

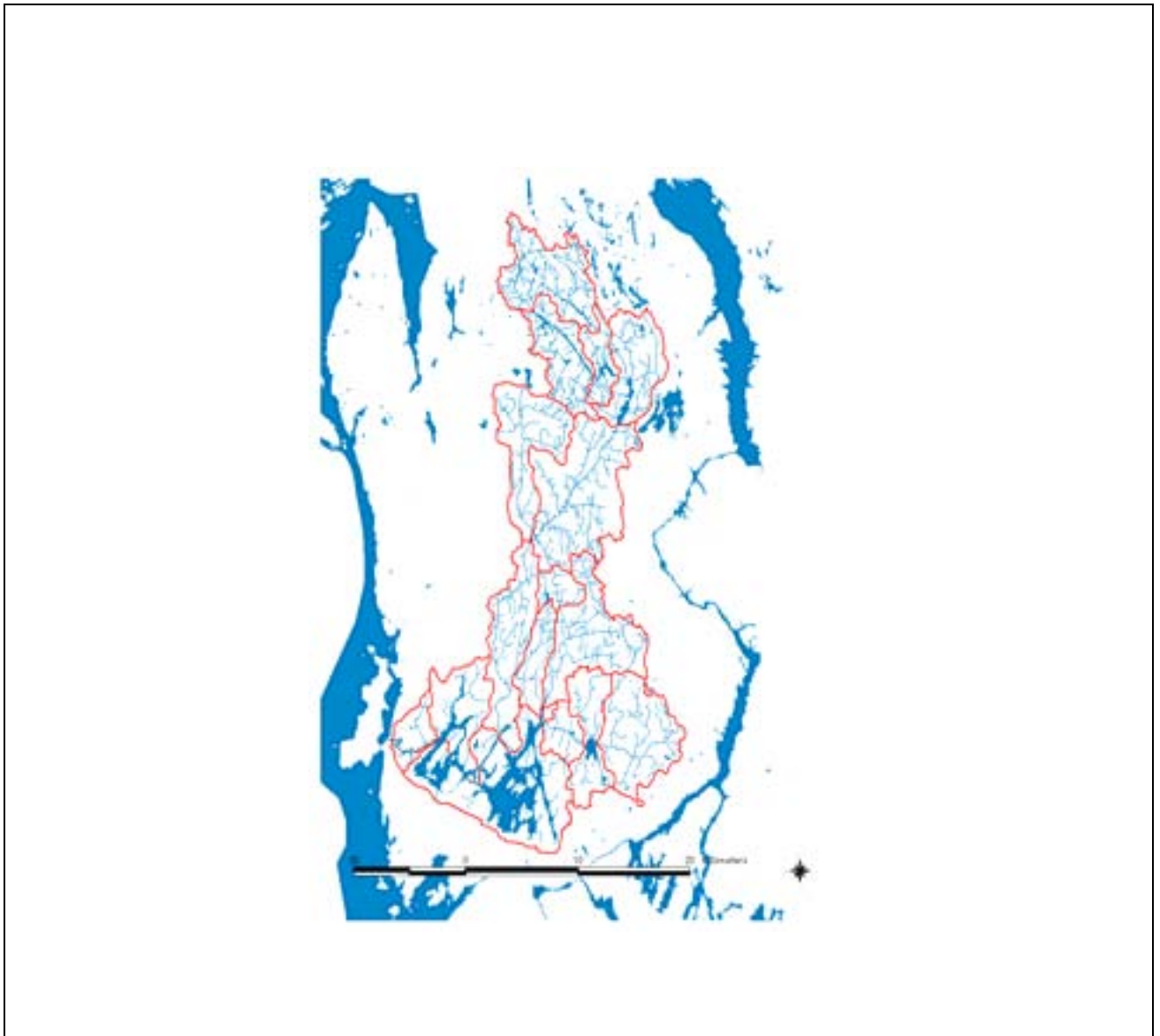


RAPPORT 4937-2005

Utvikling av vannkvaliteten i Hobølelva og Vansjø



En foreløpig analyse av tidsserier



Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva

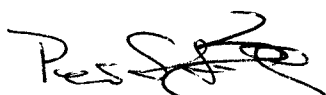
9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Utvikling av vannkvaliteten i Vansjø og Hobøelva. En foreløpig analyse av tidsserier.	Løpenr. (for bestilling) 4937-2005	Dato 5. januar. 2005
	Prosjektnr. Undernr. 24200	Sider Pris 30
Forfatter(e) Per Stålnacke og Anne Lyche Solheim, NIVA Marianne Bechmann, Jordforsk	Fagområde Eutrofiering ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Morsa-prosjektet	Oppdragsreferanse Helga Gunnarsdottir
---	---

Sammendrag
 Rapporten inneholder en sammenstilling og tolkning av data på vannkvalitetsutviklingen i Vansjø (Storefjorden og Vanemfjorden) og Hobøelva (ved Kure) med vekt på utviklingen i vannkvaliteten i Vansjø fra 1999-2003. For å kunne vurdere hvorvidt endringene skyldes klimatiske forhold og/eller gjennomførte tiltak ble det gjort en sammenligning med og statistisk analyse av tilsvarende data fra andre bekker og sjøer i nærområdet.

Fire norske emneord 1. Vannkvalitet 2. Trendanalyse 3. Eutrofiering 4. Næringsstoffer	Fire engelske emneord 1. Water quality 2. Trend analysis 3. Eutrophication 4. Nutrients
---	---


 Prosjektleder


 forskningsleder
 ISBN 82-577-4629-0


 Forskningsdirektør

Morsa-prosjektet

Utvikling av vannkvaliteten i Hobølelva og Vansjø

En foreløpig analyse av tidsserier

Forord

Rapporten er utarbeidet på oppdrag fra Morsa-prosjektet ved Helga Gunnarsdottir.

Oppdragsgiver ville ha utført en oppdatert ekstern vannfaglig vurdering av utviklingen i vannkvaliteten. Spesielt perioden 1999 og framover er viktig å få vurdert. Dette ikke minst pga de meget spesielle årene 1999 og 2000 med henholdsvis høy vannføring og storflom i Hobølrelva.

Arbeidshypotesen var at disse årene kan ha forårsaket en forverring av eutrofieringen av Vansjø de seneste årene og derved ha underminert effekten av de omfattende gjennomførte tiltakene i nedbørfeltet.

Spesielt takk rettes til Fylkesmannen i Østfold og NVE for henholdsvis vannkvalitets data og vannføringsdata.

Oslo, januar 2005

Per Stålnacke

Innhold

Sammendrag	5
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Formål	8
1.2 Metode	8
1.3 Data	8
1.4 Beskrivelse av nedbørfeltet til Hobøl	9
2. Resultat	10
2.1 Tidstrendanalyse Hobølelva (Kure)	10
2.2 Tidstrendanalyse Storefjorden og Vanemfjorden	15
3. Vurderinger og diskusjon	18
3.1 Hobølelva	18
3.2 Storefjorden og Vanemfjordem	19
4. Konklusjoner	25
5. Referanser	26

Sammendrag

Rapporten inneholder en sammenstilling og tolkning av data på vannkvalitetsutviklingen i Vansjø (Storefjorden og Vanemfjorden) og Hobølelva (ved Kure) med hensyn på i første rekke fosfor. Tolkningen ble basert på en sammenlignende statistisk analyse av tilsvarende data fra andre bekker og sjøer i nærområdet. Dette for å kunne avgjøre hvorvidt endringene skyldes klimatiske forhold og/eller tiltak som er gjennomført. Spesiell fokus var det på utviklingen av vannkvaliteten i Vansjø fra 1999-2003.

Ikke noen av de tre analyserte tidsseriene (total fosfor, suspendert tørrstoff og total nitrogen) i Hobølelva viser - sett som summen over alle enkeltmånedene - en statistisk signifikant nedgang over tid ($p > 0.05$) i perioden 1984-2003. Imidlertid viser TP og STS i enkelte måneder, spesielt på høsten, statistisk signifikante nedadgående trender.

Det generelle bilde av kun svakt statistisk signifikante nedganger i næringsstoffkonsentrasjoner er i overensstemmelse med andre undersøkelser av tidstrender bl.a. fordi variasjoner i vær og avrenning fra år til år har stor betydning for næringsstofftransporten. Om dette også skyldes at iverksatte tiltak i nedbørfeltet ikke har hatt særlig effekt er vanskelig å fastslå med dette empiriske grunnlaget. Det er to kompliserende faglige grunner til det:

1. Fosfor og suspendert tørrstoff har erfaringsmessig en meget rask variasjon over korte tidsrom, hvilket også ble vist fra kampanjemålingene våren 1985. Stikkprøvetaking hver 7. eller 14 dag kan underestimere middelkonsentrasjonen og gi tilfeldige variasjoner.
2. En stor del av tiltakene er iverksatt i perioden 2001 og senere. De målingene som foreligger så langt gir ikke faglig grunnlag for å konkludere noe sikkert om hvorvidt tiltakene har resultert i forandret/forbedret vannkvalitet.

Det finnes likevel heller ikke vannfaglige begrunnelser for å tro at tiltakene ikke har hatt noen effekt. Det vil si at effekten av tiltakene mest sannsynlig ikke kan påvises i måledata ennå delvis pga tidsforsinkelser i transport av sedimenter med tilhørende tapsprosesser (erosjon, resuspensjon etc) og pga. betydningen av de nevnte vær-variasjonene. De påviste nedgangene i fosfor og suspendert tørrstoff i høstmånedene er imidlertid statistisk signifikante og mest sannsynlig en effekt av tiltakene rettet mot erosjon. En fortsatt hyppig og systematisk overvåking av Hobølelva er helt nødvendig for å kunne spore effekter av iverksatte tiltak og vil gi verdifull informasjon for evt. framtidlige supplerende tiltak i nedbørfeltet. Økt prøvetakingsfrekvens ved snøsmelting og regnværssituasjoner vil videre gi verdifull informasjon om den raske fosfordynamikken. Dette vil også forbedre tallgrunnlaget for sikrere transportberegninger, og ikke minst for å kunne gi bedre faglige vurderinger av den "virkelige" effekten av tiltak.

For fosfor er det dog kun Vanemfjorden som viser en statistisk signifikant økende trend i perioden 1982-2003. Imidlertid bør det bemerkes at data siden 1995 kun er samlet inn i sommermånedene og tidlig høst (juni-september). Det betyr at vi mangler informasjon om innsjøens fosfordynamikk gjennom en hel årssyklus. Som påvist i Hobølelva skjer de store transportene av fosfor i forbindelse med snøsmelting (normalt i april) og ved sene høstregnsperioder (oktober-desember).

Økt interngjødsling (fra bunnsedimenter) i kombinasjon med effekten av høstflommene og indikasjoner på noe høyere temperaturer er de mest sannsynlige forklaringene på de høye TP-konsentrasjonene i Vanemfjorden på 2000-tallet. Omfanget av den interne gjødslingen fra sedimentene og mengde fosfor som er lagret i sedimentene er imidlertid ikke kjent. Fra de eksisterende måleserier og faglige erfaringer kan vi imidlertid fastslå at tolking av enkelte års overvåkingstall er meget vanskelig, spesielt i situasjoner der det mangler grunnleggende data fra mulige forklaringsfaktorer. F. eks gjør mangelen på temperaturdata etter 1996 det ekstra vanskelig å vurdere hvorvidt endringene skyldes klimatiske forhold og/eller tiltak som er gjennomført.

I både Storefjorden og Vanemfjorden viser klorofyll en statistisk signifikant økende trend i perioden 1982-2003. Det er viktig å påpeke at algemengden i Vanemfjorden har vært omtrent på samme nivå siden midten av 90-tallet, selv om det har vært kortvarige episoder med ekstreme algemengder i de siste årene. Det er altså ingen klar sammenheng mellom algemengde og fosforkonsentrasjon fra år til år, selv om vi generelt kan få høye algemengder ved det fosfornivået som nå gjelder i Vanemfjorden med konsentrasjoner mellom 30 og 40 µg TP/L.

