheten i vassdrag måles som konsentrasjon av næringsstoffene fosfor og nitrogen, der førstnevnte oftest er begrensende i ferskvann,- og derfor avgjørende for den biologiske produksjonens nivå. Disse næringsstoffene stammer fra tre hovedkilder :

- 1) NATURTILSTANDEN: avrenning fra jordsmonn og berggrunn
- 2) LOKALE MENNESKESKAPTE TILFØRSLER: kloakk, landbruk, enkelte industribedrifter
- 3) LANGTRANSPORTERTE TILFØRSLER: med nedbør og som tørravsetninger fra en rekke både naturlige og antropogene kilder.

Forurensning er forskjellen mellom naturtilstanden og den faktiske tilstanden i vassdragene. All forurensning skyldes i denne sammenheng menneskelige aktiviteter. I tillegg til tilførsler av næringsstoffer har tilførsler av organisk stoff også betydning for næringstilstanden. Vanligvis er egen alge- og planteproduksjon den viktigste kilden for organisk stoff i innsjøer, og mengden organisk stoff blir dermed en indirekte effekt av næringstilførslene. I innsjøer påvirket av menneskelige aktiviteter kan det imidlertid også være store ytre tilførsler; både kloakk, husdyrgjødsel og avrenning fra silo og landbruksarealer fører organisk stoff til vassdrag. I tillegg kan tilsig fra myr være av stor betydning. Disse tilførslene forverrer eutrofieringstilstanden i innsjøer fordi de kan føre til oksygenfritt bunnvann og derved utløsning av fosfor fra egne sedimenter. Etersom organisk stoff i innsjøer i så stor grad er et resultat av næringstilførslene er ikke denne parameteren trukket spesielt fram i denne rapporten. Den er imidlertid vurdert i mange av undersøkelsene denne rapporten bygger på, og ligger derfor likevel i bakgrunnen som en del av vurderingene.

NATURTILSTANDEN I HORDALAND

Vannmengdene i vassdrag utgjøres av grunnvann og overflateavrenning i varierende blandingsforhold. Mens grunnvannskvaliteten ofte vil være relativt stabil, vil overflateavrenningen kunne være meget varierende. Overflateavrenningen er nedbør som er modifisert på veien gjennom nedslagsfeltet, og denne modifisering avhenger av hvor stor og langvarig kontakten mellom regnvannet og jordsmonnet er, og om nedslagsfeltet tilføres stoffer. Dersom jordsmonnet er upåvirket av lokale menneskelige aktiviteter, vil avrenningen representere naturgrunnlaget for vannkvaliteten i det aktuelle området.

Naturgrunnlaget avgjøres av følgende tre naturgitte elementer: Berggrunnens sammensetning, løsmassenes og jordsmonnets næringsrikhet og vassdragenes morfologi. Informasjonen om dette finnes hos Kolderup & Kolderup (1940), Gjessing (red) (1977), Gjessing (1978), Holtedal (1968) og Undås (1963) og er nøye gjennomgått i forrige rapport om vannkvalitet i Hordaland (Johnsen mfl. 1992). Dette vil derfor kun bli kort oppsummert i denne rapporten:

GRUNNFJELLSREGIONER:

- G1) Indre Nordhordland: Masfjorden, Modalen og deler av Osterøy
Forventet naturtilstand: 2- 4 : g fosfor pr. liter og 100 : g nitrogen pr. liter
- G2) Ytre Nordhordland: Øygarden, Fjell, Sund og Askøy
Forventet naturtilstand: 2-4 : g fosfor pr. liter og 150 : g nitrogen pr. liter
- G3) Ytre Sunnhordland: Sveio og Ølen
Forventet naturtilstand: 4 - 6 : g fosfor pr. liter og 150 : g nitrogen pr. liter



- G4) Midtre og Indre Hardanger: Kvinnherad, Jondal, deler av Odda, deler av Ullensvang og Eidfjord
Forventet naturtilstand: under 2-4 : g fosfor pr. liter og 100-150 : g nitrogen pr. liter

BERGENSBUENE FRA DEN KALEDONISKE FJELLKJEDEFOLDINGEN:

- B1) Nordhordland: Fedje, Austrheim, Lindås, Radøy og Meland.
Forventet naturtilstand: 4-8 : g fosfor pr. liter og 150 -300 : g nitrogen pr. liter, i innsjøer med marine avsetninger adskillig høyere verdier for fosfor.
- B2) Bergensregionen: Deler av Osterøy, Bergen, Os, deler av Fusa og deler av Samnanger.
Forventet naturtilstand: 4-8 : g , med innslag av 10-12 : g fosfor pr. liter og 150-300 : g nitrogen pr. liter
- B3) Ytre Midhordland: Austevoll, deler av Tysnes, deler av Fitjar og deler av Bømlo
Forventet naturtilstand: 4 : g fosfor pr. liter og 150-300 : g nitrogen pr. liter

KAMBRO-SILUR-BERGARTER:

- K1) Ytre Sunnhordland: Det meste av Bømlo, deler av Fitjar, Stord og deler av Tysnes
Forventet naturtilstand: 4 : g fosfor pr. liter og 200-300 : g nitrogen pr. liter
- K2) Midhordland og Hardanger: Det meste av Fusa, det meste av Samnanger og Kvam.
Forventet naturtilstand: 4 : g fosfor pr. liter, og 150-200 : g nitrogen pr. liter -noe høyere i Fusas lavereliggende deler.
- K3) Indre Hordaland: Vaksdal, Voss, Granvin og Ulvik
Forventet naturtilstand: Under 4 : g fosfor pr. liter i høyfjellet med skyvedekker, generelt 4 : g fosfor pr. liter og 6 : g fosfor pr. liter langs Vossovassdragets nedre deler. Nitrogen 150-200 : g nitrogen pr. liter.
- K4) Indre Sunnhordland: Etne, deler av Odda og Ullensvang.
Forventet naturtilstand: Under 4 : g fosfor pr. liter i høyfjellet med skyvedekker, generelt 4 : g fosfor pr. liter og 6 : g fosfor pr. liter langs Etnevassdragets nedre deler. Nitrogen 150-200 : g nitrogen pr. liter.

