

Forurensningsundersøkelser i 12 vassdrag i Sør-Trøndelag

2/94

Rapport



Fylkesmannen i Sør-Trøndelag
Miljøvernavdelingen

Forurensningsundersøkelser i 12 vassdrag i Sør-Trøndelag

Mål for vannforekomstene og egnethet til bruk

Rapport

Nr. 2 - 1994

TITTEL Forurensningsundersøkelser i 12 vassdrag i Sør-Trøndelag - Mål for vannforekomstene og egnethet til bruk.	DATO Februar 1994
FORFATTER/SAKSBEHANDLER Tore Haugen	ANTALL SIDER 44
ANSVARLIG SIGNATUR  Terje Klokke	OPPLAG 100
EKSTRAKT Det er utført forurensningsundersøkelser i vassdrag for kommunene Hitra, Frøya, Osen, Roan, Selbu, Skaun og Malvik. Det er lagt vekt på virkninger av næringssalter/organisk stoff, men for vassdragene på Fosen er det også sett på virkninger av forsurende stoffer. I vassdragene på Fosen er det målt lave verdier av pH og alkalitet. Vassdragene nær Trondheim (i Skaun og Malvik) viste høye verdier av næringssalter, men forholdene har blitt bedre i vassdrag i Skaun. Hovedplan vannmiljø vil bli 90-årenes nye planverktøy på avløpssektoren. For enkelte av vassdragene er det derfor vist bruk av begrep som totale tilførsler, mål for vannkvalitet og brukerinteresser.	

STIKKORD

KEYWORDS (max 5)

Vannkvalitet Eutrofiering Forsurende stoffer Forurensningsgrad	Water Quality Eutrophication Acidifying components Degree of pollution
---	---

INNHold

1. Forord	
2. Sammendrag	3
3. Hovedplaner vannmiljø - Mål for vannforekomster	5
4. Geologiske forhold i Sør-Trøndelag	7
5. Vigda- og Børselvassdraget - resultatoppfølging	8
6. Selbusjøen - oversiktsundersøkelse	15
7. Sagelva og Storelva - oversiktsundersøkelse	19
8. Tilstand i vassdrag i kommunene Hitra, Frøya, Osen og Roan.	24
9. Undersøkelser i tre innsjøer på Fosen - vurdering av egnethet til for- skjellige bruksformål og en vurdering av resipientkapasiteten.	27
Kart	33
Litteratur	37
Vedlegg 1 - Klassifisering i tilstandsklasser og forurensningsgrader	
Vedlegg 2 - Beskrivelse av formelverk	

1. FORORD

Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, miljøvernavdelingen, legger med denne rapporten fram en oversikt over 5 forskjellige undersøkelser i vassdrag i Sør-Trøndelag. Undersøkelsene er gjort i perioden 1991-1993. Rapporten er utarbeidet av avd.ing. Tore Haugen. Fiskeforvalter Ingvar Korsen har kommet med nyttige opplysninger om fiskebestander i de forskjellige vassdragene.

Berit Myren og Karl-Erik Fremo hos fylkesmannen har gitt god hjelp med kart- og figurframstilling. Analysene er utført ved Næringsmiddelkontrollen i Trondheim.

Statens forurensningstilsyn (SFT) har gitt tilskudd for å få gjennomført enkelte av disse undersøkelsene. Noe er også dekket av miljøvernavdelingens eget budsjett.

2. SAMMENDRAG

Det er utført undersøkelser i tre innsjøer på Fosen (Laugen, Liavatnet og Kotengsvatnet), to vassdrag i Skaun kommune (Vigda- og Børselvvassdraget), Selbusjøen (Selbu og Klæbu kommune), Storelva og Sagelva i Malvik kommune og det er samlet inn overvåkingsdata for fire vassdrag på Hitra/Frøya og tre i Roan/Osen.

Der er lagt hovedvekt på virkning av næringssalter, men for vassdragene på Hitra, Frøya, Osen og Roan er det også samlet inn prøver med hensyn på virkning av forurende stoffer.

Hovedplan vannmiljø kan bli 90-årenes nye planverktøy for utnyttelse av vannressursene. Hovedplanene er verktøyet som kan gi kommunens politikere større reel innflytelse og styring med kommunens vannforekomster og avløpsvirksomhet. Enkelte av begrepene innen dette arbeidsfeltet er tatt med for noen av enkeltprosjektene i denne rapporten (bl.a.bruckerinteresser, totalutslipp, mål for vannkvalitet og egnethet).

Vigda- og Børselvvassdraget.

Det er samlet inn overvåkingsdata i vassdragene i 1982 og for å følge opp utførte tiltak i vassdragene er det også tatt prøver i 1991.

Prøver tatt nederst i begge vassdragene viser en tydelig reduksjon i konsentrasjonen av total fosfor. Dette tilsvarer at forurensningsgraden for fosfor har gått ned fra grad 5 (meget sterkt forurenset) til grad 2 for Vigda (moderat forurenset) og til 2/3 for Børselva(moderat til markert forurenset). Forholdsvis høye verdier av nitrogen tilsier likevel av vassdragene fremdeles mottar forurensninger, sannsynligvis i form av avrenning fra landbruksareal.

Forholdene i Laugen er ikke blitt særlig verre siden 1986. Dette var noe man fryktet kunne hende hvis det ikke ble utført tiltak for å redusere tilførslene fra kloakk og landbruksvirksomhet. Utførte beregninger viser likevel at Laugen fremdeles mottar fosformengder i overkant av det akseptable.

Ut fra målte verdier (i 1991) klassifiseres både Vigda- og Børselva som egnet til sportsfiske (men ikke godt egnet). Vannkvaliteten i begge elvene er svært følsom for endringer i vannføringen og tilførsler av næringssalter.

Selbusjøen

Selbusjøen er Sør-Trøndelags største innsjø. Innsjøen er regulert til kraftproduksjon og den brukes også til drikkevann og som resipient for avløpsvann.

Hovedvannmassene i Selbusjøen ser ut fra denne undersøkelsen til å være næringsfattige og lite påvirket av menneskelige aktiviteter. Lokalt i resipienten er det målt noe høyere verdier av næringssalter og lavt oksygeninnhold nær bunnen (Innbygda og båthavna utenfor Bell). Dette kan skape problemer lokalt, men vil sannsynligvis ikke påvirke vannkvaliteten i resten av innsjøen.

Sagelva og Storelva

Begge vassdragene er tydelig påvirket av menneskelig aktivitet og mottar store mengder næringssalter og organisk stoff fra landbruk og kloakk. Ut fra målte verdier blir begge vassdragene klassifisert som forurensningsgrad 4 (sterkt forurensset).

Utførte beregninger viser at tilførslene av fosfor må reduseres med ca. 175-200 kg/år for å bedre vannkvaliteten til tilstandsklasse 3. Dette tilsvarer f.eks. sanering av alle utslippene fra spredt bebyggelse.

Nåværende vannkvalitet medfører at vassdragene klassifiseres som mindre egnet til sportsfiske.

Vassdrag på Hitra/Frøya og Roan/Osen.

For disse kommunene var det fra før svært få opplysninger om vannkvaliteten i vann og vassdrag. Forventet naturtilstand for næringsalter er bestemt til:

Tot. P: 4-5 ug/l

Tot. N: 175-200 ug/l

Ingen av vassdragene (unntatt nederst i Steindalselva) hadde et innhold av fosfor som tilsier at det er spesielle eutrofieringsproblemer i disse områdene. Klassifisering av virkningstypen næringssalter vil plassere vassdragene i tilstandsklasse 1 (god tilstand). Det kan likevel ikke utelukkes at det under mere ugunstige forhold kan oppstå problemer med uønsket algevekst, spesielt for vassdragene på Roan/Osen som har en betydelig jordbruksvirksomhet.

Samtlige vassdrag unntatt Sandvatn/Husvatn og Straumvatnet har perioder med lave pH-verdier og lav alkalitet. Det er ikke dramatisk lave verdier, men indikerer at området er følsomt for ytterligere påvirkning av forsurende stoffer. Dette gjelder spesielt for øvre områder i Steindalselva.

Undersøkelser i tre vassdrag på Fosen

Det er samlet inn overvåkingsdata for innsjøene Laugen, Kotengsvatnet og Liavatnet. Alle prøvene viser høye verdier for næringssalter. Verdiene for fosfor tilsvarer forurensningsgrad 4 eller 5 (sterkt eller meget sterkt forurensset). I alle innsjøene er det målt episoder med oksygensvikt nær bunnen. Ut fra de utførte målinger blir Laugen og Kotengsvatnet klassifisert som mindre egnet til sportsfiske og Liavatnet klassifiseres som egnet til dette bruksformålet (men ikke godt egnet).

Samtlige innsjøer mottar mere fosfor enn det som er akseptabelt før det kan oppstå økologiske problemer. Tilførslene må reduseres med mellom 25-50 % for å unngå eutrofieringsproblemer.

3. HOVEDPLANER VANNMILJØ - MÅL FOR VANNFOREKOMSTER

Hovedplaner vannmiljø vil bli 90-årenes nye planverktøy for utnyttelse av vannressursene. Som et ledd i en utvikling av en lokalt tilpasset og brukerorientert resipientpolitikk, kan hovedplan vannmiljø bli det sentrale verktøyet. Det er meningen at hovedplanen skal være det overordnede styringsdokumentet for vannmiljø og avløp i kommunen. Planen inngår som en del av kommuneplanen og er dermed underlagt politisk styring.

Hovedplanarbeidet tar utgangspunkt i klarlegging av brukerinteresser til ulike vannforekomster. Dette skjer gjennom arealplanlegging, bl.a. gjennom kommuneplanens arealdel. Brukerinteressene stiller ulike krav til vannkvalitet. Lokale mål for vannkvalitet for ulike vannforekomster er på mange måter utgangspunktet for hovedplanen som skal gi de overordnede prioriteringer for valg av tiltak.

I forbindelse med hovedplaner vil utslippstillatelser bli utformet i form av totalutslippskonsesjoner. Bakgrunnen for dette er at det er det totale utsipp til resipienten som er interessant, ikke hvem som står for de enkelte bidrag. Konsesjonen gir en ramme for det totale utslipp, f.eks. i tonn fosfor pr. år.

En del av disse begrepene blir også presentert i forbindelse med prosjektet "Nasjonale mål for vannforekomster". Miljøverndepartementet har gitt Statens forurensningstilsyn (SFT) og Direktoratet for naturforvaltning (DN) i oppdrag å utarbeide et verktøy for å fastsette miljømål for vannforekomstene. Her blir lokale myndigheter (kommuner) oppfordret til økt innsats for å sikre vannmiljøet. Et økende press på vannforekomstene som ressurs bl.a. ved næringsvirksomhet, vannuttak og resipientbruk har sammen med langtransportert forurensning og fiske sykdommer medført en forringelse av miljøkvaliteten i mange områder. Parallelt med dette stilles det strengere krav til miljøkvalitet gjennom nasjonal miljøpolitikk og internasjonale avtaler (EØS-avtalen innebærer bl.a. at mange norske drikkevannskilder ikke tilfredsstiller kvaliteten til drikkevann).

Overordnet mål for prosjektet er å bidra til et tilfredsstillende vannmiljø og vannkvalitet for de ulike naturvern- og brukerinteresser knyttet til vannforekomstene. Dette skal foregå innenfor rammene av en bærekraftig utvikling og oppnås på en mest mulig kostnadseffektiv måte.

Med vannforekomst menes i denne sammenheng vassdrag (hovedelver, sideelver, innsjøer, tjern), fjorder, kystområder, samt nærområder til disse. Grunnvann er også inkludert.

Miljømålene skal knyttes til både vannkvalitet og naturkvalitet i og langs vannforekomstene. Gjennom å fastsette lokale miljømål (f.eks. badevannskvalitet) for enkelte vannforekomster, må kommunene sørge for å oppnå evt. bevare den miljøkvaliteten den bestemte bruksformen krever (Vannforekomsten skal være egnet eller bedre for den valgte bruksformen). .

Klassifisering av egnethet er gjort for fem forskjellige bruksformer når det gjelder vannkvalitet, se vedlegg 1.

Etter at de lokale myndigheter (kommuner) har fastsatt mål for sine vannforekomster, må det gjennomføres tiltak. Gjennom fylkenes miljøvern avdeling vil SFT og DN føre resultatkontroll med kommunenes arbeide.

Som grunnlag for denne resultatkontrollen vil en forskrift kunne gi anledning til å stille krav til lokale myndigheter (kommuner) om dokumentasjon av miljøstatus (miljøovervåking).

Enkelte av begrepene innen arbeidsområdet hovedplaner og miljømål vannforekomster er brukt for noen av prosjektene i denne rapporten, bl.a. beregning av totalutslipp, egnethet til forskjellige bruksformål og klassifisering av miljøkvalitet (vannkvalitet) i vannforekomster.

4. GEOLOGISKE FORHOLD

Berggrunnen i Sør-Trøndelag består for det meste av omdannede sedimentære og vulkanske bergarter av prekambrisk til silurisk alder, dvs. 400 -1700 millioner år gamle. Fyllitt og glimmeskifer dekker store områder, særlig i de sentrale deler av fylket. Her finnes det også mye omdannet sandstein og vulkanske bergarter sammen med en del dyp- og gangbergarter. Bergartene er svært påvirket av den kaledonske fjellkjedefoldning som fant sted for 400- 500 millioner år siden. Dette gir seg utslag i både fysisk struktur/styrke og kjemisk innhold (mineralsammensetning).

I kyststrøkene er det mest gneisbergarter, migmatitt og amfibolitt av relativt høy alder og mindre påvirket av det som skjedde under den kaledonske fjellkjedefoldning. Dette er såkalt sure bergarter og vann og vassdrag i dette området har svært liten bufferevne i forhold til surt nedfall. Det er også i de ytre kyststrøk man finner de yngste bergartene i fylket, nemlig på Ørlandet og på Hitra, hvor det er sandsteiner og konglomerater dannet i devontida for ca. 300-400 millioner år siden.

Bergarter i de midtre deler av fylket er langt mer basiske og har relativt høy bufferevne i forhold til forsuring.

I de sørøstligste deler av fylket, ved Røros finner man de nordligste deler av et dekke med omdannede sedimentære bergarter av senprekambrisk alder (600-700 mill. år siden). I enkelte områder kan det lokalt være relativt surt miljø. I dette området finner man også tilsvarende yngre bergarter fra devontida, tilsvarende de man finner på Ørlandet og på Hitra.

Dagens landskapsformer er i hovedsak utformet under den markerte landhevning som fant sted i tertiær tid (2-66 mill. år siden). Landhevning var sterkest i vestlige kyststrøk, noe som førte til at elver som rant mot vest kunne grav seg ned raskere enn de som rant andre veien. Enkelte daler og fjorder er senere sterkt preget av istida og den erosjonen som fulgte da.

