



Rapport LNR 5146-2006



Utredninger Vansjø 2005

Sammendrag og anbefalinger



Biologisk Institutt
og LFI



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

Midt-Norge

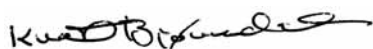
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 54 63 85 / 86
Telefax (47) 54 63 87

Tittel Utredninger Vansjø 2005 – Sammendrag og anbefalinger	Løpenr. (for bestilling) 5146-2006	Dato 15.08.06
	Prosjektnr. Undernr. O-25207	Sider Pris 41s
Forfattere Knut Bjørndalen (NIVA), Tom Andersen (UiO), Marianne Bechmann (Bioforsk), Stig A. Borgvang (NIVA), Åge Brabrand (UiO), Johannes Delstra (Jordforsk), Helga Gunnarsdottir (Morsa), Anders Hobæk (NIVA), Tuomo Saloranta (NIVA), Eva Skarbøvik, og Anne Lyche Solheim (NIVA),	Fagområde Eutrofi Ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver Statens forurensningstilsyn og Vannområdeutvalget Morsa	Oppdragsreferanse Helga Gunnarsdottir
--	--

<p>Sammendrag</p> <p>Vannområdet Morsa fikk i 2005 økonomisk støtte fra MD/SFT til å gjennomføre utredninger i Vansjø i 2005. Hovedmålsettingen var å få økt kunnskap om innsjøen og prosesser knyttet til omsetningen av næringsstoffer som grunnlag for planlegging av videre hensiktsmessige tiltak. Utredninger Vansjø har bestått av følgende delprosjekter: 1. Kartlegging av variasjon av tilstand i Vansjø, 2. Undersøke mulig interngjødsling i Vestre Vansjø, 3. Utrede naturtilstanden i Vansjø ved sedimentundersøkelser 4. Forbedre tilførselsberegninger og 5. Beregne tålegrenser vha hydrologisk/økologisk modellering. Dette er en sammendragsrapport som omhandler alle delprosjektene i tillegg til et sammendrag av resultatene i prosjektet <i>Lokale fosfortilførsler til Vestre Vansjø</i> i regi av Jordforsk, finansiert av kommunene Moss, Rygge og Våler. Sammendragsrapporten inneholder også et kapittel om fosforbudsjett for Vansjø og et kapittel om anbefalinger av tiltak. For å lese resultatene av undersøkelsene vises det til sammendraget i rapporten</p>
--

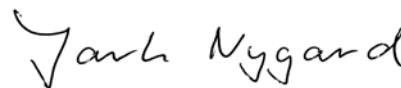
<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Overvåking 2. Interngjødsling 3. Naturtilstand 4. Transport av næringsstoffer 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Monitoring 2. Internal loading 3. Reference conditions 4. Nutrient loads
--	---



Knut Bjørndalen
Prosjektleder



Stig A. Borgvang
Forskningsleder



Jarle Nygard
Fag- og markedsdirektør

Utredninger Vansjø 2005

Sammendrag og anbefalinger

Forord

Denne rapporten presenterer resultatene fra prosjektet *Utredninger Vansjø 2005*. Prosjektet ble igangsatt da Vannområdeutvalget Morsa i 2005 fikk økonomisk støtte fra Miljøverndepartementet (MD)/ Statens forurensningstilsyn (SFT) til å gjennomføre utredninger med det hovedmål å få økt kunnskap om innsjøen og prosesser knyttet til næringsstoffer som grunnlag for planlegging av videre hensiktsmessige tiltak.

Utredninger Vansjø ble, etter en avsluttet anbudskonkurranse, gjennomført av et konsortium bestående av Norsk institutt for vannforskning (NIVA), Universitet i Oslo (v. Biologisk Institutt og Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske (LFI)) og Jordforsk. NIVA har hatt prosjektledelsen og har vært ansvarlig overfor oppdragsgiver. NIVA har også hatt det overordnede ansvaret for kvalitetssikringen av prosjektet og dets leveranser. NIVA har samarbeidet med International Research Institute of Stavanger (IRIS) om arbeidsoppgaver som var av felles interesse for både Vansjø og Jærvassdragene deriblant utvekslingsforsøk med sedimenter for å vurdere størrelsesorden av fosfortap fra sedimenter.

Utredninger Vansjø har bestått av følgende delprosjekter med følgende hovedansvarlige:

- Kartlegging av variasjon av tilstand i Vansjø. *Hovedansv.: Knut Bjørndalen, NIVA*
- Undersøke mulig interngjødsling i Vestre Vansjø. *Hovedansv.: Tom Andersen, UiO, med Åge Brabrand, UiO, som faglig ansvarlig for fiskens betydning*
- Utrede naturtilstanden i Vansjø ved sedimentundersøkelser. *Hovedansv.: Anne Lyche Solheim, NIVA*
- Forbedre tilførselsberegninger. *Hovedansv.: Johannes Deelstra, Jordforsk*
- Beregne tålegrenser vha hydrologisk/økologisk modellering. *Hovedansv.: Tuomo Saloranta, NIVA*

I tillegg til hovedfinansieringen via MD/SFT har prosjektet blitt samordnet med og støttet av andre forskningsprogrammer for å øke kunnskapsutbyttet. Dette gjelder EU-prosjektene REBECCA og EUROHARP, samt Intereg IIIB-programmet NOLIMP.

Prosjektet er samordnet med vannkvalitetsovervåkingen i regi av Fylkesmannen i Østfold. Prosjektet har også benyttet resultater fra Grimstadbukta som er finansiert av MOVAR IKS, og fra prosjektet *Lokale fosfortilførsler til Vestre Vansjø* i regi av Jordforsk, finansiert av kommunene Moss, Rygge og Våler.

Prosjektleder for konsortiet har vært forsker Knut Bjørndalen, NIVA, mens prosjektets kvalitetssikrer har vært forskningsleder Stig A. Borgvang, NIVA. Oppdragsgivers kontaktperson har vært daglig leder Helga Gunnarsdottir, Vannområdeutvalget Morsa.

Konsortiet vil takke Helga Gunnarsdottir som en aktiv og konstruktiv medspiller gjennom hele prosjektperioden. Konsortiet vil i tillegg takke leder av Vannområdeutvalget Morsa Kjell Løkke for reflekterende innspill og nyttige diskusjoner. Konsortiet vil også få takke representantene fra Morkommunene, Vansjø grunneierlag, fylkesmennene og fylkeskommunene i Akershus og Østfold for nyttige innspill på arbeidsseminaret på Kjærnes den 9. og 10. januar 2006. Konsortiet vil til slutt takke MOVAR IKS for samarbeidet under feltarbeidet.

NIVA, den 15. august 2006

Knut Bjørndalen
prosjektleder

Innhold

Sammendrag	6
1. Innledning	8
2. Vansjøs nedbørfeltet	9
2.1 Innsjøen Vansjø	10
2.2 Brukerinteresser	11
2.3 Tiltaksgjennomføring 2001-2004	11
3. Kartlegging av vannkvaliteten	12
3.1 Variasjoner i vannkvaliteten i undersøkelsesperioden	12
3.2 Historisk utvikling i fosfor og klorofyll-a	16
3.3 Variasjoner i vannkvaliteten regionalt i Vansjø	17
3.4 Klassifisering av Vansjø	18
4. Interngjødsling	19
4.1 Bakgrunn	19
4.2 Sedimentenes betydning	20
4.3 Fiskens betydning	23
5. Vurdering av naturtilstanden og eutrofiutviklingen	26
5.1 Bakgrunn	26
5.2 Resultater	27
6. Forbedring av tilførselsberegninger i Hobøelva	29
6.1 Bakgrunn	29
6.2 Metodikk	30
6.3 Konsentrasjon av suspendert tørrstoff og fosfor i Hobøelva i 2005	30
6.4 Transportberegninger - resultat og konklusjoner	31
6.5 Anbefalinger	32
7. Numerisk modellering i Vansjø 2005	32
8. Lokale tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva	34
9. Fosforbudsjett	37
9.1 Bakgrunn	37
9.2 Beregning av nytt fosforbudsjett	37
10. Anbefalinger	39
10.1 Landbaserte tiltak:	39
10.2 Innsjøinterne tiltak	40

Sammendrag

Bakgrunn

Vannområdeutvalget Morsa fikk i 2005 økonomisk støtte fra Miljøverndepartementet/Statens forurensningstilsyn til å gjennomføre utredninger i Vansjø i 2005. Hovedmålsetningen var å få økt kunnskap om innsjøen og prosesser knyttet til omsetningen av næringsstoffer, som grunnlag for planlegging av videre hensiktsmessige tiltak.

Kartlegging av vannkvaliteten

Vannkvalitetsovervåkingen pågikk i perioden fra den 18.april til den 10.oktober 2005. Resultatene viser at mens vannkvaliteten i Storefjorden har blitt bedre de siste 5 årene, er en tilsvarende utvikling ikke synlig i Vanemfjorden. Det ble i Vanemfjorden og Grepperødfjorden påvist svært store mengder også i 2005. Mens det var blågrønnalgene som dominerte planteplanktonsamfunnet i Vanemfjorden dominerte problemalgen *Gonyostomum semen* i Grepperødfjorden. I Storefjorden ble algegiften microcystin ikke påvist høyere enn 1 µg/L, som er grensen for maksimal microcystinkonsentrasjon i rentvann. Det ble ikke påvist microcystin i rentvannet fra Vansjø vannverk. I Vanemfjorden ble det påvist en konsentrasjon av microcystin opp mot 10 µg/L, dvs. opp mot grensen for badevannskvalitet (på 10 µg/L). NIVA anbefalte i denne situasjonen de lokale helsemyndighetene å fraråde befolkningen å bade i denne delen av Vansjø. Den 14. juli ble 29 stasjoner i Vansjø prøvetatt i løpet av samme dag for analyser av kjemiske og biologiske parametere. De to hovedbassengene Storefjorden og Vanemfjorden framstår hver for seg som relativt homogene, men er tydelig forskjellige fra hverandre med hensyn på konsentrasjonene av alle undersøkte kjemiske og biologiske parametere.

Vurdering av mulig interngjødsling

Tidligere beregninger har vist at det renner mer fosfor ut av Vestre Vansjø enn det som renner inn via Storefjorden. Det ble derfor igangsatt undersøkelser med sikte på å vurdere om det foregår interngjødsling som følge av vinddrevet resuspensjon, høy pH, lavt oksygeninnhold, båttrafikk og fisk. Resultatene viser at sedimentene i Vansjø har et overraskende lavt fosforinnhold, spesielt i det mest eutrofe vestre bassenget. Eksperimenter og beregninger indikerer at interngjødslingen fra sedimentene er tilnærmet null på årsbasis. I kortere perioder om sommeren kan sedimentoppvirvling forårsaket av vind og fisk, kombinert med høy pH, likevel gi netto fosfortilførsel til vestre Vansjø, noe som kan bidra til å forverre eller forlenge oppblomstringen av blågrønnalger.

Undersøkelser av naturtilstanden og eutrofieringsutviklingen

Kunnskapen om Vansjøs naturtilstand er viktig for bl.a. å sette realistiske miljømål. Resultatet av sedimentundersøkelsene kan imidlertid ikke si noe sikkert om naturtilstanden, da bunnen av kjernene ikke var eldre enn ca. 1980. De samlede resultater tyder likevel på at de to bassengene (Vanemfjorden og Storefjorden) har forskjellige naturtilstand, med høyere fosforkonsentrasjon, mer alger og større andel blågrønnalger i Vanemfjorden enn i Storefjorden. Denne forskjellen kan trolig tilskrives at Vanemfjorden fra naturens side er grunnere enn Storefjorden og har noe høyere alkalitet, da hele det lokale nedbørfeltet til Vanemfjorden ligger under marine grense. Modellestimater for totalfosfor indikerer at naturtilstanden for totalfosfor i Vansjø ligger høyere enn det som ble estimert i tiltaksanalysen i 2001, noe som indikerer at miljømålet som ble satt i 2001 kan være noe for ambisiøst.

Resultatene fra sedimentkjernene har også blitt benyttet til å vurdere trofiutviklingen i de to bassengene i Vansjø de siste 25 årene. Disse viser at trofiutviklingen har vært svært forskjellig: For Storefjorden viser de fleste parametrene en svak endring i de senere år, trolig relatert til år til år variasjoner i vannføring og dertil hørende tilførsler av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet. For Vanemfjorden viser de målte parametrene en nærmest eksplosiv eutrofiering etter år 2000.

Forbedring av tilførselsberegninger i Hobølelva

Tidligere tilførselsberegninger har ikke hatt tilfredsstillende presisjon (dvs. det har vært for få målinger i løpet av året) til å vurdere effekten av gjennomførte tiltak. Det ble derfor gjennomført et eget delprosjekt med det siktemål å vurdere å forbedre tilførselsberegningene i Hobølelva. Delprosjektet gikk ut på å teste to ulike måter å ta prøver på, samt tre ulike metoder for å beregne transporten i dagene uten prøvetaking.

Resultatene viser at blandprøver ga lavere estimat av transport for både sedimenter og fosfor enn stikkprøver. Av tre ulike beregningsmetoder ga bruk av slamføringskurver det høyeste transportestimatet, mens beregninger med såkalt lineær interpolasjon og "flat beregning" ga et adskillig lavere estimat. Basert på en vurdering av resultatene er transporten av fosfor i størrelsesorden 6-9,5 tonn for perioden okt. 2004-okt.2005, men sannsynligvis nærmere det øvre estimatet dvs. 8-9 tonn.

Lokale tilførsler til vestre Vansjø

Bakgrunnen for dette prosjektet var å få mer presise estimater for de lokale tilførslene rundt vestre- og nedre Vansjø. Resultatene viser at de lokale tilførslene er langt større enn tidligere antatt. I et normalår er det beregnet at fosfortilførslene til vestre og nedre Vansjø er ca. 2 ganger høyere enn det man antok i tiltaksanalysen i 2001.

Beregning av nytt fosforbudsjett

Flere av de gjennomførte delprosjektene i Vansjø 2005 bidro med resultater som er benyttet for å utarbeide et nytt fosforbudsjett for vestre Vansjø. De viktigste resultatene er som tidligere nevnt at de lokale tilførslene til vestre Vansjø er betydelig større enn det som ble beregnet i tiltaksanalysen, samt at interngjødslingen fra sedimentene er betydelig mindre enn antatt i tiltaksanalysen.

Tolkingen av resultatene i tilførselsprosjektene er imidlertid vanskeliggjort ved at undersøkelsesperioden var et atypisk hydrologisk år med lite nedbør og en avrenning på kun ca. 50% av et normalår. Da målingen kun pågikk i deler av et hydrologisk år, må vi også i deler av budsjettet foreta estimater for resten av året. De beregningene som var nødvendig for å angi et fosforbudsjett i et normalår er såpass usikre at det er vanskelig å presentere et detaljert fosforbudsjett. Med bakgrunn i eksisterende datamateriale kan vi imidlertid anta at ca. 2/5 av tilførslene til Vanemfjorden kommer fra eksterne lokale kilder og at ca. 3/5 kommer fra Storefjorden gjennom sundet. På sommeren kan det forekomme interngjødsling i mindre grad, men på årsbasis får ikke dette noen betydning for fosforbudsjettet.

Anbefalinger

Utredningene i Vansjø hadde som mål å gi et faglig forsvarlig grunnlag for anbefalinger om ytterligere riktige og kostnadseffektive landbaserte og innsjøinterne tiltak.

Resultatet fra utredningene har vist at sammenlignet med de eksterne tilførslene er interngjødslingene fra sedimentene i praksis lik null på årsbasis, selv om det kan forekomme sedimentoppvirvling av vind og fisk som kan gi netto fosfortilførsel på sommeren. Det er imidlertid ikke faglig grunnlag for å foreslå å igangsette omfattende innsjøinterne tiltak.

Prosjektet *Lokale tilførsler til vestre og nedre Vansjø* har vist at jordbrukets bidrag fra det lokale nedbørfeltet bidrar med fire ganger så mye fosfortilførsler som det man antok i tiltaksanalysen fra 2001. Det lokale nedbørfeltet bidrar derfor med en betydelig mengde (ca. 2/5) av det fosforet som renner ut i Vanemfjorden. Dette medfører at det bør igangsettes målrettede tiltak for å redusere fosfortilførslene fra det lokale nedbørfeltet betraktelig.

Storefjordens vannmasser bidrar fortsatt med ca. 3/5 av fosfortilførslene, og det er av avgjørende betydning at arbeidet med tiltakene i Vansjø's totale nedbørfelt fortsetter i tråd med intensjonene i tiltaksanalysen fra 2001. Dette er også nødvendig for å beskytte Storefjorden som råvannskilde i framtiden.

Resultatene fra fjorårets utredningsprosjekter ble lagt fram på et arbeidsseminar på Kjærnes den 9. og 10. januar 2006. Arbeidsseminaret bestod av representanter fra Morsa-kommunene, Vansjø grunneierlag, fylkesmennene og fylkeskommunene i Akershus og Østfold og de involverte forskerne. Gjennom gruppearbeid kom en fram til en rekke anbefalinger om ytterligere tiltak og om hvilket kunnskapsbehov man nå ser for å kunne arbeide målrettet for å bedre vannkvaliteten i Vansjø. Essensen vedr. anbefalingene var at det pr. i dag ikke er faglig grunnlag for å foreslå å igangsette omfattende innsjøinterne tiltak men at det bør igangsettes ytterligere målrettede tiltak for å redusere fosfortilførslene fra det lokale nedbørfeltet i vestre Vansjø betraktelig. Iht konklusjonene fra gruppearbeidet er det også av avgjørende betydning at arbeidet med tiltakene i Vansjø totale nedbørfelt fortsetter i tråd med intensjonene i tiltaksanalysen fra 2001.

1. Innledning

Vannområdeutvalget Morsa fikk i 2005 økonomisk støtte fra MD/SFT til å gjennomføre utredninger i Vansjø i 2005 mht. tilstandsvariasjoner, interngjødsling, naturtilstand, forbedring av tilførselsberegninger, beregning av fosforbudsjett og tålegrenser. Målsetningen var å få økt kunnskap om innsjøen og prosesser knyttet til omsetningen av næringsstoffer, som grunnlag for planlegging av videre hensiktsmessige tiltak. Videre var det en målsetning at kunnskap en samler i prosjektgjennomføringen er av en slik karakter at den har størst mulig overføringsverdi til andre vassdrag.

Miljøtilstanden i Vansjø har ikke vist signifikant bedring i de senere år til tross for gjennomføring av betydelige tiltak for å begrense fosfortilførsler fra nedbørfeltet. Særlig i Vanemfjorden har store oppblomstringer av toksiske blågrønnalger de senere år medført betydelige brukerkonflikter. En mulig årsak til at man ikke så noen respons på de tiltakene som ble gjennomført innen landbruk og avløpssektoren var at man ikke hadde tatt hensyn til mulig intern utlekking av fosfor fra innsjøsedimentene i det totale fosforbudsjettet. For å kunne vurdere dette, ble det bestemt å undersøke sedimentsammensetningen og mekanismene for fosforutlekking nærmere. I sammenheng med vurdering av interngjødslingen var det også ønsket at innvirkningen av karpefisk og båttrafikk blir belyst og vurdert. Disse forholdene er nærmere omtalt i delrapport 2 (NIVA-rapport 5144-2006).