Kvantifisering av de reelle tilførsler til vassdragene fra de forskjellige typer naturlige landområder, er basert på undersøkelser gjennomført rundt om i Norge (Holtan og Åstebøl, 1990, Ibrekk 1988). I Hordaland antas de årlige tilførslene til vassdrag via overflateavrenningen fra uberørte områder å være i størrelsesorden:

Fra fjell/myr: 6-7 kg fosfor og 150-400 kg nitrogen fra hver km²
Fra skog: 6-7 kg fosfor og 200 - 400 kg nitrogen fra hver km²

NATURLIG VARIASJON

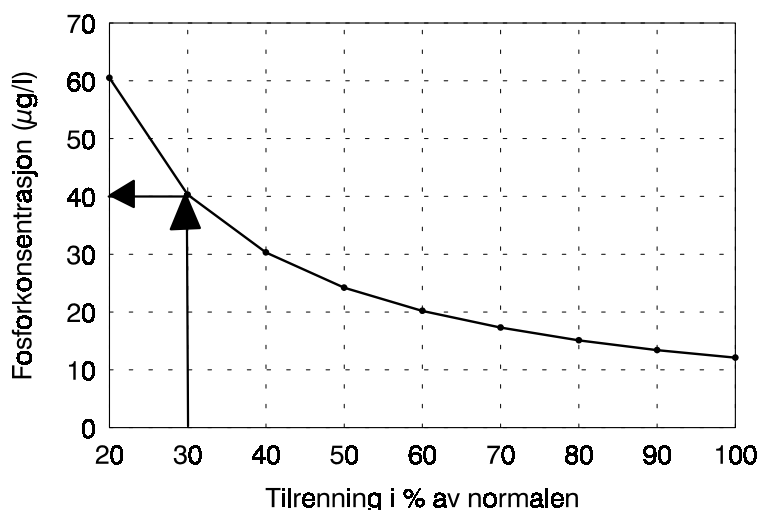
Tilførslene fra slike uberørte naturområder vil selvsagt variere både innen små geografiske områder og over tid. Dette er en naturlige variasjon en alltid vil finne, en faktor det er viktig å ta hensyn til ved vurderingen av en eventuell endring i vannkvaliteten i vassdrag. Klimatiske forhold er hovedårsaken til denne naturlige variasjonen. Både nedbørmengder, temperatur og vind vil påvirke på tilførselsmengder og den biologisk målbare responsen en kan finne i vassdragene. Nedbørmengder i de ulike perioder av året, om nedbøren faller på tørr eller våt jord, om det er frost på vinteren, om nedbøren kommer som snø på vinteren osv. er viktige faktorer. Temperaturen og vanngjennomstrømningen har også betydning for algeveksten i vassdragene, den biologiske responsen som også brukes ved vurderingen av tilstanden i vassdrag.



Hvordan vannkvaliteten endres i forhold til nedbøren avhenger av tilførselsmåten. Ved arealavrenning vil tilførslene være større i nedbørrike enn i nedbørfattige år. I Rogaland, med tilnærmet samme forhold som i den ytre delen av Hordaland, var næringstilførslene 60 % over normalt ved nedbørmengder som var bare 30 % over normalt (oppsummert i Holtan og Åstebøl 1990). Målinger fra elver i Sogn og Fjordane (Bolstad og Felde 1996) viste også at samtlige hadde høyere fosforkonsentrasjoner i 1993 da nedbørmengdene var store. Dette var elver som ikke var vesentlig påvirket av lokale menneskelige aktiviteter. I tillegg til den nedbørvhengige variasjonen vil det også være en sesongavhengig variasjon i tilførsler fra arealavrenning. I vekstsesongen vil tilførslene være minst, mens både høst, vinter og vår vil gi større tilførsler.

Er derimot tilførslene av næringsstoffer direkte, vil mengdene være uavhengige av nedbøren, men konsentrasjonen av næringsstoffene vil variere med varierende nedbørmengder og dermed varierende vannføring. Dette vil være tilfelle i vassdrag som har kloakktilførsler eller direkte tilførsler fra industriutslipp. Store nedbørmengder vil gi lavere konsentrasjoner i vannet selv om tilførslene er konstante. Dette er modellert teoretisk for en aktuell innsjø med direkte tilførsler fra fiskeoppdrett, basert på modellen FOSRES (Berge 1987). Modellen viser at ved en halvering av vannutskiftingen, vil konsentrasjonen av fosfor i innsjøen doubles (figur 5). Dette mønsteret vil imidlertid sjelden være entydig i innsjøer, fordi vassdragene så godt som alltid også vil ha tilførsler fra arealavrenning samtidig.

