Bioforsk Rapport

Vol. 6 Nr. 63 2011

Helhetlig utredning av manøvrering og flombegrensning i Vansjø

Med utkast til fremtidig manøvreringsreglement

Hovedkontor/Head office
Frederik A. Dahls vei 20
N-1432 Ås
Tel.: (+47) 40 60 41 00
post@bioforsk.no

Bioforsk Jord og miljø
Frederik A. Dahls vei 20
N-1432 Ås
Tel.: (+47) 40 60 41 00
eva.skarbovik@bioforsk.no

Tittel:

Helhetlig utredning av manøvrering og flombegrensning i Vansjø. Med utkast til fremtidig manøvreringsreglement.

Forfattere:

Skarbøvik, E., Udnæs, H.C., Øgaard, A.F., Eggestad, H.O., Rohrlack, T., Tingvold, J.K. og Drageseth, T. A.

Dato:	*Tilgjengelighet:*	*Prosjekt nr.:*	*Saksnr.:*
1. april 2011	Åpen	2110836	2010-902
Rapport nr.:	*ISBN-nr.:*	*Antall sider:*	*Antall vedlegg:*
Nr 63, Vol 6, 2011	978-82-17-00791-3	60	8

Oppdragsgiver:	*Kontaktpersoner:*
Vannområdeutvalget Morsa	Helga Gunnarsdottir og Kjell Løkke

Stikkord/Keywords:	*Fagområde/Field of work:*
Manøvrering av dam/magasin, eutrofiering, flomtiltak, brukerinteresser	Vannkvalitet og hydrologi
Operation of dam/reservoir, eutrophication, measures against flooding, stakeholder interests	Water quality and hydrology

Sammendrag:

Rapporten gir resultatet av en utredning om Vansjøs manøvreringsreglement. Et utkast til nytt manøvreringsreglement er gitt. I tillegg er det utført hydrologiske analyser av ulike flomtiltak, resultatene viser bl.a. at en flomtunnel vil gi bedre flomdemping enn utsprengninger av Mosseelvas løp. Effekten av flom på innsjønære jordbruksområder er vurdert, men arbeidet må i første rekke ansees som et forsøk på å kaste lys over prosessene i forbindelse med denne problemstillingen, og resultatene fra disse beregningene har derfor stor usikkerhet.

Fylke:	Østfold
Sted:	Vansjø-Hobøl-vassdraget (Morsa)

Godkjent	Prosjektleder
Marianne Bechmann	Eva Skarbøvik

Forord

Vannområdeutvalget Morsa lyste høsten 2010 ut et anbud om Helhetlig utredning av manøvrering og flombegrensning i Vansjø. Etter en anbudsprosess ledet av Kjell Løkke, styreformann i Vannområdeutvalget Morsa, ble prosjektet tildelt Bioforsk, i samarbeid med Glommen og Laagens Brukseierforening (GLB) og Norsk institutt for vannforskning (NIVA).

Prosjektet var i henhold til konkurransegrunnlaget inndelt i fire delprosjekter: (1) Kort oppsummering av 6 års forsøk med endret manøvrering (2005-2010); (2) Utrede hvordan høy vannstand og flommer i innsjøen (Vansjø) påvirker forurensingssituasjonen; (3) Utrede alternative manøvreringsreglements virkning på brukerinteresser og vannkvalitet i innsjøen, og foreslå et nytt manøvreringsreglement; og (4) Utføre hydrologiske beregninger av alternative flombegrensningstiltak.

Ved Bioforsk har Eva Skarbøvik ledet prosjektet, med Anne Falk Øgaard, Hans Olav Eggestad og Marianne Bechmann som bidragsytere innen delprosjekt 2 (effekt av flom på jorder). Bechmann har også deltatt i delprosjekt 3 og har vært kvalitetssikrer for denne prosjektrapporten.

Ved GLB har Hans Christian Udnæs ledet arbeidet og har, sammen med Jens Kristian Tingvoll og Turid Anne Drageseth utført flomberegninger innen delprosjekt 4. Udnæs har også deltatt i delprosjekt 3.

Ved NIVA har Thomas Rohrlack deltatt i delprosjekt 1 med ekspertise om manøvreringens virkning på vannkvaliteten i innsjøen og Mosseelva samt vannplanter, og har også deltatt i delprosjekt 3.

Det har i prosjektperioden blitt gjennomført flere møter herunder et dialogmøte med jordbrukere rundt innsjøen ang flom og et større brukermøte om manøvreringen hvor flere ulike brukergrupper var representert. Under dette brukermøtet deltok også prosjektmedlemmer fra et EU-prosjekt, Refresh, da Refresh-prosjektet er nært knyttet opp mot Vansjø og dens brukere. Disse var Silje Holen fra NIVA og Rebekka Øvstegaard og Per Stålnacke fra Bioforsk.

Kontaktpersoner hos oppdragsgiver har vært Helga Gunnarsdottir (Vannområdeutvalget Morsa), Kjell Løkke (ordfører i Råde og styreformann i Vannområdeutvalget Morsa), Oddvar Kristoffersen og Knut Bjørndalen (begge Moss kommune).

Prosjektet har vært omfattende med mange ulike fagområder og er blitt gjennomført over en tidsperiode på tre og en halv måned, dette har bare vært mulig takket være den store innsatsen prosjektmedlemmene har lagt ned. Oppdragsgiver har vært behjelpelig med praktiske oppgaver underveis, bl.a. å finne egnede lokaler til møter og adresser til relevante brukergrupper. Prosjektleder ønsker med dette å takke både prosjektmedlemmer, oppdragsgiver og ikke minst alle brukere som har bidratt med verdifulle innspill til prosjektet.

Utkastet til et nytt manøvreringsreglement som er utarbeidet her er basert på de opplysninger som vi har kunnet fremskaffe i prosjektperioden. Det vil bli opp til Moss kommune, i samarbeid med øvrige Vansjøkommuner og Vannområdeutvalget Morsa å vurdere forslaget samt å bestemme om det skal søkes et nytt reglement. I forbindelse med en eventuell søknad vil det i den påfølgende behandlingsprosessen bli gjennomført en høringsrunde.

1. april 2011
Eva Skarbøvik

Innhold

Sammendrag 7

1. Innledning 9
   1.1 Oppdraget 9
   1.2 Bakgrunn 9
   1.3 Manøvreringsreglementet fra 1983 10
   1.4 Uttak av vann fra Vansjø/Mosseelva 11

2. Metodikk 13
   2.1 Delprosjektene sett i sammenheng 13
   2.2 Delprosjekt 1: Oppsummering av erfaringer 2005-2010 13
   2.3 Delprosjekt 2: Hvordan påvirkes vannkvaliteten av flom 14
   2.4 Delprosjekt 3: Manøvreringsreglementet 14
   2.5 Delprosjekt 4. Tiltak mot flom. 15

3. Vannkvalitet i innsjøen: Oppsummering av erfaringer 2005-2010 16
   3.1 Innledning 16
   3.2 Erfaring med kraftige tappinger i 2005 og 2006 16
   3.3 Erfaring med tapperegimet i perioden 2007-2010 17
      3.3.1 Sommeren 2007 17
      3.3.2 Sommeren 2008 18
      3.3.3 Somrene 2009 og 2010 20
   3.4 Virkning på vannplanter og fisk av de ulike manøvreringsreglementene 22
      3.4.1 Virkning på vannplanter 22
      3.4.2 Virkning på fisk 23
   3.5 Fordeler og ulemper med de ulike manøvreringsalternativene 24
      3.5.1 Effekt av innføring av nitratholdig vann fra Storefjorden 24
      3.5.2 Oppsummering etter seks år med forsøk 24

4. Vurdering av forurensingsfare ved flom på jorder 27
   4.1 Innledning 27
   4.2 Resultat fra spørreskjema og møte med berørte gårdbrukere 27
   4.3 Morfologi, voller og grøftesystemer i strandkanten 28
   4.4 Beregning av fosfortap ved oversvømmelse av jordbruksareal i vestre Vansjøs nedbørfelt 30
      4.4.1 Faktorer som medfører usikkerhet i beregningene 30
      4.4.2 Beregningsmetode 30
      4.4.3 Estimering av vanndyp og vannmengde over oversvømt jordbruksareal 31
      4.4.4 Estimering av fosforkonsentrasjoner 32
      4.4.5 Transport av fosfor fra oversvømt jordbruksareal 35
   4.5 Konklusjon om fosfortap ved oversvømming 37

5. Utkast til nytt manøvreringsreglement 39
   5.1 Innledning 39
   5.2 Høyeste og laveste regulerte vannstand (HRV og LRV): 40
   5.3 Vintervannstand (1. desember – ca. 10 februar) 41
   5.4 Vårvannstand (februar – mai/juni) 42
   5.5 Sommervannstand (mai/juni - 1. september) 46
   5.6 Høstvannstand (1. september – 1. desember) 47
   5.7 Samlet utkast til evt nytt reglement 48

6. Flomtiltak 50
   6.1 Innledning 50
   6.2 Metodikk og forutsetninger 51
      6.2.1 Forutsetninger 51
      6.2.2 Beregninger 52
   6.3 Flomfrekvensanalyse 55
   6.4 Sommervannstand 57

6.5 Konklusjon for flomtiltak....58
7. Referanser....59
8. Vedlegg....61
Vedlegg A. Manøvreringsreglementet som ble fastsatt ved kongelig resolusjon 5. august 1983....63
Vedlegg B. Spørreskjema og møteinvitasjon til jordbrukere 12.01.2011....64
Vedlegg C. Deltakere på møte med jordbrukere 12. januar 2011....66
Vedlegg D. Deltakere brukermøte 2. mars 2011....67
Vedlegg E. Agenda og referat fra gruppearbeid under Brukermøtet 2. mars 2011....69
Gruppe 1. Vannkraft og industri....70
Gruppe 2. Vannmiljø/vannkvalitet....72
Gruppe 3. Jordbruk....75
Gruppe 4. Båtliv og friluftsliv....76
Vedlegg F. Sommervannstand ved ulik vannstand 1. juni....78
Vedlegg G. Fare for sommerflom ved ulik vannstand 1. juni....82
Vedlegg H. Flomtiltak: statistikkberegninger....84

Sammendrag

I denne rapporten oppsummeres resultatene fra oppdraget ”Helhetlig utredning av manøvrering og flombegrensning i Vansjø”. Oppgaven har vært å foreslå et manøvreringsreglement for Moss dam basert på hensyn til både vannkvalitet og brukerinteresser, samt å vurdere ulike flomtiltak. Oppdragsgiver hadde i utgangspunktet skissert tre ulike alternative manøvreringer som omfattet (1) det reglementet som ble fastsatt i 1983; (2) et reglement som tillater mer gjennomstrømning om sommeren; og (3) som alternativ 2 men med lavere HRV (høyeste regulerte vannstand) og evt høyere LRV (laveste regulerte vannstand).

Prosjektet var inndelt i fire del-prosjekt:
1. En oppsummering av 6 års forsøk med endret manøvrering (2005-2010) har bl.a. vist at kraftige tappinger ikke kan anbefales, dette pga faren for økt oppblomstring av problemalgen Mikrocystis hvis større mengder nitrogenholdig vann tilføres fra Storefjorden. Samlet sett er en manøvrering som sørger for jevn gjennomstrømning det som antas å være best for vannkvaliteten i Mosseelva; for Vansjø forøvrig er det sannsynlig at manøvreringen ikke vil påvirke systemet i nevneverdig grad innenfor dagens muligheter (dvs uten omfattende flomtiltak).

2. En utredning av hvordan høy vannstand og flommer i Vansjø påvirker forurensingssituasjonen. Her har det i første rekke blitt fokusert på å belyse de ulike prosessene som er aktive når vann flommer inn over jordbruksland. Usikkerhetene er mange og omfatter bl.a. hvordan vannet renner fra jordene og ut i innsjøen når flommen er på retur, samt forhold knyttet til jordkjemi og –fysikk. Basert på de antakelser som ligger til grunn for beregningene (ingen feltforsøk ble utført), blir det konkludert med at oversvømmelser av innsjønære jorder kan gi alt fra tilbakeholdelse av et titalls kilo fosfor på jordene til utlekking av flere hundre kilo fosfor ut i innsjøsystemet. Forøvrig hensvises det til et notat fra Vannområdeutvalget Morsa som har utredet virkningen av flom på forurensingen av innsjøen basert på andre kilder enn jordbruksland (bl.a. kloakkavløp).

3. Virkningen av alternative manøvreringsreglement på brukerinteresser og vannkvalitet i innsjøen ble bl.a. utført gjennom et heldagsmøte med ulike brukergrupper. I tillegg ble erfaringene/resultatene fra delprosjekt 1 og 2 (over) tatt inn i betraktningene. Hver sesong ble diskutert ut fra de ulike hensynene og dette resulterte i et utkast til nytt manøvrerings-reglement, som vist i kapittel 5.

4. Det finnes flere muligheter for flombegrensningstiltak, inkludert en flomtunnel fra Vansjø og ut til kysten, samt utsprengninger av ulikt omfang i Mosseelva for å øke gjennomstrømningen ned mot Moss dam. Det siste må i så fall kombineres med en tunnel forbi demningen eller andre tiltak for å hindre flomproblemer nedenfor dammen. Hydrologiske beregninger viser at en flomtunnel vil gi den beste dempningen av flom. Ved en tunnel med diameter 5 m kunne flommen i 2000 ha kulminert på en vannstand på 2,50 m ved Rødsund bro.

Utkastet til et nytt manøvreringsreglement er utarbeidet innenfor prosjektets ressurser og tidsramme og basert på faglig skjønn. Hvis Moss kommune bestemmer seg for å søke om en endring i manøvreringsreglementet kan de selvsagt endre på det forslaget som er gitt her, i samarbeid med øvrige Vansjøkommuner. I NVE vil søknaden behandles etter gjeldende regler.

1. Innledning

1.1 Oppdraget

Prosjektet er i henhold til konkurransegrunnlaget inndelt i fire del-prosjekt:

1. Kort oppsummering av 6 års forsøk med endret manøvrering (2005-2010)
2. Utrede hvordan høy vannstand og flommer i innsjøen (Vansjø) påvirker forurensingssituasjonen
3. Utrede alternative manøvreringsreglements virkning på brukerinteresser og vannkvalitet i innsjøen, og foreslå et nytt manøvreringsreglement.
4. Utføre hydrologiske beregninger av alternative flombegrensningstiltak

Oppdraget er blitt gjennomført av en prosjektgruppe bestående av flere ulike fagpersoner fra instituttene Bioforsk, GLB og NIVA – heretter kalt prosjektgruppen.

Oppdraget har i korthet gått ut på å foreslå et manøvreringsreglement utfra ulike hensyn, samt å vurdere ulike flomtiltak. For å komme frem til anbefalt reglement skulle erfaringene fra de utprøvde manøvreringene i perioden 2005-2010 vurderes i forhold til vannkvaliteten i innsjøen og Mosseelva. Flomforhold skulle utredes spesielt, herunder faren for økt forurensing ved flom samt tiltak for å redusere flomfaren.

Tabell 1.1 viser nåværende (1983-reglementet) verdier for absolutt HRV og LRV, samt HRV og LRV om sommeren, samt to alternative reglement som ble foreslått av oppdragsgiver i anbudspapirene. Disse alternativene ble lagt til grunn for vurderingene, men prosjektgruppen har ikke vært bundet til disse. Et tredje alternativ, ”Alternativ 3” i tabell 1.1, er derfor alternativet som prosjektgruppen har stått fritt til å foreslå.

Tabell 1.1. Absolutt HRV og LRV, samt HRV og LRV om sommeren for de ulike alternativene. ”Sommeren” tilsvarer perioden fra midten av mai til 1. september. Alle vannstander vist både som høyde over havet (moh) og som lokal vannstand ved Rødsund Bro (m).

	Absolutt HRV		Absolutt LRV		HRV sommer		LRV sommer	
Alternativ	moh	m	moh	m	moh	m	moh	m
Gjeldende reglement	25,53	2,98	24,05	1,50	25,05	2,50	24,85	2,30
Alternativ 1	25,53	2,98	24,05	1,50	25,35	2,70	24,70	2,15
Alternativ 2	25,25	2,70	økt	økt	25,25	2,60	24,70	2,15
Alternativ 3	Reglement foreslått gjennom dette prosjektet.							

1.2 Bakgrunn

Innsjøen Vansjø og dens utløpselv, Mosseelva, har i løpet av det første tiåret av 2000-tallet hatt oppblomstring av giftalger. Det antas at særlig flommen i 2000 bidro til økte tilførsler av næringsstoff til innsjøsystemet, og det har i de påfølgende år blitt foreslått flere ulike tiltak for å rette på situsjonen. Vansjø og Mosseelva er regulert ved Mossefossen. Ett av forslagene har vært å revurdere revurdere manøvreringsreglementet for denne dammen. Dette har bl.a. fremkommet i følgende dokumenter:

- Tiltaksanalysen for Morsa (Lyche Solheim et al. 2001)
- Handlingsplan for Morsa, kapittel 3.6.2 (Morsaprosjektet 2003)
- Brev fra Fylkesmannen i Østfold til NVE datert 20. juni 2002
- Rapport fra Workshop om situasjonen i vestre Vansjø 24.-25. juni 2004 (Lyche Solheim *et al.* 2004).

I 2004 ble det derfor igangsatt utredninger og undersøkelser i forhold til hvordan endringer i manøvreringsreglementet kunne påvirke vannkvaliteten i innsjøen. NVE har siden 2005 gitt Moss kommune tillatelse etter vannressurslovens §8 å midlertidig fravike manøvreringsreglementet i Vansjø for å gjennomføre slike undersøkelser.

Konsesjonens historikk er som følger:

02.07.1864: Første konsesjon ble gitt i 1864 til landeierne rundt Vansjø. Hensikten var å avverge oversvømmelse av dyrket mark og få en jevnere vannføring.
27.01.1885: Ny tillatelse ble gitt til Moss kommune som representant for de allmenne interesser
03.06.1966: Nytt reglement ble fastsatt. Moss kommune fortsatte som regulant. K. Hegge ble oppnevnt som uhildet regulant.
05.08.1983: Ny tillatelse etter vassdragsloven ble gitt til Moss brukseierforening til utbygging av Mossefossen og justering av manøvreringsreglementet for Vansjø-Hobølvassdraget som ble fastsatt ved kongelig resolusjon 5. august 1983. Det er dette reglementet som offisielt gjelder i dag, jf avsnitt 2.2, under. Et nytt kraftverk har vært i drift siden 1985. K. Hegge fortsatte som ansvarlig regulant.
01.07.2004: Glommen og Laagens Brukseierforening oppnevnes av OED som ansvarlig regulant.

Våren 2005 ga NVE Moss kommune tillatelse etter vannressurslovens §8 å midlertidig fravike manøvreringsreglementet i Vansjø, ved å heve vannstanden 20 cm over sommer-HRV (dvs fra 25,05 moh til 25,25 moh eller 2,70 m ved Rødsund Bru) i 2005, samt ved behov å senke vannstanden med 15 cm under sommer-LRV (dvs fra 24,85 moh til 24,70 moh eller til 2,15 m ved Rødsund Bru). Fra og med 2006 ga NVE Moss kommune tillatelse til midlertidig å fravike manøvreringsreglementet slik at vannstanden kunne heves 30 cm over sommer-HRV, dvs 2,80 meter. Dette kunne skje tidligst 20. mai, men først etter at vannstanden har ligget på 2,35 i minst 10 dager. Det ble også gitt tillatelse til, avhengig av hydrologiske forhold, å vente med høstens nedtapping til 15. september. I perioden 2007-2010 ble tillatelsen fra 2006 videreført. Våren 2011 søkte Moss kommune NVE om at et prøvereglement kan fortsette i ytterligere 5 år frem i tid, eller til søknad om nytt varig reglement er behandlet.

1.3 Manøvreringsreglementet fra 1983

Dagens manøvreringsreglement ble fastsatt ved kongelig resolusjon 5. august 1983. Et utdrag av reglementet er gitt under, se også figur 1.1 og Vedlegg 1:

> *"1.*
> *Høyeste regulerte vannstand (HRV) skal ikke overstige 2,98 m målt på Rødsund bru vassmerke. Grensen markeres med faste og tydelige merker som godkjennes av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen.*
> *2.*

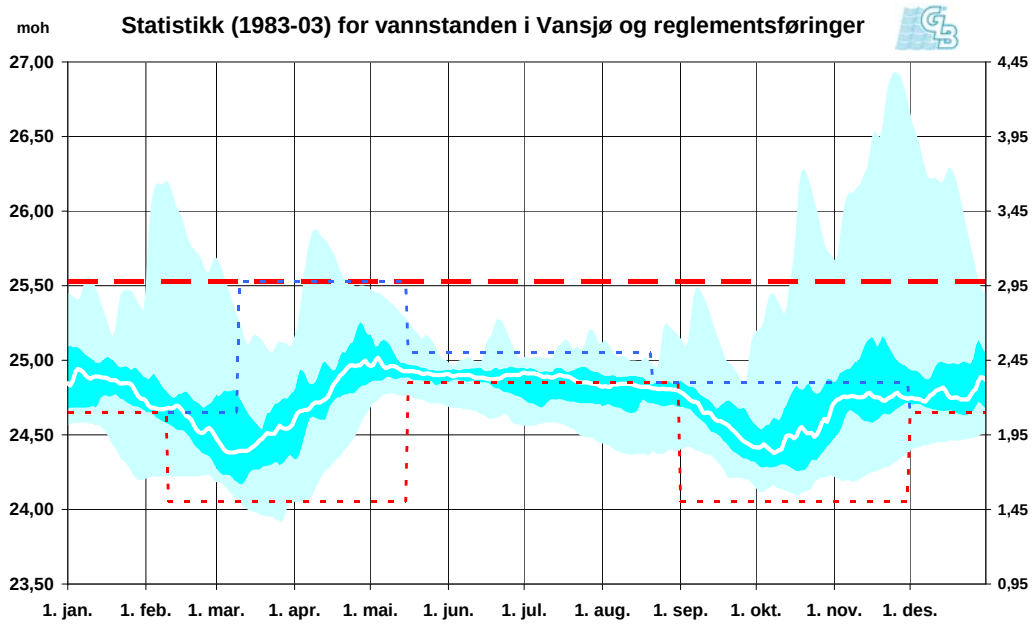
Når flom kan ventes skal sjøen såvidt mulig senkes så lavt at kulminasjonshøyden ikke overstiger grensen for HRV.

