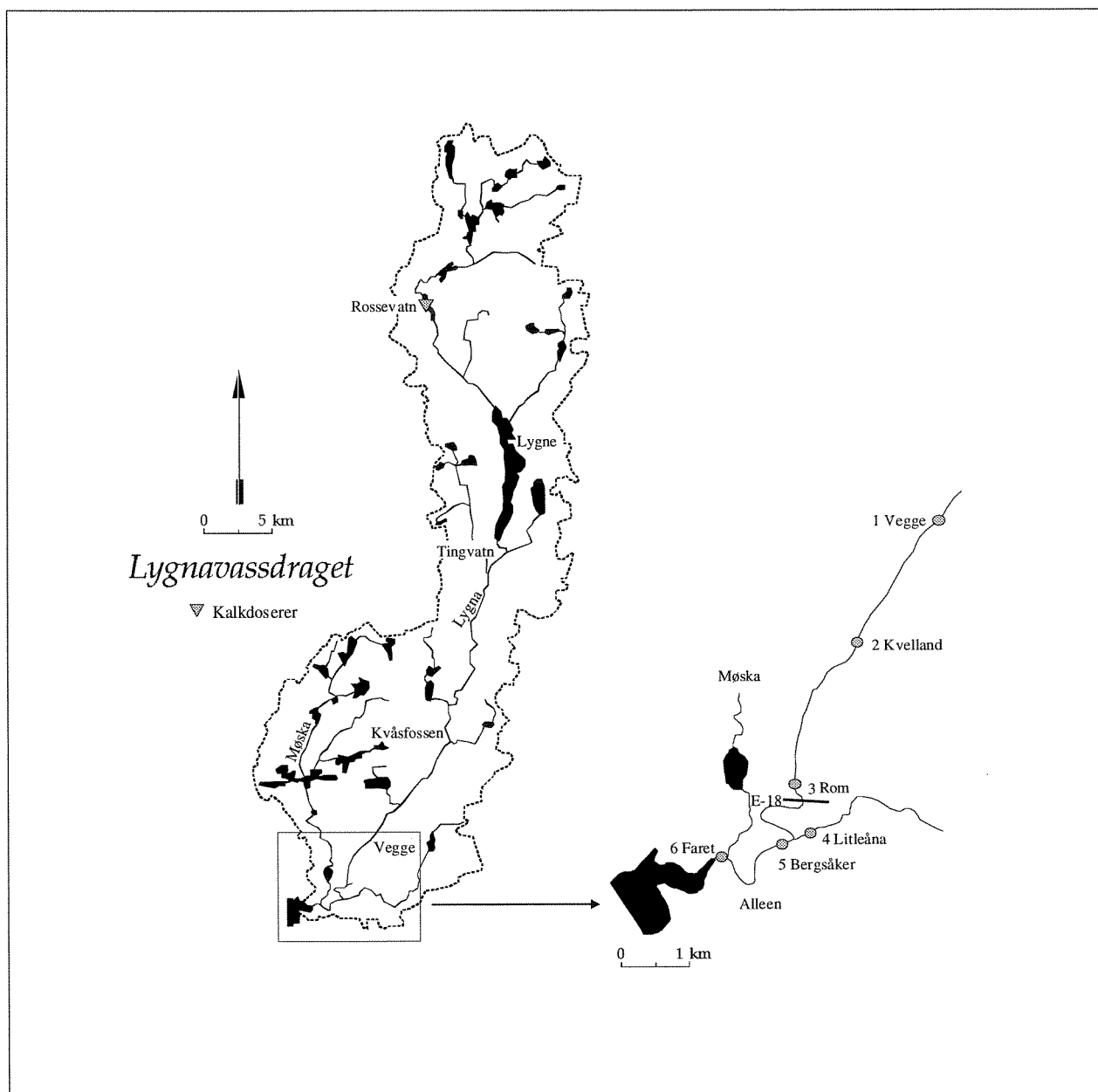


Vannkvalitetsundersøkelse i nedre del av Lygnavassdraget 1996



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00

Sørlandsavdelingen

Televeien 1
4890 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

| | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------|
| Tittel Vannkvalitetsundersøkelse i nedre del av Lygnavassdraget 1996. | Løpenr. (for bestilling) 3718-97 | Dato Oktober 1997 |
| | Prosjektnr. Undernr. O-962254 | Sider Pris 24 kr. 75,- |
| Forfatter(e) Kaste, Øyvind Håvardstun, Jarle | Fagområde Eutrofi ferskvann | Distribusjon |
| | Geografisk område Vest-Agder | Trykket NIVA |

| | |
|---|-------------------|
| Oppdragsgiver(e) Lyngdal kommune, Fylkesmannen i Vest-Agder. | Oppdragsreferanse |
|---|-------------------|

Sammendrag

I forbindelse med utslippstillatelsen for kloakk fra Lyngdal kommune er det foretatt en vannkvalitetsundersøkelse i de nedre delene av Lygnavassdraget høsten 1996. Målet med undersøkelsen har vært å kartlegge miljøtilstanden i elva, samt å dokumentere miljøvirkninger av kommunale utslipp.

Den nedre delen av Lygnavassdraget var lite til moderat påvirket av næringssalter (klasse 1-2 i SFTs vannkvalitetsklassifisering), moderat til markert påvirket av tarmbakterier (klasse 2-3) og moderat påvirket av surhet (klasse 2). Dersom vassdraget ikke hadde vært kalket, ville alle stasjoner ha vært sterkt påvirket av surhet.

En statistisk analyse av data fra utløpet av Lygnavassdraget (Faret) for årene 1981-83, 1986 og 1996 viser ingen signifikant tidsutvikling i konsentrasjonene av total nitrogen, total fosfor og termotabile koliforme bakterier (TKB) på 95% konfidensnivå. Tilførsler av næringssalter og tarmbakterier vil ha størst påvirkning på vannkvaliteten ved lav vannføring om sommeren. Dette faller ofte sammen i tid med badesesongen og vannplantenes mest intensive vekstperiode. For å bedre grunnlaget for prioritering av eventuelle forurensningsbegrensende tiltak i vassdraget er det i rapporten gitt anbefalinger om konkrete oppfølgingstiltak.

| | |
|---|---|
| <p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Vassdrag Vannkvalitet Kommunalt avløpsvann Overvåking | <p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Watercourse Water quality Municipal wastewater Monitoring |
|---|---|

Øyvind Kaste

Øyvind Kaste

Prosjektleder

ISBN 82-577-3286-9

Dag Berge

Dag Berge

Forskningssjef

**Vannkvalitetsundersøkelse i nedre del av
Lygnavassdraget 1996**

Forord

På oppdrag for Fylkesmannen i Vest-Agder og Lyngdal kommune er det foretatt en vannkjemisk undersøkelse av de nedre delene av Lygnavassdraget høsten 1996. Parallelt med vassdragsundersøkelsene er det også foretatt undersøkelser i Lyngdalsfjorden. Resultatene fra sistnevnte undersøkelse er utgitt i en separat rapport.

Kontaktpersoner hos Fylkesmannen i Vest-Agder og Lyngdal kommune har vært hhv. overingeniør Rolf Olav Stene og miljøvernleder Kristian Kleppan. Opplysninger om kommunalt avløp er gitt av Arne Kristensen, Harry Wehus og Kristian Kleppan, Lyngdal kommune. Vannprøvene er samlet inn av Kristian Kleppan. De vannkjemiske analysene er foretatt av Vannlaboratoriet ved Høgskolen i Agder (HiA), mens de bakteriologiske analysene er foretatt av Næringsmiddeltilsynet i Vest-Agder.

Grimstad, oktober 1997

Øyvind Kaste

Innhold

| | |
|---|-----------|
| Sammendrag | 5 |
| Summary | 8 |
| 1. Innledning | 9 |
| 1.1 Bakgrunn og formål | 9 |
| 1.2 Materiale og metoder | 9 |
| 1.3 Områdebeskrivelse | 9 |
| 1.4 Hydrologi | 11 |
| 2. Resultater og diskusjon | 12 |
| 2.1 Næringssalter | 12 |
| 2.2 Tarmbakterier | 15 |
| 2.3 Organisk stoff | 16 |
| 2.4 Surhet | 16 |
| 3. Vurdering av resultatene | 19 |
| 3.1 Klassifisering av vannkvalitetstilstand | 19 |
| 3.2 Sammenligning med tidligere undersøkelser | 19 |
| 3.3 Fosfor- og nitrogentransport | 20 |
| 3.4 Behov for tiltak | 21 |
| 4. Litteratur | 22 |
| Vedlegg A. SFTs klassifiseringssystem | 24 |
| Vedlegg B. Primærdata | 25 |

Sammendrag

I forbindelse med utslippstillatelsen for kloakk fra Lyngdal kommune er det foretatt en vannkjemisk og bakteriologisk undersøkelse i de nedre delene av Lygnavassdraget høsten 1996. Målet med undersøkelsen har vært å kartlegge miljøtilstanden i vassdraget, dokumentere miljøvirkninger av kommunale utslipp og effekten av saneringstiltak som er foretatt for å redusere disse.

Vannkvalitetsundersøkelsene høsten 1996 viser at konsentrasjonene av næringssalter og tarmbakterier øker idet elva passerer Lyngdal sentrum og innløpet av sidevassdraget Litleåna (**Figur 1**). Konsentrasjonene i elva ble imidlertid noe fortynnet (reduisert) igjen etter samløpet med sidevassdraget Møska like før utløpet i sjøen. Totalt sett var den nedre delen av vassdraget lite til moderat påvirket av næringssalter (klasse 1-2 i SFTs vannkvalitetsklassifisering), moderat til markert påvirket av tarmbakterier (klasse 2-3) og moderat påvirket av surhet (klasse 2). Dersom vassdraget ikke hadde vært kalket, ville alle stasjoner ha vært sterkt påvirket av surhet.

En statistisk analyse av data fra utløpet av Lygnavassdraget (Faret) for årene 1981-83, 1986 og 1996 viser ingen signifikant tidsutvikling i konsentrasjonene av total nitrogen, total fosfor og termostabile koliforme bakterier (TKB) på 95% konfidensnivå. Dette betyr enten at vannkvaliteten i elva ikke har endret seg i noen spesiell retning siden 1981, eller at datamaterialet er for lite til å påvise om det har funnet sted en endring.