FIGUR 5: Teoretisk sammenheng mellom innhold av næringsstoffet fosfor i en innsjø med direkte tilførsler. Eksempelet er hentet fra en innsjø med et fiskeoppdrettsanlegg (Johnsen & Kålås 1997)



Enda en varierende faktor er hvorvidt det er frost i nedslagsfeltet samt om det er snø eller regn som faller i vinterhalvåret. Dette skaper forskjeller i den indre snødekte og den ytre vanligvis snøfrie delen av Hordaland. Tilførslene gjennom vinterstid vil være adskillig større i den ytre snøfrie delen enn i den indre delen. Imidlertid vil disse tilførslene stort sett vaskes ut og ikke være tilgjengelig for algeproduksjonen på våren.

LOKALE MENNESKESKAPTE TILFØRSLER

I vassdrag nær bebyggelse og landbruk, gir tilførsler fra menneskelige aktiviteter ofte markerte utslag på vannkvaliteten og utgjør flere steder et stort problem. Kilder for næringstilførsler kan være arealavrenning fra gjødslede jordbruksarealer, sig fra utette gjødselkjellere, silolekkasjer, avrenning fra områder med beitende husdyr, utslipp/lekkasje av kloakk, utslipp fra enkelte industribedrifter osv. Fra disse kildene foreligger ofte fosforet i en form som er direkte tilgjengelig for algevekst, noe som ytterligere forsterker effekten av tilførslene. Det er vanskelig å foreta konkrete målinger av tilsig til vassdrag, og det er derfor



utarbeidet teoretiske modeller for slike beregninger (f. eks. Ibrek 1988, Holtan og Åstebøl 1990). Med kunnskap om bebyggelse, kloakkeringsforhold, jordbruksarealer, gjødselbruk, husdyrhold osv., kan en sette opp regnestykker for tilførsler ut fra gitte koeffisienter for de enkelte kildene. Erfaringer med slike teoretiske betraktninger viser imidlertid at beregningene ofte underestimerer de faktiske tilførslene. Dette kan ha sammenheng med at en ofte ikke har alle tilgjengelige data, samtidig som mange faktorer påvirker tilførslene; nedbørmengder, type jordsmonn, helling på terrenget osv., samt hvordan det enkelte gårdsbruk drives.

DOMINERENDE TILFØRSELSKILDER I HORDALAND

Landbruket er den viktigste kilden for fosforforurensning til de 67 vurderte vassdragene i Hordaland. Jordbruk og husdyrhold til sammen bidrar med nesten halvparten av de totale fosfortilførslene (tabell 2). Av tilførslene fra landbruket er det husdyrholdet som er den største forurensningskilden. Forurensning fra kloakk tilfører omtrent 30 % av de totale fosfortilførslene og utgjør en like stor andel som bidraget fra husdyrholdet. Avrenning fra naturlige arealer utgjør omtrent 25%.

Ser en på de enkelte av de 174 undersøkte delfeltene i de 67 vassdragene er landbrukstilførslene størst i 37 % av dem, kloakk i 27 % mens hele 36 % ikke har lokale forurensningskilder.

TABELL 2. Teoretiske beregninger av kloakk, landbruk og naturlige kilders betydning for fosfortilførsler til vassdrag i Hordaland. Fordelingen bygger på beregnede tilførsler fra i alt 174 delnedslagsfelt fordelt på 67 undersøkte vassdrag i fylket. Beregningene er gjennomført på grunnlag av kommunenes opplysninger vedrørende kloakkeringsforhold, husdyrhold og arealfordeling i nedslagsfeltene til de enkelte vassdrag. Beregningskoeffisientene for fosfortilførslene er fra Holtan og Åstebøl (1990).

Naturlige arealer	Kloakk	Husdyr	Jordbruk	Landbruk samlet
25 %	30 %	30 %	15 %	45 %

Dersom man samler de undersøkte vassdragene kommunevis, ser en at landbruket forurensmer mer enn kloakk i sju av ti kommuner (tabell 3). Både i Bergen, Bømlo, Kvam, Meland og Os utgjør landbrukstilførslene over 50 % alene. Spesielt i bykommunen Bergen er dette noe overraskende. Noe av forklaringen ligger imidlertid i at kloakktilførslene er lave på grunn av et godt utbygd offentlig kloakkledningsnett, samt at det faktisk er en god del landbruk i denne kommunen.

Bare på Askøy og i Fjell og Sund kommuner er forurensningene fra kloakk større enn landbruksforurensningen. Denne situasjonen er ikke uventet for kommunene på Sotra der landbruksområdene er små og få. I disse kommunene er omtrent samtlige vesentlige vassdrag vurdert (Bjørklund og Johnsen 1994, Bjørklund 1994), og situasjonen er derfor godt betegnende for kommunene som helhet. På Askøy er det kun Askvatnvassdraget som er undersøkt (Bjørklund mfl. 1994). I kommuner som Modalen og Vaksdal er tilførslene fra lokalt utpåvirkede områder naturlig nok dominerende.



TABELL 3. Teoretiske beregninger av kloakk, landbruk og naturlige kilders betydning for fosfortilførsler til vassdrag i Hordaland. Fordelingen er i % og bygger på beregnede tilførsler fra i alt 174 nedslagsfelt i 67 vassdrag i fylket. Beregningene er gjennomført på grunnlag av kommunenes opplysninger vedrørende kloakkeringsforhold, husdyrhold og arealfordeling i kommunene. Beregningskoeffisientene for fosfortilførslene er fra Holtan og Åstebøl (1990).

