



RAPPORT LNR 5141-2006



# Utprøving av endret manøvreringsreglement i Vansjø



Resultater fra første forsøksperiode, sommer/høst 2005



Foto: Eva Skarbøvik, NIVA.

**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 Utprøving av endret manøvrerings-reglement i Vansjø Resultater fra første forsøksperiode, sommer/høst 2005	Løpenr. (for bestilling) 5141-2006	Dato 25. januar 2006
	Prosjektnr. Undernr. O-25217	Sider Pris 55
Forfatter(e) Eva Skarbøvik (NIVA) Hans-Olav Eggestad (Jordforsk) Knut Bjørndalen (NIVA) Kai Fjelstad (NVE) Jens Kristian Tingvold (GLB)	Fagområde Ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Østfold	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Moss kommune	Oppdragsreferanse Oddvar Kristoffersen
----------------------------------	---

**Sammendrag**

På oppdrag for Moss kommune har Norsk institutt for vannforskning (NIVA), i samarbeid med Jordforsk, Hydrologisk avdeling ved Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Glommen og Laagen Brukseierforening (GLB) gjennomført undersøkelser for å vurdere om en endret manøvrering kan bedre vannkvaliteten i vestre og nedre Vansjø sommerstid. Uttapping av vann ble utført i periodene 19. – 23. juli og 6. – 10. september. Resultatene viste en bedring i mengden suspendert tørrstoff, totalfosfor og klorofyll A i Mosseelvas sund og viker under tapping, samtidig som det grønne algelaget i overflaten ble merkbart redusert. I Vanemfjorden kunne det ikke påvises verken generell økning eller minking av næringsstoff. Innholdet av klorofyll a minket noe i Mosselva og ved Årvoll, mens det økte ved Dillingen, disse endringene var imidlertid ikke større enn øvrige variasjoner i konsentrasjon gjennom sommeren. Vannføringsmålinger viser at vannstrømmen under begge forsøk hovedsakelig gikk øst og nord for Dillingøy. Grunnvannsundersøkelser viser at kvaliteten på vannsig fra strandnære områder til innsjøen under uttapping forverres dersom det har kommet store nedbørmengder på forhånd. Resultatene ble presentert på et møte med kommuner og brukere 14. desember 2005. Resultatene danner utgangspunkt for planlegging og gjennomføring av forsøkene i 2006.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Manøvreringsreglement for magasin</li> <li>2. Eutrofiering</li> <li>3. Algeoppblomstring</li> <li>4. Vannkvalitet</li> </ol>	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reservoir regulation schedule</li> <li>2. Eutrophication</li> <li>3. Algal blooms</li> <li>4. Water quality</li> </ol>
---	---



Eva Skarbøvik  
Prosjektleder



Stig A. Borgvang  
Forskningsleder



Øyvind Sørensen  
Ansvarlig



**Utprøving av endret  
manøvreringsreglement**

**i Vansjø**

Resultater fra første forsøksperiode,  
sommer/høst 2005





## Forord

På oppdrag for Moss kommune har Norsk institutt for vannforskning (NIVA), i samarbeid med Jordforsk, Hydrologisk avdeling ved Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Glommen og Laagen Brukseierforening (GLB) gjennomført vannfaglige undersøkelser i forbindelse med en endret manøvrering av Moss dam i Vansjø. Hensikten med undersøkelsene er å skaffe faglig belegg for om en endret manøvrering kan gi bedre vannkvalitet i Vansjø i sommerhalvåret.

Denne rapporten gir en oversikt over resultatene fra undersøkelsene i 2005. Rapporten vil danne grunnlag for planlegging og gjennomføring av nye undersøkelser i 2006.

NIVA ved Eva Skarbøvik har hatt prosjektledelsen for prosjektet. NIVA har også stått for innsamling (ved Knut Bjørnstad, Eva Skarbøvik og Camilla Blikstad Halstvedt) og analyse av vannprøver. Jordforsk ved Hans Olav Eggestad har hatt ansvaret for undersøkelser av endringer i grunnvannsstand og effekter av forsøkene for jordbruket. NVE Hydrologisk avdeling ved Kai Fjelstad har hatt ansvaret for målinger av vannføring i Vansjø og Mosselva under uttappingsforsøkene; mens GLB ved Jens Kristian Tingvold har hatt ansvaret for hydrologiske prognoser.

GLB har fra 1.juli 2004 hatt oppdraget med å forestå manøvreringen av Vansjø på vegne av staten. I tillegg til eget informasjons-/prognosesystem har GLB basert seg på og dels vært avhengig av personell/erfaring i Moss Brukseierforening, spesielt Per Arne Syrrist (styreleder), Claus Wasenius (kraftverksoperatør) og Karl Finstad (damvokter). Tidligere operatør Kjell Hegge har også gitt nyttig informasjon.

NVE, Konesjons og tilsynsavdelingen gjennomførte rask behandling av Moss kommunes søknad om endret manøvrering, og ga også på kort varsel utvidet tillatelse til å vente med nedtapping fra og med 1. september slik at det andre tappeforsøket kunne gjennomføres under best mulig forhold.

Oppdraget har vært utført i nært samarbeid med Moss kommune, som er formell regulant for Vansjø. Oddvar Kristoffersen og Lillann Skuterud Hansen har fungert som kontaktpersoner i kommunen, og har også hatt ansvaret for nødvendig varsling om manøvreringsendringene. Skuterud Hansen bisto dessuten under utvelgelse av stasjoner ved den første innsamlingen av vannprøver i Mosseelva.

Morsaprojektet ved Helga Gunnarsdottir har gitt gode innspill underveis i prosjektet. Ved NIVA har også Stig A. Borgvang, Anne Lyche Solheim og Tom Andersen bistått med faglig rådgiving. Stig A. Borgvang har fungert som kvalitetssikrer for prosjektet.

Resultatene fra prosjektet ble presenterte i et informasjonsmøte for kommuner og interessenter 14. desember 2005. Referat fra dette møtet er vedlagt rapporten.

Oslo, januar 2006

*Eva Skarbøvik*

---



# Innhold

<b>Sammendrag</b>	<b>5</b>
<b>1. Innledning</b>	<b>6</b>
<b>2. Manøvreringsreglementet</b>	<b>7</b>
<b>3. Metodikk</b>	<b>8</b>
3.1 Tappestrategi sommeren 2005	8
3.2 Program for prøvetaking og vannføringsmålinger i Vansjø og Mosseelva	9
3.3 Måling av grunnvannsstand	11
<b>4. Resultater</b>	<b>13</b>
4.1 Vannføringsmålinger	13
4.2 Endringer i vannkvalitet	15
4.2.1 Vannkvalitet langs viker og sund i Mosseelva	15
4.2.2 Visuelle endringer i Mosseelva	20
4.2.3 Vannkvaliteten ute i vannmassene i Vansjø og Mosseelva under forsøkene	22
4.2.4 Diskusjon – vannkvalitetsendringer	29
4.3 Resultater fra grunnvannsforsøk på jordbruksarealer langs Vansjø	32
4.3.1 Grunnvannsstand	32
4.3.2 Vannkvalitet i grunnvannet	34
<b>5. Konklusjoner og anbefalinger for 2006</b>	<b>36</b>
5.1 Konklusjoner	36
5.2 Anbefalinger for programmet i 2006	37
<b>6. Referanser</b>	<b>39</b>
<b>Vedlegg</b>	<b>40</b>
<b>Vedlegg A. Parameter-forkortelser</b>	<b>41</b>
<b>Vedlegg B. Vannkvalitet i Mosseelva</b>	<b>42</b>
<b>Vedlegg C. Vannkvalitet i Vansjø</b>	<b>43</b>
<b>Vedlegg D. Vannstand i Vansjø under tappingene</b>	<b>46</b>
<b>Vedlegg E. Vannføringsmålinger i Vansjø</b>	<b>47</b>
<b>Vedlegg F. Referat fra informasjonsmøte 14. desember 2005</b>	<b>53</b>

---





## Sammendrag

På oppdrag for Moss kommune har Norsk institutt for vannforskning (NIVA), i samarbeid med Jordforsk, Hydrologisk avdeling ved Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) og Glommen og Laagen Brukseierforening (GLB) gjennomført undersøkelser for å vurdere om en endret manøvrering kan bedre vannkvaliteten i vestre og nedre Vansjø i sommerhalvåret.

Uttapping av vann ble utført i periodene 19. – 23. juli og 6. – 10. september. Nedtappingene tilsvarte henholdsvis 20 og 18 cm på vannmerket ved Rødsund bro, men i september fortsatte nedtappingen også etter forsøket, i tråd med det ordinære manøvreringsreglementet for innsjøen.

Det ble tatt vannprøver i Vansjø og Mosselva før, under og etter tappingene. Videre ble det målt vannføring på flere steder i vestre Vansjø under tappingene. Grunnvannsrør ble satt ned på lavereliggende jorder for å måle risiko for redusert vannforsyning til plantene når vannstanden var lav, og forsinket opptørking (og dermed utsatt såing) ved høy vannstand om våren.

De viktigste resultatene fra de to uttappingsforsøkene kan oppsummeres som følger:

- Vannføringsmålinger viser at vannstrømmen under begge forsøk hovedsakelig gikk øst og nord for Dillingøy.
- Det kan verken påvises en generell forverring eller forbedring av innholdet av næringsstoff i selve Vanemfjorden under og etter tappingene.
- Innholdet av klorofyll a (som sier noe om algemengden) minket imidlertid i Mosselva og ved Årvoll, mens det økte ved Dillingen. Det ujevne resultatet kan skyldes vind- og strømforhold.
- Langs sund og viker i Mosseelva ble det påvist en gjennomgående bedring i mengden suspendert tørrstoff, totalfosfor og klorofyll A under tapping. Den største forbedringen i vannkvalitet ble observert ved båthavna ved Øre og rett ovenfor utløpet av Moss dam.
- Den visuelle forbedringen av vannet i Mosseelva var tydelig og er dokumentert med fotografier før og under tapping.
- Effekten av tappingen var mest markert i september for reduksjon av partikkel-, klorofyll- og totalfosforkonsentrasjon, sannsynligvis fordi det er dårligere lysforhold for algevekst i september enn i juli.
- Grunnvannsundersøkelsene viser foreløpig at ved uttapping vil vannsig fra strandnære områder til innsjøen sannsynligvis ha god kvalitet dersom det har vært lite nedbør, men betydelig dårligere dersom det har kommet store nedbørmengder på forhånd.

Resultatene ble presentert på et informasjonsark og gjennom en presentasjon på et møte med kommuner og brukere 14. desember 2005. Referat fra dette møtet er vedlagt rapporten (Vedlegg F).

Resultatene fra prosjektet danner utgangspunkt for planlegging og gjennomføring av forsøkene i 2006.

# 1. Innledning

Vannkvaliteten i Vansjø, og da særlig i vestre deler av innsjøen, har i de siste årene utviklet seg i klar negativ retning (se Lyche Solheim m.fl. 2004, Stålnacke m.fl. 2005). Algeoppblomstringene i vestre Vansjø har startet stadig tidligere på sommeren. I tråd med tiltaksanalysen for vassdraget (Lyche Solheim m.fl. 2001) og Handlingsplan for Morsa (Morsaprojektet 2003) er det derfor behov for å intensivere tiltakene for å bedre vannkvaliteten i Vansjøs vestre bassenger. Ett slikt tiltak kan være å endre manøvreringsreglementet for innsjøen.

Vinteren 2004-2005 gjennomførte NIVA, i samarbeid med Jordforsk, Hydrologisk avdeling ved Norges vassdrags- og energidirektorat; og Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI), Universitetet i Oslo, en teoretisk utredning om hvorvidt en endring av manøvreringsreglementet i Vansjø kunne bedre vannkvaliteten i innsjøen sommerstid (Skarbøvik m.fl. 2005). Utredningen danner grunnlag for en søknad fra Moss kommune til Norges vassdrags- og energidirektorat (NVE) om midlertidig endring av manøvreringsreglementet for å kunne gjennomføre praktiske undersøkelser. NVE innvilget søknaden våren 2005.

Disse fravikene i manøvreringsreglementet har blitt benyttet til å utføre faglige undersøkelser for å dokumentere eventuelle endringer i vannkvalitet under en endret manøvrering. Denne rapporten gir en oversikt over resultatene fra undersøkelsene i 2005. Rapporten vil danne grunnlag for planlegging og gjennomføring av nye undersøkelser i 2006.

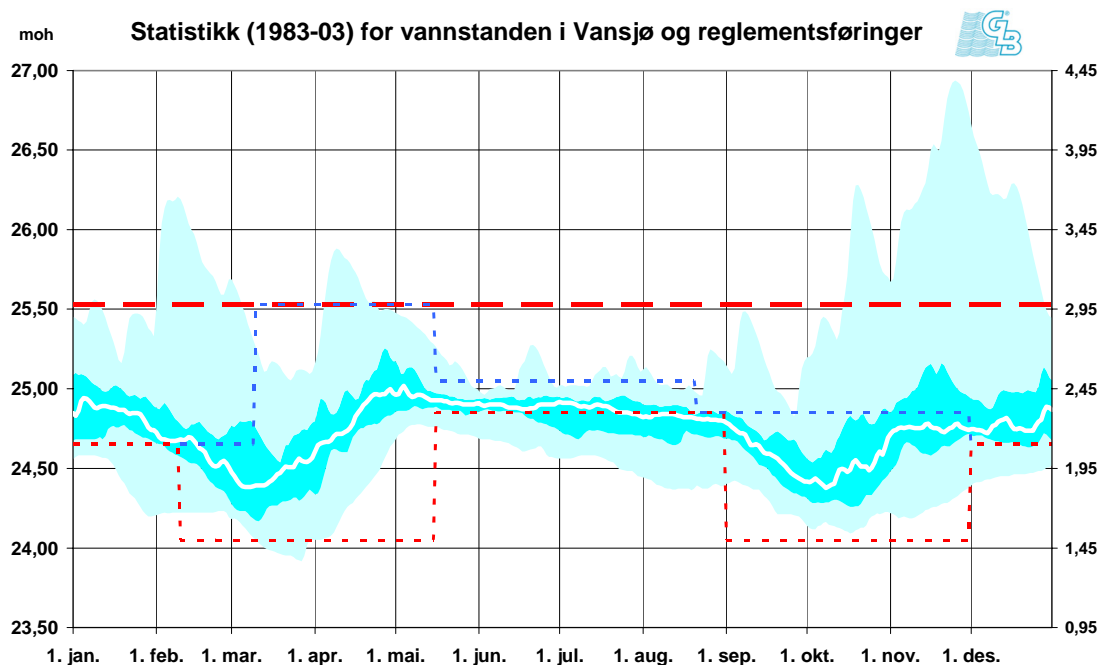
To tappeforsøk ble utført i 2005 med start henholdsvis 19. juli og 6. september. Figur 1 viser båthavna ved Øre i Moss før og under tappeforsøket i september.



**Figur 1.** Bildene viser båthavnen ved Øre før andre tappingsforsøk (5. september) og etter 3 dagers tapping (9. september).

## 2. Manøvreringsreglementet

Vansjø og Mosseelva er regulert ved Mossefossen. Figur 2 viser det manøvreringsreglementet som har vært gjeldende siden 1983. Reglementet går i korthet ut på å sørge for følgende vannstandsvariasjoner gjennom året: Høyeste regulerte vannstand (HRV) er satt til 2,98 meter på vannmerket ved Rødsund bru, eller 25,53 m o.h. Om våren skal flomlukene holdes åpne på stigende vannstand senest når vannstanden overstiger 2,50 meter, eller 25,05 m o.h. Etter vårflommen skal vannstanden snarest mulig senkes til 2,30 meter (24,85 m o.h.) og så vidt mulig holdes i området mellom 2,30 til 2,50 meter frem til 20. august. Det er videre bestemt at vannstanden skal senkes så lavt før flom kan ventes at høyeste flomvannstand ikke vil overstige HRV. Nedtappingen før vårflommen kan først påbegynnes den 10.02 og før høstflommen den 01.09. Vintervannstanden skal søkes holdt på 2,10 meter (24,65 m o.h.).



**Figur 2.** Reglementsføringer for vannstanden i Vansjø og statistikk for perioden 1983-2003. Hvit linje er median (50% sannsynlig), det nærmeste blå feltet representerer 50% ( $\pm 25\%$ ) sannsynlighet for forekomst (på de ulike dagene i årrekken) og det lyseblå feltet ytterligere 50% ( $\pm 50\%$  sannsynlighet).

Våren 2005 ga NVE Moss kommune tillatelse etter vannressurslovens §8 å midlertidig fravike manøvreringsreglementet i Vansjø, ved å heve vannstanden 20 cm over nåværende reglements sommer-HRV (25,05 moh) i 2005 og 30 cm i 2006, samt ved behov å senke vannstanden med 15 cm under nåværende reglements sommer-LRV (24,85 moh). Samlet vil disse fravikene gi muligheten til en mer dynamisk vannstand med en total endring på hhv 55 og 65 cm i løpet av sommeren.

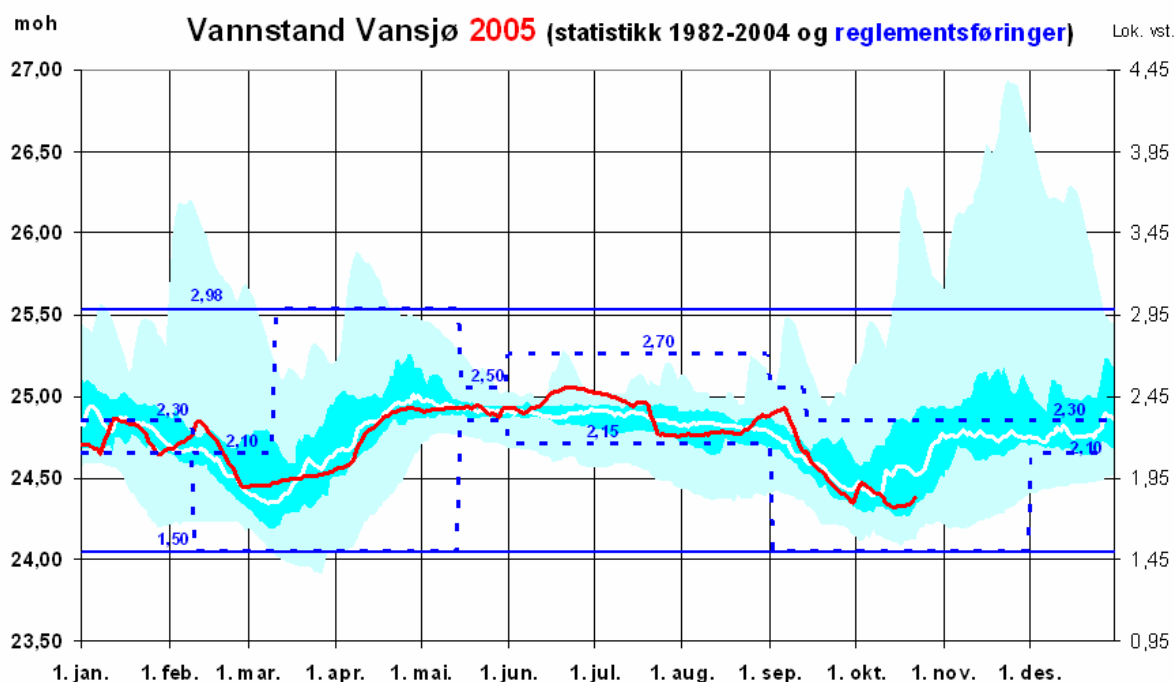
## 3. Metodikk

### 3.1 Tappestrategi sommeren 2005

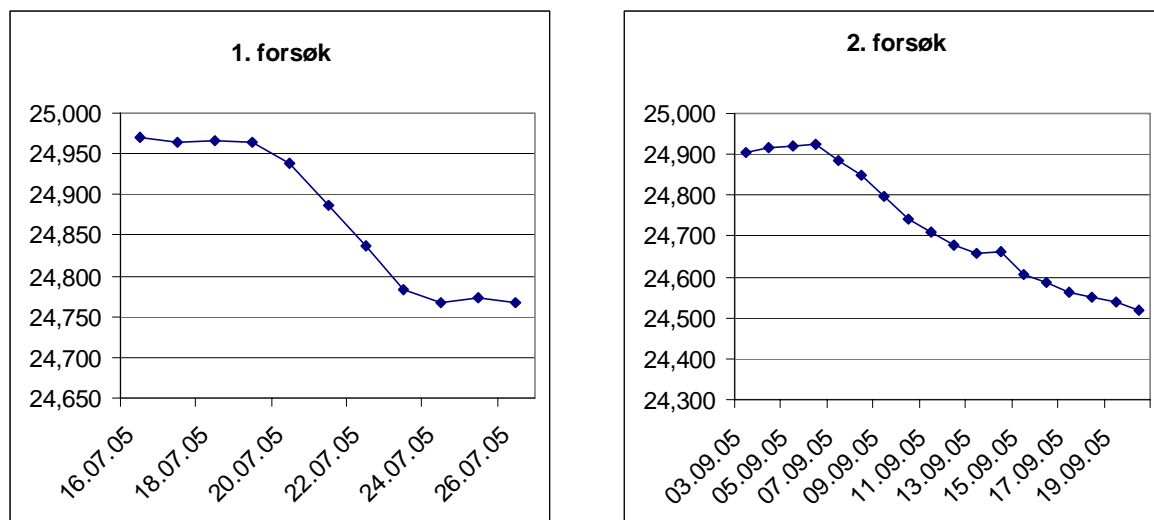
Hovedhensikten med de endringene som det midlertidige manøvreringsreglementet åpner for, er å bedre muligheten for større gjennomstrømming av vann i Vansjø i sommerhalvåret. Muligheten for å heve vannstanden om våren med 20-30 cm over tidligere tillatt nivå (hhv i 2005 og 2006) gir anledning til et større utgangsvolum i innsjøen før sommersesongen, og dermed en større mulighet for å tappe mer vann i løpet av sommeren. Dessverre ble det ikke anledning til å gjennomføre en slik heving våren 2005, og undersøkelser av virkninger av hevet vannstand om våren må undersøkes i 2006.