Det er anslått en fosfor- og nitrogentransport i vassdraget på hhv. 4-8 tonn P/år og 390-590 tonn N/år ved normal vannføring. På grunn av få kjemiske målinger er transporttallene svært usikre, men de gir en indikasjon på næringsstofftransportens størrelsesorden. År til år variasjoner i vannføring vil kunne påvirke transporttallene med \pm 20-40%. Næringsstoffbidraget fra husstander nedstrøms Vegge som ikke er knyttet til kloakkrensaneanlegg er til sammenligning beregnet til anslagsvis 135 kg fosfor og 1900 kg nitrogen årlig. I tillegg til kan lekkasjer på det kommunale avløpsnettets bidra med anslagsvis 50-250 kg fosfor og 400-1500 kg nitrogen årlig (lekkasje-tallene er foreløpig ikke dokumentert med målinger).

I Lygna vil forurensninger vanligvis bli fortynnet i et stort vannvolum. De moderate næringssalt-konsentrasjonene som ble målt i utløpet høsten 1996 betyr derfor ikke nødvendigvis at forurensningstilførslene til vassdraget er lave. En økning av årsmiddelkonsentrasjonen av total fosfor i vassdraget på f.eks. 1 $\mu\text{g/L}$ representerer en tilførsel av ca. 1,1 tonn fosfor årlig. Dette tilsvarer eksempelvis direkte utslipp av kloakk fra 1800 personer i ett år.

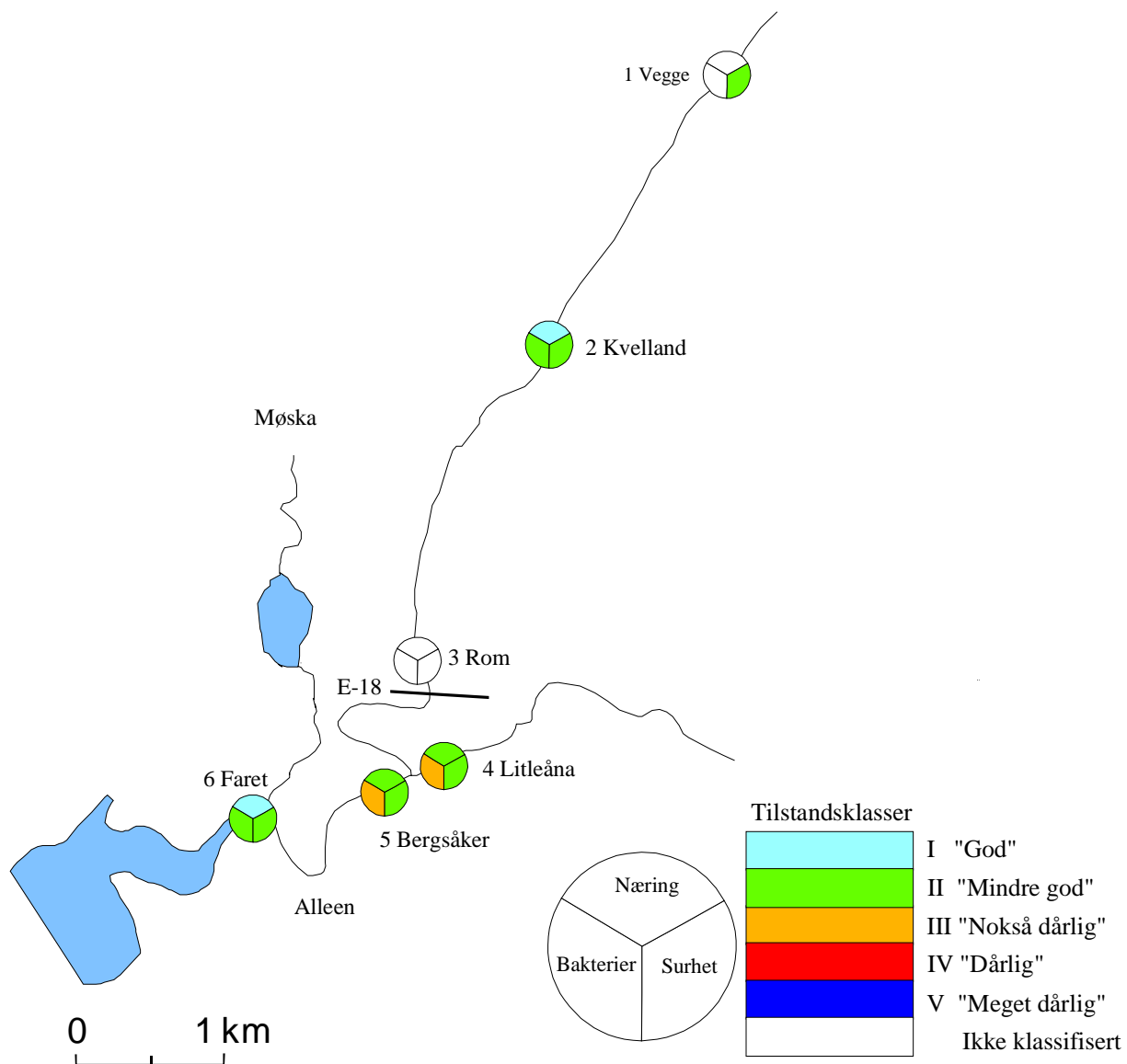
Tilførsler av næringssalter og tarmbakterier vil ha størst påvirkning på vannkvaliteten ved lav vannføring (lite fortynningsvolum) om sommeren. Forhøyede konsentrasjoner av næringssalter på denne tiden av året vil lett kunne føre til framvekst av uønsket begroing og vegetasjon, som bl.a kan være til ulempe for bruk av elva til f.eks. fiske, bading og annen rekreasjon. Forhøyede konsentrasjoner av tarmbakterier vil gjøre vannet mindre egnet til bading.

På basis av de vannkjemiske undersøkelsene som er foretatt i nedre del av Lygnavassdraget i 1996 er det foreslått følgende oppfølgingstiltak:

- Det bør framskaffes dokumentasjon på det kommunale avløpsnettets virkningsgrad.
- Landbrukets næringsstoffbidrag til elva nedstrøms Vegge bør dokumenteres.
- For å få ytterligere dokumentasjon på dagens vannkvalitet og tidsutviklingen fra 1981 anbefales en ny vannkvalitetsundersøkelse i løpet av relativt kort tid (1-2 år). For å dokumentere eventuelle

overgjødslingseffekter, anbefales det også gjennomført en biologisk undersøkelse.

- Det anbefales en gjennomgang av aktuelle tiltak for å redusere næringssalttilførslene til Lygnavassdraget. Dette kan være: (i) tiltak rettet mot avløp fra spredt bebyggelse (bedring av utslippsløsninger / tilkøpling til renseanlegg), (ii) tiltak mot arealavrenning i landbruket (reduert høstpløying, etablering av kantsoner langs bekker, gjødselplanlegging), og (iii) tiltak rettet mot punktkilder i landbruket (silo, gjødsellager, melkerom).



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

Summary

Title: Water quality surveillance in the Lygna watercourse 1996.
Year: 1997
Author: Kaste, Ø. and J. Håvardstun
Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3286-9

An investigation of the water chemistry and the concentrations of coliform bacteria was performed in the Lygna watercourse, Vest-Agder county during 1996. The purpose of the investigation has been to characterise the water quality at different sites within the watercourse, and to evaluate the present contribution of nutrients from sewage effluents.

The investigated sites were moderately affected by acidity due to liming, little to moderately affected by nutrients, and moderately to strongly affected by coliform bacteria. A statistical analysis of data from the river outlet shows no significant trends in the concentrations of total nitrogen, total phosphorus and coliform bacteria during the period 1981-1996 (95% confidence level).

Inputs of nutrients and coliform bacteria will be most critical for water quality in periods of low flow during summertime. This coincides with the bathing season and the most intensive period of periphyton and macrovegetation growth. To supplement the documentation in this report we have recommended additional investigations and inspections according to the following points:

- Documentation of nutrient loss from the sewer system
- Documentation of nutrient inputs from agriculture
- A new water quality surveillance within 1-2 years (also including biological parameters)
- An examination of possible abatement measures to reduce nutrient inputs to the river system.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

Lygnavassdraget er godt undersøkt tidligere i forbindelse med SFTs overvåkingsprogram for sur nedbør (Skjelkvåle 1996) og DN's overvåking i forbindelse med kalkingsvirksomheten i vassdraget (Kaste og Larsen 1997). Disse undersøkelsene har i hovedsak vært rettet mot de øvre delene av vassdraget, oppstrøms Vegge. Vannkvaliteten i de nedre delene av vassdraget er undersøkt i 1981-1983 (Lindstrøm og Tjomsland 1982, Brettum og Lindstrøm 1983), samt i 1986 (Lande 1987). Disse undersøkelsene viste forholdsvis lave fosfor-verdier, men relativt høye konsentrasjoner av nitrogen og tarmbakterier i elva.

I forbindelse med utslippstillatelsen for kloakk fra Lyngdalssetta og utslipp til Rosfjorden er Lyngdal kommune pålagt av Fylkesmannen i Vest-Agder å gjennomføre et undersøkelsesprogram for de nedre delene av Lygnavassdraget og Lyngdalsfjorden. Målet med ferskvannsundersøkelsen har vært å kartlegge miljøtilstanden i vassdraget, dokumentere miljøvirkninger av kommunale utslipp og effekten av saneringstiltak som er foretatt for å redusere disse. Hovedvekt er lagt på tilførsler av næringssalter og bakterier, men det er også tatt med en vurdering av vassdragets surhet. De vannkjemiske dataene er benyttet til å foreta en grov beregning av tilførslene av fosfor og nitrogen i vassdraget.

1.2 Materiale og metoder

Det er lagt vekt på å analysere parametere som kan dokumentere virkninger av næringssalter, tarmbakterier, organisk stoff og surhet i henhold til SFTs klassifiseringssystem for vannkvalitet (Holtan og Rosland 1992). Følgende parametre er analysert: pH, konduktivitet, tot-P, fosfat, tot-N, nitrat, ammonium, kalium, TOC og termostabile koliforme bakterier (TKB). De vannkjemiske analysene er foretatt ved Vannlaboratoriet ved Høgskolen i Agder (HiA), mens de bakteriologiske analysene er foretatt ved Næringsmiddeltilsynet i Vest-Agder. Prøvene er tatt månedlig i tidsrommet 14/8-10/12-96 av Lyngdal kommune ved miljøvernleder Kristian Kleppan. Stasjoner er vist i **Tabell 1** og **Figur 2**.