Mangelen på uberørte lokaliteter av samme vanntype som Vansjø (moderat kalkrike, humøse innsjøer i lavlandet, klassifikasjon iht EUs Rammedirektiv for vann), gjør det vanskelig å fastsette hva som er naturgitte bakgrunnsnivåer for næringsstoffer i innsjøen. Slik kunnskap er viktig både for å fastsette realistiske miljømål og å vurdere tålegrenser og avlastningsbehov. Det vil også være avgjørende i relasjon til EUs rammedirektiv for vann, som krever at den økologiske tilstanden skal angis som avvik fra naturtilstanden.

En mulig måte å belyse dette på, er å kartlegge innsjøens historiske utvikling gjennom analyse av sedimentkjerner. I tillegg til å skaffe informasjon om den opprinnelige tilstanden i innsjøene, vil dette også ha kulturhistorisk interesse ved å belyse når utviklingen i landbruket og i kulturlandskapet fikk betydning for tilstanden i vassdragene. Resultatene fra undersøkelser i 2005 av naturtilstanden og innsjøhistorikken er nærmere omtalt i delrapport 3 (NIVA-rapport 5145-2006).

Det var også knyttet store usikkerheter til eksisterende estimater av næringstilførsler til innsjøen og dens ulike bassenger. Utredningene omfatter derfor en deloppgave på forbedring av tilførselsberegninger og en nærmere vurdering av fosforbudsjettet for innsjøen. Dette er nærmere omtalt i delrapport 4 (Bioforsk-rapport nr. 17/2006).

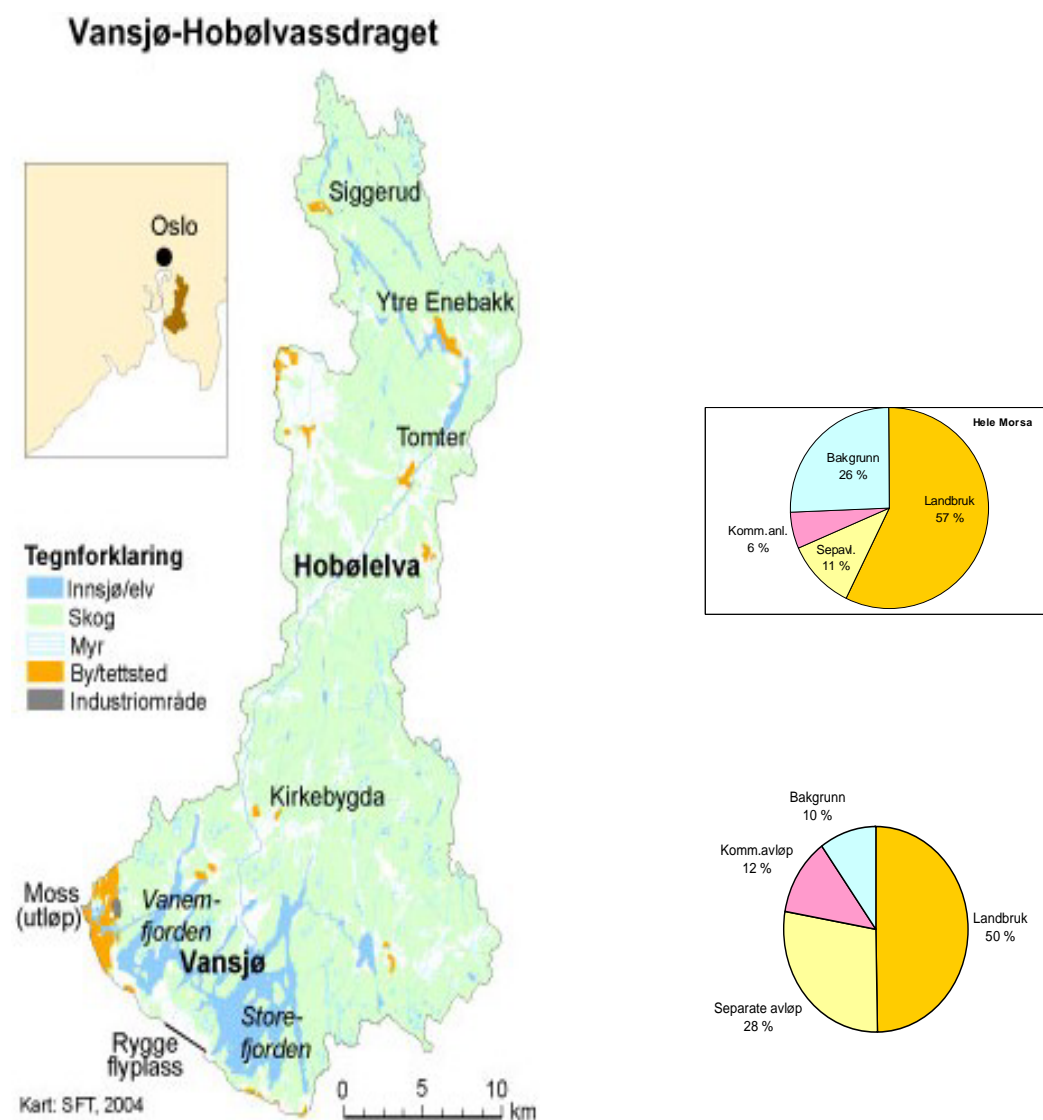
For å kunne få bedre sikkerhet i tilstandsvurderingen av innsjøen ble det også prioritert å utrede innsjøens romlige og tidsmessige variasjon av en rekke nøkkelparametere for bedømmelse av tilstand. Det var derfor behov for gjennomføring av et intensivt prøvetakingsprogram i 2005, for å få kvantifisert denne variasjonen. De innsamlede data ga både gi et bedre grunnlag for miljømålfastsettelsen og for design av et faglig forsvarlig overvåkingsprogram i tråd med kravene i

EUs Rammedirektiv for Vann. Kartlegging av vannkvaliteten i 2005 er omtalt i delrapport 1 (NIVA-rapport 5143-2006).

Tålegrensen dvs. det kvantitative miljømålet som ble foreslått i tiltaksanalysen i 2001 var basert på en meget enkel modell uten usikkerhetsanslag. For å få et sikrere grunnlag for vurdering av tiltak ble derfor nye modeller tatt i bruk. Dette er nærmere omtalt i et eget NIVA-notat.

2. Vansjøs nedbørfeltet

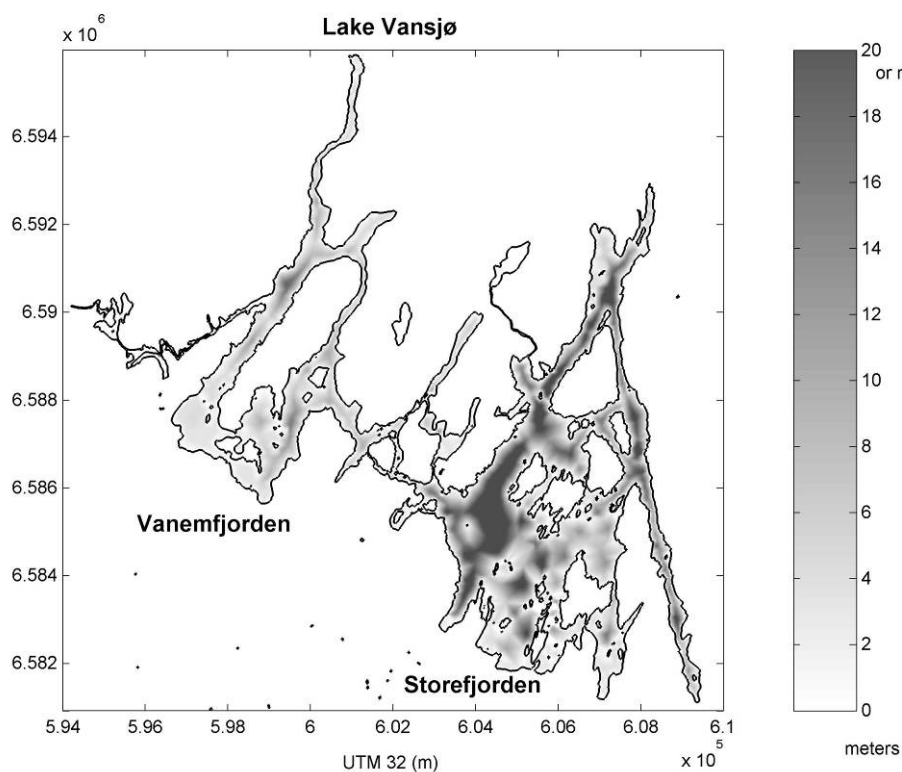
Vansjø-Hobølvassdraget er et næringsrikt lavlandsvassdrag og størstedelen av nedbørfeltet ligger under den marine grense. Nedbørfeltet er på 690 km² og jordbruk drives på ca. 15% av arealet. Resten av arealet i nedbørfeltet er hovedsakelig skog (se fig 1). Det bor ca. 40.000 mennesker i nedbørfeltet.



Figur 1. Vansjøs nedbørfelt og fordeling av fosfortilførsler fra nedbørfeltet (øverst), samt fordeling av biotilgjengelig fosfor (nederst). Kakediagrammene er fra Tiltaksanalysen for Morsa fra 2001.

2.1 Innsjøen Vansjø

Selve innsjøen er 36 km² og består av flere bassenger som er skilt fra hverandre av trange sund og grunne terskler (se **Figur 2**). Man deler ofte Vansjø inn i to hovedbassenger; en østre del (Storefjorden) som er på 24 km² og en vestre delen (Vanemfjorden) som er på 12 km². De største tilløpselvene munner ut i Storefjorden, mens utløpet (Mosseelva) er fra Vanemfjorden og ut i Mossesundet (Oslofjorden). Morfometriske data for innsjøen er vist i tabell 1.



Figur 2. Dybdekart over Vansjø

Tabell 1. Vansjø – Morfometriske data

Morfometri	Storefjorden	Vanemfjorden
Overflateareal (km ²)	23,8	12
Middeldyp (m)	9,2	3,7
Største dyp (m)	41	17
Vannets teoretiske oppholdstid (år)	0,85	0,21

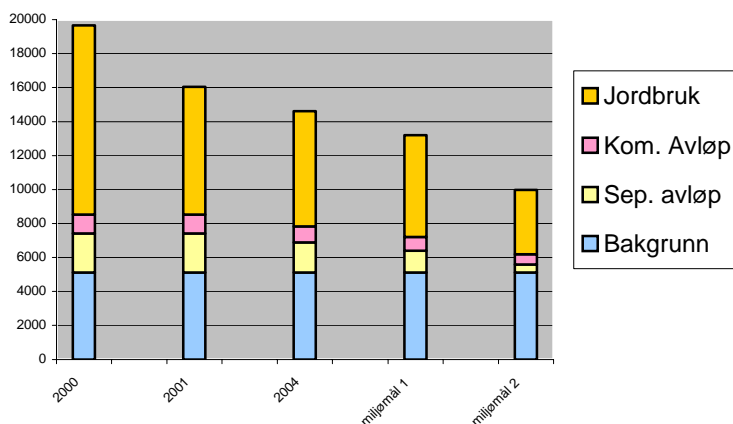
2.2 Brukerinteresser

Det er knyttet betydelige friluftinteresser til Vansjø (se figur 3). Vansjø er råvannskilde for ca. 60.000 mennesker i Mosseregionen. Vansjø vannverk har inntak i Storefjorden og er et fullrenseanlegg med aktivt kull som etterbehandling. Vansjø brukes i stor grad til båtliv, kanopadling, bading og fiske. Innsjøen benyttes også til jordbruksvanning og som resipient for avløpsvann og avrenning fra jordbruk. Det er betydelige brukerkonflikter mellom de interessene som er avhengig av tilfredsstillende vannkvalitet og de som benytter Vansjø som resipient.



Figur 3. Båtliv og kanopadling i Vansjø sommeren 2005 (Foto: Knut Bjørndalen, NIVA)

2.3 Tiltaksgjennomføring 2001-2004



Figur 4. Tiltaksgjennomføring 2001-2004

Siden Morsa-prosjektet ble igangsatt i 1999, og spesielt etter at tiltaksanalysen ble ferdigstilt i 2001, er det gjennomført omfattende tiltak i vassdraget innenfor separate avløpsanlegg og ikke minst innenfor jordbruket. I tiltaksanalysen ble tilførslene beregnet til 19,5 tonn og Vansjø's tålegrense beregnet til ca. 10 tonn. Det betyr at ca. 9,5 tonn menneskeskapt fosfor må fjernes iht miljømål 2.

Jordforsk har foretatt beregning av tiltakseffektene fra 2001-2004. Beregningen viser at jordbruket har redusert fosfortilførslene med ca. 4,4 tonn, mens tiltak innen spredte avløp har ført til en reduksjon i

fosfortilførslene på 0,5-0,6 tonn. Det er ikke foretatt beregninger av effekter av tiltak på kommunalt avløp og flere av jordbrukstiltakene er heller ikke med i beregningen. Samlet sett kan en anta at tilførslene er redusert med drøyt 5 tonn fosfor. I 2005 er det også gjennomført omfattende tiltak, men disse er ikke med i beregningene.

3. Kartlegging av vannkvaliteten

Det ble foretatt en kartlegging av vannkvaliteten på hovedstasjonene i Storefjorden, Vanemfjorden og Grepperødfjorden, i tillegg til regionale undersøkelser på 15-29 stasjoner på sommeren. Resultatene viser at mens vannkvaliteten i Storefjorden har blitt bedre de siste 5 årene, er en tilsvarende utvikling ikke synlig i Vanemfjorden. Det ble i Vanemfjorden og Grepperødfjorden påvist svært store algemengder også i 2005. Mens det var blågrønnalgene som dominerte planteplanktonsamfunnet i Vanemfjorden dominerte problemalgen *Gonyostomum semen* i Grepperødfjorden. I Storefjorden ble algegiften microcystin ikke påvist høyere enn 1 µg/l som er grensen for microcystinkonsentrasjonen i rentvann. Det ble ikke påvist microcystin i rentvannet fra Vansjø vannverk. I Vanemfjorden ble det påvist en konsentrasjon av microcystin opp mot grensen for badevannskvalitet på 10 µg/L. NIVA anbefalte i denne situasjonen de lokale helsmyndighetene å fraråde befolkningen å bade i denne delen av Vansjø. De to hovedbassengene Storefjorden og Vanemfjorden framstår hver for seg som relativt homogene, men er tydelig forskjellige fra hverandre med hensyn på konsentrasjonene av alle undersøkte kjemiske og biologiske parametere.

3.1 Variasjoner i vannkvaliteten i undersøkelsesperioden

Overvåkingen pågikk i perioden fra den 18. april til den 10. oktober 2005. Det ble innhentet vannprøver en gang pr uke i denne perioden fra Storefjorden og Vanemfjorden, samt hver annen uke fra Grepperødfjorden. I Storefjorden og Vanemfjorden ble det hver uke målt temperatur og siktedyp, og det ble analysert på nøkkelparameterne totalfosfor, klorofyll-a, planteplankton og algetoksiner, mens det hver 2. uke i tillegg ble analysert på bl.a. nitrogen, silikat, totalt organisk karbon, vannets farge, suspendert stoff og dyreplankton.

Temperatur og oksygen

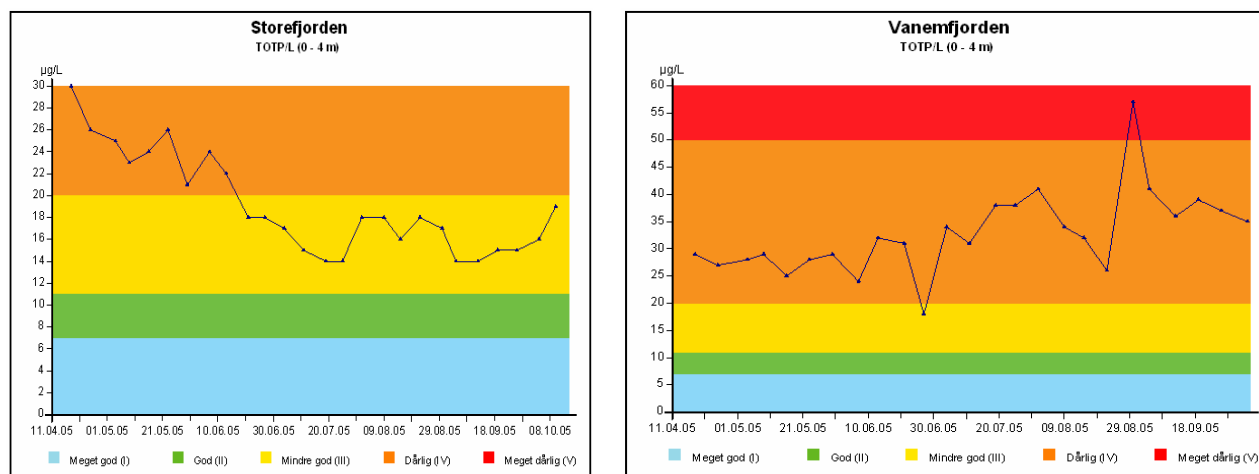
Vansjø er om sommeren i varierende grad sjiktet avhengig av temperatur- og vindforhold. Som følge av et stabilt høytrykk fra og med midten av juni 2005 fikk vi i denne perioden utviklet en temperatursjiktning i Vansjø. Dette medførte en reduksjon i oksygenkonsentrasjonen i bunnvannet på hovedstasjonene, særlig i Vanemfjorden der det ble påvist oksygenverdier under 0,2 mg/L. Under så lave konsentrasjoner kan det skje en frigivelse av fosfat fra sedimentene. Undersøkelser av oksygen og orto-fosfat i bunnvannet i forskjellige deler av Vansjø, viser imidlertid at utlekking av fosfat fra sedimentene under oksygenfrie forhold kun skjer på svært små arealer og har svært liten betydning i forhold til andre fosforkilder i Vansjø (jmf kapittel om interngjødsling).

Partikkelrelaterte parametere

Tilført leirmateriale på våren påvirket de partikkel-relaterte parametrene som siktedyp, suspendert stoff og partikulært fosfor. Dette gjaldt spesielt i Storefjorden der alle de større tilløpselvene renner ut. På sommeren var disse parametrene i større grad påvirket av algemengden og de høyeste verdiene ble derfor påvist i Vanemfjorden og i Grepperødfjorden.

Fosfor

Utgangskonsentrasjonene av totalfosfor på våren var ganske lik i de tre bassengene (ca. 30 µg P/L). I Storefjorden, og til dels i Vanemfjorden, var fosforkonsentrasjonene påvirket av leirmateriale fra tilløpselvene. Utover sommeren sedimenterte en del av leirmaterialet og vannmassenes innhold av totalfosfor ble mer avhengig av det som var bundet i organisk materiale. Pga. relativt små mengder i Storefjorden så vi en reduksjon i fosforinnholdet utover sommeren. Da det er større mengder i Vanemfjorden og Grepperødfjorden ser vi her en opprettholdelse/økning av fosforkonsentrasjonen utover sommeren.