Kommune	Antall vassdrag	Antall delfelt	Naturlige arealer	Kloakk	Husdyr	Jordbruk	Landbruk samlet
Askøy	1	4	23 %	40 %	36 %	1 %	37 %
Bergen	13	34	5 %	43 %	34 %	18 %	52 %
Bømlo	2	2	2 %	41 %	50 %	7 %	56 %
Fjell	23	52	22 %	54 %	18 %	6 %	24 %
Kvam	1	8	17 %	22 %	36 %	25 %	62 %
Meland	7	10	10 %	37 %	35 %	18 %	53 %
Modalen	1	5	73 %	5 %	19 %	3 %	23 %
Os	1	13	23 %	21 %	25 %	31 %	57 %
Sund	16	29	34 %	48 %	15 %	3 %	18 %
Vaksdal	2	17	53 %	9 %	26 %	12 %	38 %

ENDRINGER I MENNESKESKAPTE TILFØRSLER

Kloakksaneringer er hovedårsaken til bedringen i vannkvalitet i de undersøkte vassdragene i Hordaland (tabell 4). Mest kunnskap finnes om vassdragene i Bergen kommune, der store investeringer gjøres med hensyn på kloakksanering og utbedring av eksisterende kloakkledningsnett. Også Vangsvatnet på Voss er et godt eksempel på at en reduksjon av kloakktilførslene gir en bedre vannkvalitet. I den øvre delen av Steinsdalsvassdraget på Kvamskogen er store deler av hytteområdene kloakksanert, noe som har ført til en bedret vannkvalitet i disse høyereliggende områdene. Kloakken blir imidlertid samlet opp og sluppet urensert i Steinsdalselva oppstrøms Tokagjelet, noe som gir en dårligere vannkvalitet i den nedenforliggende delen av vassdraget.

Det forventes ikke store forverringer i vannkvaliteten i vassdrag på grunn av ny bebyggelse i dag. Kravene til utslipp bedres stadig, og ved alle større boligkonsentrasjoner vil offentlige systemer ta seg av kloakken. Imidlertid vil overløp, lekkasjer og gamle utette rør alltid være aktuelle forurensningskilder. Spesielt i Bergen er dette et stort problem, men også i Storavatnet på Bømlo har slike problemer ført til forverring i vannkvaliteten (tabell 4).



TABELL 4. Endringer i næringsrikheten i vassdrag i Hordaland satt i sammenheng med forurensningskilder og endringer i tilførsler. Lokalitetene er de samme som i tabell 1.

Endring	KOMMUNE	VASSDRAG	FORURENSNINGSKILDER	ENDRINGER I TILFØRSLER
Bedret	Voss	Vossovassdraget	Kloakk, landbruk	Kloakksanering
	Bergen	Fjøsangervassdraget	Kloakk, sig fra bossplass	Kloakksanering ved Storetveitvatnet
	Bergen	Grimseidvassdraget	Kloakk, litt landbruk	Kloakksanering
	Bergen	Gaupåsvassdraget	Landbruk, kloakk, bossplass ved Hjortlandsstemma	
	Bergen	Kalandsvassdraget	Landbruk, kloakk	Kloakksanering.
	Kvam	Steinsdalsvassdraget, øvre deler bedret, nedre deler forverret	Kloakk i hele, landbruk i nedre deler	Kloakkopsamling i de øvre deler som slippes ut i de nedre deler av vassdraget
Uendret	Bergen	Haukåsvassdraget	Landbruk, kloakk	Kloakksanering ved Haukåsvatnet
	Eidfjord	Bjoreio	Kloakk, landbruk	Kloakksanering, redusert vannføring
	Bergen	Midtbygdavassdraget	Landbruk, kloakk	
Forverret	Os	Osvassdraget	Landbruk, kloakk, sig fra bossplass til Ulvenvatnet	Økt landbruk, kloakksanering
	Bømlo	Selsvatnet	Landbruk, noe kloakk	
	Bømlo	Storavatnet	Kloakk, landbruk	Problemer med kloakkrense-anlegget
	Lindås	Eikangervassdraget	Landbruk, kloakk	
	Vaksdal	Eksingedalsvassdraget	Landbruk, lite kloakk	Regulert, periodevis meget lav vannføring
	Voss	Granvinsvassdraget	Kloakk, landbruk, sig fra industriområde	

De siste årene er det innen landbruket gjennomført en storstilt satsing på utbedring av gjødselkjellere og siloer, og det er utarbeidet gjødselplaner for det meste av arealene i fylket. Likevel ligger den største utfordringen når det gjelder å oppnå bedre vannkvalitet i vassdragene i stor grad hos landbruket. Et eksempel på dette er den negative utviklingen i Osvassdraget. Der har landbruksaktiviteten økt de siste årene, og vannkvaliteten er blitt dårligere på tross av store investeringer i kloakksanering. Bare i sidevassdraget i Hegglandsdalen, der landbruksaktiviteten har avtatt, har vannkvaliteten bedret seg på tross av at antallet personer med private kloakkanlegg har økt.

En tredje viktig kilde som påvirker forurensningssituasjonen i vassdrag er reguleringer. Regulerte vassdrag får ofte redusert vannføring i deler eller hele vassdraget, og slike vassdrag får raskt en forverring av vannkvaliteten selv om mengden tilførsler ikke økes. Eksempler på dette er Eksingedalsvassdraget som i perioder har meget lav vannføring. Bjoreio i Eidfjord er også regulert, og i periodene med lite vann blir vannkvaliteten dårlig, på tross av at kommunen har gjennomført en vesentlig kloakksanering langs deler av vassdraget.