I løpet av sommeren gir det endrete reglementet i hovedsak to valg: Enten å senke vannstanden raskt i noen få forsøk i løpet av sommeren, eller å senke vannstanden langsomt over lengre tid. For sommeren 2005 ble den første varianten testet ut.

Tappingene ble utført i periodene 19. – 23. juli og 6. – 10. september. Under første tapping ble vannstanden ved vannmerke Rødsund Bru redusert med 20 cm, fra 24,96 til 24,76 m o.h. I september ble vannstanden under forsøket redusert med 18 cm, fra 24,92 - 24,74, i samme periode (tirsdag til lørdag). Deretter fortsatte imidlertid tappingen, i tråd med manøvreringsreglementet for Vansjø om høsten. Figur 3 viser vannstandsendringer i Vansjø sommeren 2005, Figur 4 gir et mer detaljert utsnitt av vannstanden ved Rødsund bru under de to tappingene.



**Figur 3.** Vannstandsendringer i Vansjø januar – oktober 2005 (rød linje). Hvit linje er median (50% sannsynlig), det nærmeste blå feltet representerer 50% ( $\pm 25\%$ ) sannsynlighet for forekomst (på de ulike dagene i årrekken) og det lyseblå feltet ytterligere 50% ( $\pm 50\%$  sannsynlighet). Manøvreringsreglementet er også tegnet inn.



**Figur 4.** Diagrammer over vannstandsendingene i Vansjø (y-aksen viser m o.h.) under de to forsøkene.

### 3.2 Program for prøvetaking og vannføringsmålinger i Vansjø og Mosseelva

Tabell 1 viser prøvetakingsprogrammet. Begge tappingene ble startet på en tirsdag. Mandagen før ble det tatt vannprøver i både Vansjø og Mosseelva. Vannføringsmålinger ble utført to dager etter at tappingen hadde startet for at vannmassene skulle få tid til å reagere på tappingen. Samtidig ble det tatt vannprøver i Vansjø. Fredag ble det tatt vannprøver langs med viker og sund i Mosseelva, før tappingen ble avsluttet lørdagen<sup>1</sup>. Mandagen etter ble det på nytt tatt prøver i Vansjø.

Samtidig med dette prosjektet pågikk et måleprosjekt for SFT i Vansjø, målingene på mandagene ble samkjørte med dette prosjektet. For stasjonene i Storefjorden og Vanemfjorden gir dette en unik mulighet for å se på konsentrasjonene av flere av parametrene i ukene før og etter tapping. Videre har enkelte datasett og informasjon fra dette andre prosjektet blitt stilt til rådighet og blitt brukt ved behov for å vurdere virkningen av tapping.

**Tabell 1.** Program for prøvetaking og vannføringsmålinger i forhold til tapping av Vansjø.

Uke 28/35	mandag	Vannprøver Vansjø
	-	
Uke 29/36	mandag	Vannprøver Vansjø og Mosseelva
	tirsdag	<b>Tapping igangsettes</b>
	onsdag	
	torsdag	Vannprøver og vannføringsmålinger Vansjø
	fredag	Vannprøver Mosseelva
	lørdag	<b>Tapping avsluttes</b> <sup>1</sup>
	søndag	
Uke 30/37	mandag	Vannprøver Vansjø

<sup>1</sup> Gjelder kun for første tapping, under september-tappingen fortsatte tappingen etter lørdagen i henhold til opprinnelig manøvreringsreglement.

Tidspunktet for tappingen ble bestemt av følgende faktorer:

- Algesituasjonen i Vansjø og Mosseelva
- Hydrologiske forhold og prognoser for tilsig

Når det gjelder algesituasjonen i Vansjø og Mosseelva var det særlig algevekstens kulminasjon som ble tatt hensyn til, dvs. at tappingen i størst mulig grad ble utført når algene fløt opp til overflaten.

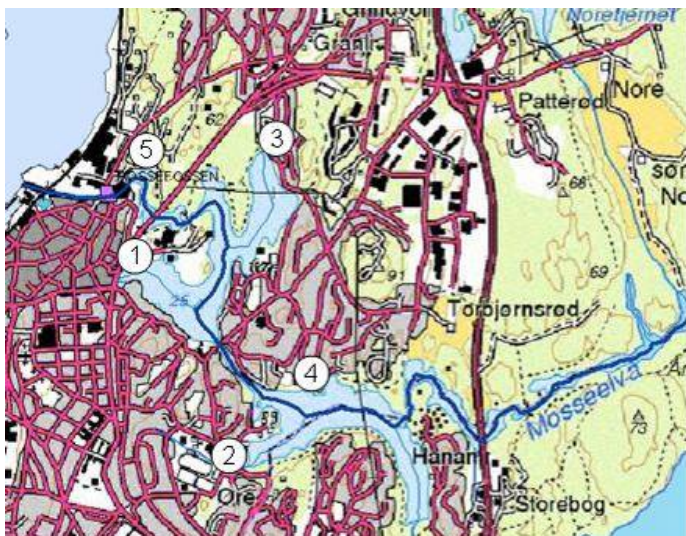
En viktig begrensning for uttapping er vassdragets hydrologi; med et relativt stort basseng og et lite tilførselsareal er det begrenset hvor mye vann som kan tappes uten større negative virkninger for brukerinteressene. I en situasjon med lite tilsig var det spesielt viktig å tilpasse tappingen slik at Peterson Linerboard AS ikke fikk problem med tilførsel av prosessvann. Derfor ble det fortrinnsvis tappet når prognosene tilsa sannsynlighet for økt tilsig av vann til innsjøen. Målestasjoner og informasjons-/prognosesystemet fungerte tilfredsstillende og var til stor nytte i dette arbeidet.

I tillegg ble det også foretatt en vurdering av om tappingene kunne medføre større tilførsler av nitrogenrikt vann fra Storefjorden til Vanemfjorden. I løpet av sommeren var Vanemfjorden tidvis tom for nitrogen, noe som påvirket algesammensetningen siden nitrogenfikserende blågrønne alger da har bedre vekstforhold. Dette kan være en fordel siden det særlig er *Microcystis* (som ikke kan fikserer nitrogen) som ofte utvikler giftstoffer i Vansjø. Ved tilførsler av nitrogen fra Storefjorden risikerte man altså en økt vekst av *Microcystis*. Imidlertid viste analyser at utviklingen av algesammensetningen i Vanemfjorden sommeren 2005 var relativt lik tidligere år (Bjørndalen, pers.komm.).

For å kunne vurdere hvorvidt en tapping ville ha innvirkning både på vannkvaliteten ute i vannmassene og langs sund og viker inne ved land, ble det tatt vannprøver fra følgende fem lokaliteter langs Mosseelva (Tallene refererer til stasjonsnumre vist i Figur 5):

- 1 Ved Mossehallen
- 2 Båthavna ved Øre
- 3 Jerrebogbukta
- 4 Flua
- 5 Rett oppstrøms Moss dam

Prøvene ble tatt fra den øverste halvmetere med en håndholdt vannhenter festet til en teleskopstang.



*Figur 5. Stasjoner i sund og viker i Mosseelva.*

I Vansjø ble det tatt prøver ved innløpet til Mosselva (Mo); ved Årvoll (År), på østsiden av Dillingøy (Di), samt ved de stasjonene som prøvetas for MORSA-prosjektet, dvs. i Sundet mellom Vanemfjorden og Storefjorden (Su), i Storefjorden (St), Vanemfjorden (Vn) og Grepperødfjorden (Gr) (Figur 6). Vannprøvene ble tatt med Ramberg-henter fra båt. Prøvene fra hovedstasjonene ble tatt fra 0-4 dyp, mens prøvene fra ekstrastasjonene ble tatt fra 0-2m dyp. Samtidig ble klorofyll-a målt med Fluoroprobe nedover i vannmassene for å se på vertikalvariasjonene. Siktedypet ble målt med en Secchi-skive.



**Figur 6.** Stasjoner i Vansjø (de som er merket med gul firkant inngår i prøvetakingsprogrammet til det SFT-finansierte prosjektet i Vansjø).

Vannprøvene ble analyserte for totalfosfor, ortofosfat, partikulært materiale og klorofyll A. Klorofyll-tall ble dessuten innhentet ved bruk av en fluoroprobe. I tillegg ble noen av prøvene analyserte for nitrat.

Målinger av vannføring i Vansjø og Mosselva ble utført med en ADCP ("Acoustic Doppler Current Profiler") av type Workhorse Rio Grande.

### 3.3 Måling av grunnvannsstand

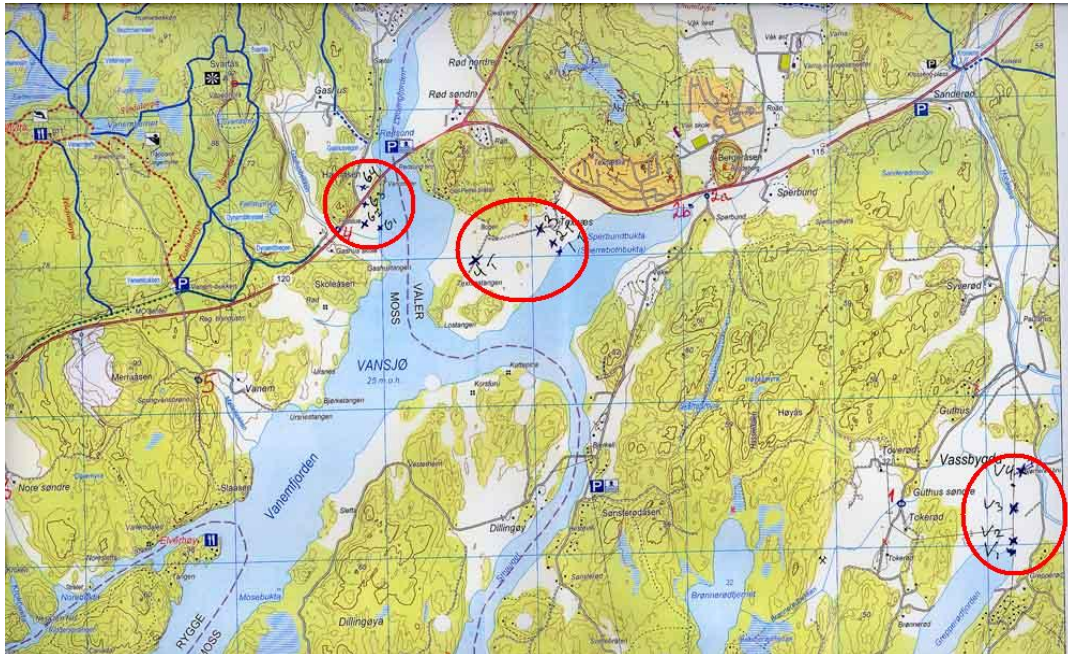
For å undersøke mulige effekter av tappingene for grunnvannsstand og -kvalitet, ble det valgt ut 4 lokaliteter på lavtliggende arealer hvor det ble satt ned 3 - 4 grunnvannsrør med ulik avstand til innsjøen. Det nærmeste røret ble satt ved strandsonen. Dette ble gjort noen få dager før forsøkene med nedtapping startet (19 juli). De 4 lokalitetene er:

- Gashus (3 rør) (se kart figur 7)
- Texnæs (4 rør) (se kart figur 7)
- Vassbygda (3 rør) (se kart i figur 7)
- Starengen (3 rør) (se kart i figur 8).

Grunnvannstanden ble peilet idet forsøket startet og deretter annenhver dag under nedtappingen, samt 2 ganger i uken et par uker etter avslutningen av forsøket. Dette ble gjort for å undersøke hvor god forbindelse det er mellom grunnvannet inne på jordbruksarealene og vannstanden i sjøen, og derav hvilke *mulige* effekter tappinger kan medføre.



I tillegg ble det tatt ut vannprøver i grunnvannsrøret nærmest sjøen underveis under tappingen for å undersøke vannkvaliteten på det vannet som siver ut i strandsonen som følge av nedtappingen. Det ble tatt ut 4 prøveserier hvorav 3 ble analysert for totalfosfor og totalnitrogen. Den første serien som ble tatt ut like etter nedsettingen av grunnvannsrørene var så farget av partikler at den ble vurdert å ville gi for upålitelige resultater. Prøvene ble filtrert for partikler før analysene ble gjort.



**Figur 7.** Lokalteter med grunnvannsrør: Gashus (G1, G2 og G4), Texnæs (T1, T2, T3 og T4) og Vassbygda (V2, V3 og V4).



**Figur 8.** Lokaltet med grunnvannsrør: Starengen (S1, S2 og S3).

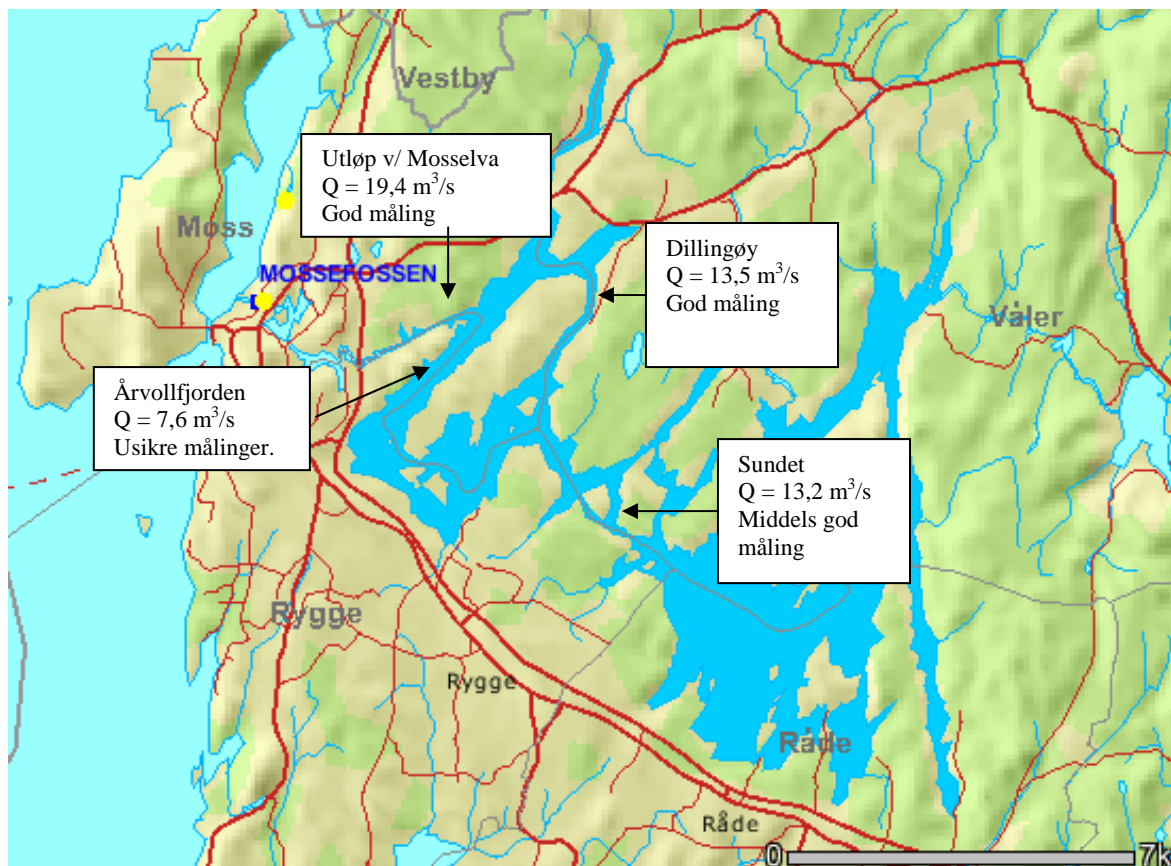
## 4. Resultater

### 4.1 Vannføringsmålinger

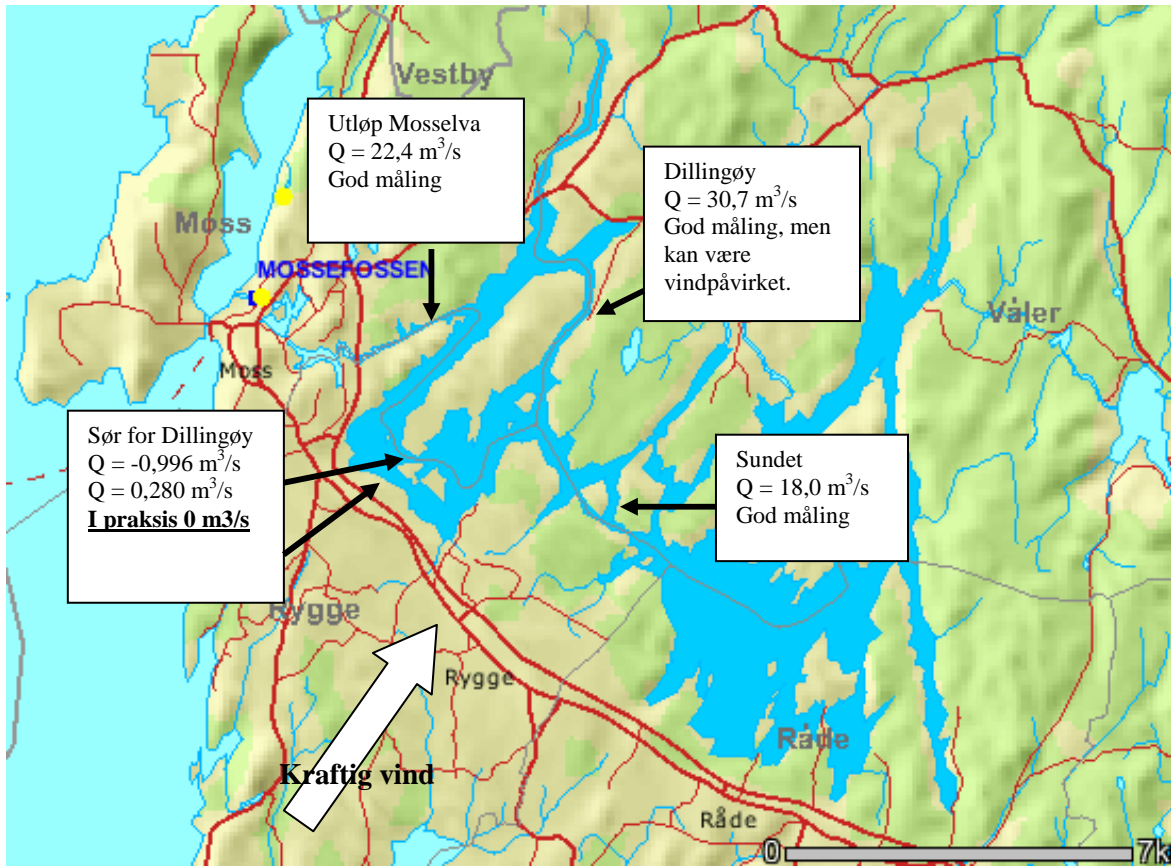
Resultatet av vannføringsmålingene er vist i figurene 9 og 10 for de to forsøkene. Figurene angir også kvaliteten på målingene. Denne fremkommer som et resultat av at det på hvert sted tas flere målinger, hvis variasjonene mellom hver måling er små ansees målingen å ha god kvalitet. Mindre gode målinger har større variasjon, noe som i Vansjø først og fremst skyldtes varierende vannstrømning pga. vindpåvirkning. Spesielt var vindpåvirkningen stor i Årvollfjorden, her ble derfor målingene flyttet til sydsiden av Dillingøy ved andre forsøk. I andre forsøk var vindpåvirkningen særlig stor, og ved Dillingen presset vinden vannmassene gjennom sundet slik at det ble målt mer vann enn det normalt ville ha gjort uten vind.