Figur 5. Variasjoner i totalfosfor i Storefjorden og Vanemfjorden i 2005

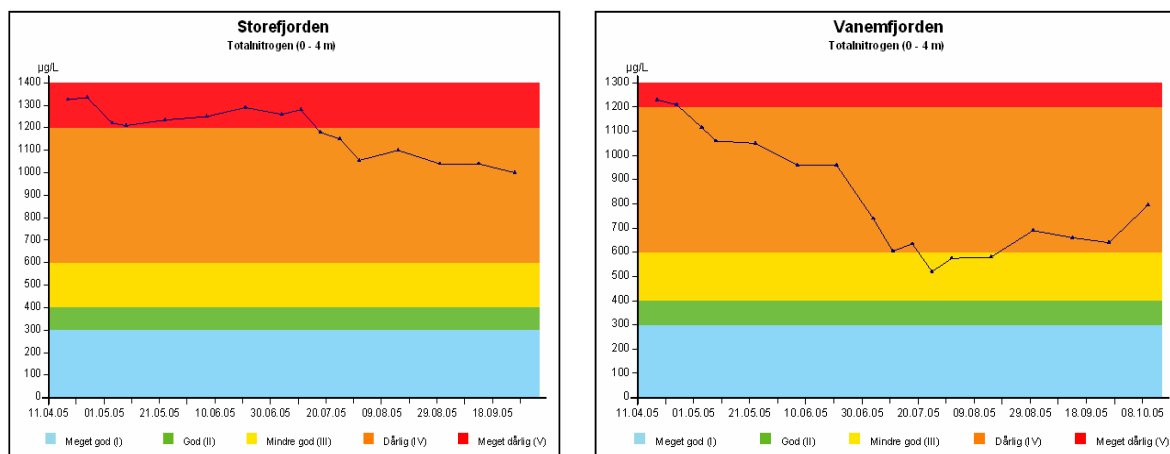
Vannmassenes innhold av orto-fosfat var relativt høyt i vekstsesongen, spesielt i Vanemfjorden og Grepperødfjorden. Dette kan tolkes dithen at planteplanktonet i disse bassengene tidvis er lysbegrenset eller nitrogenbegrenset. Det er imidlertid mange faktorer som her spiller inn, og en må utføre tilleggsundersøkelser for å kunne fastslå hva som begrenser algeveksten.

Nitrogen

På våren ble det påvist relativt høye nitratkonsentrasjoner (nesten 1 mg/L) i begge hovedbassengene.

Utover sommeren ble det påvist en reduksjon i begge bassengene, men spesielt i Vanemfjorden der det ble påvist nitratverdier under deteksjonsgrensen fra og med juli måned og fram til begynnelsen av september. Den markerte nedgangen av nitrat i Vanemfjorden skyldes høyt biologisk forbruk som følge av stor algevekst. Dette kan ha medført at mengden i denne perioden ble nitratbegrenset. Økningen av nitrat utover høsten skyldes mindre algevekst og noe tilførsler fra tilløpselvene

Konsentrasjonen av totalnitrogen følger et mønster påvirket av den markerte reduksjonen av nitrat i Vanemfjorden. At det skjer en samtidig reduksjon i totalnitrogen skyldes hovedsakelig at det stadig sedimenteres biologisk bundet nitrogen uten nevneverdige eksterne tilførsler



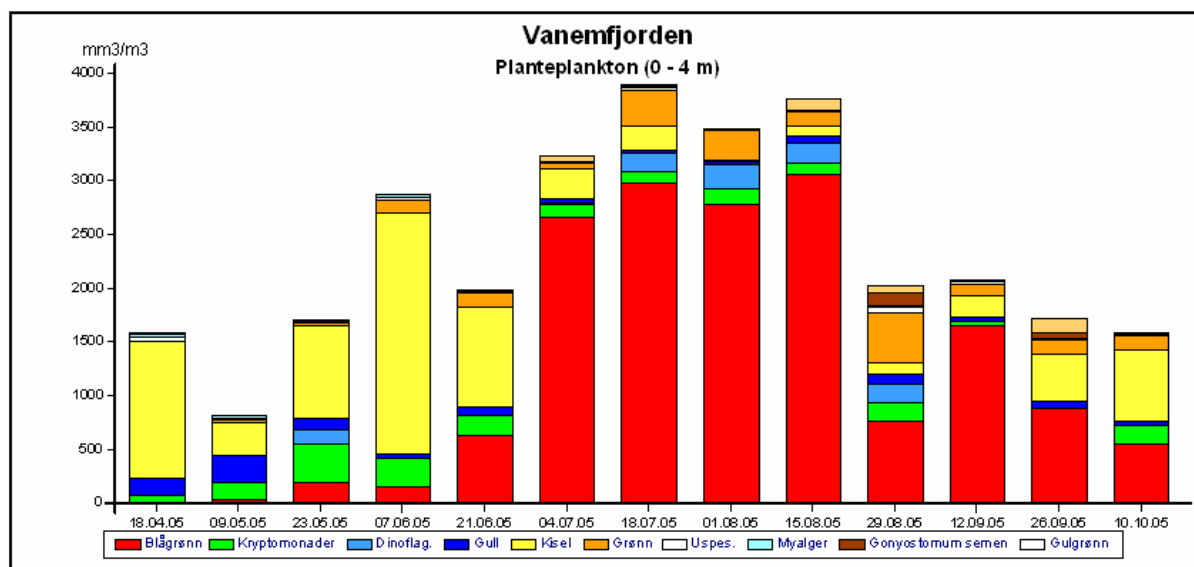
Figur 6. Variasjoner av konsentrasjonene av totalnitrogen i Storefjorden og Vanemfjorden i 2005

Totalt organisk karbon, vannets farge og pH

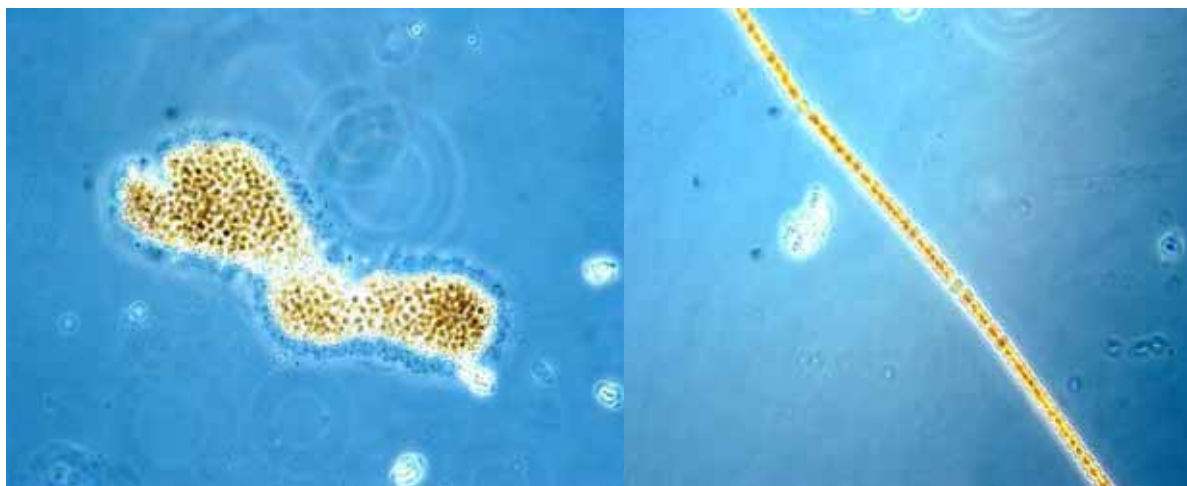
Høye konsentrasjoner av totalt organisk karbon og vannets farge viser at Vansjø er humøs, spesielt gjelder dette Grepperødfjorden p.g.a. store myrområder i det lokale nedbørfeltet. Måling av pH *in-situ* viste at det var forhøyede verdier (pH=9.6) i Vanemfjorden i perioder med stor algeproduksjon. Dette kan medføre frigivelse av fosfat fra sedimentene (jmf. kapittelet om interngjødsling).

Planteplankton

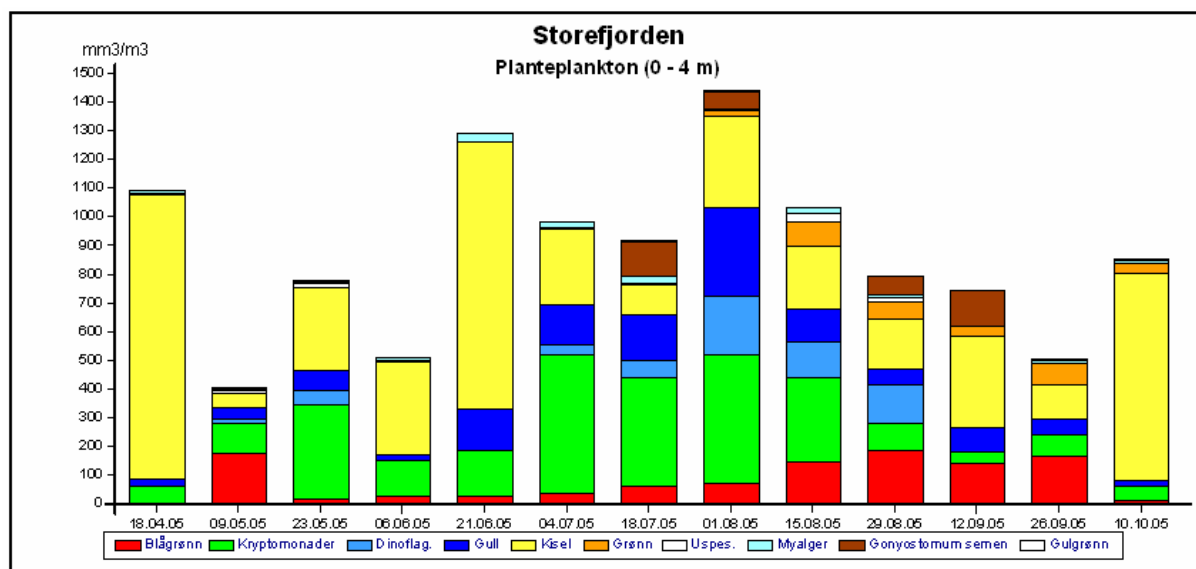
Det ble påvist til dels svært høye algemengder i Vanemfjorden (opptil 3,9 mg våtvekt/L) og Grepperødfjorden (opptil 8,5 mg våtvekt/L). I Vanemfjorden var algene dominert av blågrønnalgene *Microcystis* og *Anabaena* (62%), mens algesamfunnet i Grepperødfjorden var dominert av algen *Gonyostomum semen* (58%). I Storefjorden var algemengden betydelig mindre og planktonsamfunnet dominert av kiselalger og cryptomonader.



Figur 7. Variasjoner i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Vanemfjorden i 2005



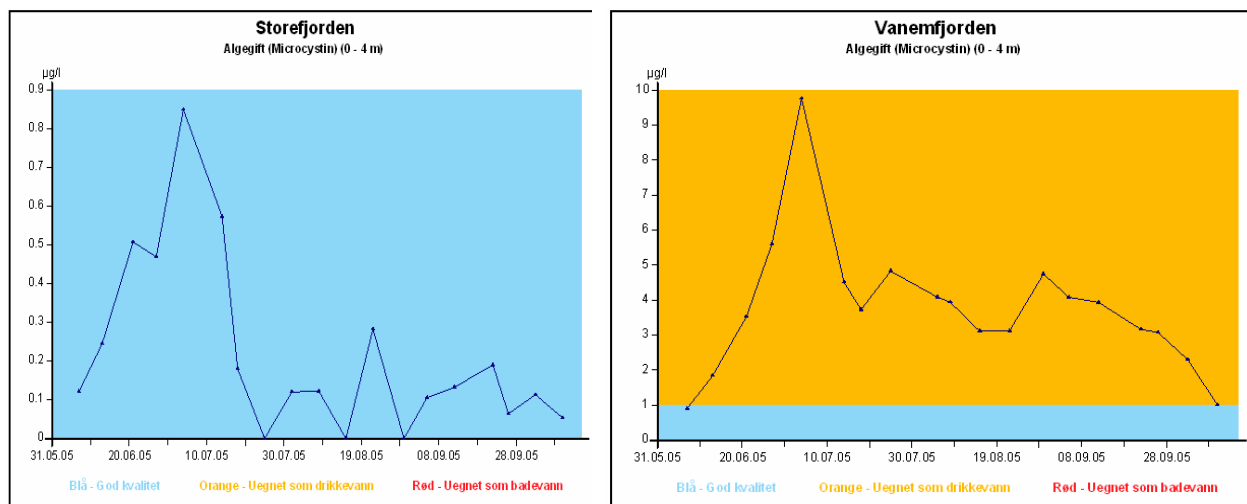
Figur 8 *Microcystis aeruginosa* (t.v) og *Anabaena planctonica* i Vanemfjorden juli 2005 (foto: Knut Bjørndalen)



Figur 9. Variasjon i planteplanktonets mengde- og sammensetning i Storefjorden i 2005.

Algegifter

I Storefjorden ble algegiften microcystin ikke påvist høyere enn 1 µg/L, som er grenseverdien for maksimal microcystinkonsentrasjon i drikkevann. Det ble imidlertid ikke påvist microcystin i rentvannet fra Vansjø vannverk. I Vanemfjorden ble det påvist en konsentrasjon av microcystin opp mot 10 µg/L dvs. opp mot grensen for badevannskvalitet som er på 10 µg/L. NIVA anbefalte i denne situasjonen de lokale helsemyndighetene å fraråde befolkningen å bade i denne delen av Vansjø.



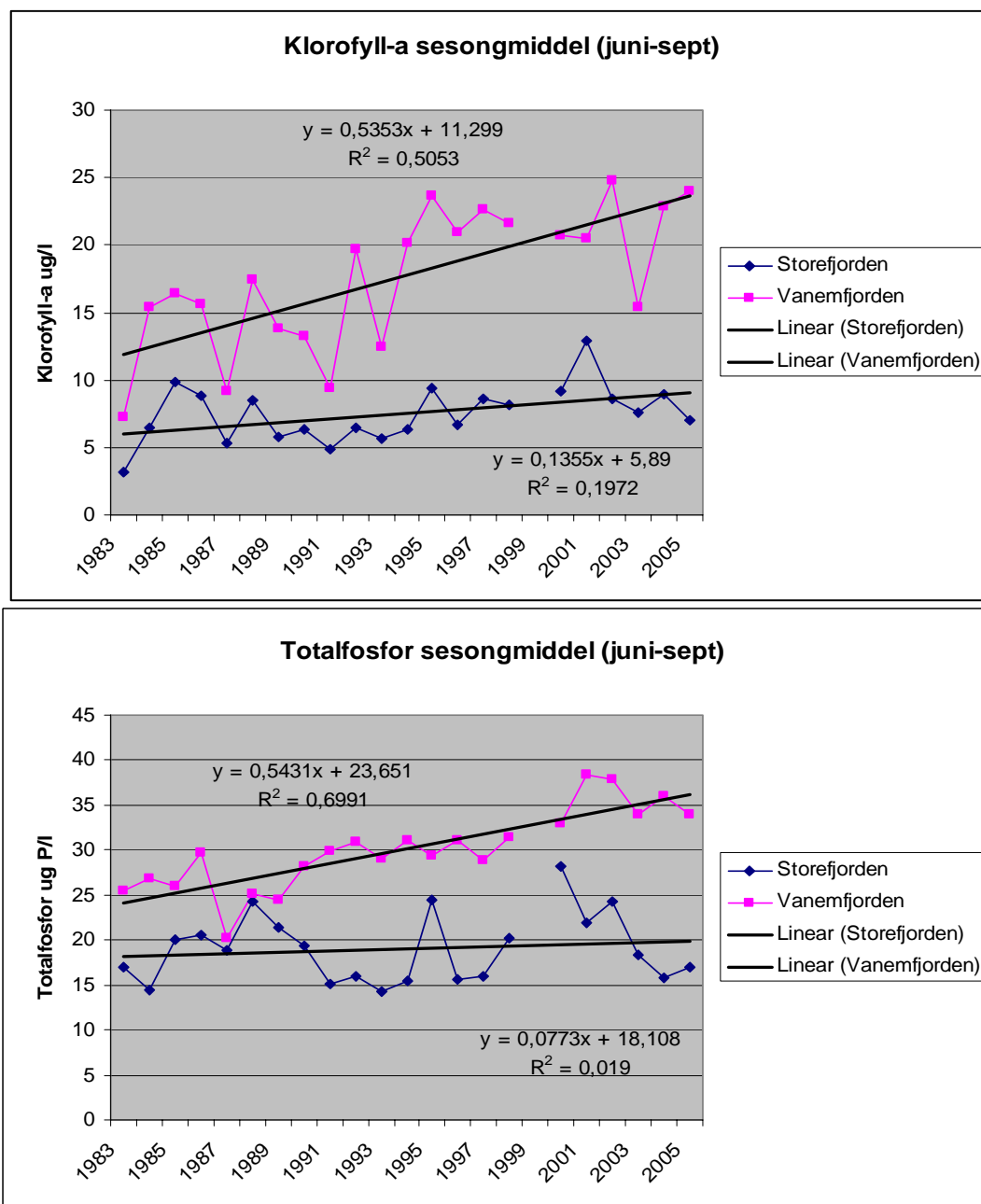
Figur 10. Variasjoner i konsentrasjon av microcystin i Storefjorden og Vanemfjorden i 2005

Dyreplankton

Det ble registrert stor forskjell i mengde dyreplankton mellom bassengene. Tettheten lå vesentlig høyere i Grepperødfjorden enn i Storefjorden og Vanemfjorden. I Storefjorden lå tettheten jevnt lavt, mens i Vanemfjorden og Grepperødfjorden var tettheten markert høyest om våren. I alle tre bassengene domineres planktonsamfunnet av små arter. Dette gjelder spesielt for de algebeitende artene. De viktigste av disse er to arter av *Daphnia* (*D. cristata* og *D. cucullata*). Selv store individer av disse var stort sett < 1,2 mm lange. Disse artene har lav beite-effektivitet pga. liten kroppsstørrelse. Planktonsamfunnet forteller om et hardt predasjonspress fra dyreplanktonspisende fisk. Dyreplanktonets evne til å kontrollere algemengdene må forventes å øke dersom man får redusert fiskebestandene. I prøver tatt med vertikale håvtrekk forekom det to store arter som ikke var representert i de kvantitative prøvene. Dette er pungreken *Mysis relicta* og larver av svevemyggen *Chaoborus flavicans*. Begge disse er rovdyr og fungerer som et ekstra ledd i næringskjeden. De spiser imidlertid hovedsakelig små individer av dyreplankton og vil i mindre grad påvirke forekomsten av store og mer effektive algespisere.