Løsmassene som er dannet i løpet av de siste 15000 år har gjerne form og fysisk oppbygning avhengig av avsetningsmåte, mens det kjemiske innhold er farget av berggrunnen det er erodert ut av. For å kunne vite noe mer om dette er det bl.a. viktig å forstå isens bevegelsesretning og hvordan løsmassene er blitt transportert.

Løsmassenes sammensetting og mektighet betyr mye for vannkvalitet lokalt. Morenepregete masser kan gi gode bufringsegenskaper mot forsuring, men gir ellers ikke særlige næringsrike forhold, da materialet ofte er grovt. Det gjør derimot det mer finkornige materialet som ble avsatt i sjøen like foran brefronten, under den sterke avsmeltingen mot slutten av siste istid. I Sør-Trøndelag finnes det store slike områder.

5. VIGDA- OG BØRSELVVASSDRAGET - RESULTATOPPFØLGING

1. Innledning

Vigda- og Børselva ligger i Skaun kommune. De renner begge gjennom kupert landbruksareal med tildels svært bratt helning ned mot vassdraget. Begge er regulert for kraftproduksjon. Vigda har sitt utspring i innsjøen Ånøya og Børselva i Laugen. Vigda er en god smålakselv. Fisken stopper ved Rakbjørgfossen, som ligger nedenfor kryssingen med RV 708. Dette er en strekning på ca. 4-5 km. Det er fisket opp til 500 kg smålaks i gode sesonger. Børselva har også noe oppgang av sjørret og laks, men det fiskes betraktelig mindre enn i Vigda. For nærmere beskrivelse av vassdragene med nedbørsfelt og forurensningsproduksjon m.m. se rapport 2 og 3 fra 1986, utarbeid av fylkesmannen i S-T, miljøvernavdelingen.

Pga. problemer med fiskedød (oksygenmangel) og algevekst er det utført betydelige tiltak på landbrukssektoren og kloakk/spredt bebyggelse. Det er utført undersøkelser i vassdragene i 1982 (se rapp. 1/1984 fra FM i S-T, MVA) og for å se om disse tiltakene har hatt noen effekt på vannkvaliteten er det også gjort undersøkelser i 1991.

2. Resultater fra undersøkelsene

Det er tatt prøver av næringssalter og organisk stoff, da det er disse virkningstypene som er problemet i vassdragene. I tabell 1 nedenfor er gjennomsnittet over sommersesongen gjengitt.

I tillegg er det også bestemt tilstandsklasser og forurensningsgrader for de aktuelle parametrene. Tilstandsklasser bestemmes av målte verdier i vannforekomsten og det skjelnes ikke mellom naturbetinget og menneskelig påvirkning. Ved bestemmelse av forurensningsgrader må man først bestemme forventet naturtilstand. For disse vassdragene er forventet naturtilstand for fosfor satt til 6 ug/l og for nitrogen 225 ug/l. Ut fra tilstandsklassene kan man vurdere vannets egnethet til forskjellige bruksformål. For nærmere beskrivelser av tilstandsklasser, egnethet m.m., se vedlegg1.

VIGDA

Tabell 1. Resultater fra de kjemiske undersøkelsene i Vigda for 1982 og 1991.

		1982			1991	
Øverst i vassdraget	Konsentr.	Tilstandsklasser	Forurensningsgrad	Konsentr.	Tilstandsklasser	Forurensningsgrad
Tot.P (µg/l)	12	2/3	2	3,5	1	1
Tot.N (µg/l)	460	3	2/3	398	2	2
TOC (mg/l)	-	-	-	3,8	2/3	1
Nederst i vassdraget						
Tot. P (µg/l)	70	5	5	12	2/3	2
Tot. N (µg/l)	550	3/4	3/4	455	3	2
TOC (mg/l)	-	-	-	3,8	2/3	1

En sammenlikning av resultatene fra -82 og -91 viser en tydelig nedgang i konsentrasjonen av næringssalter, og spesielt for fosfor. De bedrede forholdene for fosfor nederst i vassdraget (fosfor tillegges spesiell vekt når det gjelder virkningstypen næringssalter) tilsvarer at forurensningsgraden for P går ned fra grad 5 (meget sterkt forurensset) til 2 (moderat forurensset). Nedgangen for nitrogen er ikke så markert og det kan bl.a. forklares med at Ånøya (utspringet for Vigda) har et forholdsvis høyere nivå av nitrogen enn fosfor. Resultatet fra 3 målinger i Ånøya i 1991 gir en middelkonsentrasjon på 6 ug/l for fosfor og 517 ug/l for nitrogen.

Se også fig. 1 for beskrivelser av forurensningsgrader og konsentrasjoner av næringssalter i Vigda.

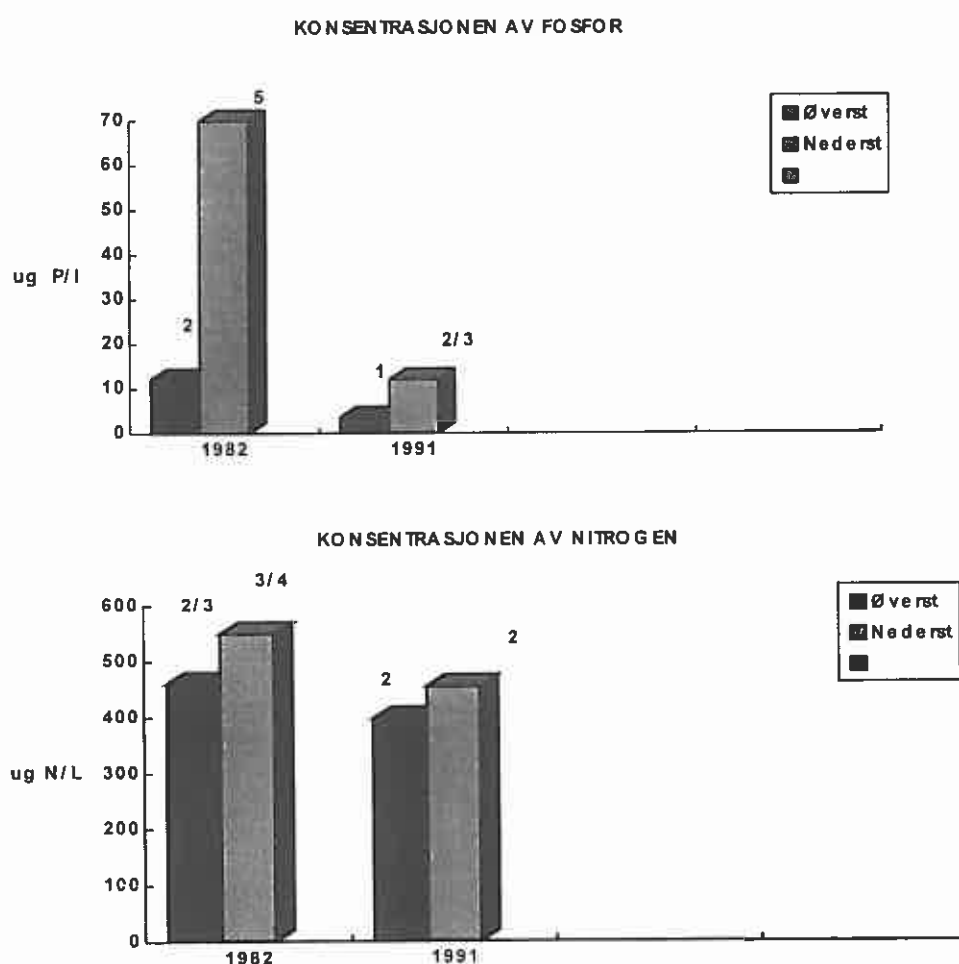


Fig. 1. Konsentrasjonen av totalfosfor (P) og totalnitrogen (N) i vassdraget Vigda for årene 1982 og 1991 målt øverst og nederst i elva. Forurensningsgrad er angitt over søylene.

BØRSELVA

For Børselva er det hovedsakelig tatt prøver nederst i vassdraget og derfor er bare disse resultatene tatt med i tabellen nedenfor.

Tabell 2. Resultater fra de kjemiske undersøkelsene i Børselva for 1982 og 1991.

		1982			1991	
Nederst i vassdraget	Konsentr.	Tilstandsklasse	Forurensningsgrad	Konsentr.	Tilstandsklasse	Forurensningsgrad
Tot. P ($\mu\text{g/l}$)	76	5	5	13	2/3	2/3
Tot. N ($\mu\text{g/l}$)	554	3/4	3	795	4/5	4
TOC (mg/l)	-	-	-			

Også i Børselva har verdiene for fosfor gått betydelig ned. Reduksjonen tilsvarer at forurensningsgraden for denne parameteren har gått ned fra grad 5 (meget sterkt forurensset) til 2/3 (moderat til markert forurensset). Som for Vigda er det også her registrert til dels svært høye verdier av nitrogen, men det er hovedsakelig konsentrasjonen av fosfor og klorofyll som tillegges vekt ved eutrofiering i ferskvann. De høye verdiene av nitrogen tyder likevel på at vassdraget tilføres forurensninger fra landbruk/kloakk.

Konsentrasjon av fosfor (P) og nitrogen (N) i Børselva i 1982 og 1991

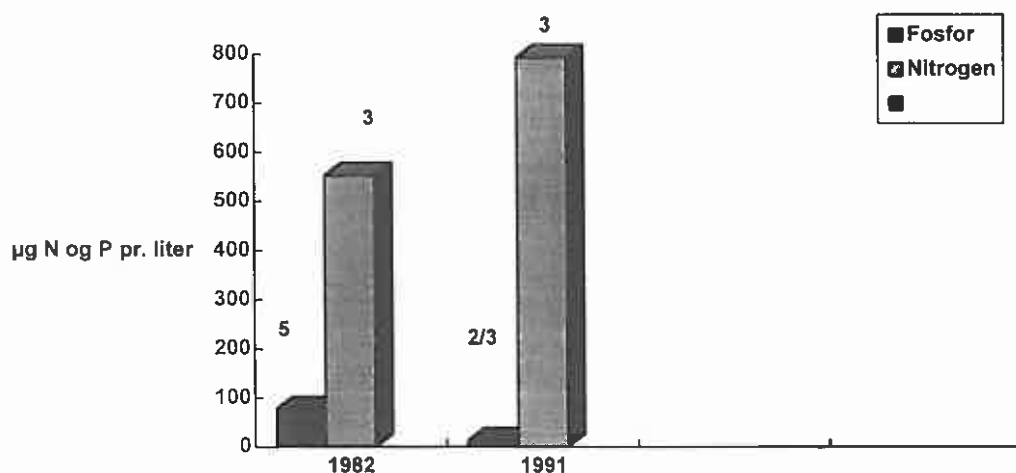


Fig. 2. Konsentrasjonen av total fosfor (P) og total nitrogen (N) nederst i Børselva for årene 1982 og 1991. Forurensningsgrader er angitt over søylene.

LAUGEN

Innsjøen Laugen er utspringet for Børselva. Det er tidligere gjort en forurensningsundersøkelse i Laugen (1986), se NIVA-rapport O-85072. Denne konkluderte med at innsjøen er inne i en uheldig utvikling og at det er behov for forurensningsbegrensende tiltak både på kloakk- og landbrukssektoren. Siden denne undersøkelsen er det utført betydelige tiltak for å redusere utslippene, se punkt 4.

Tabell 3. Resultater fra målingene i Laugen i 1986 og 1991.

		1986			1991	
	Konstr.	Tilstandskl.	Forurensning sgrad	Konstr.	Tilstandskl.	Forurensning sgrad
Tot. P ($\mu\text{g/l}$)	30	4	4	16	3	3
Tot. N ($\mu\text{g/l}$)	833	4/5	4	807	4/5	4
TOC (mg/l)	-			4	3	1

Tabellen ovenfor gjengir gjennomsnittsverdiene for de målte parameterene gjennom måleperioden. Når det gjelder fosfor (Tot. P) viste målingene store variasjoner begge årene, med en måling (juni begge årene) som lå langt over de andre. Hvis man kutter ut denne enkeltmålingen begge årene, vil gjennomsnittsverdiene for fosfor bli langt lavere. F.eks. vil klassifiseringen av tilstand i 1991 gå fra klasse 3 til 2 og i 1986 fra klasse 4 til 3. Se vedlegg 1 for beskrivelse av tilstandsklasser og forurensningsgrader.

Når det gjelder nitrogen er verdiene jevnere og viser begge årene høye verdier. Dette viser at det tilføres betydelige mengder forurensninger, og de kommer sannsynligvis fra overflateavrenning fra jordbruksareal. Verdiene er noe lavere i 1991, men reduksjonen er så liten at det ikke kan tilskrives noen reel nedgang. Verdiene for organisk stoff er ikke spesielt høye og ligger innenfor det området som man kan forvente i "upåvirkede" vannforekomster i området.

Det er målt verdier for oksygen ved bunnen på det dypeste punktet 6 ganger i 1991. Sommerverdiene lå alle rundt 10 mg oksygen pr. liter. Dette tilsvarer tilstandsklasse 1 (god tilstand) og tyder på rikelig med oksygen også ved bunnen i denne perioden. Det ble også målt oksygen på isen i mars dette året (2 mg/l) og i september (6,2 mg/l). Dette er lave verdier og spesielt vintermålingen tyder på betydelig forbruk av oksygen ved nedbrytningen av organisk materiale (som dels tilføres fra nedbørsfeltet og dels produseres i innsjøen). Det antas at algeproduksjonen er den vesentlige årsaken til tilførselen av organisk stoff til bunnlagene i innsjøen. Det ble i 1986 målt oksygen en gang (september) og denne verdien var den samme som i 1991 (6 mg/l). Denne verdien ble målt 5 meter fra bunnen og det antas at verdiene ved bunnen var enda lavere.

En samlet vurdering av tilstanden i Laugen viser at forholdene ikke har blitt noe verre siden 1986. Dette var noe man fryktet hvis det ikke ble gjennomført forurensningsbegrensende tiltak (se rapport fra 1986). Hvis man ser bort fra den høyeste målingen av fosfor begge årene ligger verdiene av denne parameteren på samme nivå (f. grad 2). Verdiene av nitrogen er fremdeles høye og lave verdier av oksygen tyder fremdeles på store forurensningstilførsler.

3. Klassifisering av egnethet og forurensningsprognoser

Egnethet

Klassifisering av en resipients egnethet til forskjellige bruksformål bygger på målte verdier av bl.a. vannkvaliteten. Systemet tar også hensyn til andre faktorer enn vannkvalitet (f.eks. tilgjengelighet til en badeplass/fiskeplass), men her behandles bare vannkvalitetsparametre.