Foran vårflommen da nedtapping tidligst kan begynne 10. februar, vurderes avløpsmengden så godt som mulig på grunnlag av snømålinger m. v. I særlig snørike vintre kan nedtrappingen starte tidligere.

På stigende vannstand manøvreres slik at flomluken er helt åpen senest når vannstanden overstiger 2,50 m og holdes åpen på høyere vannstander. Etter vårflommen søkes vannstanden snarest mulig senket til 2,30 m og gjennom driften av kraftverket, og etter behov, så vidt mulig holdt i området 2,30 m til 2,50 m fram til 20. august. I tidsrommet 20. august til 1. september holdes vannstanden på 2,30 m. Om nødvendig tas flomlukene i bruk for å oppnå dette.

Uttapping mot høstflom etter 1. september søkes begrenset til vannstand 1,50 m dog has for øyet at vintervannstanden fra 1. desember skal søkes holdt på 2,10 m.

(...)"



Figur 1.1. Reglementsføringer for vannstanden i Vansjø og statistikk for perioden 1983-2003. Figuren er utarbeidet av GLB.

1.4 Uttak av vann fra Vansjø/Mosseelva

I et brev av 1998 fra Fylkesmannen i Østfolds Miljøvernavdeling til NVE ble vannuttaket fra Vansjø og Mosseelva oppgitt for fire sommermåneder. Vannmengden som benyttes av Peterson Linerboard er oppdatert i 2011:

Vansjø Vannverk	Storefjorden	0,24 m^3/s
Peterson Linerboard AS (prosessvann)	Mosseelva	0,7 m^3/s
Moss kommune etter avtale med brukseierforeningen	Mosseelva	1 m^3/s
Jordvanning og spillvann, over 4 sommermåneder	Vansjø	0,35 m^3/s
Lokkevann for ål (konsesjon)	Mosseelva	Ikke avklart
Slipping av vann i Lille elv (konsesjon)	Mosseelva	0,1 m^3/s

Med unntak av vann til kraftverket (Moss kommune) ga dette i gjennomsnitt et uttak for årene 1983-2003 på ca. 1 m^3/s.

Peterson Linerboard AS sitt behov for prosessvann til fabrikken er kanskje det som er mest prekært ved lave sommervannstander ved Moss. Dette skyldes tersklene nedover Mosseleva som kan medføre problemer med å få nok vann foran dammen i lavvannsperioder (P.A. Syrrist, pers.medd.). Vannuttaket er avhengig av produksjon og vanntemperatur, men generelt trengs det mer vann til kjøling om sommeren enn resten av året pga. høye vanntemperaturer.

I praksis kjøres ikke kraftverket under ca 5 m^3/s, med andre ord er tappingen totalt ut av Vansjø når kraftverket kjøres ikke under 6 m^3/s. Når kraftverket står, tappes ca 1 m^3/s ut av Vansjø. I tørre perioder må det derfor vurderes fortløpende om det skal opprettholdes en jevn vannføring eller om man i perioder kan magasinere opp vann slik at kraftverket kan kjøres. Kraftverket kjøres ikke på døgnbasis men det har vært vanlig å kjøre ca 1 uke når det er vann til det, og så stoppe inntil det igjen er nok vann til å kjøre en ny uke/periode.

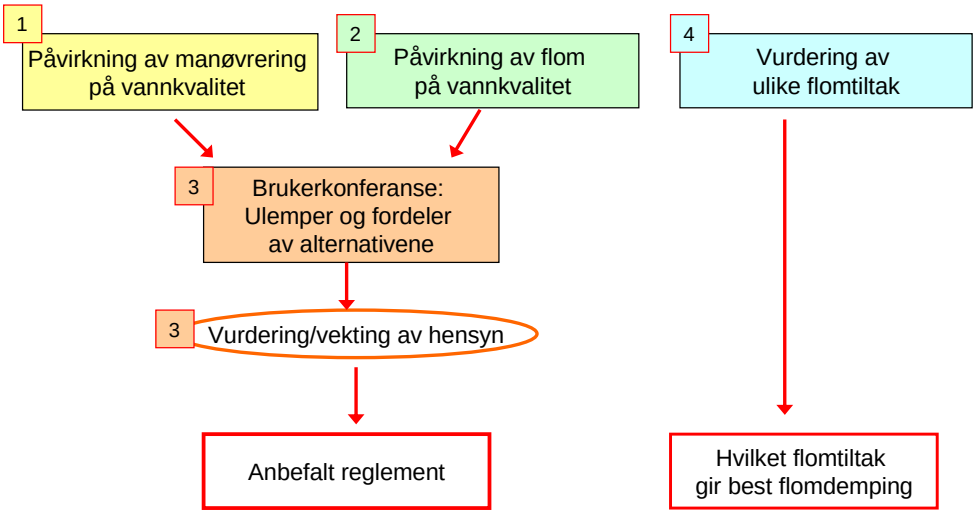
2. Metodikk

En oversikt over metodikken som er benyttet er gitt under. Siden delprosjektene er relativt ulike er det gitt mer detaljerte metodebeskrivelser i påfølgende kapitler.

2.1 Delprosjektene sett i sammenheng

Prosektet har bestått av fire delprosjekt og figur 2.1 gir en skisse over disse.

Da prosjektet ble tildelt var vår forståelse at flomtiltak kunne sees i sammenheng med et evt nytt manøvreringsreglement. I løpet av arbeidet har det imidlertid blitt klart at de aktuelle flomtiltakene vil gi svært ulike rammebetingelser for manøvreringen. Hvis for eksempel en flomtunnel vedtas så vil mulighetene for å manøvrere Vansjø endres radikalt, og et helt annet manøvreringsregime blir derfor mulig. Samtidig vil både en flomtunnel og eventuelle utsprengninger av Mosseelvas løp kreve konsekvensanalyser som ikke er inkludert i inneværende prosjekt. Av den grunn har vi valgt å behandle de to delene av oppdraget hver for seg.



Figur 2.1. Prosjektskisse. Sifrene (1-4) i de små boksene refererer til delprosjektnummer.

2.2 Delprosjekt 1: Oppsummering av erfaringer 2005-2010

For delprosjekt 1 var oppgaven å oppsummere tidligere erfaringer, og derfor ble tidligere rapporter benyttet til å oppsummere forsøkene i perioden 2005- 2008. Metodikken som lå til grunn, inkludert vannprøvetaking, sensor, hydrologiske beregninger, m.m, er gitt i følgende rapporter: Skarbøvik m.fl. 2005; 2006; 2007; Skarbøvik 2008; og Skarbøvik og Rohrlack 2009.

I samråd med oppdragsgiver ble det for de to siste årene kun gjennomført en analyse av om hydrologiske/klimatiske forhold disse to årene var så ulikt de øvrige at de ville gi vesentlig

tilleggsinformasjon til foregående år. Dette viste seg, som demonstrert i neste kapittel, å ikke være tilfelle, og disse årene er derfor ikke blitt analysert ut over det som allerede har fantes i overvåkingsrapportene (Skarbøvik m.fl. 2010, 2011).

2.3 Delprosjekt 2: Hvordan påvirkes vannkvaliteten av flom

Oppgaven ble konsentrert til å vurdere hvordan oversvømmelser av innsjønære areal vil påvirke vannkvaliteten i innsjøen, med hovedfokus på vestre Vansjø (se kart figur 4.1). Delprosjektet ble noe utvidet i løpet av prosjektperioden, men det må fremdeles være klart at hvis dette spørsmålet skal besvares med noenlunde sikkerhet så må det utføres omfattende undersøkelser. Det er derfor blitt fokusert på å belyse de ulike prosessene som inngår i denne problemstillingen, mens beregningene er gjort med en rekke antakelser og må derfor behandles med forsiktighet.

Metodikken har bestått i

(a) befaring av flomutsatte jorder
(b) spørreskjema til jordbrukere
(c) dialogmøte med jordbrukere
(d) teoretisk beregning av fosfortap fra oversvømte jorder basert på eksisterende kunnskap (ekspertmøte, litteratursøk)

Befaringen av flomutsatte jorder ble utført høsten 2011 før snøen dekket for mye av jordene. Befaringen ble utført av prosjektleder Eva Skarbøvik og Hans Olav Eggestad (ekspert på hydrologiske forhold), og det ble lagt vekt på å få et generelt bilde av skråningene ned mot innsjøen, samt tilstedeværelse av åpne grøfter, buffersoner, flomvoller og -pumper.

Et spørreskjema (Vedlegg B) ble sendt ut til jordbrukere langs med innsjøen. Oppdragsgiver var behjelpelig med adresselister og utsendelse av skjemaene. I alt 14 svar ble registrert.

Den 12. januar ble det så gjennomført et dialogmøte med jordbrukere langs med innsjøen for å innhente deres erfaringer med flom på jorder. Fra prosjektgruppen deltok Anne Falk Øgaard, Hans Olav Eggestad og prosjektleder Eva Skarbøvik. Møtet ble arrangert med utgangspunkt i spørreskjemaet, og målet var å få ytterligere klarhet i de spørsmålene som ble stilt der.

Teoretisk beregning av fosfortap fra oversvømte jorder er blitt utført basert på eksisterende kunnskap. Det ble gjennomført en idédugnad hvor prosjektmedlemmer diskuterte mulige metoder for å estimere fosfortap basert på eksisterende data. Et litteratursøk ble gjennomført og relevant litteratur ble tatt inn i betraktningene. Ut fra dette ble det satt opp en rekke antakelser, og fosfortap fra jorder under flom ble estimert basert på disse antakelsene. Metodikken for dette er nærmere beskrevet i kapittel 4.

2.4 Delprosjekt 3: Manøvreringsreglementet

Delprosjekt 3, utrede alternative manøvreringsreglements virkning på brukerinteresser og vannkvalitet i innsjøen, og foreslå et nytt manøvreringsreglement, har blitt gjennomført ved følgende metodikk:

Informasjon fra alle de viktigste brukergruppene ble innhentet gjennom et dagsseminar den 2. mars 2011. I møtet ble det først gitt informasjon om prosjektets progresjon til dags dato, om dagens manøvreringsreglement og de ulike alternativene, samt om hvilke virkninger ulike flomtiltak ville ha for innsjøens vannstand. Deretter ble deltakerne delt inn i fire grupper fordelt på følgende brukergrupper:

1. Vannkraft og Industri
2. Vannmiljø/vannkvalitet
3. Jordbruk
4. Båtliv og Friluftsliv

Gruppene ble ledet av prosjektmedlemmer og referat ble tatt av deltakere fra EU-prosjektet Refresh med ett unntak hvor Fylkesmannen i Østfold velvillig stilte opp som referent. Dette ble gjort for at både ledelse og referering fra gruppene skulle gjøres av personer uten egeninteresse i saken, slik at alle brukere, inkludert forvaltningen, kunne fritt gi uttrykk for standpunkt i sine grupper (gruppeleder skulle per definisjon være nøytral).

Metodikken for gruppearbeidet bygger på en metode som bl.a. er utarbeidet for fastsettelse av minstevannføring i elver (f.eks. King et al. 2000). Hver av gruppene markerte på graf (jf figur 1.1) den mest optimale vannstanden for brukergruppen hver måned/sesong. Hvis aktuelt kunne også 'akseptabel' vannstand beskrives, dvs hvor langt brukergruppen kunne strekke seg +/- i forhold til optimal vannstand. Hvis det viste seg at brukerinteressene innen én og samme gruppe ikke hadde sammenfallende ønsker for vannstanden så kunne det lages to eller flere ulike oversikter over vannstandsbehovet. Det skulle også lages en stikkordsliste med begrunnelser.

Det ble tatt referater fra hver gruppe og disse ble etterpå sirkulert blant gruppemedlemmene for verifisering. Godkjente referater for hver av de fire gruppene finnes i Vedlegg E.

Oppdragsgiver hadde opprinnelig foreslått at de ulike manøvreringsalternativene kunne vurderes ut fra ulike brukshensyn, satt opp i en matrise og sett som en helhet gjennom året. Dette var et godt utgangspunkt, men etter brukermøtet ble det klart at en sesongmessig diskusjon ville fungere bedre. Med andre ord ble metoden for å vurdere nytt reglement utført basert på behovet i ulike sesonger. Vannstanden hver sesong er så diskutert utfra hensyn til vannkvalitet og bruk.

2.5 Delprosjekt 4. Tiltak mot flom.

Metoden for å beregne alternative flombegrensningstiltak har bygget på NVE-rapporten "Senkning av Vansjø" (NVE 1992) og på et notat om effekten av en flomtunnel (GLB 2009). NVE har dessuten gjort en flomberegning for Vansjø (Pettersson 2008) som gir en god beskrivelse av vassdraget og av flomforhold i Vansjø. Ut over dette har det blitt benyttet hydrologiske data tilbake til 1966.

3. Vannkvalitet i innsjøen: Oppsummering av erfaringer 2005-2010

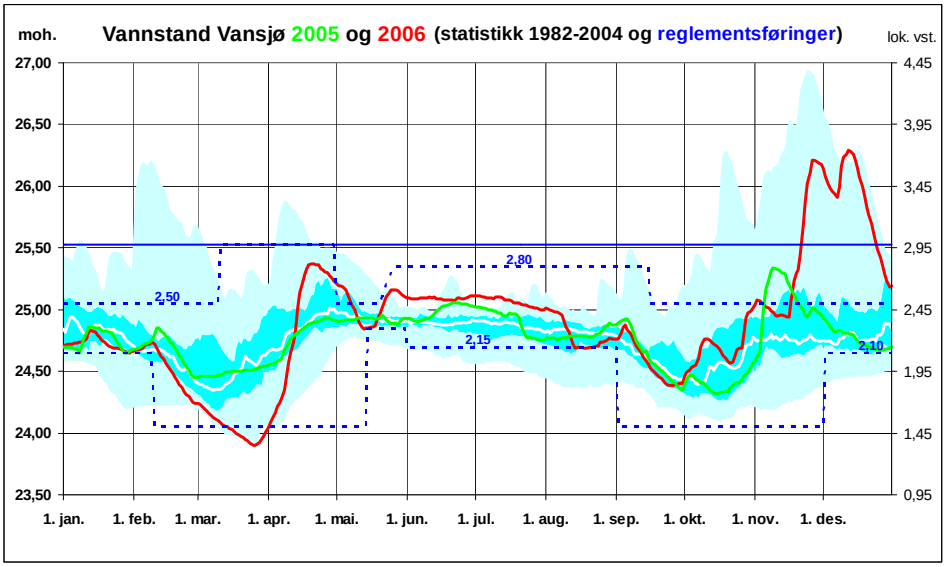
3.1 Innledning

Det foreligger tidligere rapporter som gir en analyse av vannkvaliteten i innsjøen sett ut fra manøvreringsreglementet for årene 2005-2008 (Skarbøvik m.fl. 2005; 2006; 2007; Skarbøvik 2008; og Skarbøvik og Rohrlack 2009). For 2009 foreligger kun resultatene av overvåking av innsjø og tilførselselver/bekker, mens resultatene fra innsjøovervåkingen i 2010 ble rapportert i begynnelsen av mars 2011.

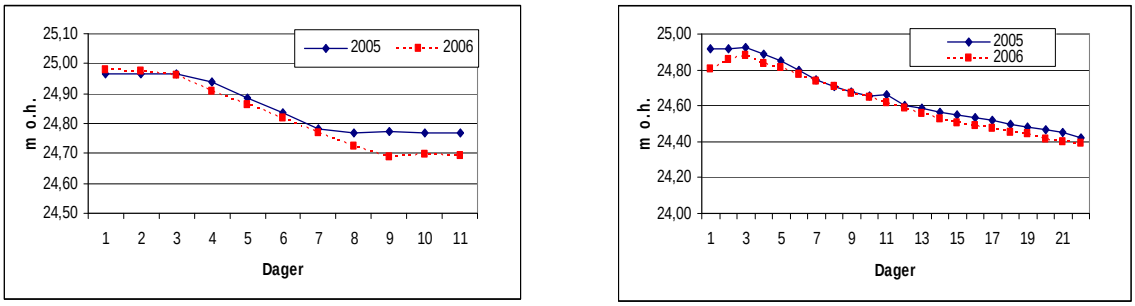
Oppdragsgiver ga beskjed om at analysen av de siste to årene ikke skulle være for omfattende. Årene 2009 og 2010 vurderes derfor kun kortfattet opp mot hydrologi, tappeforhold og vannkvalitetsvariasjoner tidligere år (2005-2008). Ved vesentlige forskjeller undersøkes det om det kan finnes nyere erfaringstall som bør inkluderes i oppsummeringen. Deretter utføres en oppsummering av alle seks årene med forsøk.

3.2 Erfaring med kraftige tappinger i 2005 og 2006

I 2005 og 2006 ble det utført forholdsvis kraftige tappinger to ganger hver sommer. Tappeforløpene disse to årene er vist i figur 3.1. Tappingene var relativt like, jf. figur 3.2. I 2005 ble første forsøk avsluttet med noe høyere vannstand enn i 2006, og i 2006 ble første tapping utført et par uker etter dato for første tapping i 2005.



Figur 3.1. Sommertappinger i 2005 (grønn linje) og 2006 (rød linje).



Figur 3.2. Sammenligning av forløp av tapping i 2005 (heltrukken blå linje) og 2006 (stiplet rød linje). Første forsøk til venstre, andre forsøk til høyre.

Vannkvaliteten i Vanemfjorden og Mosseelva ble undersøkt før og etter tapping. I 2005 ble det påvist en bedring i vannkvaliteten *under tapping* i Mosseelva, mens datagrunnlaget ikke viste noen bedring i Vanemfjorden. I 2006 ble det imidlertid ikke påvist noen bedring verken i Vanemfjorden eller Mosseelva, som målt ved analyse av vanlige vannprøver tatt i overflaten i viker og sund. Imidlertid viste en automatisk sonde plassert ut ved Mossefossen at klorofyllnivået (som målt ved fluoroscens), samt pH, temperatur og ledningsevne sank tildels kraftig ved tappestart. Deler av denne effekten antas å skyldes omrøring av vannmassene, slik at bunnvann fra djuphøler i Mosseelva ble frigjort. Mens klorofyllnivået raskt gikk tilbake til utgangspunktet forble imidlertid vanntemperatur og pH noe lavere under tappeperiodene. Særlig positivt var det at pH ble redusert fra ca. 9-10 og ned til ca. 7. Ved en høy pH er faren for at fosfor løses fra bunnsedimentet stor.

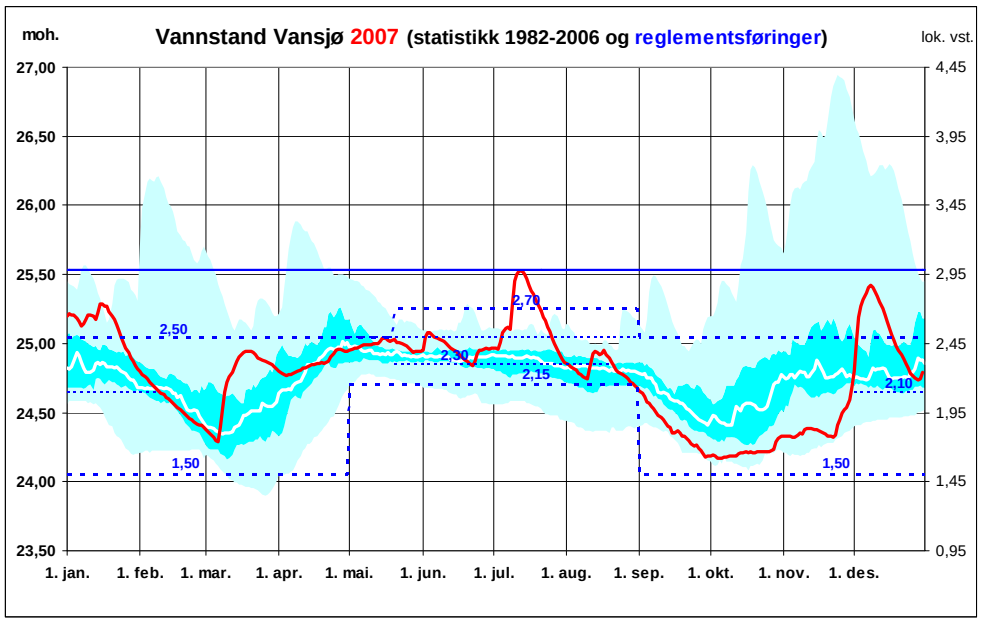
Det ble også utført grunnvannsundersøkelser under tappingene. Disse viste at grunnvannet på de lavtliggende jordbruksarealene stod i relativt god sammenheng med vannstanden i Vansjø. En nedtapping av innsjøen på ca 25-50 cm så ut til å føre til en senking av grunnvannet på ca 20 cm i løpet av et par uker. Det ble videre konkludert med at det grunnvannet som sivet ut i strandsonen under nedtapping hadde relativt bra kvalitet forutsatt at det ikke hadde kommet mye nedbør i perioden før tappingen. Hvis imidlertid grunnvannet hadde blitt tilført vann fra plogsjiktet ble konsentrasjonene mye høyere, f.eks. opp til 200-500 mg løst tot-P pr. liter.

Det ble antatt at en ulempe med de kraftige tappingene var at det ble tilført nitratrikt vann fra Storefjorden til Vanemfjorden, noe som antakelig forlenget levetiden til Microcystis i Vanemfjorden. Det ble videre antatt at en mer langsom tapping ville gi algene tid til å ta opp nitratet i området rundt Sundet, slik at nitratholdig vann ikke ble spredt i hele Vanemfjorden.

3.3 Erfaring med tapperegimet i perioden 2007-2010

3.3.1 Sommeren 2007

Mens det de to første somrene ble utført forsøk med tydelige tappeepisoder, var planen i 2007 å gjennomføre en relativt jevn tapping av vann fra innsjøen, for å bedre gjennomstrømningen. Imidlertid var sommeren 2007 preget av uvanlig store nedbørmengder. Det gikk nesten 100 millioner kubikkmeter mer vann gjennom Mossefossen sommeren 2007 enn i de to foregående somrene. I stedet for jevn tapping ble det derfor tappet kraftig i store deler av sommeren for å redusere flomfaren, se figur 3.3.