NIVA er kjent med at det i analysematerialer i undersøkelsesperioden har forekommet metodiske problemer knyttet til analyse av fosfor og klorofyll-a. Dette kan i perioder ha påvirket nøyaktigheten og presisjonen for de nevnte analysene. Dette er forhold som kan medføre at det blir enda vanskeligere å trekke konklusjoner basert på svakt signifikante trender.

Summary

Title: Water quality trends in the Hobøl river and Lake Vansjø (SE Norway)

Year: 2005

Author: Stålnacke, P., Lyche Solheim A. and Bechmann, M.

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-4629-0

Nutrient concentrations in river Hobøl and Lake Vansjø (SE Norway) were analysed for time trends. Special attention was paid to the period 1999-2003.

Results for the Hobøl river did not show any statistically significant trends ($p > 0.05$) for total phosphorus (TP), suspended solids (STS) and total nitrogen (TN) for the time period from 1984 to 2003. However, some individual months (especially notable during the autumn) showed statistically significant downward trends.

In the two stations in Lake Vansjø, i.e. Storefjorden and Vanemfjorden, statistically significant upward trends chlorophyll were detected for the time period 1982-2003. For phosphorus, we only detected an upward trend at the Vanemfjorden station, where the phosphorus concentrations were particularly high in 2001 and 2002.

It is important to note that the phytoplankton biomass has been roughly the same in Vanemfjorden during the last decade, although short-lasting episodes with extreme algal blooms have occurred the last years. There is no clear relationship between phytoplankton biomass and total phosphorus concentrations from year to year, although there is a general observation that high algal biomass may occur at the present level of total phosphorus in this part of the lake Vansjø (30 og 40 $\mu\text{g TP/L}$).

1. Innledning

1.1 Formål

Formålet med denne sammenstillingen er å gjøre en vurdering av vannkvalitetsutviklingen i Vansjø (Storefjorden og Vanemfjorden) og Hobølrelva (ved Kure). Dataanalysen har i første rekke fokus på fosfor. Tolkningen av data ble vurdert i forhold til en sammenligning med data fra andre bekker og innsjøer i sørøst-Norge. Datagrunnlaget for vurdering av betydning av klimatiske forhold og/eller gjennomførte tiltak ble derved forbedret. Det er særlig fokus på utviklingen i vannkvaliteten i årene etter at tiltaksplanene er satt i verk.

1.2 Metode

Det er utviklet flere statistiske prosedyrer for å skille tilfeldige svingninger i miljøkvalitet fra mer persistente endringer over tid. For eksempel kan det benyttes ikke-parametriske Mann-Kendall tester for å avsløre trender i tidsserier. Testene er mye benyttet i miljøforskning fordi de er enkle, robuste og kan håndtere manglende verdier og verdier under en deteksjonsgrense. Siden den første versjonen har testen blitt utvidet til å inkludere sesongvariasjoner (Hirsch et al., 1982) og korreksjon for seriell korrelasjon (Hirsch & Slack, 1984).

Værforholdene forårsaker naturlige svingninger i konsentrasjoner, som kan maskere en eksisterende trend og derved gjøre det vanskelig å trekke sikre konklusjoner om antropogent betingede variasjoner over tid (Stålnacke & Grimvall, 2000). For å ta hensyn til slike svingninger er det viktig å inkludere forklaringsvariabler (meteorologiske eller hydrologiske) i analysen. Dette har i de senere år blitt inkludert i en nyutviklet metode basert på de ovennevnte Mann-Kendall testene (Libiseller & Grimvall, 2002). Den såkalte PMK-testen ble benyttet i denne analysen.

1.3 Data

Hobølrelva ved Kure har lengst tidsserie av alle overvåkingsstasjonene i nedbørfeltet (Figur 1 og 2). I tillegg er prøvetakingsfrekvensen relativt høy (7-14 dagers intervaller) og stasjonen fanger opp en stor del av den totale vassdragstransporten til Vansjø. Tidsserier fra 1984-2003 på total fosfor (TP), suspendert tørrstoff (STS) og total nitrogen (TN) fra Hobølrelva ved Kure ble benyttet i tidstrendanalysen. I tillegg ble det målt vannføring på døgnbasis og dette er brukt som supplerende informasjon i de statistiske analysene og for tolking av resultatene.

I de statistiske trendtestene ble månedsverdier (basert på beregninger av aritmetisk månedsmiddel fra enkeltprøver) brukt for å utjevne eventuelle tilfeldige variasjoner mellom enkeltprøver innenfor hver måned.

Tidsserier fra 1982-2004 på TP og klorofyll-a fra Storefjorden (stasjon VAN1) og Vanemfjorden (stasjon VAN2) ble benyttet i tidstrendanalysen. Da temperaturdata ikke var tilgjengelig etter år 1996 kunne vi ikke inkludere det i selve dataanalysen. Samtlige vannkvalitetsdata fra Vansjø og Hobølrelva stammer fra overvåkningen som Fylkesmannen i Østfold har stått for. Vannføringsdata er hentet fra NVE.



Figur 1. Kart over nedbørfeltet til Vansjø.



Figur 2. Hobølelva ved Kure (venstre bilde: nedstrøms brua; høyre bilde: oppstrøms brua). Foto: Marianne Bechmann

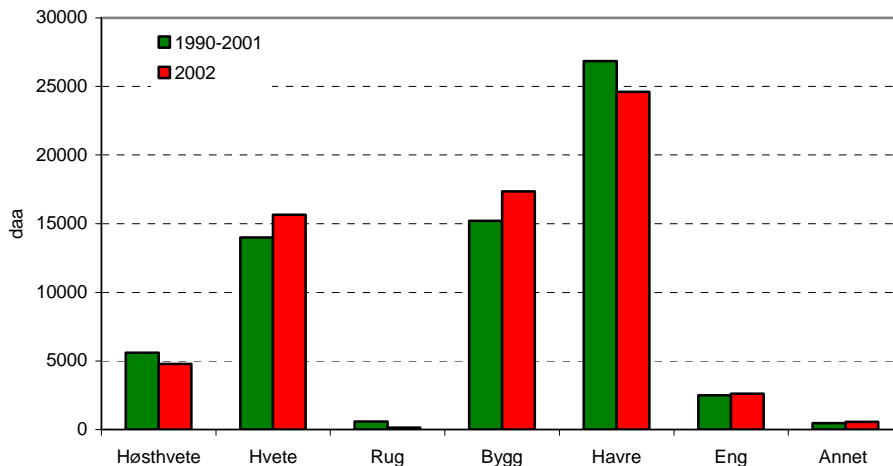
1.4 Beskrivelse av nedbørfeltet til Hobøl

Nedbørfeltet til Hobølelva oppstrøms Vansjø er ca 331 km². Den delen av nedbørfeltet som ligger oppstrøms målestasjonen v. Kure strekker seg fra Østmarka i Oslo i nord, gjennom kommunene

Enebakk, Ski og Hobøl. Hobølelva renner videre sørover til Vansjø i Moss. Nedbørfeltet er langstrakt og klimaet varierer fra innlandsklima i nord til mer kystklima i sør. Arealer under marin grense (ca. 195 moh) består av havavsetninger av silt og leire. Landbruksaktiviteten foregår på siltig mellomleire og siltig lettleire. Mesteparten av feltet er dekket av store skogsområder med tynt morenedekke og bart fjell. Disse områdene har stor betydning for infiltrasjons- og avrenningsforholdene, og kan gi plutselig kraftig avrenning (Ludvigsen og Skjevdal, 2003). Dyrka areal i hele Hobølelvas nedbørfelt utgjør 19 % (tabell 1). Det dyrkes korn på mer enn 90 % av arealet. Som eksempel på vekstfordeling er det hentet data fra Hobøl og Ski kommune (Figur 3).

Tabell 1. Fordeling av arealer i nedbørfeltet i Hobølelva. *Kilde: Ludvigsen og Skjevdal, 2003*

Arealtype	Areal (daa)	% av totalt areal
Dyrka mark	63 000	19
Skog	265 000	80
Impediment, vannflater	3 000	1
Sum	331 000	100

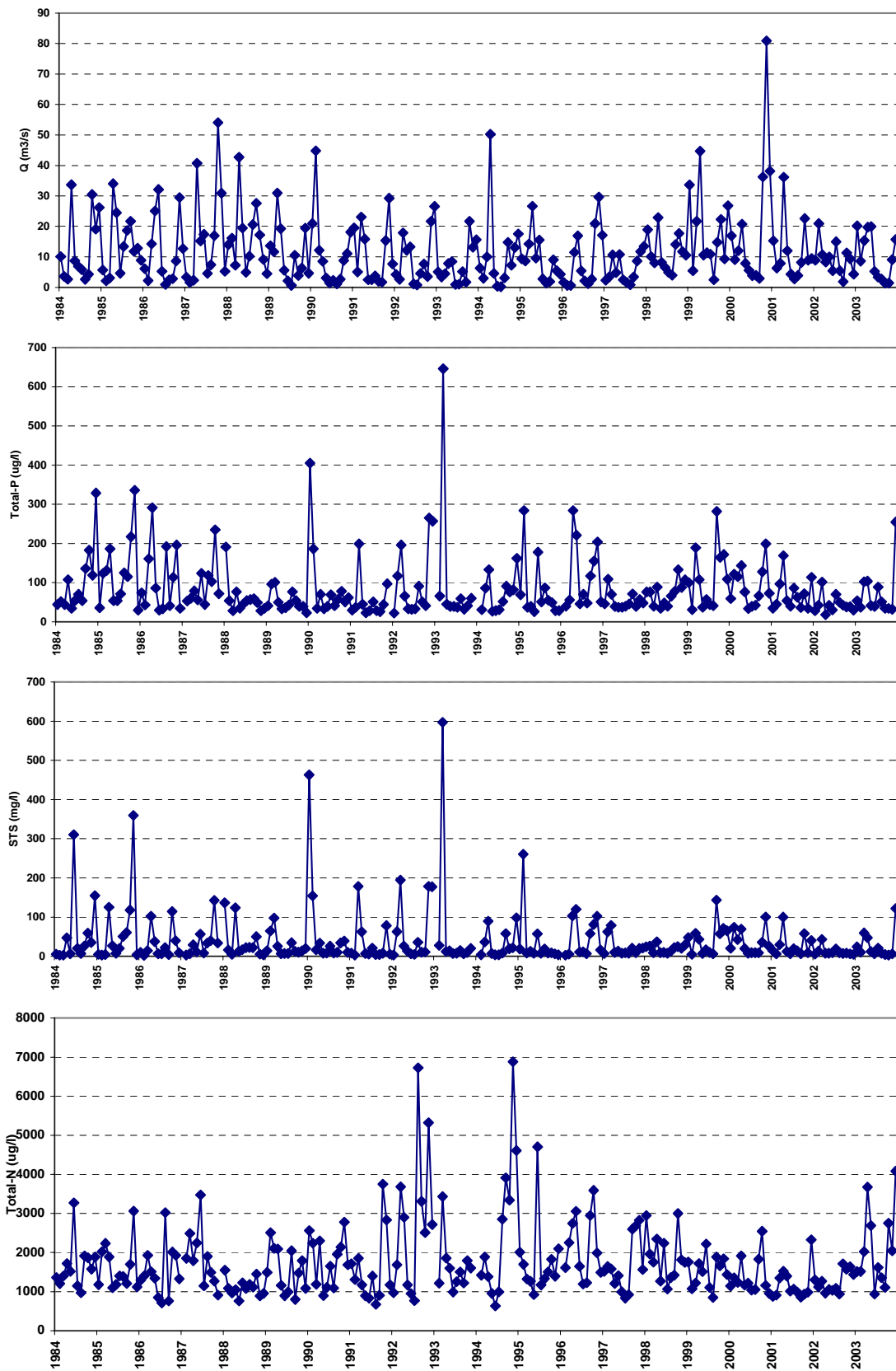


Figur 3. Arealfordeling av jordbruksvekster i kommunene Hobøl og Ski i årene 1990-2001 og 2002 (Kilde: Ludvigsen og Skjevdal, 2003 basert på SSB-data).