Når det gjelder Vigda og Børselva er de mest aktuelle bruksformene sportsfiske og muligens jordvanning. For å få fullstendig vurdering av egnetheten må det analyseres på flere parametre enn det som er gjort i denne undersøkelsen, men hovedproblemet i disse resipientene er næringssalter/organisk stoff og her finnes det tilgjengelige data.

Ut fra de målte verdiene (i 1991) klassifiseres begge elvene som egnet til sportsfiske (men ikke godt egnet), mens tilstanden i 1986 ut fra de målte verdier kan klassifiseres som ikke egnet til denne bruksmåten.

Laugen kan også klassifiseres som egnet for sportsfiske, med forbehold om enkelte lave oksygenverdier ved bunnen .

Det er også utviklet modeller for sammenhenger mellom fosforkonstr. i innsjøer, innholdet av klorofyll og siktedypet, se vedlegg 2. I flg. veileder om klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann kreves det et innhold for klorofyll på mellom 3,7 - 7,5 µg kl.a./l for at vannet skal være egnet til sportsfiske. Velger vi 4,5 µg kl.a /l tilsvarende det en fosforkons. på:

$$P = 1,7 (\text{kl.a})^{1.04} = 8,1 \mu\text{g P/l}$$

Dette samsvarer godt med den akseptable konsentrasjonen som er beregnet nedenfor. Denne verdien tilsvarende et siktedyp på :

$$S_d = 10,8 (\text{kl.a})^{-0.62} = 4,2 \text{ meter (egnet for sportsfiske).}$$

Forurensningsprognose

Vannføringen i Vigda i sommerhalvåret ligger mellom 1-2 m³/s. Tilførselene av fosfor (beregningene er fra 1985) er beregnet til 600 kg/år. Ved bruk av diagrammet i vedlegg 3 ser vi at dette tilsvarende tilstandsklasse 2/3. For at elva skal få en vannkvalitet tilsvarende klasse 1 kreves det en reduksjon i fosfortilførselene på ca. 300 kg/år.

Vigda er regulert og vannkvaliteten er svært avhengig av vannføringen. For å illustrere dette kan man anvende samme diagrammet for se hvordan vannkvaliteten vil endre seg med redusert vanntilførsel. Reduseres vannføringen til 0,5 m³/s vil vannkvaliteten reduseres til klasse 4 og elva vil da klassifiseres som mindre egnet til sportsfiske. Dette viser at elvas vannkvalitet er svært følsom for endringer i vannføringen og at opprettholdelse av Vigda som en god smålakseelv er avhengig av både stabil og tilstrekkelig vannføring og fortsatt tiltak for å redusere tilførselene av forurensninger til resipienten.

Ved bruk av samme beregninger for Børselva ser man at også denne er svært følsom for endringer i vannføringen og/eller tilførsler av næringssalter. En økning i tilførslene på 100 kg P/år eller en halvering av vannføringen vil endre vannkvaliteten til klasse 4 (mindre egnet til sportsfiske).

Når det gjelder grunne og middelsdype innsjøer er det utviklet modeller for beregning av akseptable fosfornivåer og betydning av økte/reduerte tilførsler (Berge 1987). Disse modellene kan brukes for Laugen.

Akseptabelt fosfornivå i innsjøen mhp. eutrofiering beregnes slik (se vedlegg 2 for beskrivelse av formelverket):

$$P = -8,68 \cdot \ln z + 30,13, \quad (1) \quad \text{hvor } z = \text{innsjøens middeldyp} = 13,5 \text{ meter}$$

Dette gir et fosfornivå på : 7,5 ug P/l

Målt gjennomsnittsverdi i 1991: 9,75 ug P/l (hvis man ikke tar med den ene høye verdien i juni)

(Tas alle målingene med får man 16 ug P/l)

Akseptable tilførsler til innsjøen fås fra følgende likning:

$$P_{inn} = 2,293 \cdot P \cdot (Tw)^{0,16} \cdot Q,$$

Dette gir tilførsler på: 1450 kg P/år

Bruk av målte verdier i 1991 (9,75 µg P/l) gir tilførsler på: 1900 kg P/år

Dette tyder på at Laugen fremdeles tar i mot fosformengder i overkant av det akseptable.

4. Utførte tiltak på landbrukssektoren og kommunal kloakk/spredt bebyggelse

Siden 1985 er det utført betydelige tiltak for kommunale anlegg og spredt bebyggelse langs Vigda- og Børselvvassdraget, se tabell 4.

I tillegg har Skaun kommune også utført betydelige tiltak etter 1991. Dette er ikke tatt med her fordi undersøkelsene i vassdraga ble avsluttet i 1991.

Det er også utført betydelige tiltak på *landbrukssektoren*, spesielt når det gjelder punktutslipp (silo og gjødselkjellere). Det har vært noe vanskeligere å få eksakte opplysninger på tiltakssiden på dette området, særlig på kostnadssiden. Fra landbrukskontoret i Melhus ble det opplyst at et gjennomsnitt på kr. 150.000-, pr. utbedring kan brukes.

Tabell 4. Tiltak utført for spredt bebyggelse og kommunal kloakk i vassdragene Vigda og Børselva i tidsrommet 1986-1991. Ånøya er ikke tatt med her.

Vigda	Kostnader (kr.)	Antall pe berørt	kg fosfor fjernet	Investeri nger pr kg P fjernet (i kr.)
Spredt bebyggelse	200.000	24	5	40.000
Kommunal kloakk	630.000	45	26	24.000
Vigda totalt	830.000	69	31	26.700
Laugen (med Venna og Mora)				
Spredt bebyggelse	725.000	87	21	38.000
Kommunal kloakk	1.100.000	80	45	24.400
Laugen totalt	1.825.000	167	66	27.650
Børselva				
Spredt bebyggelse	275.000	33	7	39.000
Kommunal kloakk	450.000	40	23	19.565
Totalt Børselva	725.000	73	30	24.150

Antall utbedringer og omtrentelige kostnader på landbrukssektoren langs disse vassdragene i det aktuelle tidsrommet blir da som følger:

Vigda: 2 utbedringer av silo/gjødsellager - kr. 300.000.,

Børselva: 9 utbedringer av silo/gjødsellager - kr. 1.350.000-,

Laugen: 35 utbedringer av silo/gjødsellager - kr. 5.250.000-,

Det er ikke valgt å gå videre med disse beregningene for å se på kilo fosfor fjernet, kost/nytte m.m., da vi ikke har nøyaktig nok opplysninger for slike vurderinger. Overstående opplysninger viser likevel at det er investert store summer for å bedre forholdene langs disse vassdragene.

5. SELBUSJØEN - OVERSIKTSUNDERSØKELSE

Selbusjøen er Sør-Trøndelags største innsjø. Den ligger i Selbu og Klæbu kommune. Innsjøen er regulert til kraftproduksjon og den brukes også til drikkevann. Det er tatt prøver tre steder i innsjøen, en prøve i hovedbassenget, en fra vannmassene utenfor Innbygda og en fra båthavna utenfor Bell.

Innsjødata:

Areal: 61 km²

Maks dyp: 210 m

Nedbørfelt: 2951 km²

Årsavrenning: 3304 mill m³

Middeldyp: 70 m

Vannmassenes teoretisk oppholdstid: 15 måneder

1. Forurensningstilførsler

Det er beregnet at Selbusjøen tilføres ca. 24 tonn fosfor pr. år og 537 tonn nitrogen. Omtrent 70 % av tilførslene av fosfor kommer fra naturlig avrenning (skog/fjell/myr), mens det resterende fordeles omtrent jevnt mellom landbruk og utslipp fra bosetting.

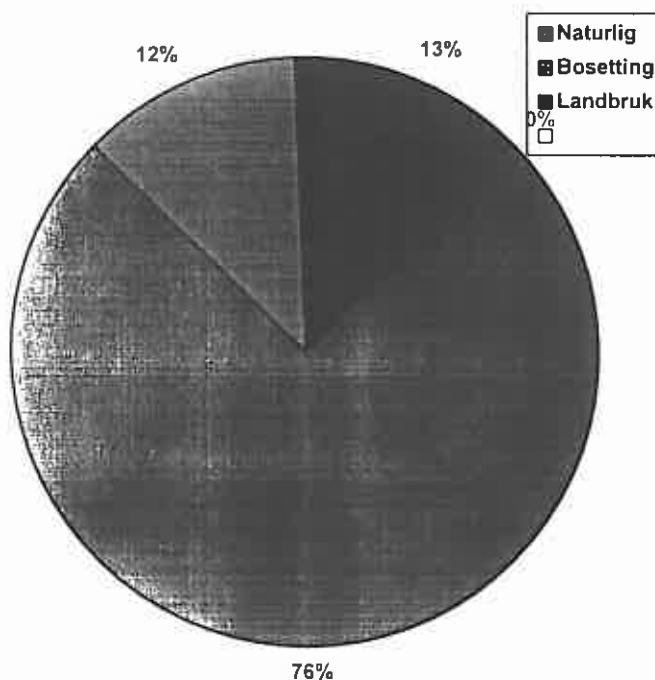


Fig. 3. Tilførsler av fosfor (P) i prosent fra forskjellige kilder til Selbusjøen.

Naturlige tilførsler er den klart største kilden for fosfor, men virkningen i resipienten er også avhengig av biotilgjengeligheten (hvor mye av fosforet som er tilgjengelig for algevekst) av fosforet. Det er først og fremst løst reaktivt fosfor som er tilgjengelig, men også løst ikke reaktivt fosfor er av betydning. Avhengig av tilførselskilden varierer derfor biotilgjengeligheten av fosfor. Naturlig tilført fosfor (fra skog/myr/fjell) har i gjennomsnitt en biotilgjengelighet på 11 %. Biotilgjengeligheten av fosfor fra spredt bosetting og gjødsellager ligger på 65-75 %. Biotilgjengelighetsfaktorene har først og fremst betydning ved bestemmelse av tiltak for å begrense tilførslene av forurensninger.

3. Resultater

Det er tatt 4 prøver av næringssalter i 1993. Det er også målt på klorofyll, organisk stoff, siktedyp og oksygen, men det er bare målt 1-2 ganger på disse parameterene. Prøvene er tatt i hovedbassenget, utenfor Innbygda og båthavna utenfor Bell, se tabell 6 . Det er også tatt 1 prøve av disse parametrene i 1992.

Tabell 6. Resultater fra prøvetaking i Selbusjøen i 1993.

Parameter	Hovedbasseng	Innbygda	"Båthavna"
Tot.P ($\mu\text{g/l}$)	5,7	9,7	8
Tot. N ($\mu\text{g/l}$)	215	222	390
TOC (mg/l)	3	3	3,5
Klorofyll ($\mu\text{g kl.a./l}$)	1	-	-
O ₂ (mg/l)	-	10	1,5
Siktedyp (m)	3,5	3,5	-

Hovedbassenget

Resultatene for dette området viser lave verdier for næringssalter (P og N), se også fig. 4. Verdiene for organisk stoff er forholdsmessig noe høyere, men er sannsynligvis forårsaket av naturlig avrenning (skog/myr) og ikke fra menneskelig påvirkning. Siktedypet var forholdsvis lavt, men kan forklares med at det ved disse målingene hadde vært mye nedbør og flom i elvene som fører til innsjøen. Målingen av næringssaltene indikerer at tilstanden i innsjøen kan klassifiseres i tilstandsklasse 1 (god).

Innbygda

Innerst i denne bukta er det utslipp fra et meieri og kommunal kloakk. Det ligger også et sagbruk her. Ved stor nedtapping av innsjøen danner det seg en meget grunn terskel (2-3 m) mot resten av innsjøen.

Prøver av næringssalter i dette innsjøavsnittet viser høyere verdier enn i selve hovedbassenget, og fosforverdiene tilsvarer tilstandsklasse 2. Det ble ikke observert episoder med oksygenvinn på de utførte målingene.

Båthavna

Dette er en liten bukt med en grunn terskel. Bukta tilføres forurensninger fra spredt bebyggelse og landbruksaktiviteter. Det ble også her målt høyere verdier av næringssalter enn i hovedbassenget og verdiene tilsvarer tilstandsklasse 2 for fosfor og 2/3 for nitrogen. Oksygenmålingene fra denne plassen viste verdier helt ned i 1,5 mg O₂ pr. liter. Dette tilsier at bunnen tilføres så store mengder organisk stoff (både fra land og fra vannmassenes egen produksjon) at det oppstår episoder med oksygensvinn nær bunnen.

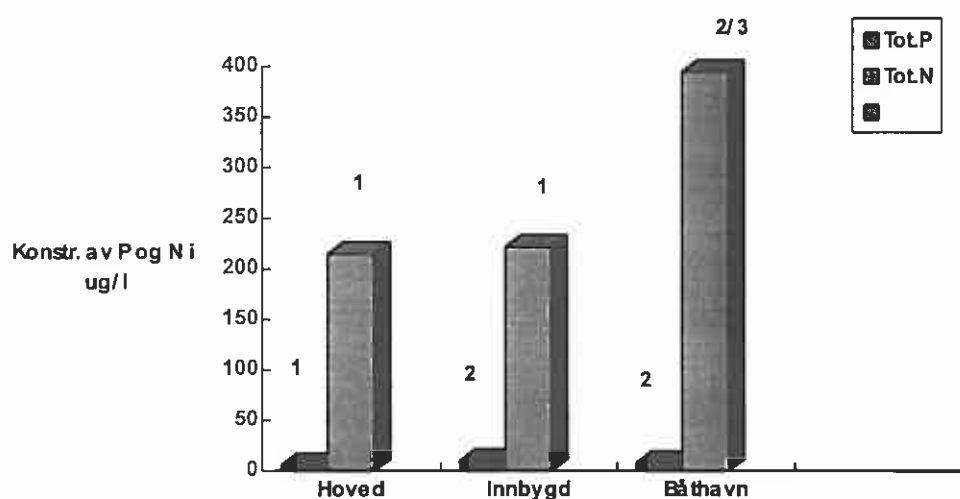


Fig. 4. Konsentrasjonen av næringssalter (N og P) i Selbusjøen målt på tre forskjellige plasser. Tilstandsklasser er angitt over søylene.