Tabell 1. Prøvetakingsstasjoner. Resultatene fra stasjon 1 er hentet fra SFTs overvåkingsprogram (Skjelkvåle 1996).

| St.nr. | Navn: | UTM | Kartblad | Ant. prøver |
|--------|-----------|---------|----------|-------------|
| 1 | Vegge | 907-543 | 1411 III | 5 |
| 2 | Kvelland | 883-511 | 1411 III | 5 |
| 3 | Rom | 877-481 | 1411 III | 1 |
| 4 | Litleåna | 877-472 | 1411 III | 5 |
| 5 | Bergsaker | 872-471 | 1411 III | 5 |
| 6 | Faret | 857-468 | 1411 III | 5 |

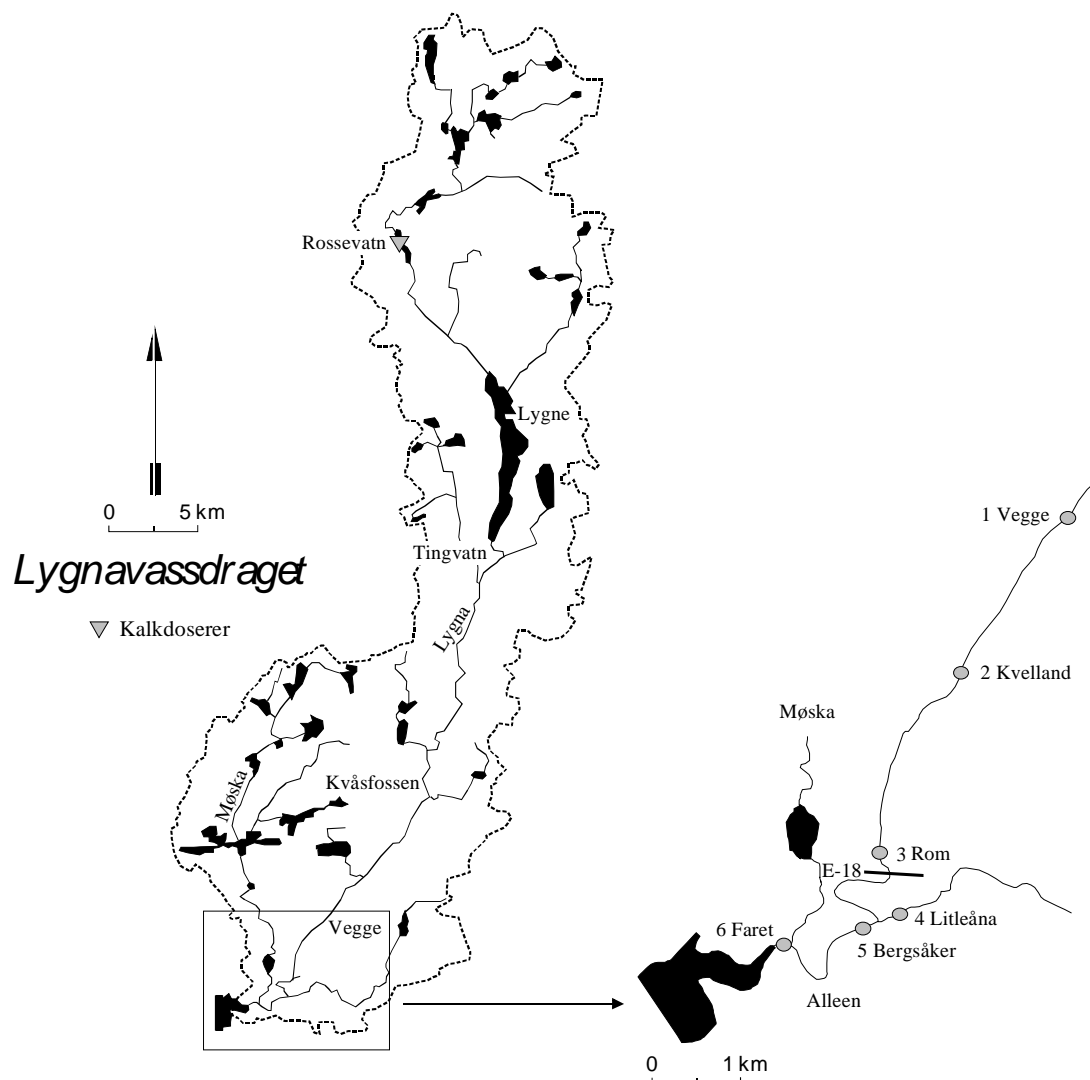
1.3 Områdebeskrivelse

Lygnavassdraget (664 km²) har sitt utspring i heiområdene sør for Knaben gruver i Vest-Agder og renner sørover og ut i Lyngdalsfjorden mellom Lindesnes og Lista (**Figur 2**). Vassdraget ligger hovedsakelig innenfor kommunene Hægebostad og Lyngdal. Spesifikk avrenning i området er 53 l/s/km² (NVE 1996), og middelvannføringen i utløpet ved Lyngdalsfjorden er dermed ca. 35 m³/s.

Lygnavassdraget er varig vernet mot kraftutbygging og er dermed et av de få større vassdrag i landsdelen som ikke er regulert.

Lygnavassdraget er sterkt påvirket av forurening, noe som har medført at den naturlige laksestammen er utdødd (Vikøyr et al. 1989). For å motvirke effektene av forureningen ble det i 1991 igangsatt storskala kalking av vassdraget (Kaste og Larsen 1997). Ellers påvirkes vannkvaliteten i vassdraget hovedsakelig av bebyggelse og landbruk. De største landbruksområdene finnes rundt Eiken, i Hægebostad, Kvås og Lyngdal. Bebyggelsen er hovedsakelig samlet langs hovedelva, med Lyngdal sentrum som den største befolkningssentrasjonen.

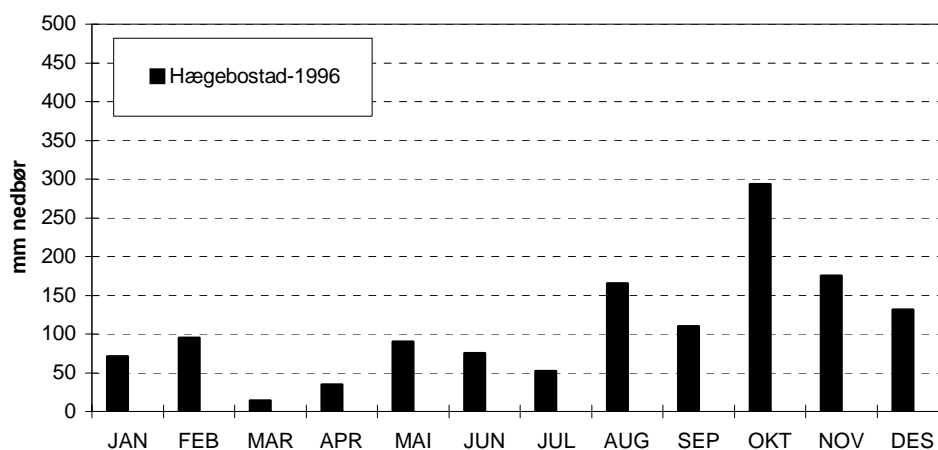
På strekningen fra Vegge til utløpet i Lyngdalsfjorden er det 1630 husstander. Pr. i dag er 1390 av disse tilknyttet kommunalt avløpsnett, som føres til et silanlegg med utløp til Rosfjorden (sørøst for Lyngdalsfjorden). Dette silanlegget har vært i drift siden 1987. 205 av husstandene som ikke er tilknyttet det kommunale avløpsnettet ligger på Lyngdalsletta, hovedsakelig nedstrøms stasjon 3 Rom. Blant de ikke-tilknyttede husstandene har 65% infiltrasjon og 35% utslipp via slamavskiller. Det kommunale kloaknettet er stadig forbedret de siste 15 årene, noe som har ført til mindre lekkasjer. Tilknytningsgraden er også økt i samme periode. Utslipp fra overløp skjer i dag kun ved ekstrem nedbør.



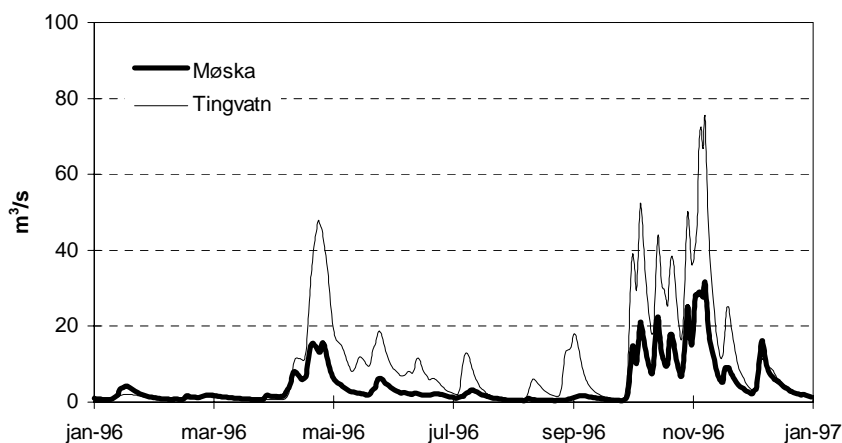
Figur 2. Vassdraget med nedbørfelt og prøvetakingsstasjoner.

1.4 Hydrologi

Figur 3 viser månedsnedbør ved den meteorologiske stasjonen i Hægebostad i 1996. Tilsammen falt det 1306 mm nedbør ved denne stasjonen i dette året. Det foreligger ikke opplysninger om normalnedbør på denne stasjonen, men ved meteorologiske stasjoner i nærheten (Risnes i Kvinesdal og Bjelland i Mandalen) lå nedbørmengdene i 1996 på hhv. 69-74% av normalen. **Figur 4** viser vannføring ved de hydrologiske stasjonene Tingvatn og Møska i 1996. Dersom en antar at tilsiget i Møska er representativt for hele nedbørfeltet nedstrøms Tingvatn, kan den totale vannføringen i elva estimeres på de ulike prøvetakingsdatoene; 7 m³/s den 14. august, 9 m³/s den 9. september, 91 m³/s den 7. oktober, 53 m³/s den 12. november og 34 m³/s den 10. desember.



Figur 3. Månedlig nedbør i 1996 ved meteorologisk stasjon Hægebostad (DNMI 1997).



Figur 4. Vannføring (døgnverdier) i 1996 ved stasjonene Tingvatn (utløp Lygne) og sidevassdraget Møska (utløp Lyngdal sentrum) (NVE 1997).