2. Resultat

2.1 Tidstrendanalyse Hobølelva (Kure)

Figur 4 viser en oversikt over månedlige variasjoner i vannføring, næringsstoff- (TP og TN) og jordtapkonsentrasjoner (målt som STS) i Hobølelva ved Kure i perioden 1984-2003. Nedenfor følger en empirisk og statistisk analyse av resultatene. De vannfaglige tolkningene og vurderingene av resultatene vises i kapitlet 'Vurderinger og diskusjon' på side 18.



Figur 4. Vannføring og konsentrasjoner av TP, STS og TN per måned i Hobølelva (Kure) 1984-2003.

Vannføring i Hobølelva

Vannføringen i Hobølelva karakteriseres av en forholdsvis liten vårflokk sammenliknet med mange andre norske vassdrag og bekker. Vårflommen opptrer normalt i april måned (Figur 4 og 5a) og er ca 150% høyere enn årsmiddelvannføringen. Høy vannføring er også vanlig i perioden oktober til desember (svart linje i Figur 5a). I sommermånedene og tidlig høst (juni til september) er vannføringen normalt ca 50% lavere enn års gjennomsnitt (10-12 M m³). Årene 1999 og 2000 var ekstreme år med høye årsmiddelvannføringer tilsvarende verdier 50-70% høyere enn et normalår. Ekstremt høy vannføring ble målt høsten 2000, spesielt i november (Figur 4). Til sammenlikning var vannføringen i november 2000 hele 4 ganger høyere enn normalt for denne måneden.

I perioden 2001-2003 var vannføringen på senhøsten og tidlig vinter (september-desember) 30-70% lavere enn langtidsmiddel (grå linje i Figur 5a). Lav vannføring ble også målt i andre enkelte år, spesielt ga den tidlige vårflokk i 2002 utslag i en meget lav vannføring i april 2002 som var 3 ganger lavere enn normalsituasjonen (Figur 4). Samme år noterer vi også en ekstrem høy vannføring i juli måned på grunn av kraftige tordenbyger. Generelt har vannføringen vært lavere perioden 2001-2003 sammenliknet med langtidsgjennomsnittet (Fig.5a), hvilket dessverre kan påvirke konklusjonene m.h.t. tiltak som er satt inn. Noen statistisk signifikant trend i vannføring over tid kunne dog ikke påvises ($p=0.40$; Tabell 2).

Total fosfor i Hobølelva

Den empiriske og statistiske analysen av data for TP konsentrasjoner viste følgende:

- Stor variasjon i årsmiddelkonsentrasjoner mellom år (variasjonsbredde mellom 44-123 µg TP/l; se tabell i vedlegg) på høyde med det som er observert i Jordforsk sin overvåking av landbruksdominerte nedbørfelt. For eksempel har det landbruksdominerte nedbørfeltet til Rømuia i Romerike, Akershus (87 km²) en variasjon på 30-330 µg TP/L.
- Generelt sett er TP-konsentrasjonene lavest i mai, juni og juli (Figur 4).
- Stor variasjon i månedsmiddelkonsentrasjoner mellom år (spesielt i de biologisk ikke-produktive månedene).
- Indikasjon på lavere TP-konsentrasjoner de siste 3 årene (2001-2003) sammenliknet med langtidsgjennomsnittet (Figur 4).
- Sett som summen for alle enkelt måneder, viser TP konsentrasjonen ikke noen statistisk signifikant reduksjon over tid ($p>0.05$) i perioden 1984-2003 (Tabell 2).
- TP konsentrasjonene viser en generell tendens til nedgang over tid, som er mest tydelig i høst månedene, september-november (Figur 4, 5b). Av enkelt måneder er det imidlertid kun i august og oktober det er en statistisk signifikant nedgang over tid ($p<0.05$: tabell 2).

Suspendert tørrstoff i Hobølelva

Den empiriske og statistiske analysen av data for STS konsentrasjoner viste følgende:

- Sammenliknet med TP, viser STS en forholdsvis høyere variasjon i årsmiddelkonsentrasjoner mellom år (variasjonsbredde mellom 12-71 mg/l; se tabell i vedlegg).
- Sammenliknet med TP, er det en større variasjon i månedsmiddelkonsentrasjon mellom år (spesielt i de biologisk ikke-produktive månedene).
- Generelt sett er STS-konsentrasjonene lavest i månedene mai-august (Figur 4).
- STS konsentrasjonene viser en generell nedgang over tid, som er mest tydelig i august, september og oktober (Figur 4). Imidlertid, sett som summen over alle enkelt måneder, viser ikke STS noen statistisk signifikant nedgang over tid ($p>0.05$) i perioden 1984-2003 (Tabell 2).
- Det er indikasjon på lavere STS-konsentrasjoner de siste 3 årene (2001-2003) i sammenlikning på langtidsgjennomsnittet; spesielt lave konsentrasjoner er observert høsten 2002 og 2003 (Figur 5b).

Total nitrogen i Hobølelva

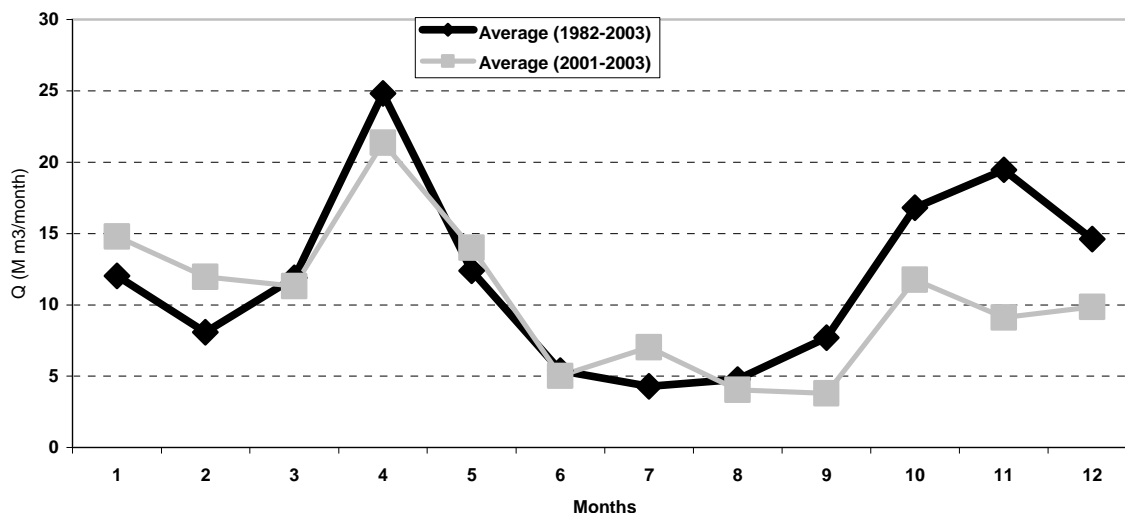
Den empiriske og statistiske analysen av data for TN konsentrasjoner viste følgende:

- I sammenligning med TP, en forholdsvis lav variasjon i årsmiddelkonsentrasjoner mellom år (variasjonsbredde mellom 1.1-2.7 mg/l).
- Sammenliknet med andre tilførselsbekker er det forholdsvis liten variasjon i TN-konsentrasjoner mellom måneder, spesielt i de biologisk produktive månedene
- TN konsentrasjonene viser ikke noen signifikant trend over tid (Tabell 2 og Figur 4). Imidlertid er TN-konsentrasjonene noe lavere de 3 siste årene. Den statistiske testen viste ikke noen generell signifikant tids trend (Tabell 2), heller ikke for noen enkelt måned.

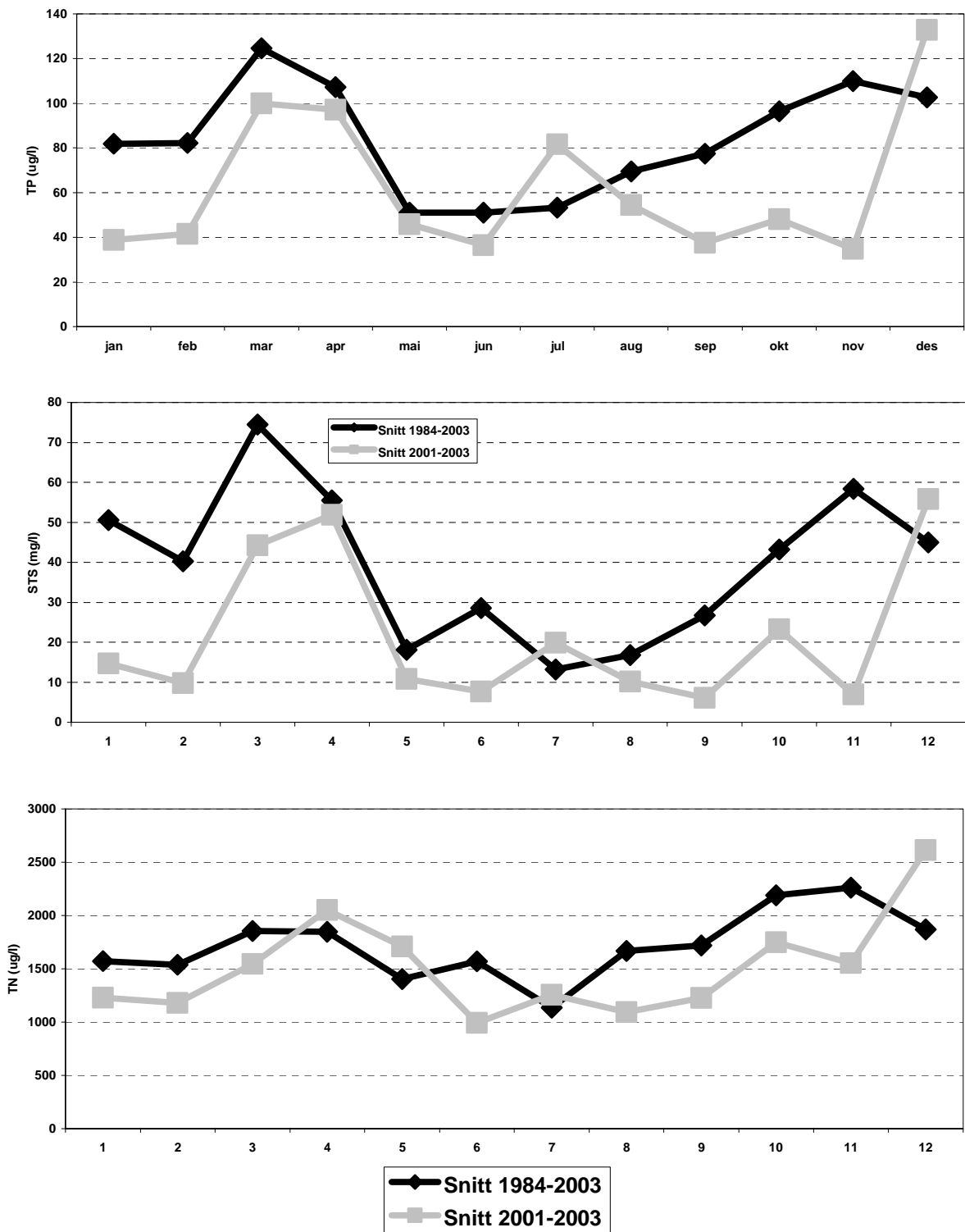
Tabell 2. Statistisk signifikantest av endringer for vannføring (Q), konsentrasjoner av total fosfor (TP), suspendert tørrstoff (STS) og total nitrogen (TN) i Hobølelva (Kure) 1984-2003. Fortegnet viser stigende (+) eller synkende (-) trend.

p-verdi	Q	TP	STS	TN
alle måneder	- 0,40	- 0,10	-0,24	-0,38
Januar	+0,13	-0,33	+0,18	+0,46
Februar	+0,07	-0,20	+0,09	-0,11
Mars	+0,18	+0,28	+0,03	-0,15
April	-0,15	-0,23	-0,17	+0,40
Mai	-0,37	+0,30	+0,39	+0,20
Juni	+0,45	-0,29	-0,21	-0,40
Juli	+0,35	+0,31	+0,28	-0,44
August	-0,15	-0,02	-0,04	-0,06
September	-0,07	-0,15	-0,09	+0,32
Oktober	+0,46	-0,04	-0,02	+0,20
November	-0,03	-0,13	-0,07	-0,42
Desember	+0,32	+0,16	+0,07	+0,14

Statistisk signifikante trender ($p < 0.05$) markert med fet skrift



Figur 5a. Månedsmiddelvannføring i Hobølelva ved Kure. Gjennomsnitt over perioden 1982-2003 og 2001-2003 er gitt i henholdsvis svart og grå farge.