4. Vurdering

Forventet naturtilstand for dette området er bestemt til:

Tot. fosfor (Tot.P): 5 µg/l

Total nitrogen (Tot.N): 190 µg/l

Hvis vi bruker disse verdiene får vi følgende forurensningsgrader for de undersøkte områdene:

Tabell 7. Forurensningsgrader for de forskjellige lokalitetene i Selbusjøen

Lokalitet	Forurensningsgrad for fosfor (P)	Forurensningsgrad for nitrogen (N)	Forurensningsgrad for oksygen (O ₂)
Hovedbasseng	1	1	-
Innbygda	2/3	1	1
Båthavna	2	3	5

Ut fra denne undersøkelsen ser altså hovedvannmassene i Selbusjøen ut til å være næringsfattige og upåvirket av menneskelige aktiviteter. Det er målt noe lavt siktedyp, men det antas at dette ikke er forårsaket av klorofyll. Sannsynligvis kan det forklares av høyt partikkelinnhold i vannmassene forårsaket av mye nedbør og flom i elvene ved disse målingene.

Lokalt kan det forekomme forhøyede verdier av næringssalter, se tabell 6 ovenfor. For Innbygda og Båthavna tilsvarer verdiene for Pog N moderat til markert forurensning og for båthavna tilsvarer de lave oksygenverdiene at området er meget sterkt forurensset. Dette kan skape problemer lokalt, men vil sannsynligvis ikke påvirke vannkvaliteten i resten av innsjøen. Dette er avgrensede områder og det er derfor forholdsvis enkelt å skaffe oversikt over forurensningskilder til lokalitetene.

Før evt. tiltak vurderes for Innbygda og Båthavna bør det settes miljømål for innsjøen slik at tiltakene avpasses den ønskete bruk/vannkvalitet for området.

6. SAGELVA OG STORELVA I MALVIK KOMMUNE - TILSTANDSUNDERSØKELSE

Begge disse vassdragene ligger i Malvik kommune. Nedbørsfeltene grenser til hverandre og de renner begge i nord ut i Trondheimsfjorden. Storelva (Vikhammerelva) har før hatt noe oppgang av sjørret, men veibygging og store tilførsler av næringssalter og organisk stoff har redusert/stoppet denne oppgangen.

Begge vassdragene renner gjennom et aktivt landbruksareal hvor jordartene fordeler seg jevnt mellom sandjord/morene og leire.

Opplysninger om vassdragene:

	Storelva	Sagelva
Nedbørfelt (km ²)	16	19,7
Lengde (km)	9	10
Middelavrenning (l/sek. km ²)	22	22
Middelvanntilførsel i sommerhalvåret i l/sek (bergnet ut fra automatisk vannmåling i Svarttjørbekken, Jonsvatnet)	335	435

1. Forurensningstilførsler

Det er beregnet tilførsler av næringssalter til vassdragene.

Landbruksaktiviteter står for den største tilførselen av næringssalter til disse elvene (vel 50 %), mens naturlig avrenning (skog/fjell/myr) og spredt bosetting utgjør resten og står for omtrent like store bidrag, se fig. 5.

Innenfor landbruksaktiviteter er det avrenning fra arealer som er den dominerende enkeltkilden for begge vassdragene. Tilførsler fra bosetting betyr for disse vassdragene utslipp fra spredt bebyggelse.

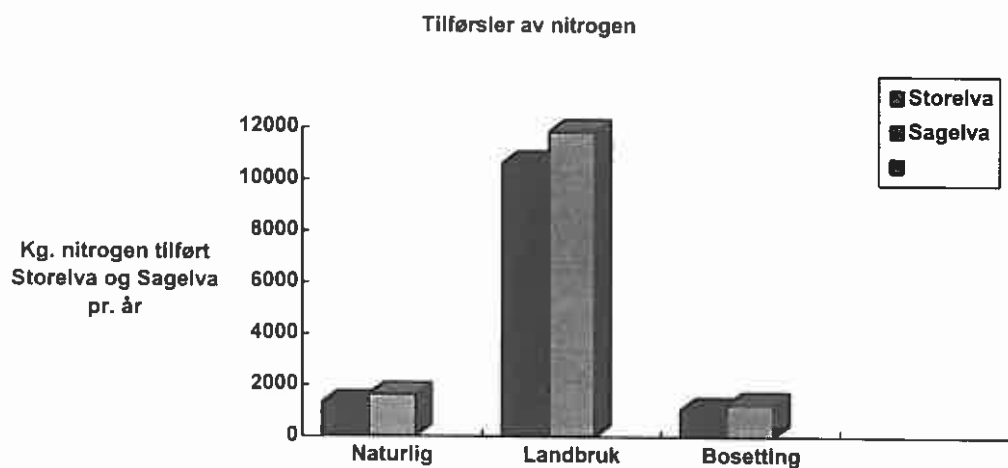
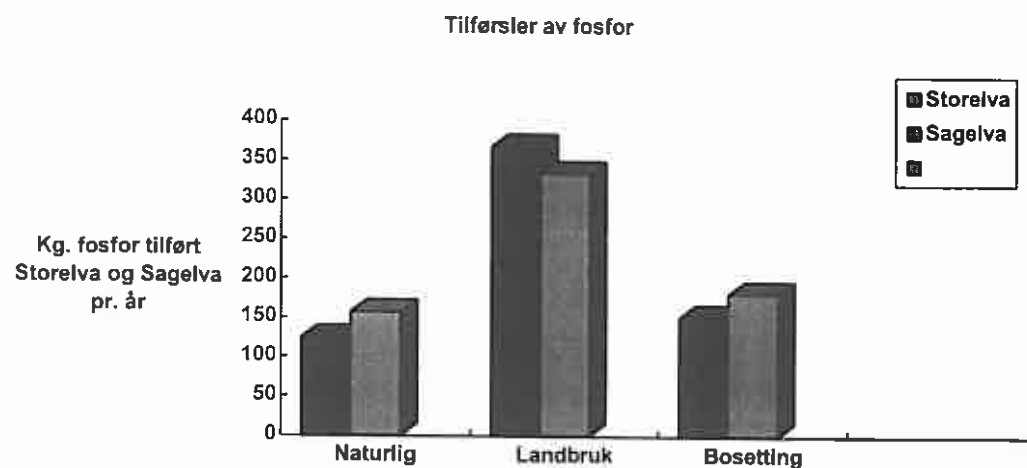


Fig. 5. Tilførsler av fosfor og nitrogen til Storelva og Sagelva i kg/år.

2. Resultater

Det er tatt prøver av næringssalter (N,P) og organisk stoff nederst i begge vassdragene. Det er tatt 5 prøver i Storelva (Vikhammerelva), mens det er tatt to prøver i Sagelva, se tabell 8.

Ved bestemmelse av forurensningsgrader må man først bestemme forventet naturtilstand. Den er for dette området bestemt til:

Tot. P: 6 $\mu\text{g/l}$

Tot. N: 200 $\mu\text{g/l}$

TOC: 4 mg/l

Tabell 8. Resultater fra undersøkelsen i Storelva og Sagelva i 1992.

	Konsentrasjon	Tilstandsklasse	Forurensningsgrad
Storelva			
Tot. P ($\mu\text{g/l}$)	28	4	4
Tot. N ($\mu\text{g/l}$)	1227	5	5
TOC (mg/l)	5,5	3	2
Sagelva			
Tot. P ($\mu\text{g/l}$)	17	3	3
Tot. N ($\mu\text{g/l}$)	1400	5	5
TOC (mg/l)	5,3	3	2

Sagelva er her bestemt til tilstandsklasse og forurensningsgrad 3 for fosfor, mens Storelva har grad 4. De to målingene som er gjort for Sagelva er utført i perioder hvor også Storelva hadde en noe lavere forurensningsgrad enn gjennomsnittet for sesongen. Pga. av vassdragenes nærhet geografisk og samme aktiviteter i nedslagsfeltet, antas det at også Sagelva ville fått en høyere forurensningsgrad for fosfor hvis det hadde blitt målt i samme perioder som for Storelva. Se også fig. 6 for beskrivelse av de utførte målingene.

Målingene tilsvarer forurensningsgrad 4 og 5 for fosfor og nitrogen (sterkt til meget sterkt forurensset). Dette tilsier store tilførsler både fra arealavrenning og punktkilder.

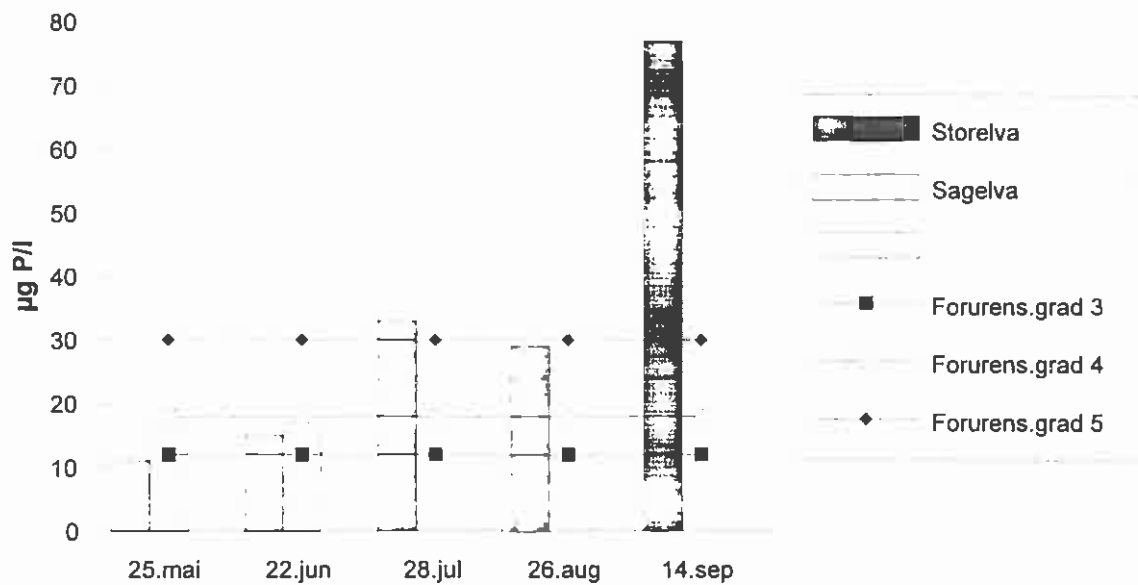


Fig. 6. Konsentrasjonen ($\mu\text{g/l}$) av fosfor nederst i vassdragene i løpet av måleperioden. Grensene for forurensningsgrader er angitt som vannrette streker.

Som vi ser av figuren tilsvarer 3 av 5 målinger i Storelva forurensningsgrad 4 eller 5 (sterkt til meget sterkt forurensset).

4. Forurensningsprognose

Det er utviklet modeller for sammenhenger mellom tilførsler av fosfor og eutrofiutviklingen i innsjøer og elver, se vedlegg 3. Hvis man har opplysninger om vannføring i en elv og fosforbelastning, kan man beregne forurensningsklasser ved økte belastninger evt. reduserte belastninger.

Forutsetninger:

Storelva:	Vannføring: 0,35 m ³ /s.	Fosforbelastning: 1,76 kg P/år
Sagelva:	Vannføring: 0,45 m ³ /s.	Fosforbelastning: 1,84 kg P/år

(Vannføringen er beregnet ut fra den automatiske vannføringsmålingen som gjøres i Svarttjønnbekken (Jonsvatnet) og ut fra nedbørsfelt og middelavrenningsdata. For mere nøyaktige beregninger kreves det sannsynligvis målinger i de aktuelle vassdragene).

Forutsetningen for begge vassdragene er så like at de behandles under ett videre i dette kapittelet. Begge elvene tilhører tilstandsklasse 4 når det gjelder fosfor. Hvis man ønsker å utføre tiltak for å bedre vannkvaliteten, f.eks. til klasse 3, ser man at tilførslene må reduseres med ca. 175-200 kg P/år. Dette tilsvarer f.eks. sanering av alle utslippene fra spredt bebyggelse i området.

Før man går inn på slike beregninger må man på forhånd ha gjennomført en del vurderinger av vassdraget og tilførselskildene. Bl.a. må man ha klarlagt brukerinteressene og dermed kravene til bl.a. vannkvaliteten i vassdraget. Det må også gjøres en vurdering av kostnadene av forskjellige tiltak.

Nåværende vannkvalitet i Storelva tilsier f.eks. at elva er mindre egnet til bruksformålet sportsfiske.

I disse beregningene er det ikke tatt hensyn til biotilgjengeligheten av fosfor (fosfor fra forskjellige kilder har forskjellig betydning for algevekst i vassdraget). F.eks. har fosfor fra naturlig avrenning (skog/fjell/myr) lav biotilgjengelighet, mens fosfor fra gjødselkjellere har høy tilgjengelighet).

7. TILSTANDSOVERVÅKING AV VASSDRAG I KOMMUNENE HITRA, FRØYA, OSEN OG ROAN

Generelt for disse kommunene er at det foreligger lite og ingen opplysninger om tilstanden i vassdragene. Dette er også områder av fylke som kan være utsatt for "sure"episoder pga. at bergartene i dette området ikke har de samme gode bufferegenskapene som resten av fylket.

1. Forventet naturtilstand i området på grunnlag av naturgrunnlaget

Bergrunnen i Sør-Trøndelag kan deles i to hovedregioner. I vest dominerer bergarten gneis (gjelder bl.a. for Hitra, Frøya, Osen og Roan). Den harde og næringsfattige grunnfjellbergarten av typen gneis gir i vest liten næring og dårlig bufring mot påvirkning fra sur nedbør.

Løsmassenes sammensetting og mektighet betyr mye for vannkvaliteten lokalt. Langs kysten er det kupert terreng med mye myr og mange snau fjell med generelt lite vegetasjonsdekke.

Vassdragene og innsjøene er små i forhold til de dominerende vassdragene i fylket forøvrig. Moderat avrenning i kombinasjon med moderate nedslagsfelt i regionen gir ikke vassdragene den store vannføringen utenom flomperioder. Ved store nedbørsmengder reagerer imidlertid vannføringen nokså direkte, slik at flomsituasjoner lett oppstår på Fosenhalvøya.

Forventet naturtilstand kan ut fra overnevnte betraktninger forventes å være følgende:

Tot. P: 4-5 µg/l

Tot. N: 175-200 µg/l

2. Resultater

Tabell 9. Resultater fra prøvetaking i vassdrag i kommunene Hitra, Frøya, Osen og Roan. For prøvene av næringssalter gjelder følgende: Står det to verdier for en parameter betyr den første verdien prøve tatt øverst i vassdraget og den siste nederst. Står det bare en verdi er den tatt nederst i vassdraget. For pH er laveste og høyeste verdi angitt.