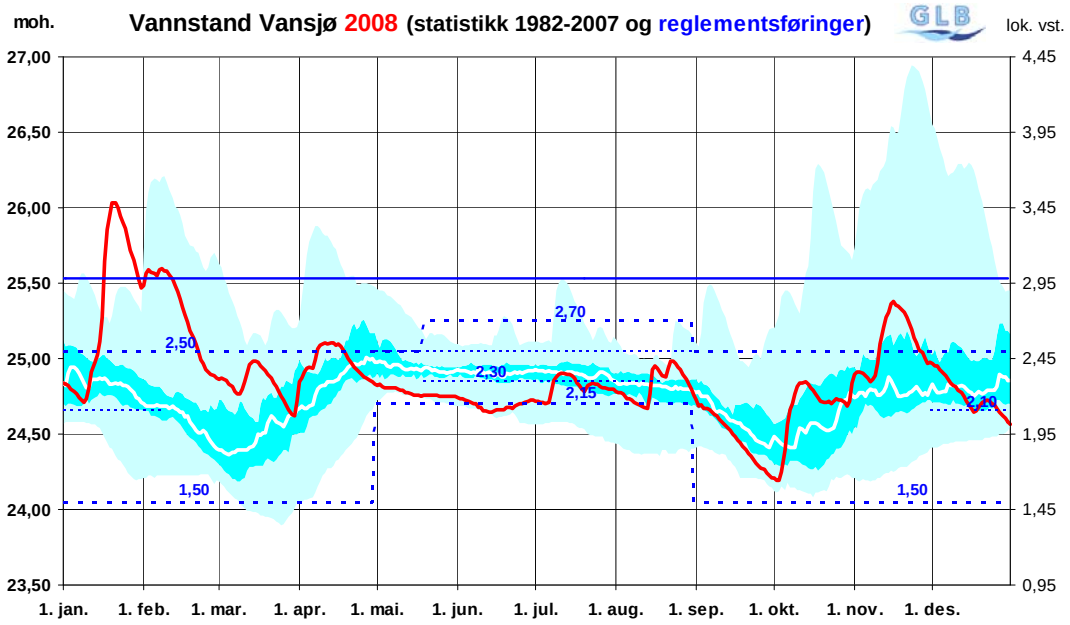
Figur 3.3. Glommen og Lågens Brukseierforenings oversikt over vannstanden i Vansjø sommeren 2007, sett i relasjon til normalvannstand 1982-2006 (hvit linje), samt reglementsføringer (mørk blå linjer).

De hydrologiske forholdene gjorde at omrøringen i innsjøen økte, noe som nok har medført at algene ble mindre konsentrert på overflaten og istedet ble fordelt mer jevnt i vannmassene. Samtidig var vanntemperaturen lavere enn sommeren 2006, noe som kan gi dårligere forhold for enkelte av problemalgene. Dette siste forsterkes av at også pH var lavere enn i 2006; lav pH kan indikere lavere algeproduksjon.

Vannkvaliteten denne sommeren var jevnt over adskillig bedre enn i de to foregående årene. I Nesparken var både antall blågrønnalger, klorofyll a verdier og innholdet av algegiften microcystin gått betydelig ned siden 2006. Fosfornivået lå imidlertid omtrent på det samme som i 2006 i Nesparken, mens det var økt gjennom Mossefossen. Det siste skyldes antakelig økt erosjon pga nedbøren om sommeren, med tilhørende økning i fosfortilførsel. Bedringen i algeforholdene kan ha en rekke ulike årsaker, som f.eks. dårligere lysforhold for algene og større gjennomstrømning som ga færre alger i overflaten.Verdiene for pH i 2007 (som målt ved den automatiske sonden) gikk ned fra omlag 9 til omlag 7.

3.3.2 Sommeren 2008

Mens sommeren 2007 var meget våt, var sommeren 2008 mindre regnfull, men allikevel med mer vann enn i 2005 og 2006. Figur 3 viser GLBs oversikt over vannstanden i Vansjø i 2008 mot statistikk for perioden 1982-2007.



Figur 3.4. Glommen og Lågens Brukseierforenings oversikt over vannstanden i Vansjø sommeren 2008, sett i relasjon til normalvannstand 1982-2007 (hvit linje), samt reglementsføringer (mørk blå linjer).

Figuren viser at vannstanden sommeren 2008 ble liggende lavt fra begynnelsen av mai (rundt LRV på 2,15 m ved Rødsund bru). I juni var det så lite vann i innsjøen at vannstanden faktisk gikk under LRV. Den lave tilførselen av vann til innsjøen gjorde det umulig å sette en høy vannstand i innsjøen i begynnelsen av juni slik intensjonen med det nye forsøksreglementet tilsa. Etter en vårflom tidlig i april var det ingen mulighet for økt vannstand i Vansjø før i juli, hvor en økning i vannføringen igjen tillot noe økt utslipp fra Mossefossen. En atskillig større økning av vannføringen ved Mossefossen ble mulig i midten av august pga kraftig nedbør med vannføringer i Hobølelva på omlag 20 m^3/s.

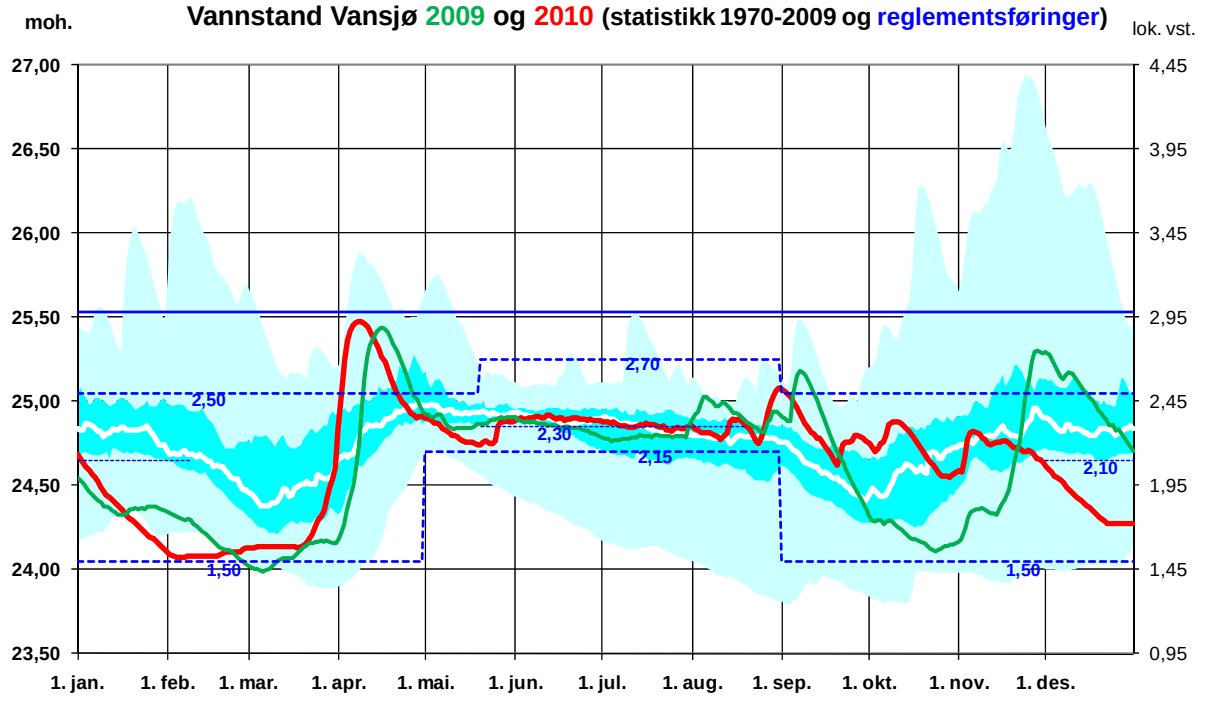
Den kraftige tappingen i midten av august 2008 kunne, som tappingen i juli 2007, teoretisk sett ha blitt sammenlignet med tappingene de to foregående årene, bortsett fra to forhold: For det første varte disse tappingene mye lenger, og for det andre ble det i tappe-periodene i 2007 og 2008 tilført nytt vann pga det kraftige regnet. Dette skiller seg fra situasjonen under de planlagte tappingene i 2005 og 2006 som foregikk i løpet av noen få dager og under relativt stabile værforhold (Figur 3.1).

Som i 2007 fortsatte imidlertid vannkvaliteten i Mosseelva ved Nesparken å bedres. Igjen gjaldt dette først og fremst algemengden og innholdet av microcystin. Fosfor- og nitrogenkonsentrasjoner varierte adskillig mindre. Dette kan skyldes en rekke ulike faktorer, herunder økt gjennomstrømning og omrøring i vannmassene og derfor en større spredning av algene, samt dårligere lysforhold.

En av konklusjonene som kan trekkes etter somrene 2005-2008 er at værforholdene i stor grad dikterer handlingsrommet for manøvrering av Vansjø. I 2005 og 2006 var det relativt tørre somre, og iverksetting av tappinger krevde oppsamling av vann for å tappe. I 2007 og 2008 gjorde nedbør i løpet av sommeren det nødvendig å tappe mer enn såkalt "jevn vannføring" ut av Moss dam, men samtidig ble det tilført mye nytt, næringsrikt vann fra nedbørfeltet. I 2008 var det ikke mulig med nåværende reglement å få til en høy vannstand i innsjøen fra midten av mai pga manglende nedbør/tilførsler til innsjøen.

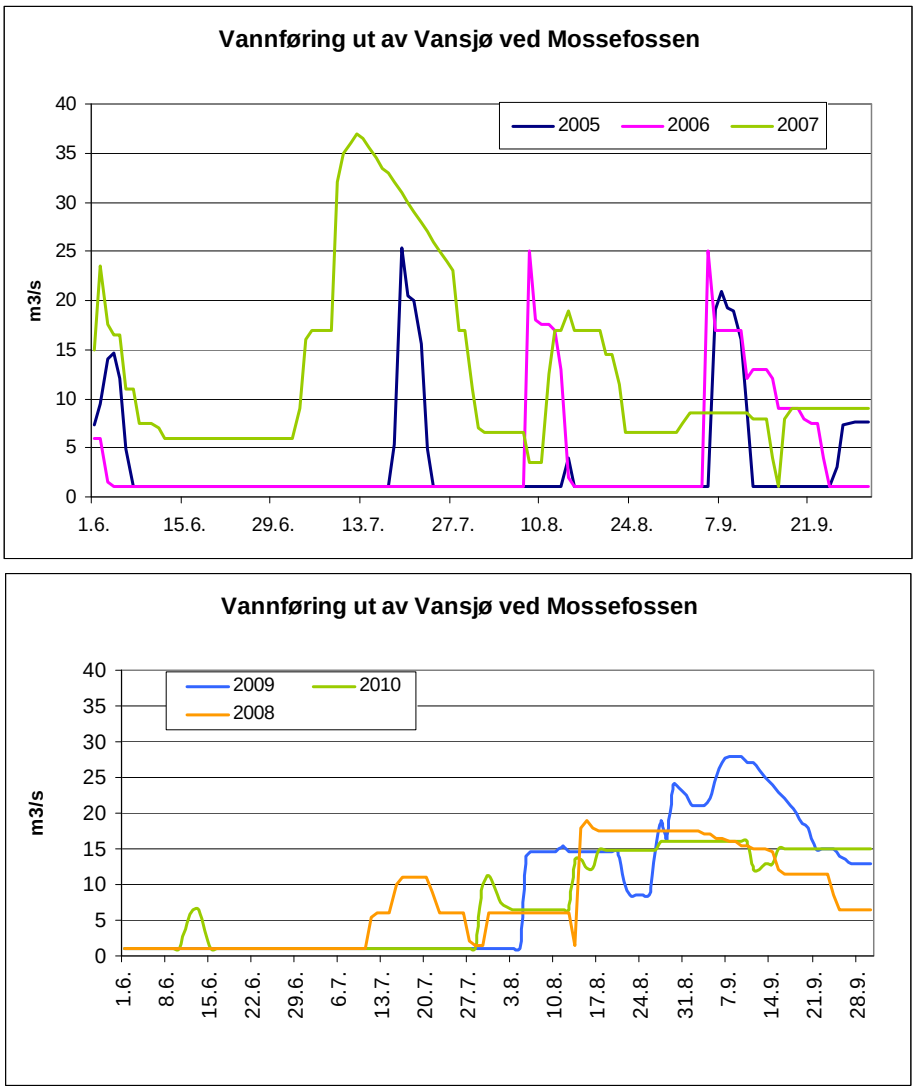
3.3.3 Somrene 2009 og 2010

For 2009 og 2010 er det ikke utført tidligere vurderinger. Etter avtale med oppdragsgiver er disse årene kun vurdert i forhold til om forholdene var så annerledes at dette vil gi ytterligere informasjon. Figur 3.5 viser vannstanden i Vansjø disse to årene sammenlignet med normalvannstand og reglementsføringen.



Figur 3.5. Glommen og Lågens Brukseierforenings oversikt over vannstanden i Vansjø somrene 2009 (grønn kurve) og 2010 (rød kurve), sett i relasjon til normalvannstand 1982-2009 (hvit kurve), samt reglementsføringer (mørk blå linjer).

Som vist i figur 3.6 (nedre panel) var årene 2008, 2009 og 2010 relativt like mht tapping ut av Mossefossen, særlig hvis de sammenlignes med de tre foregående årene (samme figur, øvre panel). I de tre siste årene ble det tappet relativt lite frem til midten/slutten av juli, mens det i august ble tappet vedvarende pga økte tilførsler fra nedbørfeltet. Tabell 3.1 viser at total vannmengde forbi Moss dam i de tre sommermånedene juni, juli og august 2008 var ca. 50 millioner kubikkmeter, mens den var ca. 40 millioner kubikkmeter i både 2009 og 2010. Det medførte at teoretisk vannutskifting i sommermånedene i 2009 og 2010 også var likt (16 % av totalvolumet, se tabell 3.2).



Figur 3.6. Vannføring ved Mossefossen somrene 2005-2007 (øvre panel) og 2008-2010 (nedre panel).

Tabell 3.1. Total vannmengde og gjennomsnittlig vannføring ved Mossefossen i løpet av de tre sommermånedene juni, juli og august for årene 2005-2010. Basert på hydrologiske data fra GLB.

År (1.6-31.8)	Vannmengde forbi Moss dam	Gjennomsnittlig vannføring ved Moss dam
2005	21 mill m^3	2,6 m^3/s
2006	18 mill m^3	2,2 m^3/s
2007	113 mill m^3	14,2 m^3/s
2008	50 mill m^3	6,3 m^3/s
2009	40 mill m^3	5,0 m^3/s
2010	40 mill m^3	5,1 m^3/s

Tabell 3.2. Teoretisk beregning av prosentvis utskifting av vannvolumet i hele Vansjø i løpet av de tre sommermånedene.

Totalvolum: $252,2*10^6$ m^3	Teoretisk utskifting av vann juni-august
Sesong:	% av totalvolum innsjø
2005	8 %
2006	7 %
2007	45 %
2008	20 %
2009	16 %
2010	16 %

Det er derfor ikke slik at forholdene i 2009 og 2010 var vesentlig annerledes enn i 2008, og i henhold til avtale med oppdragsgiver er det derfor ikke utført mer inngående analyser av disse årene, og besparte midler kom delprosjekt 2 til gode.

Som tabell 3.3 viser har vannkvaliteten i Vanemfjorden og Mosseelva blitt stadig bedre de siste årene. Dette kan ha en rekke ulike årsaker, inkludert andre tiltak i nedbørfeltet, samt ras i øvre deler av feltet med økt partikkelinnhold i hele innsjøen og dermed dårligere lysforhold. Dette gjør det igjen mer vanskelig å se endringer som følge av endringer i reguleringen.

Tabell 3.3. Nesparken: gjennomsnittskonsentrasjoner av prøver tatt i perioden 10.7-4.9 2006; 11.6-20.8 2007; og 2008.

År	Antall	Microcystin	pH	Siktedyp	Blågrønnalger	Klf a	TOT-P	Temperatur
	prøver	µg/l		m	mm^3/m^3	µg/L	µg/L	C
2006	5	4,6	8,9	0,6	3853	46	35	18,6
2007	7	2,8	7,2	0,9	1788	24	32	19,3
2008	7	0,5	6,9	1,1	533*	25	33	18,5
2009	6	0,5	7,2	1,2	940	24	27	17,8
2010	7	0,2	7,5	1,4	194	18	28	17,8

* Kun 3 prøver ble analyserte for blågrønnalger dette året

3.4 Virkning på vannplanter og fisk av de ulike manøvreringsreglementene

3.4.1 Virkning på vannplanter

Strandvegetasjonen i Vansjø ble utredet av Mjelde et al. (2008) og sammenlignet med en tilsvarende undersøkelse i 1982. Strandvegetasjon er mest utbredt i vestre Vansjø, hvor det finnes tildels svært kraftige sivbelter med dominans av sjøsivaks og takrør. Undersøkelsen i 2008 konkluderte med at sjøsivaks i Vansjø har nådd sin maksimale dybdeutbredelse og viser en tendens til å gå tilbake, mens takrør viser en tendens til tilgroing, både ved at bestandene vokser utover og at dybdegrensen øker noe.

Maksimal dybdeutbredelse for sivbeltene i vestre Vansjø ser ut til å være i underkant av et dyp på 2 meter. Der hvor denne grensen er nådd har tilgroingen stoppet opp, og også gått noe tilbake. Mjelde et al. konkluderte at årsaken til dette kan være dårlige lysforhold i perioden med algeoppblomstringer og økt sommervannstand etter at manøvreringen ble endret i 1983. I denne sammenheng er det viktig å rekapitulere livssyklusen til sjøsivaks og takrør. Etter å ha overvintret i røttene begynner plantene å danne nye skudd i mars-april. Skuddene trenger lys for å kunne vokse fra bunnen til vannoverflaten. Det er en av grunnene til at sjøsivaks og takrør har en maksimal dybdeutbredelse. Samtidig er skuddene følsomme mot mekaniske belastninger og kan derfor ikke bli for lange. I august/september begynner plantene å trekke seg tilbake. Derfor er det vannstanden i perioden april-juli/medio august som har størst betydning for utbredelsen av strandvegetasjonen.

En heving av vannstanden i denne perioden vil trolig medføre en tilbakegang i utbredelsen av sivbeltene. Effekten vil være størst om våren og tidlig om sommeren når plantene vokser fra bunnen til vannoverflaten og lysforholdene kan være begrensende. Vannstanden vil være av liten betydning etter at vekstperioden er overstått, med mindre sivbeltene blir tørrlagt.

3.4.2 Virkning på fisk

Virkninger på fiskebestanden av vannstandsvariasjoner i Vansjø ble utredet i 2005 av Åge Brabrand ved LFI (Skarbøvik et al. 2005). Det må påpekes at vurderingen den gangen var basert på konsekvenser av kraftige uttappinger, noe man senere har gått bort fra. Brabrand benyttet undersøkelser av fisk under pendlingsforsøk i Øyern fra 1998-1999 som sammenligningsgrunnlag (Brabrand 2002). Resultatene fra Øyern viste at det under senkning av vannstanden ikke ble observert stranding av fisk, men det ble påpekt at fisk som befinner seg på gruntvannsområder må foreta en habitatsforflytning når vannstanden senkes, noe som kan øke faren for predasjon. Dette gjaldt også for yngel av rovfisk, primært gjeddeunger, som oppholdt seg på svært grunt vann mellom vegetasjon. Det ble derfor konkludert med at det primært ville være yngel og ungfisk (av mange arter) som ville være mest utsatt for kraftige vannstandsendringer. Vansjøs fiskesamfunn i grunne, strandnære områder består av gjedde, gjørs, abbor, hork og karpefiskene brasme, flire, mort, laue, sørv og suter (utsatt i senere tid) (Brabrand og Lien 2004).

Når det gjaldt om gyting av karpefisk kunne påvirkes av endret manøvrering ble det konkludert med at dette antakelig ikke ville ha stor innvirkning (Skarbøvik et al 2005). Gyting av karpefisk skjer i løpet av en kort tidsperiode i mai og juni på grunt vann, med klekking etter 5-8 dager. Unntaket er sørv og suter som begge gyter forholdsvis seint, dvs. også i juli, og som også kan ha fraksjonert gyting. Rask og stor nedtapping etter egglegging kan gi tørrlegging av egg, men det ble konkludert med at det er tvilsomt om dette totalt sett vil gi redusert karpefiskbestand, dels fordi dette er arter som primært ikke er rekrutteringsbegrenset pga. antall lagte egg, dels fordi andre arter kan få økt overlevelse pga. redusert konkurranse (Skarbøvik et al. 2005).

Oppgang av ål i Mosseelva skjer på vår- og forsommeren, og er avhengig av vannføring i Mosselva og ålelarvenes mulighet for å komme over selve damkrona. DN ga i 2004 pålegg om å sikre oppvandring av ål til Vansjø. Når det gjelder nedtapping til lav vannstand antas det at bestanden av ål i selve Vansjø ikke vil berøres (Skarbøvik et al. 2005).

Ettersom man nå har gått bort fra en manøvrering med kraftige uttappinger er konklusjonen at ingen av de tre alternative manøvreringsregimene antas å ha stor innvirkning på

fiskebestanden. Brabrand påpekte imidlertid at viktige virkninger av manøvrering på fisk på lang sikt er knyttet til i) hvordan vegetasjonssamfunnene vil respondere og ii) hvordan lysforhold/siktedyp eventuelt vil endres (Skarbøvik et al. 2005). Dersom vegetasjonssamfunnene reduseres eller lysforholdene svekkes vil fiskesamfunnet sannsynligvis respondere ved økt forekomst av "eutrofe" arter.

3.5 Fordeler og ulemper med de ulike manøvreringsalternativene

3.5.1 Effekt av innføring av nitratholdig vann fra Storefjorden

Ved kraftige tappinger vil større mengder vann tilføres fra Storefjorden til Vanemfjorden. I løpet av sommeren bruker algene ofte opp nitratet i Vanemfjorden og problemalgen Microcystis erstattes gradvis av Anabaena. Mens årene 2000-2004 kun hadde én topp i oppblomstringen av Microcystis har påfølgende år hatt to oppblomstringer. Den andre oppblomstringen skyldes meget sannsynlig at det tilføres nytt nitrat, enten fra Storefjorden ved kraftige tappinger, eller fra lokale nedbørfelt pga mye nedbør i august (se Skarbøvik og Rohrlack 2009).