Figur 5b. Månedsmiddel av konsentrasjoner av TP, STS og TN i Hobøelva ved Kure. Gjennomsnitt over perioden 1984-2003 og 2001-2003 er gitt i henholdsvis svart og grå farge.

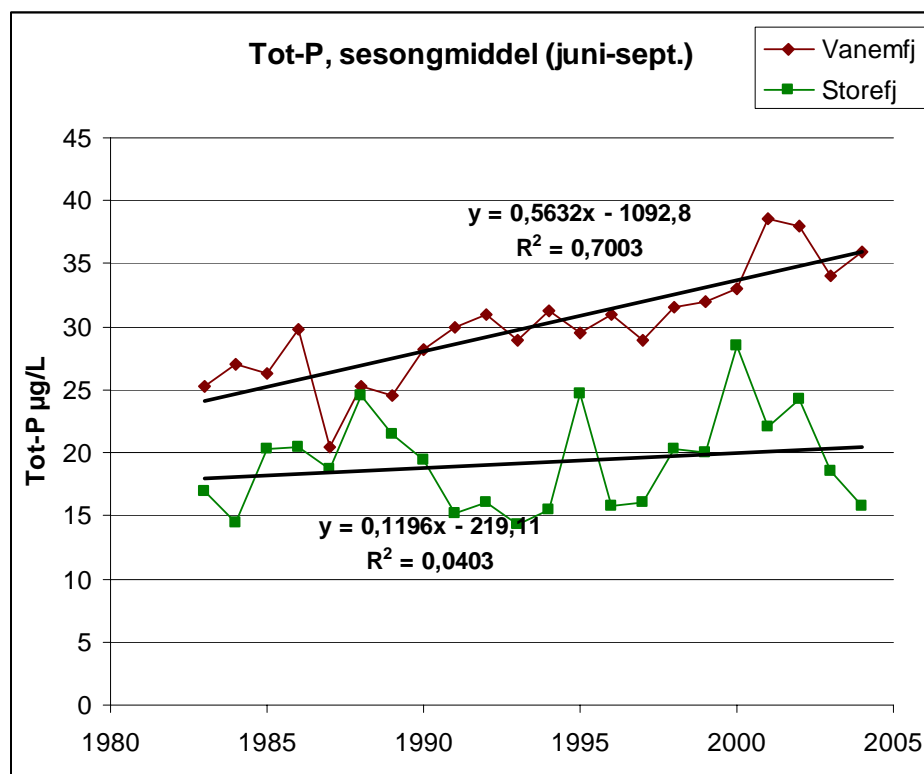
2.2 Tidstrendanalyse av fosfor og klorofyll i Storefjorden og Vanemfjorden

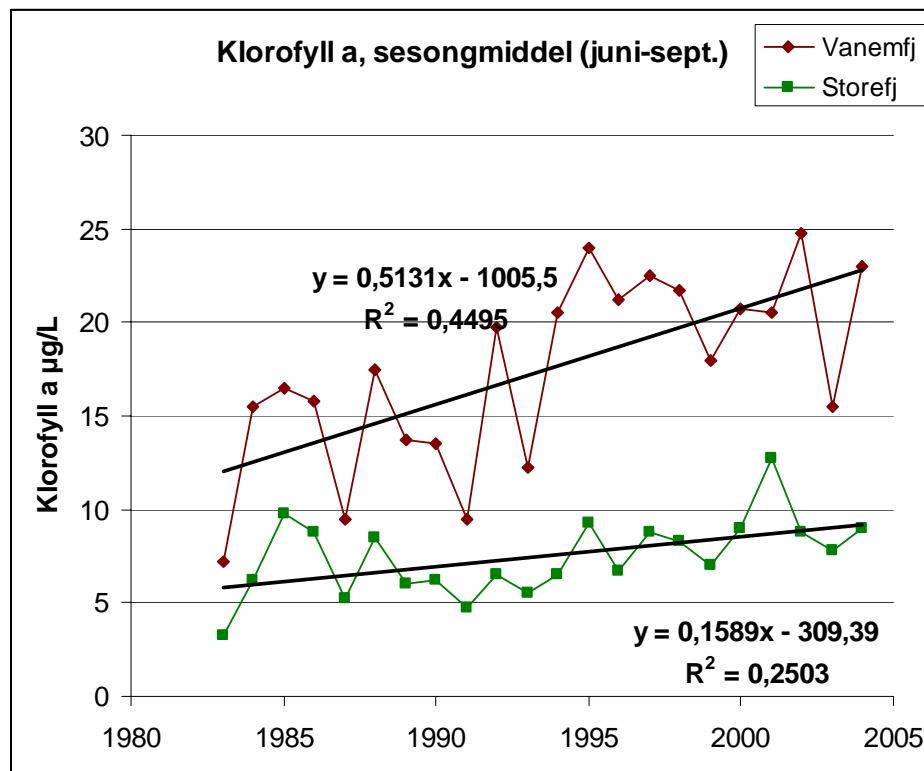
Fosforkonsentrasjonen i Vanemfjorden viser en signifikant økende trend (Figur 6 og Tabell 3) i 20-årsperioden 1983-2004. Den høyeste konsentrasjonen som er målt siden målingene startet var i 2001, sommeren etter den store flommen på senhøsten 2000. Etter dette gikk verdiene noe ned, men steg litt igjen i 2004. Det er sannsynligvis kombinasjonen av flommen og intern gjødsling fra sedimentene som er årsaken til denne økningen de siste årene.

Tilsvarende kurve for klorofyll a konsentrasjonen i Vanemfjorden viser også en signifikant økende tendens for algemengden (Figur 6 og Tabell 3) i 20-årsperioden. Dersom vi ser nærmere på utviklingen de siste ti årene så har klorofyllmengden faktisk ikke økt, men svinger mellom 18 og 25 µg/L. Det er ikke mulig å se noen trend de siste 4 årene. Også tidligere på 80 og 90-tallet var det store svingninger i klorofyllmengden i denne delen av Vansjø. Ved å sammenligne med tilsvarende data fra Storefjorden (samme figur) ser vi at klorofyllmengden her er lavere og svingningene mindre, men kurvene svinger i takt med hverandre. Dette skyldes trolig klimatiske variasjoner fra år til år.

For Storefjorden viser figuren at fosforkonsentrasjonen ikke har endret seg signifikant i perioden (figur 6 og tabell 3), mens klorofyll konsentrasjonen viser en svakt økende tendens. Også her var klorofyllkonsentrasjonen størst i 2001 (13 µg/L), men har vært noe lavere de siste årene (8-9 µg/L). Det er for tidlig å si om utviklingen de siste 3 årene skyldes gjennomførte tiltak eller tilfeldige klimatiske variasjoner.

Rådata for figur 6 er vist i vedlegget.





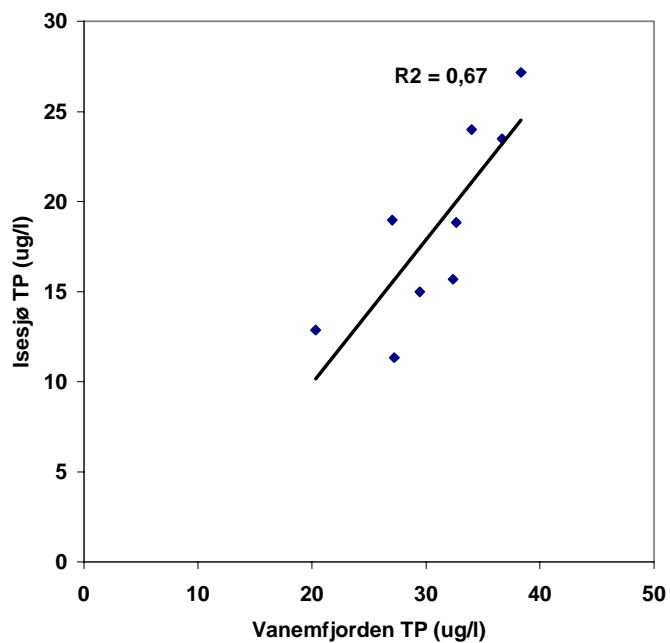
Figur 6. Sesongmiddelutvikling av fosfor (øvre fig.) og klorofyll (nedre fig.) i Vanemfjorden og Storefjorden 1983-2004, basert på data fra de 4 sommermånedene juni, juli, august og september.

Den statistiske testen av trender viste at oppgangen i klorofyll er signifikant i både Vanemfjorden og Storefjorden (Tabell 3). For fosfor er det kun Vanemfjorden som oppviser en statistisk signifikant oppgang.

Tabell 3. Statistisk test av signifikante endringer for konsentrasjoner av total fosfor (TP) og klorofyll (Klf-a) i sommerperioden (juni-september) i Vanemfjorden og Storefjorden 1982-2004. Tallene viser p-verdiene. Statistisk signifikante trender ($p < 0.05$) markert med fet skrift

	TP	Klf-a
Storefjorden	0,15	0,009
Vanemfjorden	$5,9 \cdot 10^{-5}$	0,0008

En test av klimatiske svingninger ble gjort ved å sammenligne totalfosfor i Vanemfjorden og Isesjø i Østfold, der det ikke har vært gjennomført tilsvarende tiltak som i Vansjø. Testen viste at det var positiv sammenheng mellom de to innsjøenes fosforkonsentrasjon (figur 7), noe som indikerer at svingningene i fosforkonsentrasjonen er relatert til klimavariasjoner. Ytterligere analyser av dette er foreslått som del av et nytt utredningsprosjekt om Vansjø.



Figur 7. Korrelasjonsplott mellom årsmiddelverdier av totalfosfor i Vanemfjorden og Isesjø i de årene det fantes sammenlignbare data (1987, 1989, 1991, 1995, 1998, 2000, 2001, 2002, 2003).

3. Vurderinger og diskusjon

3.1 Hobølelva

Som i alle norske vassdrag var det stor fokus på tiltak for å minske kloakkutslipp i Vansjø på 1980-tallet. Innenfor landbrukssektoren ble en rekke tiltak anbefalt i Handlingsplanen mot landbruksforurensning i 1985-1989. En rekke tiltak med spesiell fokus på å forhindre erosjon og fosfortap ble gjennomført i slutten av 80-årene. Disse inkluderte bl.a. subsidier, redusert jordarbeiding, pålegg om årlige gjødselplaner, begrensninger i husdyrtetthet, lov om tillatt tidspunkt og metodikk for husdyrgjødselspredning (Lundekvam et al., 2003).