Kommune/Vassdrag	Tot. P (µg/l)	Tot. N (µg/l)	pH	Alkalitet (mmol/l)	Ledningsevne (µs/cm)
Hitra					
Balsnesvassdr.	5,5	265	6,0 - 6,29	0,09	75
Grytelva	4,5	228	6,2	-	80
Frøya					
Vobsjøvassdr.	4,0	190	6,1		130
Sandvatn/Husv	4,5	220	7,2		130
Osen					
Steindalselva *)	3,5 - 7,5	135 - 200	5,4 - 6,1	0,01 - 0,03	45
Straumvatnet	6,5	195	6,7	0,06	50
Roan					
Hofstadelva	6,0	186	6,2	0,06	60

*) En prøve tatt nedenfor renseanlegget i Steindalselva viser høye verdier for næringssalter, organisk stoff og tarmbakterier.

Følgende verdier ble målt her:

		Tilstandsklasse	Forurensningsgrad
Tot. P (ug/l):	45	4	5
Tot. N (ug/l):	475	3	3
KOF (mg O/l):	9,8	4	-
Term.koli.bakt. (pr. 100ml):	59	3	3
pH:	6,3	2	-

En samlet vurdering av dette resultatet vil klassifisere denne strekningen av Steindalselva i tilstandsklasse 4/3 (dårlig/nokså dårlig tilstand) og forurensningsgrad 4 (sterkt forurensset). Disse prøvene er tatt helt i utløpet av vassdraget og har sannsynligvis ikke noen virkning på fiskeoppgang, men har virkning på groing og estetiske forhold i vassdraget og vil nedsette fiskeopplevelsen.

3. Vurdering av resultatene

Hvis ikke annet er nevnt gjelder følgende kommentarer for alle vassdragene i tabell 9.

Næringssalter

Fosforverdiene er lave og i samme størrelsesorden som forventet naturtilstand (se egne kommentarer om Steindalselva). Verdiene for nitrogen er også lave, men noe høyere enn fosfor. Dette kan være forårsaket av arealavrenning fra landbruksareal.

Hvis man anvender veileder i klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann, se vedlegg 1, ser man at alle de målte fosforverdiene kommer inn under tilstandsklasse 1 (god tilstand). Det samme gjelder for nitrogen. Alle de målte verdiene kan klassifiseres under klasse 1 (unntatt Balsnes som så vidt klassifiseres i klasse 2).

Ut fra denne undersøkelsen vil det si at innholdet av næringssalter tilsvarer næringsfattige forhold i disse vassdragene. De målte verdiene skulle ikke forårsake problemer med uønsket groing. Det må likevel gjøres oppmerksom på at vannføringen i disse vassdragene ved nesten samtlige målinger var stor, og at man ikke kan utelukke at liten nedbør med påfølgende lav vannføring kan skape problemer i enkelte av disse vassdraga. Spesielt de undersøkte vassdragene i Osen og Roan har betydelig jordbruksvirksomhet og kan nok under ugunstige forhold vise høyere verdier av næringssalter enn det som er observert her.

pH og alkalitet

Det er også analysert på vannets surhetsgrad (pH) og alkalitet (vannets evne til å nøytralisere sterke syrer).

Dette er strøk av fylket hvor man ut fra berggrunnen og nærhet til kysten kan forvente episoder med noe surt vann, se pkt. 1.

Ut fra resultatene ser det ut til at samtlige vassdrag foruten Sandvatn/Husvatn og Straumvatn har perioder med lave pH-verdier og lav alkalitet. Det er ikke dramatisk lave verdier, men indikerer at området er følsomt for ytterligere påvirkning av forsurende stoffer.

I Steindalselva er det målt noe lavere verdier av pH (5,4). Her er det også målt alkalitetsverdier helt ned i 0,01 mmol/l. Dette vil plassere dette elveavsnittet i tilstandsklasse 3 og på grensen til klasse 4 (nokså dårlig til dårlig) mhp. forsurende stoffer.

De utførte undersøkelsene bekrefter at dette er områder hvor man bør følge med i forurensningsutviklingen. Dette bør gjøres med regelmessige målinger i utvalgte vassdrag 2 ganger i året, hvor man foruten pH/alkalitet også utfører målinger av en del kationer og anioner.

8. UNDERSØKELSER I TRE INNSJØER PÅ FOSEN - VURDERING AV EGNETHET TIL FORSKJELLIGE BRUKSFØRMÅL OG EN VURDERING AV RESIPIENTKAPASITET

Undersøkelsen gjelder 3 innsjøer på Fosen. Det er tatt prøver i disse 1-2 ganger pr. år siden 1990. For å få mere nøyaktige overvåkingsdata til å beregne resipientkapasiteter og bruk av vannkvalitetskriteriene kreves det noe oftere prøvetakingsdata i løpet av en vekstsesong (april-oktober).

De aktuelle innsjøene er Laugen i Rissa kommune og Kotengsvatnet og Liavatnet i Bjugn kommune. Alle disse innsjøene er forurensset av landbruksaktiviteter og kloakk. Det er tatt prøver av næringssalter og det er målt ledningsevne, siktedyp og pH. På noen prøver er det også målt innhold av klorofyll.

For nærmere beskrivelse av disse innsjøene, bl.a. teoretiske beregninger av forurensningstilførsler og forholdene for fisk, se rapport nr. 5 - 1991, Fylkesmannen i Sør-Trøndelag.

1. Resultater og tilstandsklasser/forurensningsgrader

Se vedlegg 1 for nærmere opplysninger om dette kapittelet.

Siden det er tatt bare 1-2 prøver hvert år, er gjennomsnittet for 3 år (1991-1993) lagt til grunn for beregningene. Variasjonene for de forskjellige årene har også vært svært små.

Tabell 10. Fysiske/kjemiske målinger i Kotengsvatnet, Liavatnet og Laugen i perioden 1991-1993. Klorofyllmålingene gjelder bare for en prøve tatt i 1993.

Parameter	Resipient		
	Laugen	Kotengsvatn	Liavatnet
Siktedyp (m)	1,5	2	3
Oksygen (mg/l)	2	3,5	2,5
Ledningsevne (µS/cm)	75	90	80
Tot.nitrogen (µg N/l)	1235	430	640
Tot.fosfor (µg P/l)	37	23	21
Klorofyll a (µg/l)	3	3	8

Ut fra disse målte verdiene kan resipientene klassifiseres i tilstandsklasser og forurensningsgrader. Hvis det er analysert på tilstrekkelig antall parametre kan man også bestemme egnethet til forskjellige bruksformål. Det største problemet med disse innsjøene er økt algevekst og episoder med oksygensvinn. Det er derfor lagt størst vekt på virkningstypen næringssalter i den videre diskusjonen.

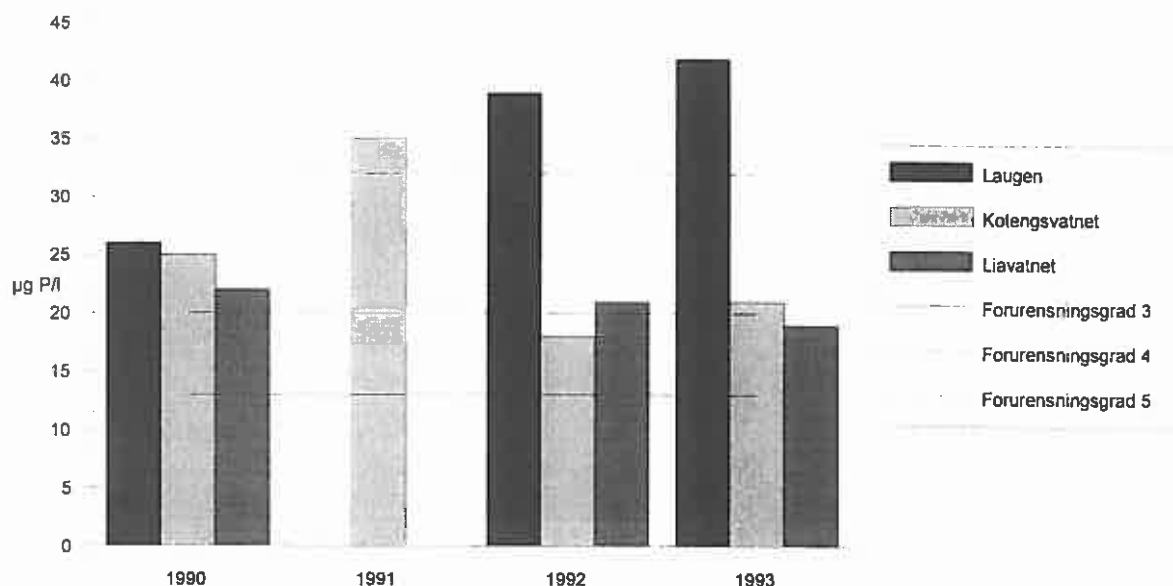


Fig. 7. Konsentrasjonen av tot. fosfor i Laugen, Kotengsvatnet og Liavatnet for årene 1990-1993. Forurensningsgrader er angitt som horisontale streker.

Resultatene viser høye verdier av næringssalter, og spesielt for fosfor (tot.P) (som oftest bestemmende for vekst av planteplankton i ferskvann). Ut fra figuren ser man at alle prøvene (foruten Kotengsvatnet i 1992) tilsvarer forurensningsgrad 4 (sterkt forurensset) eller 5 (meget sterkt forurensset). Nitrogenverdiene er noe lavere, men tilsvarer likevel forurensningsgrad 5, 4 og 3 for henholdsvis Laugen, Liavatnet og Kotengsvatnet.

Ut fra disse prøvene ser det ut som om det er en stabil og høy eutofieringsgrad i vannene.

Den høye trofigraden i vannene blir "bekreftet" av episoder med oksygensvikt nær bunnen. I tillegg til tilførsler av organisk stoff fra land, blir dette også produsert i vannmassene. Nedbrytning av organisk stoff krever oksygen og kan forårsaker oksygensvinn nær bunnen.

Siktedypet er forholdsvis lavt i alle innsjøene. Siktedypet bestemmes bl.a. av innholdet av klorofyll og partikulært materiale og det er funnet god relasjon mellom siktedyp og en innsjøes trofigrad. For denne undersøkelsen regnes det med at det er klorofyllinnholdet som er hovedansvarlig for det lave siktedypet og understøtter dermed den høye trofigraden i innsjøene. Siktedypet i alle disse tre innsjøene tilsvarer forurensningsgrad 4. Da det bare er tatt en prøve av klorofyll, er det ikke grunnlag for å trekke noen slutninger på grunnlag av denne parameteren.

Klassifisering av tilstand

Klassifisering av tilstandsklasser tar bare hensyn til den observerte (målte) tilstanden i resipienten og det skjelles ikke mellom naturbetinget og menneskelig påvirkning. Systemet deles inn i 5 klasser fra god til meget dårlig tilstand og brukes bl.a. til å fastsette miljømål, vurdere bruksmuligheter og behov for tiltak og lage oversikter.

Virkningstypen næringssalter er karakterisert ved følgende parametre:

Total fosfor, total nitrogen, klorofyll a, primærproduksjon, siktedyp og oksygen.

Det er ikke alle parameterene som tillegges like stor vekt. For denne virkningstypen er det spesielt total fosfor og klorofyll som teller noe mere enn de andre, men da det bare er en måling av klorofyll i denne undersøkelsen er det valgt å ikke bruke denne her.

Tabell 11. Klassifisering av tilstand i Laugen, Kotengsvatnet og Liavatnet ved bruk av virkningstypen næringssalter. Kl. 1 god og kl. 5 er meget dårlig tilstand.

Parameter	Tilstandsklasser		
	Laugen	Kotengsvatn	Liavatn
Tot.fosfor	4	4/3	4/3
Tot. nitrogen	5	3	4
Siktedyp	4	3/4	3
Oksygen	4/5	4	4
Samlet vurdering	4	4/3	4/3

En samlet vurdering av tilstanden i disse innsjøene ut fra virkningstypen næringssalter vil klassifisere Laugen som dårlig og de to andre resipientene som dårlig til nokså dårlig. Denne klassifiseringen bekreftes også av befaringer i de aktuelle områdene (mye groing i innsjøene) og obsevasjoner av fiskebestandene (røya har gått tilbake/forsvunnet).

Klassifisering av egnethet

Etter § 20-1 i den nye Plan- og bygningsloven skal kommunene utføre en løpende kommuneplanlegging med sikte på å samordne den fysiske, økonomiske, sosiale og kulturelle planlegging innenfor sitt område. Arealdelen av kommuneplanen skal i nødvendig utstrekning angi bruk og vern av vassdrag og sjøområder. Dette innebærer at alle kommuner skal vurdere bruken av sine vannforekomster i kommuneplanen.

I forbidelse prosjektet "Nasjonale mål for vannforekomster" blir også lokale myndigheter (kommuner) oppfordret til økt innsats for å sikre vannmiljøet, se kap.1.

I tabell 12 nedenfor er det beskrevet egnethet til forskjellige bruksformål for de tre resipientene. Siden det bare er analysert for virkningstypen næringssalter vil det for en del bruksformer mangle en del parametre (f.eks. innholdet av tarmbakterier for bruksformen drikkevann) for å få en fullstendig vurdering av egnetheten. Tilstandsklassene er lagt til grunn for denne beregningen.

Tabell 12 .Klassifisering av egnethet til forskjellige bruksformål for Laugen, Kotengsvatnet og Liavatnet på bakgrunn av virkningstypen næringssalter.

Bruksform	Egnethet		
	Laugen	Kotengsvatnet	Liavatnet
Drikkevann - råvann	Ikke egnet	Ikke egnet	Ikke egnet
Jordvanning	Mindre egnet	Egnet	Egnet
Friluftsbad og rekreasjon	Ikke egnet	Ikke egnet	Ikke egnet
Fiskeoppdrett	Ikke egnet	Ikke egnet	Ikke egnet
Sportsfiske	Mindre egnet	Mindre egnet	Egnet

Akseptable fosfornivåer og resipientkapasitet

Mest aktuelle bruksform for disse resipientene er sannsynligvis sportsfiske og jordvanning. Når det gjelder sportsfiske er to av innsjøene klassifisert som mindre egnet for sportsfiske.

Det er utviklet modeller for vurdering av akseptable fosfornivåer (akseptabelt før det kan oppstå problemer med eutrofiering) i resipienter. Disse beregningene kan også brukes til å beregne hvor mye fosfortilførslene må reduseres for å komme ned på et slikt nivå. De fleste modellene som brukes i slike beregninger er avledninger av Vollenweiders opprinnelige utledninger. For innsjøer med middeldyp i intervallet 1,5 til 14,5 er det utviklet formelverk for slike beregninger, se vedlegg 2.

I tabell 13 nedenfor er utført slike beregninger for Laugen, Kotengsvatnet og Liavatnet (det tas forbehold om at det nok burde vært tatt prøver noe oftere for å få mere korrekte inngangsdata).