2. Resultater og diskusjon

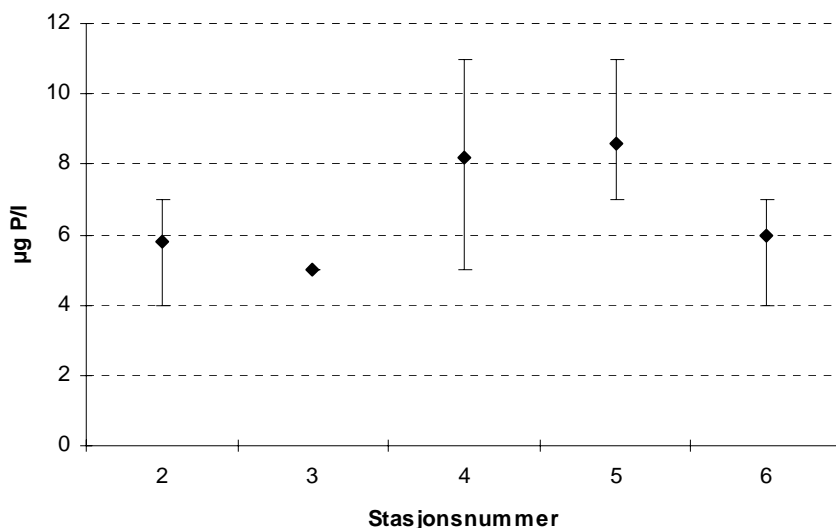
2.1 Næringsalter

Fosfor

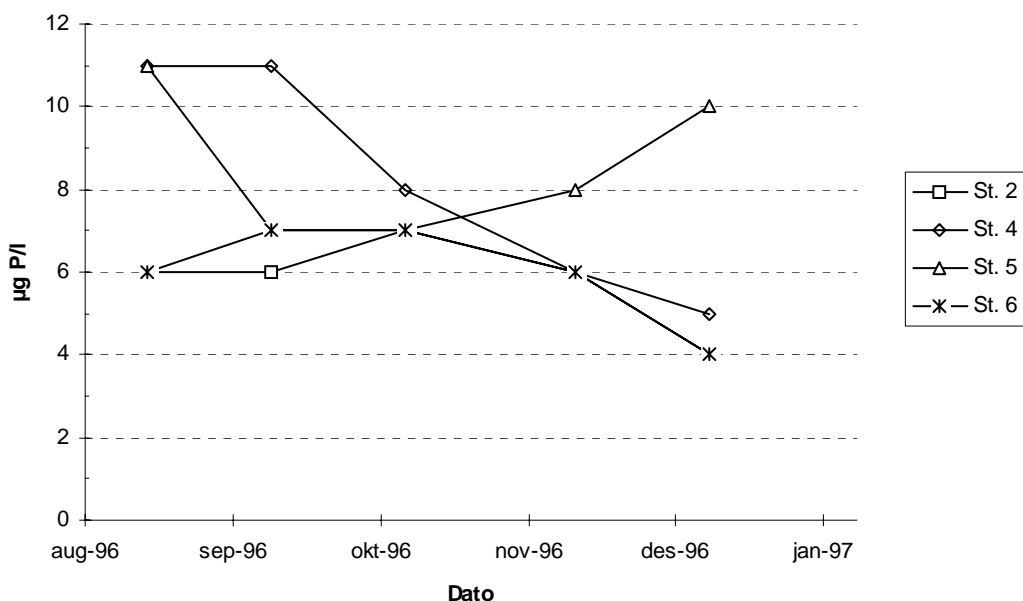
Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner av fosfor i avrenning fra utmarksområder på Sørlandet ligger på ca. 3-5 $\mu\text{g P/L}$, mens en i områder under marin grense må påregne noe høyere verdier, omkring 8-12 $\mu\text{g/L}$ omregnet fra Østlandsforhold (Bratli et al. 1997). Naturlige bakgrunnskonsentrasjoner i avrenning fra områder under marin grense er imidlertid vanskelig å fastslå, i og med at det meste av disse arealene er dyrket opp.

Middelkonsentrasjonene av total fosfor varierte fra 5 til 9 $\mu\text{g P/L}$ på de ulike stasjonene i elva (**Figur 5**). De høyeste verdiene ble funnet på stasjon 4 Litleåna og stasjon 5 Bergsaker, noe som sannsynligvis skyldes en kombinasjon av kloakktilslig fra utlignyttede boliger, tap fra avløpsnett og forurensning fra landbruket i området. Avtaket i fosforkonsentrasjonen mellom stasjon 5 Bergsaker og den nederste stasjonen, 6 Faret, skyldes fortynning med næringsfattig vann fra det relativt store og lite påvirkede sidevassdraget Møska. Fosforkonsentrasjonen varierte mest på de to mest påvirkede stasjonene (4 og 5), spesielt på stasjon 4 Litleåna, som har relativt liten resipientkapasitet (lite fortynningsvolum) i forhold til hovedelva (**Figur 6**). De høyeste fosforverdiene ble målt i august måned, under lav vannføring.

Fosfor som uorganisk, løst fosfat i vann tas vanligvis svært raskt opp biologisk. Dette skyldes at det er underskudd på fosfor i de fleste innsjøer og elver i Norge. I uforurensede systemer er det derfor svært lave, eller ikke målbare konsentrasjoner av løst fosfat. Laveste målbare konsentrasjon (deteksjonsgrensen) av løst fosfat i standardanalyser er 2 $\mu\text{g P/L}$. Dersom det måles konsentrasjoner av løst fosfat som er vesentlig høyere enn dette, er det en indikasjon på at systemet tilføres mer fosfor enn det som kan omsettes biologisk. Det ble gjennomgående målt lave fosfatkonsentrasjoner i løpet av undersøkelsen (vedlegg B). De høyeste verdiene (2-4 $\mu\text{g/L}$) ble målt i Litleåna og ved Bergsaker, som også hadde de høyeste konsentrasjonene av total fosfor.



Figur 5. Konsentrasjon av total fosfor på ulike stasjoner i vassdraget. Middelerverdier, samt høyeste og laveste verdi i løpet av undersøkelsen. Se figur 2 for stasjonsnavn.



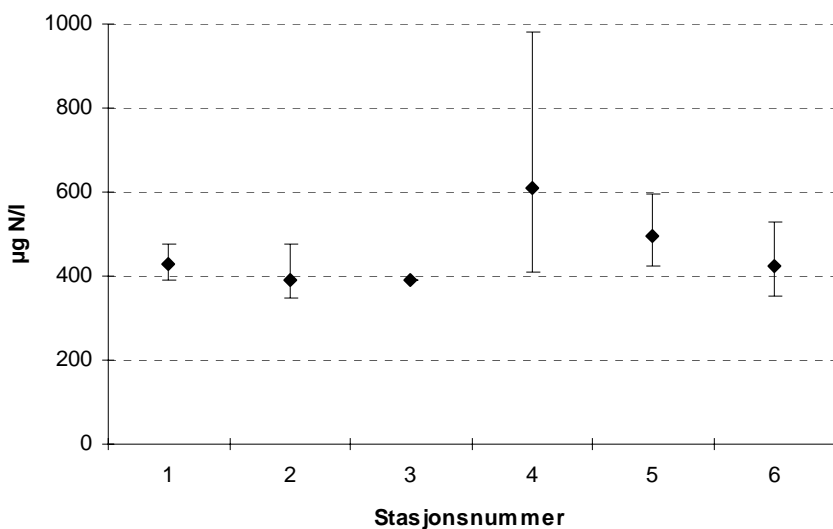
Figur 6. Sesongvariasjoner i konsentrasjon av total fosfor på de ulike stasjonene.

Nitrogen

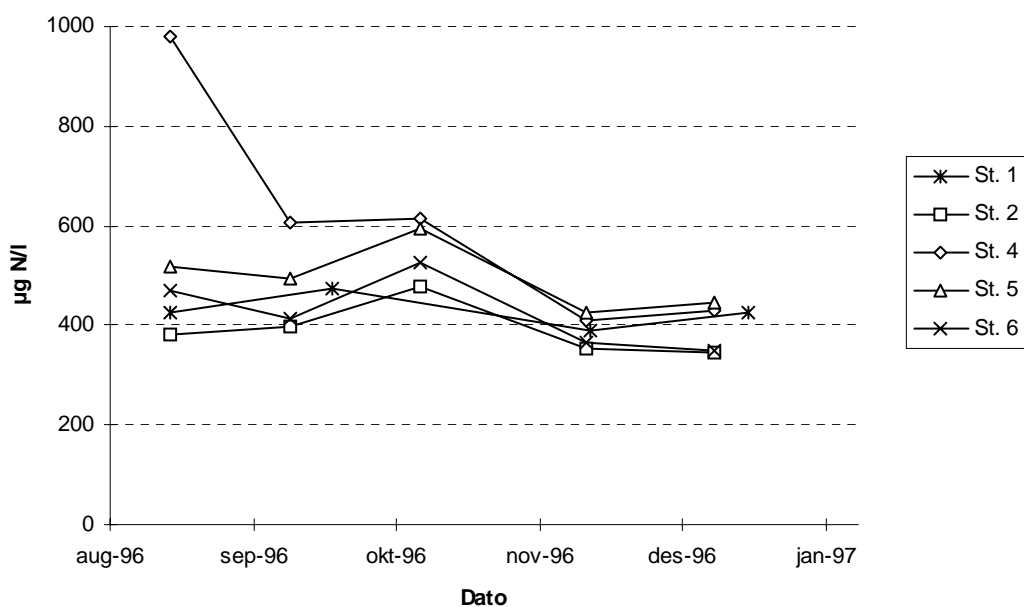
Bakgrunnskonsentrasjoner av total nitrogen i bekker kan ligge opp mot 300-500 µg/L i utmarksområder på Sørlandet (Bratli et. al. 1997). En stor del av dette nitrogenet stammer fra langtransportert forurenset luft og nedbør (Skjelkvåle 1996, Kaste et al. 1997). Nitrogenedfallet er høyest i de sørlige og sørvestlige delene av landet, og det er også her en finner de høyeste bakgrunnskonsentrasjonene av nitrogen i bekker.

Middelkonsentrasjonene av total nitrogen lå omkring 400 µg N/L oppstrøms Lyngdal sentrum, men økte til omkring 500 µg N/L nedstrøms innløpet av Litleåna (**Figur 7**). På samme måte som for fosforkonsentrasjonen, avtok nitrogenkonsentrasjonen i elva igjen etter innløpet av Møska. Dette skyldes at dette sidevassdraget, som er lite påvirket av lokale forurensningskilder, sannsynligvis har lavere nitrogenkonsentrasjon enn hovedelva og dermed bidrar til en fortynningseffekt. Sidevassdraget Litleåna hadde både den høyeste middelkonsentrasjonen av nitrogen og den største variasjonen (**Figur 8**). Den høyeste nitrogenkonsentrasjonen, nær 1000 µg N/L ble målt ved lav vannføring i august.