Det har i nedbørfeltet til Hobølelva vært spesiell fokus på jordbrukstiltak fra og med høsten 2001 og dette har redusert den teoretisk beregnede tilførselen med i størrelsesorden 4 tonn fosfor (Notat fra Fylkesmannen og Morsa-prosjektet til SFT). Dette kan sammenlignes med fosfortilførslene til hele vassdraget som er beregnet til ca 20 tonn per år (Lyche Solheim et al. 2001). I perioden 2001-2003 er det også gjennomført avløpstiltak i vassdraget, foreløpig anslått å tilsvare en utslippsreduksjon på ca 0,6 tonn fosfor. Om lag 450 boliger i spredt bebyggelse er nå enten koblet til kommunalt avløp eller har installert egne renseanlegg. Imidlertid er mesteparten av kloakktiltakene gjennomført i 2003 og har derfor hittil i liten grad kunnet spores i vannkvalitetsmålingene i Hobølelva.

De årlige og månedlige variasjonene er sterkt knyttet til mengden av nedbør og avrenning (Figur 4 og tabeller i vedlegg). Fordelingen av nedbør og intensitet kan også ha stor betydning for avvikene i gjennomsnittskonsentrasjoner de enkelte årene. Tidsserier av miljøovervåkingsdata er derfor sterkt påvirket av klimafaktorer som kompliserer konklusjoner om antropogent betingede variasjoner over tid.

TP-konsentrasjonen i Hobølelva er etter vår vurdering forholdsvis høy for ett vassdrag på denne størrelsen. Enkeltmålinger med konsentrasjoner på omlag 0,5 mg/l eller høyere må betegnes som bemerkelsesverdig høye. Til sammenligning overstiger TP-konsentrasjonene sjelden 0,5 mg/l, selv i de mest landbruksintensive områdene i Norge.

Den nedbørrike høsten 2000 gjorde mange bekkeskråninger i Norge ustabile med ras og utglidninger. Data fra landbruksdominerte nedbørfelt viste også meget store tap av fosfor og suspendert tørrstoff høsten 2000. I Hobølelva var konsentrasjonene av TP og STS noe høyere enn normal for denne årstid, men langt fra ekstremt høye (Figur 4).

Målingene viser dessuten meget lav årsmiddelkonsentrasjon av TP i året 2002 (se tabell i vedlegg). Det har faktisk aldri tidligere vært målt så lave fosforkonsentrasjoner. Spørsmålet er derfor hvorvidt de lave konsentrasjonene i 2002 er en effekt av iverksatte tiltak, spesielle klimaforhold i dette året eller andre årsaker. Når vi ser på data fra andre bekker og vassdrag utenfor Vansjø nedbørfelt er det ikke spesielt lave fosforverdier i år 2002. For eksempel viser data fra Jordforsk sin målestasjon i Skuterud landbruksfelt (Ås) at 2002 var tilnærmet et normalår (Figur 10). Det samme gjelder også for andre landbruksbekker i Norge (se f.eks data fra Mørdrebekken i Figur 10). Data fra et meget stort vassdrag som Glomma (Sarpfossen) indikerte heller ikke at fosforverdiene i år 2002 var lavere enn normalt (Figur 12). Slik kan det virke som om de lave fosforkonsentrasjonene i Hobølelva i 2002 ikke er forårsaket av spesielle klima/hydrometeorologiske forhold dette året.

Sammenhengen mellom TP og STS viste god korrelasjon (Figur 9), hvilket indikerer at fosfortapet i nedbørfeltet til Hobølelva er knyttet til partikkeltransport. Dog ikke så sterkt som for Rømuva. Slike korrelasjoner er også observert i andre av Jordforsk sine studier av landbruksavrenning i små nedbørfelt med erosjon som dominerende tapsprosess.

Fosforkonsentrasjonene i Hobølelva var spesielt lave i april 2002 (se tabell i vedlegg). Erfaringsmessig kan fosforkonsentrasjoner i bekker, spesielt landbrukspåvirkede bekker med erosjon som dominerende tapsprosess for fosfor, utvise meget stor variasjon over korte tidsrom spesielt ved episoder med høy vannføring. I Hobølelva ble det i 1985 utført meget hyppig prøvetaking i april måned. Resultatene viste at fosfor konsentrasjonene i denne måneden varierte mye, fra 46 til 478 µg/l (Figur 13). Generelt utføres prøvetakingen i Hobølelva ved Kure hver 14.dag (2 prøver per måned). Dette kan bety at en i april 2002 kan ha vært "uheldig" med å ikke treffe evt. toppkonsentrasjoner. På den annen siden kom snøsmeltinga tidligere enn normalt dette året, noe som avspeiles i relativt høye vannføringer i februar og mars. Total fosfor konsentrasjonene i Skuterudfeltet (Ås) i april 2002 var også lave (Figur 11). De "normale" fosforkonsentrasjonene i 2003 i Hobølelva tilsier mest sannsynlig at de lave konsentrasjonene i år 2002 var tilfeldige eller forårsaket av en tidlig snøsmelting, og at de derved ikke nødvendigvis er en direkte respons på gjennomførte tiltak i nedbørfeltet.

Uansett finner vi indikasjoner på at fosforkonsentrasjonene har avtatt noe hvis en ser hele perioden 1984-2003 under ett. Denne konklusjonen er basert på en subjektiv vurdering av mønsteret i hele tidsserien og til dels også på de statistiske testene (spesielt for månedene august-oktober). Nåværende prøvetakingsstrategi (14 dagers prøver) og den store korttidsvariasjonen i fosforkonsentrasjoner umuliggjør imidlertid tolking av resultater fra enkeltår.

3.2 Storefjorden og Vanemfjorden

Den statistiske testen av tidstrender viste tydelig at både fosfor og klorofyll a har en signifikant økende trend i perioden 1982-2003 i Vanemfjorden. I Storefjorden er imidlertid ikke økningen i total fosfor statistisk signifikant ($p > 0.05$).

Spesielt verdt å bemerke er forverringen i Vanemfjorden med høye TP-verdier etter år 2000, og særlig i 2001 og 2002.

Ett kompliserende forhold å ta høyde for i tolkingen av data, er de tidligere nevnte 'flomårene' 1999 og 2000, spesielt under storflommen høsten 2000 hvor store jordbruksarealer sto under vann og der kloakken fra flere tusen mennesker rant rett ut i vestre Vansjø i flere uker (H.Gunnarsdottir, pers.meld.). Det var derfor viktig å få en vurdering av hvordan disse to høyvannføringsårene har virket inn på Vansjø (begge basseng) i etterfølgende år. Er det de høye vannføringene i 1999 og 2000 med tilhørende store fosfortilførsler som har vært grunnen til den forverrede vannkvaliteten og de store algeoppblomstringene i Vanemfjorden de siste årene? Som Figur 6 viser, så var det like mye alger i Vanemfjorden i flere år før disse flomårene, særlig i perioden 1994-1998. De store algeoppblomstringene de siste årene har følgelig vært av relativt kortvarig karakter, og ikke gitt høyere middelverdier for sesongen enn det som ble observert i siste halvdel av nitti-tallet. Det er altså ikke mulig å se noen enkel sammenheng mellom vannføringen i 1999 og 2000 og algemengdene de siste årene.

Årene 2001-2002 er begge år med høye TP konsentrasjoner i Vanemfjorden. Som vist av Helene Annadotter (se workshop-rapporten Lyche-Solheim et al. 2004) kan det finnes en positiv sammenheng mellom TP-konsentrasjoner og temperatur. Hvis vi i Vanemfjorden ser på år med generelt kaldt vann så noterer vi lave TP konsentrasjoner i 1993. Et tilsvarende "kaldtvannså" i 1987 ga dog 'normale' TP-verdier. Ser vi på de siste årene så var sommeren 2001 litt over normalen med hensyn på temperatur og nedbør. Sommeren 2002 var varmere og tørrere enn normalt (spesielt tørt i august og utover høsten). Dog var juli 2002 regnfull på Østlandet. 2003 var generelt et meget varmt år med nedbørmengder noe over eller nær det normale. Sommermånedene var spesielt varme. Værstasjonen på Rygge satte ny månedsrekord for døgnedbør den 24.juni (41mm). TP-konsentrasjonen i både Storefjorden og Vanemfjorden var dog lavere i 2003 sammenlignet med 2001-2002. Slik sett finnes det ingen påfallende fellestrekk eller enkeltfaktor i værforholdene de siste årene, som kan forklare de generelt høye TP-verdiene i Vanemfjorden på 2000-tallet.

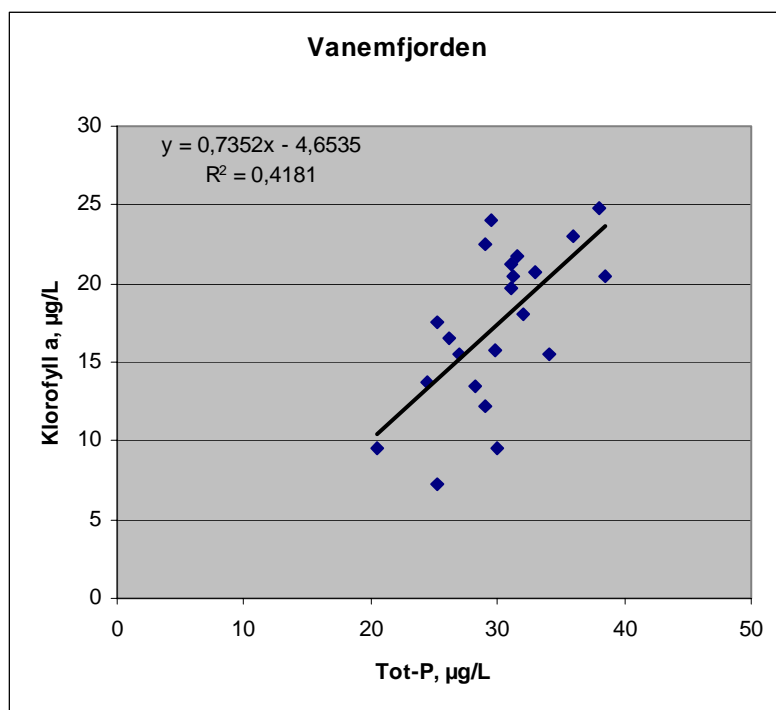
De mer ustabile vintrene de siste 5-8 årene med flere fryse/tine-episoder (T. E. Skaugen, met.no, pers. medd.), kan også være en mulig årsak til de høye fosforkonsentrasjonene de siste årene. Slike forhold fører lett til mer erosjon og derved mer fosfor. Imidlertid burde dette først og fremst gi utslag i høyere TP-konsentrasjoner i Storefjorden siden Hobølelva er mer erosjonsutsatt enn bekkene rundt Vanemfjorden. Høstflommen 2000 står da igjen som forklaring, ved siden av økt internbelastning. I en nylig publisert artikkel indikeres det at tilførsel fra bekker i høst, vinter og vår-månedene kan påvirke fosforkonsentrasjonen i innsjøer etterfølgende sommersesong (Bechmann et al., 2004).

Økt interngjødsling (fra bunnsedimenter) i kombinasjon med effekten av høstflommene og en indikasjon på noe høyere vanntemperaturer er de mest sannsynlige forklaringene til de høye TP-konsentrasjonene i Vanemfjorden på 2000-tallet. Omfanget av interne gjødsling fra sedimentene og hvilke mengder fosfor som er lagret i sedimentene er imidlertid ikke kjent.