Tabell 13. Akseptabelt fosfornivå, reele belastninger og akseptable belastninger i Laugen, Kotengsvatnet og Liavatnet.

	Resipienter		
	Laugen	Kotengsvatnet	Liavatnet
Målte konstr. av P i innsjøen ($\mu\text{g P/L}$)	37	23	21
Høyeste akseptable nivå av P i innsjøen ($\mu\text{g P/l}$)	19	18	16
Belastn. ut fra målte verdier (kg P/år)	461	721	768
Aks. belastning (tilførsler) (kg P/år)	236	564	585
Avlastningsbehov (kg P/år)	225	157	183

Avlastningsbehovet er den mengden fosfor som tilførslene til hver innsjø må reduseres med for å komme ned på akseptabel belastning.

Dette viser altså at samtlige innsjøer mottar mere fosfor enn det som er akseptabelt før det kan oppstå økologiske problemer.

Disse beregningene kan også utvides til å beregne hvor store reduksjonene av fosfor må være for å tilfredsstille en bestemt bruksform, f.eks. sportsfiske.

Arbeidet med å fastsette mål for vannforekomster kan også gjøres ved hjelp av teoretiske beregninger. Nøyaktigheten blir da selvfølgelig ikke så god som ved målinger, men man kan få en grovoversikt over vannforekomstene.

Inngangsdata blir da en teoretisk beregning av fosfortilførslene til en resipient. Man summerer alle tilførslene (landbruk, kloakk, naturlig avrenning m.m.) og anvender formlene i vedlegg 2.

Tabell 14. Beregning av fosfornivåer i resipienterne Laugen, Kotengsvatnet og Liavatnet ut fra teoretisk beregnete tilførsler.

Resipient	Teor.beregnete tilførsler av fosfor (kg P/år)	Fosfornivåer (µg P/l)
Laugen	261	21
Kotengsvatnet	609	19
Liavatnet	503	14

Målnivåer

De beregningene som er gjort ovenfor (teoretiske eller ut fra målinger) er et godt hjelpemiddel når kommunen har fastsatt miljømål for vannforekomstene. For de tre aktuelle resipientene kan det f.eks. fastsettes et miljømål om at de skal være egnet til friluftsbad. Det tilsvarer tilstandsklasse 2 i vannkvalitetskriteriene og de inneholder detaljerte krav for en rekke parametre.

Den endelige vurderingen skal også inkludere data om strandområdets egnethet, men her vil bare vannkvalitet bli behandlet.

Tabell 15. Utdrag fra vannkvalitetskriteriene, egnethet for friluftsbad. Klasse 1 er godt egnet og klasse 4 ikke egnet.

Parameter	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3	Klasse 4
Term. koliform bakt (pr. 100 ml)	< 50	50-200	200-1000	> 1000
Siktedyp (m)	> 7	4-7	2-4	< 1
Temp.	> 18	16-18	14-16	< 14
Algemengde (kl.a µg/l)	< 2	2-3,7	3,7-7,5	> 7,5

I de videre beregningene er bare innsjøen Laugen brukt som eksempel.

Det er utviklet en sammenheng mellom algemengden i vannet og konsentrasjonen av fosfor i resipienten (Berge, 1987), se vedlegg 2:

$$P = 1,7 (\text{kl.a})^{1,04}$$

For å få algemengden ned mot 3,7 µg kla/l (egnet friluftsbad iflg. tabell 6), må fosforkonsentrasjonen i flg. formelen ovenfor ned på 6,6 µg P/l, altså et lavere nivå enn det som regnes som akseptabelt (se tabell 4). Med et kl.a nivå på det som maksimalt regnes tillatt i kl. 3 (7.5 µg kla/l), fås et fosfornivå som er omtrent lik det akseptable.

Det er også laget en sammenheng mellom kl.a. og siktedypet (Berge):

$$Sd = 10,8 (\text{kl.a})^{-0,62}$$

Et klorofyllnivå på 7,5 vil gi et siktedyp på ca. 3 meter, så vidt innenfor kl 2, egnet som friluftsbad.

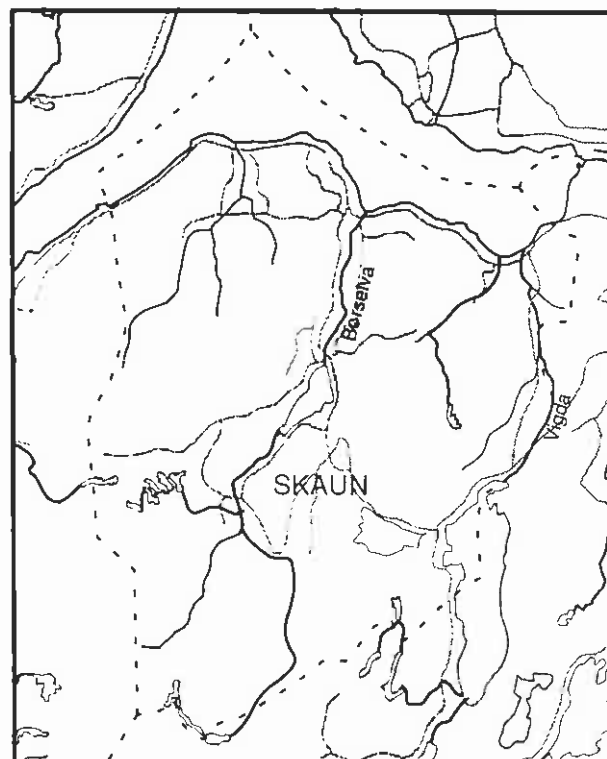
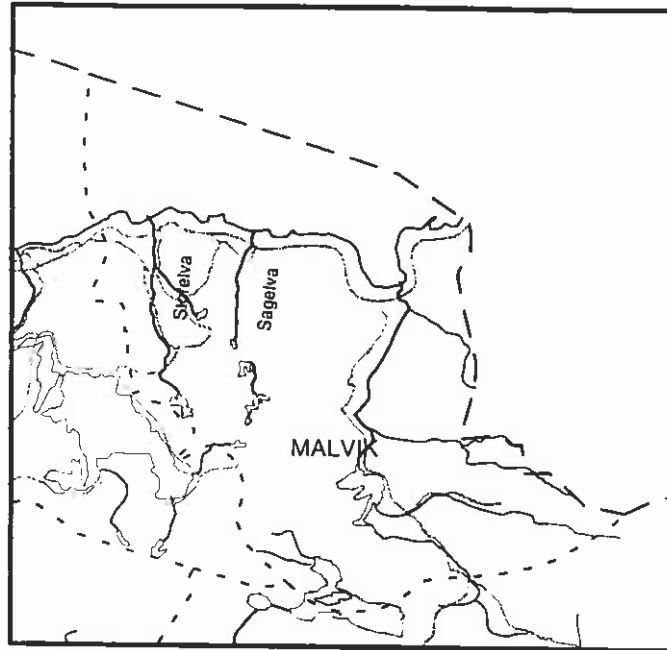
Liknende beregninger kan gjøres for andre bruksformål (drikkevann, fiskeoppdrett, osv) og se hva som kreves av forbedringer for å oppnå ønsket tilstand.

Oppsummering

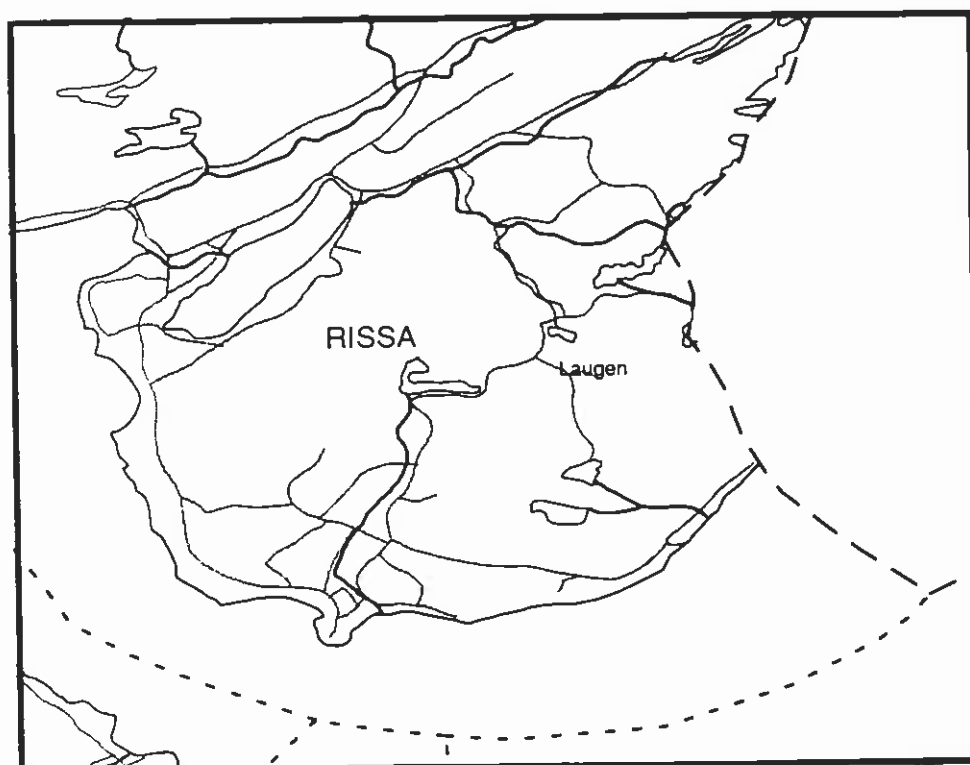
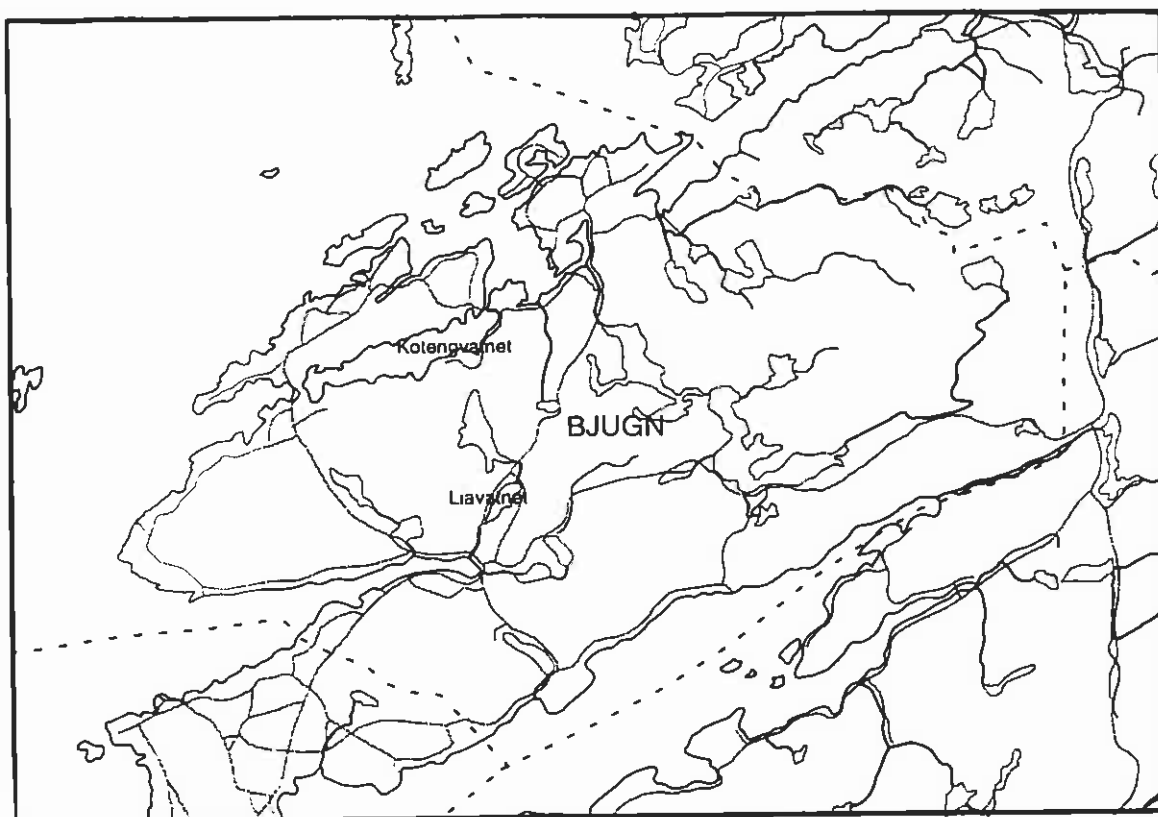
Alle tre innsjøene som er med i denne undersøkelsen er tydelig forurensset av tilførsler fra kloakk og landbruk. Tilstanden i resipientene har ikke forandret seg merkbart på de fire årene undersøkelsen har vart. Alle sammen mottar mellom 25 og 50 % mere fosfor enn det som er akseptabelt før det kan oppstå problemer med eutrofiering. I alle tre innsjøene er det observert problemer med oksygensvinn nær bunnen. Bestanden av røye er redusert kraftig, spesielt for Kotengsvatnet.

Kommunene bør sette miljømål og vurdere bruksmuligheter for innsjøene. Dette må gjøres før man vurderer tiltak for å redusere tilførslene.