Begge målingene ble utført på en torsdag, dvs. to dager etter at tappingen startet tirsdags morgen. Som det fremgår av figurene, gikk hovedvannstrømmen i Vansjø på østsiden av Dillingøy i begge forsøk.

Under begge forsøkene var det mindre vannføring i Sundet enn ved utløpet av Vansjø i Mosseelva. Dette kan dels forklares med variasjoner i vind gjennom dagen (målingene pågikk over flere timer), dels med treghet i systemet, dvs at det tar tid fra vannet renner ut ved Moss til vannmassene i hele sjøen beveger seg like mye.



Figur 9. Resultatet av vannføringsmålingene i Vansjø den 21. juli 2005.



*Figur 10. Resultatet av vannføringsmålinger i Vansjø den 8. september 2005*

## 4.2 Endringer i vannkvalitet

### 4.2.1 Vannkvalitet langs viker og sund i Mosseelva

Innholdet langs viker og sund i Mosseelva av suspendert tørrstoff, klorofyll A og to fosforfraksjoner før og under tapping i begge forsøk er gjengitt i figurene 11 - 14 og tabellene 3 - 6 på de fire neste sidene. Vedlegg B gir verdiene i tabeller.

En beregning av gjennomsnittlig prosentvis endring av vannkvaliteten langs viker og sund i Mosseelva for alle fem stasjoner viser at suspendert tørrstoff ble redusert med 17 og 29 % fra før tapping til under tapping i hhv. første og andre forsøk (Tabell 2). Tilsvarende gikk klorofyllinnholdet ned med henholdsvis 12 og 34 %, mens totalfosfor ble redusert med henholdsvis 12-14 %. Samtidig økte andelen av algetilgjengelig fosfat med 22 % i første forsøk og 121 % i andre forsøk.

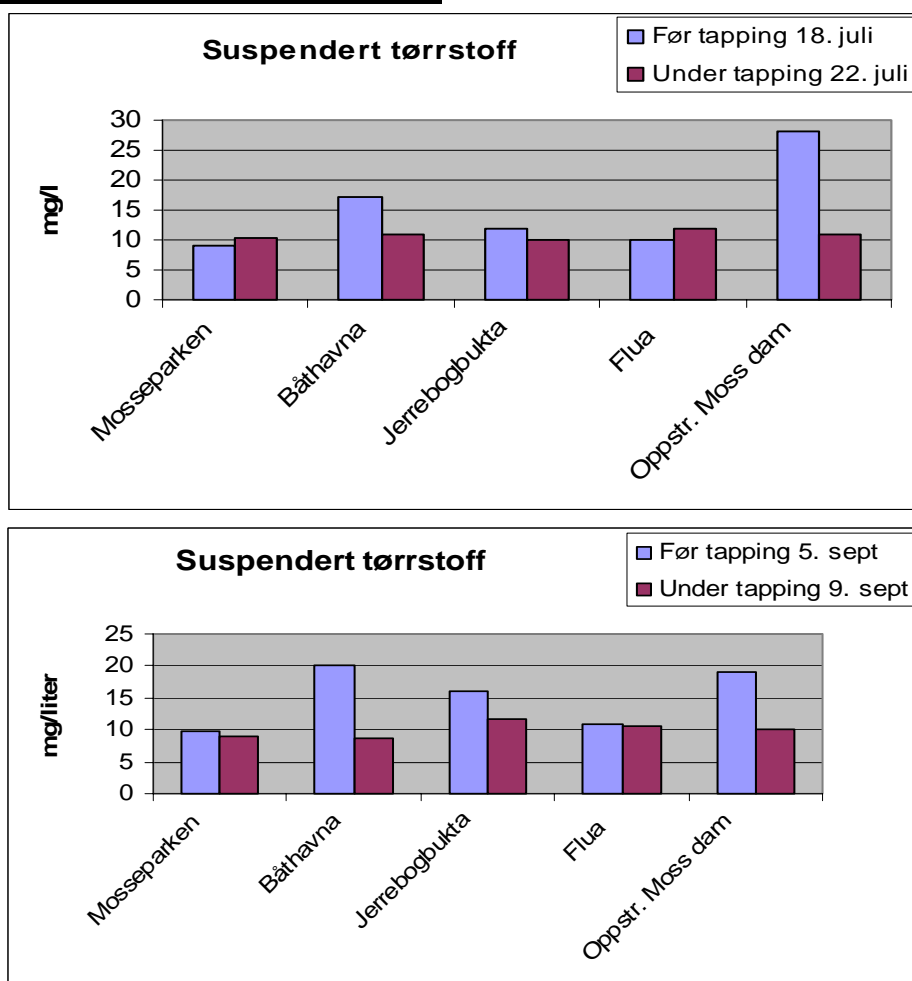
**Tabell 2.** Gjennomsnittlig endring i konsentrasjon for fire parametre før og under tapping i Mosseelva.

Parameter	Første forsøk (% endring)	Andre forsøk (% endring)
Suspendert tørrstoff	- 17	- 29
Totalfosfor	- 12	- 14
Fosfat	+ 22	+ 121
Klorofyll A	- 12	- 34

Resultatene viser altså en gjennomsnittlig bedring i mengden suspendert tørrstoff, totalfosfor og klorofyll A før og under tapping langs Mosseelvas bredder. Variasjonen mellom de fem lokalitetene er imidlertid stor. Den største forbedringen i vannkvalitet ble observert ved båthavna ved Øre og rett ovenfor utløpet av Moss dam. For Mosseparken ble derimot vannkvaliteten noe dårligere under forsøkene. Ved stasjonene ved Flua og Jerrebogbukta ble vannkvaliteten i noen tilfeller bedre, i andre dårligere.

Konsentrasjonen av algetilgjengelig fosfat gikk opp i begge forsøk. Det antas at denne økningen skyldes at det ved en reduksjon i mengden beites mindre på fosfatet. Økningen kunne også ha skyldtes økt resuspensjon av algetilgjengelig fosfat fra bunnsedimentet under tappingen, men i så fall burde også suspendert tørrstoff og totalfosfor ha økt tilsvarende.

Samtidig antyder resultatene at effekten av tappingen er størst i september. Reduksjonen av partikkel-, alge- og totalfosforkonsentrasjon var størst da. Dette kan forklares ved at det er dårligere lysforhold for algevekst i september enn i juli, og gjenveksten av alger går derfor langsommere.

**Suspendert tørrstoff i Mosseelva**

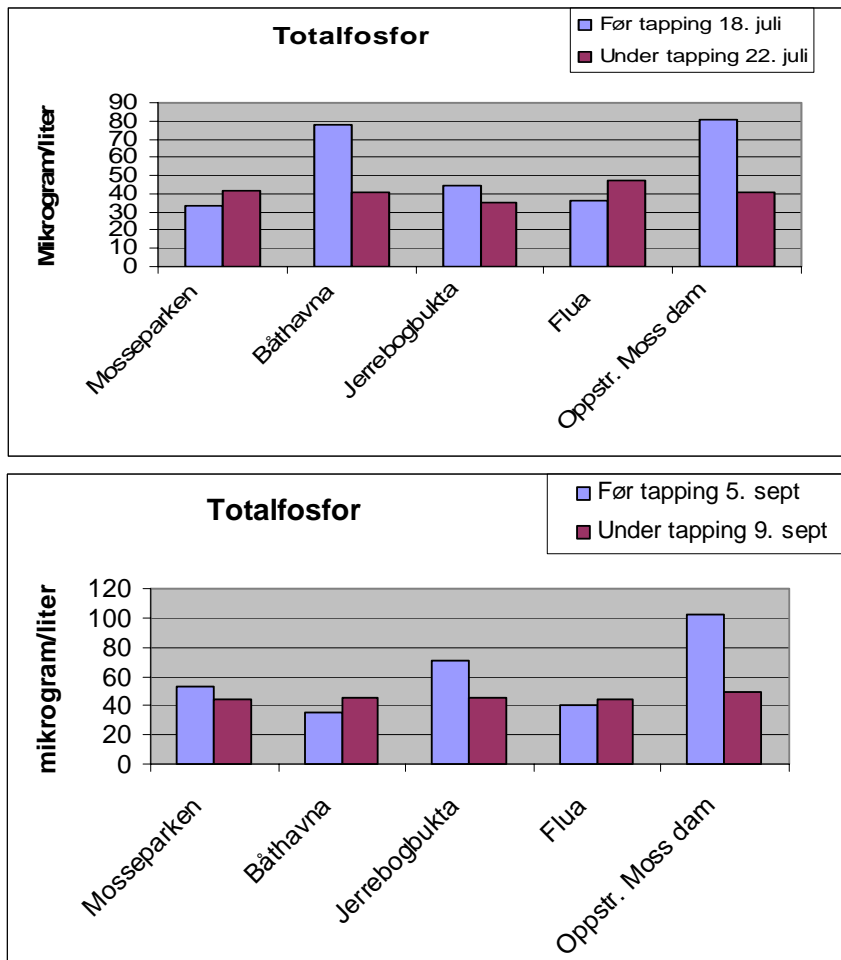
**Figur 11.** Suspendert tørrstoff (organisk og uorganisk) før og under tapping ved begge forsøk.

**Tabell 3.** Prosentvis endring i suspendert tørrstoff per prøvested, før og under tapping.

Sted	Første forsøk	Andre forsøk
Mosseparken	-8	12
Båthavna	-56	-37
Jerrebogbukta	-26	-17
Flua	-5	20
Oppstr. Moss dam	-47	-62
Snitt	-17	-29

Innholdet av suspendert tørrstoff (organisk og uorganisk) viste størst nedgang ved båthavna og oppstrøms Moss dam. Ved Mosseparken og Flua var det mindre endringer. Forskjellene kan skyldes strømmønster og vindretning. Særlig under andre forsøk var det kraftig sønnavind og partikulært suspendert materiale kan ha blitt skjøvet mot nord og inn i disse områdene.

Analyser av vannprøver tatt hver 14. dag i Mosseelva i regi av Fylkesmannen i Østfold, viser variasjoner i suspendert tørrstoff mellom 6 og 8 mg/l gjennom sommeren. Reduksjonene ved tapping varierte men siden det ble påvist reduksjoner på over 15 mg/l kan reduksjonen sies å være signifikant i forhold til normale variasjoner gjennom sommeren.

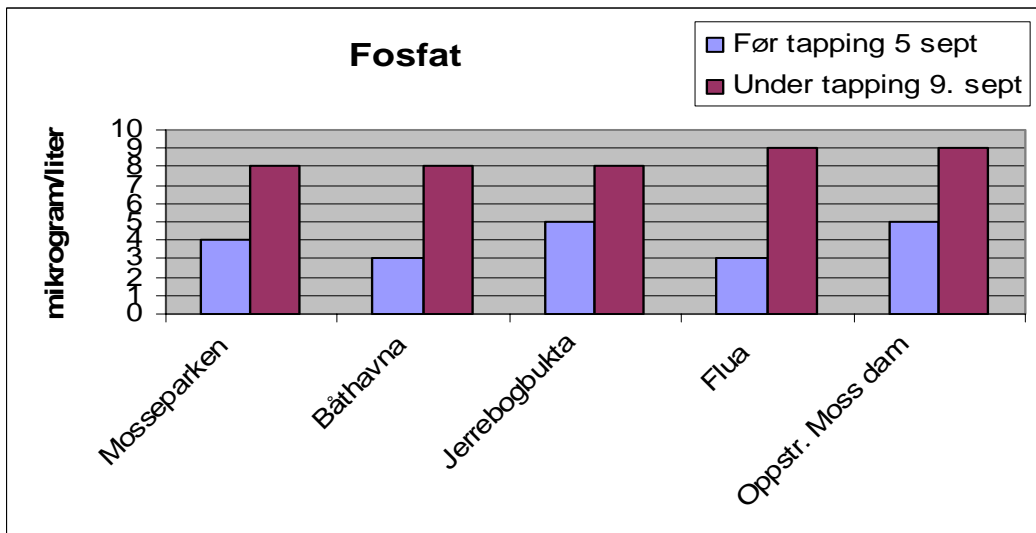
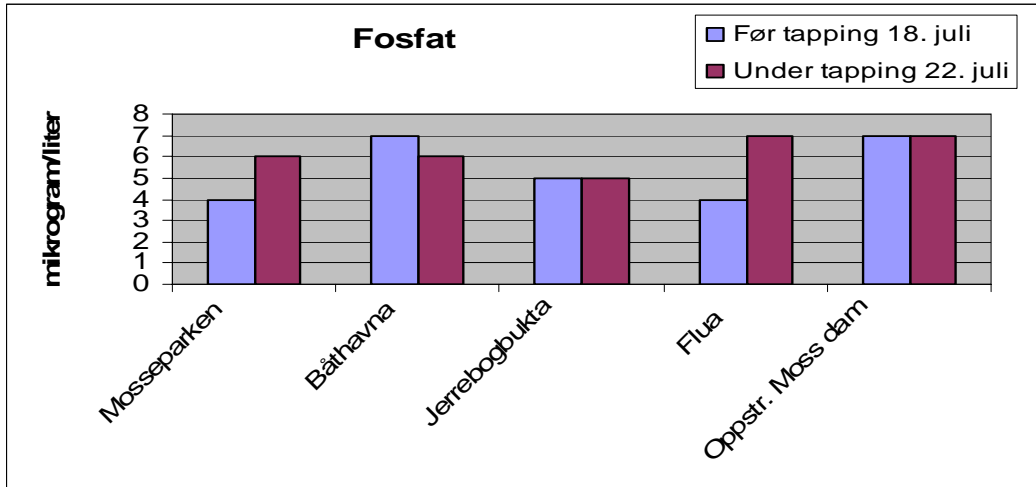
**Totalfosfor i Mosseelva**

Figur 12. Totalfosfor før og under tapping ved begge forsøk.

Tabell 4. Prosentvis endring i totalfosfor per prøvested, før og under tapping.

Sted	Første forsøk	Andre forsøk
Mosseparken	27	-17
Båthavna	-47	25
Jerrebogbukta	-22	-35
Flua	31	10
Oppstr. Moss dam	-49	-52
Snitt	-14	-12

Endringene i totalfosfor er svært varierende og selv om samlet resultat viser en generell nedgang på 12-14% for begge forsøk er det med det foreliggende materialet noe usikkert hva slags effekt tappingen har hatt på totalt fosforinnhold. Økninger kan skyldes resuspensjon fra bunnsedimentet på grunn av vindforhold og økt vannstrøm, samt at vinden kan ha ført næringsrike vannmasser inn i noen bukter og ut av andre. Reduksjonen i totalfosfor før og under forsøkene var størst oppstrøms Moss dam og i Jerrebogbukta. I båthavna ved Øre var det nesten 50% reduksjon under første forsøk, men en noe overraskende økning på 25% under andre forsøk. Imidlertid viser analyser av vannprøver tatt hver 14. dag i Mosseelva av Fylkesmannen i Østfold, variasjoner i totalfosfor på mellom 25 og 47 µg/l. Dette tyder både på at konsentrasjonene er høyere inne ved land, samt på at reduksjoner på over 40 µg/l er signifikante i forhold til normale variasjoner gjennom sommeren.

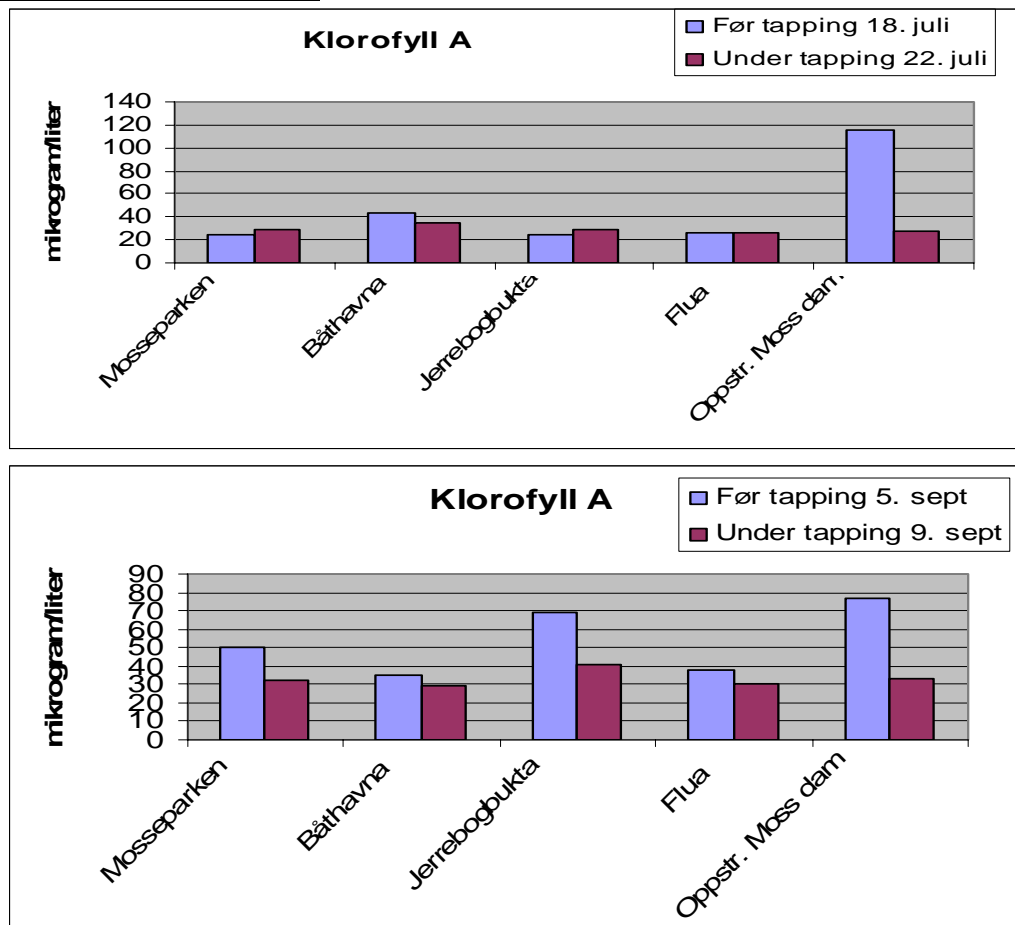
**Fosfat i Mosseelva**

Figur 13. Orto-fosfat ( $PO_4\text{-P}$ ) før og under tapping ved begge forsøk.

Tabell 5. Prosentvis endring i ortofosfat per prøvested, før og under tapping.

Sted	Første forsøk	Andre forsøk
Mosseparken	50	100
Båthavna	-14	167
Jerrebogbukta	0	60
Flua	75	200
Oppstr. Moss dam	0	80
Snitt	22	121

Som nevnt over antas det at den generelle økningen i ortofosfat skyldes at det under tapping ble færre alger som beitet på fosfatet. Endringen i konsentrasjonen av algetilgjengelig fosfat varierte mer under første enn under andre forsøk. Den generelle økningen i tilgjengelig fosfat på alle stasjoner under andre forsøk skyldes sannsynligvis at algeveksten i september er langsommere enn algeveksten i juli. Dermed tar det lenger tid før nye alger kommer til og beiter på fosfatet.

**Klorofyll A i Mosseelva**

Figur 14. Klorofyll A før og under tapping ved begge forsøk.

Tabell 6. Prosentvis endring i klorofyll A per prøvested, før og under tapping.