3.5.2 Oppsummering etter seks år med forsøk

Vannkvaliteten i en innsjø avhenger av en rekke ulike forhold, og det er derfor vanskelig å gi sikre svar på om hvilke forhold – og hvilke tiltak – som er utslagsgivende for vannkvaliteten fra år til år. Dermed er det også vanskelig å si med sikkerhet hva forbedringene av vannkvalitet i Nesparken og Mosseelva de siste årene skyldes.

Værforholdene har variert i årene med endret tapperegime om sommeren. Mens 2005 og 2006 hadde relativt varme og tørre somre var 2007 langt mer nedbørrik. I 2008, 2009 og 2010 var starten på sommeren tørr, og tappinger kunne ikke igangsettes før i midten/slutten av juli.

Hovedbegrunnelsen for det nåværende reglementet (fra 1983) er at det er en fordel med størst mulig vannmasse i innsjøen for å fortynne næringsstoff og alger. Denne "fortynningstanken" er kanskje mer tilpasset en innsjø enn Mosseelva, som med dagens reglement blir en serie av små, stillestående bassenger med økende temperatur og pH utover sommeren. Vansjø er en regulert innsjø og vil derfor ikke ha samme hydrologi som en naturlig innsjø, men en jevn gjennomstrømning ved utløpet vil bedre kunne gjenspeile naturlige forhold enn om innsjøen demmes opp over lengre tid.

Det knytter seg fremdeles usikkerheter til manøvreringens effekt, særlig på Vansjø. En tapping ned til lave vannstander i løpet av sommeren *kan* øke resuspensjon av fosforrikt materiale, men dette er ikke påvist. Sedimentene i innsjøen er dessuten undersøkt og inneholder ikke store fosforkonsentrasjoner (Skarbøvik et al. 2008). Videre vil sedimenter som virvles opp i vannmassene redusere lystilgang og mye tyder på at lys er en viktig begrensende faktor for algevekst i Vanemfjorden (f.eks. Skarbøvik et al. 2011).

I forhold til vannkvalitet og vannmiljø kan derfor følgende oppsummering gis:

- Kraftige uttappinger kan ikke anbefales, siden dette kan bidra til at leveforholdene til den giftige algen Microcystis forbedres i Vanemfjorden (pga. tilførsel av større mengder nitratholdig vann fra Storefjorden).

- De forholdene som gjør at jevn tapping (eller minstevannføring) om sommeren kan anbefales, er som følger:
  - Forsøkene i 2005 og 2006 viste at temperaturen i Mosseelva gikk ned etter tappingene. Det samme var tilfellet for pH. Når pH reduseres kan dette tyde på at produksjonen av alger også reduseres.
  - En gradvis vannføring ut av Moss dam i løpet av sommeren kan bidra til å hindre at Mosseelva blir en serie av små, stillestående bassenger med økende temperatur og pH utover sommeren, og kan også bedre omrøringen av vannmassene.
  - Problemalgene i Vanemfjorden og Mosseelva (Microcystis sp. og Anabaena sp.) trives generelt best ved høye temperaturer og relativt stillestående vann
  - I både 2007 og 2008 lå pH på relativt lave verdier, tilsvarende verdiene etter tappingen i 2005 og 2006.
- Høy vannstand om våren etterfulgt av flom/oversvømmelse av jorder *kan* gi økt fosfor inn i innsjøen, men som vist i Kapittel 4 er det knyttet stor usikkerhet til dette.
- Ved svært lav vannstand vil resuspensjon av sediment fra grunne områder kunne frigjøre fosfor til vannmassene i innsjøen. Dette kan i tilfelle igjen oppveies av at lystilgangen til algene blir verre.

Tabell 3.5 gir en oversikt over konklusjonene. Som tabellen viser er alternativene A1, A2 og A0 ikke spesielt utslagsgivende for verken vannkvalitet og vannmiljø, med unntak av at forholdene i Mosseelva antas å bedres ved A1 og A2 (gjennomstrømning om sommeren).

Tabell 3.5. Oversikt over effekt av manøvrering på ulike faktorer knyttet til vannkvalitet/vannmiljø.

Faktor	Manøvrering	Konklusjon
Vannkvalitet i Mosseelva	Fordel med gjennomstrømning i sommerhalvåret. Tiltak som hindrer flom, herunder oversvømmelser av jorder, punktkilder, septiktanker og kloakkrenseanlegg, vil ha en positiv effekt.	A1, A2
Vannkvalitet i Vansjø	Ingen av alternativene for manøvrering antas å ha stor effekt på vannkvaliteten i innsjøen, men tapping ned til lave vannstander *kan* gi resuspensjon av sedimenter og frigjøring av fosfor. Tiltak som hindrer flom kan hindre utlekking av fosfor til vannmassene fra jorder og punktkilder, og vil derfor ha en positiv effekt på innsjøens vannkvalitet.	A0, A1, A2
Vannplanter	Heving av vannstand om våren/tidlig sommer kan hindre uønsket vekst av bl.a. takrør.	A1, A2
Fisk	Ingen av alternativene for manøvrering antas å ha stor effekt på fiskebestanden i innsjøen. Imidlertid er det en fordel med varierte vegetasjonssamfunn, jf punktet over.	A0, A1, A2
Annet	Fuglereder kan oversvømmes hvis vannstanden om våren blir for høy. Generelt kan det være en fordel for naturmangfoldet om vannstanden varierer minst mulig gjennom året, heving av LRV og senking av HRV derfor positivt.	A2.

Det er usikkert om lave vannstander (mellom 2,15 – 2,30 m) vil gi mer resuspensjon i Vanemfjorden enn om vannstanden holdes over 2,30 m. Av den grunn har prosjektgruppen valgt å legge mindre vekt på dette momentet. Det er samtidig store befolkningsgrupper som vil ha fordel av at vannkvaliteten i Mosseelva bedres. Det anbefales dog at vannkvaliteten i innsjøen vurderes i forhold til manøvreringen i de kommende årene med prøvereglement (søknad om prøvereglement er i skrivende stund under behandling i NVE).

Basert på dette anbefales det for vannkvalitetens skyld å satse på et reglement som tillater en vannstrøm gjennom Moss dam i sommerhalvåret, dvs enten alternativ A1 eller A2. For naturmangfoldet kan det være en fordel med mindre avstand mellom høyeste og laveste regulerte vannstand (HRV og LRV), dette favoriserer i så fall alternativ A2.

4. Vurdering av forurensingsfare ved flom på jorder

4.1 Innledning

Oppgaven ifølge konkurransegrunnlaget var å utrede hvordan høy vannstand/flom i innsjøen kan påvirke forurensingssituasjonen, "blant annet se nærmere på utlekking av fosfor fra vassjuk og oversvømt jordbruksjord". Siden et notat fra Vannområdeutvalget Morsa om flommen i 2000 allerede har tatt for seg andre forurensingspåvirkninger har dette arbeidet, innenfor begrensede ressurser, konsentrert seg om å se på fosforutlekking fra oversvømt jordbruksjord.

Dette er imidlertid et svært omfattende spørsmål som ikke kan besvares med noen grad av nøyaktighet uten at undersøkelser utføres ved ulike forhold gjennom året. I dette kapittelet er det derfor fokusert på å belyse de ulike prosessene som inngår i denne problemstillingen, samtidig som det er utført beregninger basert på et sett med antakelser. Inntil faktiske undersøkelser er utført bør disse beregningene behandles med forsiktighet.

4.2 Resultat fra spørreskjema og møte med berørte gårdbrukere

Resultatene fra spørreskjemaet kombinert med oppfølgende spørsmål under et møte med jordbrukere 14. januar er gjengitt her.

Areal oversvømt åker ved ulike vannstander, som rapportert gjennom spørreskjemaene, er gitt i tabell 4.1. Merk at dette ikke er absolutte verdier siden ikke alle berørte jordbrukere har svart på skjemaet. Dette kan bl.a. sees av at beregninger viser at ca 2.700 daa med jordbruksland stod under vann under 2000-flommen, altså mer enn dobbelt så mye som det som er oppgitt her. I tillegg kommer vassjuk jord, men her var ikke spørreskjemaene tilstrekkelig utfylt til at det var mulig å lage en god tabell. Kun én jordbruker opplyste at jorda ble vassjuk allerede ved 2,0 meter. Imidlertid var alle jordbrukere klare på at våren er den mest prekære årstiden. Både flom og høy grunnvannsstand om våren kan ødelegge avling. Røttene får ikke etablert seg, blir for grunne og dermed trekker ikke plantene til seg nok næring eller vann resten av sommeren. Grunne røtter vil også påvirke stubben om høsten. Enkelte opplyste at under høy vannstand om høsten har de opplevd at stubben rett og slett flyter opp. Grensen for oversvømming på nysådd åker ble anslått til to dager, deretter reduseres/ødelegges avlingen. Etablert åker tåler litt lenger oversvømming.

Tabell 4.1. Dekar oversvømt jordbruksjord rundt Vansjø ved ulike vannstander ved Rødsund bro, som rapportert i innleverte spørreskjema (se vedlegg B).

Vannstand ved Rødsund bru (m)	2.6	2.7	2.95	3.05	4	4.4
Areal oversvømt (daa)	20	95	250	535	935	1266*

* Beregnet totalt areal oversvømmet jordbruksjord var ifølge Vannområdeutvalget Morsa 2700 daa.

Det som dyrkes på de flomutsatte områdene varierer fra korn og gras via grønnsaker og poteter til raps og erter.

Det er videre blitt opplyst at våronna på arealene som har avrenning til Vansjø starter ca 20. april i Rygge og avsluttes ca. 15.-20. mai i Våler.

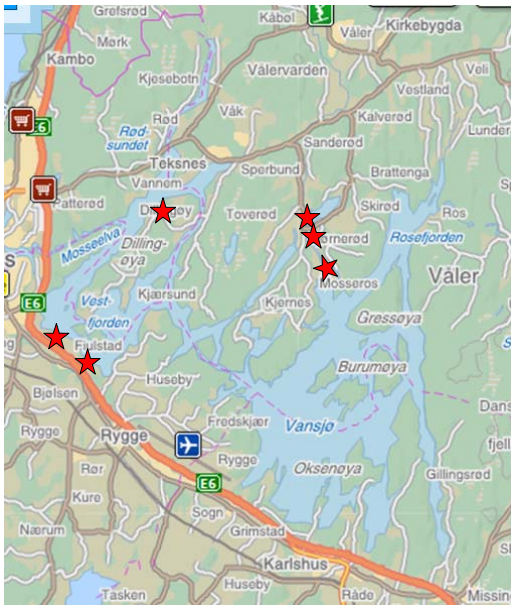
Av andre opplysninger som fremkom kan nevnes:

- Flom er uansett negativt for jordbrukere. Hvis det er slik at flomvann legger igjen næringsstoffer på jordene så overskygges dette i høy grad av de skadene som flomvannet utøver på dyrka mark/avling.
- Vekstsesongen kan også bli ødelagt ved sommerflom. Under sommerflommen i 2007 mistet f.eks. en bonde 4/5 av avlingen sin.
- Høy grunnvannstand/flom i slutten av vekstsesongen gir mer legde i kornet og kvalitets- og høsteproblemer.
- pH-verdien i jorda går ned under flom (noe som indikerer anaerobe tilstander).
- Det er ofte den beste jorda som er flomutsatt, derfor større tap for jordbrukerne.
- Enkelte bønder melder at de gjødsler mindre på den flomutsatte jorda. Flomutsatt areal har lave P-AL-tall.
- De fleste flommer varer lenger enn 2 uker, jorda er da vannmettet og grøftene står fulle.
- Gras på oversvømte arealer kan ikke benyttes til hestefôr pga for mye sand/leire i graset.
- Det er et ønske blant jordbrukere at regulanten vurderer å slippe vann tidligere ved varslet nedbør/snøsmelting, særlig i forkant av helger/feriedager. Dette gjerne kombinert med en vurdering av grunnvannsstand/markvannsstand i feltet (dvs hvis det er høy fuktighet i nedbørfeltet og det foreligger et varsel om nedbør så ønsker jordbrukere at regulant raskere sender beskjed om at det skal slippes vann gjennom flomlukene).

4.3 Morfologi, voller og grøftesystemer i strandkanten

Hvordan vannet renner ut av de oversvømmete jordene har stor betydning for mengden næringsstoff som renner ut. Uten omfattende undersøkelser er det ikke mulig å si noe sikkert om dette men basert på befaring og spørreskjema/intervju med jordbrukere kan følgende oppsummering gis:

Kartet i figur 4.1 gir en oversikt over hvor det finnes flomvoller og pumper. For enkelte jordbrukere er bygging av voller ikke aktuelt siden grunnvannsstanden allikevel vil være høy. Flomvollen mellom Bjørnerødvannet og til Vansjø er ca 1,5 km lang (3 pumper). Totalt er det antatt at det er ca. 7 pumper ved vestre Vansjø. Pumpekapasitet er stort sett ukjent men for en av pumpene ble den oppgitt til 6000 l/s. I tillegg er det pumper i enkelte dreneringskummer (f.eks. ved Guthus).



Figur 4.1. Oversikt over flomvoller i feltet (til venstre, markert med stjerner på kartet) og flomvoll ved Mosseros (over, Hobølelva til høyre i bildet). Foto : E Skarbøvik.

Der det ikke er flomvoller ble det opplyst fra jordbrukernes side at vannet ser ut til å trekke ned i grunnen, det går langsomt ned og ser ikke ut til å renne av på overflaten og ut. Bildene i figur 4.2 viser at landet rundt Vansjø er flatt og det er derfor sannsynlig at flomvann enten trekker seg ned i jorda eller følger grøftene ut i innsjøen. Imidlertid er dreneringssystemene rundt Vansjø oftest fra 60-70-tallet. Da var nivået i Vansjø lavere pga et annet manøvreringsreglement. I dag ligger derfor mange av grøfteutløpene under vann og flere gror igjen. Etter flommen i 2000 måtte enkelte jordbrukere grøfte pånytt.

Figur 4.2. Landet rundt Vansjø er flatt og i kantsonen mot innsjøen er det ofte anlagt buffersoner som etterfølges av sivbelter (begge foto E. Skarbøvik).

4.4 Beregning av fosfortap ved oversvømmelse av jordbruksareal i vestre Vansjøs nedbørfelt

4.4.1 Faktorer som medfører usikkerhet i beregningene

Det er mange ulike faktorer og prosesser som påvirker fosfortapet ved oversvømmelse av jordbruksareal. Dette omfatter både hydrologiske, fysiske og kjemiske faktorer og prosesser. Det kan være stor variasjon i disse faktorene mellom arealer innenfor nedbørfeltet. Nedenfor er angitt hva vi tenker oss er de viktigste faktorene og prosessene som påvirker fosfortapet.

Hydrologi: Flomvannet kan ha ulike strømningsveier. Vannet kan gå inn/ut på overflaten eller via jordprofil og drensgrøfter. Det kan være ulik grad av utveksling mellom flomvannet som står over jordbruksarealene og nytt innsjøvann. Vind og strøm under flomperioden kan gi utveksling av vannmassene og bidra til at mer fosfor tappes fra jorda i forhold til om det er en statisk vannmengde. Dette gjelder spesielt for de store flommene hvor de oversvømte arealene blir en del av innsjøen.

Fysiske forhold: Jordart og mengden makroporer i jordprofilet (meitemarkganger, rotkanaler og sprekker) påvirker vannstrømmen og partikkeltransporten gjennom jordprofilet. Leirjord gir sannsynligvis større tap av partikkelbundet fosfor ved vanntransport gjennom profilet enn det sandjord gjør på grunn av flere makroporer i leirjord. Oversvømt jordbruksareal i 2000-flommen bestod av cirka 90 % leirjord. Det øvrige arealet var sandjord og organisk jord. Strømningshastighet gjennom jordprofilet vil påvirke grad av løsrivelse av jordpartikler i makroporene i jorda. I stillestående vann vil fosforholdige partikler sedimentere.

Kjemiske forhold: Fosforstatus i jord, jordas fosforbindingsevne, oksygentilstand under flom og fosforkonsentrasjon i vannet som strømmer inn over jordene er alle faktorer som påvirker netto fosfortap ved flom. Høyt innhold av lettilgjengelig organisk stoff vil gi økt risiko for reduserende forhold og dermed økt risiko for utlekking av fosfor.

Økt konsentrasjon av lett løselig fosfor i jorda gir økt risiko for fosfortap, og reduserende forhold vil ytterligere øke konsentrasjonen av løselig fosfor. Høy konsentrasjon av løst fosfor i inn-vannet vil redusere frigjøringen av fosfor fra jorda. Høy fosforbindingsevne i undergrunnsjord kan føre til at fosfor fra inn-vann og fosfor frigjort fra matjordlaget kan bindes her når vannet strømmer igjennom jordprofilet.

Ved sammenligning av bidrag fra andre kilder som kloakk er det også viktig å være oppmerksom på at fosfor fra ulike kilder har ulik biotilgjengelighet. Mens fosfor i kloakk har høy biotilgjengelighet, vil deler av fosfortapet fra jordbruksarealer være hardt partikkelbundet og utilgjengelig for alger.

4.4.2 Beregningsmetode

Vi har ikke målinger fra flomsituasjoner, og har derfor liten kunnskap om hvilke prosesser som faktisk skjer og hvilke prosesser som dominerer under flom. Vi må derfor basere beregningene av fosfortap på antagelser om dominerende prosesser og estimerte data.

For å estimere fosfortap ved oversvømmelse av jordbruksareal, er det tatt utgangspunkt i estimert vannmengde på de oversvømte arealene og estimert fosforkonsentrasjon i flomvannet som dreneres ut når flommen går tilbake. Vannmengdene er estimert fra vannstand ved de

ulike flomstørrelsene og oversvømt jordbruksareal ved 2000-flommen. Fosforkonsentrasjonen i vannet som dreneres ut er estimert ut i fra noen grøftevannsmålinger i området ved vestre Vansjø under normalforhold og ut i fra en laboratorieundersøkelse (upubliserte data). Fordi vi ikke har målinger av fosforkonsentrasjoner i vannet som drenerer ut etter flom, og fordi det antagelig er stor variasjon fra sted til sted, er det brukt et intervall for fosforkonsentrasjon i beregningene. Fosfortapet er beregnet ved å multiplisere vannmengde med fosforkonsentrasjon.

Vannet som oversvømmer jordbruksarealene inneholder fosfor. Dette må også tas med i beregningen når bidraget fra jordbruksarealer skal estimeres. En del av dette fosforet må en regne med blir holdt tilbake på jordbruksarealene når flommen går ned igjen. Fosforholdige partikler vil sedimenteres og løst fosfor kan adsorberes til jorda. Vi antar at en stor del av flomvannet passerer jordprofilet to ganger; første gang når flomvannet presses inn på arealet via grøfter og jordprofil og andre gang når vannet dreneres ut igjen. Ved beregning av fosforbidrag fra dyrka mark ved oversvømmelse er derfor spørsmålet hvor mye større fosforkonsentrasjonen er i vannet som dreneres ut i forhold til konsentrasjonen i vannet som kommer inn under flom.

Med mange ukjente faktorer vil vi presisere at tallene som gjengis nedenfor er svært usikre estimater, og det er derfor brukt en stor variasjonsbredde. Vi håper at sannheten befinner seg innenfor variasjonsbredden, og at tallene derfor gir et begrep om størrelsesorden når det gjelder fosfortap fra jordbruksareal ved flom. Dette kan vi imidlertid ikke garantere.

4.4.3 Estimering av vanndyp og vannmengde over oversvømt jordbruksareal

Nedbørfeltet som inngår i beregningene er vist i Figur 4.3.

Figur 4.3. Nedbørfeltet til vestre Vansjø. Grønne areal drenerer til Mosseelva.

På brukermøtet med jordbrukere som ble arrangert 12. januar 2011 kom det fram at avløpet fra grøftene renner fritt ut ved vannstand ca 2,1 m ved Rødsund bru. Hvis vi forutsetter at grøftene ligger på 70 cm dyp, så kan vi regne at jordbruksarealet ligger fra ca 2,8 m og høyere. 2000-flommen (ca 100-års flom) kulminerte på vannstand ca 4,4 m. Det vil si at største vanndyp var ca 1,6 m.

Det foreligger flomsonekart fra området men disse dekker bare deler av det aktuelle arealet. Imidlertid ble oversvømt jordbruksareal rundt vestre Vansjø (inkludert Grepperødfjorden) under 2000-flommen estimert til ca 2690 daa (Gunnarsdóttir 2010). Dersom vi forutsetter at arealfordelingen er lineær med høyden, får vi følgende tall for største vanndyp og oversvømt jordbruksareal ved ulike flomstørrelser:

Flomstørrelse	**Oversvømt areal (daa)**	**Største vanndyp (cm)**	**Vannmengde (L/m^2)**	**Kotehøyde (moh)**
100-års flom (2000-flommen)	2690	160	800	27,0
50-års flom	2185	130	650	26,7
10-års flom	1350	80	400	26,2
2-års flom (middelflom)	420	25	125	25,6

Total vannmengde estimeres ved å multiplisere oversvømt areal med middel vannmengde per kvadratmeter. Vannmengden beregnes fra middel vanndyp (største vanndyp/2), der 1 cm vanndyp gir 10 L vann/m^2. Den estimerte vannmengden forutsetter jevn helling fra vannkanten og opp til tørt terreng. Ujevne terrengforhold vil gi andre vannmengder, og etter hvilken grad forutsetningen om jevn helling ikke gjelder vil vannmengden avvike fra estimatet som er brukt i beregningene.

Vann i drenerbart porevolum i jordprofilet ned til grøftedyp er inkludert, og estimert til 60 L/m^2 ut i fra data fra leirjord på Ås (Sigrun Kværnø pers. med.). I tillegg til oversvømt areal vil en del areal utenfor dette være vannmettet. Det er estimert at dette arealet er en halv gang så stort som det oversvømte arealet. Fra dette arealet er det regnet et vannbidrag tilsvarende vannmengden i drenerbart porevolum.