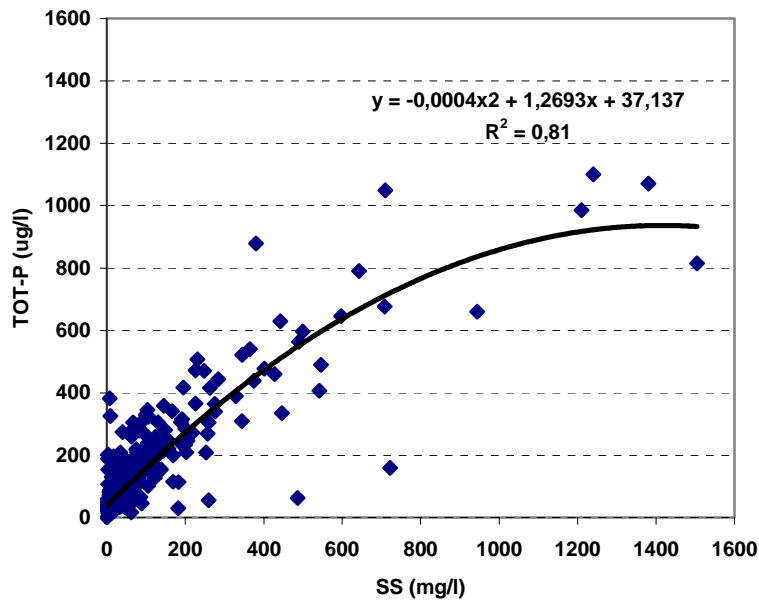
Det er viktig å påpeke at algemengden i Vanemfjorden altså har vært omtrent på samme nivå siden midten av 90-tallet, selv om det har vært kortvarige episoder med ekstreme algemengder i de siste årene. Det er altså ingen klar sammenheng mellom algemengde og fosforkonsentrasjon fra år til år, selv om vi generelt kan få høye algemengder ved fosforkonsentrasjoner mellom 30 og 40 µg/L (figur 8). Vi tar her forbehold om mulig overestimering av klorofyllverdiene pga. mulige analysefeil i denne perioden.

Erfaringsmessig tar det ofte lang tid å få snudd en negativ utvikling etter gjennomføring av tiltak. Eksempelvis kan det nevnes at Gjersjøen brukte >10 år fra fosforkonsentrasjonen ble redusert til algemengdene også ble redusert. Det er liten grunn til å vente at Vanemfjorden vil respondere raskere, da man sannsynligvis her har intern gjødsling fra sedimentene som vil forsinke responsen på reduserte eksterne tilførsler ytterligere.

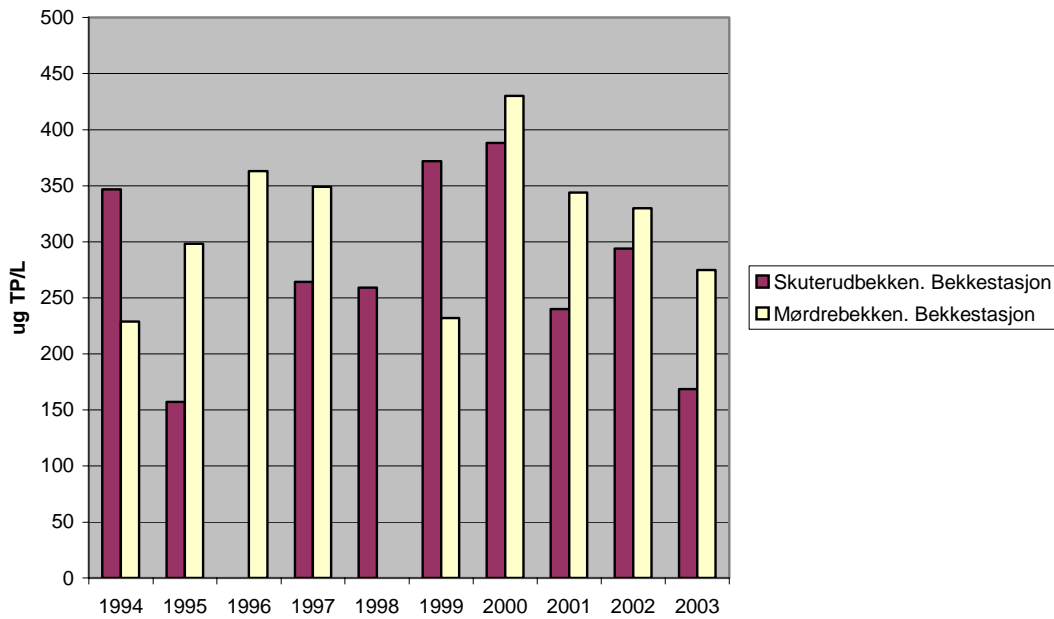
Hvordan de klimatiske forholdene vil påvirke situasjonen er foreløpig uklart. Bedre datainnsamling og nye analyser kan bidra til å klarlegge dette.



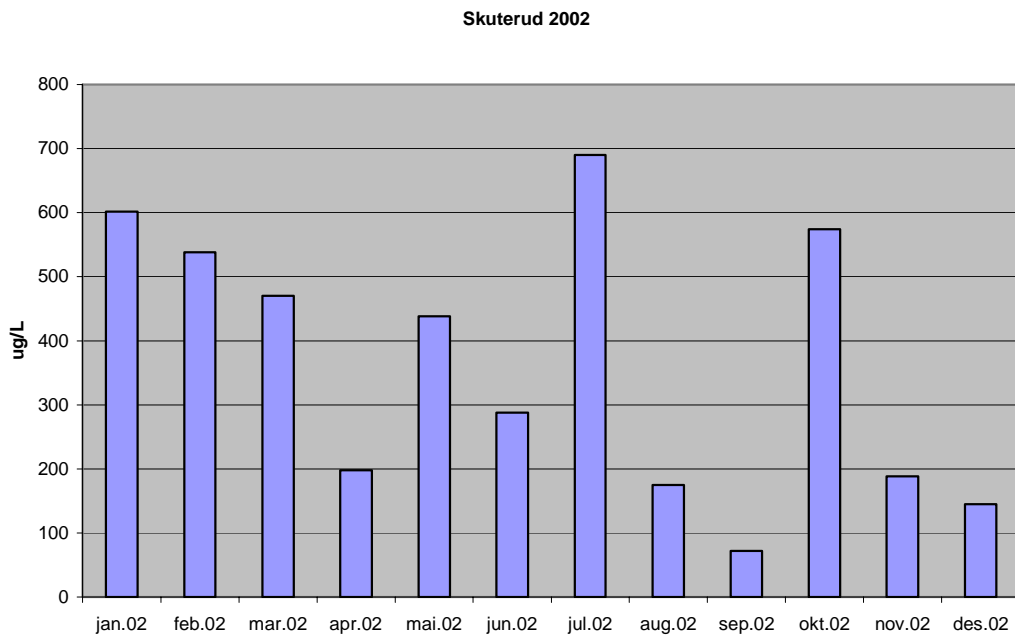
Figur 8. Sammenheng mellom totalfosfor og klorofyll a i Vanemfjorden.



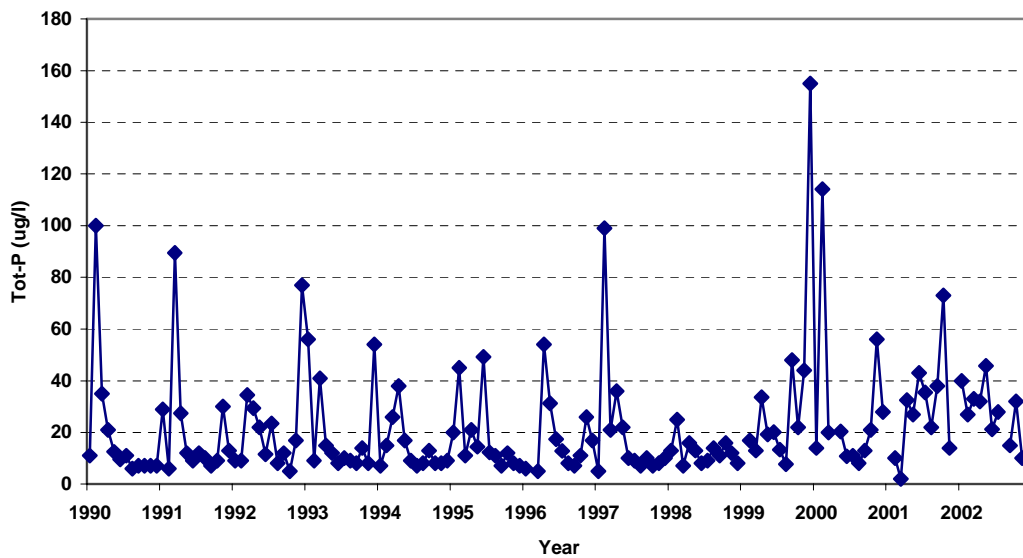
Figur 9. Korrelasjonsplot mellom observert konsentrasjoner av TP og STS i Hobølelva (Kure)



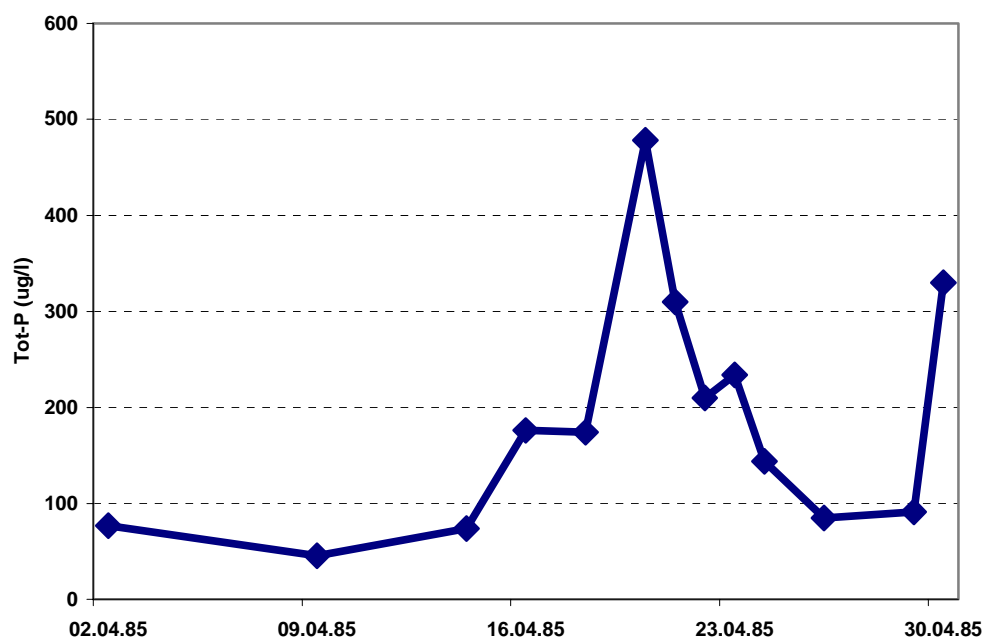
Figur 10. Årsmiddelverdier av total fosfor i Skuterudbekken og Mørdrebekken. (Kilde: Jordforsk, JOVA-programmet)