LANGTRANSPORTERTE TILFØRSLER

Forurensninger behøver ikke være av lokal opprinnelse, men kan også tilføres med luft enten i nedbør eller via tørravsetninger, og skyldes kilder langt utenfor Norges grenser. Slike langtransporterte tilførsler kommer fra en lang rekke både naturlige og antropogene kilder. Når det gjelder nitrogenoksider er forbrenning av fossilt brensel viktigst, mens for ammonium er landbruket viktigste kilde. Nitrogentilførslene måles via statlige overvåkningsprogrammer (siste rapport: SFT 671/96), men disse inkluderer ikke fosfor. Beregninger av fosfortilførsler baserer seg derfor på sporadiske undersøkelser utført i annen sammenheng (Rognerud mfl. 1979, Berge 1983).

De årlige tilførslene med nedbør i Hordaland anslås til 10 - 30 kg fosfor pr. km² og 200 - 1500 kg nitrogen pr. km² ut fra målte konsentrasjoner i nedbøren og nedbørmengder. Som en kuriositet kan det nevnes at til hele Hordaland, med sine 15420 km², vil de årlige langtransporterte tilførslene være rundt 300 tonn fosfor og 11.000 tonn nitrogen. Omtrent 50 % av dette fosforet er partikulært bundet og derfor lite tilgjengelig for algevekst. Mesteparten faller imidlertid i nedslagsfeltet der det tas opp og omsettes i jord og vegetasjon, og dette vil derfor bare delvis nå vannforekomstene via avrenning. Det er derfor hovedsakelig de direkte tilførslene rett på innsjøoverflaten som vil påvirke vannkvaliteten i innsjøene i særlig grad.

Betydningen av tilførslene med nedbør er størst i de høyereliggende strøk i fylket. I disse områdene er det mye nedbør og nitrogentilførslene dit vil være større enn til de lavereliggende strøk der nedbørmengdene er mindre. I høytliggende områder er i tillegg jordsmonnet skrint og det er lite vegetasjon, og dette kan føre til nitrogenlekkasjen til vassdragene.

I vassdrag med mye innsjøoverflate vil også de langtransporterte tilførslene kunne gi et vesentlig bidrag til vannkvaliteten. I Osvassdraget, der en har en samlet innsjøoverflate på omtrent 5,5 km², vil de årlige tilførslene direkte på innsjøoverflatene utgjøre over 100 kg fosfor og nesten 4 tonn nitrogen. Fosfortilførslene direkte på innsjøoverflatene ligger dermed på 10-15 % av tilførslene fra uberørt natur til dette vassdraget. De menneskeskapte tilførslene til dette vassdraget er imidlertid adskillig større, slik at vannkvaliteten i vassdraget likevel i hovedsak er preget av disse.



BEHOV FOR VIDERE ARBEID

I 1992 ble det satt opp rammer for framtidig innsats innen eutrofieringsundersøkelser i Hordaland (Johnsen mfl. 1992). Ved gjennomgang av det som de siste fem årene er utført i fylket, viser det seg at det aller meste av dette nå er gjennomført.

Arbeidet med denne foreliggende sammenstillingen har vist at en del av kommunene i fylket i dag har en relativt bra oversikt over tilstanden i vassdragene. Dette gjelder i første omgang kommunene Bergen, Fjell, Meland, Os, Sund, Voss, Ølen og Øygarden. I kommunene Austrheim, Etne, Fedje, Fitjar, Jondal, Kvinnherad, Masfjorden, Odda, Tysnes, Ullensvang og Ulvik er vi ikke kjent med at det er gjennomført undersøkelser de siste årene i forhold til næringsrikhet og belastning av resipienter. I de øvrige kommunene er det foretatt enkeltundersøkelser av innsjøer/vassdrag (se datagrunnlaget presentert i tabell 6 på side 18-19).

Tidligere ble det foretatt en del ekstra analyser i forbindelse med de rutinemessige undersøkelsene av råvannet fra drikkevannskildene i fylket. Dette gav grunnlag for vurdering av tilstand av næringsrikhet i de upåvirkede vassdragene. Men i forbindelse med EØS-tilpasningen for overvåking av drikkevannet vårt, ble undersøkelsen av råvannskildene sterkt redusert. Dessuten har kommunene strammet inn på rammene for slike drikkevannsanalyser, slik at det i dag ikke utføres mer analyser enn absolutt minimum. Dermed foreligger det ikke brukbar informasjon av næringsrikheten i drikkevannskildene fra de siste årene.

Det har også vist seg at næringsrikhet i innsjøer kan variere mellom år, delvis avhengig av de klimatiske forholdene (Bolstad & Felde 1996). Det fullstendige fraværet av nyere overvåkingsserier for å avdekke slike forhold i Hordaland, gjør det vanskelig å skille ut hvilken effekt endringer i tilførsler har hatt på vannkvaliteten fra den naturlige variasjon i vannkvalitet over tid. Behovet for videre undersøkelser i fylket har vi derfor delt opp i fire hovedkategorier:

1. Iverksetting av overvåking av resipienter i de enkelte kommunene der en vet lite
2. Oppfølgende undersøkelser i resipienter der før-tilstand er kjent og forbedrende tiltak er utført
3. Starte et overordnet overvåkingsprogram for tilstanden i fylket
4. Samkjøre undersøkelsene av råvannskilder i fylket slik at resultatene får regional verdi

KOMMUNAL RESIPIENTOVERVÅKING

Alle kommuner er pålagt å gjennomføre en generell overvåking av innsjøresipientene i kommunen i forbindelse med sine utslippstillatelser. Dette arbeidet er igangsatt for Bergen og Fjell kommuner. I Sund, Meland, Os, Vaksdal, Voss og Ølen kommuner har man i dag et godt grunnlag for å starte opp en slik kartlegging, fordi det allerede er foretatt undersøkelser eller en generell gjennomgang av de fleste vassdragene i disse kommunene. I mange kommuner har man imidlertid liten eller ingen kunnskap om forholdene i innsjøresipientene eller vassdragene (oversikt i tabell 5).