3.2 Historisk utvikling i fosfor og klorofyll-a

Ved å sammenligne konsentrasjonene av totalfosfor og klorofyll-a (et mål på algemengde) fra 2005 med resultatene fra de siste 5 år kan en se en fallende trend i Storefjorden, men en tilsvarende trend kan man ikke se i Vanemfjorden. Tvert imot er det påvist en sterk økning i mengden med blågrønnalgen *Microcystis* i dette bassenget.



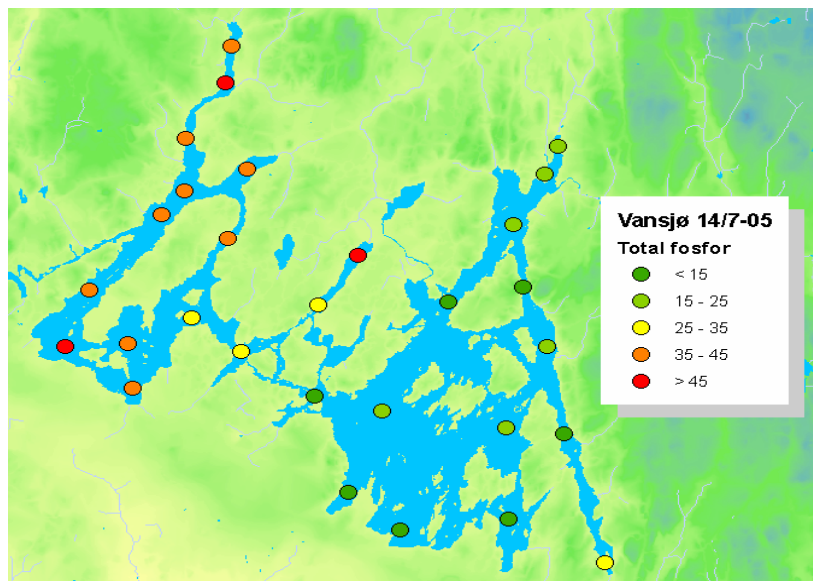
Figur 11. Historiske data for klorofyll-a og totalfosfor 1983-2005

3.3 Variasjoner i vannkvaliteten regionalt i Vansjø

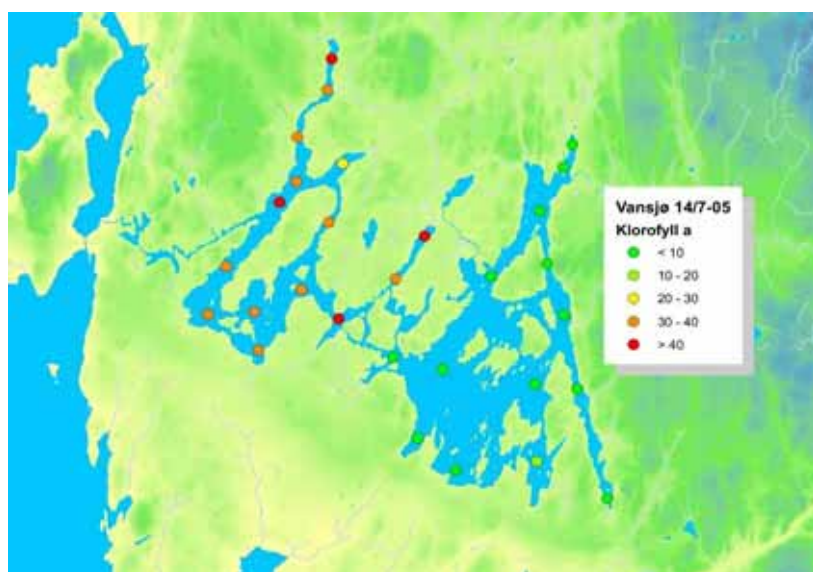
Fjortende juli ble 29 stasjoner i Vansjø prøvetatt i løpet av samme dag for analyser av kjemiske og biologiske parametere. Stasjonene ble valgt ut slik at alle fjordarmer og delbassenger av innsjøsystemet var inkludert, men det ble ikke gjort noe forsøk på å la alle stasjonene representere like arealer av innsjøen.

De forskjellige parametrene viser innbyrdes sammenhenger som forventet: Siktedyb avtar med økende turbiditet, total fosfor og klorofyll, mens disse parametrene har sterk positiv innbyrdes samvariasjon. De to hovedbassengene Storefjorden og Vanemfjorden framstår som innbyrdes relativt homogene, men tydelig forskjellige med hensyn på konsentrasjonene av alle undersøkte kjemiske og biologiske parametere. pH øker med klorofyllinnholdet slik at de høyeste verdiene (opp til 9,5) ble målt i Vanemfjorden. Grepperødfjorden atskiller seg fra de to hovedbassengene ved at det er høyere siktedyb

og lavere pH i forhold til klorofyllinnholdet, noe som forklares av annen algesammensetning (dominans av *Gonyostomum*) og høyere humusinnhold enn i hovedbassengene.



Figur 12. Total fosfor ($\mu\text{g P/l}$) på 29 stasjoner i Vansjø 14. juli 2005



Figur 13. Klorofyll-a ($\mu\text{g kl-a/l}$) på 29 stasjoner i Vansjø 14. juli 2005

Vurdering av hovedstasjonenes representativitet viser at ingen av hovedstasjonene framstår som avvikende i forhold til resten av bassenget. De hovedstasjonene som har vært brukt i overvåkingen er rimelig representative, slik at en derfor av hensyn til kontinuiteten i dataseriene bør fortsette å bruke disse stasjonene.

3.4 Klassifisering av Vansjø

Vansjø er klassifisert iht SFTs klassifisering av tilstand. Fargen gul tilsvarer tilstandsklasse III "mindre god", fargen oransje tilsvarer tilstandsklasse IV "dårlig", og fargen rød tilsvarer tilstandsklasse 5 "meget dårlig". Denne måten å klassifisere på er ikke relatert til naturtilstand og vil i løpet av 2-3 år bli

erstattet av et nytt klassifiseringssystem knyttet til EUs rammedirektiv for vann. Andel blågrønnalger og andel problemalger representerer grensen mellom god (<10%) og moderat (>10%) økologisk status innen EUs rammedirektivet for vann i forslag til klassifisering av innsjøer basert på biologiske parametere.

Tabell 2. Klassifisering av Vansjø

	Storefjorden	Vanemfjorden	Grepperødfj
Totalfosfor (ug/l)	19,1	32,9	31,3
Klorofyll-a (ug/l)	6,3	19,2	30,0
Siktedyp (m)	1,8	1,1	1,3
TOC (mg C/l)	7,5	7,4	8,7
Farge (mg Pt/l)	41	35,1	43
Suspendert stoff (mg/l)	3,4	8,1	-
Andel blågrønnalger (%)	9	62	1
Andel problemalger (%)	9	62	58

Denne klassifiseringen er basert på analyseresultater fra perioden midten av april til midten av oktober. Tidligere klassifiseringer i bl.a Miljøstatus Østfold er basert på perioden tidlig i juni til slutten av september, og er derfor ikke direkte sammenlignbare.

4. Interngjødsling

Tidligere beregninger har vist at det renner mer fosfor ut av Vestre Vansjø enn det som renner inn via Storefjorden. Det ble derfor igangsatt undersøkelser med sikte på å vurdere om det foregår interngjødsling som følge av vinddrevet resuspensjon, høy pH, lavt oksygeninnhold, båttrafikk og fisk. Resultatene viser at sedimentene i Vansjø har et overraskende lavt fosforinnhold, spesielt i det mest eutrofe vestre bassenget. Eksperimenter og beregninger indikerer at interngjødslingen fra sedimentene er tilnærmet null på årsbasis. I kortere perioder om sommeren kan sedimentoppvirvling forårsaket av vind og fisk, kombinert med høy pH, likevel gi netto fosfortilførsel til Vestre Vansjø, noe som kan bidra til å forverre eller forlenge oppblomstringen av blågrønnalger.

4.1 Bakgrunn

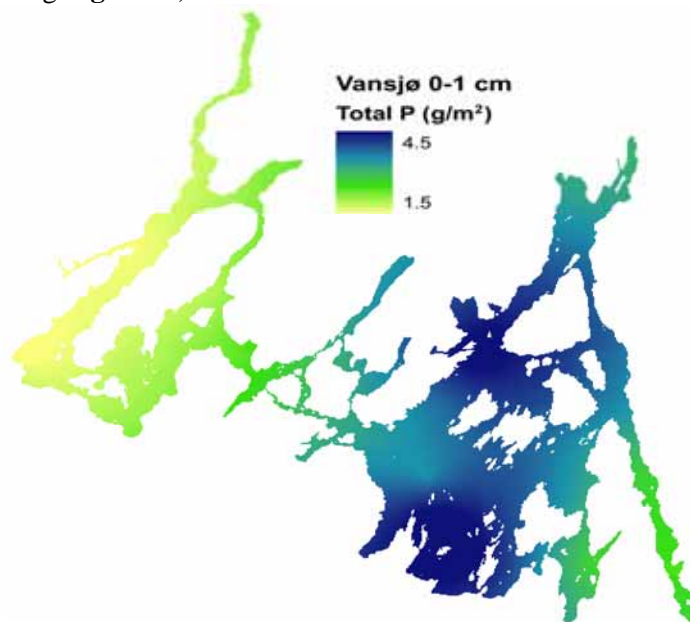
Beregninger basert på eksisterende datagrunnlag viser at det renner mer fosfor ut av Vestre Vansjø enn det som renner inn via Storefjorden. Årsakene til dette avviket kan være underestimert av tilførsler fra lokale bekker i vestre Vansjø nedbørfelt, interngjødsling i innsjøen, samt at tilførslene fra Storefjorden kan være underestimert. For å kunne anbefale ytterligere tiltak for å bedre vannkvaliteten i vestre Vansjø er det av avgjørende betydning å finne ut hvor mye av dette fosforet som kommer fra henholdsvis lokale tilførsler og fra sedimentene (interngjødsling). Dersom bidraget fra sedimentene er stort, er det også viktig å kunne fastslå hvilke prosesser som bidrar til interngjødslingen og omfanget av denne, herunder bioturbasjon (bunndyrspisende fisk), vinddrevet resuspensjon (oppvirvling), anaerob frigjøring ved oksygenvinn og aerob frigjøring ved høy pH.

Oksygenmålinger tatt i august 2004 indikerer at utlekking av fosfor under oksygenfrie forhold ikke utgjør hoveddelen av den antatte interne gjødslingen. Det antas derfor at resuspensjon som følge av vindpåvirkning i gruntvannsområder, samt effekt av bunndyrspisende fisk som roter opp sedimentoverflaten, utgjør hoveddelen av interngjødslingen. For å teste denne antagelsen, samt for å anslå hvor stort bidrag som kommer fra de forskjellige prosessene, ble det foretatt undersøkelser av innsjøens sedimenter og utført enkle eksperimenter. Særlig fokus ble lagt på sommerperioder med høy algevekst og tidvis høy pH, og hvilken rolle interngjødslingen kunne spille for oppblomstring av blågrønnalger. For å få en oversikt over hvor mye fosfor som finnes i sedimentene, og i hvilken form det finnes, ble det gjort en omfattende horisontal undersøkelse av sedimentkjerner fra de to hovedbassengene i Vansjø. I tillegg ble det gjort tre typer forsøk for ytterligere å vurdere frigjøring av fosfor:

- Binding og frigivelse av fosfor til sedimentpartikler som følge av vinddrevet resuspensjon – (adsorpsjons- og desorpsjonsprosesser)
- Oppvirvling av sedimentpartikler og fosfor fra vannmassene via båtrafikk.
- Fosforutlekking ved henholdsvis høy pH og anaerob (oksygenfri) frigjøring, ved utvekslingsforsøk med intakte sedimentkjerner.

4.2 Sedimentenes betydning

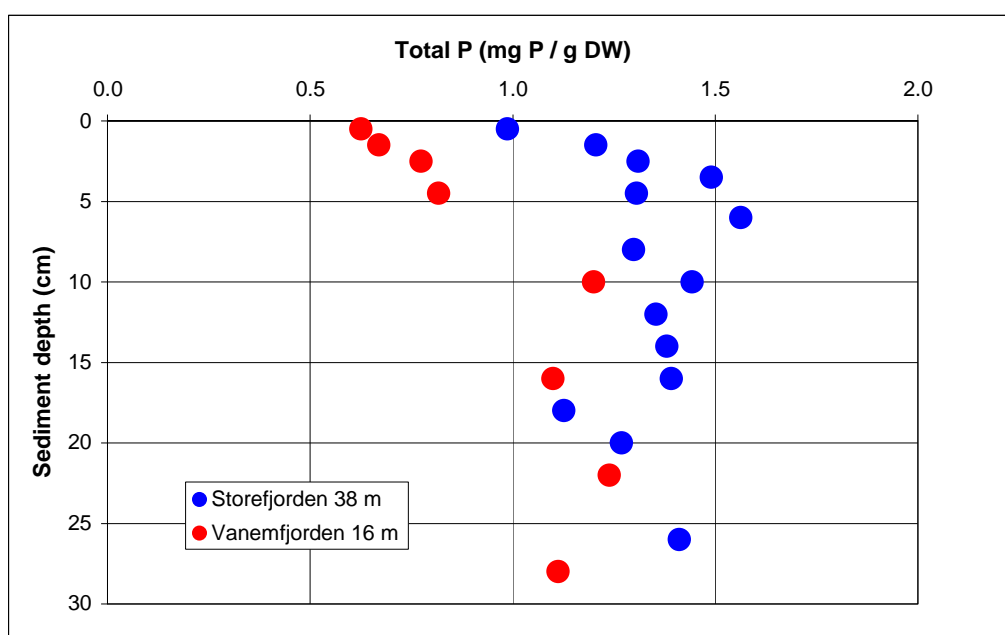
Sedimentene i Vansjø er fattige på organisk materiale. Det vil si at selv om Vansjø har høy produksjon så gjør en effektiv nedbrytning at lite av dette lagres i sedimentene. Store grunne områder og sterk vindpåvirkning er begge naturgitte forhold som gir rask og effektiv omsetning i Vansjø. Organisk materiale som synker til bunns vil med stor sannsynlighet kunne virvles opp igjen av vinddrevne strømmer. Hver gang partikler synker ned etter en slik episode vil de synke ned igjen litt fattigere på organisk materiale, og på litt større dyp. Slik blir det også til at det er relativt stor akkumuleringsrate (ca. 1 cm pr. år) i de aller dypeste sedimentene i Vansjø, mens store arealer antageligvis har praktisk talt ingen sedimentakkumulering (erosjonssediment). Hvis vi ser på hele Vansjø samlet, vokser antagelig tykkelsen på sedimentet med ca. 1 mm pr. år, noe som er typisk for mange lavlandsinnsjøer i Norge. Undersøkelsene viser at sedimentene i Vansjø har relativt lave konsentrasjoner av fosfor. Særlig hvis en sammenlikner med for eksempel innsjøer i jernrike morenelandskap som Frøylandsvatnet på Jæren, hvor konsentrasjonen av fosfor i sedimentene er omtrent 10 ganger høyere enn i Vansjø. Vi ser dessuten litt overraskende at fosforkonsentrasjonene i overflatesediment er lavest i de mest næringsrike vestre bassengene, og at konsentrasjonen øker nedover i sedimentet i hele innsjøen (jmf **Figur 14** og **Figur 15**.)



Figur 14. Romlig interpolasjon (kriging) av fosforinnhold i overflatesediment, målt som gram P per m² i sjiktet 0-1 cm. Punktene markerer stasjonene hvor det ble tatt sedimentkjerner.

At fosforinnholdet i sedimentene synes å være høyere i eldre (dypere) sedimenter kan tolkes enten som at sedimentene tilføres mindre fosfor, eller at de har fått mindre evne til å binde fosfor. Da sedimentene i Storefjorden ble grundig undersøkt for 25 år siden var tendensen den motsatte, med høyest fosforkonsentrasjon i det øverste (yngste) laget. Det er nærliggende å tolke dette som en opplading av sedimentene i Storefjorden under økende eutrofiering på 1970-tallet og en tilsvarende tømning som resultat av reduserte tilførsler i senere tid.

Fosfor som er lagret i sedimentene kan frigjøres tilbake til vannmassene under bestemte kjemiske forhold. Dette kalles gjerne interngjødsling, selv om uttrykket er upresist: fosfor som lekker ut fra sedimentene har også opprinnelig blitt tilført utenfra. Interngjødsling blir først og fremst et problem når fosfor som er tilført over lengre tid, kanskje flere tiår, begynner å lekke tilbake til vannmassene. Denne prosessen vil være spesielt betydningsfull i en innsjø fosforbudsjett når de ytre tilførslene avlastes, men vil alltid til slutt avta igjen, selv om det kan ta lang tid å komme dit hvis sedimentene har et stort fosforlager.



Figur 15. Total fosfor i sedimentprofiler fra dypområdene i Storefjorden og Vanemfjorden i 2005

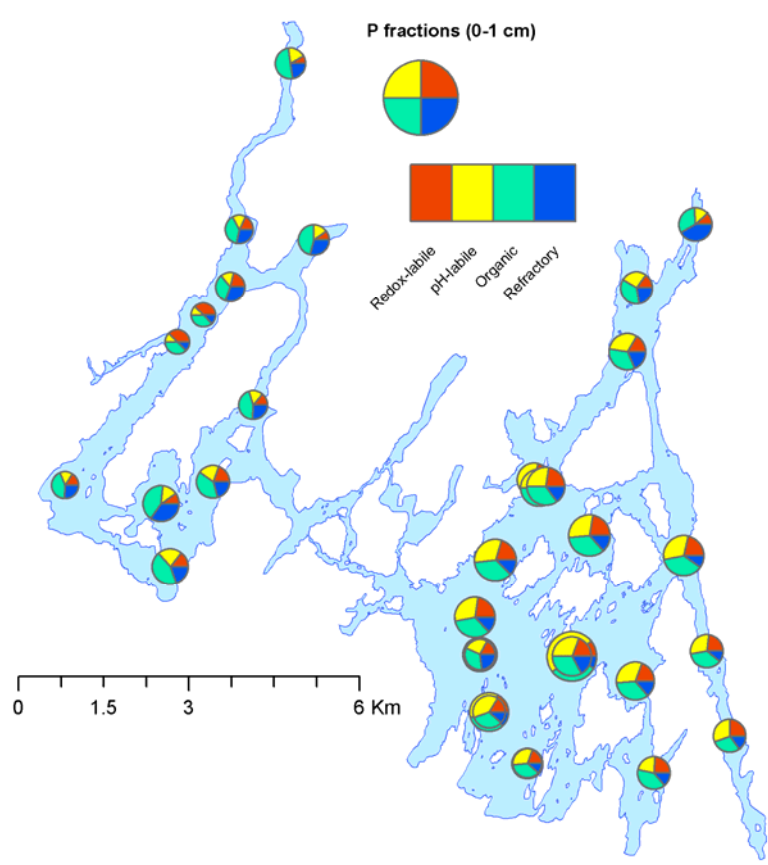
For vestre Vansjø viser alle målinger og forsøk vi har gjort at interngjødslingen må være betydelig mindre enn man i utgangspunktet trodde. Fosforfrigjøring i bunnvannet under oksygenfrie forhold angår så små områder og er av så begrenset omfang at denne prosessens bidrag til totalfosforbudsjettet anses som helt ubetydelig sammenlignet med andre kilder.