Høye konsentrasjoner av nitrogenfraksjonen ammonium i overflatevann er en indikator på forurensning fra lokale kilder som f.eks. kommunal kloakk eller landbruk. I uforurenset bekkevann er ammoniumkonsentrasjonene vanligvis lave, < 50 µg N/L. De eneste stasjonene som hadde ammoniumkonsentrasjoner over 50 µg N/L, var stasjon 4 Litleåna og stasjon 5 Bergsaker (vedlegg B). De høyeste konsentrasjonene, 125- 140 µg N/L, ble målt i Litleåna i august- og septemberprøvene.



Figur 7. Konsentrasjon av total nitrogen på ulike stasjoner i vassdraget. Middelverdier, samt høyeste og laveste verdi i løpet av undersøkelsen. Se figur 2 for stasjonsnavn.



Figur 8. Sesongvariasjoner i konsentrasjon av total nitrogen på de ulike stasjonene.

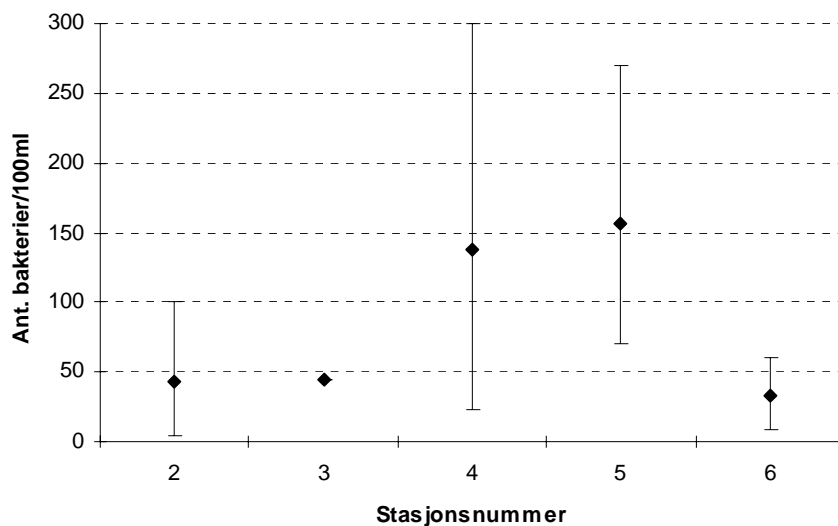
Kalium

Kalium kan være en indikator på landbruksforurensning ved at naturgjødning, og i de fleste tilfeller kunstgjødning, inneholder dette plantenæringsstoffet. Kaliumkonsentrasjonene i naturlig bekkevann på Sørlandet er oftest under 1 mg/L (Skjelkvåle 1996), men en må regne med noe forhøyede konsentrasjoner i områder som ligger under marin grense. Det ble ikke målt kaliumkonsentrasjoner på over 1 mg/L på noen av stasjonene i løpet av undersøkelsen (vedlegg B). Prøvene antyder derfor at landbruksforurensning ikke har stor innvirkning på vannkvaliteten på den aktuelle strekningen.

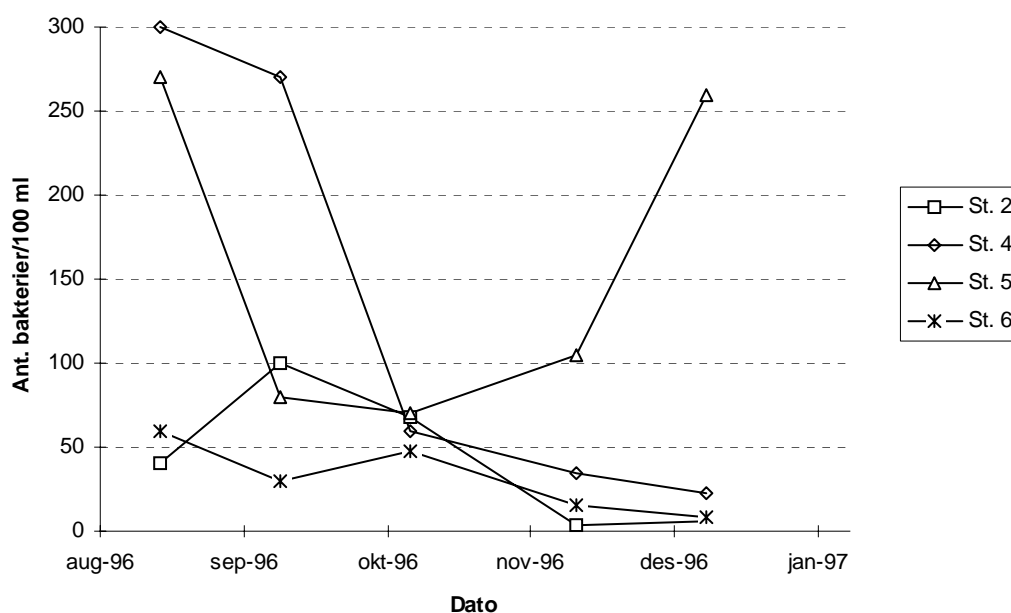
2.2 Tarmbakterier

Forekomst av termotabile koliforme bakterier (TKB) i vann er tegn på fersk fekal forurensning, enten fra mennesker eller dyr. I følge Folkehelsas krav må det ikke påvises TKB i noen prøver dersom vannet skal oppnå betegnelsen "god drikkevannskvalitet" (SIFF 1987). Folkehelsas kvalitetskrav til godt badevann er <100 TKB/100 ml som geometrisk middeltall for minst 5 prøver tatt i en 30 dagers periode (Statens helsetilsyn 1994). Grenseverdien kan bare overskrides med inntil 100% for høyst 10% av enkeltresultatene (SIFF 1976). Det må her tillegges at undersøkelsesprogrammet som er gjennomført høsten 1996 ikke oppfyller Folkehelsas krav til prøvetakingshyppighet, i og med at det kun er tatt månedlige prøver.

Det ble påvist TKB ved alle stasjoner på alle prøvetakingsrundene høsten 1996 (**Figur 9**). Elvevannet tilfredsstillter derfor ikke Folkehelsas krav til drikkevann uten desinfeksjon. På stasjonene oppstrøms og nedstrøms Lyngdal sentrum (hhv. 2 Kvelland og 6 Faret) ble det ikke målt over 100 TKB/100 ml i noen av prøvene. Dette betyr at alle målingene på disse stasjonene lå innenfor Folkehelsas krav til "godt badevann." Stasjonene 4 Litleåna og 5 Bergsaker var mest påvirket av tarmbakterier, med omkring 150 TKB/100 ml i gjennomsnitt for 5 prøver. Det ble registrert over 200 TKB / 100 ml i enkeltprøver fra begge lokalitetene, noe som medfører at de ikke tilfredsstillter Folkehelsas krav til godt badevann (ingen prøver skal overskride kravet på < 100 TBK/100 ml med over 100 %). De relativt høye bakteriekonsentrasjonene som ble målt i Litleåna og ved Bergsaker ved lave vannføringer høsten 1996 (**Figur 10**), indikerer at lokalitetene er påvirket av husholdningskloakk. Dette kan enten være fra husstander som ikke er tilknyttet det kommunale avløpsnett, eller skyldes lekkasjer på avløpsledninger.



Figur 9. Forekomst av tarmbakterier på ulike stasjoner i vassdraget. Middelerverdier, samt høyeste og laveste verdi i løpet av undersøkelsen. Se figur 2 for stasjonsnavn.



Figur 10. Sesongvariasjoner i forekomst av tarmbakterier på de ulike stasjonene.

2.3 Organisk stoff

Organisk stoff er i denne undersøkelsen målt som totalt organisk karbon (TOC). TOC-konsentrasjoner i overflatevann varierer vanligvis i området 1-15 mg/L i Norge, avhengig av humustilførsler (Berglund et al. 1984). Humus er tungt nedbrytbare organiske forbindelser som bl.a. gir den karakteristiske brune fargen på avrenningsvann fra myrområder. På grunn av de store variasjonene en ofte finner av organisk stoff i naturlig uforurenset vann, er disse parametrene forholdsvis lite egnet som indikatorer på lokal forurensning - med mindre en kjenner de naturlige bakgrunnskonsentrasjonene i området svært godt. Vannets innhold av organisk stoff kan imidlertid ha stor innvirkning på andre vannkvalitetsparametre (bl.a. næringsstoffenes tilstandsform), og data for TOC eller tilsvarende er derfor viktige ved tolkningen av disse.

Middelkonsentrasjonene av TOC var lave på de undersøkte stasjonene, 2,0 - 3,7 mg/L (vedlegg B). Den høyeste TOC-konsentrasjonen (4,2 mg/L) ble målt på den øverste stasjonen, 1 Vegge. Basert på de prøvene som er analysert, kan elvevannet karakteriseres som lite humuspåvirket. På stasjonene Litleåna og Bergsaker, som hadde de høyeste fosfor- og bakteriekonsentrasjonene, kan sannsynligvis også TOC-konsentrasjonene være noe påvirket av lokale forurensningstilførsler.

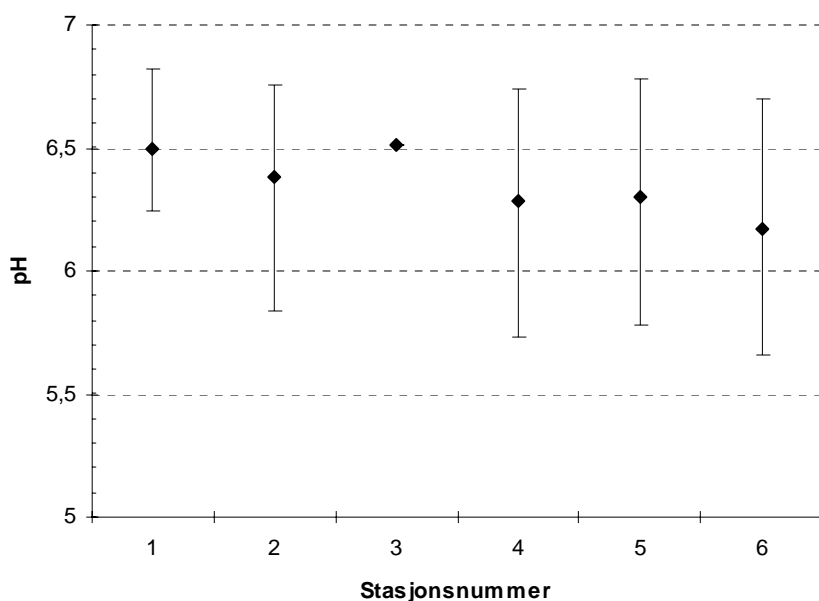
2.4 Surhet

Svovel og nitrogen fra langtransportert forurenset luft og nedbør har ført til forsuring av mange vassdrag i Sør-Norge. Problemet er spesielt stort på Sørlandet og deler av Vestlandet hvor tilførslene av atmosfærisk svovel og nitrogen er store, samtidig som hard og kalkfattig berggrunn gir liten avsyringskapasitet (bufferevne). Surt vann (pH under 5,5) og høye aluminiumskonsentrasjoner har medført fisketomme vann. Som et resultat av internasjonale forhandlinger er svovelinholdet i nedbøren nå i ferd med å avta, og det er allerede registrert en svak pH-økning i vassdragene (Skjelkvåle 1996).