I de videre beregningene har vi valgt å ikke bruke en variasjonsbredde i vannmengde. Variasjonen ligger bare i bruk av ulike fosforkonsentrasjoner i vannet som dreneres ut etter en flom. Alternativer med andre vannmengder kan imidlertid vurderes ved å multiplisere de estimerte fosfortapene med en faktor for relativ vannmengde i forhold til den som er estimert.

4.4.4 Estimering av fosforkonsentrasjoner

Ved estimering av fosforkonsentrasjon i vannet som dreneres ut etter oversvømmelse, tok vi utgangspunkt i data fra noen grøftevannsmålinger ved vestre Vansjø under normale forhold.

I en flomsituasjon vil imidlertid både de kjemiske og fysiske forholdene være forskjellig fra en normalsituasjon. I normalsituasjonen er de største porene i jorda luftfylte. Ved en nedbørsepisode kan en få rask vanntransport i de store porene hvor fosforholdige partikler rives med og transporteres ut via drensgrøftene. I en flomsituasjon vil profilet gradvis fylles opp med vann for deretter å dreneres gradvis når flommen trekker seg tilbake. I disse situasjonene vil vannstrømmen sannsynligvis ha for liten energi til å rive løs fosforholdige

partikler. Ved stående vann på leirjord vil jordstrukturen kollapse slik at jorda lett blir oppslemmet i vannet (Eggestad et al. 2007). Når overflatevann og porevann i jorda renner bort når flommen trekker seg tilbake, er det en risiko for at oppslemmet jordmateriale følger vannstrømmen. Med jorda følger også partikkelbundet fosfor.

I vannmettet jord blir oksygenutvekslingen dårligere, og det er større risiko for at det oppstår anaerobe forhold. En betydelig del av fosforet i jord er bundet til jernoksider. Ved anaerobe forhold reduseres jernet og jernoksidet løses opp, og dermed får en også frigjøring av fosfor. Biologiske oksygenforbrukende prosesser er viktig i forhold til om det oppstår anaerobe forhold. Temperatur og tilgang på lett omsettelig organisk materiale er faktorer som bestemmer hvor fort oksygenet brukes opp. Det er funnet lav fosforfrigjøring i jord med lavt innhold av nedbrytbart organisk materiale (Loeb et al. 2007 og 2008b). Det er også funnet lav fosforfrigjøring ved 5°C sammenlignet med frigjøringen ved 15-20°C (Loeb et al. 2008a). Ved nitrat i jorda vil ikke fosforfrigjøringen starte før nitratet har blitt redusert (Banach et al. 2009). Dette betyr at risikoen for at det oppstår anaerobe forhold og frigjøring av partikkelbundet fosfor avhenger av når på året oversvømmelsen skjer. Om sommeren er det vilkår for høy biologisk aktivitet og høyt oksygenforbruk, men høyt nitratinnhold i jorda på grunn av gjødsling kan føre til at det likevel tar en del tid før jernoksider reduseres og fosfor frigjøres. Vi har ikke grunnlag for å si noe om hvor mange dager det tar før det oppstår anaerobe forhold under de betingelsene man har ved vestre Vansjø i ulike deler av året. 2000-flommen varte i 90 døgn på de laveste partiene, og med så langvarig oversvømmelse er det ikke usannsynlig at det oppstår anaerobe forhold og frigjøring av fosfor, iallfall i matjordlaget.

I mineraljord er det bare matjordlaget (de øvre 20-30 cm) som inneholder organisk materiale i betydelige mengder. Undergrunnsjorda inneholder lite organisk materiale, slik at det kan ta lang tid før det her oppstår anaerobe forhold med reduksjon av jern ved en oversvømmelse. Det betyr at fosfor som frigjøres i matjordlaget på grunn av anaerobe forhold kan bindes igjen i undergrunnsjorda når vannet dreneres ut.

Ved flom like etter gjødsling vil en ha gjødselfosfor som er lett løselig og kan oppløses i flomvannet. Fosforgjødslingsnivået på korn- og grasarealer ved vestre Vansjø er nå veldig lavt, og en kan regne at mye av fosforet vil bindes igjen ved drenering av flomvannet via jordprofilet. Hvis vannet går ut igjen på overflaten eller i større sprekker i jordlaget, kan imidlertid gjødselfosfor som er spredd på overflaten gi et betydelig bidrag.

Ved flom etter frost kan fosfor i planterester vaskes ut. Pågående forsøk antyder at dette kan dreie seg om cirka 100 g fosfor per daa på eng. På samme måte som for gjødselfosfor kan en regne at mye av dette vil bindes igjen ved drenering av flomvannet via jordprofilet, men gi et bidrag hvis vannet går ut igjen på overflaten eller gjennom større sprekker i jordlaget.

Estimert fosforkonsentrasjon i dreneringsvann

Dataene fra grøftevannsmålingene under normalforhold viser stor variasjon fra grøft til grøft og mellom prøvetakingstidspunkter. Variasjonsbredden var fra 12 til 1000 µg P/L (Upubliserte data). I grøftene med de høyeste konsentrasjonene ble det påvist E.coli, noe som tyder på fekal forurensning. Arealavrenning uten forurensning har derfor lavere verdier enn de høyeste verdiene som ble funnet i denne undersøkelsen. Ut i fra disse dataene og vurderingene ovenfor er det i beregningen for fosfortap ved flom antatt at fosforkonsentrasjonen til flomvannet som dreneres ut via jordprofil og drensgrøfter ligger i området 50 –400 µg P/L.

Estimert fosforkonsentrasjon i inngående flomvann
Som nevnt inneholder vannet som oversvømmer arealene fosfor. For å se på nettobidraget fra de oversvømte jordbruksarealene må dette trekkes fra. Analysetall fra vestre Vansjø under sommerflommer/høy vannstand om sommeren viser totale fosforkonsentrasjoner på 35-50 µg P/L (Skarbøvik et al. 2008 og 2011). Av dette utgjør løst fosfor 10-15 µg P/L. Sedimentkonsentrasjonen (SS) ligger i området 10-12 mg/L. Ved oversvømmelse må en imidlertid regne at en del av vannet som oversvømmer jordbruksarealene er oppstuvet bekkevann. Data fra bekkemålingene rundt vestre Vansjø viser at konsentrasjonene av partikler og fosfor er mye større her enn ute i innsjøen (f.eks. Skarbøvik et al. 2008 og 2011). Hvis en tar utgangspunkt i at vannprøver med sedimentkonsentrasjon større enn 50 mg/L representerer avrenning under relativt intensiv nedbør, er middelkonsentrasjon av partikler og fosfor i bekkevann i flomsituasjoner 150 mg SS/L og 500 µg P/L. Under nedbørepisoder er det sannsynligvis slik at avrenningen fra lokale nedbørfelt kommer først, så kommer flommen i Hobølelva og fyller opp Vansjø og presser det lokalt tilførte avrenningsvannet tilbake inn i grøftene og inn på jordene. Ute i sjøen vil en del av partiklene og fosforet i bekkevannet sedimenteres før det blir presset tilbake og inn på jordene.

Vi har her regnet at konsentrasjonen i vannet som oversvømmer jordbruksarealene er 100 µg P/L, hvorav 25 % er løst fosfor. Dette er kanskje i underkant av den konsentrasjonen som faktisk er i det vannet som oversvømmer jordbruksarealene.

Estimert fosforkonsentrasjon i vann som går ut via overflateavrenning
Vannet som går ut via overflateavrenning forventes å ha en annen fosforkonsentrasjon enn vannet som går ut via jordprofil og grøfter. På overflaten vil løst fosfor frigjøres fra jorda til vannmassene samtidig som en del av de fosforholdige partiklene i flomvannet vil sedimentere. I jord finner en lite løst fosfor i jordvæska, men dette betyr ikke at det er ubetydelig mengder vannløselig fosfor i jord. I en laboratoriestudie er det vist at en betydelig mengde partikkelbundet fosfor ble løst når jorda kommer i kontakt med mye vann (Øgaard, 1995). Mengden fosfor som er i løsning i jord er styrt av likevektskonsentrasjonen. For fosfor er likevekts-konsentrasjonen lav, slik at ved vanlige fuktighetsforhold er det aller meste av fosforet partikkelbundet. Ved flom kommer overflatejorda i kontakt med store mengder vann som har en lavere konsentrasjon av løst fosfor enn likevektskonsentrasjonen i jorda. Følgelig vil jordpartiklene gi fra seg fosfor til flomvannet. Mengden fosfor som går ut i vannet vil avhenge av hvor stor del av overflatejorda som står i god kontakt med vannet, jordas innhold av lett tilgjengelig fosfor og fosfatkonsentrasjonen i det inngående flomvannet. Mengden jord som står i god kontakt med flomvannet er sannsynligvis avhengig av hvor løs og ujevn overflatejorda er ved oversvømmelse. Sannsynligvis vil en vegetasjonsdekket jord gi fra seg mindre løst fosfor til flomvannet enn en jord som har en løs og ujevn overflate etter jordarbeiding.

Ut i fra laboratoriestudiet som er nevnt ovenfor og med et tillegg for muligheten for økt fosforfrigjøring på grunn av anaerobe forhold, er det estimert at middelkonsentrasjonen av løst fosfor (fosfat) i flomvannet som står over dyrka jord er i området 100 -200 µg P/L. Total fosforkonsentrasjon i inngående flomvann er, som beskrevet over, estimert til 100 µg P/L hvorav fosfat utgjør 25 µg P/L. Det betyr at bidrag fra jord til flomvannet er 75 -175 µg fosfat/L. Sedimentasjon av partikkelbundet fosfor i flomvannet er estimert til 40 µg P/L, det vil si drøyt 50 % av det partikkelbundne fosforet. Netto bidrag fra jord til flomvann blir da på henholdsvis 35 og 135 µg P/L ved de to ulike alternativene. Vi har i disse beregningene forutsatt at overvannet har samme konsentrasjon som estimert konsentrasjon i inngående vann, selv om mye av vannet sannsynligvis har passert jordprofilet på veien inn. Vi har valgt

å ikke regne med et konsentrasjonsintervall her, fordi vi antar at den valgte verdien ligger innenfor variasjonsbredden av faktisk verdi.

4.4.5 Transport av fosfor fra oversvømt jordbruksareal

Når flommen trekker seg tilbake er det to mulige transportveier for vannet. Det kan gå ut via jordprofil og drensgrøfter eller det kan gå ut i innsjøen på overflaten. Hvordan vannmassen fordeler seg på disse to ulike transportveiene ved ulike flomstørrelser har vi ingen målinger av, men ved gode dreneringsforhold er det rimelig å anta at det meste av vannet går gjennom jorda og ikke trekker seg tilbake på overflaten. Vi har likevel regnet med følgende ulike alternativer:

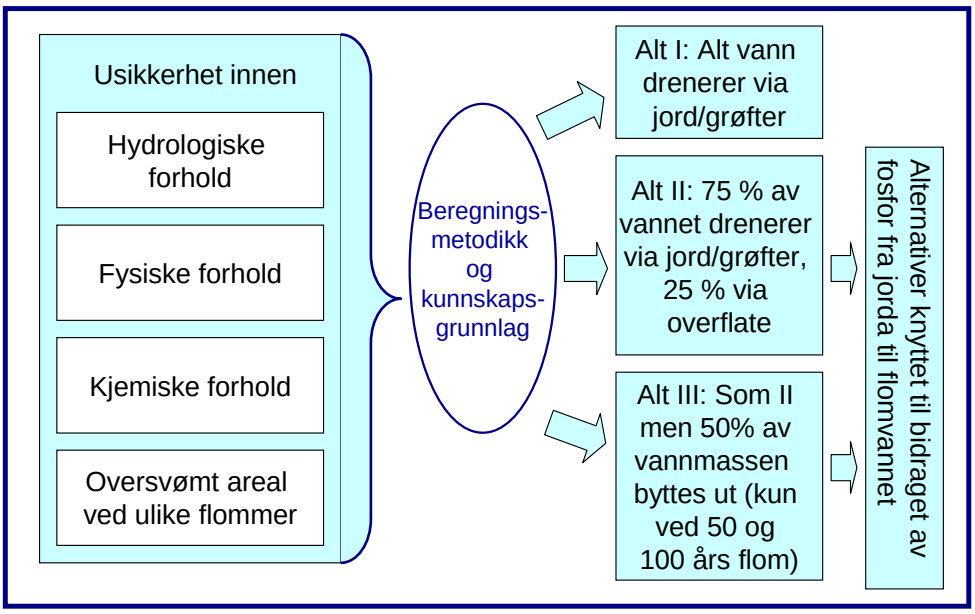
I. Hele vannmassen på oversvømt areal går ut via jordprofil og drensgrøfter.
II. 75 % av vannmassen på oversvømt areal går ut via jordprofil og drensgrøfter og de resterende 25 % av vannmassen går ut på overflaten.

Flomvoller langs en del av de flomutsatte arealene samt utsagn fra jordbrukere (se kapittel 4.3) tilsier at det meste av vannmassen går ut via jordprofiler og drensgrøfter når flommen trekker seg tilbake.

I begge disse alternativene har vi regnet med en statisk vannmengde som ikke byttes ut med innsjøvannet i løpet av flomperioden. Vi har i tillegg regnet med et alternativ hvor det for 50- og 100-års flom beregnes at 50 % av vannmassen på overflaten byttes ut i løpet av flomperioden. Det blir dermed en større total vannmengde som påvirkes av jordbruksarealet. I dette alternativet har vi tatt utgangspunkt i alternativ II ovenfor og beregnet et tillegg for vannmassen som byttes ut:

III. Alternativ II + utbytting av 50 % av vannmassen i flomperioden (50- og 100-års flom)

Figur 4.4 illustrerer disse tre alternativene sett i lys av usikkerhetene i forutsetningene som ligger til grunn for beregningene. For de to siste alternativene er det også utarbeidet beregninger basert på mengden fosfor som frigjøres fra jord til flomvann.



Figur 4.4. Skisse over de tre alternativene som er utgangspunktet for beregningene for fosfortap fra jorder. Usikkerhet i inngangsdata er også illustrert i figuren. Se tekst for forklaring.

Alternativ I: Hele vannmassen på oversvømt areal går ut via jordprofil og drensgrøfter
Fosfortapet ved de ulike flomstørrelsene er beregnet ved å multiplisere estimert vannmengde som dreneres med estimert fosforkonsentrasjon i drensvannet fratrukket estimert fosforkonsentrasjon i inn-vann (100 µg P/L). Det er gjort beregninger med begge ytterpunktene i antatt fosforkonsentrasjon i drensvannet, henholdsvis 50 –400 µg P/L. Dette gir følgende estimerte fosfortap fra oversvømt jordbruksareal for de ulike flomstørrelsene:

Flomstørrelse	**Fosfortap (kg)**
100-års flom (2000-flommen) (27 moh)	-120 til 720
50-års flom (26,7 moh)	-80 til 490
10-års flom 26,2 moh)	-30 til 200
2-års flom (middelflom) (25,6 moh)	-5 til 30

I tabellen representerer de laveste verdiene estimert fosforkonsentrasjon i drensvann på 50 µg P/L, mens de høyeste verdiene representerer estimert fosforkonsentrasjon på 400 µg P/L i drensvannet. Negative verdier betyr et netto tap, dvs. at mer fosfor blir liggende igjen på jordene etterat flomvannet trekker seg tilbake. Positive verdier betyr at det lekker ut fosfor fra jordene til vannmassene.

Alternativ II: 75 % av vannmassen på oversvømt areal går ut via jordprofil og drensgrøfter og de resterende 25 % av vannmassen går ut på overflaten
Her er det regnet med to alternativer hvor vannmassen som går ut på overflaten har et estimert nettobidrag av fosfor på henholdsvis 35 og 135 µg P/L, mens vannet som dreneres via jordprofil og grøfter gir 75 % av bidraget som er beregnet under alternativ I.

Ut i fra disse forutsetningene blir estimerte fosfortap fra oversvømt jordbruksareal ved de ulike flomstørrelsene som angitt i tabellen nedenfor. Alternativ IIA er beregnet med netto bidrag fra jord til flomvann på 35 µg P/L, mens alternativ IIB er beregnet med netto bidrag fra jord til flomvann på 135 µg P/L. Som i tabellen over, representerer de laveste verdiene i intervallet estimert fosforkonsentrasjon i drensvann på 50 µg P/L, mens de høyeste verdiene representerer estimert fosforkonsentrasjon på 400 µg P/L i drensvannet.

Flomstørrelse	**Alternativ IIA Fosfortap (kg)**	**Alternativ IIB Fosfortap (kg)**
100-års flom (2000 flommen)	-70 til 560	-20 til 620
50-års flom	-50 til 380	-15 til 420
10-års flom	-20 til 160	-5 til 170
2-års flom (middelflom)	-5 til 20	-2 til 25

Alternativ III: Alternativ II med utbytting av 50 % av vannmassen i flomperioden (50- og 100-års flom)

I de største flommene blir de oversvømte arealene en del av innsjøen, og en kan anta at deler av flomvannet som står over jordbruksarealene byttes ut med nytt innsjøvann på grunn av vind og strøm under flomperioden. Dette gir en større vannmengde som er påvirket av jordbruksarealene sammenlignet med Alternativ I og II hvor vi har gjort beregninger basert på en statisk vannmengde.

Tilsvarende som under alternativ II, er alternativ IIIA beregnet med netto bidrag fra jord til flomvann på 35 µg P/L, mens alternativ IIIB er beregnet med netto bidrag fra jord til flomvann på 135 µg P/L. Dette gir følgende estimerte fosfortap fra oversvømt jordbruksareal for de ulike flomstørrelsene:

Flomstørrelse	**Alternativ IIIA Fosfortap (kg)**	**Alternativ IIIB Fosfortap (kg)**
100-års flom (2000 flommen)	-35 til 600	130 til 760
50-års flom	-25 til 410	80 til 510

4.5 Konklusjon om fosfortap ved flom

Når det gjelder flom på jorder er det mange ulike faktorer og prosesser som påvirker fosfortapet. Vi har ikke målinger fra flomsituasjoner, og har derfor begrenset kunnskap om hva som faktisk skjer under flom og hvilke prosesser som dominerer. Vi har gjort beregninger basert på ulike hypoteser angående strømningsveier og prosesser for fosforfrigjøring i en flomsituasjon, og brukt tilgjengelige data som utgangspunkt i beregningene. Avhengig av flommens størrelse og hvilke hypoteser som brukes, har beregningene gitt at netto fosforbidrag fra oversvømte jordbruksarealer kan være alt fra negativt (noen titalls kilo mer fosfor tilbakeholdes enn det som frigis) til et stort bidrag til innsjøen på flere hundre kg fosfor ved de store flommene. Hvis jordene i tillegg blir anaerobe over lang tid vil utlekkingen kunne øke, men dette er det ikke regnet på. Med mange ukjente faktorer får de beregnete verdiene stor variasjonsbredde, og det er også usikkert om den virkelige verdien ligger innenfor variasjonsbredden.

Sett under ett er det rimelig å anta at flommer har negativ innvirkning på vannkvaliteten i innsjøen. Flommen i 2000 og virkningene etter denne illustrerer ulempene ved større flomhendelser i dette vassdraget, jf. Vannområdeutvalget Morsas flomnotat (Gunnarsdottir 2010).

5. Utkast til nytt manøvreringsreglement

5.1 Innledning

Utkastet til manøvreringsreglement er basert på den informasjonen som har vært mulig å fremskaffe i løpet av prosjektet, samt på prosjektmedlemmenes kompetanse og faglige skjønn. Det vil være opp til Moss kommune i samarbeid med de øvrige Vansjøkommunene og Vannområdeutvalget Morsa å vurdere om det er dette forslaget – eller et annet – som skal legges til grunn for en eventuell søknad om endret reglement.

Det foreslåtte reglementet har tatt utgangspunkt i at det *ikke* utføres flomtiltak. Hvis flomtiltak utføres vil muligheten til å regulere vannstanden endres betraktelig, avhengig av hvilket tiltak som gjennomføres. Dette vil igjen gi en rekke ulike forhold som det ikke er realistisk å ta høyde for innenfor dette prosjektet.

Når det gjelder vekting mellom vannkvalitet og de ulike brukerinteressene er følgende avveininger tatt:

- Vannkvalitet er hovedårsaken til forslaget om nytt reglement. Dette hensynet er derfor satt høyt i avveiingen. Det er imidlertid viktig å huske at det er mange faktorer som kan påvirke vannkvaliteten, og mange andre mulige tiltak som kan bedre vannkvaliteten i innsjøsystemet.
- Fare for flom har betydning både for vannkvaliteten og for økonomiske interesser, herunder skade på avling og bygningsmasse (industri, kraftverk, privathus, brygger, broer, mm). Manøvreringsreglementet vil imidlertid kun ha innvirkning på flomforholdene rundt innsjøen og ikke oppstrøms i feltet. Mengden erosjonsmateriale i tilførselselver og –bekker vil selvsagt ikke påvirkes, og renseanlegg oppstrøms innsjøen er like utsatte uavhengig av manøvrering.
- Økonomiske interesser omfatter hovedsakelig jordbruk, kraftverk og industri i tillegg til privatboliger, brygger, annen infrastruktur og drikkevannsforsyning. Sistnevnte har inntak i Storefjorden. Det har ikke blitt gjort noen rangering mellom disse interessene.
- Friluftsliv/båtliv er viktig i Vansjø med så mange brukere, men her må det skjeles til at det for denne gruppen også er viktig med god vannkvalitet. Når det er sagt har ønsker fra båt- og friluftsliv blitt tatt med i avveiingen for hver sesong, og der det har vært mulig har ønskene blitt forsøkt etterlevd.
- Sist men ikke minst er det viktig at det foreslåtte reglementet ikke blir så komplisert at det blir vanskelig å gjennomføre det i praksis.

I det følgende er reglementet diskutert i forhold til sesong (vinter, vår, sommer, høst) med unntak av absolutt HRV og LRV som gjelder for hele året. En tabell viser først dagens reglement og synspunkt fremkommet i de fire gruppene på brukermøtet, deretter gis en kort diskusjon og et forslag på fremtidig reglement. Sist i kapittelet er forslaget til nytt reglement gitt samlet.

I diskusjonen benyttes lokale vannhøyder ved Rødsund bro, ettersom det er disse vannhøydene som lokalbefolkningen er kjent med. I et reglement bør imidlertid kotehøyder oppgis. Derfor er det i forslagene og i oppsummeringen benyttet kotehøyder, med lokal vannstand i parantes.