Fosforfrigjøring fra oppvirvlede sedimenter på grunnere vann kan ha en betydning i en kortere periode midt på sommeren, særlig kombinert med høy pH, men på årsbasis er antagelig nettoeffekten nær null. Den korte perioden med netto frigjøring fra oppvirvlede sedimenter kan likevel bidra til å forverre og/eller forlenge den for tiden årlige *Microcystis*-oppblomstringen i vestre Vansjø.

Sedimentene totale lager av mobiliserbart fosfor er betydelig mindre enn tidligere antatt. Dersom dette lageret hadde vært større kunne utlekking fra sedimentene ha forsinket en forbedring av vannkvaliteten i lang tid. Det betyr også at det må finnes andre kilder enn sedimentene, som kan forklare hvorfor vestre Vansjø har nesten dobbelt så høy total fosfor konsentrasjon (33 vs. 19 $\mu\text{g/l}$) som østre Vansjø, selv om det i prinsippet er det samme vannet. Lokale kilder i det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø er antagelig den viktigste årsaken til dette (jmf kap. .8), men det kan også være mer

fosfor i de littorale sedimentene i vestre Vansjø. Disse ble ikke undersøkt i 2005, men skal undersøkes i 2006.

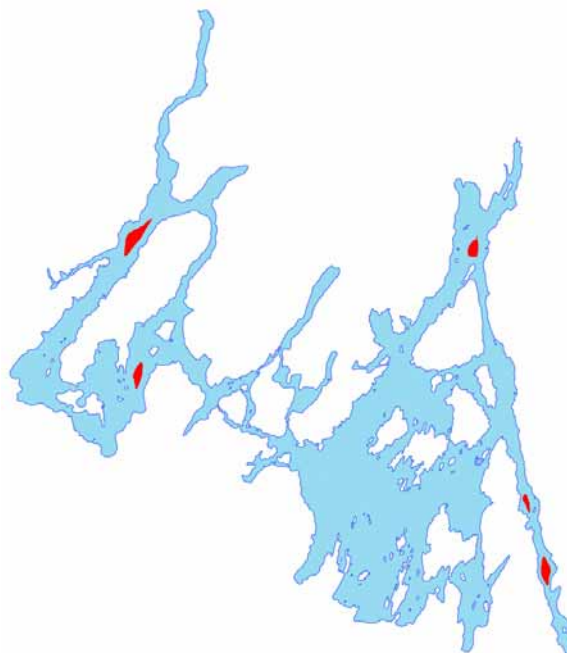
Den romlige fordelingen av fosforfraksjoner viser at sedimentene i Vanemfjorden ikke bare er fattigere på fosfor enn resten av Vansjø, men at disse sedimentene også inneholder de laveste andelene av labile fosforfraksjoner, dvs. den delen som antas å kunne frigjøres ved høy pH eller oksygensvinn (jmf **Figur 16**).



Figur 16. Fordeling av fosforfraksjoner i overflatesediment (0-1 cm) på forskjellige stasjoner i Vansjø. Størrelsen på sirklene er proporsjonal med den totale fosformengden mens sektorene viser den betydningen av de forskjellige fraksjonene.

Fosfor og oksygen i bunnvannet.

I en horisontal undersøkelse av oksygenforholdene i Vansjø 8-9. august 2005 ble det funnet oksygenbrist på dyp større enn 11 meter i Vanemfjorden. Det ble også funnet lave oksygenverdier i bunnvannet i mer isolerte bukter og viker i resten av innsjøen (Grepperødfjorden, Rosefjorden, Borgebunnen), men ikke i selve hovedbassenget i Storefjorden. **Figur 17** viser den horisontale utbredelsen av oksygenfrie bunnområder i Vansjø, august 2005. På grunn av topografi (store gruntvannsområder) og beliggenhet (stort vindfang i hovedvindretningen for solgangsbrisen om sommeren), så har Vansjø relativt begrensede områder hvor det kan utvikle seg oksygenbrist.



Figur 17. Horisontal utbredelse av oksygenfrie bunnområder i Vansjø, 5-6 august 2005 (skravert med rødt). Områdene representerer dyp større enn 11 m i Vanemfjorden, større enn 30 m i Rosefjorden (Storefjorden, nord) og større enn 22 m i Borgebunnen (Storefjorden, sørøst). Dybdekartet har ikke tilstrekkelig detaljeringsgrad til å vise de oksygenfrie områdene i Grepperødfjorden (dypere enn 6,5 m), men også her dreier det seg om meget små områder.

Oppvirvling av sediment fra båttrafikk

Oppvirvling av sediment fra båttrafikk har kun en lokal effekt som maksimalt kan øke mengden partikulært uorganisk materiale med 50 %. Den samlede effekten av båttrafikken blir antagelig svært liten i forhold til den vinddrevne oppvirvlingen i Vansjø. Som antydnet ovenfor så er nettoeffekten av vinddrevet resuspensjon på fosfortilførslene til Vansjø antagelige relativt liten siden fosforinnholdet i sedimentene er så lavt i utgangspunktet. På bakgrunn av dette blir effektene av båttrafikk antagelig et ubetydelig bidrag til fosfortilførslene i Vansjø.

4.3 Fiskens betydning

Fiskens resirkulering av fosfor gjennom konsum av sedimenter er en del av de mekanismer som går under samlebegrepet "resuspensjon" fra sedimenter. Her inngår tilbakeføring av fosfor som skyldes effekt av vind, pH, oksygensvinn, bunndyr, og også fisk.

Det er gitt en beregning av fosforbidrag fra fisk i vestre Vansjø. Beregning av fiskens bidrag er basert på:

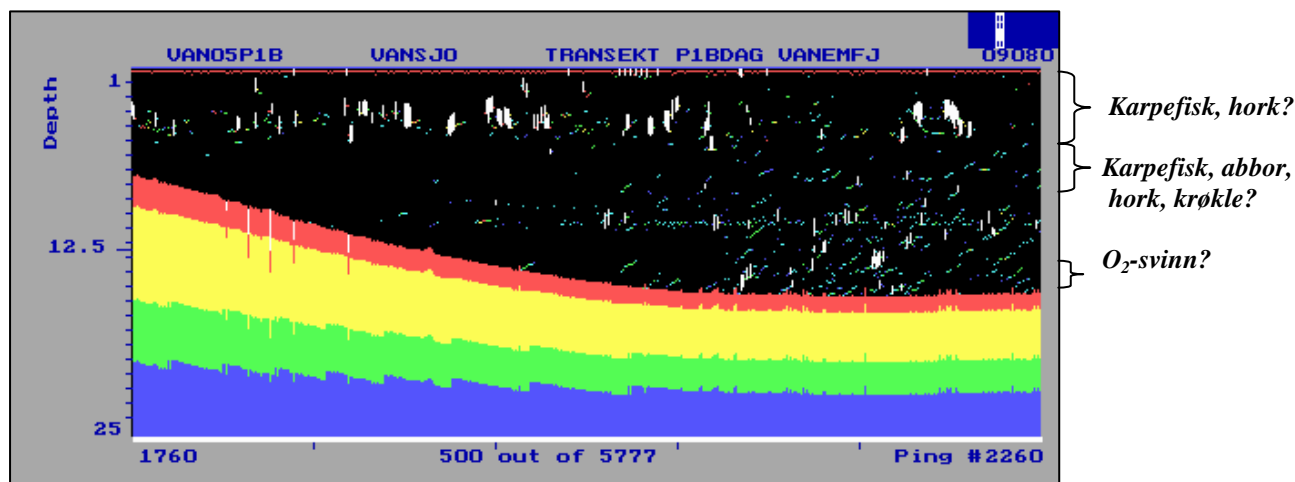
- Beregning av total fiskebiomasse i ulike størrelsesgrupper av mort og arter tilhørende "brasmegruppen" (brasme, flire, hybrider mort/brasme), basert på garnfangster og kvantitativ hydroakustikk i vestre Vansjø 2005
- Analyse av fiskens næringsvalg i vestre Vansjø i august 2005.
- Fosfor ekskresjonsrater som funksjon av fiskens størrelse basert på litteraturverdier
- Korreksjon for de temperaturene som er målt i vestre Vansjø 2005.

Dybdefordeling, arter og biomasse

Det ble beregnet en tetthet på 7 400 fisk ha⁻¹ i områder av Vanemfjorden som er i dybdesjiktet 2-8 m i august 2005. Basert på garnfangster var 37 % av dette mort og 38 % tilhørende "brasmegruppen".

Dette ga en biomasse på 70 kg ha⁻¹ mort og 117 kg ha⁻¹ av "brasmegruppen" (korrigert til dybdesjiktet 2-9 m under vannoverflaten) for alle lengdegrupper. Biomassen av fisk større enn ca. 10 cm er beregnet å være henholdsvis 66 kg mort og 107 kg i "brasmegruppen", og det er disse biomassene som er lagt til grunn for beregningene av resuspensjon av fosfor fra fisk.

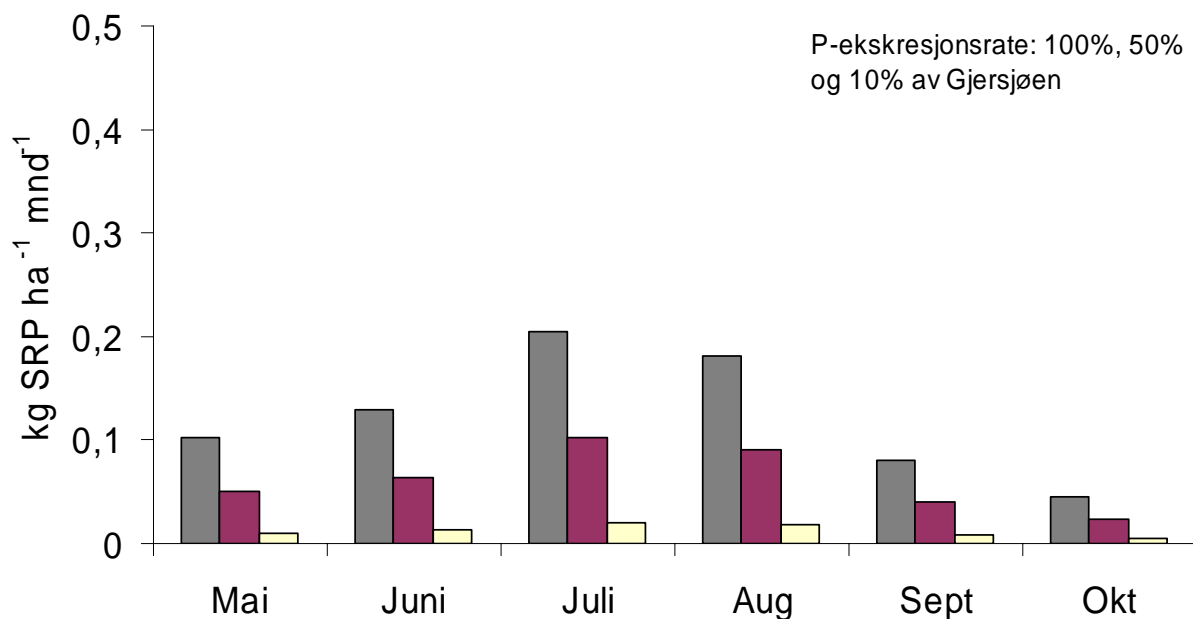
En beregnet biomasse i vestre Vansjø av mort på 70 kg ha⁻¹ og av arter i "brasmegruppen" på 117 kg ha⁻¹ gir et samlet estimat på 187 kg ha⁻¹ karpefisk for dybdesjiktet 2-8 m. Dette må betegnes som rimelig ut fra forventningen basert på total artssammensetning og områdets eutrofe tilstand.



Figur 18. Ekkogrammer fra Vanemfjorden, Vansjø 7.08.05 på dagtid. Det vises både enkelt fisk og stimer av fisk. Der totaldyptet er større enn ca. 10 m vises et markert sjikt med stimer i vannsjiktet 2-5 m

For både brasme og mort større enn ca. 10 cm ble det konsumert betydelig mengder av typiske sedimentert materiale, vekselvis av både sand/mudder og preg av leire med mer eller mindre dødt organisk materiale (detritus). Det totalt dominerende næringsdyr var larver av fjærmygg. Disse er nedgravd i substratet, og vil følge med når fisker suger i seg bunnmaterialet mer eller mindre selektivt. For de grupper av fisk som er undersøkt utgjør sediment og detritus en andel på 80 %. Det er helt tydelig at næringsopptaket skjer ved et lite selektivt næringsøk ved opptak av bunnmateriale. For individer mindre enn ca. 10 cm ble det konsumert hovedsakelig dyreplankton, men enkelte konsumerte også betydelige mengder påvekstalger.

Ved beregninger for Vansjø er det benyttet månedlig målt temperatur for epilimnion i Vanemfjorden for 2005 (mai = 13 °C, juni = 15 °C, juli = 19 °C, august = 18 °C, september = 10 °C, oktober = 5 °C). Basert på artssammensetningen på garnfangstene er det forutsatt at 74 % av fiskebiomassen beregnet ved hydroakustikk er karpefisk, og fosforekksjon er basert på denne andelen karpefisk av totalt antall fisk. Av karpefisk vil mort, brasme og flire være typiske sedimentspisere. Disse artene utgjør den helt overveiende delen av biomassen karpefisk. Suter (nyetablert), laue og sørv consumerer også ikke-animalsk næring, men disse artene er mer utpregete detritus- og plantespisere. Med sin karakteristiske munnutforming er det også lite sannsynlig at sørv er en typisk sedimentspiser i nærvær av mort, brasme og flire. Sørv er derfor ikke inkludert i brasmegruppen i denne sammenheng. Suter har liten bestand, og inngikk ikke i fangstene i august 2005. En økning i denne artens forekomst i fremtiden kan ikke utelukkes, og vil med stor sannsynlighet tilhøre samme funksjonelle gruppe som "brasmegruppen".



Figur 19. Beregnet mengde fosfor (SRP) regenerert fra sedimentpisende fisk i Vestre Vansjø, basert på biomasse av fisk over 10 cm av mort (66 kg ha⁻¹) og "brasmegruppen" (107 kg ha⁻¹). Det er benyttet ekskresjonsrater som de funnet for sedimentpisende mort i Gjersjøen (antatte maksimalverdier) og henholdsvis 50% og 10 % av disse.

Denne fiskebiomassen er beregnet å bidra med et internbidrag av P som skyldes ekskresjon. Den maksimale mengden ble beregnet til 0,68 og 0,6 mg m⁻² døgn⁻¹ i henholdsvis juli og august, noe som tilsvarer 0,20 kg SRP ha⁻¹ mnd⁻¹ i juli og august 0,18 kg SRP ha⁻¹ mnd⁻¹ i august.

Dette estimatet er basert på at ekkogrammene er representative, at garnfangster gir et korrekt bilde av artssammensetningen og at ekskresjon av fosfor fra fisk i vestre Vansjø er den samme som i Gjersjøen for mort og brasme, og for sedimentpisende karpe.

Når det gjelder ekskresjonsrater må det antas at disse er avhengig av P-innholdet i det som konsumeres. Det er i 2005 funnet lavt innhold av fosfor i sedimenter over store områder i Vestre Vansjø, og det er konkludert med at "lekkasjen" av fosfor fra sedimenter fra disse områdene er lavt. Dette resulterer i at det sannsynligvis er lavere ekskresjonsrater av fosfor fra fisk i Vansjø enn fra Gjersjøen, og at tilbakeføringen av fosfor fra fisk som er beregnet for vestre Vansjø derved er for høy, i beste fall maksimalverdier. Vi har derfor også beregnet fiskens bidrag dersom ekskresjonsraten er hhv. 50% og 10% av de ratene som ble funnet i Gjersjøen. Videre er det sannsynlig at det fosforet som fisk bringer opp i vannmassene er det samme fosforet som andre internkilder bidrar med, og at fiskens bidrag derved ikke kan betraktes som nytt fosfor som ellers ville vært unntatt resirkulasjon.

5. Vurdering av naturtilstanden og eutrofiutviklingen

For å kunne sette realistiske miljømål for Vansjø er det behov for å vite mer om Vansjø naturtilstand. En innsjø naturtilstand kan bl.a. beregnes ved å analysere og datere sedimentkjerner. Resultatet av sedimentundersøkelsene i 2005 sier imidlertid ikke noe sikkert om naturtilstanden, da bunnen av kjernene ikke var eldre enn ca. 1980. Det er tatt lengre kjerner i 2006 som forhåpentligvis vil ha bedre utsagnskraft. De samlede resultatene fra 2005 tyder likevel på at de to bassengene (Vanemfjorden og Storefjorden) har forskjellig naturtilstand, med høyere fosforkonsentrasjon, mer alger og større andel blågrønnalger i Vanemfjorden enn i Storefjorden. Denne forskjellen kan trolig tilskrives at Vanemfjorden fra naturens side er grunnere enn Storefjorden og har noe høyere alkalitet, da hele det lokale nedbørfeltet til Vanemfjorden ligger under marine grense. Modellestimater for totalfosfor indikerer at naturtilstanden for totalfosfor i Vansjø ligger høyere enn det som ble estimert i tiltaksanalysen i 2001, noe som indikerer at miljømålet som ble satt i 2001 kan være noe for ambisiøst. Dette gjelder begge bassengene.

Resultatene fra sedimentkjernene har også blitt benyttet til å vurdere trofiutviklingen av de to bassengene i Vansjø de siste 25 årene. Disse viser at trofiutviklingen har vært svært forskjellig: For Storefjorden viser de fleste parametrene en svak endring i de senere år, trolig relatert til år til år variasjoner i vannføring og dertil hørende tilførsler av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet. For Vanemfjorden viser de målte parametrene (fosfor, klorofyll) en nærmest eksplosiv eutrofiering etter år 2000.

5.1 Bakgrunn

I henhold til EUs Rammedirektiv for Vann skal økologisk status i alle vannforekomster fastsettes som avvik fra naturtilstand ("Reference conditions"). Naturtilstanden må derfor fastsettes for alle vann typer. I Norge vil naturtilstanden for de fleste vann typer kunne fastsettes ut fra overvåkingsdata i upåvirkede vannforekomster. Unntaket er moderat kalkrike innsjøer i lavlandet, som er den vann typen Vansjø tilhører, der vi ikke har tilstrekkelig antall upåvirkede lokaliteter. Naturtilstanden for denne vann typen må derfor fastsettes vha. andre metoder, som for eksempel paleoøkologiske undersøkelser av innsjøens historie ved analyse av kjemiske og biologiske forhold i sedimentkjerner. Dette er en mye brukt metode innen geofagene, og har også i de senere år vært brukt i økologiske studier av bl.a. tidsutvikling av forsuring og eutrofiering av innsjøer. I Norge er det lite erfaring med bruk av slike metoder til å analysere trofiutvikling i innsjøer, mens andre land, som f.eks. England og Danmark har meget utbredt erfaring med dette. NIVA har derfor samarbeidet med engelske forskere ved University College London, som er verdens ledende fagmiljø for slike studier.