Sted	Første forsøk	Andre forsøk
Mosseparken	21	-36
Båthavna	-21	-17
Jerrebogbukta	16	-41
Flua	0	-21
Oppstr. Moss dam	-76	-57
Snitt	-12	-34

I september ble konsentrasjonen av klorofyll A redusert ved alle fem stasjoner, mens den i juli ble redusert ved båthavna og oppstrøms Moss dam. Som nevnt over, vil algeveksten være langsommere i september enn i juli, og effekten av en tapping vil derfor være tydeligere da.



#### 4.2.2 Visuelle endringer i Mosseelva

I tillegg til konkrete data fra området, ble det gjort en vurdering av de visuelle endringene. Algematten som danner seg i overflaten av Mosseelva er lite ønskelig ut fra rekreasjonsinteresser, jf. skoleklassen som var på kanotur den 5. september (Figur 1) og de øvrige bildene fra båthavna før og under tappeforsøkene (Figur 15 og 16). Også oppstrøms Moss dam var effekten av uttapping synlig, jf. Figur 17. I Mosseparken ble vannkvaliteten dårligere, og Figur 18 viser hvordan algene ser ut til å ha blitt stuvet opp i dette området. I og med at sønnavind er den rådende vindretningen i området om sommeren er det sannsynlig at den kombinerte virkningen av uttapping og vindpåvirkning ikke vil gi noen spesielt gunstig virkning på forholdene der, men det er mulig at en mer kraftig uttapping (for eksempel på 40 cm i stedet for 20 cm) kan øke effekten.



**Figur 15.** Båthavnen ved Øre i Moss før og under første tapping; bildet til venstre tatt 18.07 og bildet til høyre tatt etter 3 dagers tapping den 22.07.



**Figur 16.** Båthavnen ved Øre i Moss før og under første tapping; bildet til venstre tatt 5. september og bildet til høyre tatt etter 3 dagers tapping den 9. september.



**Figur 17.** Oppstrøms Moss dam før og under andre forsøk, 5. og 9. september.



**Figur 18.** Bukte i Mosseparken under andre forsøk, 9. september. Pålandsvind har ført algene inn i bukten.

### 4.2.3 Vannkvaliteten ute i vannmassene i Vansjø og Mosseelva under forsøkene

Vedlegg C viser alle konsentrasjonsverdier fra vannprøver tatt fra båt i Vansjø og øvre del av Mosseelva. I tillegg til de fire parametrene som ble målt i Mosseelva ble det i Vansjø også målt Klorofyll A med Fluoroprobe. Verdien er beregnet fra gjennomsnittlig konsentrasjon for de to øverste metrene av vannmassen.

Tabell 7 viser prosentvis gjennomsnittlig endring i vannkvalitet for de fire hovedstasjonene (Mosseelva utløp; Årvoll, Dillingøy og Sundet) hhv 2 og 6 dager etter at tapping ble igangsatt.

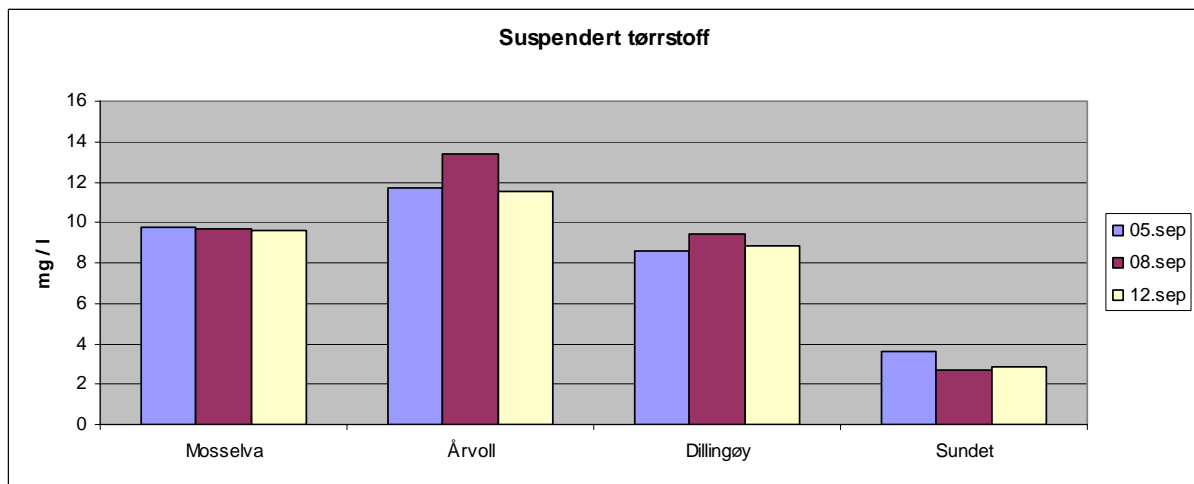
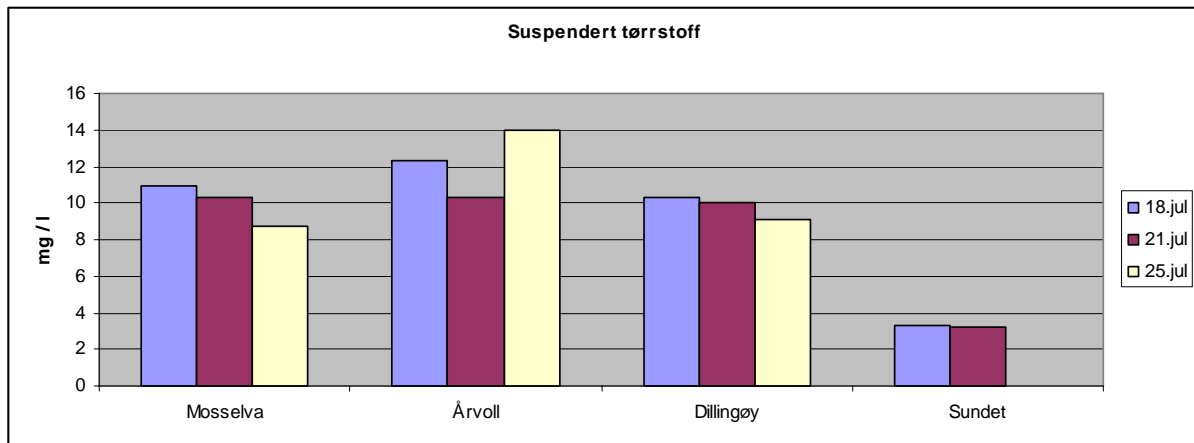
Resultatene viser at endringene ute i vannmassene i Vansjø og Mosseelva er adskillig mindre entydige enn resultatene fra enkelte lokaliteter langs vannkanten i Mosseelva. Videre viser resultatene at vannkvaliteten (som vurdert ut fra reduksjon i suspendert tørrstoff, totalfosfor og Klorofyll A) bedret seg mest i Mosseelva under første forsøk, og mest i Sundet under andre forsøk. Det er for øvrig noe overraskende at vannkvaliteten i Sundet ikke forbedret seg mer tatt i betraktning at denne stasjonen ble tilført vann fra Storefjorden under tappingene.

Vannkvaliteten var for øvrig generelt bedre ute i vannmassene enn i viker og sund i Mosseelva. For eksempel varierte totalfosfor mellom ca. 15-50 mikrogram per liter ute i vannmassene, mens variasjonene inne ved land lå mellom 30-100 mikrogram per liter. Best vannkvalitet var det i Sundet, mens stasjonene ved Mosseelvas innløp og ved Årvoll hadde de høyeste konsentrasjonene av næringssalter og klorofyll a.

**Tabell 7.** Prosentvis gjennomsnittlig endring i konsentrasjon av suspendert tørrstoff (STS), totalfosfor (Tot-P), fosfat ( $PO_4\text{-P}$ ) og Klorofyll A (KLA) for de fire hovedstasjonene (Mosseelva utløp; Årvoll, Dillingøy og Sundet). Beregningene er utført for følgende to perioder: Fra mandag før tapping til torsdag etter to dagers tapping; og fra mandag før tapping til mandagen etter, dvs. 6 dager etter at tappingen ble igangsatt. Negative tall angir reduksjon i konsentrasjonen.

Sted	STS		Tot-P		$PO_4\text{-P}$		KLA		KLA - Fluoroprobe	
	18.-21.7	18-25.7	18.-21.7	18-25.7	18.-21.7	18-25.7	18.-21.7	18-25.7	18.-21.7	18.-25.7
Mosseelva	-6	-20	-3	-3	20	20	-22	-31	-26	-
Årvoll	-16	14	0	31	0	50	-21	-18	-17	-
Dillingøy	-3	-12	0	0	0	0	29	24	-23	-
Sundet	-3	--	0	19	0	--	2	84	54	-
Snitt	-7	-6	-1	12	5	23	-3	15	-3	-
Sted	STS		Tot-P		$PO_4\text{-P}$		KLA		KLA - Fluoroprobe	
	5.-8.9	5.-12.9	5.-8.9	5.-12.9	5.-8.9	5.-12.9	5.-8.9	5.-12.9	5.-8.9	5.-12.9
Mosseelva	-1	-2	35	18	100	50	-7	-29	-1	-5
Årvoll	15	-2	2	9	233	100	-14	-36		-18
Dillingøy	9	2	3	-11	100	33	18	-5	27	-37
Sundet	-25	-19	0	-7	50	0	-17	-35	73	53
Snitt	-1	-5	10	2	121	46	-5	-26	33	-1,75

I det følgende vises kurver over de enkelte parametrene for ulike stasjoner i Vansjø før, under og etter begge tappeforsøk (figurene 19-23).

**Suspendert tørrstoff i vannmassene i Vanemfjorden og Mosseelva**

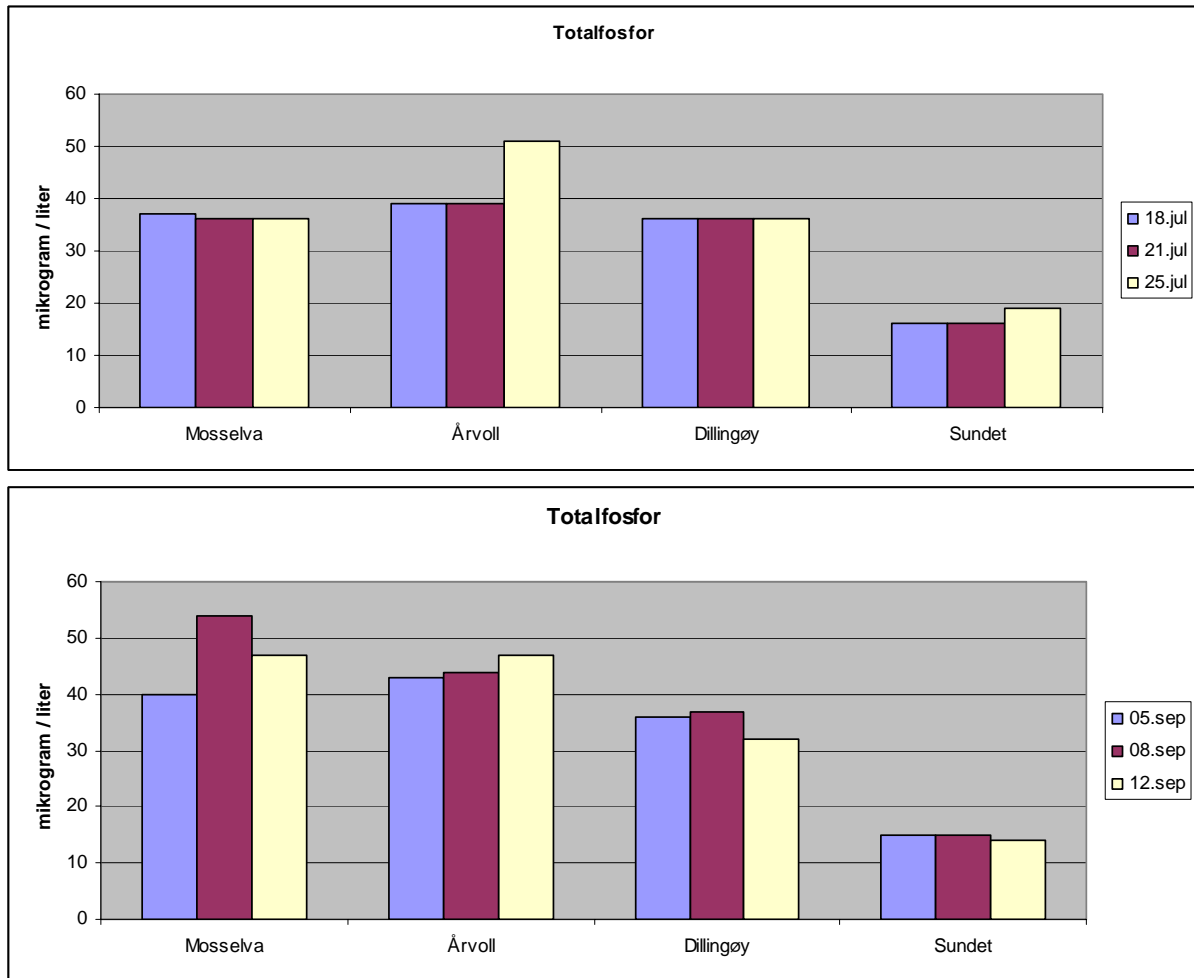
**Figur 19.** Suspendert tørrstoff (organisk og uorganisk) før og under tapping ved begge forsøk.

Av de fire hovedstasjonene for prosjektet var det stasjonen øverst i Mosseelva som viste størst forbedring i konsentrasjonen av suspendert tørrstoff, med en reduksjon på 20 % fra før til en uke etter tappestart i første forsøk. I andre forsøk var reduksjonen størst i Sundet (19 % fra før tapping til en uke etter tappestart under første forsøk).

For stasjonen i Vanemfjorden (ikke vist i figur 19), som prøvetas i forbindelse med SFTs prosjekt i Vansjø, var det også en tydelig reduksjon i suspendert tørrstoff under første forsøk, hhv 14 og 26 % fra 18.-21. juli og 18.-25. juli; men ingen påvisbar reduksjon under andre forsøk.

Under begge forsøk hadde stasjonen ved Årvoll høyest konsentrasjon av suspendert materiale.

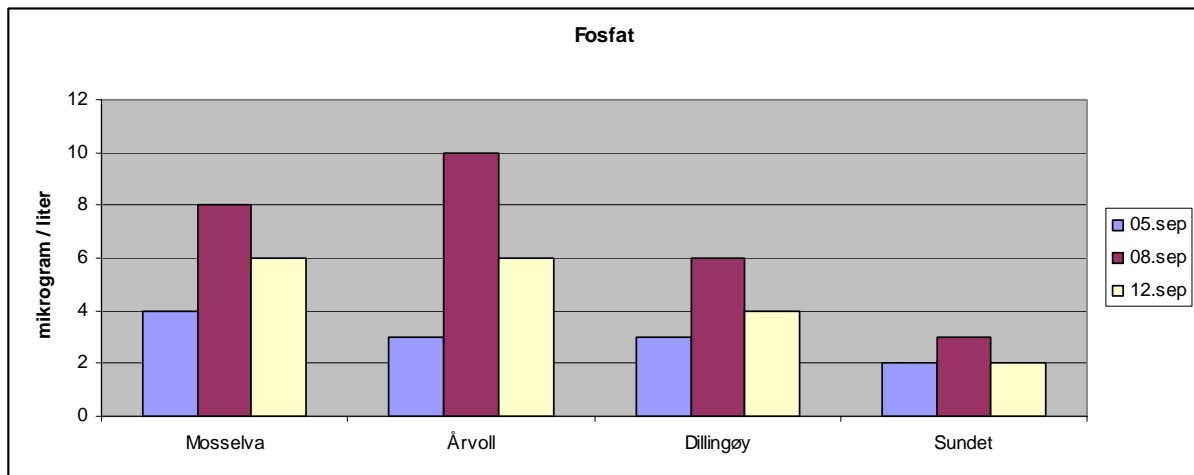
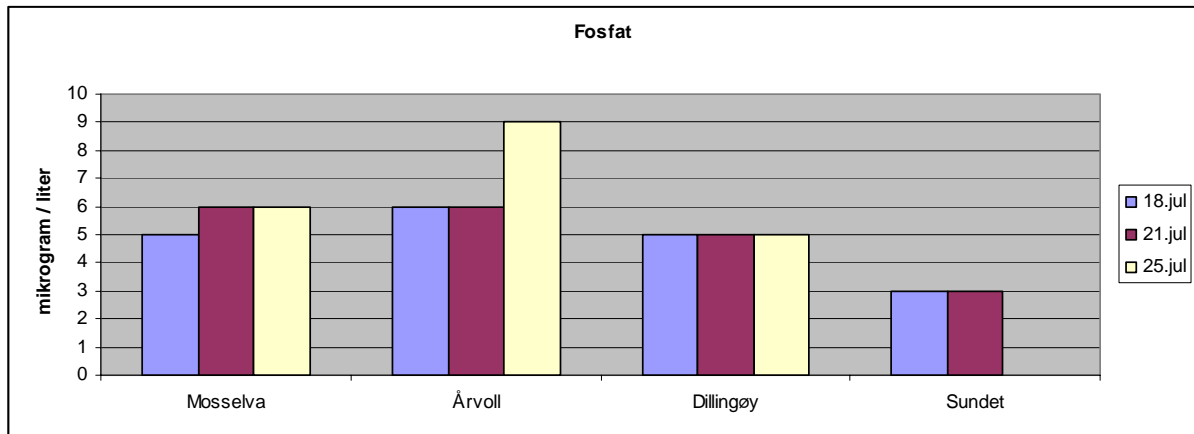
## Totalfosfor i vannmassene i Vanemfjorden og Mosseelva



**Figur 20.** Totalfosfor før og under tapping ved begge forsøk.

Som det fremgår av figur 20 og tabell 7 økte innholdet av totalfosfor i noen av stasjonene, mens det var en svak nedgang ved Dillingøy under andre forsøk. Generelt kan det imidlertid ikke konkluderes med noen netto nedgang i totalfosfor ute i vannmassene i Vanemfjorden eller Mosseelva i løpet av de to forsøkene.

Mosseelva og Årvoll hadde de høyeste konsentrasjonene av totalfosfor, mens de var betydelig lavere i Sundet.