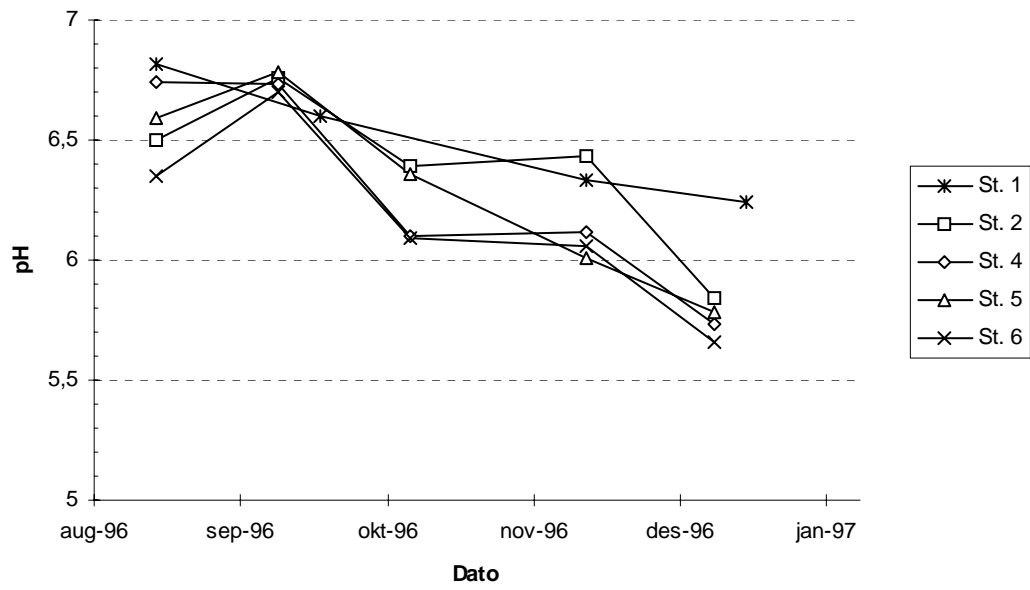
Kalkingen av Lygnavassdraget har medført at pH-verdiene i hovedelva har økt fra et nivå i underkant av 5,0 til verdier i overkant av 5,5. Samtidig er konsentrasjonene av giftig aluminium redusert, slik at fisken i elva får bedre levevilkår. På grunn av at kalkingsanlegget står svært høyt oppe i vassdraget, er det imidlertid registrert sure episoder under flom, noe som kan skade fisken i den nedre delen av elva (Kaste og Larsen 1997).

I de månedlige prøvene som ble tatt høsten 1996 (**Figur 11**), lå pH-verdiene i elva gjennomgående mellom 5,7 og 6,8. Dette er et pH-område hvor en regner at sjøaure kan leve og reprodusere uten problemer. For å avgifte aluminium og dermed sikre overlevelse og reproduksjon hos laks, bør pH-verdiene i elva på denne tiden av året ligge i overkant av 6,2 (Kroglund et al. 1994, Staurnes et al. 1995). En må her legge til at manuell prøvetaking én gang pr. måned ikke er tilstrekkelig til å kartlegge forurensingssituasjonen i en elv, hvor vannkvaliteten kan endre seg svært raskt (Kaste og Larsen 1997).

pH-verdiene i elva viste en avtakende tendens utover høsten 1996 (**Figur 12**). Dette skyldes trolig økt syretilførsel i form av nedbør og større avrenning fra de mest forurede delene av vassdraget. Innløp av surt vann fra sidevassdraget Møska er årsak til at pH-verdiene ved Faret generelt er lavere enn ved stasjonene like oppstrøms.



Figur 11. pH på ulike stasjoner i vassdraget. Middelværdisymboler, samt høyeste og laveste verdi i løpet av undersøkelsen. Se figur 2 for stasjonsnavn.



Figur 12. Sesongvariasjoner i pH på de ulike stasjonene.

3. Vurdering av resultatene

3.1 Klassifisering av vannkvalitetstilstand

De undersøkte lokalitetene er klassifisert i henhold til SFTs vurderingssystem for vannkvalitet i ferskvann (**Tabell 2**). På grunn av at det er samlet inn relativt få prøver fra hver lokalitet, og at vannkvalitetsvariasjonene vil være relativt store i elver og bekker, er klassifiseringsgrunnlaget forholdsvis usikkert. Usikkerheten vil generelt øke med graden av forurensning (Faafeng og Fjeld 1996). Klassifiseringssystemet er nærmere forklart i vedlegg A.

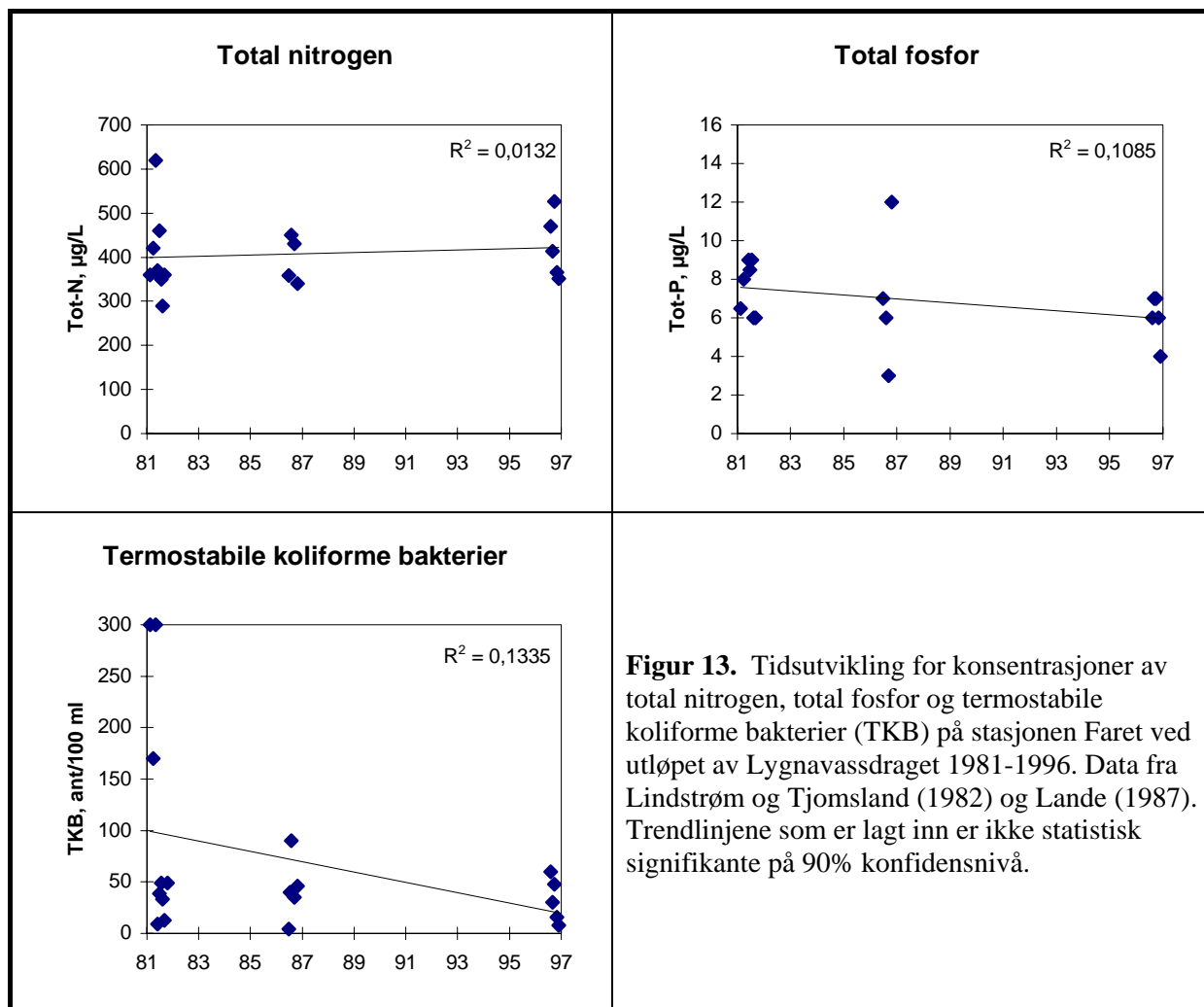
Stasjonene 2 Kvelland og 6 Faret var lite påvirket av næringssalter og moderat påvirket av tarmbakterier (hhv. klasse 1. "god vannkvalitet" og klasse 2. "mindre god vannkvalitet"). Stasjonene 4 Litleåna og 5 Bergsaker var moderat påvirket av næringssalter og markert påvirket av tarmbakterier (hhv. klasse 2. "mindre god vannkvalitet" og klasse 3. "nokså dårlig vannkvalitet"). Alle de undersøkte stasjonene var moderat påvirket av surhet (klasse 2. "mindre god vannkvalitet"). Dersom vassdraget ikke hadde vært kalket, ville alle stasjoner ha vært sterkt påvirket av surhet.