Historiske data er en annen metode for estimering av naturtilstanden. Tidligere studier av sedimentene i Vansjø har gitt data fra århundreskiftet og fram til 1977, og omfatter bl.a. kiselalgeanalyser og analyser av karbon, nitrogen, fosfor og en rekke andre elementer som kalsium og tungmetaller. I denne rapporten sammenholder vi derfor de historiske dataene angitt i disse tidligere rapportene med resultatene fra våre undersøkelser i 2005.

En alternativ metode for fastsetting av naturtilstanden i Vansjø er å benytte modeller som angir naturlig fosforkonsentrasjon ut fra innsjøens middeldyp og alkalitet. En slik modell som nå brukes i

bl.a. EU prosjektet REBECCA, samt av engelske myndigheter på nasjonalt nivå, er den såkalte Morpho-Edaphic Index (MEI-modellen) Denne modellen er også benyttet i denne rapporten.

Via samarbeid med andre nordiske land, som også har data fra upåvirkede vannforekomster av samme type som Vansjø, er det også mulig å estimere naturtilstanden mhp. fosfor og klorofyll ut fra statistiske fordelinger av det totale nordiske datamaterialet fra de aktuelle innsjøene. Dette datamaterialet er nå sammenstilt og benyttes også til å gi et uavhengig estimat av naturtilstanden i Vansjø mht disse to parametrene.



Figur 20. Splitting av sedimentkjerner i Vansjø august 2005 (Foto: Knut Bjørndalen, NIVA)

5.2 Resultater

Naturtilstand

Resultatene av sedimentundersøkelsene kan ikke si noe sikkert om naturtilstanden i innsjøen, da bunnen av kjernene ikke var eldre enn slutten av 70-tallet / begynnelsen av 80-tallet. Dette skyldes høyere akkumulasjonsrate enn forventet i utgangspunktet, og bruk av en sedimenthenter som var for lett til å trenge langt ned i de kompakte leirsedimentene. Det er tatt nye og lengre søyler i 2006 som forhåpentligvis vil ha større utsagnskraft. Hvis vi sammenligner bunnen av kjernene fra de to bassengene, er det likevel klart at de var forskjellige allerede rundt 1980, med høyere fosforkonsentrasjon, mer alger, større andel blågrønnalger og flere arter av vannlopper i Vanemfjorden enn i Storefjorden.

Foreløpig konklusjon er man minst må tilbake til 50-tallet, og helst før 1940, for å finne naturtilstanden (dvs. referansetilstanden) for Vansjø. Naturtilstanden i innsjøen er derfor fortsatt meget usikker, men de samlede resultatene tyder på at de to bassengene (Vanemfjorden og Storefjorden) er forskjellige. Modellestimater for totalfosfor og klorofyll indikerer at naturtilstanden for totalfosfor kan ligge rundt 11-14 $\mu\text{g/L}$ i Storefjorden og 14-20 $\mu\text{g/L}$ i Vanemfjorden, mens naturtilstanden for klorofyll kan være 4-7 $\mu\text{g/L}$ i Storefjorden og 7-11 $\mu\text{g/L}$ i Vanemfjorden. Det er sannsynlig at naturtilstanden for Vanemfjorden er noe mer næringsrik enn for Storefjorden, da Vanemfjorden er grunnere og har noe høyere alkalitet.

Historiske data over forekomsten av kiselalger og algepigmenter viser at planteplanktonet var dominert av kiselalger i begge bassengene før 1960-tallet, mens grønnalgene ble dominerende i Vanemfjorden i løpet av 60-årene. Blågrønnalger forekom i begge bassengene allerede rundt århundreskiftet, men hadde da liten mengdemessig betydning og besto av arter som normalt forekommer i oligo- og svakt mesotrofe innsjøer (*Anabaena flos.aquae* og *Gomphosphaeria lacustris*).

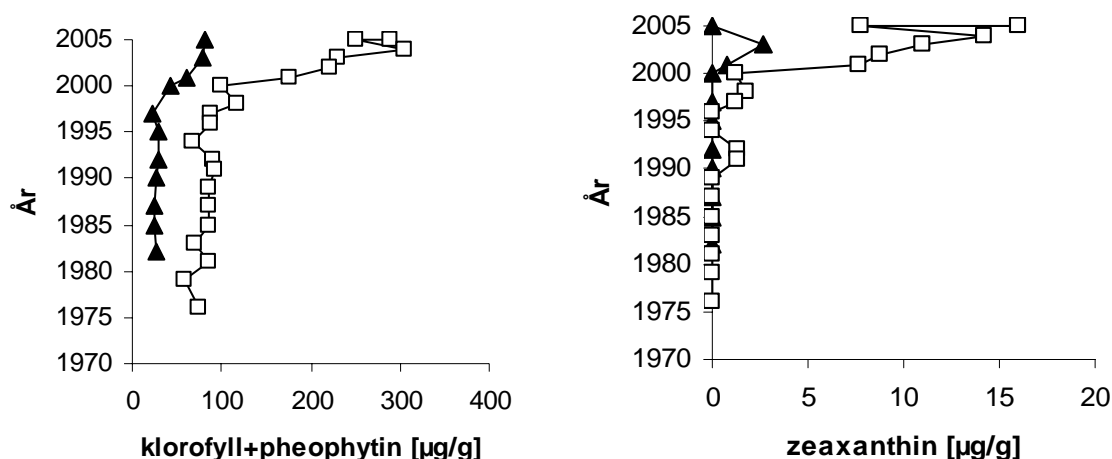
De foreliggende resultatene tyder på at naturtilstanden for totalfosfor som ble estimert i tiltaksanalysen i 2001 ($8 \mu\text{g L}^{-1}$) er for lav, samt at naturtilstanden ikke er den samme i begge bassengene. Den estimerte naturlige fosforkonsentrasjonen i Storefjorden er lik eller høyere enn det miljømålet som ble satt i tiltaksanalysen, noe som indikerer at dette miljømålet kan være noe for ambisiøst og således bør vurderes på nytt. For Vanemfjorden ser naturtilstanden ut til å være ennå høyere mht. fosforkonsentrasjon enn det som ble estimert i tiltaksanalysen. Det er derfor mulig at miljømålet for denne delen av innsjøen også bør revurderes f.eks. ved hjelp av nye modeller.

Tabell 3. Estimert naturtilstand for fosfor i tiltaksanalysen 2001 og modellestimer i 2005 (tallene representerer gjennomsnittsverdier for vekstsesongen april-oktober).

Lokalitet	Estimert naturtilstand Tiltaksanalysen 2001 ($\mu\text{g P/l}$)	Modellestimer 2005 ($\mu\text{g P/l}$)
Storefjorden	8	11-14
Vanemfjorden	7	14-20

Trofiutviklingen

Resultatene fra sedimentkjernene har også blitt benyttet til å vurdere eutrofieringsutviklingen av de to hovedbassengene i Vansjø de siste 25 årene. Disse kan sammenholdes med overvåkingsdata fra vannmassene. De viktigste resultatene fra sedimentundersøkelsen, som viser trofiutviklingen i to bassengene er den store forskjellen mellom dem etter år 2000: For Storefjorden viser de fleste parametrene en svak endring i de senere år, trolig relatert til år til år variasjoner i vannføring og dertil hørende tilførsler av erosjonsmateriale fra nedbørfeltet. For Vanemfjorden viser de målte parametrene en nærmest eksplosiv eutrofiering etter år 2000: kraftig økning i flere eutrofirelaterte parametere bl.a. kraftig økning i klorofyll og minimal nedbrytning av klorofyll.

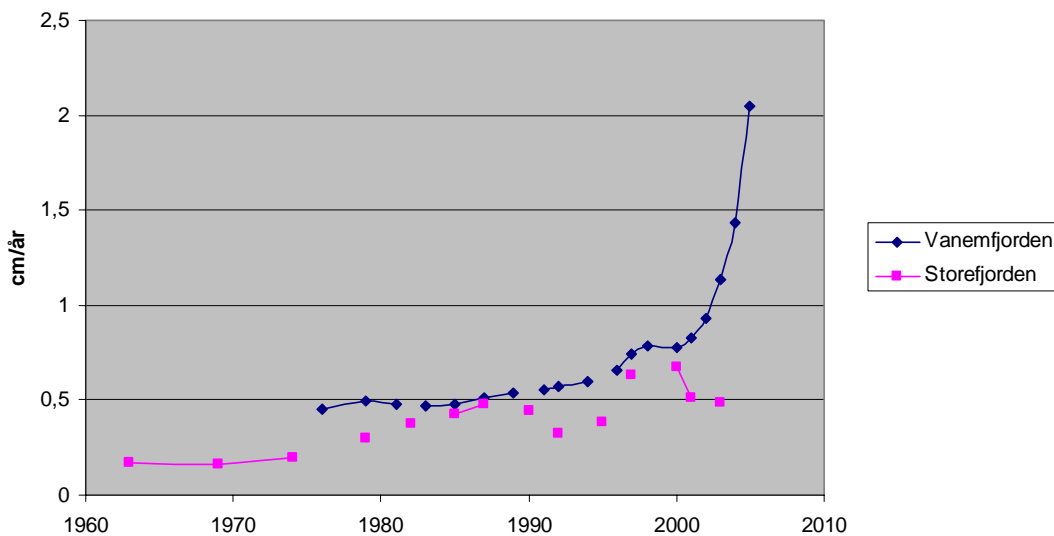


Figur 21. Algepigmenter i sedimentkjerner i Vansjø. Sorte trekanter er Storefjorden, mens hvite firkanter er Vanemfjorden. Pheophytin er nedbrytningsprodukt av klorofyll, mens Zeaxanthin finnes hovedsakelig i de mest eutrofe indikatorartene av blågrønnalger som for eksempel *Microcystis*.

Akkumulasjonsraten i sedimentene er også svært forskjellig mellom Storefjorden og Vanemfjorden (Figur 22) de siste 5 årene, med raskt økende akkumulasjonsrate i Vanemfjorden fra ca. $0,5 \text{ cm/år}$ før 1990 til ca. 2 cm/år i 2005. Storefjorden viser en mer beskjeden økning i akkumulasjonsraten fra

ca. 0.2 cm/år før 1980 til ca. 0.5 cm/år etter dette. De høyeste akkumulasjonsratene i Storefjorden er fra 1997 og 2000, noe som trolig er relatert til episoder med særlig stor vannføring i april og mai 1996, samt flomeepisodene i 1999 og 2000, som brakte store mengder partikler til Storefjorden. Den nærmest eksplorative økningen i akkumulasjonsraten i Vanemfjorden de siste fem årene er sannsynligvis et resultat av en kraftig økning i algeproduksjonen, kombinert med en overgang til mindre beitbare alger, slik at også en større andel av primærproduksjonen sedimenterer istedenfor å bli omsatt i næringskjeden. Dette kan være en indirekte effekt av økte tilførsler av næringsalter under flommen i år 2000 og/eller et resultat av økte interne tilførsler etter dette tidspunkt.

Akkumulasjonsrate i Vansjø (cm/år)



Figur 22. Akkumulasjonsrate i sedimentene i Storefjorden og Vanemfjorden, målt som cm/år.

6. Forbedring av tilførselsberegninger i Hobølelva

I Hobølelva har man hittil ikke hatt tilfredsstillende datagrunnlag til å vurdere effekten av gjennomførte tiltak, dvs. for få fosformålinger pr. år. Det ble derfor utført et eget delprosjekt med det siktemål å vurdere forbedringer av tilførselsberegningene. En sammenligning av ulike metodikk for prøvetaking og beregning av transport i dager uten målinger ga til dels store avvik i transportestimatene. Beregnet transport i perioden desember 2004 - desember 2005 varierer ut fra dette mellom 6 og 9,5 tonn fosfor og 2200-4300 tonn partikulært materiale. Dette resultatet demonstrerer tydelig usikkerheten i transportestimat generelt, og utfordringene ved å måle og beregne stofftransport i vassdrag. Det anbefales at forsøkene fortsetter. Det er også en klar anbefaling at hyppig prøvetaking utføres, fortrinnsvis hver uke, med ekstraprøver under høye vannføringer.

6.1 Bakgrunn

Tidligere tilførselsberegninger har ikke gitt data med tilstrekkelig presisjon til å vurdere effekter av gjennomførte tiltak i nedbørfeltet. Det er som regel et kostnadsspørsmål hvor nøyaktig tilførselsberegningene kan bli, siden resultatet bedres med hyppigere prøvetaking. Det ble derfor utført

et eget delprosjekt med det siktemål å vurdere forbedringer av tilførselsberegningene av fosfor og suspendert materiale i Hobøl elva.

Delprosjektet gikk i korte trekk ut på å teste ut to ulike måter å ta prøver på, samt tre ulike metoder for å beregne transporten i dagene uten prøvetaking. Transport av fosfor og suspendert materiale ble beregnet både for den utvidete prøvetakingsperioden (1. juli – 30. november 2005) og for ett-årsperioden 1. desember 2004 – 30. november 2005. Det må understrekes at begge disse periodene var relativt tørre med få kraftige nedbør- og avrenningsepisoder.

6.2 Metodikk

Prøvetakingsmetodene som ble testet ut omfatter stikkprøver og blandprøver. Stikkprøvene ble samlet inn ved at det ble pumpet inn fire delprøver pr. dag på til sammen en halv liter. Disse prøvene kan til dels sammenlignes med Fylkesmannens prøver, bortsett fra at de siste tas som en momentanprøve (altså ikke fordelt over fire tidspunkt på dagen). Blandprøvene ble samlet inn ved at vann ble pumpet opp i en beholder i løpet av 14 dager. Ved høy vannføring ble det pumpet oftere enn ved lav vannføring. Etter 14 dager ble beholderen skiftet ut, vannet i beholderen ble ristet godt opp og en delprøve ble tatt ut til analyse.

Det finnes flere metoder for å beregne transporten i perioder uten prøvetaking, og denne undersøkelsen har testet ut noen av disse. Det henvises til fagrapporten (Bioforsk-rapport 17/2006), for en bedre beskrivelse av disse metodene, men under er en kort oversikt. Det er ikke mulig å beregne årstransporten basert på blandprøver fra en begrenset del av året, disse ble derfor kun benyttet til å beregne transport i prøvetakingsperioden juli-november 2005, ved å multiplisere konsentrasjonen i blandprøven med den vannmengden som passerte Kure i de samme fjorten dagene.

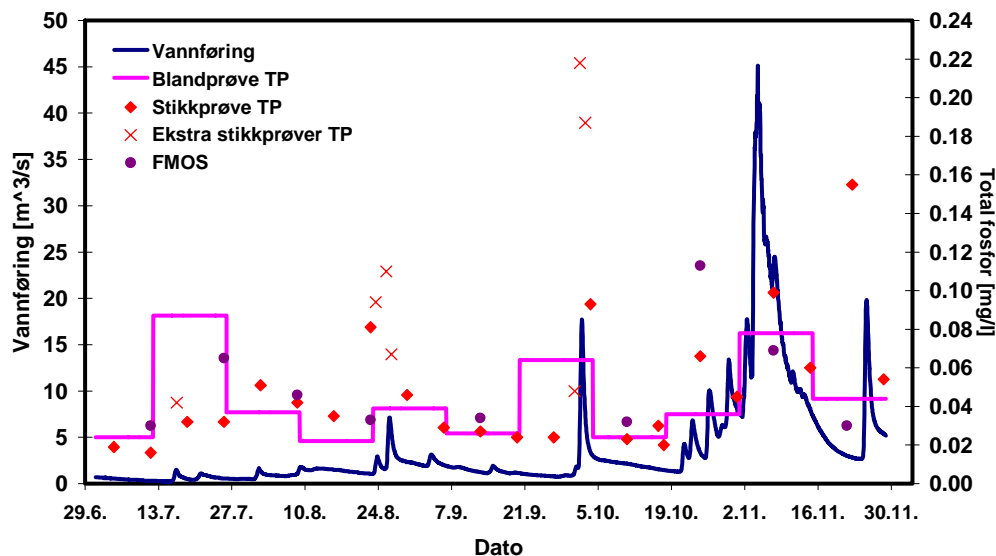
For stikkprøvene ble det benyttet tre ulike måter å beregne transporten i umålte dager på. Felles for alle tre er at de dagene det ble tatt prøver ble data fra disse brukt direkte; Fylkesmannens datasett ble benyttet om våren, Jordforsks datasett om høsten. De tre metodene er:

- a) Lineær interpolasjon mellom prøvetakingspunktene, dvs. at det trekkes en rett linje mellom de ulike konsentrasjonene. Hvis for eksempel konsentrasjonen én dag var 10 mg/L og konsentrasjonen uken etter 17 mg/L, vil dagene imellom få konsentrasjoner på 11, 12, 13, 14, osv. mg/L.
- b) "Flat beregning", dvs. at konsentrasjonen en bestemt dag antas å være representativ i en viss periode. For å bruke samme eksempel som over, vil konsentrasjonen på 10 mg/L nå også gjelde de tilstøtende dagene. Delprosjektet vurderte tre ulike tilnæringsmetoder for dette, avhengig av om man antar at konsentrasjonen er representativ for dagene før eller etter prøvetaking. I denne sammendragsrapporten er kun gjennomsnittet for disse tre tilnærmingene benyttet.
- c) Den tredje metoden tar hensyn til at stofftransporten ofte varierer med vannføringen. Det konstrueres en såkalt slamføringskurve som viser forholdet i logaritmisk skala mellom vannføring og stofftransport. Stofftransporten i dager uten målinger beregnes deretter ut fra vannføringen den dagen. Det ble konstruert kurver både for slamføring og fosfortransport, begge viste gode korrelasjoner mellom stofftransport og vannføring. Slamføringskurvene ble baserte på data fra Jordforsk.

6.3 Konsentrasjon av suspendert tørrstoff og fosfor i Hobøl elva i 2005

Figur 23 viser konsentrasjon av totalfosfor i Hobøl elva i 2005, basert på ulike prøvetakingsmetoder. Blandprøvene gir den laveste gjennomsnittskonsentrasjonen, mens kombinasjonen av ukentlige stikkprøver med ekstraprøver under høy vannføring ga de høyeste konsentrasjonene for alle parametre.

Et avvik ble oppdaget ved en sammenligning av stikkprøver tatt i Hobøl elva ved Kure på samme dag av Fylkesmannen i Østfold (FMOS) og Jordforsk: For samtlige ni prøver tatt samme dag sommeren og høsten 2005, lå gjennomsnittlig konsentrasjon av suspendert tørrstoff over 40% lavere i FMOS' prøver enn i Jordforsks. For totalfosfor var ulikhetene annerledes, der var Jordforsks prøver både høyere og lavere enn FMOS', men i gjennomsnitt var fosforinnholdet ca. 20 % høyere i FMOS sine prøver. Siden ulikhetene ikke er konsistente, er det mer sannsynlig at de skyldes laboratorieanalysene enn prøvetakingsmetodikk. Prøvene er analysert på henholdsvis Jordforsk sitt laboratorium og Analycen. Det bør i 2006 gjøres en nærmere undersøkelse av dette avviket. Tilførselsberegningene som er utført hittil i Hobøl elva har vært basert på Fylkesmannens data, og det er svært viktig at disse gir riktig estimat.