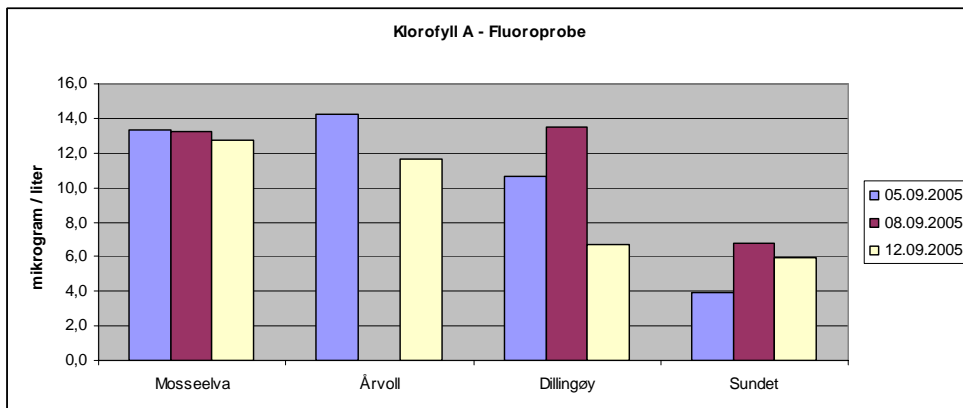
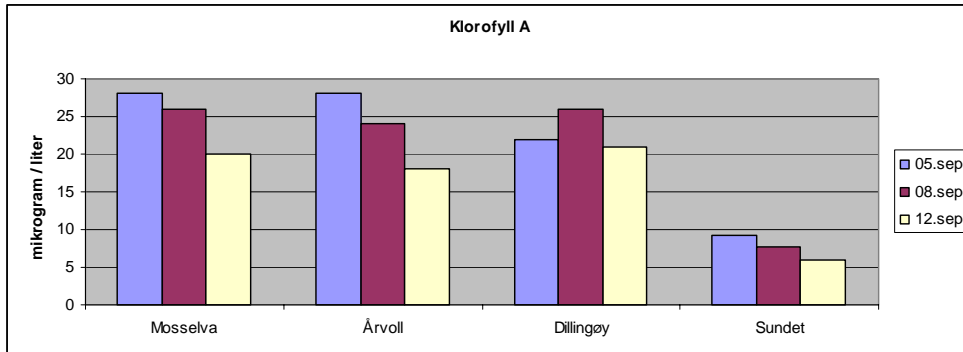
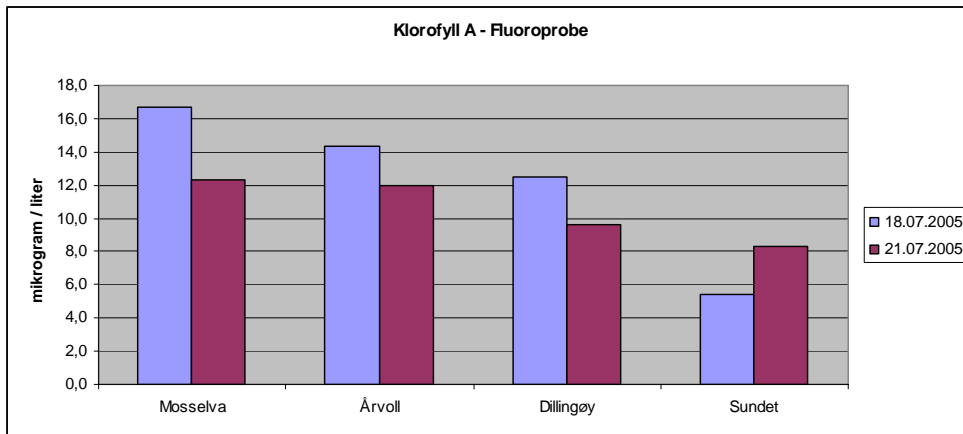
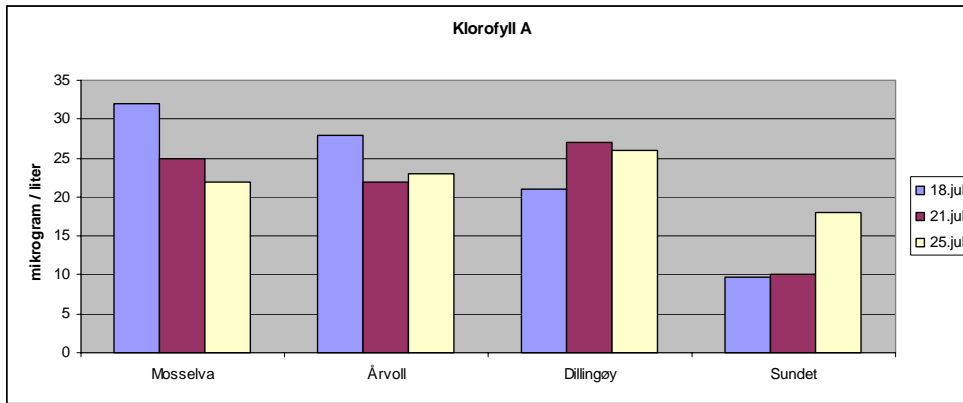
**Fosfat i vannmassene i Vanemfjorden og Mosseelva**

**Figur 21.** Orto-fosfat ( $PO_4-P$ ) før og under tapping ved begge forsøk.

Som for stasjonene langs land i Mosseelva gikk fosfatinnholdet opp eller holdt seg konstant for alle stasjoner ute i vannmassene i Vanemfjorden. Som nevnt tidligere antas dette å skyldes at mengden alger som beiter på det tilgjengelige fosfatet ble redusert under forsøkene. Effekten var størst i september, antakelig fordi lysforholdene da hindrer algene i å formere seg like raskt som i juli.

Fosfatinnholdet var relativt lavt for alle stasjoner, men lavest i Sundet.

**Klorofyll A i vannmassene i Vanemfjorden og Mosseelva**



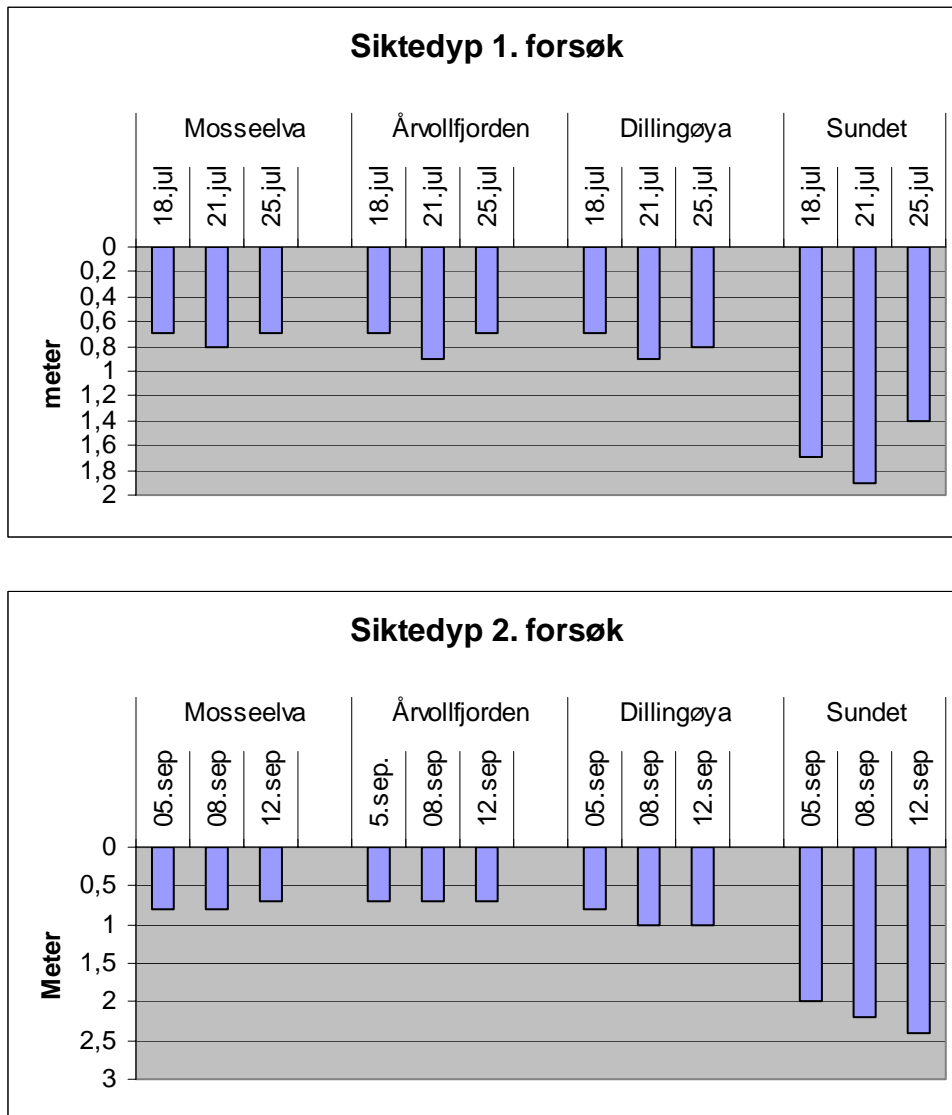
**Figur 22.** Konsentrasjon av Klorofyll A ute i Vanemfjorden. Også målinger utført med fluorprobe er vist.

Forskjellene mellom konsentrasjonen av Klorofyll A som målt med Fluoroprobe og ved vanlig analyse i laboratorie kan forklares ved ulike analysemetodikk og kalibrering av proben. De to datasettene kan derfor ikke uten videre sammenlignes, men fluoroprobe-dataene er blitt brukt til å vurdere trendene i klorofyll-konsentrasjon fremkommet fra laboratorieanalysene. Som det fremgår av Figur 22 og Tabell 7 gikk klorofyll-innholdet ned i Mosseelva og Årvollfjorden under første forsøk. Ved Dillingøy og Sundet økte imidlertid klorofyll-innholdet ifølge laboratorieresultatene, mens Fluoroprobe viser en reduksjon fra 18. – 21. juli ved Dillingøy.

Under andre forsøk var det igjen en nedgang i klorofyll-innhold i Mosseelva og Årvollfjorden, bekreftet av Fluoroprobe-data. Tilsvarende gikk konsentrasjonen ned fra 5. til 12. september ved Dillingøy. I Sundet viste laboratorieresultatene en nedgang i klorofyll A, mens Fluoroprobe viste en økning.

Denne variasjonen i resultatene viser på mange måter usikkerheten ved slike målinger, noe som igjen peker på behovet for å gjenta forsøkene i 2006.



**Siktedyp i vannmassene i Vanemfjorden og Mosseelva****Figur 23.** Siktedyp under forsøkene.

Figur 23 viser at siktedypet gjennomgående bedret seg noe to dager etter at lukene ble åpnet. Imidlertid gikk det i de fleste av stasjonene noe tilbake mandagen etter at lukene var åpnet. Et unntak er Sundet under andre forsøk, hvor siktedypet økte ytterligere mandagen etter. Dette kan skyldes at det etter andre forsøk fortsatt ble tappet vann i Mossefossen, slik at renere vann fra Storefjorden fortsatte å strømme inn i Vansjø gjennom Sundet.

Det må understrekes at siktedyp ikke nødvendigvis er en god indikasjon på algemengden, da biomassen kan reduseres betydelig uten at dette behøver å få nevneverdig utslag i bedre siktedyp.

#### 4.2.4 Diskusjon – vannkvalitetsendringer

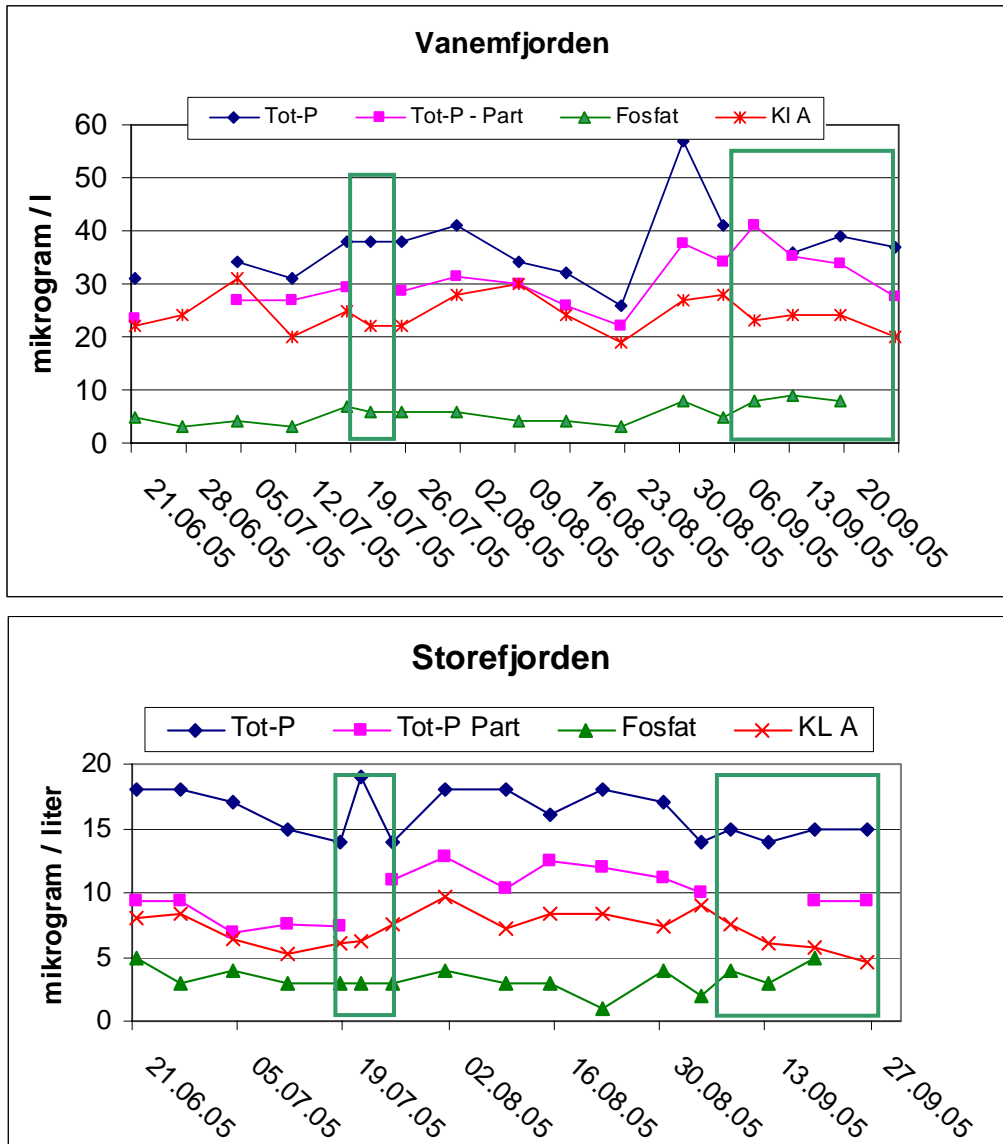
Gjennom et prosjekt i Vansjø som pågikk parallelt med dette, utført av NIVA og finansiert av SFT, har vi fått tilgang på data fra stasjonene i Vanemfjorden og Storefjorden (stasjonene Vn og St i kartutsnittet i Figur 6) også utenom tappeperiodene. Dette har gitt anledning til å studere utviklingen gjennom sommeren i konsentrasjon av totalfosfor, partikulært bundet fosfor, fosfat og klorofyll a (Figur 24); og suspendert tørrstoff (Figur 25) for disse to stasjonene.

Det som er mest interessant for tolkningen av resultatet av tappingene er at de variasjonene som vises i konsentrasjon gjennom sommeren ikke er større enn de som sees under tappingene. For eksempel varierer klorofyll a med +/- 10 mikrogram per liter gjennom sommeren. Noen større endringer enn dette ble ikke påvist under tappingen i noen av stasjonene i Vanemfjorden. Det kan følgelig ikke heves over tvil at de endringene som er vist foran fra vannmassene i Vanemfjorden skyldes tappingene. Variasjonene kan med andre ord gjenspeile naturlige variasjoner som skyldes andre forhold, for eksempel endringer i tilførsler, eller endringer som følge av vind- og strømmretning. Som figurene 24 og 25 viser, kan det heller ikke sees noen umiddelbar markert endring under eller etter tappingene i forhold til variasjonene resten av sommeren.

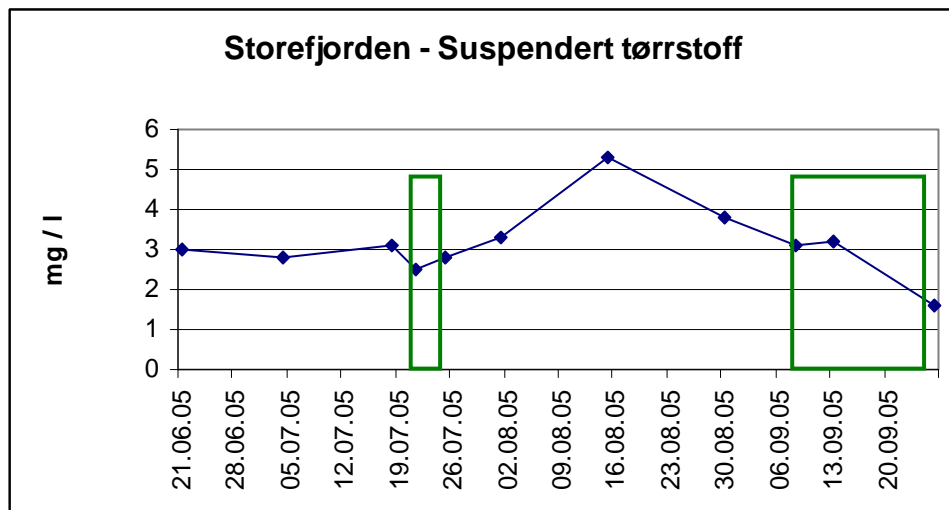
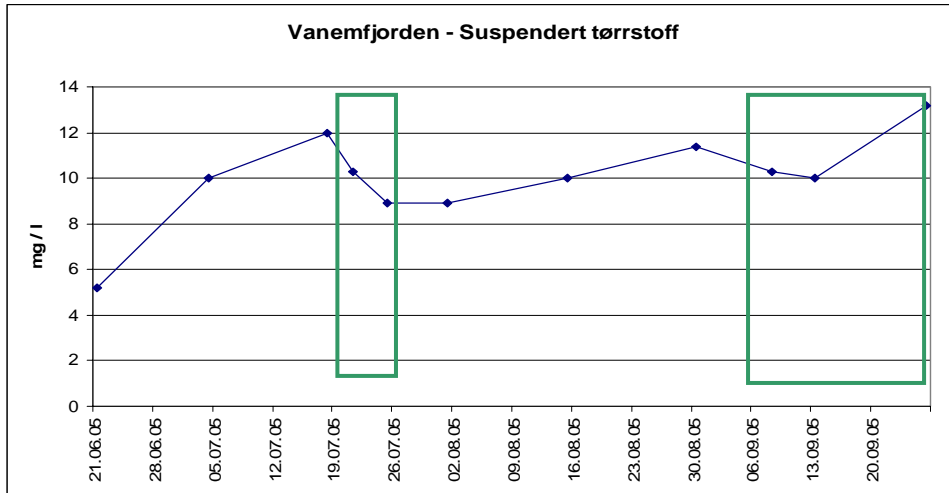
Denne undersøkelsen har ikke kapasitet til å analysere årsakene til de tidsvariasjonene som sees i figurene. Det ble imidlertid undersøkt om variasjonene i konsentrasjon i de to bassengene endret seg i takt med hverandre, men ingen slik sammenheng ble funnet for noen av parametrene.

Det finnes ikke tilsvarende data for hele sommeren fra viker og sund i Mosseelva. Imidlertid var nedgangen i konsentrasjon i de fleste parametrene i flere tilfeller signifikant høyere enn de variasjonene som ble målt ute i Vanemfjorden. Dette styrker en konklusjon om at endringene som ble påvist langs Mosseelva faktisk skyldes tappingene.

Resultatene fra dette SFT-finansierte prosjektet viste også at vann fra stasjon Va i Vanemfjorden ikke inneholdt nitrat fra midten av juli til midten av september. I Storefjorden lå nitratkonsentrasjonene mellom 600-900 µg/l i samme periode. Det ble spekulert i om innføringen av nitratholdig vann fra Storefjorden under tappingene kunne medføre at Mikrocystris (som ikke fikserer nitrogen selv) ville blomstre opp på nytt i Vanemfjorden. Algetellinger viser imidlertid at etter midten av juli var det den nitrogenfikserende algen Anabaena som dominerte i Vanemfjorden (pers. medd. Knut Bjørndalen). Tappingene ser derfor ikke ut til å ha hatt innvirkning på den utviklingen av algesammensetningen som vanligvis skjer i Vanemfjorden om sommeren.



**Figur 24.** Langtidsserier for fosforfraksjoner (løst og partikulært totalfosfor (Tot-P), partikulært bundet fosfor (Tot-P Part) og Fosfat) og Klorofyll A (KL A) fra stasjonen i Vanemfjorden (øverst; Stasjon merket Va i Figur 6) og Storefjorden (nederst, merket St i Figur 6). Grønne bokser markerer tidsperioder for tapping.



**Figur 25.** Suspendert tørrstoff fra stasjonen i Vanemfjorden i sommerhalvåret 2005 (Stasjon merket Va i Figur 6) og Storefjorden (Stasjon merket St i figur 6). Grønne bokser markerer tidsperioder for tapping.