5.2 Høyeste og laveste regulerte vannstand (HRV og LRV):

Absolutt HRV:

Dagens HRV	2,98 m
Gruppe Vannkvalitet	2,70 m pga fare for flom på jorder med tilhørende vannkvalitetsforringelse
Gruppe Båtliv/fritid	2,70 m (mest mulig stabil vannstand pga naturmangfold)
Gruppe Kraft/industri	Ingen forslag om endring.
Gruppe Jordbruk	Ingen forslag om endring av absolutt HRV (i perioden 1. desember – 1. mars). HRV=2,0 m i perioden 1. mars-1. juni; 2,3 m i perioden 1. juni-1. desember.

Absolutt LRV

Dagens LRV	1,50 m men mulig å gå lavere hvis fare for flom
Gruppe Vannkvalitet	1,50 m
Gruppe Båtliv/fritid	1,50 m (men hvis mulig høyere pga stabilitet i vannstanden – biomangfold)
Gruppe Kraft/industri	1,50 m (kraft), industri har interesse av at vannstanden ved inntaket foran demningen ikke blir for lav.
Gruppe Jordbruk	1,50 m

Diskusjon
HRV og LRV er juridisk bindende vannstander. I Vansjø bør det imidlertid være mulig å senke HRV selv om det i enkelte år ikke er praktisk mulig å regulere seg bort fra en overskridelse, dette fordi utløpet i Mosseelva har lav kapasitet. Ved å sette HRV til 2,70 m er det sannsynlig at regulanten vil starte uttapping tidligere for å unngå flom enn hvis HRV er 2,98 m. Tatt i betraktning de store ulempene en oversvømmelse av innsjønært areal har på flere grupper brukerinteresser og også muligens for vannkvaliteten mener prosjektgruppen at det er fornuftig å senke HRV ned til nedre flomvannstand (2,70 m).

Prosjektgruppen ser ingen grunn til å øke LRV, dette fordi det tross usikkerheten som fremgår av kapittel 4 antas at oversvømmelser av jorder kan i visse tilfelle være negative for vannkvaliteten, i tillegg til at oversvømmelser vil skade infrastruktur. Derfor foreslås det at det i reglementet blir åpning for å gå under LRV for å unngå overskridelse av HRV i enkelte situasjoner (som f.eks. stor snømengde og sen vårflom).

Forslag
For å redusere faren for oversvømmelse av innsjønært areal foreslås at HRV senkes fra 2,98 m til 2,70 m (nedre flomvannstand).
LRV forblir på 1,50 m, men det må være mulig å gå lavere enn 1,50 hvis det ansees at det er fare for flom/overskridelse av HRV.

5.3 Vintervannstand (1. desember – ca. 10 februar)

Dagens vannstand	'søkes holdt på 2,10 m'
Gruppe Vannkvalitet	1,95 (eller variabel for å være forberedt på vårflom)
Gruppe Båtliv/fritid	Stabil, vannstanden (+/- 2,10) er uvesentlig
Gruppe Kraft/industri	Kraft: Mulighet for å manøvrere ned til 1,50 m. Industri: redd for lite vann før snøsmelting.
Gruppe Jordbruk	Uvesentlig

Diskusjon
Vannkvalitetsgruppen mener vannstanden om vinteren kan være variabel, eller ihvertfall lavere enn dagens vannstand på 2,10 m for å være forberedt på tidlige vårflommer. Kraftverksinteressene vil ha større rom for regulering. Båtliv/friluft er opptatte av at vannstanden skal være stabil (brygger, båter, ski, skøyter).

Industri (Peterson) er opptatt av at det er nok vann i nedre del av Mosseelva. Vi har derfor undersøkt hvilken vannstand som behøves per 10.februar for å ha nok vann til Peterson utover vinteren fram til 1. mai (seneste smeltestart). Hvis det ikke kjøres i kraftverket, vil 1,70 m være høy nok vintervannstand selv uten tilsig. Det bør derfor ikke være noe problem for Peterson om vannstanden vinterstid senkes.

En senkning av vintervannstanden fra 2,10 kan være fornuftig for å unngå vinterflom, særlig hvis klimascenarier om våtere og varmere vintre viser seg å stemme. Men en stor brukergruppe har nytte og tildels økonomisk interesse (skade på bryggeanlegg) av at vannstanden ikke endres mye om vinteren. Dette kan også være gunstig i forhold til å unngå erosjon langs breddene av både innsjø og Mosseelva i løpet av vinteren. Siden innsjøen er regulert er det dog naturlig at vannstanden vil synke noe utover vinteren.

Forslag
Reglementet endres fra at vannstanden i perioden 1. desember til ca. 10 februar 'søkes holdt på 2,10 m' til:

I perioden primo desember til medio februar søkes vannstanden holdt stabil inntil isen har lagt seg, og over kote 24,35 (1,8 m). Vannstanden søkes deretter holdt stabil gjennom vinteren.

5.4 Vårvannstand (februar – mai/juni)

Dagens vannstand	”På stigende vannstand manøvreres slik at flomluken er helt åpen senest når vannstanden overstiger 2,50 m og holdes åpen på høyere vannstander. Etter vårflommen søkes vannstanden snarest mulig senket til 2,30 m.” Vannstanden kan i perioden tappes ned til 1,50. I midten av mai skal vannstanden ligge rundt 2,30 m.
Gruppe Vannkvalitet	Tapping ned til 1,50 m er greit, men gjerne heve til 2,60 m i begynnelsen av sommeren, hovedsakelig for å kunne tappe mer i løpet av sommeren, men også for å holde utbredelsen av vannplanter på et akseptabelt nivå. Noe uenighet i gruppen mht fordelene ved vanngjennomstrømning sett i forhold til å holde et stort vannvolum hele sommeren.
Gruppe Båtliv/fritid	Etter 15. april foreslås det at vannstanden økes til 1,80 m (båtliv). Høy vannstand om våren kan oversvømme fuglereder.
Gruppe Kraft/industri	Ikke for langt ned om våren i tilfelle tørke (industri). Bred reguleringsmulighet og derfor mulighet for bred vannstandsvariasjon ønskelig for kraftproduksjon.
Gruppe Jordbruk	1. mars-1. juni: Ikke høyere enn 2,0 meter.

Diskusjon
Behov/ønsker i forhold til både vannkvalitet og brukere avviker i denne perioden, spesielt i siste del. Dette gjelder særlig for avveiingen mellom jordbrukets behov for lav vannstand i mai sett opp mot forslaget om å få vannstanden opp til 2,60 m i juni for å sørge for gjennomstrømning om sommeren.

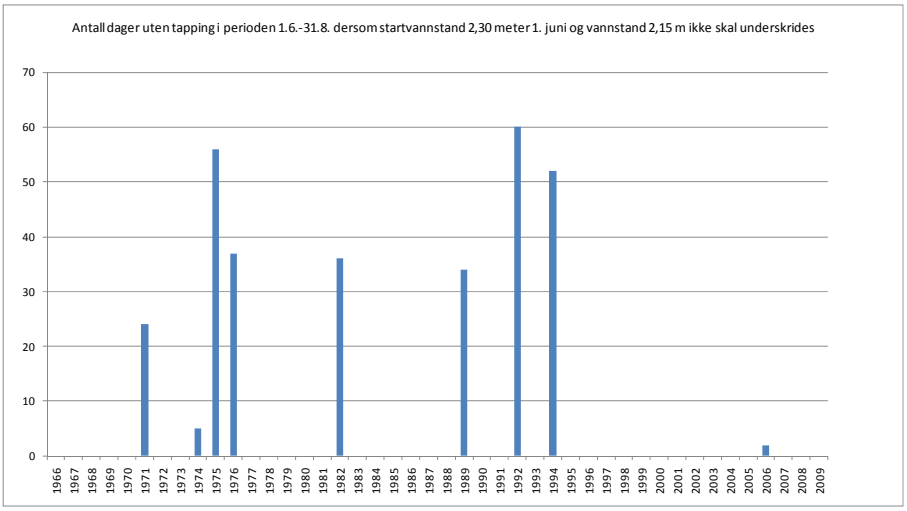
For kraftinteressene er det som regel slik at en størst mulig reguleringshøyde og ’handlingsrom’ alltid vil være det optimale. Det antas at det kan åpnes for at dette ønsket ikke oppfylles i den vanskelige perioden i mai/juni mot at det til gjengjeld vil bli større manøvreringsrom i sommermånedene. Industri vil unngå for lav vannstand om sommeren for å hindre vannmangel ved inntaket nederst i Mosseelva, men en vannstand nede på 2,15 m vil ikke gi noe problem. Etter 15. april ønsker Båtforeningen at vannstanden økes til 1,80 m. I de aller fleste år burde det ikke være noe problem å åpne for en gradvis heving av vannstanden i april, forutsatt at snøsmelteperioden er avsluttet.

Jordbruk ønsker lav vannstand om våren og ber om at vannstanden ikke overstiger 2,0 meter før 1. juni, dette for å unngå avlingstap. Vannkvalitetshensyn tilsier også at flom ikke er ønskelig om våren, fordi oversvømmelser av jorder om våren representerer en potensiell fare for økt næringsstoffinnhold i innsjøen. Som vist i Kapittel 4 er det knyttet stor usikkerhet til hvor stor mengde fosfor som kommer ut i vannmassene fra oversvømte jorder, dette kan dreie seg om alt fra tilbakeholdelse av noen titalls kilo fosfor på jordene til utlekking av flere hundre kilo. Inntil mer grundige undersøkelser er gjennomført kan sikrere estimat enn dette ikke fremlegges. Imidlertid er det lite vegetasjon som holder på jorda om våren, og åkrene kan være nylig gjødslet selv om det nå brukes lite gjødsel på innsjønære åkrer.

Det ble avholdt et eget møte med jordbrukere den 12. januar 2011, kombinert med spørreskjema og oppfølgende spørsmål i ettertid ga dette bl.a. følgende informasjon (se også kapittel 4): I de fleste årene vil våronna være avsluttet før 15./20. mai i områdene rundt Vansjø, men arealene trenger fortsatt noe tid før vannstanden heves for mye. Det er en fordel med litt "tørke" den første tiden slik at plantene etablerer et godt rotsystem og blir mer

motstandsdyktige utover i vekstsesongen. Med et godt rotsystem vil også stubben beskytte bedre mot erosjon i vinterhalvåret. Grensen for oversvømming på nysådd åker er to dager, deretter oppleves avlingsreduksjon eller helt ødelagt avling. Flom om våren er derfor et stort problem for jordbrukere.

Hvis imidlertid et ønske fra jordbrukere om å holde vannstanden på 2,0 meter frem til 1. juni innfris så må man unngå å tappe (inkludert å kjøre kraftverket) om sommeren annethvert år for å holde vannstanden på minst 2,0 meter frem til 1. september[1]. I ett av 10 år vil vannstanden synke til under 2,0 meter selv uten tapping. En vannstand på 2,0 m frem til 1. juni vil derfor kunne gi lav vannstand i innsjøen resten av sommeren, noe som ikke er ønskelig for vannkvaliteten. Hvis i stedet vannstanden innen 1. juni legges på 2,30 m og vannstanden ikke skal gå under 2,15 meter resten av sommeren så må vannføring ut av Mossefossen stoppe opp i omlag 1 av 6 somre, se figur 5.1. I spørreskjemaet var det kun en jordbruker som oppga at jorder ble vannmettet allerede ved 2 meter ved Rødsund bro, men svarene var ikke konsistente på dette spørsmålet.

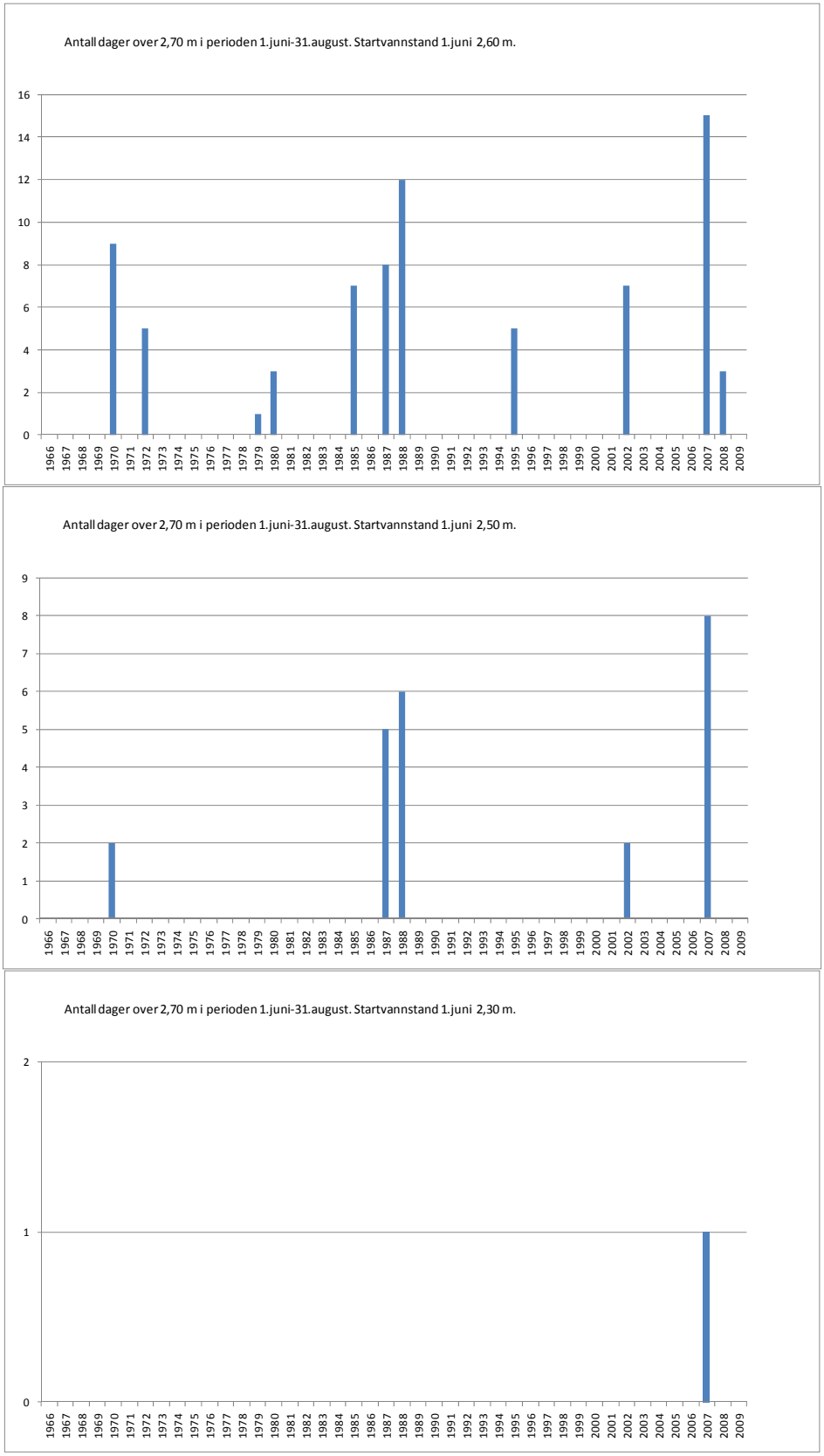


Figur 5.1. Antall dager uten tapping ut av Vansjø hvis startvannstanden den 1. juni er på 2,30 m og det forutsettes at en vannstand på 2,15 m ikke skal underskrides, vist for perioden 1966-2009.

Figur 5.1 viser altså at ved en vannstand på 2,30 m den 1. juni så ville 9 av 43 år ha hatt dager uten tapping. I seks av årene ville det vært tappestans i mer enn 30 dager (fordelt over tre sommermåneder). I særlig tørre somre, som i 1975, 1992 og 1994 kan det da bli mer enn 50 dager uten tapping, og altså lengre perioder med stillestående vann både i innsjøen og i Mosseelva. Det er forøvrig interessant at siden 1994 ville et slikt manøvreringsregime kun ha medført tappestans i ett år, 2006, og da kun i noen få dager. Dog vil det selvsagt også i fremtiden kunne forventes tørkesomre.

Når det gjelder flomfare om sommeren er også dette beregnet ut fra tidligere års hydrologi. Figur 5.2 viser antall dager med vannstand over 2,70 m for hvert år siden 1966 hvis vannstanden 1. juni er på henholdsvis 2,6, 2,5 og 2,3 m. Faren for overskridelse av en evt. ny HRV er tilstede i ca. 1 av 4 år hvis vannstanden 1. juni er på 2,6 m. Hvis utgangsvannstand er 2,3 m var det kun i sommerflom-året 2007 at det ville blitt en overskridelse av HRV.

[1] Basert på data fra 1966-2010.



Figur 5.2. Antall dager med vannstand over 2,70 meter i perioden 1. juni-31. august ved en startvannstand den 1. juni på hhv 2,6, 2,5 og 2,3 m. Det er forutsatt at det tappes maksimalt ved 2,6 m.

Prosjektgruppen er enig i at det beste for Mosseelva er å sørge for en gjennomstrømning av vannet om sommeren. For Vanemfjorden og Grepperødfjorden er det lite sannsynlig at en gjennomstrømning har stor betydning.

Det er sterke politiske føringer for flere av de problemstillingene som er nevnt over, herunder:

- økt nasjonal matproduksjon (derved unngå oversvømming av matjord om våren)
- økt nasjonal kraftproduksjon basert på fornybar energi (herunder vannkraft; og derved øke handlingsrommet for kraftverket)
- EUs Vanndirektiv som krever god økologisk status i alle vannforekomster innen 2015/2021 (for Vansjø som pilotvassdrag i 2015).

Vårt forslag er et kompromiss hvor det er søkt å unngå fare for flom i mai/juni kombinert med relativt lav risiko for å ha stillestående vann i lengre perioder. Vannstanden er satt til 2,30 meter i mai for jordbrukets skyld. Det kan imidlertid tenkes at hvis våronna i alle deler av feltet kan utføres relativt tidlig, så kan vannstanden heves tidligere enn 1. juni. Dette kan f.eks. avtales hvert år mellom regulant og brukseiere/bondelag.

I tillegg til det ovenstående er det også nødvendig å se nærmere på denne formuleringen fra reglementet: *"På stigende vannstand manøvreres slik at flomluken er helt åpen senest når vannstanden overstiger 2,50 m og holdes åpen på høyere vannstander."* I praksis er det slik at hvis luken åpnes maksimalt så vil ikke kraftverket eller Petterson få tilstrekkelig vann. Det er også slik at vannstanden i Vansjø ikke går ned raskere hvis flomluken åpnes helt i starten pga forsinkelsene nedover i Mosseelva. Videre kan det være at det ikke heldig å vente helt til vannstanden når 2,50 m før flomlukene åpnes.

Forslag

I løpet av våren kan vannstanden senkes ned til kote 24,05 (1,50 m) eller lavere for å unngå at HRV overskrides i forbindelse med flom.

Når prognoser tilsier at vannstanden vil overstige 2,50 m, skal flomluken manøvreres slik at det tappes maksimalt i henhold til kapasitetskurve for Vansjø.

Etter at snøsmelting er overstått søkes vannstanden, i den grad det er forsvarlig i forhold til flomhensyn, hevet innen medio april til kote 24,35 (1,8 m) og fra primo/medio mai holdes nær kote 24,85 (2,3 m). Vannstanden kan fra månedsskiftet mai/juni heves til kote 25,15 (2,6 m).

I år med tidlig våronn kan vannstanden evt heves fra kote 24,85 (2,3 m) tidligere enn 1. juni etter avtale med bl.a. lokale bondelag. I denne forbindelse anbefales det at det kommende reglementet åpner for at det skal avholdes et årlig møte primo/medio mai mellom regulant (Moss kommune), eier (Borregaard), operatør (GLB), bondelag, Vannområdeutvalget Morsa og evt andre interessenter. I tillegg til å avklare tappestrategien nærmeste måned, evt. også videre ut over sommeren, bør møtet ha til hensikt å informere om og drøfte sentrale forhold med utgangspunkt i det siste årets manøvrering. Hvis dette tas med bør det i reglementet klargjøres hvem som har ansvar for å kalle inn til et slikt årlig møte.

5.5 Sommervannstand (mai/juni - 1. september)

Dagens vannstand	Holdes mellom 2,30 og 2,50 etter ca 15 mai for å ha generelt høy vannstand (stort volum) i innsjøen
Gruppe Vannkvalitet	Delt i synet på om gjennomstrømning eller konstant stort volum er best: (a) Rett etter vårflommen bør vannstand være minimum 2.3 men gjerne økes til 2,6 m for å redusere vannplanteutbredelse og muliggjøre en gradvis senking av vannstanden utover sommeren til 1. september. Vannstanden utover i august kan senkes fra 2,3 til 2,15. Mosseelva har fordeler av dette. (b) Beholde dagens reglement.
Gruppe Båtliv/fritid	Høy vannstand en fordel men 2,15 går. Ikke lavere enn 2,15. Høy vannstand om våren/forsommeren kan skade fugleegg i sivbeltet.
Gruppe Kraft/industri	Bredere variasjonsmuligheter om sommeren ønskelig for kraftverket.
Gruppe Jordbruk	Frem til 1. juni: max 2 meter. Fra 1. juni max 2,30 m.

Diskusjon
Det var en viss uenighet i Vannkvalitetsgruppen på dette området der flertallet mente at gjennomstrøming var det beste særlig for Mosseelva, mens et mindretall mente at stort vannvolum kan være en fordel gjennom hele sommeren (altså beholde reguleringen fra 1983 med en sommervannstand mellom 2,30 og 2,50 m).

Prosjektgruppen mener at de volumendringene det her er snakk om (i forhold til 2,30-2,50 m i reglementet fra 1983 og 2,60-2,15 m i prøvereglementet) er så små at de kan sees bort fra. Prosjektgruppen mener videre at en jevn tapping vil være en fordel for vannkvaliteten i Mosseelva. Som nevnt i kapittel 3 er det en fare for at for at lav vannstand om sommeren kan medføre resuspensjon av sedimenter og dermed frigjøring av fosfor fra sediment til vannmassene. Imidlertid må man her ta et valg mellom gjennomstrømning i Mosseelva og mulig forringelse av vannkvaliteten i Vanemfjorden. Vi har valgt å foreslå gjennomstrømning, men anbefaler at vannkvaliteten i innsjøen følges i forhold til fremtidig manøvrering i årene som kommer.