Figur 23. Vannføring ved Høgfoss, stikkprøve- og blandprøvekonsentrasjoner av total fosfor ved Kure for måleperioden juni – november 2005.

6.4 Transportberegninger - resultat og konklusjoner

Resultatene av sammenligningen av metodikk for transportberegninger kan kort oppsummeres slik:

- Blandprøvene ga lavere estimat av transport for både sedimenter og fosfor enn stikkprøvene.
- Av de tre ulike metodene for å beregne transport i dager uten målinger (stikkprøver), ga bruk av slamføringskurver/fosforføringskurver det høyeste transportestimatet, mens beregninger med lineær interpolasjon og "flat beregning" ga adskillig lavere estimater.
- En sammenligning av prøver tatt annenhver uke og hver uke viste at avviket innen samme beregningsmetode var størst for prøver tatt annenhver uke. Resultatene viste altså at usikkerheten var betydelig større ved prøvetaking annenhver enn hver uke.

Som tabell 2 viser, varierte årstransporten for fosfor med mellom 6 – 9,5 tonn og for partikulært materiale med mellom 2200-4300 tonn.

Tabell 4. Resultat av ulike prøvetakings- og beregningsmåter for transporten av suspendert tørrstoff (STS) og totalfosfor (Tot-P) for to ulike perioder i Hobølelva ved Kure. Stikkprøveresultatet for prøvetakingsperioden (juli-november 2005) er basert på ukentlige prøver, i tillegg til 8 ekstraprøver under høy vannføring.

Periode	Transport (tonn) beregnet med slamføringskurver		Transport (tonn) beregnet med lineær interpolasjon		Transport (tonn) beregnet med "flat beregning"*		Transport (tonn) beregnet fra blandprøver	
	STS	Tot-P	STS	Tot-P	STS	Tot-P	STS	Tot-P
01.07.05 – 30.11.05	2500	5,2	1710	3,3	1719	3,5	1033	1,8
01.12.04 – 30.11.05	4300	9,5	2278	6,0	2216	6,0		

* Beregnet som et gjennomsnitt av resultatet fra tre ulike tilnæringsmåter for "flat beregning"

6.5 Anbefalinger

Prøvetaking i Hobølelva ved Kure viste at ulike prøvetakingsmetoder (stikkprøver, blandprøver), ulik frekvens i prøvetaking (ukentlig, 2 uker) og ulike beregningsmetoder ga stor variasjon i beregnet totaltransport av fosfor og suspendert stoff. Valg av framtidig prøvetakingsstrategi og tolking av resultater må derfor ta hensyn til dette. Forskjellene er så vidt store og interessante at de gir grunn til å anbefale videreføring av den sammenlignende prøvetakingen, fortrinnsvis over en periode på ett år. Uavhengig av dette anbefales det å øke prøvetakingsfrekvensen i det igangværende programmet til en gang pr. uke med mulighet for hyppigere uttak i flomepisoder. Dette vil også gi grunnlag for å finne bedre sammenhenger mellom konsentrasjon, transport og vannføring.

I tillegg anbefales det at det gjennomføres en ringtest for de involverte laboratoriene da arbeidet har vist at det er store avvik i analyseresultat mellom prøver tatt på samme sted og tid, men analysert på ulike laboratorier.

7. Numerisk modellering i Vansjø 2005

MyLake modellen har blitt benyttet til å beregne hvordan Vansjø vil reagere på forskjellige endringer i fosforbelastning.

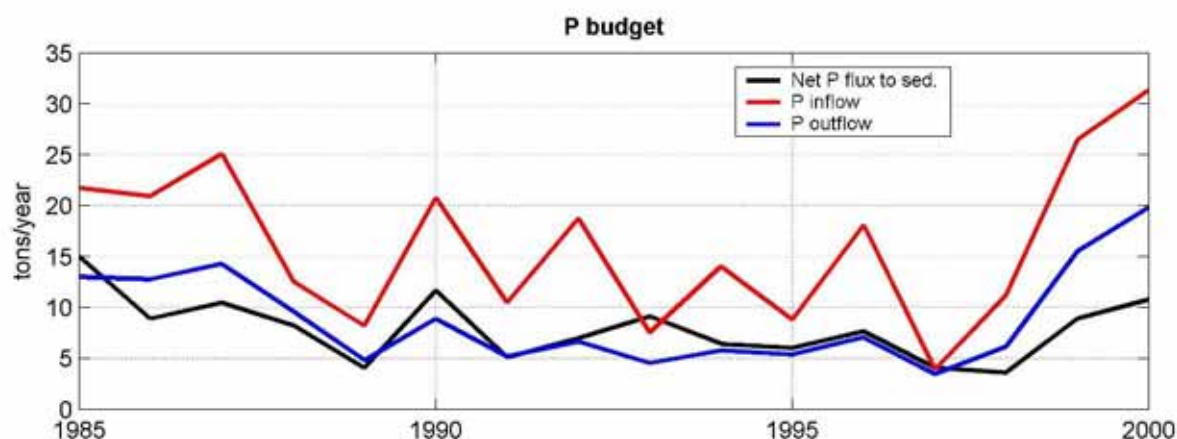
Resultatene tyder på den midlere fosforretensjonen i Storefjorden i perioden 1985-2000 var på ca. 0,5 tonn, dvs. at ca. halvparten av fosforet som tilføres Storefjorden blir lagret i sedimentene. Resultatene tyder også på at effekten av reduksjoner i fosforbelastningen er tilnærmet lineær, og at for eksempel halvering av belastninger slik beregnet i tiltaksanalysen vil kunne lede til en sommersesong totalfosfor- og klorofyllnivå på henholdsvis 11 og 4 µg/L.

For å kunne vurdere effekten av reduksjoner i fosforbelastningen på algeveksten i Vansjø er MyLake-modellen (Multi-Year Lake simulation modell) benyttet for perioden 1984-2000. Da hoveddelen av vannmassene renner først ut i Storefjorden og så ut i Vanemfjorden var modellstudiets første mål å få til en godt fungerende modell for Storefjorden.

MyLake-modellen ble tilpasset for bruk på Vansjø og kalibrert mot tilgjengelige observasjoner. Resultatene viste at den kalibrerte modellen simulerte relativt bra den sesongmessige utviklingen i totalfosfor og klorofyll. For løst uorganisk fosfor og suspendert stoff var overensstemmelsen enda bedre.

Modellen ble også kjørt for å vise hva den årlige maksimale sannsynligheten er for at andelen blågrønnalger vil overstige 10% (se kapittel 3.4). Resultatet viser at sannsynligheten for mer enn 10% blågrønnalger varierte mellom 24 og 54% i perioden 1985-2000.

Modellen ble i tillegg brukt for å simulere fosforbalansen i Storefjorden dvs. inn- og utgående årlige fosforbelastninger, samt den delen som blir tilbakeholdt i sedimentene. Den midlere retensjonen i perioden 1985-2000 ble simulert til ca. 0,5 tonn, dvs. halvparten av fosforet som renner ut i Storefjorden blir lagret i sedimentene (jmf. Figur 24).



Figur 23. Simulert fosforbudsjett i Storefjorden i 1985-2000. De røde, blåe og svarte linjene viser henholdsvis netto inn- og utstrømning av fosfor og netto fosfor tilbakeholdt i innsjøsedimentene.

Til slutt ble det undersøkt hvordan forskjellige reduksjoner i fosfor og partikkel belastning ville påvirke langtidsmiddelverdien (1985-2000) av total P og klorofyll konsentrasjonsnivået i juni-september i Storefjorden. Resultatet viste at effekten av reduksjoner i fosforbelastningen er tilnærmet lineær, og at for eksempel en halvering av belastninger vil kunne lede til en sommersesong (juni-september) total P- og klorofyllnivå på henholdsvis 11 og 4 $\mu\text{g/L}$.

I fremtidige modelleringsprosjekter på Vansjø vil NIVA erstatte det nåværende P belastningsestimatet med oppdaterte tall fra Vansjø-2005 prosjektet for å få en oppdatert modell for Storefjorden. Deretter vil NIVA bruke de simulerte tidsserier for Storefjordens vannkvalitet som pådriver for en lignende modell for Vanemfjorden, sammen med andre lokale data og belastningsestimater for Vanemfjorden fra dette Vansjø-2005 prosjektet.

I 2006 vil det igangsettes 2 store nye forskningsprosjekter der en videreutvikler MyLake modellen bl.a. på Vansjø. Dette er:

- *EutroBayes* (NIVA, Jordforsk, m.fl.) Kobling av MyLake og kost-effektivitetsmodeller vha. Bayesiske nettverk, Vansjø & Steinsfjorden som 'case study' innsjøer.
- *Model-SIP* (NIVA, 2006-2009) Strategisk instituttprogram om modellering, Vansjø som 'case study'
-

8. Lokale tilførsler til vestre Vansjø og Mosseelva

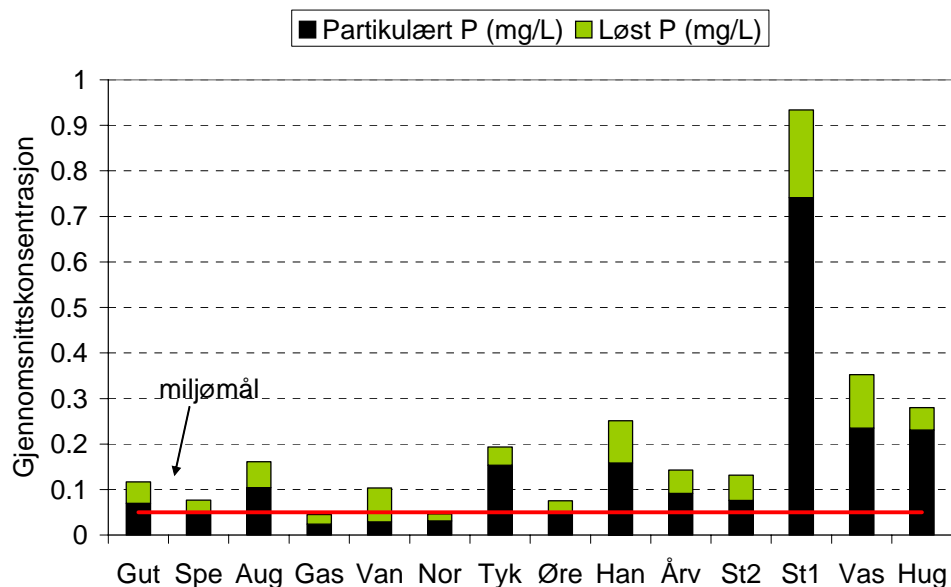
Bakgrunnen for dette prosjektet var å få mer presise estimater for de lokale tilførslene rundt vestre- og nedre Vansjø. Resultatene viser at de lokale tilførslene er langt større enn tidligere antatt. Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av fosfor i bekkene varierer i følge undersøkelsen fra 45 µg/L til 930 µg/L. Den årlige middelfosforkonsentrasjonen i 12 av de 14 bekkene ligger over maksimumsmiljømålet på 50 µg/L. Tapene fra nedbørfeltene varierer mellom 11 til 240 g P/daa. Basert på disse nedbørfeltene er de totale tilførslene til vestre Vansjø (ovenfor Mosseelva) estimert til ca 1,7 tonn fosfor i perioden 19. oktober 2004 til 19. oktober 2005. Avrenningen i måleperioden var mye lavere (257 mm) enn ellers i perioden 1994-2004. Normalavrenningen for de siste ti årene var på 532 mm. Gitt en lineær sammenheng mellom avrenning og fosfortap indikerer dette at normale tilførsler ligger på ca. 3,4 tonn P/år noe som er dobbelt så mye som antatt i tiltaksanalysen fra 2001. I tillegg kommer fosfortap fra nedbørfeltet til Mosseelva som utgjør ca 0,4 tonn fosfor/år.

Tiltaksanalysen som tidligere er gjennomført for Morsa hadde et overordnet perspektiv. Metodikken som ble lagt til grunn for beregning av forurensningstilførslene (landbruk) var i hovedsak knyttet opp mot jorderosjon som dominerende prosess for fosfortap.

Variasjonen mellom de enkelte delområdene er i hovedsak basert på forskjellen i erosjonsrisiko mellom feltene. Der andre prosesser er av vesentlig betydning for fosfortapet vil derfor tiltaksanalysens beregninger kunne underestimere fosfortilførslene. Dette kan være situasjonen for arealene som drenerer til den vestlige delen av innsjøen. Estimater for tilførsler fra kommunal kloakk er også usikre og det er ikke gjort estimater for tilførsler fra fyllinger. Spredte målinger i de lokale bekkene gav indikasjoner på til dels svært høye fosforkonsentrasjoner med relativt høy andel løst fosfor.

Formålet med undersøkelsen er å 1) dokumentere konsentrasjonsnivåer av fosfor i ulike bekker, 2) dokumentere forskjeller i fosfortilførsler fra ulike arealer i nedbørfeltet til vestre Vansjø og 3) gi et estimat på fosfortilførsler fra hele nedbørfeltet til vestre Vansjø basert på målinger.

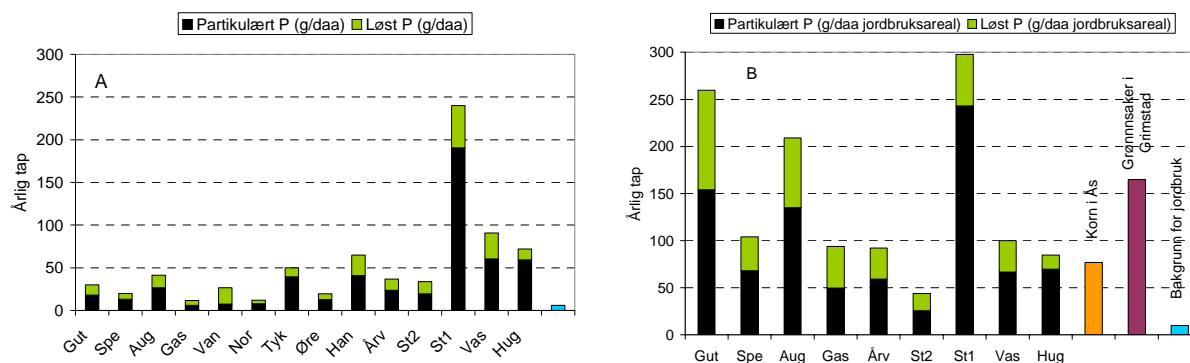
Det ble tatt ut stikkprøver i de 14 bekkene rutinemessig hver 14. dag (ca. 22 ganger), samt fem ganger i flomeepisoder. I tillegg ble det tatt ut stikkprøver hver tredje time gjennom tre flomeepisoder i tre av bekkene. Vannprøvene er analysert for konsentrasjon av totalfosfor og løst fosfor i filtrerte prøver. Da det ikke var avrenningsmålinger i de 14 bekkene er avrenningsmålinger fra Skuterudbekken i Ås brukt for å estimere vannføringen i bekkene rundt vestre Vansjø. Årlig gjennomsnittskonsentrasjon av fosfor i bekkene varierer i følge undersøkelsen fra 45 µg/L til 930 µg/L, se figur 25. Norebekken og Gashusbekken har de laveste konsentrasjonene, mens den årlige middelfosforkonsentrasjonen i alle de øvrige bekkene ligger over maksimumsmiljømålet på 50 µg/L. Områder med intensiv jordbruksproduksjon og liten fortykning med skogsavrenning viser de høyeste fosforkonsentrasjonene, men også fyllingene i nedbørfeltene til Tykkmyr og Hananbekken bidrar til høye konsentrasjoner av fosfor. Her er fosforkonsentrasjonene spesielt høye i perioder med lav vannføring bl.a. på sommeren.



Figur 25. Gjennomsnittlig årlig fosforkoncentrasjon for hvert nedbørfelt

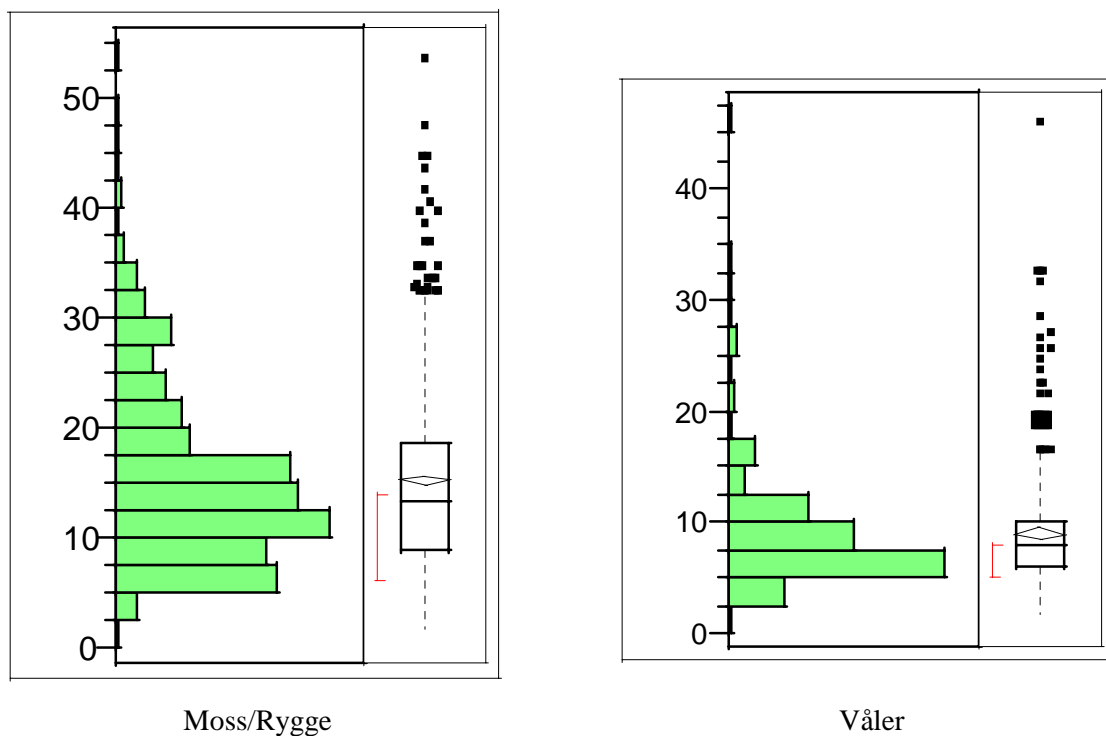
Det ble funnet forholdsvis høye fosforkoncentrasjoner og stor andel løst fosfor i Vanembekken. Ved en undersøkelse gjennomført av Moss og Våler kommune våren 2005 ble det påvist en lekkasje på en interkommunal kloakkledning. Lekkasjen ble umiddelbart tettet. Det er påvist termotabile koliforme bakterier i 13 av 14 bekker. Årvold- og Sperrebotnbekken inneholdt gjennomsnittlig hhv. 2300 og 1000 bakterier/100ml, men også Guthusbekken hadde et høyt innhold. Resultatene tyder på at de fleste av bekkene har større eller mindre bidrag fra punktkilder.