Tabell 2. Samlet vurdering av vassdragets vannkvalitetstilstand. Klasse 1 er best, 5 er dårligst (se vedlegg A). St. 3 Rom har for få prøver til at klassifisering kan foretas.

| St. Nr. | Lokalitet | Næringssalter | Tarmbakterier | Surhet |
|---------|-----------|---------------|---------------|--------|
| 1 | Vegge | | | 2 |
| 2 | Kvelland | 1 | 2 | 2 |
| 3 | Rom | | | |
| 4 | Litleåna | 2 | 3 | 2 |
| 5 | Bergsaker | 2 | 3 | 2 |
| 6 | Faret | 1 | 2 | 2 |

3.2 Sammenligning med tidligere undersøkelser

Lygnavassdraget oppstrøms Vegge er godt undersøkt, spesielt mht. forsurening og kalking (Skjelkvåle 1996, Kaste og Larsen 1997). De nedre delene av hovedelva, rundt Lyngdal sentrum ble undersøkt i årene 1981-83 og 1986 (Lindstrøm og Tjomslund 1982, Lande 1987). I disse undersøkelsene ble det bl.a. tatt prøver ved Rom, Litleåna, Bergsaker og Faret, men det er kun ved stasjonene Rom og Faret det er samlet tilstrekkelig mange prøver til at en kan foreta statistiske analyser av tidsutvikling. I **Figur 13** er det framstilt tidsutvikling for konsentrasjoner av total nitrogen, total fosfor og termostabile koliforme bakterier (TKB) ved Faret, som har den beste tidsserien for perioden 1981-1996. En statistisk analyse av det foreliggende materialet (både analyse av tidstrend jfr. **Figur 13** og sammenligning av datasett fra de enkelte år) viser at det ikke har vært noen signifikant endring på (95% konfidensnivå) i konsentrasjonene av de undersøkte parameterne i den aktuelle perioden. Dette betyr enten at vannkvaliteten ikke har endret seg i noen spesiell retning siden 1981, eller at datamaterialet er for lite til å påvise om det har funnet sted en endring.



3.3 Fosfor- og nitrogentransport

Presise beregninger av stofftransport i elver krever hyppig vannkjemisk prøvetaking og helst kontinuerlig vannføringsmåling. Det foreligger forholdsvis gode vannføringsdata fra vassdraget, i og med at det finnes to vannføringsstasjoner plassert hhv. ved Tingvatn (utløp Lygna) og ved utløpet av Møska. Ut fra tidligere beregninger Norges vassdrags- og energiverk (NVE) har foretatt, er den midlere årsvannføringen i utløpet av Lyngdalsvassdraget $35,1 \text{ m}^3/\text{s}$ eller $1106 \text{ mill.m}^3/\text{år}$ (NVE 1996).

De vannkjemiske dataene som er samlet inn i løpet av denne undersøkelsen (5 prøver) er for lite til å gjennomføre pålitelige beregninger av stofftransport, selv i et større vassdrag som Lygna. Fosfor- og nitrogenkonsentrasjonen ved utløpet til Lyngdalsfjorden varierte mellom $4\text{-}7 \text{ µg P/L}$ og $350\text{-}530 \text{ µg N/L}$ i løpet av undersøkelsen. Dersom en antar at de respektive årsmiddelkonsentrasjonene ligger innenfor disse intervallene, tilsvarer dette transportverdier på $4\text{-}8 \text{ tonn fosfor/år}$ og $390\text{-}590 \text{ tonn nitrogen/år}$ ved normal vannføring. Dette er i samme størrelsesområde som tidligere publiserte tall for 1995 (Tabell 3). Som nevnt ovenfor er disse transporttallene svært usikre, men de gir en indikasjon på næringsstofftransportens størrelsesorden. I tillegg til variasjoner i fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene i vassdraget, vil år til år variasjoner i vannføring kunne påvirke transporttallene med $\pm 20\text{-}40\%$.

Tabell 3. Teoretiske og beregnede transporttall for fosfor og nitrogen i Lygna 1995, basert på TEOTIL-modellen som inneholder data fra Statistisk sentralbyrå (Bratli og Tjomsland 1996) og målinger foretatt i forbindelse med rapportering av elvetilførsler til Pariskommisjonen, PARCOM (Holtan et al. 1996).

| | Fosfor, tonn/år | Nitrogen, tonn/år |
|---|-----------------|-------------------|
| TEOTIL modellen (Bratli og Tjomsland 1996) | 6,6 | 275 |
| - Arealavrenning, landbruk | 1,4 | 26 |
| - Punktkilder, landbruk | 0,1 | 1 |
| - Spredt bebyggelse | 0,3 | 6 |
| - Tett bebyggelse | 0,1 | 2 |
| - Industri | 0,8 | 1 |
| PARCOM-prosjektet (Holtan et al. 1997) | 4,2 | 415 |

I Lygna vil forurensninger vanligvis bli fortynnet i et stort vannvolum. De moderate næringsstoffkonsentrasjonene som ble målt i utløpet høsten 1996 (middel: 6 µg P/L) betyr derfor ikke nødvendigvis at forurensningstilførslene til vassdraget er lave. Naturlig bakgrunnsavrenning av fosfor fra utmarksområder på Sørlandet er antatt å ligge på ca. 3-5 µg P/L (Bratli et al. 1997). I Lygna som har relativt lite organisk stoff (~2 mg TOC/L) er det rimelig å anta at naturlig bakgrunnskonsentrasjon ligger omkring 4 µg P/L. En økning av middelkonsentrasjonen av total fosfor i vassdraget på f.eks. 1 µg/L representerer en tilførsel av ca. 1,1 tonn fosfor på årsbasis. Dette tilsvarer eksempelvis direkte utslipp av kloakk fra 1800 personer (Bratli et al. 1997).

I et tynt befolket vassdrag som Lygna vil mye av næringsstofftransporten stamme fra naturlige, ikke-menneskeskapt kilder. Dette gjelder spesielt transporten av nitrogen. Av de 240 husstandene nedstrøms Vegge som ikke er knyttet til kommunalt avløpsnett har 65% infiltrasjon mens resten har utslipp via slamavskiller. Basert på koeffisienter foreslått at Bratli et al. (1997) kan næringsstoffbidraget fra disse husstandene beregnes til anslagsvis 135 kg fosfor og 1900 kg nitrogen årlig. I tillegg til dette vil sannsynligvis lekkasjer på det kommunale avløpsnettet medføre ytterligere næringsstoffbidrag. Dette er foreløpig ikke kvantifisert i kommunen, men i følge Bratli et al. (1997) kan en normalt regne med et tap på 7-25% på normale norske ledningsnett med varierende tilstand. Dersom dette overføres til Lygnavassdraget, vil tap fra ledningsnettet nedstrøms Vegge kunne bidra med anslagsvis 50-250 kg fosfor og 400-1500 kg nitrogen.

3.4 Behov for tiltak

Vannkvalitetsundersøkelsene høsten 1996 viser at konsentrasjonene av næringsstoffer og tarmbakterier øker idet elva passerer Lyngdal sentrum og innløpet av sidevassdraget Litleåna. Konsentrasjonene i elva ble imidlertid noe fortynnet (reduert) igjen etter samløpet med Møska som kommer inn i vassdraget like før utløpet i sjøen. Tilførsler av næringsstoffer og tarmbakterier vil ha størst påvirkning på vannkvaliteten ved lav vannføring (lite fortynningsvolum) om sommeren. Forhøyede konsentrasjoner av næringsstoffer på denne tiden av året vil lett kunne føre til framvekst av uønsket begroing og vegetasjon, som bl.a kan være til ulempe for bruk av elva til f.eks. fiske, bading og annen rekreasjon. Forhøyede konsentrasjoner av tarmbakterier vil gjøre vannet mindre egnet til bading.

På basis av de vannkjemiske undersøkelsene som er foretatt i nedre del av Lygnavassdraget i 1996 er det foreslått følgende oppfølgingstiltak:

- Det bør framskaffes dokumentasjon på det kommunale avløpsnettets virkningsgrad (hvor mye av den påkoblede kloakken som når fram til renseanlegget).
- Landbrukets næringsstoffbidrag til elva nedstrøms Vegge bør dokumenteres. Dette kan beregnes teoretisk ut fra opplysninger om dyrket areal, samt antall og kvalitetstilstand på gjødsellagre, siloer og melkerom i nedslagsfeltet.
- For å få ytterligere dokumentasjon på dagens vannkvalitet og tidsutviklingen fra 1981 anbefales en ny vannkvalitetsundersøkelse i løpet av relativt kort tid (1-2 år), hvor det analyseres prøver fra stasjonene 2-6 minst 6 ganger i løpet av sommerhalvåret (mai-oktober). For å sikre en representativ prøvetaking på stasjonene i hovedelva, anbefales det tatt 3 prøver i elvas tverrprofil som siden blandes til én prøve. For å dokumentere eventuelle overgjødslingseffekter, anbefales det også gjennomført en undersøkelse av begroingsalger, vannvegetasjon og bunndyr i de nedre delene av vassdraget.
- Etter at en har kvantifisert det teoretiske næringsstoffbidraget fra landbruket, samt utette kommunale avløpsledninger, anbefales en gjennomgang av aktuelle tiltak for å redusere næringsstofftilførslene til Lygnavassdraget. Dette kan være: (i) tiltak rettet mot avløp fra spredt bebyggelse (bedring av utslippsløsninger / tilkopling til renseanlegg), (ii) tiltak mot arealavrenning i landbruket (reduert høstpløying, etablering av kantsoner langs bekker, gjødselplanlegging), og (iii) tiltak rettet mot punktkilder i landbruket (silo, gjødsellager, melkerom).

4. Litteratur

- Berglind, L., I. Dahl, E.T. Gjessing, D. Klaveness og M. Læg Reid. 1984. Organisk materiale. I: Vennerød, K. (red.). Vassdragsundersøkelser. Norsk limnologiforening / Universitetsforlaget: 110-126.
- Bratli, J.L. og T. Tjomsland. 1996. Presentasjon av tilførselsdata på kart ved et geografisk informasjonssystem. NIVA-rapport 3556, 103 s.
- Bratli, J.L., H. Holtan og S.O. Åstebøl. 1997. Miljøsmål for vannforekomstene - tilførselsberegninger. SFT-veileder, under trykking.
- DNMI 1997. Nedbørhøyder for 1995 og 1996 fra meteorologisk stasjon 4185 Hægebostad. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Faafeng, B. og E. Fjeld. 1996. Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer. Statistisk analyse av usikkerhet i sesongmiddelverdier. NIVA-rapport 3427, 21 s.
- Holtan, G., D. Berge, H. Holtan og T. Hopen. 1996. Paris convention. Annual report on direct and riverine inputs to Norwegian coastal waters during the year 1995. NIVA-rapport 3568, 137 s.
- Holtan, H. og D.S. Rosland. 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning nr. 92:06, TA-905/1992, 32 s.
- Kaste, Ø. og B.M. Larsen. 1997. Overvåking av kalkingprosjektet i Lygnavassdraget. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN notat under trykking.
- Kaste, Ø., A. Henriksen, and A. Hindar. 1997. Retention of atmospherically-derived nitrogen in subcatchments of the Bjerkreim River in Southwestern Norway. *Ambio* 26: 296-303.
- Kroglund, F., M. Staurnes og A. Kvellestad. 1994. Vannkvalitetskriterier for laks. Kalking av Vikedalselva, s. 208-223. I: Kalking i vann og vassdrag 1992. FoU-virksomheten. Årsrapporter 1992. DN-notat 1994-2.