OPPFØLGENDE UNDERSØKELSER

Oppfølgende undersøkelser i resipienter, enten for å overvåke utviklingen eller for å vurdere eventuelle tiltak, bør også prioriteres høyt. Dette inngår som en naturlig del i arbeidet som er satt i gang i Bergen og Fjell.

TABELL 5: Liste over kunnskapsnivået og vassdrag/innsjøer der det anbefales undersøkelser. Listen over aktuelle undersøkelsessteder omfatter steder der anbefalte undersøkelser fra oversiktsrapporten i 1992 ikke er fulgt opp og nye lokaliteter der problemer er synliggjort etter undersøkelser som er gjennomført i perioden 1992-96. For referanser til tidligere undersøkelser se tabell 6.

KOMMUNE	KUNNSKAPSNIVÅ	AKTUELLE UNDERSØKELSESSTEDER
Askøy	Liten / ingen oversikt	Lammetovatnet, Åsebøvatnet, Båtavikvatnet
Austevoll	Liten / ingen oversikt	Generell oppfølging
Austrheim	Liten / ingen oversikt	Solenvatnet
Bergen	God oversikt	Jordalsvatnet og Indrevatnet
Bømlo	Moderat oversikt	Storavatnet og Selsvatnet
Eidfjord	Moderat oversikt	
Etne	Liten / ingen oversikt	Generell oppfølging
Fedje	Liten / ingen oversikt	Generell oppfølging
Fjell	God oversikt	
Fitjar	Liten / ingen oversikt	Storavatnet
Fusa	Moderat oversikt	Skogseidvatnet, Skjelbreidvatnet, Strandvikvassdraget
Granvin	Moderat oversikt	Granvinsvassdraget
Jondal	Liten / ingen oversikt	Generell oppfølging
Kvam	Moderat oversikt	Strandebarmselven og Øystesevassdraget
Kvinnherad	Liten / ingen oversikt	Omvikedals-, Uskedals-, Guddals-elva og Hattebergsvassdr.
Lindås	Moderat oversikt	Generell oppfølging
Masfjorden	Liten / ingen oversikt	Generell oppfølging
Meland	God oversikt	Generell oppfølging
Modalen	Moderat oversikt	
Odda	Liten / ingen oversikt	Generell oppfølging
Os	God oversikt	Generell oppfølging
Osterøy	Liten / ingen oversikt	Generell oppfølging
Radøy	Liten oversikt	Hallandsvatnet
Samnanger	Moderat oversikt	Storelvi ned mot Frølandsvatnet
Stord	Liten / ingen oversikt	Generell oppfølging
Sund	God oversikt	Førdesvatnet, Kaldavatnet
Sveio	Liten / ingen oversikt	Storavatn (Eltra), Åsevatn, Ørvikevatn
Tysnes	Liten / ingen oversikt	Kyrkjevatnet, Kinna, Frøkjedalsvatnet
Ullensvang	Liten / ingen oversikt	Generell oppfølging
Ulvik	Liten / ingen oversikt	Etterundersøkelse av utbygde vassdrag
Vaksdal	God oversikt store vassdragene	Generell oppfølging
Voss	God oversikt	Generell oppfølging
Ølen	God oversikt	Dalselvvassdraget, Ølsvågelva,
Øygarden	God oversikt	Generell oppfølging



Flere av de prioriterte undersøkelsene fra sammenstillingrapporten i 1992 er nå gjennomført, men noen gjenstår fremdeles. De gjenstående av disse og noen nye der behovet for undersøkelse ble avdekket som en følge av allerede gjennomførte undersøkelser har vi samlet i tabell 5.

OVERORDNET OVERVÅKING I FYLKET

Det er i dag ingen pågående overvåking av vannkvalitet i Hordaland fylke. Det er derfor ønskelig at det settes i gang et overvåkingsprogram i samarbeid med enkelte utvalgte kommuner og fylkesmannen. Programmet bør omfatte en systematisk undersøkelse av både upåvirkede steder og steder som belastes med ulike typer forurensninger i de enkelte vassdragene.

En slik undersøkelse vil gi opplysninger om mellomårsvariasjon i vannkvalitet, slik at en kan få dannet en utvidet forståelsesramme rundt enkeltundersøkelser som utføres. Videre vil de involverte kommunene kunne benytte resultatene til å følge eventuelle effekter av utførte tiltak i vassdragene. Undersøkelsene vil dessuten utgjøre det referansegrunnlag en i dag mangler for de konkrete resipientvurderinger kommunene får utført. Et slikt prosjekt vil:

- 1) Gjennomføre enkle og sammenlignbare årlige undersøkelser av eutrofierings-vannkvalitet på et utvalgt stasjonsnett i Hordaland der en fanger opp vassdrag i de "indre" og "ytre" delene i fylket.
- 2) Beskrive mellomårsvariasjon i "upåvirkede" (naturgrunnet), landbrukspåvirkede og kloakkpåvirkede vassdragsdeler i de forskjellige delene av fylket.
- 3) Beskrive en eventuell utvikling i næringsinnholdet i vassdrag i upåvirkede deler av fylket.