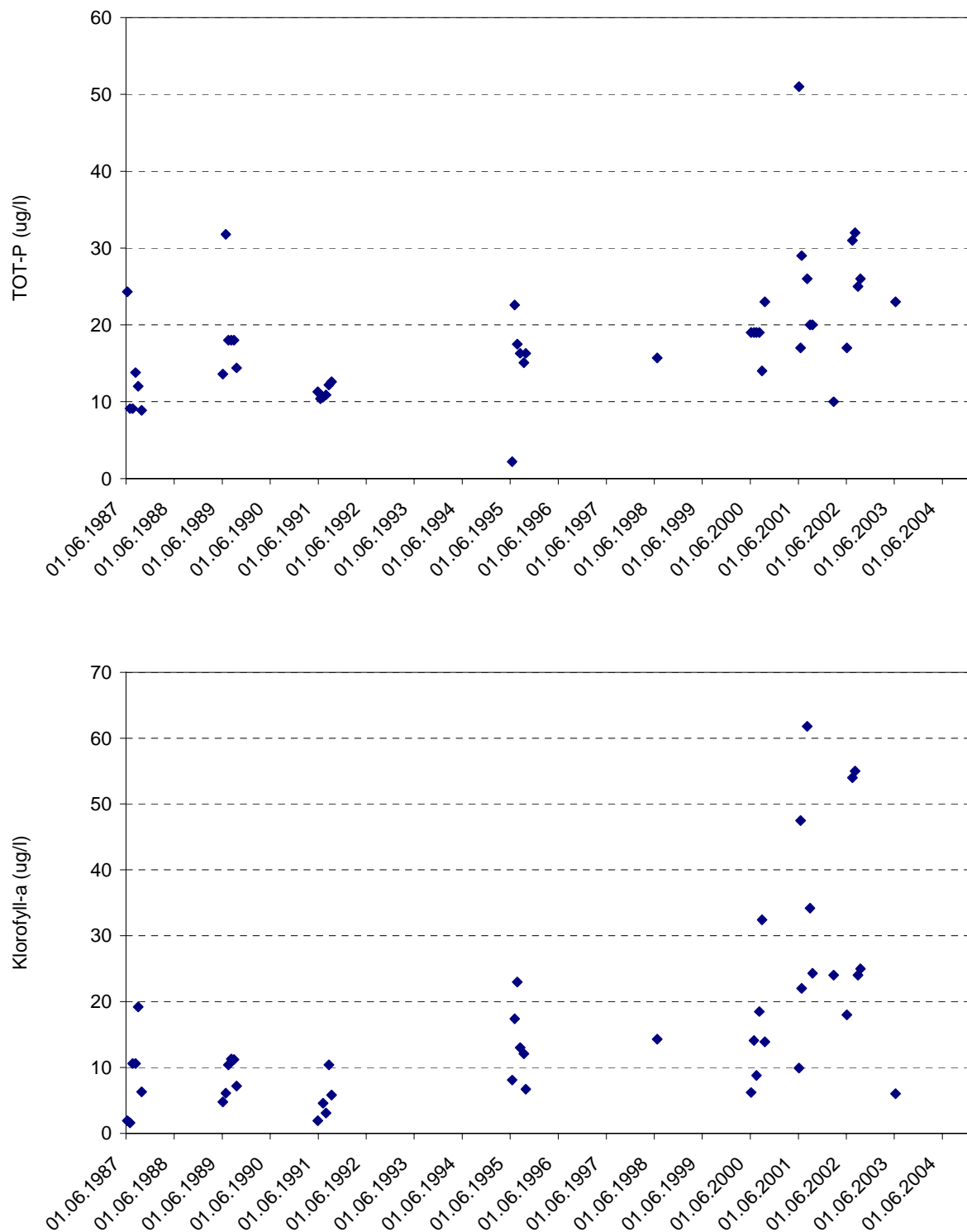
Figur 11. Månedsmiddel konsentrasjoner av total fosfor i Skuterudbekken. (Kilde: Jordforsk, JOVA-programmet)



Figur 12. TP-konsentrasjoner i Glomma (Sarpfossen). Kilde: SFT (elvetilførselprogrammet)



Figur 13. Kampanjemålinger av total fosfor i Hobølelva (Kure) april 1985.



Figur 14. Tidsutvikling av fosfor (øvre fig.) og klorofyll (nedre fig.) i Isesjøen 1987-2003.

4. Konklusjoner

Ingen av de tre analyserte tidsseriene (total fosfor, suspendert tørrstoff og total nitrogen) i Hobølelva viser statistisk signifikant nedgang ($p > 0.05$) i årsmiddelkonsentrasjon i perioden 1984-2003. Imidlertid viser TP og STS i enkelte måneder, spesielt på høsten, statistisk signifikante nedadgående trender.

Det generelle bildet av kun svake statistisk signifikante nedganger i næringsstoffkonsentrasjoner stemmer overens med andre undersøkelser bl.a. fordi variasjoner i vær og avrenning fra år til år har stor betydning. Hvorvidt dette også skyldes at iverksatte tiltak i nedbørfeltet ikke har hatt særlig effekt er vanskelig å vurdere med dette empiriske grunnlaget. Det er to kompliserende faglige grunner til det:

1. Fosfor og suspendert tørrstoff har erfaringsmessig en meget rask variasjon over korte tidsrom, hvilket også ble vist fra kampanjemålingene våren 1985. Stikkprøvetaking hver 7. eller 14 dag kan derfor underestimere middelkonsentrasjonen og gi tilfeldige variasjoner.
2. En stor del av tiltakene er iverksatt i perioden 2001 og senere. Pga. klimatiske år-til-år-variasjoner og tidsforsinkelse i responsen på reduserte tilførsler, kan vi derfor ikke konkludere med at de har resultert i forandret/forbedret vannkvalitet.

De påviste nedgangene i fosfor og suspendert tørrstoff i Hobølelva i høstmånedene er imidlertid statistisk signifikante og mest sannsynlig en effekt av tiltakene rettet mot erosjon. En fortsatt hyppig og systematisk overvåking av Hobølelva og Vansjø er dog helt nødvendig for å kunne spore effekter av iverksatte tiltak og vil gi verdifull informasjon for evt. framtidlige supplerende tiltak i nedbørfeltet. Økt prøvetakingsfrekvens ved snøsmelting og regnværsituasjoner vil videre gi verdifull informasjon om den raske fosfordynamikken, forbedre tallgrunnlaget for sikrere transportberegninger, og ikke minst, bedre faglige vurderinger av den "virkelige" effekten av tiltak.

For fosfor er det dog kun Vanemfjorden som viser en statistisk signifikant økende trend i perioden 1982-2003. Imidlertid bør det bemerkes at data siden 1995 kun er samlet inn i sommermånedene og tidlig høst (juni-september). Det betyr at vi mangler informasjon om innsjøens fosfordynamikk gjennom en hel årssyklus. Som påvist i Hobølelva skjer de store transportene av fosfor i forbindelse med snøsmelting (normalt i april) og ved sene høstregnsperioder (oktober-desember).

Økt interngjødsling (fra bunnsedimenter) i kombinasjon med effekten av høstflommene og indikasjoner på noe høyere temperaturer er de mest sannsynlige forklaringene på de høye TP-konsentrasjonene i Vanemfjorden på 2000-tallet. Omfanget av den interne gjødslingen fra sedimentene og mengde fosfor som er lagret i sedimentene er imidlertid ikke kjent. Fra de eksisterende måleserier og faglige erfaringer kan vi imidlertid fastslå at tolking av enkelte års overvåkingstall er meget vanskelig, spesielt i situasjoner der det mangler grunnleggende data fra mulige forklaringsfaktorer. F. eks gjør mangelen på temperaturdata etter 1996 det ekstra vanskelig å vurdere hvorvidt endringene skyldes klimatiske forhold og/eller tiltak som er gjennomført.

I både Storefjorden og Vanemfjorden viser klorofyll en statistisk signifikant økende trend i perioden 1982-2003. Det er viktig å påpeke at algemengden i Vanemfjorden har vært omtrent på samme nivå siden midten av 90-tallet, selv om det har vært kortvarige episoder med ekstreme algemengder i de siste årene. Det er altså ingen klar sammenheng mellom algemengde og fosforkonsentrasjon fra år til år, selv om vi generelt kan få høye algemengder ved det fosfornivået som nå gjelder i Vanemfjorden med konsentrasjoner mellom 30 og 40 $\mu\text{g/L}$.

NIVA er kjent med at det i analysematerialiet i undersøkelsesperioden har forekommet metodiske problemer knyttet til analyse av fosfor og klorofyll-a. Dette kan i perioder ha påvirket nøyaktigheten

og presisjonen for de nevnte analysene. Dette er forhold som kan medføre at det blir enda vanskeligere å trekke konklusjoner basert på svakt signifikante trender.

5. Referanser

- BECHMANN, ME., BERGE, D., EGGESTAD, HO. & VANDSEMB, SM. 2005. Phosphorus transfer from agricultural areas and its impact on the eutrophication of lakes - two long-term integrated studies from Norway. *Journal of Hydrology* (in press)
- FYLKESMANNEN I ØSTFOLD OG MORSÅ-PROSJEKTET. 2004. *Bakgrunnsmateriale til SFT i forbindelse med MDs henvendelse om status for arbeidet med begrenning av forurensingen i Vansjø-Hobølvassdraget*. Notat til SFT datert 12.08.2004
- HIRSCH, R.-M., SLACK, J. R., & SMITH, R.A. 1982. Techniques of Trend Analysis for Monthly Water Quality Data. *Water Resources Research* **18**(1): 107-121
- HIRSCH, R.-M., & SLACK, J.-R. 1984. A nonparametric trend test for seasonal data with serial dependence. *Water Resources Research* **20**: 727-732
- LIBISELLER, C., & GRIMVALL, A. 2002. Performance of Partial Mann-Kendall Test for Trend Detection in the Presence of Covariates. *Environmetrics* **13**: 71-84
- LUDVIGSEN, G.H. & SKJEVDAL, R. 2003. Hobølelva. I: Vandsemb, S.M. og Skjevdal, R. (red.) *Jord- og vannovervåking i Norge, Feltrapporter for programmet i 2002. Jordforsk rapport 84/2003*.
- LUNDEKVAM H. ROMSTAD E, ØYGARDEN L. 2003. Agricultural policies in Norway and effects on soil erosion. *Environmental Science and Policy* **6**: 57-67.
- LYCHE SOLHEIM, A. STÅLNACKE, P., BECKMANN, M., BRABRAND, Å., BJØRNDALEN, K., BELDRING, S., ANDERSEN, T., SØNDERGAARD, M. & ANNADOTTER, H. 2004. Restaurering av Vanemfjorden. Rapport fra workshop i juni 2004. NIVA-rapport nr. 4894-2004: 33 s.
- STÅLNACKE, P., & GRIMVALL, A. 2000. Hydrological normalization of nutrient deliveries from agricultural catchments. *Reviewed Proceedings from Eleventh Annual Conference on Applied Statistics in Agriculture*, Kansas State Univeristy, p. 145-155

Vedlegg A. Data i Hobøelva og Vansjø

Månedsmiddel vannføring i Hobøelva (Kure) 1982-2003

År	Måned												Middel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1982	5,6	3,3	24,4	37,1	14,5	3,8	1,6	0,6	4,2	15,7	37,6	28,4	14,5
1983	23,1	5,1	7,9	23,3	14,6	5,5	1,8	0,2	8,5	18,6	5,7	5,4	10,0
1984	10,1	3,7	2,7	33,7	8,8	6,9	5,8	2,6	4,3	30,5	19,1	26,2	12,8
1985	5,7	2,1	3,1	34,0	24,5	4,6	13,4	18,7	21,7	11,8	12,9	8,9	13,5
1986	6,1	2,2	14,3	25,1	32,1	5,3	0,9	2,5	2,8	8,7	29,5	12,7	11,9
1987	3,4	1,6	2,4	40,7	15,2	17,4	4,6	7,4	17,0	54,1	30,9	5,2	16,7
1988	14,0	16,1	7,2	42,7	19,4	4,9	10,2	20,6	27,5	17,2	9,2	4,5	16,1
1989	13,6	11,7	31,0	19,3	5,6	2,1	0,6	10,5	3,9	6,4	19,5	4,6	10,8
1990	20,9	44,8	12,2	8,6	3,1	1,4	2,3	1,1	2,7	8,8	11,1	18,1	11,3
1991	19,5	5,1	23,1	15,9	2,5	2,5	3,8	2,0	1,7	15,4	29,3	7,6	10,7
1992	4,2	2,6	17,9	12,2	13,3	1,2	0,8	4,6	7,7	3,5	21,6	26,6	9,7
1993	5,1	3,4	4,5	7,8	8,5	0,9	1,0	5,2	1,7	21,7	13,1	15,6	7,4
1994	6,3	3,0	10,0	50,3	4,6	0,4	0,2	3,1	14,8	7,3	13,1	17,5	10,9
1995	9,4	8,7	14,3	26,7	9,6	15,6	2,8	1,4	1,9	9,0	5,4	4,2	9,3
1996	1,6	0,6	0,6	11,5	16,9	5,4	2,1	1,2	2,7	21,0	29,6	17,1	9,2
1997	2,4	3,4	10,6	4,8	10,8	2,5	1,6	0,9	3,4	8,7	11,7	13,5	6,2
1998	18,9	10,1	8,0	22,9	8,2	6,5	4,9	4,0	14,1	17,7	11,7	10,5	11,5
1999	33,6	5,5	21,7	44,7	10,6	11,4	10,9	2,5	14,8	22,3	9,3	26,8	17,8
2000	16,9	9,1	12,0	20,7	7,9	5,6	3,8	4,0	2,9	36,2	80,9	38,1	19,8
2001	15,3	6,3	7,9	36,1	12,0	4,3	2,8	3,9	8,2	22,6	8,9	9,5	11,5
2002	8,9	20,9	10,7	8,3	10,0	5,4	15,0	5,5	1,8	11,3	9,4	4,3	9,3
2003	20,2	8,6	15,4	19,7	20,0	5,3	3,4	2,7	1,4	1,4	9,1	15,7	10,2
Average (1982-2003)	12,0	8,1	11,9	24,8	12,4	5,4	4,3	4,8	7,7	16,8	19,5	14,6	11,9
Average (2001-2003)	14,8	12,0	11,3	21,4	14,0	5,0	7,0	4,0	3,8	11,8	9,1	9,9	10,3