### 4.3 Resultater fra grunnvannsforsøk på jordbruksarealer langs Vansjø

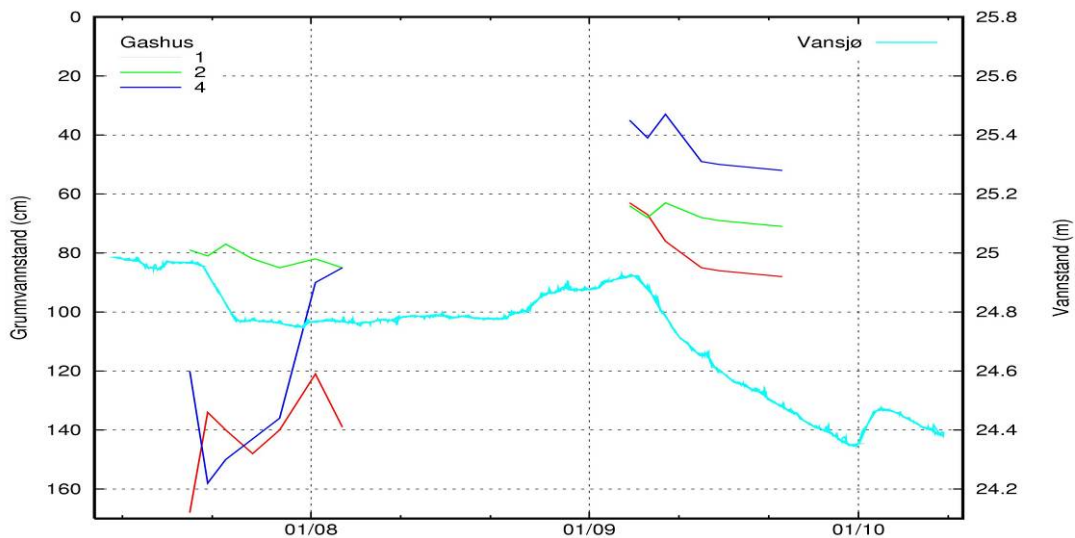
Endret manøvreringsreglement og dermed endrede vannstander i Vansjø, kan ha følgende effekter for jordbruksdriften rundt Vansjø:

- Endringer i såtidspunkt for lavtliggende arealer
- Endringer i vanntilgang for plantene om sommeren
- Endringer i løftehøyde og pumpetider for pumpestasjonene

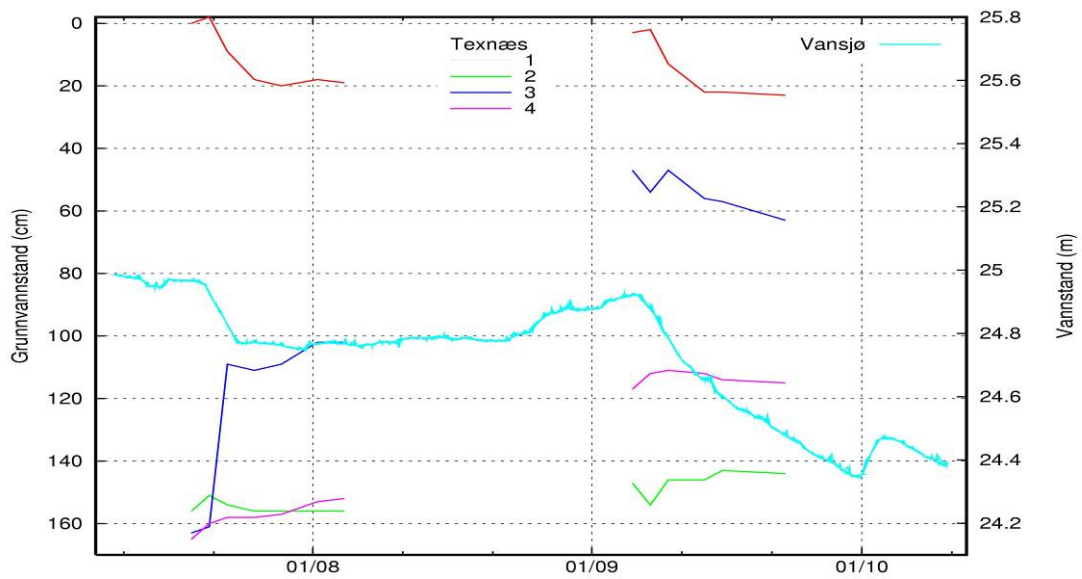
Generelt er det slik at for jordbruket er det gunstig med så lav vannstand i sjøen om våren at våronna ikke blir forsinket på grunn av dette, og noe høyere vannstand i perioden med normalt forsommertørke for å gi vekstene på lavtliggende områder litt ekstra vanntilgang.

#### 4.3.1 Grunnvannsstand

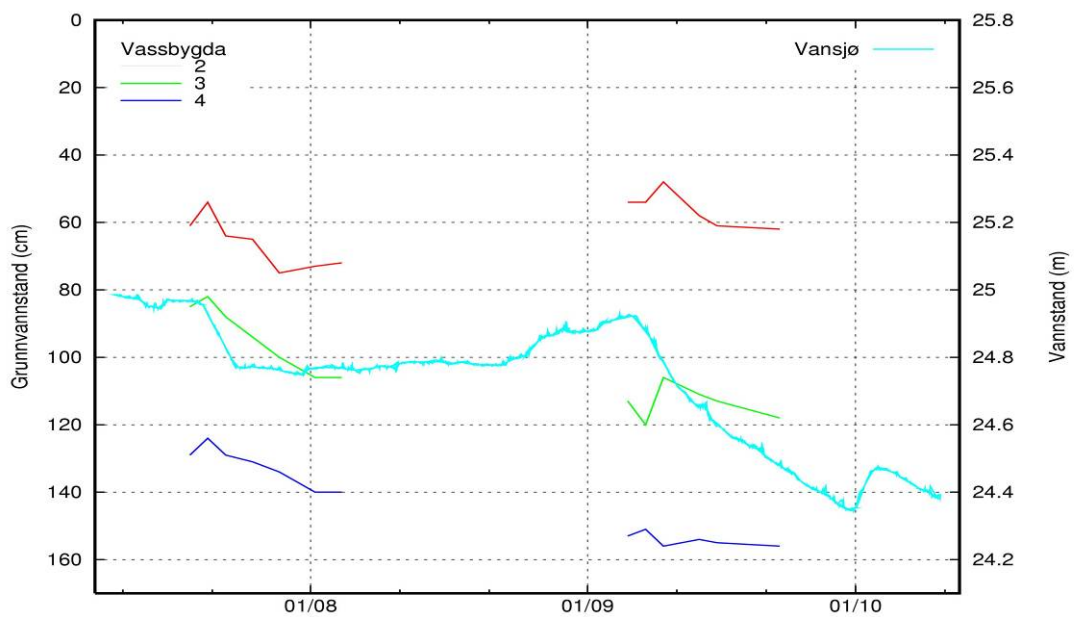
Figurene 26-29 viser målt grunnvannstand for de 4 lokalitetene, sammen med vannstanden i Vansjø i perioden med de 2 nedtappingsforsøkene. Grunnvannstand er avstand fra jordoverflaten til grunnvannspeilet. Den første nedtappingen startet 19. juli og varte i 5 dager og den andre startet 6. september, men da fortsatte vannstandssenknningen i innsjøen også etter at forsøket opphørte.



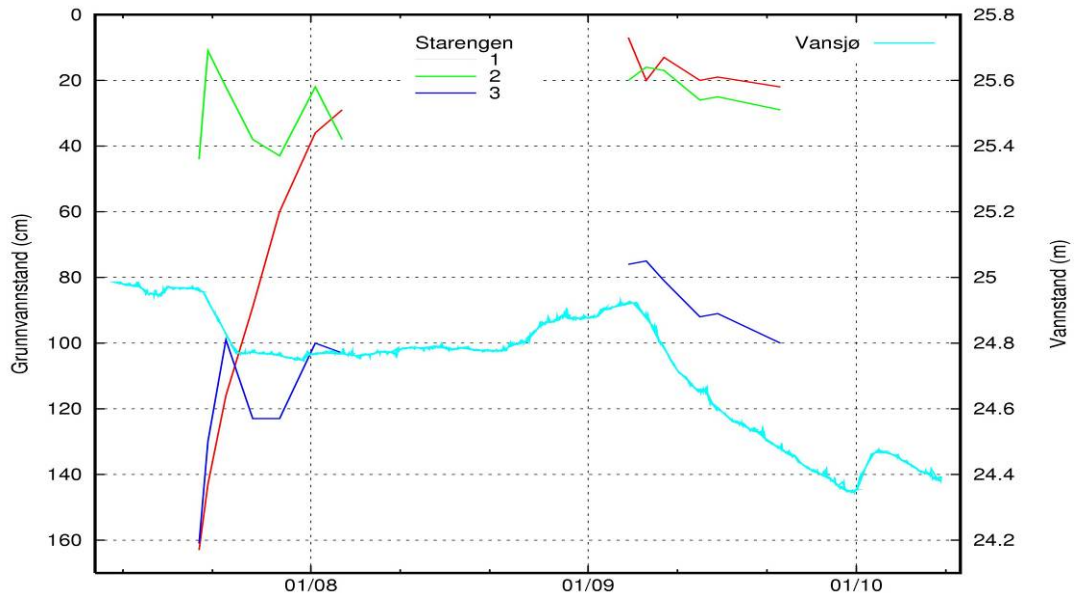
**Figur 26.** Grunnvannstand i rørene ved Gashus (1,2 og 4) og vannstand i Vansjø i perioden med de 2 nedtappingene i 2005.



**Figur 27.** Grunnvannstand i rørene ved Texnæs (1,2,3 og 4) og vannstand i Vansjø i perioden med de 2 nedtappingene i 2005.



**Figur 28.** Grunnvannstand i rørene i Vassbygda (2,3 og 4) og vannstand i Vansjø i perioden med de 2 nedtappingene i 2005.



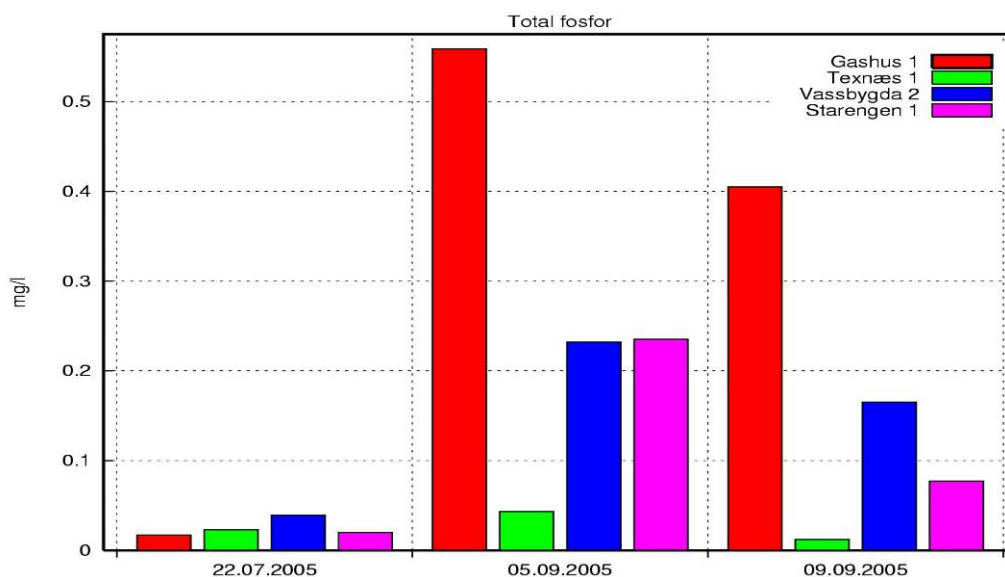
**Figur 29.** Grunnvannstand i rørene ved Starengen (1,2 og,3) og vannstand i Vansjø i perioden med de 2 nedtappingene i 2005.

Med unntak av Vassbygda (figur 4) har grunnvannsmålingene under det første tappeforsøket gitt dårlige korrelasjoner mellom vannstand i rørene og vannstanden i Vansjø. Det kan være at nedsettingen av rørene har eltet jorda rundt rørene på en slik måte at kontakten mellom vannet inne i rørene og grunnvannet har blitt dårlig, og at dette har bedret seg innen det andre tappings-forsøket.

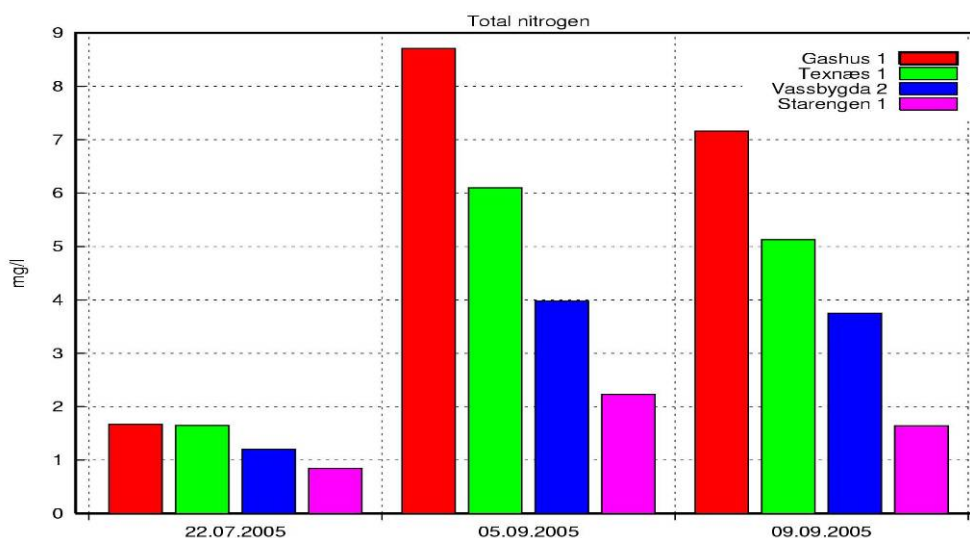
Å dømme etter målingene under det andre tappeforsøket, ser det ut til å være relativt god sammenheng mellom endringer i vannstanden i Vansjø og endringer i grunnvannstanden. For Vassbygda og Texnæs ser det ut til være litt mindre respons i rørene lengst unna sjøen. I rør 2 ved Texnæs er det målt stor grunnvannstand i forhold til i de andre rørene, noe som rimer dårlig med høydeforskjellene rørene imellom.

#### 4.3.2 Vannkvalitet i grunnvannet

Det ble tatt ut vannprøver i rørene nærmest sjøen (i strandsonen) for de 4 lokalitetene like før tappeforsøkene startet og midtveis under tappingen. Imidlertid hadde den første prøveserien (like etter nedsettingen av grunnvannsrørene ble satt ned) så høyt innhold av partikler at denne ikke ble sendt til analyse.



**Figur 30.** Innhold av totalfosfor i filtrerte vannprøver tatt i grunnvannsrørene i strandsonen ved de 4 lokalitetene.



**Figur 31.** Innhold av totalnitrogen i filtrerte vannprøver tatt i grunnvannsrørene i strandsonen ved de 4 lokalitetene.

Prøveserien tatt 22. juli (3 dager etter at det første tappesforsøket startet) viser relativt lave konsentrasjoner av både fosfor og nitrogen, henholdsvis 0,02-0,04 mg/l og 0,8-1,7 mg/l.

De to prøveseriene tatt under det andre tappesforsøket derimot, viser langt høyere konsentrasjoner, med unntak av fosfor ved Texnæs. I 2 ukers perioden forut for dette var det kommet en god del nedbør (ca 70 mm i Ås kommune) og målt avrenning i Heiabekken (litt sør for Rygge flyplass) var ca 15 mm og i Skuterudbekken (i Ås) ca 5 mm. Det er derfor sannsynlig at det har skjedd en nedvasking av næringsstoffer til grunnvannet i denne perioden. Vannkvaliteten var imidlertid noe bedret i den andre prøveserien under dette tappesforsøket.



## 5. Konklusjoner og anbefalinger for 2006

### 5.1 Konklusjoner

#### Utsagnskraft av innsamlet materiale

Det er til nå utført to uttappingsforsøk i Vansjø, med tilhørende datainnsamling og -analyse. Mange faktorer påvirker vannkvaliteten i en innsjø, og derfor er ikke to forsøk tilstrekkelig til å kunne gi en klar og entydig konklusjon på om slike uttappinger vil ha en positiv virkning på vannkvaliteten i Vansjø og Mosseelva eller ikke. Det innsamlete materialet gir allikevel et godt utgangspunkt for tolkninger, og erfaringene fra 2005 gir gode indikasjoner på hva som kan gjøres i det andre året med uttesting.

#### Vannstrøm

Under begge forsøk gikk vannstrømmen øst og nord for Dillingøy. Det var sønnavind under begge forsøkene, men dette er den vanlige vindretningen om sommeren. Det vokser mye siv på sørsiden av Dillingøy, noe som ytterligere sannsynliggjør at den målte strømretningen er den som er rådende. Det kan derfor konkluderes at det er stor sannsynlighet for at vannstrømmen også i neste års forsøk vil gå øst og nord for Dillingøy.

#### Vannkvalitet i Mosseelva

Det innsamlete datamaterialet fra viker og sund i Mosseelva tyder på at uttappingen førte til en forbedring av vannkvaliteten, med mindre totalfosfor og partikulært materiale, og færre alger (som målt ved klorofyll a-innhold). Også ute i vannmassene lenger oppe i Mosseelva tyder dataene på at vannkvaliteten ble bedre. Videre var det en klar visuell forbedring av vannet i nedre deler av Mosseelva, særlig på enkelte lokaliteter som i båthavna og oppstrøms Moss dam.

For øvrig var vannkvaliteten (målt som næringssaltinnhold, partikulært materiale og klorofyll a) langs viker og sund i Mosseelva betydelig dårligere enn vannkvaliteten ute i vannmassene i Vanemfjorden.

#### Vannkvalitet i Vanemfjorden

Ut fra det foreliggende datamaterialet kan det ikke konkluderes at tappesforsøkene påvirket vannkvaliteten i Vanemfjorden som helhet verken i positiv eller negativ retning. Variasjonene under tappingen var ikke større enn variasjonene ellers i sommerhalvåret. Variasjonene kan derfor like gjerne forklares ut fra vind- og strømforhold i innsjøen som fra tappingene. Imidlertid gikk innholdet av klorofyll a noe ned ved stasjonene i Mosseelva og ved Årvoll under tappingen.

#### Bedre effekt i september

Effekten av tappingen var mest markert i september for reduksjon av partikkel-, klorofyll- og totalfosforkonsentrasjon. Dette skyldes sannsynligvis at det er dårligere lysforhold for algevekst i september enn i juli (sola står lavere på himmelen), og det tar derfor lenger tid for algene å formere seg igjen etter uttappingen.

#### Grunnvann

Resultater fra grunnvannsundersøkelsene viser at det var en forholdvis god sammenheng mellom endringer i vannstanden i innsjøen og endringer i grunnvannstanden, også for noen av de grunnvannsrørene som var satt ned lengst unna strandkanten.

Videre viste undersøkelsene at ved uttapping vil vannsig fra strandnære områder til innsjøen sannsynligvis ha god kvalitet dersom det har vært lite nedbør, men betydelig dårligere kvalitet dersom

det har kommet store nedbørmengder på forhånd. Med andre ord er vannkvaliteten på det vannet som siver ut i strandsonen avhengig av om det har vært en nedbørepisode forut.

Det må imidlertid tas forbehold om at det bare var under det siste tappingsforsøket at grunnvannsmålingene er pålitelige, og resultatene må bekreftes av flere måleserier før holdbare konklusjoner kan trekkes. Det samme gjelder for vannprøvene, konsentrasjonene av nitrogen og fosfor i den første prøveserien kan være influert av at de ble tatt rett etter nedsettingen av rørene.

Grunnvannsrørene som er satt ned vil i 2006 også benyttes til å vurdere effekten av høyere vannstand for strandnære jordbruksarealer om våren.

## 5.2 Anbefalinger for programmet i 2006

Endelig utforming av tappe- og måleprogram for 2006 vil gjøres i samarbeid med oppdragsgiver. Valget vil være basert på faglige og ressursmessige vurderinger, som diskutert under.

### Tappestrategier

Tapping i 2006 kan foregå på flere ulike måter. I Tabell 8 er noen alternativer satt opp med kommentarer om mulige fordeler og ulemper.