Dette bør gjennomføres ved en organisert og synkronisert innsamling av vannprøver seks ganger årlig (mars, mai, juni, august, september og oktober). Mars-innsamlingen bør fange opp "vintersituasjon" med lite vannføring og oktober bør fange opp "høstsituasjon" med mye vann i vassdragene. De øvrige vil bli tatt etter et fast tidsskjema fra år til år. Prøvene skal analyseres for: **total-fosfor, fosfat, total-nitrogen, nitrat, kjemisk oksygenforbruk, fargetall, turbiditet, koliforme bakterier og termotolerante koliforme bakterier**. Prøvetakingspunktene bør i størst mulig grad legges til vassdrag der det allerede foreligger nyere undersøkelser av vannkvalitet og der det er foretatt en klassifisering av bidrag fra forskjellige tilførselskilder. Arbeidet bør samkjøres med de involverte kommuner.

En kan også få til en generell oversikt over tilstanden i de "upåvirkede" delene av vassdragene i fylket ved å utnytte den pågående rutinemessige overvåkingen av fylkets drikkevannskilder. Dette opplegget er i dag generelt sett lite egnet til å bidra i denne sammenhengen, men ved å sette den etablerte prøvetakingen i system og legge til enkelte undersøkelses-parametere, ville dette kunne fungere meget godt som et alternativ, eller også som et tillegg til det allerede omtalte undersøkelsesopplegget. Med et slikt utgangspunkt burde en relativt enkelt kunne få tilgang til et brukbart overvåkingsgrunnlag i fylket.



DATAGRUNNLAG

TABELL 6: Liste over eutrofieringsundersøkelser som er gjennomført etter forrige sammenstilling i 1992. Tabellen er ordnet kommune- og vassdragsvis. Årene de enkelte vassdragene er undersøkt er presentert sammen med utførende institusjon. Der det er flere utførende institusjoner i samme vassdrag er ikke rekkefølgen på undersøkelsesår og utførende institusjon kronologisk på grunn av plassmangel. NIVA = Norsk institutt for vannforskning, RB = Rådgivende Biologer. Tabellen fortsetter på neste side.

KOMMUNE	VASSDRAG	UNDERSØKELSER ETTER 1991	UTFØRENDE INSTITUSJONER, RAPPORT NR.
Askøy	Askvatnet	1994	RB. 137
Austevoll	Kvernavatnet	1993 - 1997	RB. 103,147, 221
Bergen	Kloakkresipienter flere vassdrag	1992, 1994,1995, 1996	NIVA 3507-96, RB. 79, 121, 245, 263
	Naturressurskartlegging	1993	RB. 93
	Miljøkvalitet i vassdrag i Bergen	1993	RB. 110
	Haukåsvassdraget	1994	RB. 145
	Midtbygdavassdraget	1992,1995,1996	Prosj. og miljøkont.Bergen kom., RB. 81, 263
	Åstveitvassdraget	1994	RB.145
	Gaupåsvassdraget	1992,1995	NIVA 3506-96, RB. 81
	Arnavassdraget	1994	RB. 145
	Nesttunvassdraget	1994	RB. 145
	Apeltunvassdraget	1994	RB. 145
	Kalandsvassdraget	1993,1996	NIVA O-93103, RB. 263
	Osvassdraget	1993,1995,1996	NIVA O-93103, RB. 263, 276
	Grimseidvassdraget	1992, 1995	NIVA 3506-96, RB. 81
	Fyllingsdalsvassdraget	1993	NIVA O-93103
	Gravdalsvassdraget	1993	NIVA O-93103
	Fjøsangervassdraget	1992, 1993,1995	NIVA O-93103, 3506-96, RB. 81
	Mildevatnet	1992	RB. 81
Sælenvatnet	1993, 1994,1995 xxxflere ?	NIVA 3322, RB. 117, 127	
Jordalsvassdraget	1994-95, 1995	RB. 154, 208	
Bømlo	Bergesvatnet	1992,1993,1994,1995,1996	RB. 64, 73, 106, 149, 223, 267
	Selsvatnet	1992.1993,1994,1995,1996	RB. 78, 96, 144, 210, 252
	Storavatnet	1992,1993,1994,1995,1996	RB. 78, 96, 144, 210, 252
Eidfjord	Eidfjordvassdragene	1993	RB. 59
	Bjøreio	1993, 1994,1995,1996	RB. 101, 146, 211, 256
	Isdalsvann	1993,1994	NIVA OR-3067, OR-3246
Etne	Prestbekken	1992	NIVA O-90149
Fjell	Naturressurskartlegging	1993	RB. 93
	Beskrivelse av 28 vassdrag	1994	RB. 119
	Fjellvassdraget	1994	RB. 152
Kvam	Steinsdalsvassdraget	1996	RB.282
Kvinnherad	Opstveitvatnet	1995	RB.182
Lindås	Eikangervassdraget	1996	RB. 220
Meland	Undersøkelse før hovedplan for avløp	1994	RB. 148
Modalen	Modalsvassdraget	1993-94	RB. 129



TABELL 6 fortsetter: Liste over eutrofieringsundersøkelser som er gjennomført etter forrige sammenstilling i 1992. Tabellen er ordnet kommune- og vassdragsvis. Årene de enkelte vassdragene er undersøkt er presentert sammen med utførende institusjon. Der det er flere utførende institusjoner i samme vassdrag er ikke rekkefølgen på undersøkelsesår og utførende institusjon kronologisk på grunn av plassmangel. NIVA = Norsk institutt for vannforskning, RB = Rådgivende Biologer.