- Lande, A. Lyngdalselva 1987. Vurdering av vannkvalitet. NIVA-rapport 1977, 35 s.
- Lindstrøm og Tjomsland 1982, Brettum og Lindstrøm 1983, Lande 1986
- NVE 1996. Hydrologisk kart for Lygnavassdraget. Norges vassdrags- og energiverk, hydrologisk avdeling, Oslo.
- NVE 1997. Vannføring ved NVE-stasjonene Tingvatn og Møska i 1996. Norges vassdrags- og energiverk, hydrologisk avdeling, Oslo.
- SIFF 1976. Kvalitetskrav til vann. Statens institutt for folkehelse. 52 s.
- SIFF 1987. Kvalitetsnormer for drikkevann. G2. Statens institutt for folkehelse. 72 s.
- Skjelkvåle, B.L. (red.) 1996. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - effekter 1995. Statens forurensningstilsyn (SFT), rapport 671/96, 193 s.
- Statens Helsetilsyn 1994. Nye kvalitetsnormer for friluftsbad. Rundskriv IK-21/94.
- Staurnes, M., F. Kroglund, and B.O. Rosseland. 1995. Water quality requirement of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in water undergoing acidification or liming in Norway. *Water, Air Soil Pollut.* 85: 347-352.
- Vikøyr, B., Ø. Haraldstad og P.A. Larsen. 1989. Kalkingsplan Lygna. Fylkesmannen i Vest-Agder, miljøvernavdelingen, rapport nr. 4/89, 33 s.

Vedlegg A. SFTs klassifiseringsystem

Klassifisering av tilstand.

På grunnlag av målte konsentrasjoner kan tilstandsklassen bestemmes ut fra **Tabell 4** nedenfor. Tilstandsklassen tar ikke hensyn til hvorvidt de målte konsentrasjonene er høyere eller lavere enn bakgrunnskonsentrasjonen. SFTs veileder inneholder også et verktøy for å vurdere egnet av vannet for ulike brukerinteresser som drikkevann, jordvanning, friluftsbad og rekreasjon, fiskeoppdrett og sportsfiske.

Tabell 4. Klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann. Et utvalg av de viktigste parametrene. Utdrag fra SFTs veileder fra 1992 (Holtan og Rosland 1992).

| Virksomheter av: | Parametre | Tilstandsklasser | | | | |
|---------------------------|---|------------------|--------------------|-----------------------|----------------|---------------------|
| | | I "God" | II "Mindre god" | III "Nokså dårlig" | IV "Dårlig" | V "Meget dårlig" |
| Næringsalter | Totalfosfor ($\mu\text{g P/l}$) | <7 | 7-11 | 11-20 | 20-50 | >50 |
| | Totalnitrogen ($\mu\text{g N/l}$) | <250 | 250-400 | 400-550 | 550-800 | >800 |
| | Klorofyll a ($\mu\text{g kl.a/l}$) | <2 | 2-3,7 | 3,7-7,5 | 7,5-20 | >20 |
| | Siktedyp (m) | >7 | 4-7 | 2-4 | 1-2 | <1 |
| | Oksygenmetning (%) | >80 | 50-80 | 30-50 | 15-30 | <15 |
| Organiske stoffer | TOC (mg C/l) | <2,5 | 2,5-3,5 | 3,5-6,5 | 6,5-15 | >15 |
| | KOF _{Mn} (mg O/l) | <2,5 | 2,5-3,5 | 3,5-6,5 | 6,5-15 | >15 |
| | Fargetall (mg Pt/l) | <15 | 15-25 | 25-40 | 40-80 | >80 |
| | Oksygenmetning (%) | >80 | 50-80 | 30-50 | 15-30 | <15 |
| Forsurende stoffer | Alkalitet (mmol/l) | >0,2 | 0,05-0,2 | 0-0,05 | 0 | 0 |
| | pH | >6,7 | 6,0-6,7 | 5,3-6,0 | 4,7-5,3 | <4,7 |
| Miljøgifter | Kobber ($\mu\text{g Cu/l}$) | <2 | 2-5 | 5-15 | 15-20 | >50 |
| | Sink ($\mu\text{g Zn/l}$) | <10 | 10-30 | 30-60 | 60-110 | >110 |
| | Kadmium ($\mu\text{g Cd/l}$) | <0,04 | 0,04-0,1 | 0,1-0,2 | 0,2-0,5 | >0,5 |
| | Bly ($\mu\text{g Pb/l}$) | <1 | 1-3 | 3-5 | 5-10 | >10 |
| | Nikkel ($\mu\text{g Ni/l}$) | <3 | 3-10 | 10-30 | 30-100 | >100 |
| | Krom ($\mu\text{g Cr/l}$) | <1 | 1-3 | 3-10 | 10-50 | >50 |
| | Kvikksølv ($\mu\text{g Hg/l}$) | <0,01 | 0,01-0,04 | 0,04-0,1 | 0,1-0,3 | >0,3 |
| | Aluminium ($\mu\text{g Al/l}$) | <5 | 5-20 | 20-50 | 50-100 | >100 |
| | Jern ($\mu\text{g Fe/l}$) | <50 | 50-100 | 100-300 | 300-600 | >600 |
| | Mangan ($\mu\text{g Mn/l}$) | <20 | 20-50 | 50-100 | 100-150 | >150 |
| Partikler | Turbiditet (FTU) | <0,5 | 0,5-1 | 1-2 | 2-5 | >5 |
| | Suspendert stoff (mg/l) | <1,5 | 1,5-3 | 3-5 | 5-10 | >10 |
| | Siktedyp (m) | >7 | 4-7 | 2-4 | 1-2 | <1 |
| Tarmbakterier | Termostabile koli. bakt. (antall/100 ml) v/44°C | <5 | 5-50 | 50-200 | 200-1000 | >1000 |

Vedlegg B. Primærdata

| St. nr. | Dato | pH | TOC mg/l | K25 mS/m | K mg/l | NO3-N µgN/l | NH4-N µgN/l | Tot-N µgN/l | PO4-P µgP/l | Tot-P µgP/l | Bakt. /100ml |
|--------------|----------|-------------|-------------|-------------|------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|
| 1 | 14/08/96 | 6,82 | 3,4 | 2,90 | 0,3 | 240 | | 425 | | | |
| 1 | 18/09/96 | 6,60 | 3,7 | 3,45 | 0,4 | 330 | | 475 | | | |
| 1 | 13/11/96 | 6,33 | 4,2 | 2,80 | 0,3 | 245 | | 390 | | | |
| 1 | 17/12/96 | 6,24 | 3,4 | 2,91 | 0,3 | 260 | | 425 | | | |
| Snitt | | 6,50 | 3,7 | 3,02 | 0,3 | 269 | | 429 | | | |
| 2 | 14/08/96 | 6,50 | 3,9 | 3,11 | 0,2 | 250 | 20 | 380 | <2 | 6 | 40 |
| 2 | 09/09/96 | 6,76 | 1,9 | 3,15 | 0,2 | 266 | 36 | 399 | <2 | 6 | 100 |
| 2 | 07/10/96 | 6,39 | 1,7 | 2,86 | 0,3 | 231 | 46 | 478 | <2 | 7 | 68 |
| 2 | 12/11/96 | 6,43 | 2,5 | 3,02 | 0,4 | 233 | 26 | 355 | <2 | 6 | 4 |
| 2 | 10/12/96 | 5,84 | 3,5 | 3,37 | 0,3 | 245 | 28 | 347 | <2 | 4 | 6 |
| Snitt | | 6,38 | 2,7 | 3,10 | 0,3 | 245 | 31 | 392 | <2 | 5,8 | 44 |
| 3 | 14/08/96 | 6,51 | 3,8 | 3,19 | 0,2 | 260 | 30 | 390 | <2 | 5 | 44 |
| 4 | 14/08/96 | 6,74 | 2,6 | 8,33 | 0,4 | 830 | 140 | 980 | 3 | 11 | >300 |
| 4 | 09/09/96 | 6,73 | 1,6 | 6,76 | 0,3 | 433 | 125 | 607 | 2 | 11 | 270 |
| 4 | 07/10/96 | 6,10 | 1,5 | 4,42 | 0,4 | 278 | 46 | 616 | <2 | 8 | 60 |
| 4 | 12/11/96 | 6,12 | 2,7 | 4,40 | 0,5 | 270 | 43 | 409 | <2 | 6 | 35 |
| 4 | 10/12/96 | 5,73 | 1,4 | 4,67 | 0,3 | 323 | 48 | 428 | <2 | 5 | 23 |
| Snitt | | 6,28 | 2,0 | 5,72 | 0,4 | 427 | 80 | 608 | 2,2 | 8,2 | 97 |
| 5 | 14/08/96 | 6,59 | 3,9 | 4,51 | 0,3 | 360 | 40 | 520 | <2 | 11 | 270 |
| 5 | 09/09/96 | 6,78 | 1,4 | 4,54 | 0,3 | 266 | 51 | 492 | 2 | 7 | 80 |
| 5 | 07/10/96 | 6,36 | 1,7 | 3,88 | 0,4 | 263 | 80 | 596 | 2 | 7 | 70 |
| 5 | 12/11/96 | 6,01 | 3,6 | 4,25 | 0,5 | 280 | 64 | 424 | 4 | 8 | 105 |
| 5 | 10/12/96 | 5,78 | 2,3 | 4,70 | 0,3 | 335 | 88 | 447 | 2 | 10 | 260 |
| Snitt | | 6,30 | 2,6 | 4,38 | 0,3 | 301 | 65 | 496 | 2,4 | 8,6 | 157 |
| 6 | 14/08/96 | 6,35 | 2,5 | 17,10 | 0,7 | 260 | 50 | 470 | 2 | 6 | 60 |
| 6 | 09/09/96 | 6,70 | 1,9 | 4,05 | 0,3 | 167 | 31 | 414 | <2 | 7 | 30 |
| 6 | 07/10/96 | 6,09 | 1,9 | 3,57 | 0,4 | 221 | 51 | 527 | <2 | 7 | 48 |
| 6 | 12/11/96 | 6,06 | 2,2 | 3,89 | 0,4 | 243 | 33 | 366 | <2 | 6 | 16 |
| 6 | 10/12/96 | 5,66 | 2,1 | 4,60 | 0,4 | 250 | 35 | 351 | <2 | 4 | 8 |
| Snitt | | 6,17 | 2,1 | 6,64 | 0,4 | 228 | 40 | 426 | 2,0 | 6,0 | 32 |