*Tabell 8. Mulige tappestrategier sommeren 2006.*

<b>Tappestrategi 2006</b>	<b>Kommentar</b>
Tappe ned ca. 20 cm to ganger, tilsvarende sommeren 2005.	Fordelen med en slik strategi er at den gir et utvidet grunnlag til å vurdere resultatene fra 2005, gjennom at man får gjentatt samme type forsøk til sammen fire ganger (2 i 2005, 2 i 2006).
Tappe ned ca. 30-40 cm to ganger, forutsatt at hydrologiske forhold tillater det.	Forutsatt at vannstanden våren 2006 heves i henhold til den midlertidige tillatelsen fra NVE, kan det gjennomføres en tapping på 30-40 cm. Denne kan utføres ved kraftig tapping i noen dager for å få mest mulig turbulens og dermed best mulig effekt i sund og viker i Mosseelva, etterfulgt av en mindre kraftig tapping gjennom kraftverket. Forutsatt hydrologiske forhold kan denne tappestrategien gjentas senere på sommeren.
Tappe jevnt gjennom hele sommeren	Denne strategien var nevnt i den teoretiske utredningen (Skarbøvik m.fl. 2005) som alternativet til noen få kraftige tappinger. Hensikten er å undersøke om en jevn vanngjennomstrømning vil ha en mer positiv effekt enn kraftige tappinger. Ulempen med denne strategien er at det blir vanskelig å påvise effekter av tappingen. I Vansjøsystemet er det så mange variable at en eventuell bedring av vannkvaliteten en sommer det tappes jevnt kan tilskrives mange ulike årsaker.
Tappe i trappetrinn med jevne mellomrom	Dette alternativet kan benyttes i stedet for en jevn tapping. Ved å tappe en mindre vannmengde f.eks. hver 2. eller 3. uke kan effekten av tappingen måles før og etter tapping. Det er imidlertid en viss fare for at slike små tappinger ikke vil innvirke så mye på vannkvaliteten at dette kan måles. En annen ulempe er at dette vil medføre flere målinger, noe som gir et dyrere måleprogram.
Kombinasjonsløsninger	Om man velger en kraftig førstetapping på ca. 40 cm vannstandsending, kan den andre tappingen enten være mindre (20 cm) eller foregå i trappetrinn hver 2. eller 3. uke.

Valg av tappestrategi vil nødvendigvis måtte tilpasses hydrologiske forhold i 2006, samt ressursmessige hensyn. En foreløpig anbefaling er å tappe to ganger, første gang kraftig (40 cm), andre gang så mye som hydrologiske forhold tillater. Begrunnelsen for dette er som følger:

- En kraftig førstetapping på ca. 40 cm bør utføres i 2006, da dette vil kunne gi informasjon om vannkvaliteten bedres vesentlig mer ved en større tapping enn i 2005.
- Det er en fordel å gjenta prosessen med to tappinger, da dette vil styrke utsagnskraften fra resultatene fra 2005-forsøkene. Størrelsen på andre tapping vil bestemmes av hydrologiske forhold sommeren 2006.
- Den relativt lave endringen i vannkvalitet under og etter tappinger på 20 cm tilsier at små tappinger hver 2. – 3. uke kan gi for lave vannkvalitetsendringer til at de blir utslagsgivende.

### **Måleprogram**

Måleprogrammet for 2006 vil utvikles når man har oversikt over eventuelle andre måleprogrammer som skal utføres i området. Mulige endringer i programmet fra 2005 kan omfatte:

- Utvide målingene i Mosseelva, siden vannkvalitetsendringene før og under tapping har vist seg å være størst der. Dette medfører at det også måles noen dager etter uttapping.
- Redusere antall parametre (dvs. kun analysere på totalfosfor og klorofyll a). Dette vil frigjøre midler til å ta flere prøver (jf. punktet over).
- Ikke utføre målinger av vannstrøm i Vansjø under tappingene, da begge forsøk i 2005 viste at vannstrømmen tok samme rute.
- Vurdere kostnader og hensiktsmessighet ved bruk av sensorer for kontinuerlige målinger ved Mossefossen.
- Undersøke virkninger for jordbruk av høyere vannstand om våren gjennom grunnvannsrørene som ble satt ned i 2005.

Om det tappes kraftig slik at vannstanden i Vansjø synker med 40 cm på kort tid, bør behovet for fiskeundersøkelser (stranding av ungfisk i vegetasjonsbelter) vurderes.

## 6. Referanser

Lyche Solheim, A., Stålnacke, P.G., Beckmann, M., Brabrand, Å., Bjørndalen, K., Beldring, S., Andersen, T., Søndergaard, M., Annadotter, H. 2004. Restaurering av Vanemfjorden. Rapport fra workshop i juni 2004. NIVA-Rapport 4894-2004. 33 s.

Lyche Solheim, A., Vagstad, N. Kraft, P., Løvstad, Ø. Skoglund, S., Turtumøygard, S. og Selvik, J.R. 2001. Tiltaksanalyse for Morsa (Vansjø-Hobøl-vassdraget) – Sluttrapport. NIVA-rapport 4377-2001. 104 s.

Morsaprojektet 2003. Handlingsplan for Morsa 2002-2005. En sammenstilling av kommunenes og landbrukets planer. 51 s

Skarbøvik, E., Andersen, T., Pettersson, L.-E., Eggestad, H.O., Brabrand, Å. 2005 Kan vannkvaliteten i Vansjø bli bedre ved å endre manøvreringsreglementet? Teoretisk utredning og forslag til program for praktisk uttesting. NIVA-Rapport 4951-2005. 32 sider.

Stålnacke, P.G., Lyche Solheim A. og Bechmann, M. 2005. Utvikling av vannkvaliteten i Vansjø og Hobølelva. En foreløpig analyse av tidsserier. NIVA Rapport 4937-2005. 30 s.

## **Vedlegg**

## Vedlegg A. Parameter-forkortelser

<b>Forkortelse</b>	<b>Parameter</b>	<b>Benevning</b>
STS	Suspendert tørrstoff (organisk og uorganisk)	mg/l
Tot-P; Tot-P/L	Totalfosfor, løst og partikulært	µg/l
Tot-P/P	Totalfosfor, partikulært	µg/l
PO <sub>4</sub> -P	Fosfat, løst	µg/l
KLA	Klorofyll A	µg/l
KLA-Fp	Klorofyll A som målt med Fluoroprobe, gjennomsnitt av de to øverste metrene av vannmassene	µg/l

## Vedlegg B. Vannkvalitet i Mosseelva

<b>Sted</b>	<b>Dato</b>	<b>STS</b>	<b>Tot-P</b>	<b>PO<sub>4</sub>-P</b>	<b>KLA</b>
		<b>mg/l</b>	<b>µg/l P</b>	<b>µg/l P</b>	<b>µg/l</b>
Mosseparken	18.07.2005	9,2	33	4	24
Båthavna	18.07.2005	17,2	78	7	43
Jerrebogbukta	18.07.2005	12	45	5	25
Flua	18.07.2005	10	36	4	26
Oppstr. Moss dam	18.07.2005	28,1	81	7	115
Mosseparken	22.07.2005	10,3	42	6	29
Båthavna	22.07.2005	10,8	41	6	34
Jerrebogbukta	22.07.2005	10	35	5	29
Flua	22.07.2005	12	47	7	26
Oppstr. Moss dam	22.07.2005	10,8	41	7	28

<b>Sted</b>	<b>Dato</b>	<b>STS</b>	<b>Tot-P</b>	<b>PO<sub>4</sub>-P</b>	<b>KLA</b>
		<b>mg/l</b>	<b>µg/l P</b>	<b>µg/l P</b>	<b>µg/l</b>
Mosseparken	05.09.2005	9,8	53	4	50
Båthavna	05.09.2005	20	36	3	35
Jerrebogbukta	05.09.2005	16	71	5	69
Flua	05.09.2005	11	40	3	38
Oppstr. Moss dam	05.09.2005	19	102	5	77
Mosseparken	09.09.2005	9	44	8	32
Båthavna	09.09.2005	8,8	45	8	29
Jerrebogbukta	09.09.2005	11,8	46	8	41
Flua	09.09.2005	10,5	44	9	30
Oppstr. Moss dam	09.09.2005	10	49	9	33

## Vedlegg C. Vannkvalitet i Vansjø

### Første tapping:

Sted	Dato	STS	Tot_P	PO <sub>4</sub> -P	KLA
		mg/l	µg/l P	µg/l P	µg/l
Mosselva	18.07.2005	10,9	37	5	32
Årvoll	18.07.2005	12,3	39	6	28
Dillingøy	18.07.2005	10,3	36	5	21
Sundkjeften	18.07.2005	3,3	16	3	9,8
Storefjorden	18.07.2005	3,1	14	3	6
Vanemfjorden	18.07.2005	12	38	7	25
Grepperudfjn	18.07.2005		31	5	46
Mosselva	21.07.2005	10,3	36	6	25
Årvoll	21.07.2005	10,3	39	6	22
Dillingøy	21.07.2005	10	36	5	27
Sundkjeften	21.07.2005	3,2	16	3	10
Storefjorden	21.07.2005	2,5	19	3	6,3
Vanemfjorden	21.07.2005	10,3	38	6	22
Grepperudfjn	21.07.2005	4,6	27	3	21
Mosselva	25.07.2005	8,7	36	6	22
Årvoll	25.07.2005	14	51	9	23
Dillingøy	25.07.2005	9,1	36	5	26
Sundkjeften	25.07.2005		19		18
Storefjorden	25.07.2005	2,8	14	3	7,5
Vanemfjorden	25.07.2005	8,9	38	6	22
Grepperudfjn	25.07.2005	4,8			

### Første tapping: Klorofyll A målt med Fluoroprobe, 0-2 meter:

	18.07.2005	21.07.2005	25.07.2005
Mosselva	16,7	12,4	
Årvoll	14,4	12,0	
Dillingøy	12,5	9,6	
Sundkjeften	5,4	8,3	
Storefjorden	6,4	7,0	3,9
Vanemfjorden	13,5	11,6	11,3
Grepperudfjn	16,4	8,3	



**Andre tapping:**

Sted	Prøve tatt	STS	Tot-P/L	Tot-P/P	PO <sub>4</sub> -P	KLA
		mg/l	µg/l P	µg/l P	µg/l P	µg/l
Sundet	30.08.2005		18			
Storefjn	30.08.2005	3,8	17	11,1	4	7,3
Vanemfjn	30.08.2005	11,4	57	37,5	8	27
Grepperødfjn	30.08.2005		29	30,6	5	27
Mosselva	05.09.2005	9,8		40	4	28
Årvoll	05.09.2005	11,7		43	3	28
Dillingøy	05.09.2005	8,6		36	3	22
Sundet	05.09.2005	3,6		15	2	9,3
Storefjn	05.09.2005		14	10	2	9
Vanemfjn	05.09.2005		41	34	5	28
Grepperødfjn	05.09.2005	5,5		30	2	32
Mosselva	08.09.2005	9,7		54	8	26
Årvoll	08.09.2005	13,4		44	10	24
Dillingøy	08.09.2005	9,4		37	6	26
Sundet	08.09.2005	2,7		15	3	7,7
Storefjn	08.09.2005	3,1		15	4	7,5
Vanemfjn	08.09.2005	10,3		41	8	23
Grepperødfjn	08.09.2005	6,3		29	6	28
Mosselva	12.09.2005	9,6		47	6	20
Årvoll	12.09.2005	11,5		47	6	18
Dillingøy	12.09.2005	8,8		32	4	21
Sundet	12.09.2005	2,9		14	2	6
Storefjn	12.09.2005			14		6,1
Vanemfjn	12.09.2005			36		24
Grepperødfjn	12.09.2005			28		21
Storefjn	13.09.2005	3,2		16,6	3	
Vanemfjn	13.09.2005	10		35,2	9	
Grepperødfjn	13.09.2005			24	4	
Sundet	19.09.2005		18			
Storefjn	19.09.2005		15	9,3	5	5,7
Vanemfjn	19.09.2005		39	33,8	8	24

**Andre tapping: Klorofyll A målt med Fluoroprobe, 0-2 meter:**

	05.09.2005	08.09.2005	12.09.2005
	µg/l	µg/l	µg/l
Mosseelva	13,3	13,2	12,7
Årvoll	14,2		11,7
Dillingøy	10,6	13,5	6,7
Sundet	3,9	6,7	6,0
Storefjorden	6,6	6,7	6,1
Vanemfjorden	13,0	13,8	13,2
Grepperudfjn		10,0	8,5

## Siktedyp målt med Secchi-skive

## Første tapping:

Sted	Dato	Siktedyp
Mosseelva	18.jul	0,7
	21.jul	0,8
	25.jul	0,7
Årvollfjorden	18.jul	0,7
	21.jul	0,9
	25.jul	0,7
Dillingøya	18.jul	0,7
	21.jul	0,9
	25.jul	0,8
Sundet	18.jul	1,7
	21.jul	1,9
	25.jul	1,4

## Andre tapping:

Sted	Dato	Siktedyp
Mosseelva	05.sep	0,8
	08.sep	0,8
	12.sep	0,7
Årvollfjorden	5.sep.	0,7
	08.sep	0,7
	12.sep	0,7
Dillingøya	05.sep	0,8
	08.sep	1,0
	12.sep	1,0
Sundet	05.sep	2,0
	08.sep	2,2
	12.sep	2,4

## Vedlegg D. Vannstand i Vansjø under tappingene

	Hobøl- Høgfoss	Tilsig	Magasin- vannstand	Magasin innhold	Totalavløp ved Moss
	m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s	moh.	Mm <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /s
17.7.05	0,6	2,3	24,964	82,46	1,0
18.7.05	0,5	0,1	24,967	82,58	1,0
19.7.05	0,4	12,9	24,965	82,50	24,2
20.7.05	0,9	-2,5	24,939	81,53	20,5
21.7.05	0,9	-1,3	24,886	79,54	19,9
22.7.05	0,8	-3,9	24,837	77,70	19,1
23.7.05	0,7	-2,9	24,784	75,71	4,0
24.7.05	0,6	3,6	24,768	75,11	1,0
4.9.05	2,2	3,6	24,915	80,62	1,0
5.9.05	1,9	2,3	24,921	80,85	1,0
6.9.05	1,8	1,7	24,924	80,96	19,1
7.9.05	1,8	4,6	24,884	79,46	20,7
8.9.05	1,7	-2,8	24,847	78,07	19,3
9.9.05	1,6	-4,0	24,796	76,16	19,0
10.9.05	1,4	-1,3	24,743	74,17	13,9
11.9.05	1,3	-0,6	24,708	72,86	12,0
12.9.05	1,2	2,0	24,679	71,77	12,0
13.9.05	1,2	14,6	24,656	70,91	12,0
14.9.05	1,7	-12,8	24,662	71,13	12,0
15.9.05	1,5	3,3	24,605	68,99	12,0
16.9.05	1,3	0,4	24,585	68,24	10,0
17.9.05	1,2	0,9	24,563	67,42	7,0
18.9.05	1,2	2,0	24,549	66,89	7,0
19.9.05	1,1	-0,1	24,537	66,46	7,0

# Vedlegg E. Vannføringsmålinger i Vansjø

## Vannføringsmåling. Vansjø ved Dillingøy 21. juli 2005

Station No.: 39

Meas. No:

Station Name: Dillingen

Date: 2005-07-21

Party: kaf	Width: 75.0 m	Processed by: kaf
Boat/Motor: båt	Area: 243.6 m <sup>2</sup>	Mean Velocity: 0.055 m/s
Gage Height 0.000 m	G.H.Change: 0.000	Discharge: 13.5 m <sup>3</sup> /s

Area Method: Avg. Course	ADCP Depth: 0.19 m	Index Vel.: 0.00 m/s Rating No.:1
Nav. Method: Bottom Track	Shore Ens.: 10	Adj.Mean Vel: 0.00 m/s Qm Rating:U
MagVar Method: None (0.0°)	Top Est: Power (0.1667)	Rated Area: 0.000 m <sup>2</sup> % Diff: 0.0%
Depth Sounder: Not Used	Bottom Est: Power (0.1667)	Control: Unspecified

Screening Thresholds:	ADCP:
BT 3-Beam Solution: ON	Type/Freq.: Rio Grande / 1200 kHz
WT 3-Beam Solution: OFF	Serial#: 0 Firmware: 10.14
BT Error Vel.: 0.10 m/s	Bin Size: 10 cm Blank: 25 cm
WT Error Vel.: 0.15 m/s	BT Mode: 5 BT Pings: 1
BT Up Vel.: 0.30 m/s	WT Mode:5 WT Pings: 1
WT Up Vel.: 0.50 m/s	WZ:5
Max. Vel.: 0.210 m/s	
Max. Depth: 4.24 m	
Mean Depth: 3.25 m	
% Meas.: 77.65%	
Water Temp.: None	
ADCP Temp.: 22.2 °C	

Diag. Test: 3248.050721093040.bt

Filename Prefix: Dillinga5

Moving Bed Test:

Software: 1.06.00

Compass Test:

Meas. Location: Nedstrøms brua over til Dillingøya

Tr.#	Edge D.		#Ens	Discharge						Width	Area	Time		Mean Vel.		% Bad			
	L	R		Top	Middle	Bottom	Left	Right	Total			Start	End	Boat	Water	Ens	Bins		
000	L	5.00	1.00	552	2.24	10.8	0.771	0.145	0.025	13.9	76.5	244.7	11:18	11:20	0.37	0.06	0	1	U
002	L	1.00	2.00	576	2.26	11.3	0.780	0.007	0.080	14.4	75.2	250.1	11:24	11:28	0.38	0.06	0	1	U
003	R	1.00	2.00	602	2.08	9.83	0.695	0.015	0.107	12.7	74.5	240.2	11:28	11:31	0.35	0.05	0	1	U
004	L	2.00	1.00	568	2.15	10.3	0.722	0.035	0.041	13.2	74.5	241.3	11:32	11:35	0.36	0.05	0	1	U
005	R	1.00	1.00	594	2.16	10.1	0.751	0.011	0.044	13.1	74.2	241.0	11:36	11:39	0.35	0.05	0	1	U
006	L	1.00	1.00	546	2.20	10.6	0.750	0.006	0.027	13.6	75.1	244.2	11:40	11:43	0.41	0.06	0	1	U
Mean		1.83	1.33	573	2.18	10.5	0.745	0.037	0.054	13.5	75.0	243.6	Total	00:26	0.37	0.06	0	1	
SDev		1.60	0.52	22	0.067	0.510	0.032	0.054	0.033	0.607	0.8	3.7			0.02	0.00			
R/M%		218	75.0	9.8	8.5	13.7	11.4	380.8	151.9	12.4	3.0	4.1			16.50	8.28			

Remarks:

## Vannføringsmåling. Vansjø ved Dillingøy 8. september 2005

Station No.: 5

Meas. No:

Station Name: Dillingen

Date: 2005-09-08

Party: kaf	Width: 77.6 m	Processed by: kaf
Boat/Motor: båt	Area: 252.9 m <sup>2</sup>	Mean Velocity: 0.122 m/s
Gage Height: 0.000 m	G.H.Change: 0.000	Discharge: 30.7 m <sup>3</sup> /s

Area Method: Avg. Course	ADCP Depth: 0.10 m	Index Vel.: 0.00 m/s Rating No.:1
Nav. Method: Bottom Track	Shore Ens.: 10	Adj. Mean Vel: 0.00 m/s Qm Rating:F
MagVar Method: None (0.0°)	Top Est: Power (0.1667)	Rated Area: 0.000 m <sup>2</sup> % Diff: 0.0%
Depth Sounder: Not Used	Bottom Est: Power (0.1667)	Control: Unspecified

Screening Thresholds:	ADCP:
BT 3-Beam Solution: ON	Type/Freq.: Rio Grande /600 kHz
WT 3-Beam Solution: OFF	Serial#: 2608 Firmware: 10.14
BT Error Vel.: 0.10 m/s	Bin Size: 10 cm Blank: 25 cm
WT Error Vel.: 0.15 m/s	BT Mode: 5 BT Pings: 1
BT Up Vel.: 0.30 m/s	WT Mode:5 WT Pings: 1
WT Up Vel.: 0.50 m/s	WZ:5
Max. Vel.: 0.515 m/s	
Max. Depth: 4.59 m	
Mean Depth: 3.26 m	
% Meas.: 80.75 %	
Water Temp.: None	
ADCP Temp.: 17.2 °C	

Diag. Test: 2608.050908075251.bt

Filename Prefix: vann5

Moving Bed Test:

Software: 1.06.00

Compass Test:

Meas. Location: Ca 20 meter nedstrøms brua over til Dillingen

Tr.#	Edge D.		#Ens	Discharge						Width	Area	Time		Mean Vel.		% Bad			
	L	R		Top	Middle	Bottom	Left	Right	Total			Start	End	Boat	Water	Ens	Bins		
022	L	3.00	3.00	354	3.85	24.3	1.67	-0.006	0.398	30.2	78.6	249.2	13:26	13:29	0.42	0.12	1	1	U
023	R	1.00	3.00	445	3.82	24.7	1.68	0.017	0.261	30.5	77.4	258.4	13:29	13:33	0.34	0.12	1	1	U
024	L	1.00	3.00	324	3.81	23.3	1.61	-0.006	0.349	29.1	77.9	245.4	13:33	13:36	0.47	0.12	1	1	U
025	R	1.00	3.00	410	3.91	25.4	1.74	0.006	0.293	31.3	77.5	260.8	13:37	13:40	0.37	0.12	0	1	U
026	L	1.00	2.00	384	4.14	26.4	1.82	-0.004	0.221	32.6	76.3	250.6	13:41	13:44	0.39	0.13	2	1	U
Mean		1.40	2.80	383	3.91	24.8	1.70	0.001	0.304	30.7	77.6	252.9	Total	00:18	0.40	0.12	1	1	
SDev		0.89	0.45	47	0.137	1.14	0.080	0.010	0.070	1.29	0.8	6.5			0.05	0.00			
R/M%		143	35.7	31.6	8.4	12.2	12.3	1642.9	58.1	11.2	2.9	6.1			32.45	9.81			

Remarks: Kraftig vind under måling, som antagelig påvirker resultatet.