KOMMUNE	VASSDRAG	UNDERSØKELSER ETTER 1991	UTFØRENDE INSTITUSJONER, RAPPORT NR.
Os	Osvassdraget	1995, 1996	RB. 238, 276
Osterøy	Lonevassdraget	1992, 1993	RB. 76, NIVA OR-2733
Stord	Storavatnet	1994	RB.142
Sund	Naturressurskartlegging	1993	RB. 93
	Beskrivelse av 18 vassdrag	1994	RB. 130
	Sundsvatnet	1994	RB. 108
	Dommedalsvatnet	1994	RB. 132
Sveio	Liervatnet	1992,1994,1995-96	RB. 77, 151, 269
	Vigdarvatnet	1993,1994	RB. 87, 153
	Langavatnet	1995,1996	RB. 222, 274
Vaksdal	Bergsdalsvassdraget	1994-95	RB. 158
	Eksingedalsvassdraget	1995	RB. 216, 259
Voss	Undersøkelse før hovedplan for avløp	1994	RB. 114
	Moensvatnet	1992,1993,1995,1996	RB. 70, 99, 236, 255
	Vangsvatnet	1993,1994	RB. 98, 112
	Bjørkemoen fyllplass	1997	RB. 262
Ølen	Naturressurskartlegging	1996	RB. 219
Øygarden	Grunnlagsundersøkelse på One	1992	RB. 63
	Naturressurskartlegging	1993	RB. 93



LITTERATURLISTE

BERGE, D. 1983

Tyrifjorden. Sammenfattende rapport fra Tyrifjordundersøkelsen 1978-1981. Tyrifjordutvalget, D. Berge redaktør. s 35-36.

BERGE, D. 1987

Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofinivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1,5 - 15 m. NIVA, rapport nr. O-85110, 45 sider, ISBN 82-577-1250-7.

BJØRKLUND, A. 1994

Vassdragene på Sotra: En grunnlagsbeskrivelse av de største vassdragene Sund kommune. Rådgivende Biologer, rapport 130, 44 sider, ISBN 82-7658-035-1

BJØRKLUND, A.E. 1996

Naturressurskartlegging i Ølen kommune, Hordaland: Miljøkvalitet i vassdrag Rådgivende Biologer as. rapport 219, 55 sider. ISBN 82-7658-075-0

BJØRKLUND, A. & G.H. JOHNSEN 1994

En beskrivelse av de 28 største vassdragene Fjell kommune. Rådgivende Biologer, rapport 119, 61 sider. ISBN 82-7658-028-9.

BJØRKLUND, A., G.H. JOHNSEN & A. KAMBESTAD 1994.

Egnethetsvurdering av Askvatnet som drikkevannskilde for Askøy kommune. Rådgivende Biologer, rapport 137, 34 sider, ISBN 82-7658-041-6

BJØRKLUND, A., G.H. JOHNSEN & A. KAMBESTAD 1994

Miljøkvalitet i vassdragene i Bergen, status 1993. Rådgivende Biologer, rapport 110, 156 sider. ISBN 82-7658-024-6

BOLSTAD, M & FELDE, T. 1996

Vassdragsovervåking i Sogn og Fjordane, 1996
ISIS, MB/TF, prosjekt 225, 38 sider + vedlegg.

BRETTUM, P. 1989.

Alger som indikator på vannkvalitet. Planteplankton. NIVA-rapport nr. 2344, 11 sider.

GJESSING, J. (red.) 1977

Norges Geografi. Universitetsforlaget, ISBN 82-001529-7, 439 sider.

GJESSING, J. 1978

Norges landformer Universitetsforlaget, ISBN 82-00-0172-9, 207 sider.

HOLTAN, H. & S.O. ÅSTEBØL 1990.

Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. Revidert utgave. NIVA-rapport nr 2510, 53 sider.



- HOLTEDAL, O. 1968
Hvordan landet vårt ble til.
- IBREKK, H.O. 1988
Beregning av forurensingstilførsler til sjøområder. Forenklet metode.
LENKA-metode nr. 9.3, 20 sider.
- JOHNSEN, G.H., G.B.LEHMANN & A.BJØRKLUND 1992.
Tilstand og status for vatn og vassdrag i Hordaland.
Rådgivende Biologer rapport nr. 62, 75 sider. ISBN 82-7658-004-1
- JOHNSEN, G.H. & A.BJØRKLUND 1993
Naturressurskartlegging i kommunene Sund, Fjell og Øygarden: Miljøkvalitet i vassdrag.
Rådgivende Biologer, rapport 93. 75 sider. ISBN 82-7658-013-0
- JOHNSEN, G.H. & A. KAMBESTAD 1994
Grunnlag for utarbeidelse av Hovedplan for avløp i Voss kommune: Resipientvurdering
Rådgivende Biologer, rapport 114, 93 sider. ISBN 82-7658-023-8
- JOHNSEN, G.H. & S. KÅLÅS. 1997
Overvåking av Espelandsvatnet, Hyllestad kommune i 1996.
Oppdragsgiver: Åfjordal smoltoppdrett as ved Steinar Gjersdal
Rådgivende Biologer as. rapport 261, 20 sider, ISBN 82-7658-129-3
- KOLDERUP, C.F. & N.H. KOLDERUP 1940
Geology of the Bergen Arv system.
Bergen Museums Skrifter, 20.
- ROGNERUD, S., BERGE, D. & JOHANNESSEN, M., 1989
Telemarkvassdraget. Hovedrapport fra undersøkelsene i perioden 1975-79.
NIVA-rapport O-70112, 82 sider.
- SFT 1996
Overvåking av langtransportert luft og nedbør. Atmosfærisk tilførsel, 1995
Rapport nr. 663/96, 189 sider.
- UNDÅS, I. 1963
Ra-morenen i Vest-Norge.
J. W. Eides forlag as., 40 sider og 37 plansjer.