Månedsmiddelkonsentrasjoner av total fosfor i Hobøelva (Kure)

År	Måned												Middel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1984	44	52	44	108	34	54	70	54	136	183	119	329	100
1985	36	124	131	186	54	54	71	125	115	217	336	30	123
1986	74	43	161	291	86	30	33	192	41	114	196	34	108
1987		53	60	79	56	124	44	118	103	235	72		94
1988	191	54	28	77	35	46	54	57	59	49	28	34	59
1989	41	96	101	50	33	36	43	77	54	39	39	23	52
1990	405	186	34	70	33	39	69	41	58	78	51	62	94
1991	30	37	199	45	23	28	51	28	26	44	97		55
1992	22	117	196	66	33	32	33	91	51	41	265	257	100
1993		66	646	45	39	39	37	59	32	41	60		68
1994		31	86	133	27	29	31	52	91	76	82	162	73
1995	69	284	37	39	26	178	51	87	55	49	29	29	78
1996		40	56	284	221	46	70	48	117	155	204	51	117
1997	46	109	70	39	37	37	40	46	71	39	57	48	53
1998	76	76	40	89	34	48	40	66	78	133	88	107	73
1999	100	31	189	108	37	57	44	41	282	164	172	109	111
2000	59	122	115	144	76	34	39	43	66	128	199	73	91
2001	35	45	97	169	54	40	86	63	37	72	34	114	70
2002	28	43	102	19	42	31	70	50	42	38	39	30	44
2003	54	37	102	104	42	39	89	51	34	35	32	255	73
Snitt 1984-2003	82	82	125	107	51	51	53	69	77	96	110	103	82
Snitt 2001-2003	39	42	100	97	46	37	82	55	38	48	35	133	62

Månedsmiddelkonsentrasjoner av suspendert tørrstoff i Hobølelva (Kure)

År	Måned												Middel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1984	5,8	2,8	2,8	46,8	6,7	310,7	20,4	7,0	26,3	58,9	35,3	154,7	56,5
1985	5,0	3,4	4,4	125,4	27,1	7,9	20,6	50,9	60,7	118,1	359,9	3,6	65,6
1986	10,1	2,2	14,6	102,4	37,8	6,6	6,1	22,3	4,6	114,5	39,6	9,0	30,8
1987		3,5	6,6	29,2	11,0	56,5	8,5	33,5	39,8	142,8	33,5		36,5
1988	136,6	15,8	4,8	123,6	12,9	16,9	21,9	22,4	22,3	50,3	5,3	3,8	36,4
1989	14,2	64,7	98,0	25,6	6,4	7,2	7,4	34,7	12,6	10,6	13,8	20,0	26,6
1990	463,0	154,0	16,4	33,6	7,9	8,5	26,1	8,2	9,9	34,0	39,4	9,9	67,6
1991	8,4	3,5	178,3	62,5	7,0	5,7	21,0	4,5	4,5	7,6	78,6	5,3	32,3
1992	3,2	63,2	194,4	26,4	13,6	6,2	4,8	35,8	10,6	10,9	178,6	177,2	60,4
1993		27,6	597,0	12,4	13,9	7,3	7,5	14,8	6,0	9,9	20,4		70,7
1994		3,7	36,3	89,4	7,3	4,0	3,8	8,3	57,9	19,2	21,7	98,4	31,8
1995	18,7	261,0	8,4	12,7	7,6	57,7	8,0	18,6	8,5	8,9	6,2	3,8	35,0
1996		2,7	5,3	103,5	119,7	10,8	11,7	6,8	57,9	81,1	102,2	15,8	47,0
1997	7,3	62,4	78,9	10,2	13,5	7,8	8,9	7,9	20,9	9,2	19,9	21,2	22,3
1998	24,1	26,7	8,7	37,0	9,3	10,1	7,8	13,5	22,1	24,6	20,5	28,7	19,4
1999	47,9	5,2	58,8	43,3	7,3	16,9	9,7	6,3	143,6	57,4	71,4	65,2	44,4
2000	20,7	74,0	42,8	69,7	19,9	7,8	9,6	9,3	9,0	36,2	100,6	25,5	35,4
2001	14,4	6,1	30,0	100,0	12,2	6,9	19,5	13,6	6,7	58,1	8,9	40,6	26,4
2002	5,3	13,0	43,0	8,0	8,0	9,5	19,0	9,5	7,3	8,5	6,0	5,0	11,8
2003	24,4	10,3	59,8	47,6	12,3	6,6	21,2	7,5	4,3	3,3	5,9	121,9	27,1
Snitt 1984-2003	50,6	40,3	74,5	55,5	18,1	28,6	13,2	16,8	26,8	43,2	58,4	45,0	39,2
Snitt 2001-2003	15	10	44	52	11	8	20	10	6	23	7	56	22

Månedsmiddelkonsentrasjoner av total nitrogen i Hobølelva (Kure)

År	Måned												Middel
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1984	1356	1200	1400	1718	1520	3268	1145	970	1912	1862	1571	1886	1650
1985	1173	2020	2230	1885	1098	1180	1400	1384	1208	1696	3060	1120	1621
1986	1290	1400	1930	1505	1340	850	710	3020	760	2010	1928	1326	1506
1987		1850	2490	1787	2242	3473	1145	1903	1488	1268	906		1855
1988	1545	1080	962	1046	757	1223	1077	1188	1111	1446	888	953	1106
1989	1490	2504	2108	2091	1156	890	990	2043	800	1473	1790	1080	1534
1990	2560	2237	1188	2298	895	1110	1652	1092	1953	2140	2776	1683	1799
1991	1710	1310	1852	1168	890	830	1395	673	903	3750	2830	1170	1540
1992	970	1684	3678	2900	1170	949	762	6727	3305	2510	5318	2713	2724
1993		1215	3430	1855	1598	988	1253	1504	1221	1788	1602		1645
1994		1420	1883	1378	953	632	993	2855	3913	3340	6880	4610	2578
1995	2003	1693	1318	1265	917	4705	1167	1332	1503	1825	1393	2095	1770
1996		1613	2249	2741	3050	1648	1192	1224	2948	3588	1988	1492	2158
1997	1518	1638	1578	1210	1406	994	829	919	2598	2681	2828	1563	1646
1998	2945	1963	1753	2344	1268	2239	1064	1360	1416	2995	1813	1747	1909
1999	1757	1069	1220	1716	1508	2218	1105	849	1884	1655	1842	1435	1522
2000	1143	1351	1233	1914	1161	1211	1033	1054	1826	2542	1158	951	1381
2001	873	908	1349	1522	1399	1010	1064	986	861	932	982	2327	1184
2002	1295	1120	1262	958	1051	1030	1081	938	1713	1571	1636	1436	1257
2003	1515	1510	2023,5	3675	2685	937	1620	1352	1100	2750	2045	4081	2108
Snitt 1984-2003	1571	1539	1857	1849	1403	1569	1134	1669	1721	2191	2262	1870	1725
Snitt 2001-2003	1228	1179	1545	2052	1712	992	1255	1092	1225	1751	1554	2615	1516

Månedsmiddelkonsentrasjoner av TP i Vanemfjorden

År	Måned								Års-Middel
	3	4	5	6	7	8	9	10	
1983		38	33	26	25	31	19		28
1984	15		23	24	31	31	22	23	24
1985				27	26	29	23	21	26
1986				26	29	32	32		30
1987				23	20	18	21		20
1988				27	29	22	23		25
1989			38	29	15	24	30		27
1990			33	26	32	32	23		29
1991			26	22	34	30	34	20	27
1992			34	30	36	31	27		31
1993			17	25	33	33	25		27
1994			24	29	33	35	28		30
1995				19	30	40	29		29
1996				28	32	33	31		31
1997				22	33	33	28		29
1998				26	28	43	29		32
1999									32
2000				32	40	32	28		33
2001				42	51	35	26		38
2002				37	52	32	31		37
2003				40	29	30	37		34
2004				42	37	27	38		37
1983-2004	15	38	29	29	32	31	28	22	29
2001-2004				40	42	31	33		37

Månedsmiddelkonsentrasjoner av TP i Storefjorden

År	Måned								Års-Middel
	3	4	5	6	7	8	9	10	
1983		36	39	28	17	11	12		23
1984	13		21	16	14	17	11	29	19
1985				24	15	23	19	19	21
1986				23	20	20	19		20
1987				22	16	15	22		19
1988				34	19	23	22		26
1989			36	29	19	21	17		25
1990	56		42	27	19	16	16		27
1991			22	16	17	16	12	18	17
1992			26	15	17	14	18		17
1993			22	20	12	13	12		16
1994				20	13	12	17		16
1995				40	21	19	19		23
1996				16	20	15	12		16
1997				20	15	15	14		16
1998				25	21	17	18		20
1999									20
2000				29	29	22	34		27
2001				31	17	19	21		23
2002				16	43	21	17		22
2003				20	14	24	16		17
2004				15	14	12	22		16
1983-2004	35	36	30	23	18	17	17	24	20
2001-2004				20	22	19	19		20

Månedsmiddelkonsentrasjoner av klorofyll i Vanemfjorden

År	Måned								Års-Middel
	3	4	5	6	7	8	9	10	
1983		2	3	7	9	8	5		6
1984			10	14	18	23	7	6	14
1985				15	19	21	11	5	15
1986				8	16	24	15		16
1987				8	6	11	13		9
1988				14	20	23	13		18
1989			6	11	8	28	8		14
1990			7	8	16	18	12		12
1991			9	9	8	15	6	5	9
1992			6	14	21	19	25		17
1993			9	10	8	19	12		13
1994			6	12	18	30	22		18
1995				18	22	41	15		22
1996				17	28	23	17		21
1997				15	24	27	24		23
1998				15	26	25	21		21
1999									18
2000				18	14	32	19		22
2001				23	19	21	19		21
2002				21	27	33	18		26
2003				13	18	14	17		15
2004				44	21	8	19		27
1983-2004		2	7	15	18	22	15	6	16
2001-2004				25	21	19	18		22

Månedsmiddelkonsentrasjoner av klorofyll i Storefjorden

År	Måned								Års-Middel
	3	4	5	6	7	8	9	10	
1983		1	2	4	5	2	2		3
1984			6	6	7	7	5	4	6
1985				9	10	14	6	3	9
1986				5	11	15	4		8
1987				4	4	6	7		5
1988				10	11	9	4		9
1989			3	7	5	8	4		6
1990	4		5	7	7	7	4		6
1991			3	5	2	5	7	5	5
1992			3	7	5	9	5		6
1993			8	5	6	7	4		6
1994				5	5	8	8		6
1995				13	10	7	7		9
1996				6	8	7	6		7
1997				11	10	6	8		9
1998				10	12	6	5		8
1999									7
2000				9	8	11	8		10
2001				8	11	16	16		13
2002				8	10	10	7		9
2003				8	8	9	6		8
2004				12	11	7	6		10
1983-2004	4	1	4	7	8	8	6	4	7
2001-2004				9	10	10	9		10