## Vannføringsmåling. Vansjø ved Sundet. 21. juli 2005

Station No.: 40

Meas. No:

Station Name: sundet

Date: 2005-07-21

Party: kaf	Width: 76.4 m	Processed by: kaf
Boat/Motor: båt	Area: 146.1 m <sup>2</sup>	Mean Velocity: 0.090 m/s
Gage Height: 0.000 m	G.H.Change: 0.000	Discharge: 13.2 m <sup>3</sup> /s

Area Method: Avg. Course	ADCP Depth: 0.19 m	Index Vel.: 0.00 m/s Rating No.:1
Nav. Method: Bottom Track	Shore Ens.: 10	Adj. Mean Vel: 0.00 m/s Qm Rating:U
MagVar Method: None (0.0°)	Top Est: Power(0.1667)	Rated Area: 0.000 m <sup>2</sup> % Diff: 0.0%
Depth Sounder: Not Used	Bottom Est: Power(0.1667)	Control: Unspecified

Screening Thresholds:		ADCP:
BT 3-Beam Solution: ON	Max. Vel.: 0.405 m/s	Type/Freq.: Rio Grande / 1200 kHz
WT 3-Beam Solution: OFF	Max. Depth: 3.32 m	Serial#: 0 Firmware: 10.14
BT Error Vel.: 0.10 m/s	Mean Depth: 1.91 m	Bin Size: 10 cm Blank: 25 cm
WT Error Vel.: 0.15 m/s	% Meas.: 61.90 %	BT Mode: 5 BT Pings: 1
BT Up Vel.: 0.30 m/s	Water Temp.: None	WT Mode:5 WT Pings: 1
WT Up Vel.: 0.50 m/s	ADCP Temp.: 20.7 °C	WZ:5

Diag. Test:

Filename Prefix: sundet5

Moving Bed Test:

Software: 1.06.00

Compass Test:

Meas. Location: Sundet mellom bassengene

Tr.#	Edge D.		#Ens	Discharge						Width	Area	Time		Mean Vel.		% Bad		
	L	R		Top	Middle	Bottom	Left	Right	Total			Start	End	Boat	Water	Ens	Bins	
002	L	3.50	3.00	432	3.71	8.24	1.31	0.102	0.022	13.4	75.0	147.5	09:47	09:49	0.55	0.09	6	9
003	R	3.00	4.00	494	3.51	8.22	1.29	0.107	0.025	13.2	75.6	142.4	09:50	09:53	0.52	0.09	13	9
005	R	3.00	5.00	710	3.55	8.03	1.38	0.101	-0.043	13.0	78.6	148.2	09:57	10:00	0.39	0.09	7	10
Mean		3.17	4.00	545	3.59	8.16	1.33	0.103	0.001	13.2	76.4	146.1	Total	00:13	0.49	0.09	8	9
SDev		0.29	1.00	146	0.101	0.116	0.047	0.003	0.038	0.177	1.9	3.2			0.08	0.00		
R/M%		15.8	50.0	51.0	5.3	2.5	6.7	5.8	5100.0	2.7	4.7	4.0			33.01	5.05		

Remarks: Middels måling. Kun 3 transekts. Bakevje høyre bredd.

## Vannføringsmåling. Vansjø ved Sundet 8. september 2005

Station No.: 1

Meas. No:

Station Name: Sundet

Date: 2005-09-08

Party: kaf	Width: 37.6 m	Processed by: kaf
Boat/Motor: båt	Area: 148.8 m <sup>2</sup>	Mean Velocity: 0.121 m/s
Gage Height: 0.000 m	G.H. Change: 0.000	Discharge: 18.0 m <sup>3</sup> /s

Area Method: Avg. Course	ADCP Depth: 0.16 m	Index Vel.: 0.00 m/s Rating No.:1
Nav. Method: Bottom Track	Shore Ens.: 10	Adj. Mean Vel: 0.00 m/s Qm Rating:0
MagVar Method: None (0.0°)	Top Est: Power (0.1667)	Rated Area: 0.000 m <sup>2</sup> % Diff: 0.0%
Depth Sounder: Not Used	Bottom Est: Power (0.1667)	Control: Unspecified

Screening Thresholds:	ADCP:
BT 3-Beam Solution: ON	Type/Freq.: Rio Grande /600 kHz
WT 3-Beam Solution: OFF	Serial#: 2608 Firmware: 10.14
BT Error Vel.: 0.10 m/s	Bin Size: 10 cm Blank: 25 cm
WT Error Vel.: *0.15 m/s	BT Mode: 5 BT Pings: 1
BT Up Vel.: 0.30 m/s	WT Mode:5 WT Pings: 1
WT Up Vel.: 0.50 m/s	WZ:5
Max. Vel.: 0.413 m/s	
Max. Depth: 5.70 m	
Mean Depth: 3.96 m	
% Meas.: 72.63 %	
Water Temp.: None	
ADCP Temp.: 16.8 °C	

Diag. Test: 2608.050908075251.bt

Filename Prefix: vann5

Moving Bed Test:

Software: 1.06.00

Compass Test:

Meas. Location: Sundet

Tr.#	Edge D.		#Ens	Discharge						Width	Area	Time		Mean Vel.		% Bad		
	L	R		Top	Middle	Bottom	Left	Right	Total			Start	End	Boat	Water	Ens	Bins	
000	R	3.00	5.00	187	1.88	13.9	2.11	-0.143	0.187	17.9	38.4	152.8	09:05	09:07	0.30	0.12	13	23
001	L	5.00	8.00	147	1.84	12.5	2.54	0.969	0.346	18.2	37.6	148.3	09:07	09:09	0.33	0.12	20	26
005	L	5.00	5.00	172	1.82	13.1	2.07	1.09	0.254	18.4	37.0	147.1	09:22	09:23	0.29	0.12	23	19
006	R	4.00	5.00	234	1.85	12.8	2.22	0.478	0.219	17.6	37.5	147.0	09:24	09:26	0.23	0.12	23	20
Mean		4.25	5.25	185	1.85	13.1	2.23	0.599	0.252	18.0	37.6	148.8	Total	00:21	0.29	0.12	19	22
SDev		0.96	0.50	37	0.028	0.592	0.212	0.561	0.069	0.346	0.6	2.7			0.04	0.00		
R/M%		47.1	19.0	47.0	3.7	10.5	20.9	206.0	63.2	4.3	3.7	3.9			36.29	6.14		

Remarks: En del bad ens og celler

## Vannføringsmåling. Vansjø ved Utløp v/Mosselva 21. juli 2005

Station No.:

Meas. No:

Station Name: Utløp av Vansjø

Date: 2005-07-21

Party: kaf	Width: 38.2 m	Processed by: kaf
Boat/Motor: båt	Area: 196.0 m <sup>2</sup>	Mean Velocity: 0.099 m/s
Gage Height: 0.000 m	G.H.Change: 0.000	Discharge: 19.4 m <sup>3</sup> /s

Area Method: Avg. Course	ADCP Depth: 0.19 m	Index Vel.: 0.00 m/s Rating No.:1
Nav. Method: Bottom Track	Shore Ens.: 10	Adj.Mean Vel: 0.00 m/s Qm Rating:U
MagVar Method: None (0.0°)	Top Est: Power (0.1667)	Rated Area: 0.000 m <sup>2</sup> % Diff: 0.0%
Depth Sounder: Not Used	Bottom Est: Power (0.1667)	Control: Unspecified

Screening Thresholds:	ADCP:
BT 3-Beam Solution: ON	Type/Freq.: Rio Grande / 1200 kHz
WT 3-Beam Solution: OFF	Serial #: 0 Firmware: 10.14
BT Error Vel.: 0.10 m/s	Bin Size: 25 cm Blank: 25 cm
WT Error Vel.: 1.07 m/s	BT Mode: 5 BT Pings: 1
BT Up Vel.: 0.30 m/s	WT Mode: 12 WT Pings: 1
WT Up Vel.: 0.50 m/s	WV:170 WO:12,4
Max. Vel.: 0.385 m/s	
Max. Depth: 6.74 m	
Mean Depth: 5.14 m	
% Meas.: 74.27 %	
Water Temp.: None	
ADCP Temp.: 22.7 °C	

Diag. Test:

Filename Prefix: Utløp12

Moving Bed Test:

Software: 1.06.00

Compass Test:

Meas. Location: Utløp av Vansjø

Tr.#	Edge D.		#Ens	Discharge						Width	Area	Time		Mean Vel.		% Bad		
	L	R		Top	Middle	Bottom	Left	Right	Total			Start	End	Boat	Water	Ens	Bins	
000	R	3.00	2.00	172	2.40	14.2	1.61	0.196	0.594	19.0	37.7	191.3	13:51	13:54	0.25	0.10	0	4
001	L	2.50	2.00	147	2.37	13.9	1.64	0.216	0.733	18.9	39.0	198.2	13:54	13:56	0.30	0.10	0	4
002	R	2.00	2.00	165	2.42	14.0	1.78	0.162	0.723	19.1	37.9	195.9	13:57	13:59	0.27	0.10	0	3
003	L	2.00	1.50	131	2.59	15.1	1.76	0.127	0.618	20.2	38.2	195.5	14:00	14:02	0.33	0.10	0	3
004	R	1.00	2.00	146	2.51	14.6	1.76	0.058	0.780	19.7	37.4	195.9	14:02	14:04	0.30	0.10	0	3
005	L	1.50	2.00	137	2.42	14.7	1.70	0.066	0.759	19.6	38.9	199.3	14:05	14:07	0.32	0.10	0	4
Mean		2.00	1.92	150	2.45	14.4	1.71	0.138	0.701	19.4	38.2	196.0	Total	00:15	0.29	0.10	0	4
SDev		0.71	0.20	16	0.082	0.446	0.071	0.066	0.077	0.501	0.6	2.8			0.03	0.00		
R/M%		100	26.1	27.4	9.0	8.0	9.8	114.9	26.5	6.7	4.2	4.1			27.28	8.01		

Remarks: Mode 12. God måling



## Vannføringsmåling. Vansjø ved Utløp v/Mosselva 8. september 2005

Station No.: 4

Meas. No:

Station Name: Utløp

Date: 2005-09-08

Party: kaf	Width: 43.8 m	Processed by: kaf
Boat/Motor: båt	Area: 214.9 m <sup>2</sup>	Mean Velocity: 0.105 m/s
Gage Height: 0.000 m	G.H.Change: 0.000	Discharge: 22.4 m <sup>3</sup> /s

Area Method: Avg. Course	ADCP Depth: 0.10 m	Index Vel.: 0.00 m/s Rating No.:1
Nav. Method: Bottom Track	Shore Ens.: 10	Adj. Mean Vel: 0.00 m/s Qm Rating:0
MagVar Method: None (0.0°)	Top Est: Power (0.1667)	Rated Area: 0.000 m <sup>2</sup> % Diff: 0.0%
Depth Sounder: Not Used	Bottom Est: Power (0.1667)	Control: Unspecified

Screening Thresholds:		ADCP:
BT 3-Beam Solution: ON	Max. Vel.: 0.422 m/s	Type/Freq.: Rio Grande /600 kHz
WT 3-Beam Solution: OFF	Max. Depth: 7.25 m	Serial #: 2608 Firmware: 10.14
BT Error Vel.: 0.10 m/s	Mean Depth: 4.90 m	Bin Size: 10 cm Blank: 25 cm
WT Error Vel.: 0.15 m/s	% Meas.: 84.40 %	BT Mode: 5 BT Pings: 1
BT Up Vel.: 0.30 m/s	Water Temp.: None	WT Mode:5 WT Pings: 1
WT Up Vel.: 0.50 m/s	ADCP Temp.: 17.4 °C	WZ:5

Diag. Test: 2608.050908075251.bt

Filename Prefix: vann5

Moving Bed Test:

Software: 1.06.00

Compass Test:

Meas. Location: Utløpet

Tr.#	Edge D.		#Ens	Discharge						Width	Area	Time		Mean Vel.		% Bad		
	L	R		Top	Middle	Bottom	Left	Right	Total			Start	End	Boat	Water	Ens	Bins	
013	L	3.00	3.00	197	1.80	19.4	1.26	0.159	0.062	22.6	46.5	223.5	12:20	12:22	0.37	0.10	6	7
014	R	2.00	5.00	136	1.74	18.6	1.49	0.203	-0.142	21.9	45.9	232.4	12:22	12:24	0.47	0.09	7	7
016	R	2.00	5.00	149	1.76	19.1	1.30	0.135	-0.205	22.1	44.0	223.1	12:27	12:29	0.41	0.10	15	6
019	L	3.00	2.00	209	1.95	18.5	2.03	0.146	0.093	22.8	41.6	189.8	12:34	12:36	0.33	0.12	2	8
021	L	3.00	1.00	160	1.90	19.0	1.48	0.293	0.048	22.7	40.9	205.8	12:38	12:39	0.40	0.11	7	7
Mean		2.60	3.20	170	1.83	18.9	1.51	0.187	-0.029	22.4	43.8	214.9	Total	00:19	0.40	0.11	7	7
SDev		0.55	1.79	31	0.091	0.356	0.308	0.065	0.135	0.400	2.5	17.0			0.05	0.01		
R/M%		38.5	125	42.9	11.6	4.3	51.0	84.4	1034.7	3.9	12.8	19.8			36.29	24.49		

Remarks: Noe problemer med bunn, ellers ok måling

## Vedlegg F. Referat fra informasjonsmøte 14. desember 2005

# Referat

**MØTE** : **Tappingsforsøk Vansjø, sommeren 2005 og planer for 2006**

**STED /TID** : Jeløy kurs- og konferansesenter, onsdag 14.12.2005

**TILSTEDE** : Se vedlagt liste :

:

**FORFALL** :

**Fra** : Moss kommune, VAR - seksjonen

**Dato** : 27.01.06

**Kopi** : Alle i overstående liste

På oppdrag for Moss kommune har NIVA, i samarbeid med Jordforsk, NVE og Glommen og Laagen Brukseierforening (GLB) gjennomført undersøkelser for å vurdere om en endret manøvrering kan bedre vannkvaliteten i vestre og nedre Vansjø sommerstid.

Moss kommune er regulant for Vansjø. NVE har gitt Moss kommune tillatelse etter vannressursloven § 8 til midlertidig å fravike manøvreringsreglementet for å heve vannstanden 20 cm over sommer HRV i 2005 og 30 cm i 2006, samt ved behov å senke vannstanden med 15 cm under sommer LRV.

Det ble gjennomført to tappingsforsøk sommeren 2005:

1.forsøk: 19.- 23.juli

2.forsøk: 6.-10.september

Nærmere informasjon om prosjektet, forsøkene og resultatene fra 2005, foreligger på vedlagte informasjonsark fra NIVA.

I møtet 14.12.2005, ble det diskutert hvordan forsøkene i 2006, bør gjennomføres

NIVA ser for seg disse ulike tappingsmetodene:

- Tappe to ganger som i 2005
- Tappe jevnt gjennom hele sommeren
- Tappe i trappetrinn hver 14.dag (ca.)
- Tappe kraftig en gang, deretter i trappetrinn

Hyppige tappinger gjør forsøkene mer kostbare på grunn av hyppigere prøvetaking. NIVA undersøker mulighetene for og kostnadene ved å bruke sensorer i forsøkene, men dette er ikke klarlagt per dags dato. For å redusere kostnadene, kan en også vurdere å redusere antall prøveparametre. Sommeren 2005, fikk prosjektet ekstra hjelp fra SFT sitt prøvetakingsprosjekt av vannkvaliteten i Vansjø. En undersøker også mulighetene for samkjøring med annet prosjekt i 2006. NIVA skal legge frem forslag til videre prosjekt og prøvetakingsprogram for Moss kommune.

I 2005, nådde man aldri den vannstanden man ønsket som utgangspunkt, nemlig 2,70 m på Rødsund bru. I manøvreringsreglementet, er det satt at man kan starte oppfyllingen 1.juni. Denne datoen er satt slik blant annet for å kunne stå imot en vårflom og for at det ikke skal være for høy grunnvannsstand under landbrukets våronn. Moss kommune vil i 2006 vurdere å søke om tillatelse til å starte oppfyllingen noe tidligere, en ser for seg omtrent midten av mai. Representantene fra landbruket hadde ingen umiddelbare motforestillinger til dette. NVE ønsker en søknad om dette i god tid før våren.

Konklusjonen i møtet ble at det bør tas sikte på å gjennomføre en rask nedtapping på 30-40 cm i juli når algeoppblomstringen er på topp og de har begynt å flokkulere i toppsjiktet av innsjøen. En bør da ha minst 2,70 som utgangspunkt, for å ha størst mulig kapasitet ved Mossefossen. Det er mange terskler oppover Mosseelva, og disse gjør at vannet ikke klarer å bevege seg så fort mot Mossefossen som en skulle ønske for å ha best mulig gjennomstrømming i innsjøen. Etter denne store nedtappingen, kan en enten ta en stor nedtapping til senere i sesongen eller man kan foreta tappingen i trappetrinn resten av sesongen.

Det ble også foreslått 1-2 kraftige tappinger med et lite jevnt sig imellom. Argumenter for denne metoden er å skape ”lokkevann” for ål og at man har en viss utskifting hele tiden.

Det ble i 2005 satt ned grunnvannsbrønner for å sjekke hvilken effekt tappingen har på grunnvannsstanden og -kvaliteten. Brønnene ble satt ned rett i forkant av det første tappingsforsøket, så resultatene fra dette forsøket er ikke særlig representative. Ved andre tappingsforsøk, ble det konstantert at vannstanden i grunnvannsbrønnene synker i takt med synkende vannstand i Vansjø. Det ble også vist at vannkvaliteten på det vannet som siver ut i strandsonen ved nedtapping, kan være svært avhengig av om det har vært en nedbørepisode i forkant.

Forholdene rundt Petersons inntak av prosessvann ble diskutert i møtet. Erfaringene fra 2005, tilsier at damlukene ikke var maksimalt oppe under forsøkene. Det bør tas sikte på at Peterson gjør en utbedring av sin inntaksledning, slik at dette inntaket ikke virker hemmende for tappingsmulighetene. Spesielt dersom det gjennom forsøkene i 2006 bekreftes at endret manøvreringsreglement og tapping av Vansjø har en positiv effekt på vannkvaliteten i

innsjøen, bør en omlegging av Petersons inntaksledning vurderes. Det er også reist spørsmål om Peterson ikke ønsker å åpne damlukene maksimalt fordi de vil ha mest mulig vann gjennom kraftverket.

NIVA foretar målinger av algetoksin i Vanemfjorden, med blandprøver 0-4 meter. Det blir ikke gjennomført algetoksinprøver på badestedene i nedre Vansjø. Prøvene som blir tatt lenger opp i sjøen, trenger ikke å være særlig representative for algetoksin ved badestedene. Det ble derfor reist forslag om at Moss kommune v/Kommunelegen skal ta prøver på minst et av badestedene i Nedre Vansjø. Dette fordi det trolig er store variasjoner både i tid og konsentrasjoner av algetoksiner. Dette er et spørsmål om økonomi, da dette er kostbare prøver. Det tar også noen dager å analysere prøvene, slik at forholdene på badestedene kan være endret innen resultatet av prøvene er klart.

I bystyret 13.12.2005, ble det vedtatt å avholde en Vansjøkonferanse også i 2006. Det ble også vedtatt at Moss kommune skal være en foregangskommune i arbeidet med å bedre vannkvaliteten i Vansjø, ved å feie for egen dør og egen dårlig samvittighet.