Beregning av fosfortapene er basert på estimering av manglende flomkoncentrasjoner og interpolering mellom verdier for fosforkoncentrasjon i stikkprøver. Fosfortapene varierer fra 11 til 240 g P/daa, se **Figur 26**. Regnet pr. dekar jordbruksareal tyder undersøkelsen på at det er jordbruksarealene i nedbørfeltene til Guthusbekken, Augerødbekken og Støabekken 1 som har de største fosfortapene. Arealene omfatter jordbruksdrift med korn, grønnsaker og intensiv husdyrproduksjon.



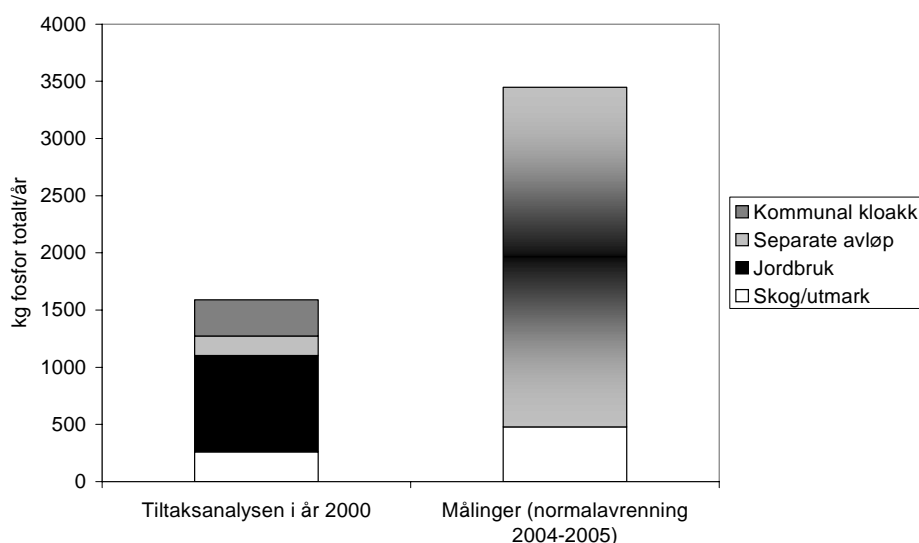
Figur 26. Tap av partikulært og løst fosfor i måleperioden presentert som kg/daa totalareal (A) og omregnet til kg/daa jordbruksareal (B) for nedbørfelt med minst 10 % jordbruksareal. Tap av total fosfor fra et kornfelt (Skuterud) og grønnsaksfelt (Vasshaglona) (JOVA) for samme periode.

En generell vurdering av fosfortilstanden på jordbruksarealene i Moss/Rygge og Våler kommuner viser at det er mange flere jordprøver som har et høyt fosforinnhold i Moss/Rygge sammenlignet med Våler kommune. Middelerdien er 15 g P-AL/100g i Moss/Rygge, mens den er 9 g P-AL/100g i Våler.



Figur 27. Fordeling av P-AL-tall for jordbruksarealer i Moss/Rygge og Våler

Ved oppskalering av fosfortap fra nedbørfeltene er de totale tilførslene til vestre Vansjø (ovenfor Mosseelva) estimert til ca. 1,7 tonn fosfor i perioden fra 19. oktober 2004 til 19. oktober 2005 og tilsvarende for Mosseelva 210 kg fosfor. Avrenningen i måleperioden var mye lavere (257 mm) enn ellers i perioden 1994-2004 (målt i Skuterudbekken). Normalavrenningen for de siste ti årene var på 532 mm. Gitt en lineær sammenheng mellom avrenning og fosfortap indikerer dette at normale tilførsler ligger på ca 3,4 tonn fosfor per år for vestre Vansjø og opp i mot 0,4 tonn fosfor for Mosseelvas nedbørfelt. Figur 28 viser tilførsler av fosfor fra jordbruk, punktkilder og avrenning fra skog i det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø beregnet teoretisk i tiltaksanalysen fra 2001 og på grunnlag av nye målinger i lokale bekker.



Figur 28. Tilførsler av fosfor fra jordbruk, punktkilder og avrenning fra skog i det lokale nedbørfeltet til vestre Vansjø beregnet teoretisk i tiltaksanalysen og på grunnlag av målinger.

9. Fosforbudsjett

Flere av de gjennomførte delprosjektene i Vansjø 2005 bidro med resultater som er benyttet for å utarbeide et nytt fosforbudsjett for Vestre Vansjø. De viktigste resultatene er som tidligere nevnt at de lokale tilførsler til Vestre Vansjø er betydelig større enn de tallene som ble benyttet i tiltaksanalysen og at interngjødslingen fra sedimentene er betydelig mindre enn antatt i tiltaksanalysen gjennomført i 2001..

Tolkningen av resultatene i tilførselsprosjektene er imidlertid vanskeliggjort ved at undersøkelsesperioden var et atypisk hydrologisk år med lite nedbør og en avrenning på kun Ca. 50 % av et normalår. Da målingen kun pågikk i deler av et hydrologisk år, må vi også i deler av budsjettet foreta estimater for resten av året. De beregningene som var nødvendig for å angi et fosforbudsjett i et normalår er såpass usikre at det er vanskelig å presentere et detaljert fosforbudsjett. Med bakgrunn i eksisterende datamateriale kan vi imidlertid anta at ca. 2/5 eller angitt som 40% av tilførslene til Vanemfjorden kommer fra eksterne lokale kilder og at ca. 3/5 eller angitt som 60% kommer fra Storefjorden gjennom sundet. På sommeren kan det forekomme interngjødsling i mindre grad, men på årsbasis får ikke dette noen betydning for fosforbudsjettet.

9.1 Bakgrunn

Tidligere fosforbudsjetter fra Vansjø viser svært store variasjoner fra år til år. Det er ikke kjent om dette skyldes reelle svingninger eller om det er et resultat av lav prøvetakingsfrekvens, ikke-tilfredsstillende målemetode eller at svært raske svingninger i vannføringene gjør det vanskelig å få pålitelige resultater. Dette gjør det vanskelig å vurdere effekten av gjennomførte tiltak i nedbørfeltet. I tillegg fantes det ikke vannkvalitetsdata for viktige lokale bekker til Vestre Vansjø og det fantes heller ikke vannstrømmålinger og vannkvalitets målinger i sundet mellom Storefjorden og Vanemfjorden som kunne brukes til å estimere P-transporten fra Storefjorden til vestre Vansjø. Dette medførte at det var nødvendig å igangsette undersøkelser med det siktemål å revidere tidligere fosforbudsjett for å kunne foreslå relevante tiltak.

9.2 Beregning av nytt fosforbudsjett

Følgende undersøkelser ble derfor igangsatt for å bedre kunnskapsgrunnlaget for et nytt fosforbudsjett

- Vurdering av mulig interngjødsling i Vestre Vansjø
- Forbedring av tilførslene i Hobølelva
- Måling av vannstrømmen og totalfosfor ved Sundkjeften
- Kartlegging av lokale fosfortilførsler til Vestre Vansjø
- Bruk av ulike modellverktøy for å bedre kunnskapsgrunnlaget

Det ble også foretatt alternative beregningsmåter for å bedre tilførselberegningene til Vansjø ved hjelp av slamføringskurver.

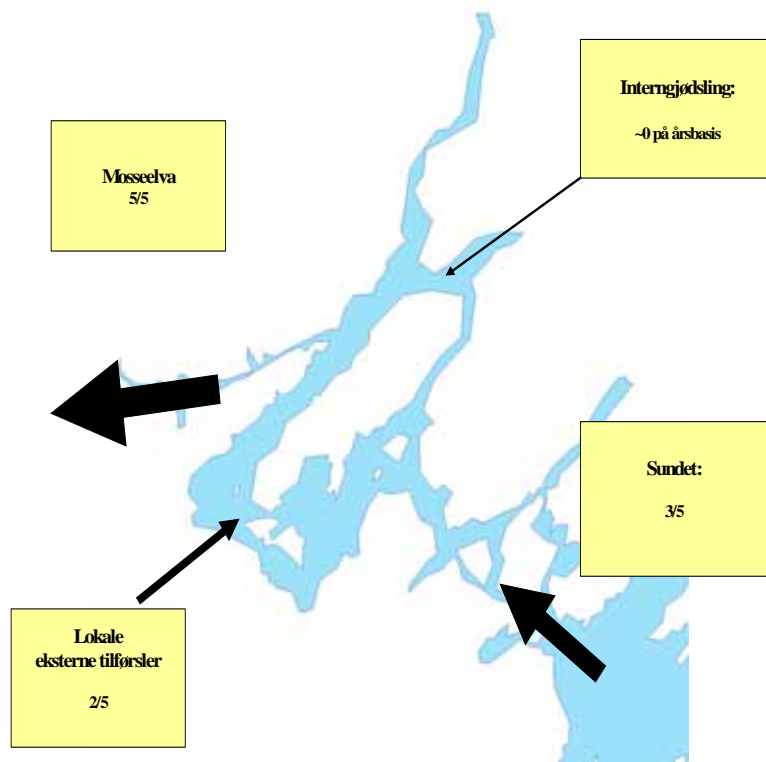
Resultatene av det foreliggende arbeid viser at det er grunnlag for å revidere tidligere fosforbudsjetter bl.a. det som ble utarbeidet i tiltaksanalysen i 2001.

De viktigste resultatene er:

- Lokale tilførsler til Vestre Vansjø er betydelig større enn de estimatene som ble benyttet i tiltaksanalysen
- Interngjødslingen fra sedimentene er tilnærmet null. Det kan imidlertid ikke utelukkes at sedimentoppvirvling av vind og fisk kan gi netto intern fosfortilførsel til Vestre Vansjø i perioder om sommeren.

Tolkingen av resultatene i tilførselsprosjektene er vanskeliggjort ved at undersøkelsesperioden var et atypisk hydrologisk år med lite nedbør og en avrenning på ca. 50% av et normalår. Ved beregning av fosfortransporten på bakgrunn av vannføringen i undersøkelsesperioden får man verdier som er svært forskjellige fra verdier en ville fått i et år med mer normale hydrologiske forhold. Dette vil påvirke resultatene fra de forskjellige delprosjekter på ulik måte. Selve prosjektet *Utredninger Vansjø* pågikk i perioden 15.april-15.oktober og man må også i deler av budsjettet foreta beregninger over resten av året på deler der man ikke har vannkvalitetsmålinger. Dette medfører langt større usikkerhet ved beregning av et fosforbudsjett og har derfor medført at det er vanskelig å presentere et detaljert og pålitelig fosforbudsjett.

Med bakgrunn i eksisterende data materiale kan vi imidlertid angi at ca. 2/5 (40%) av tilførslene til Vanemfjorden kommer fra eksterne lokale kilder og at ca. 3/5 (60%) kommer fra Storefjorden gjennom sundet. På sommeren kan det forekomme interngjødsling i mindre grad, men på årsbasis får dette liten betydning for fosforbudsjettet. Selv med et relativt stort usikkerhetsoverslag kan det fastslås at lokale tilførsler til Vestre Vansjø har betydelig innvirkning for fosfortilførslen til dette bassenget og at interngjødslingen er betydelig mindre enn det en tidligere har antatt.



Figur 29 Fosforbudsjett for Vestre Vansjø i et antatt normalår

10. Anbefalinger

Utredninger Vansjø har vært et utredningsprosjekt med det siktemål at arbeidet totalt sett skal danne et faglig forsvarlig grunnlag for best mulig anbefalinger om ytterligere riktige og kostnadseffektive landbaserte og innsjøinterne tiltak.

Resultatet fra utredningene har vist at sammenlignet med de eksterne tilførslene er interngjødslingen fra sedimentene i praksis lik null på årsbasis, selv om det kan forekomme sedimentoppvirvling av vind og fisk som kan gi netto fosfortilførsel på sommeren. Det er imidlertid ikke faglig grunnlag for å foreslå å igangsette omfattende innsjøinterne tiltak.

Prosjektet *Lokale tilførsler til Vestre og nedre Vansjø* har vist at fosfortilførslene fra det lokale nedbørfeltet er 3 ganger høyere en man antok i tiltaksanalysen fra 2001. Det lokale nedbørfeltet bidrar derfor med en betydelig mengde (ca. 2/5) av det fosforet som renner ut i Vanemfjorden og som er en betydelig årsak til den store algemengden i dette bassenget. Dette medfører at det bør igangsettes målrettede tiltak for å redusere fosfortilførslene fra det lokale nedbørfeltet betraktelig.

Storefjordens vannmasser bidrar fortsatt med ca. 3/5 av fosfortilførslene, og det er av avgjørende betydning at arbeidet med tiltakene i Vansjø's totale nedbørfelt fortsetter i tråd med intensjonene i tiltaksanalysen fra 2001. Dette er også nødvendig for å beskytte Storefjorden som råvannskilde i framtiden.

Resultatene fra *Utredninger Vansjø* og *Lokale tilførsler til vestre og nedre Vansjø* ble lagt fram på et arbeidsseminar på Kjærnes den 9. og 10. januar 2006. Arbeidsseminaret bestod av de forskerne fra NIVA, UiO og Jordforsk som var engasjert i *Utredninger Vansjø* (jmf. forordet) i tillegg til forsker Martin Søndergaard, Danmarks Miljøundersøkelser og professor Tore Krogstad fra Universitet for Miljø og Biovitenskap. I tillegg møtte representanter for Morsa-kommunene, Vansjø grunneierlag, fylkesmennene og fylkeskommunene i Akershus og Østfold og de involverte forskere. Gjennom gruppearbeid kom en fram til følgende anbefalinger om ytterligere tiltak og om hvilket kunnskapsbehov man nå ser for å kunne arbeide målrettet for å bedre vannkvaliteten i Vansjø.

10.1 Landbaserte tiltak:

Landbruk

Kornarealer:

- *Endring av jordarbeidingskrav*
- *Øke arealet som blir omfattet av krav om redusert jordarbeiding (erosjonsrisikoklasse 2?)*
- *Krav om buffersoner langs alle bekker.*
- *Redusere fosforgjødsling på arealer med høyt fosfortall*
- *Hydrotekniske tiltak (kummer, grøfter etc.)*
- *Utforming av bekkeløpet for å redusere erosjon i bekkeskrånninger*
- *Fangdammer, helst i samlegrøfter, evt i bekkene*

Grønnsaksarealer:

- *Redusere fosforgjødsling på arealer med høyt fosfortall*
- *Reduksjonen må være på et nivå som omfatter en risiko for redusert avling*
- *Fylkesmannen stiller krav om fangvekster på grønnsaksarealene. Dette må vurderes nøye i forhold til effekt på erosjon, kontra utfrysing av fosfor.*
- *Etablere rensedammer/ rensfilter for grøftevann fra arealene - målrettet og konstruert for lokale forhold og lokale problemer*
- *Vurdere å flytte grønnsaksproduksjonen ut av nedbørfeltet, og etablere gras i stedet*

Husdyrbruk:

- Redusere fosforgjødsling på arealer med høyt fosfortall, (frivillig eller ved at fylkesmannen stiller krav).
- Evt. Lekkasje og andre punktkilder må ryddes opp i
- Utnytte fosforinnhold i husdyrgjødsel som næringsstoff
- Bruke husdyrgjødsel utenfor nedbørfeltet

Kommunale utslipp

- Viktig prinsipp at alle punktutslipp bør kartlegges og kvantifiseres der dette er mulig slik at hensiktsmessige tiltak kan igangsettes. Som et ledd i det bør det gjennomføres helhetlig kartlegging av overvannsnett og feilkoplinger i alle kommuner.
- Et mer detaljert utslippsregnskap for kommunale utslipp blir viktig for å få bedre dokumentert delbidragene. Dette er under utvikling og vil danne grunnlag for videre arbeid.
- Større fokus må legges på bekkeundersøkelser for å få delt avløpsnettet inn i passe store avløpssoner for prioritering.
- Utarbeide forslag til standardkrav til kommunalt avløpsnett som skal være minimumskrav for alle kommunene. Kravene omhandler overvåking, fornyelses av ledningsnett, driftsoptimalisering osv.
- Det bør skaffes bedre dokumentert utslippsmengder fra fyllinger der ikke det er gjort.

Kunnskapsbehov

- Mer kunnskap om hvor mye og på hvilken form fosfor kommer gjennom grøftene på ulike arealer.
- Mer kunnskaper om metoder for og konsekvenser av redusert gjødsling
- Nye normtall i gjødselplanprogrammene som også tar miljøhensyn - det må kanskje gjødsles under norm, dersom normen er satt ut fra bondens økonomi.
- Lokaltilpassede renseløsninger (f.eks. dammer og grøftefyll) for grøfteavrenning fra grønsaksarealer og evt. andre alternative tiltak som kan redusere denne avrenningen

10.2 Innsjøinterne tiltakUtfisking av stor gjedde

Utfisking av stor gjedde bør fortsette for å forvalte rovfiskbestanden på en bedre måte og få en bedre balanse mellom rovfisk og karpefisk. I 2006 bør det foretas kontrollfiske av gjeddebestand med standard garnserie i aug/sept. Det bør også gjennomføres hydroakustikk og prøvefiske i ulike dyp/maskevidder i pelagiske og littorale områder av Vanemfjorden i august/sept.

Endret manøvreringsreglement

Det ble tatt til etterretning at forsøket med endret manøvreringsreglement fortsetter som forutsatt også i 2006

Kunnskapsbehov og forslag til aktiviteter 2006Overvåking av vannkvaliteten

Fortsette den utvidede innsjøovervåkingen som ble gjennomført i 2005 også i 2006. Ressursinnsatsen i Grepperødfjorden kan reduseres eller utgå. Det bør i stedet foretas en mer "brukerorientert" overvåking i Nedre Vansjø. Badeplasser bør overvåkes mht algetoksiner. Det bør i tillegg foretas en spesifikk overvåking av *Microcystis*.

Overvåking av tilførsler til Vansjø

Fortsette tilførselsovervåkingen i Hobølelva etter anbefalinger gitt i delprosjekt 4. En bør også igangsette vannføringsmålinger og ha en mer intensiv overvåking i Veidalselva, Svindalselva og

Mørkelva. Overvåkingen av tilløpsbekkene til Vestre Vansjø bør fortsette og det bør også her foretas kontinuerlige vannføringsmålinger. En bør også ha en helårlig overvåking ved Sundkjeften. En mer spesifikk overvåking av Microcystis i relasjon til fosforomsetning hadde vært svært nyttig.

Naturtilstanden

Ved årets undersøkelser av naturtilstanden kom en ikke lengre tilbake enn ca. 1980. Det foreslås derfor å ta opp nye kjerner med annen sedimenthenter for å komme tilbake til før 1940.

Sedimentundersøkelser

For å få et mer fullstendig bilde over sedimentene på grunnere områder bør det hentes sedimentkjerner i transekter fra grunne områder og nedover mot dypere områder. Kjernene bør dateres for å kartlegge p-akkumulasjonen nærmere.

Dybdekart

Det foreslås å utarbeide et bedre dybdekart. Flere av helt sentrale vurderinger er avhengig av et mer detaljert dybdekart.