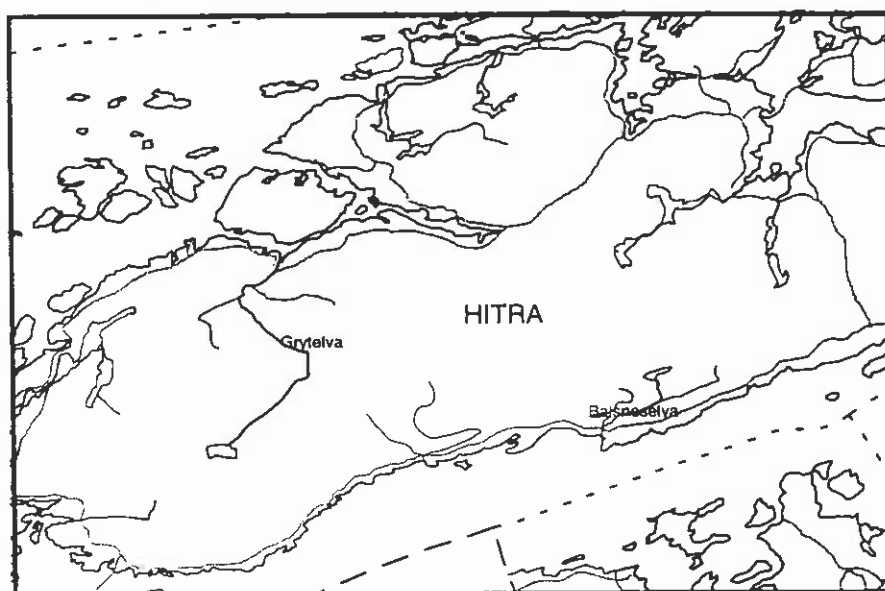
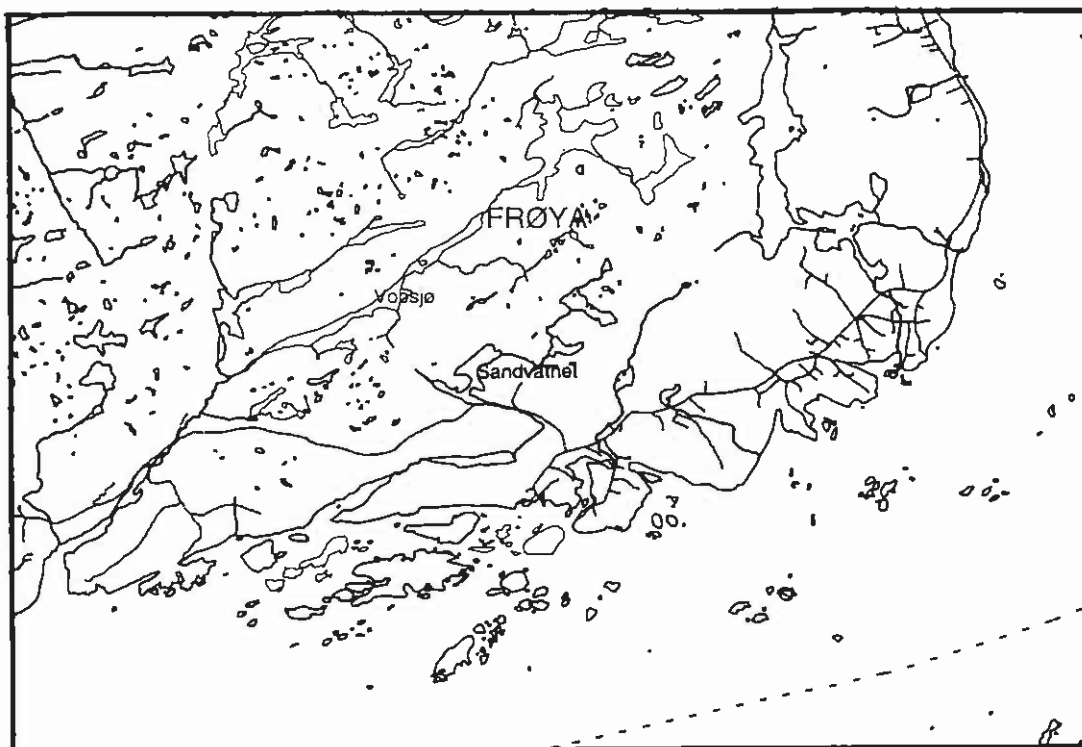
En eutrofiutvikling *kan* i startfasen virke positivt med hensyn til fiskeproduksjon, men når utviklingen har gått så langt at algeproduksjonen blir større enn det sekundærprodusentene (dyreplankton) klarer å fordøye, er det fare på ferde. En innsjø som kommer inn i en negativ eutrofiutvikling har erfaringsmessig vist seg svært vanskelig å restaurere. Det bør derfor snarest mulig vurderes hvilken tilstand man ønsker i disse innsjøene.



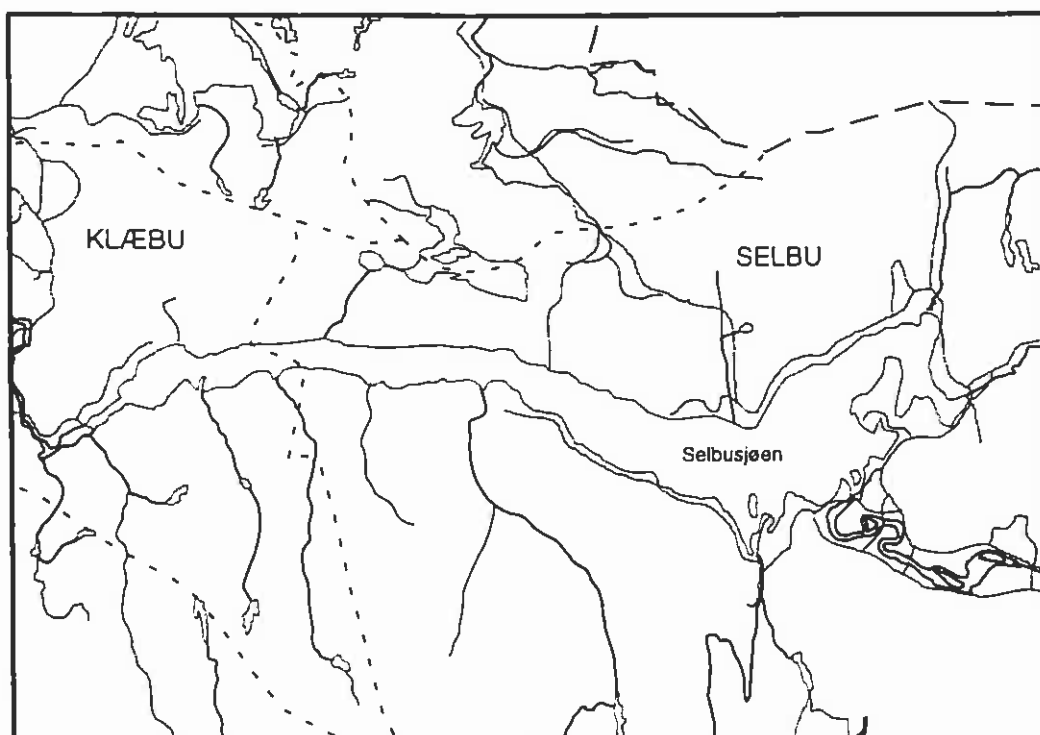
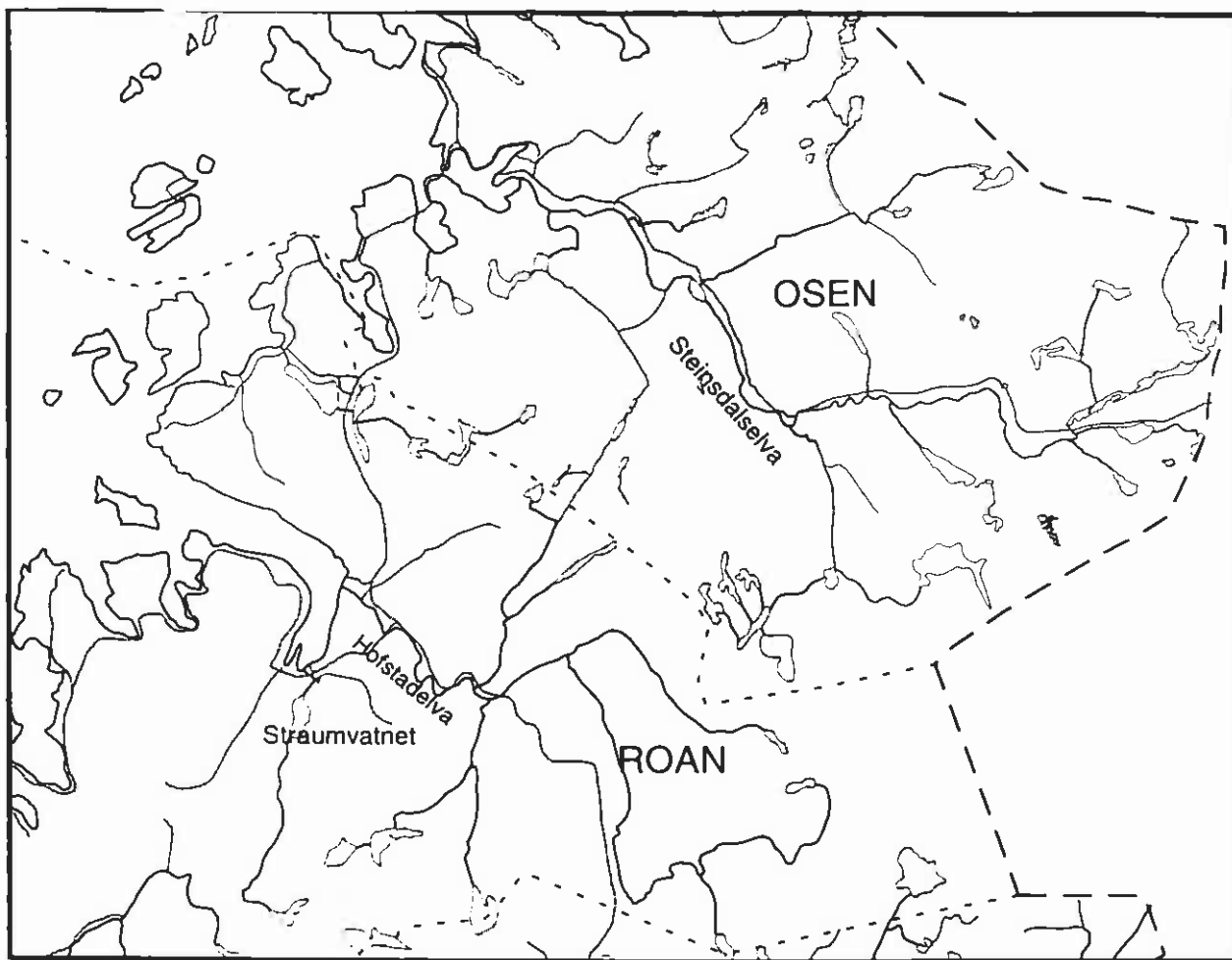
Kart over vassdragene i Skaun og Malvik.



Kart over vassdragene i Bjugn og Rissa.



Kart over vassdragene på Frøya og Hitra.



Kart over vassdragene i Selbu og Osen/Roan.

LITTERATUR

- Berge, D. 1987: Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. NIVA-rapport O -85110.
- Bremseth, A. 1992: Eutrofiutvikling i 4 vassdrag i Sør-Trøndelag. Prosjektoppgave i AMO-kurs for ingeniører.
- Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, miljøvernavdelingen, 1984: Vassdragsovervåking 1982/83. Rapport -1/1984.
- Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, miljøvernavdelingen, 1986: Kartlegging av forurensningstilførsler i Vigda og Børselva i Skaun. Rapport 2 og 3/1986.
- Fylkesmannen i Sør-Trøndelag, miljøvernavdelingen, 1991: Overvåking av 6 innsjøer/vassdrag i Sør-Trøndelag. Rapport 5/1991.
- Holtan, H og S.O. Åstebøl 1990: Håndbok i innsamling av data om forurensningstilførsler til vassdrag og fjorder. NIVA-rapport 2510.
- Holtan, H og D.S. Rosland: Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veileder nr. 92:06
- Holtan, H. 1987: Undersøkelse av forurensningsproduksjonen i innsjøen Laugen, NIVA-rapport O -85072
- Miljøverndepartementet 1990: Veileder i vannbruksplanlegging: Forurensningsregnskap, transport og effekter av forurensningsstoffer og bruken av vann
- Reite, A.J. 1990: Sør-Trøndelag fylke, kvartærgeologiske kart, veiledning til kartet.

VEDLEGG 1

Klassifisering av de forskjellige resipientene i tilstandsklasser og forurensningsgrader bygger på SFT-veileder nr. 92:06: "Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann", 1992.

Vannforekomster inndeles i fem ulike tilstandsklasser og forurensningsgrader, mens vannforekomstens egnethet for ulike bruksformål klassifiseres i fire ulike egnethetsklasser. Dette systemet er bygd opp for seks forskjellige virkningstyper: *næringssalter, organisk stoff, forsurende stoffer, miljøgifter, partikler og tarmbakterier*.

Tabell. Oversikt over begreper knyttet til klassifiseringssystemet.

	Tilstand	Egnethet	Forurensningsgrad
Basis:	Målte verdier	Vannkvalitetens bruksmuligheter	Avviket mellom målte verdier og ref. verdier (forventet naturtilstand)
Klasser/grader:	Fem klasser: 1 = God 2 = Mindre god 3 = Nokså dårlig 4 = Dårlig 5 = Meget dårlig	Fire klasser: 1 = Godt egnet 2 = Egnet 3 = Mindre egnet 4 = Ikke egnet	Fem grader: 1 = Lite forurenset 2 = Moderat forurenset 3 = Markert forurenset 4 = Sterkt forurenset 5 = Meget sterkt forurenset

Tilstandsklasser bygger på målte verdier og tar ikke hensyn til om de er forårsaket av menneskelige påvirkninger eller om det er en naturlig tilstand.

Forurensningsgrader er avviket mellom hva man naturlig kan forvente av en bestemt parameter i en resipient og hva man måler.

Klassifiseringssystemet er som nevnt ovenfor bygd opp for seks virkningstyper, men for disse undersøkelsene er det hovedsakelig virkningstypen næringssalter som er hovedproblemet og som det er undersøkt for.

Aktuelle bruksformål som er klassifisert i veilederen :

Drikkevann, jordvanning, friluftsbad, fiskeoppdrett og sportsfiske.

Næringssalter (nitrogen og fosfor) kan, hvis de tilføres i for store mengder til en resipient, forårsake groingsproblemer og redusert vannkvalitet (overgjødning/eutrofiering). Den totale biologiske produksjonen

i vannmassene øker, og dette resulterer i økende nedbrytning av produsert biologisk materiale eller organiske stoffer. Sekundærefekten av tilførsler av næringssalter kan derfor bli svekkelse av oksygeninnholdet i dypereliggende lag.

Grensene for de forskjellige tilstandsklassene og forurensningsgradene er vist på de to etterfølgende sidene.

Klassifisering av tilstand

Virkninger av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "God"	II "Mindre god"	III "Nokso- darlig"	IV "Darlig"	V "Meget darlig"
Næringssalter	Totalfostor ($\mu\text{g P/l}$)	< 7	7 - 11	11 - 20	20 - 50	> 50
	Totalnitrogen ($\mu\text{g N/l}$)	< 250	250 - 400	400 - 550	550 - 800	> 800
	Klorofyll a ($\mu\text{g/kl. l}$)	< 2	2 - 3,7	3,7 - 7,5	7,5 - 20	> 20
	Primærprod. ($\text{g C/m}^2 \text{ år}$)	< 25	25 - 50	50 - 90	90 - 150	> 150
	Siktedyp (m)	> 7	4 - 7	2 - 4	1 - 2	< 1
	Oksygeninnh. ($\text{mg O}_2/\text{l}$)	> 9	6,4 - 9	4 - 6,4	2 - 4	< 2
	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
	Siktedyp (m)	> 7	4 - 7	2 - 4	1 - 2	< 1
	Oksygeninnh. ($\text{mg O}_2/\text{l}$)	> 9	6,4 - 9	4 - 6,4	2 - 4	< 2
	Oksygenmetning (%)	> 80	50 - 80	30 - 50	15 - 30	< 15
Forsurende stoffer	Alkalitet (mmol/l)	> 0,2	0,05 - 0,2	0 - 0,05	0 - 0,1	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 - 50	> 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
	Kvikksolv ($\mu\text{g Hg/l}$)	< 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	Termotabile kol. bakt (antall/100 ml) v/44 °C	< 5	5 - 50	50 - 200	200 - 1000	> 1000

Bestemmelse av forurensningsgrad

Virkninger av næringssalter

Forurensningsgraden bestemmes som forholdet mellom vannets tilstand og forventet naturtilstand. I tabellen nedenfor er klasseinndelingen for de mest vanlige parametre angitt.