Jordbruk vil ha lav vannstand for å hindre flom på jorder, men sommerflommer er relativt sjeldne, og hvis vannstanden settes til 2,3 m frem til ca. 1. juni så overskrides 2,7 m sjeldent, se figur 5.2.

Forslag
I perioden juni-august skal det søkes å holde en jevn vannstrøm gjennom Mossefossen i den grad det er mulig innenfor følgende reglement:

I perioden primo juni – medio august kan vannstanden variere mellom kote 25,15 (2,6 m) og kote 24,70 (2,15 m). Fra medio august bør vannstanden ikke overskride kote 24,85 (2,3 m).

En senkning helt ned til kote 24,70 (2,15 m) tidlig i sommersesongen bør gjøres med varsomhet og kun hvis det foreligger værvarsel som tilsier at vannstanden vil øke igjen. Hva som skjer hvis vannstanden synker til kote 24,27 tidlig i sommersesongen (i tørre somre hvor det ikke er mulig å unngå dette) er det ikke her tatt stilling til. Dette er et politisk spørsmål som bør behandles gjennom eventuelle høringer i den formelle prosessen mot et nytt

manøvreringsreglement. Problemstillingen har også vært aktuell i forhold til manøvreringsreglementet fra 1983.

5.6 Høstvannstand (1. september – 1. desember)

Dagens vannstand	Kan tappe ned til 1,50 m etter 1. september og bør ikke gå over 2,30 m.
Gruppe Vannkvalitet	Dagens reglement er ok.
Gruppe Båtliv/fritid	Tapping ned til 1,50 m bør unngås frem til 15. oktober: 1,80 m frem til 15. oktober, deretter kan det tappes under.
Gruppe Kraft/industri	Bør være mulig å starte tappingen allerede 15. august (kraft).
Gruppe Jordbruk	Max 2,30 m, men kan gå så langt ned man vil.

Diskusjon
Alle brukere vil tappe mye om høsten unntatt båtfolket som vil ha vann til båtene frem til ca 15 okt. Friluftslivet er opptatt av jevnere vannstand året rundt. Prosjektgruppen mener at det viktigste her er å redusere faren for flom. Av den grunn imøtegås båteiere til en viss grad ved at vannstanden forsøksvis ikke senkes til 1,80 m før 1. oktober. Mht å få en jevnere vannstand året rundt (friluftsliv) er dette etter vår mening avhengig av at det iverksettes flomtiltak.

Tapping under 2,15 m allerede fra 15. august (som foreslått av kraftverksgruppen) bør unngås pga vannkvalitetshensyn (for lav vannstand om sommeren kan medføre uheldige forhold hvis sedimenter bringes opp i vannmassene ved resuspensjon, noe som igjen kan frigi fosfor fra sedimentene. I tillegg kan for lav vannstand øke uønsket vekst av vannplanter).

Forslag
Fra månedsskiftet august/september bør vannstanden senkes gradvis til 24,35 (1,8 m) i september og i oktober ned til kote 24,05 (1,5 m), eventuelt lavere ved fare for storflom. Fram mot primo desember heves vannstanden gradvis til kote 24,35 (1,8 m).

5.7 Samlet utkast til evt nytt reglement

HRV senkes fra kote 25,53 (2,98 m) til kote 25,25 (2,70 m).

LRV forblir på kote 24,05 (1,50 m), men det er mulig å regulere til en lavere vannstand hvis det er fare for flom/overskridelse av HRV.

I perioden primo desember til medio februar søkes vannstanden holdt stabil inntil isen har lagt seg, og over kote 24,35 (1,8 m). Vannstanden søkes holdt stabil gjennom vinteren.

Etter ca. 10 februar kan vannstanden senkes ned til kote 24,05 (1,50 m) eller lavere for å unngå at HRV overskrides i forbindelse med flom.

Når prognoser tilsier at vannstanden vil overstige 2,50 m skal flomluken manøvreres slik at det tappes maksimalt i henhold til kapasitetskurve for Vansjø.

Etter at snøsmelting er overstått søkes vannstanden, i den grad det er forsvarlig i forhold til flomhensyn, hevet innen medio april til kote 24,35 (1,8 m) og fra primo/medio mai holdes under kote 24,85 (2,3 m). Vannstanden kan fra månedsskiftet mai/juni heves fra kote 24,85 (2,3 m) til kote 25,15 (2,6 m).

I år med tidlig våronn kan vannstanden evt. heves over kote 24,85 (2,3 m) før 1. juni etter avtale med bl.a. lokale bondelag[2].

Om sommeren (juni-august) skal det søkes å holde en jevn vannstrøm gjennom Mossefossen i den grad det er mulig innenfor følgende reglement:

I perioden primo juni – medio august kan vannstanden variere mellom kote 25,15 (2,6 m) og kote 24,70 (2,15 m). Fra medio august bør vannstanden ikke overskride kote 24,85 (2,3 m).

En senkning helt ned til kote 24,70 (2,15 m) tidlig i sommersesongen bør gjøres med varsomhet og fortrinnsvis hvis det foreligger værvarsel som tilsier at vannstanden vil øke igjen[3].

Fra månedsskiftet august/september bør vannstanden senkes gradvis til kote 24,35 (1,8 m) i september og i oktober ned til kote 24,05 (1,5 m), eventuelt lavere ved fare for storflom. Fram mot primo desember heves vannstanden gradvis til kote 24,35 (1,8 m).

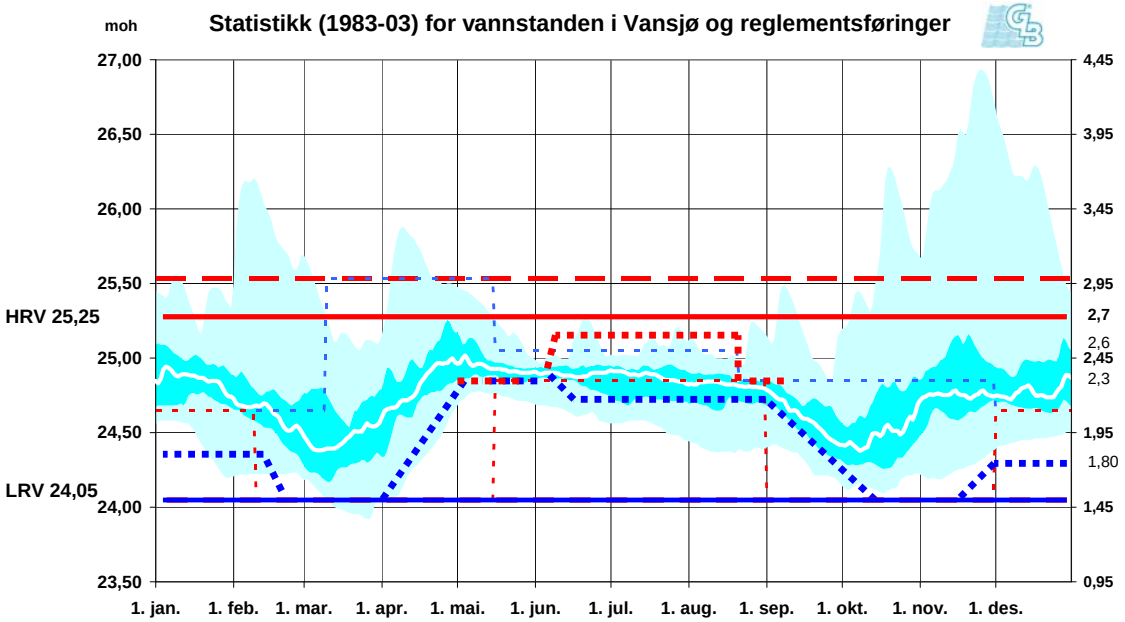
Reglementet som er foreslått her oppfyller ikke målsetningen om et enkelt reglement, men det er her forsøkt å tilpasse vannstandsvariasjonene til flest mulig hensyn. Reglementet er forsøkt skissert i figur 5.3.

Som nevnt i innledningen til dette kapittelet er dette kun et forslag fra prosjektgruppen. Det foreligger endel valg i ovenstående som kan være av politisk art. Veien frem mot et endret

[2] Det anbefales i denne forbindelse at det i det kommende reglementet innarbeides at det skal avholdes et årlig møte medio mai mellom regulant (Moss kommune), eier (Borregaard), operatør (GLB), bondelag, Vannområdeutvalget Morsa og evt andre. Reglementet bør i så fall gi beskjed om hvem som har ansvar for å kalle inn til et slikt årlig møte.

[3] Prosjektet har ikke konkludert i forhold til hva som bør gjøres hvis vannstanden i tørre somre synker tidlig til kote 24,70 (2,15 m). Det må bli en politisk beslutning om all vannstrøm ut av Moss dam i så fall bør opphøre.

reglement er fortsatt lang og vil eventuelt inkludere en formell søknad fra Moss kommune til NVE. NVEs behandling av søknaden vil bl.a. inkludere en høring. Det henvises til NVEs veileder om konsesjonsbehandling av vannkraftsaker (Stokker 2010) for mer detaljer omkring denne prosessen.



Figur 5.3. Forslag til nytt reglement. Blå prikkete linjer markerer sesongmessig lavvannstand mens røde prikkete linjer markerer sesongmessig HRV. Absolutt HRV og LRV gitt som heltrukne streker. Reglementet fra 1983 er gitt i tynnere linjer for sammenligningens skyld.

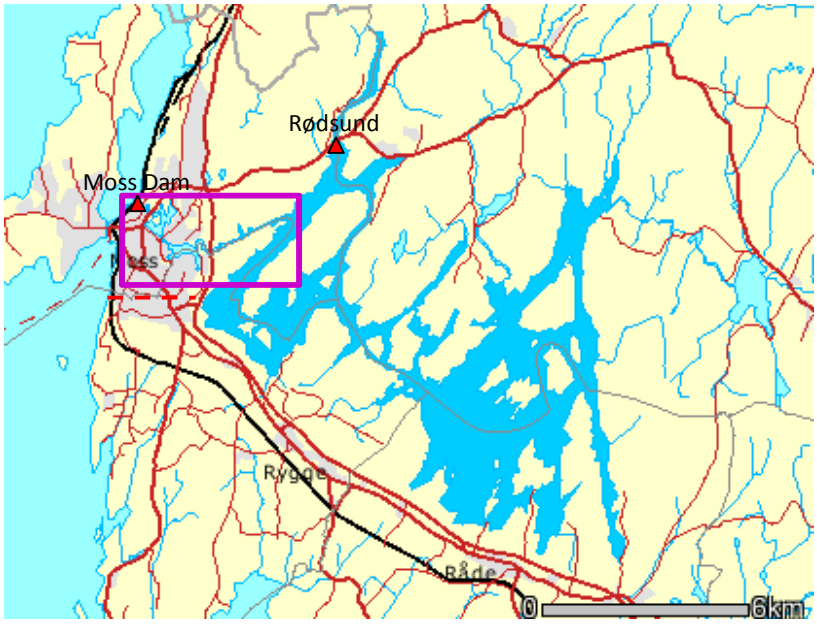
6. Flomtiltak

6.1 Innledning

Oppgaven gikk ut på å utføre hydrologiske beregninger for Vansjø ved to alternative flombegrensningstiltak; tunnel fra Vansjø direkte ut i Oslofjorden, og kanalisering av Mosselva mellom Vanemfjorden i Vansjø og Moss dam (figur 6.1). Det er også gjort en kort vurdering av tunnel fra Moss dam til Mossefjorden.

Vurderingene bygger på NVE-rapporten "Senkning av Vansjø" (NVE 1992) og på et notat om effekten av en flomtunnel (GLB 2009). NVE har dessuten gjort en flomberegning for Vansjø (Pettersson 2008) som gir en god beskrivelse av vassdraget og av flomforhold i Vansjø.

Vansjøs nedbørfelt kan betraktes som uregulert med bare mindre kraftverk og reguleringsdammer. Vansjø magasin er demt opp ved Mossefossen og har et areal på ca 37 km^2 ved HRV. Nedbørfeltet går fra 25 til ca 350 moh. Andel innsjø (utenom Vansjø-magasinet) utgjør ca 2 %. Årlig avrenning (1961-90) ligger på 16,6 l/s*km^2 tilsvarende 522 millimeter eller 11,5 m^3/s.



Figur 6.1. Kart over Vansjø. Fiolett rektangel angir aktuelt område for kanalisering. Stiplet rød linje angir mulig tunellstrekning.

Som grunnlag for analysen er det benyttet døgnverdier for observert vannstand (magasinvolum) i Vansjø og observert vannføring ved Moss dam i perioden 1966-2009. Lokaltilsiget er beregnet ut fra dette grunnlaget for årene 1971-2009. For årene 1966-1970 er det knyttet usikkerhet til vannføringsobservasjonene og tilsiget er beregnet ved bruk av skalert observert tilsig fra NVE-stasjonen Ørje (NVE-nr 1.48), som har et nedbørfelt på 1008 km^2.

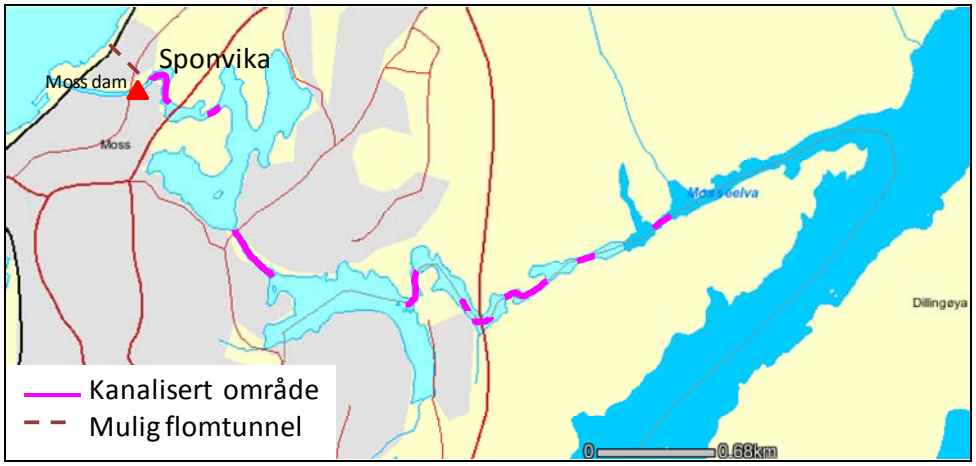
6.2 Metodikk og forutsetninger

6.2.1 Forutsetninger

Beregningene er gjort ved bruk av alternative kapasitetskurver for tapping. Et av alternativene er tunnel fra Vansjø direkte ut i fjorden. I beregningene er det benyttet tunnel med tappekapasitet på 65 m^3/s. Dette krever en diameter på ca 5 meter. I tidligere notat (GLB 2009) ble også tunnel med 4 meter i diameter og med tappekapasitet på 36 m^3/s utredet. Dette alternativet er ikke beskrevet i denne rapporten da det i praksis vil være ubetydelig forskjell i arbeidet med å bore tunnel med 4 m i forhold til 5 m diameter og tunnel med 5 meters diameter vil være langt mer effektivt for flomdempning.

Det er også gjort beregninger for 5 ulike alternativer for kanalisering, med tilhørende tappekurver. Alternativene er beskrevet i NVE-rapporten (NVE 1992). Kanaliseringen berører 9 parseller (se figur 6.2) der de 5 alternativene bestemmes ved ulike kombinasjoner av bunnbredde og bunnhøyde. Disse er gjengitt i tabell 6.1. Økt tappekapasitet ved begynnende flomvannstand, 25,25 moh (2,7 m lokalhøyde) vil ligge mellom 10 og 20 m^3/s. Tappekapasiteten ved kanalisering øker ved stigende magasinvannstand. Tappekapasiteter for alle alternativer er vist i figur 6.3.

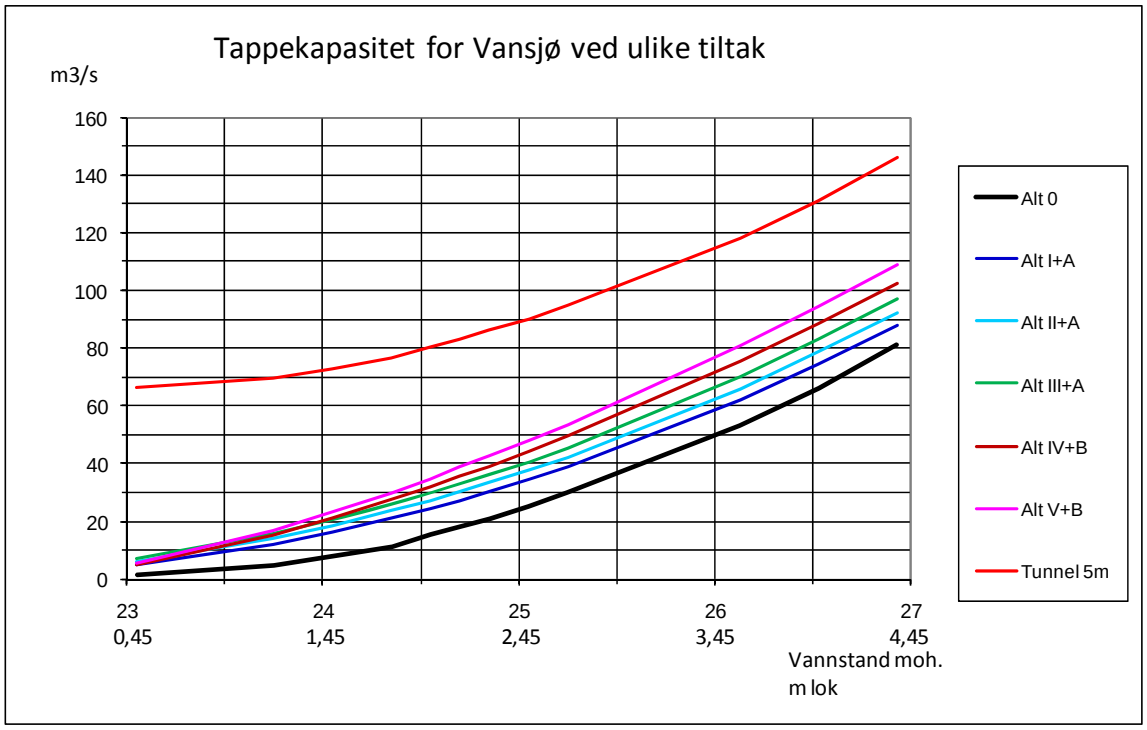
For vurdering av flomtunnel fra Moss dam til Mossefjorden er det antatt en diameter på 3-4 meter og en tunnellengde på 0,35 km, som gir samme tappekapasitet (65 m^3/s) som tunnellen fra Vansjø.



Figur 6.2. Kart over kanaliserte områder i beregningene. Parsellen i Sponvika er betegnet som Nedre del, og er i dag svært trang, med tilhørende stort falltap. De åtte øvrige parsellene utgjør Øvre del. Mulig flomtunell fra Moss dam til Mossefjorden er også vist. Utsnittets beliggenhet er vist i figur 6.1.

Tabell 6.1. Alternative kanaliseringer. Se også kart i figur 6.2.

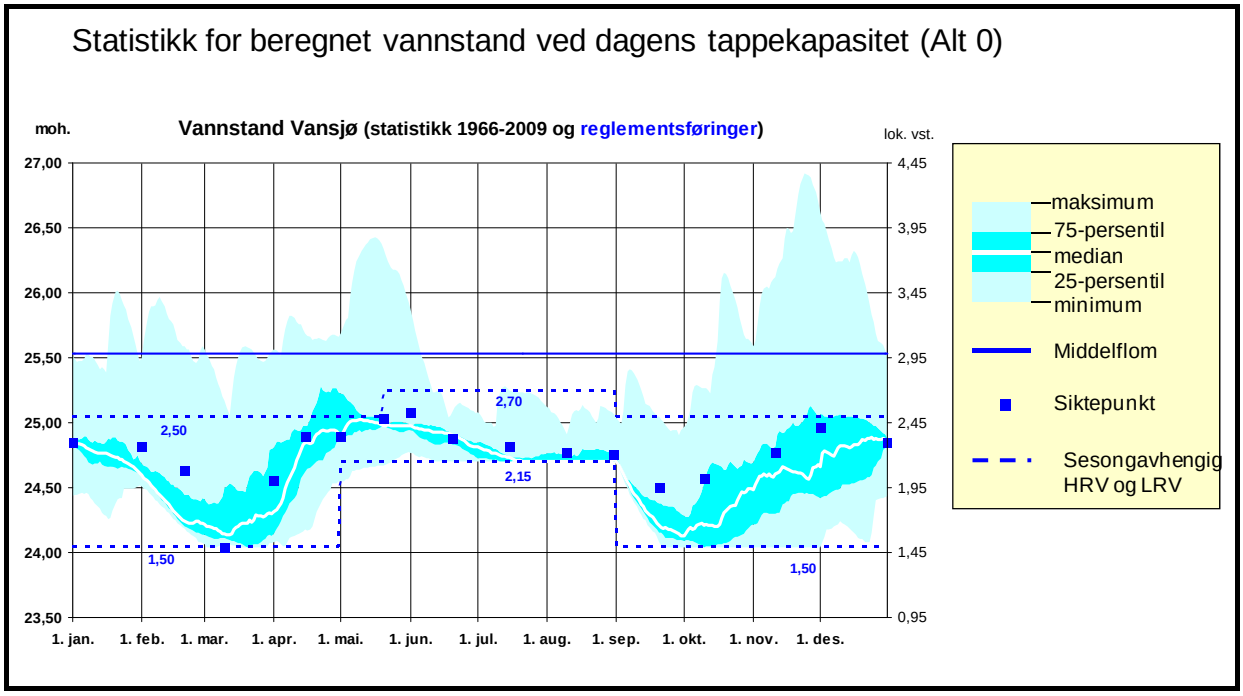
	Øvre del		Nedre del (Sponvika)	
	Bunnbredde	Bunnhøyde	Bunnbredde	Bunnhøyde
Alt I+A	10 m	1,0 m	10 m	2,0 m
Alt II+A	10 m	1,5 m	10 m	2,0 m
Alt III+A	10 m	2,0 m	10 m	2,0 m
Alt IV+B	15 m	1,5 m	15 m	2,0 m
Alt V+B	15 m	2,0 m	15 m	2,0 m



Figur 6.3. Tappekapasitet for Vansjø. Dagens kapasitet vises som Alt 0. Oversikt over kanalisering i de ulike alternativene er gitt i tabell 6.1.