Parametre	Forurensningsgrad Tilstand/forventet naturtilstand				
	1 Lite forurenset	2 Moderat forurenset	3 Markert forurenset	4 Sterkt forurenset	5 Meget sterkt forurenset
Totalfosfor	<1,4	1,4 - 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 5,0	>5,0
Totalnitrogen	<1,3	1,3 - 1,8	1,8 - 2,5	2,5 - 4,0	>4,0
Klorofyll a	<1,5	1,5 - 2,5	2,5 - 5,5	5,5 - 12	>12
Primærproduksjon	<1,4	1,4 - 2,2	2,2 - 3,5	3,5 - 6,5	>6,5
Siktedyp	<0,85	0,70 - 0,85	0,40 - 0,70	0,20 - 0,40	<0,20
Oksygeninnhold	<0,80	0,55 - 0,80	0,35 - 0,55	0,18 - 0,35	<0,18
Oksygenmetning (%)	<0,80	0,55 - 0,80	0,35 - 0,55	0,18 - 0,35	<0,18

Ved bestemmelse av forurensningsgraden for virkning av næringssalter tillegges konsentrasjonen av *totalfosfor* og *klorofyll a* størst vekt.

FORVENTET NATURTILSTAND

I ferskvann er som regel vannets innhold av fosfor bestemmende for vekst av planteplankton (eutrofitilstanden), men i tilfeller hvor vannets nitrogeninnhold er lavt i forhold til fosfor, kan nitrogenet være begrensende.

I vannforekomster over den marine grense varierer vannets naturlige konsentrasjon av total fosfor som regel mellom 2 og 6 µg/l. I områder under den marine grense kan den naturlige bakgrunnsverdien være betydelig høyere - konsentrasjoner på mellom 10 og 20 µg/l er ikke uvanlig. Det kan være store regionale variasjoner.

Den naturlige bakgrunnsverdien for vannets innhold av total nitrogen avtar fra 100 - 200 µg/l i det sydlige Norge til verdier betydelig mindre enn 100 µg/l i Nord-Norge. Det kan være betydelige regionale variasjoner.

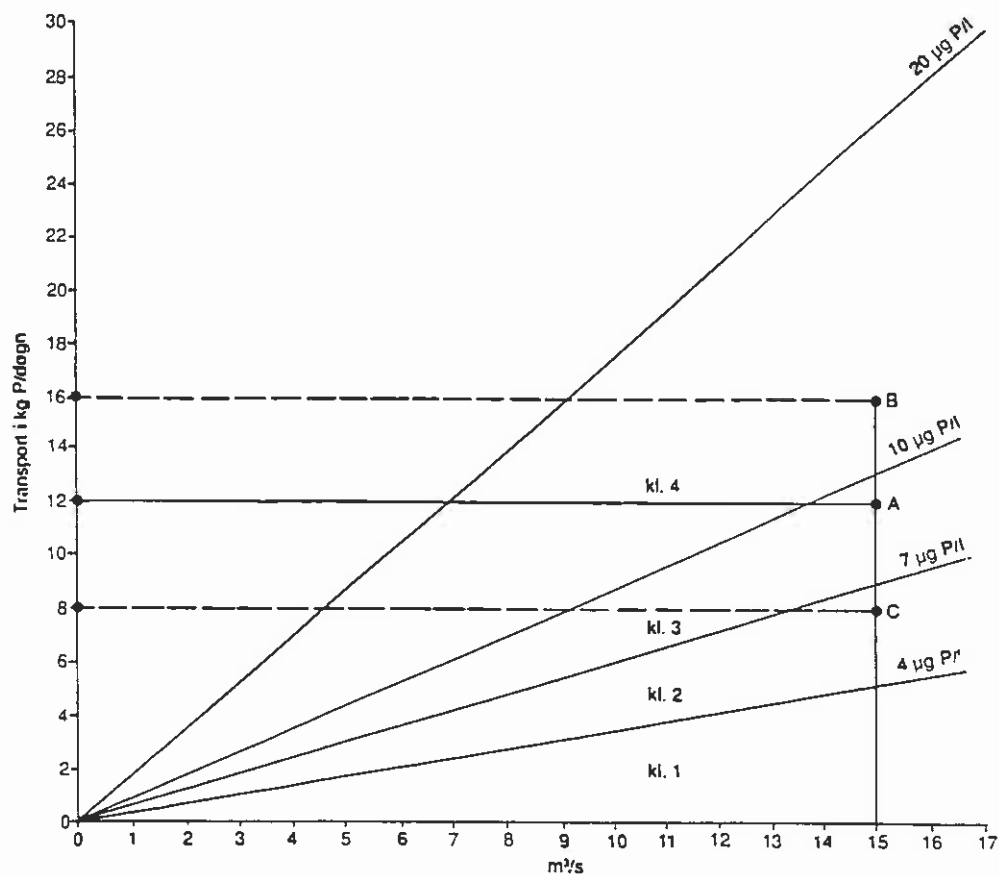
Figur 6.1

Fosfortransport i elver/bekker i kg/P som funksjon av vannføringen og midlere fosforkonsentrasjon i elven/bekken.

Elvens middelvannføring i den aktuelle periode (år eller tørrværsperiode) er satt til 15 m³/s. For en

fosfortilførsel på 12 kg P/døgn, vil vannkvaliteten (eutrofi) tilhøre kl. 3 (A).

Punktene B og C angir hvordan forholdene vil bli ved en utvikling med og uten tiltak.



VEDLEGG 2

Bestemmelse av akseptabelt fosfornivå i grunne og middels grunne innsjøer. Modellen er utviklet av Berge (1987).

Aks. fosfornivå: $P = -8,68 * \ln z + 30,13$

Fosfortilførsler: $P_{inn} = 2,293 * P * (Tw)^{0,16} * Q$

Smhg. mellom fosfornivå og klorofyllnivå i innsjø: $P = 1,7 (Kl.a)^{1,04}$

Smhg. mellom siktedyp og klorfyllnivå: $Sd = 10,8 (kl.a)^{-0,62}$

P = Midlere konstr. av fosfor i innsjøen ($\mu\text{g P/l}$)

P_{inn} = Årlig tilførsel av fosfor til innsjøen (kg P/år)

z = middeldyp i innsjøen (m)

Tw = Vannets teoretiske oppholdstid (år)

Q = Årlig avløp ($\text{m}^3/\text{år}$)

$Kl.a$ = midlere algemengde i innsjøen ($\mu\text{g/l}$)

Sd = Midlere siktedyp (m)

Formelverket gjelder for innsjøer med middeldyp 1,5 til 14,5 meter. For dypere innsjøer bør $7 \mu\text{g P/l}$ anvendes som øvre grense for akseptabel fosforkonsentrasjon.

Forklaring klasseinndelinger for tilstandsklasser, egnethet m.m., se vedlegg 1.

RAPPORTER UTGITT AV FYLKESMANNEN I SØR-TRØNDELAG - MILJØVERNAVDELINGEN

- 1987 Rapport 1-1987
Atlasprosjektet i Sør-Trøndelag.
- 1987 Rapport 2-1987
Aktuelle vassdrag for settefiskproduksjon i Sør-Trøndelag fylke. Forprosjekt.
- 1987 Rapport 3-1987
Åpning av jakt på kanadagås i Trøndelag 1986.
- 1987 Rapport 4-1987 **UTGÅTT**
Vannbruksplanlegging i Gaula. Referat fra Gaulaseminar 2.4.87.
- 1987 Rapport 5-1987
Landbrukskontrollen 1987.
- 1987 Rapport 6-1987 **UTGÅTT**
Fosser i Sør-Trøndelag. Status og prosjektplan medio september 1987.
- 1987 Rapport 7-1987 **UTGÅTT**
Årsrapport 1986 og arbeidsprogram 1987.
- 1987 Rapport 8/1987 **UTGÅTT**
Utkast til skjøtselsplaner for 8 vernede våtmarksområder i Sør-Trøndelag.
- 1987 Rapport 9/1987 **UTGÅTT**
Gaula. Tiltaksorientert overvåking - Forurensningstilførsler.
- 1987 Rapport 10/1987
Registrering av fosser og stryk. Forprosjekt.
- 1988 Rapport 1/1988 **UTGÅTT**
Sikkerhet og beredskap i vannforsyningen. Sammendrag av foredrag ved seminar 21.-22. september 1987.
- 1988 Rapport 2/1988
Beredskapsplan for vannforsyning. Veileder utarbeidet av en styringsgruppe for prosjektet ledet av vassdragsforvalter Jan Habberstad.
- 1988 Rapport 3/1988
Sortering av aktuelle vassdrag for settefiskproduksjon.
- 1988 Rapport 4/1988
Årsrapport 1987 og arbeidsprogram 1988.
- 1988 Rapport 5/1988
Verneplan IV for vassdrag. Gjennomgang av verdier - Grytelva.
- 1988 Rapport 6/1988
Verneplan IV for vassdrag. Gjennomgang av verdier - Grytdalselva.
- 1988 Rapport 7/1988
Verneplan IV for vassdrag. Gjennomgang av verdier - Oldenvassdraget.
- 1988 Rapport 8/1988
Verneplan IV for vassdrag. Gjennomgang av verdier - Norddalselva.
- 1988 Rapport 9/1988 **UTGÅTT**
Gaula. Byneset, Øysand - Brekka. Tiltaksorientert overvåking - forurensningstilførsler. Utvidelse av rapport 9/1987.
- 1988 Rapport 10/1988
Forurensende og skjemmende avfallstømming i Sør-Trøndelag.
- 1988 Rapport 11/1988
Registreringer av bjørn, jerv og ulv i Sør-Trøndelag i 1987.
- 1988 Rapport 12/1988
Aktuelle vassdrag for settefiskproduksjon i Sør-Trøndelag.
- 1989 Rapport 1/1989
Landbrukskontrollen 1988
- 1989 Rapport 2/1989
Naturvernomsråder i Sør-Trøndelag fylke. Statusrapport pr. 1.1.1989.
- 1989 Rapport 3/1989
Modell for utmarksutnytting - Meraker Brug
- 1989 Rapport 4/1989
Registreringer av bjørn, jerv og ulv i Sør-Trøndelag i 1988.
- 1989 Rapport 5/1989
Status for den lokale viltforvaltning i Sør-Trøndelag
- 1989 Rapport 6/1989
Bruk av stålhagl i Sør-Trøndelag 1989
- 1989 Rapport 7/1989 **UTGÅTT**
Landbrukskontrollen 1989
- 1989 Rapport 8/1989
De frivillige organisasjoners rolle i viltforvaltningen i Sør-Trøndelag
- 1990 Rapport 1/1990
Årsrapport VAR-seksjonen 1989
- 1990 Rapport 2/1990 **UTGÅTT**
Mindre lakse- og sjøørretvassdrag i Sør-Trøndelag.

- 1990 Rapport 3/1990
Miljøhensyn i jordbruksområdene
- 1990 Rapport 4/1990
Hyttenes vannforsyning
- 1990 Rapport 5/1990
Registreringer av bjørn, jerv og ulv i Sør-Trøndelag i 1989
- 1990 Rapport 6/1990
En ornitologisk konsekvensanalyse av Rusasetvatnet i Ørland kommune, Sør-Trøndelag, etter nedtappingen
- 1990 Rapport 7/1990
Jerveforvaltningen i Dovre/Rondane-regionen
- 1990 Rapport 8/1990
De frivillige organisasjoner
- Et potensiale i den lokale viltforvaltning?
- 1990 Rapport 9/1990
Arealavrenning fra jordbruksareal
- 1990 Rapport 10/90
Elgmerkingsprosjektet i Selbu og Tydal
- 1990 Rapport 11/90
En analyse av det elvenære landskapet langs Orkla
- 1991 Rapport 1/91 **UTGÅTT**
Dovre/rondane jervregion. Årsrapport frå eit forvaltningssamarbeid mellom fylkesmennene i Sør-Trøndelag, Møre og Romsdal og Oppland.
- 1991 Rapport 2/91 **UTGÅTT**
Bjørn, jerv, ulv og gaupe i Sør-Trøndelag 1990
- 1991 Rapport 3/91
Årsrapport fra landbrukskontrollen 1990.
- 1991 Rapport 4/91 **UTGÅTT**
Strategisk plan 1991 - 1995
Virksomhetsplan 1991
- 1991 Rapport 5/91
Overvåkning av 6 innsjøer/vassdrag i Sør-Trøndelag
- 1991 Rapport 6/91
Spesialavfall i Sør-Trøndelag
- 1991 Rapport 7/91
Store rovdyr i Sør-Trøndelag og jerven i Dovre/Rondane, 1991.
Bestander, konflikter og tiltak.
- 1992 Rapport 1/92 **UTGÅTT**
Natur- og friluftsverdier i Hofstadelvas nedbørfelt.
- 1992 Rapport 2/92
Overvåkning av lakseparasitten Gyrodactylus salaris i Sør-Trøndelag.
- 1992 Rapport 3/92
Utviklingen i elgstammen i Sør-Trøndelag
- 1992 Rapport 4/92
Tilstand og status for vann og vassdrag i Sør-Trøndelag (Rådgivende Biologer)
- 1992 Rapport 5/92
Utkast til verneplan for sjøfugl i Sør-Trøndelag fylke
- 1992 Rapport 6/92
Vurdering av drikkevannskildene i Sør-Trøndelag
- 1993 Rapport 1/93
Avfallsplan for Sør-Trøndelag
- 1993 Rapport 2/93
Handlingsplan for oppgradering av avfallsplasser i Sør-Trøndelag
- 1993 Rapport 3/93
Villrein og inngrep i Knutshø villreinområde
- 1993 Rapport 4/93
Vern av biologisk mangfold
Tema: Myrreservatene
- 1994 Rapport 1/94
Steinsdalselva
Natur-, kultur og friluftslivsverdier