6.2.2 Beregninger

Det er beregnet vannstander for Vansjø for perioden 1966-2009 ved bruk av GLBs tappemodell og beregnet tilsig til Vansjø ved bruk av ulike tappekurver for de ulike kanaliserings- og tunnel-alternativene. I tappemodellen angis det begrensninger for vannstand og tapping som angitt i prøvereglementet for Vansjø. Det tilstrebes at vannstanden varierer innenfor de samme rammene fra år til år, samtidig med at produksjonen i Moss kraftverk optimaliseres. Dette gir et godt grunnlag for sammenligning av ulike alternativer over tid, selv om vannstandsvariasjonen vil avvike en del fra den observerte, som kan følge ulike tappestrategier over en så lang periode. Statistikk for beregnede vannstander i perioden 1966-2009 med dagens tappekapasitet er vist i figur 6.4. Tilsvarende figurer for alternative tappekapasiteter, med tunnel eller kanalisering, er vist i vedlegg H.

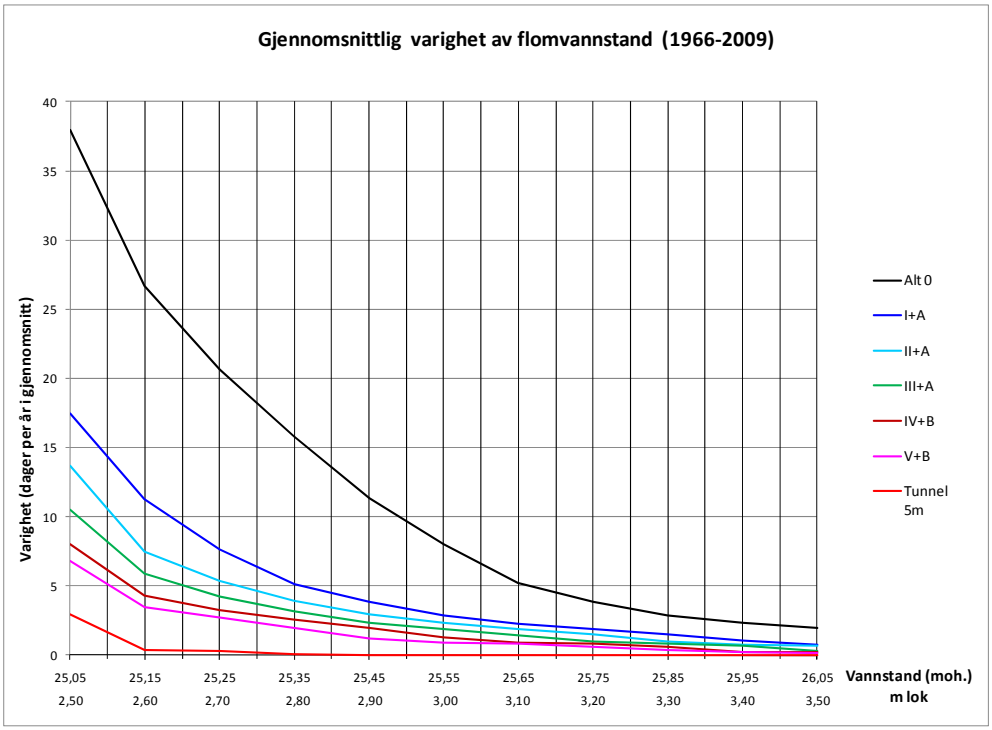


Figur 6.4. Statistikk for simulert vannstand i Vansjø i perioden 1966-2009 ved dagens tappekapasitet. Vannstanden søkes å ligge innenfor sesongavhengig høyeste og laveste regulerte vannstand i prøvereglementet.

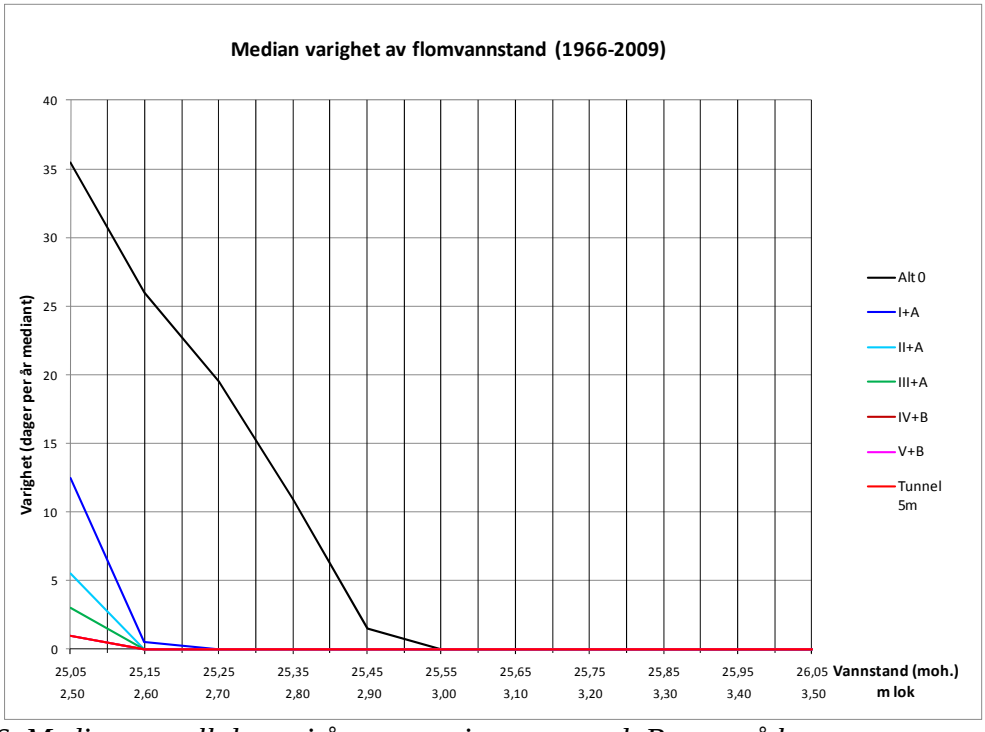
Ut fra beregningene er det mulig å se hvor ofte og hvor lenge vannstanden overstiger et gitt nivå. Dette er illustrert i figur 6.5 og 6.6 for de ulike alternativene.

I figur 5.5 vises hvor mange dager vannstanden overstiger ulike flomvannstander i gjennomsnitt per år. I figur 5.6 vises hvor mange dager vannstanden overstiger ulike flomvannstander mediant per år. Årsaken til at gjennomsnittet (figur 5.5) er så mye større enn medianen (figur 5.6), er at medianen sier noe om hvor mange dager flomvannstander opptrer i et normalår, mens gjennomsnittet påvirkes av varigheten av flommene i de enkelte år. Enkelte år med lang flomvarighet påvirker også gjennomsnittlig varighet for flomvannstander, men ikke medianverdien.

Figur 6.5 viser at kanalisering vil redusere antall dager med vannstander over HRV (25,05 moh – 2,50 m lok) med ca 50-80 %. Med tunnel reduseres antall dager over HRV med ca 90 %. Reduksjonen er nokså lik også når man betrakter høyere vannstander. Figur 6.6 viser at det i et medianår (normalår) vil være en større reduksjon i antall dager over HRV ved kanalisering (ca 65-97%) og tunnel (97 %). Ved økende vannstand øker også reduksjonen i antall dager over gitt vannstand, og en flomvannstand på 25,15 moh (2,65 m lok) overskrides praktisk talt ikke i et medianår for noen av alternativene. I praksis betyr dette at de mindre flommene stort sett reguleres bort ved kanalisering, men at større flommer fortsatt vil forekomme, selv om de blir en del dempet.



Figur 6.5. Gjennomsnittlig antall dager i året over gitt vannstand. Basert på beregnet vannstand i perioden 1966-2009. Dager med vannstand mellom 25,05 og 25,25 moh er ikke inkludert i perioden med HRV på 25,25 moh (15.5.-1.9.).



Figur 6.6. Mediant antall dager i året over gitt vannstand. Basert på beregnet vannstand i perioden 1966-2009. Dager med vannstand mellom 25,05 og 25,25 moh er ikke inkludert i perioden med HRV på 25,25 moh (15.5.-1.9.). Alt IV+B og Alt V+B er skjult bak linjen som viser tunnel-alternativet.

6.3 Flomfrekvensanalyse

Det er utført flomfrekvensanalyse med NVE's analyseprogram EKSTREM på beregnet vannstand for 1966-2009. Analysen er utført for alternative tappekapasiteter, som funksjon av kanalisering eller tunnel, og for dagens forhold. Benyttet fordelingsfunksjon er, som i NVE's flomberegning (3), LN3-MLE. Resultatene av analysen er vist i tabell 6.2a (som moh) og 6.2b (som meter i lokal vannstand). Tilhørende vannføringer er vist i tabell 6.3. Det vil alltid være stor usikkerhet knyttet til flommer med store gjentaksintervaller. I tabellen er det derfor også vist eksempler på beregnede vannstander for de ulike alternativene for de 3 største flommene i perioden 1966-2009 (1966, 2000 og 2006) for å illustrere effekten av de ulike alternativene på disse flommene.

Tabell 6.2a. Flomfrekvensanalyse for vannstand (moh) i Vansjø ved ulike tappekapasiteter. Alt 0 angir dagens forhold.

	Alt 0	I+A	II+A	III+A	IV+B	V+B	Tunnel 5m
Qmiddel	25,54	25,31	25,27	25,23	25,20	25,18	25,12
Q5	25,81	25,52	25,45	25,39	25,34	25,30	25,18
Q10	26,05	25,73	25,64	25,57	25,50	25,45	25,23
Q20	26,28	25,95	25,85	25,77	25,68	25,60	25,26
Q50	26,57	26,25	26,14	26,04	25,93	25,83	25,31
Q100	26,79	26,50	26,38	26,27	26,14	26,02	25,34
Q200	27,02	26,75	26,63	26,51	26,37	26,23	25,38
Q500	27,31	27,11	27,00	26,87	26,69	26,53	25,42
Q1000	27,54	27,40	27,29	27,16	26,96	26,78	25,45
1966	26,43	26,18	26,12	26,04	25,95	25,87	25,36
2000	26,92	26,65	26,54	26,43	26,29	26,17	25,15
2006	26,27	25,92	25,79	25,69	25,56	25,45	25,23

Tabell 6.2b. Flomfrekvensanalyse for vannstand (m lokalhøyde) i Vansjø ved ulike tappe-kapasiteter. Alt 0 angir dagens forhold.

	Alt 0	I+A	II+A	III+A	IV+B	V+B	Tunnel 5m
Qmiddel	2,99	2,76	2,72	2,68	2,65	2,63	2,57
Q5	3,26	2,97	2,90	2,84	2,79	2,75	2,63
Q10	3,50	3,18	3,09	3,02	2,95	2,90	2,68
Q20	3,73	3,40	3,30	3,22	3,13	3,05	2,71
Q50	4,02	3,70	3,59	3,49	3,38	3,28	2,76
Q100	4,24	3,95	3,83	3,72	3,59	3,47	2,79
Q200	4,47	4,20	4,08	3,96	3,82	3,68	2,83
Q500	4,76	4,56	4,45	4,32	4,14	3,98	2,87
Q1000	4,99	4,85	4,74	4,61	4,41	4,23	2,90
1966	3,88	3,63	3,57	3,49	3,40	3,32	2,81
2000	4,37	4,10	3,99	3,88	3,74	3,62	2,60
2006	3,72	3,37	3,24	3,14	3,01	2,90	2,68

Tabell 6.3. Flomfrekvensanalyse for vannføring i Mosseelva ved ulike tappekapasiteter. Alt 0 er dagens forhold. For tunnel-alternativet tappes i tillegg inntil 65 m3/s gjennom tunnelen.

	Alt 0	I+A	II+A	III+A	IV+B	V+B	Tunnel 5m
Qmiddel	37,4	40,3	42,8	44,9	48,2	51,6	26,8
Q5	44,5	45,4	47,2	49,0	52,0	55,1	28,1
Q10	50,9	50,8	52,2	53,7	56,5	59,5	29,3
Q20	57,9	56,8	57,9	59,3	61,8	64,0	30,0
Q50	67,5	65,5	66,3	67,2	69,3	71,2	31,3
Q100	75,8	73,3	73,8	74,3	75,9	77,3	32,1
Q200	84,4	81,6	81,9	82,2	83,3	84,2	33,1
Q500	95,3	94,2	94,8	94,6	94,0	94,5	34,2
Q1000	103,9	105,0	105,6	105,3	103,5	103,3	35,0
1966	62,8	63,4	65,7	67,2	69,9	72,5	32,6
2000	80,6	78,2	79,0	79,5	80,7	82,2	27,5
2006	57,8	56,0	56,2	57,0	58,3	59,5	29,3

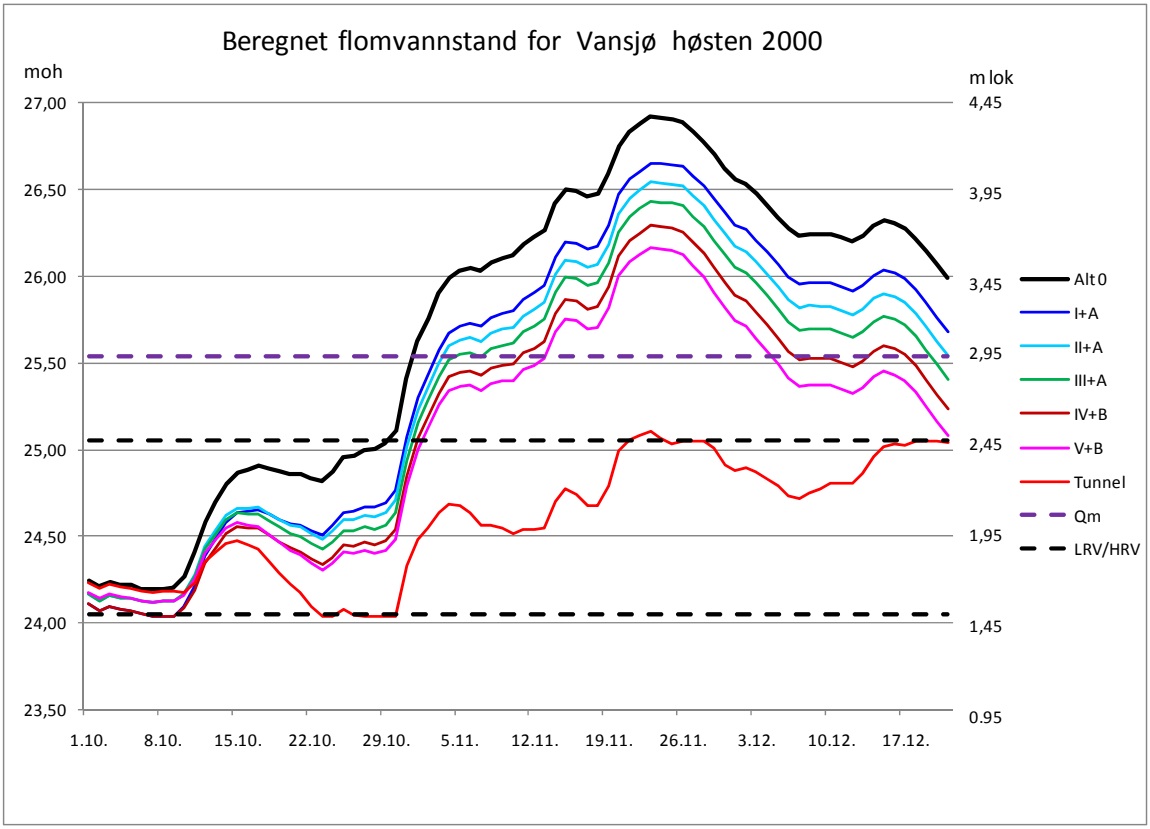
Det går fram av flomanalysen at midlere flomvannstand reduseres med mellom ca 25 og 35 cm for de ulike kanaliseringsalternativene. For flommer med gjentaksintervall mellom 10 og 100 år reduseres flommene med mellom ca 30 og 60 cm. For alternativet med tunnel reduseres flomvannstanden betraktelig mer, og beregnet 1000-års flomvannstand ligger lavere enn dagens midlere flomvannstand.

Flomvannføringene øker noe med økende grad av kanalisering opp til ca 50-års flom. Ved større flommer er flomvannvannføringen omtrent den samme for alle alternativene. Ved tunnel-alternativet blir flommene regulert bort, og beregnet 1000-års flom er lavere enn dagens middelflom.

Flomvannstanden ved utbygd tunnel blir en del lavere enn rapportert tidligere (GLB 2009). Dette henger sammen med at det nå er benyttet mulighet for tapping i tunnel uavhengig av vannstand, mens det i tidligere rapport (GLB 2009) bare ble tappet gjennom tunnel ved vannstander over 25,05 moh (2,50 m lok).

For å vise effekten av de ulike alternativene er det vist beregnet vannstand høsten 2000 (figur 7). Vannstanden kulminerte da på 26,94 moh (4,39 m lok). Dette er den desidert høyeste vannstanden som er observert i observasjonsperioden 1903-2009 (Pettersson 2008), og flomvannstanden antas å ha et gjentaksintervall mellom 100 og 200 år. Beregnet demping av flomvannstanden ligger mellom 27 og 75 cm for de ulike kanaliserings-alternativene. For alternativet med tunnel er beregnet flomdempning på hele 177 cm.

Det er ikke gjort beregninger av tappekapasitet for Vansjø ved utbygging av tunnel fra Moss dam til Mossefjorden, men det er ikke sannsynlig at kapasiteten øker vesentlig med en slik tunnel, så total vannføring ut av Vansjø vil bli omtrent den samme som beskrevet i tabell 5.3. Flomvannføringen i Mosselva nedstrøms Moss dam kan imidlertid bli redusert med inntil tunnellens kapasitet. Ved en diameter på 3,5 meter og tunellengde på 350 meter vil tappekapasiteten bli ca 65 m^3/s. Dette medfører at flommer mindre enn 50-års flommen kan ledes helt bort fra elva og 1000-års flommen reduseres fra 104 til 39 m^3/s (omtrent som dagens middelflom).



Figur 6.7. Beregnet vannstand i Vansjø høsten 2000 ved ulike tiltak for flomdempning og ved dagens tappekapasitet (Alt 0). Midlere flomvannstand (Qm) gjelder for dagens tappekapasitet.

6.4 Sommervannstand

Spørsmålet om sommervannstand er diskutert i kapittel 5.5. Større sommerflommer er ikke vanlig i Vansjø. Den eneste større flom som er observert i sommermånedene (juni-august) kulminerte 12. juli 2007 på vannstand 25,54 moh (2,99 m lok), omtrent som midlere årlig flomvannstand. Vannstanden lå da over HRV i 12 dager. Beregnet effekt av kanalisering/tunnel på denne flommen er vist i tabell 6.4.

Tabell 6.4. Beregnet kulminasjonsvannstand og varighet (dager med vannstand over HRV; 25,25 moh, 2,70 m lok) i Vansjø under flommen i juli 2007.

Alternativ	Alt 0	Alt I+A	Alt II+A	Alt III+A	Alt IV+B	Alt V+B	Tunnel
Kulminasjon; moh m (lok)	25,54 2,99	25,47 2,92	25,44 2,89	25,42 2,87	25,39 2,84	25,37 2,82	25,19 2,64
Dager over HRV	12	8	8	7	6	5	0

6.5 Konklusjon for flomtiltak

Beregningene som er utført har demonstrert at en flomtunnel vil gi den beste flomdempingen. Ved en slik tunnel ville HRV (2,70 m) ikke ha blitt oversteget under sommerflommen i 2007. Utsprengningsalternativene i Mosseelva vil også bidra til både flomdemping og reduksjon av varighet. Konsekvensutredninger av slike flomtiltak var ikke en del av oppdraget og er derfor ikke utført.

7. Referanser

Banach, A.M., Banach, K., Visser, E.J.W., Stepniewska, Z., Smits, A.J.M.; Roelofs, J.G.M. & Lamers, L.P.M. 2009. Effects of summer flooding on floodplain biogeochemistry in Poland; implications for increased flooding frequency. Biogeochemistry, 92: 247-262.

Brabrand, Å. 2002. Langtidsforvaltning og utvikling av fiskesamfunn. Miljøfaglige undersøkelser i Øyeren 1994-2000. Naturhistorisk museum, UiO. LFI Rapport nr. 207-2002.

Brabrand, Å. og Lien, I. 2004. Fiskeribiologisk undersøkelser i Vansjø, Østfold. Naturhistorisk museum, UiO. LFI Rapport nr. 227-2004.

Eggestad, H.O., Sveistrup, T., Øgaard, A.F. & Kitterød, N.O. 2007. Effekter av flom/oversvømmelser på vannkvalitet, med fokus på sediment og fosfor – en litteraturgjennomgang. Bioforsk Rapport, 48/2007. 18 s.

GLB 2009. Vansjø – Effekt av flomtunnel. GLB-Notat 2009.

Gunnarsdóttir, H. 2010. Konsekvenser av Vansjø-flommen 2000 med hovedvekt på vannkvaliteten. Notat Vannområdeutvalget Morsa.

King, J.M., Tharme, R. E. & Villiers, M.S. 2000. Environmental flow assessments for rivers: manual for the Building Block Methodology. Water Research Commission Technology Transfer Report No. TT131/00. Pretoria, South Africa.

Loeb, R., Daalen, E.v, Lamers, L.P.M. 2007. how soil chracteristics and water quality influence the biogeochemical response to flooding in riverine wetlands.

Loeb, R., Lamers, L.P.M. & Roelofs, J.G.M. 2008a. Effects of winter versus summer flooding and subsequent desiccation on soil chemistry in a riverine hay meadow. Geoderma 145: 84-90.

Loeb, R., Lamers, L.P.M. & Roelofs, J.G.M. 2008b. Prediction of phosphorus mobilization in inundated floodplain soils. Environmental pollution 156: 325-331.

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.

NVE 1992. Forprosjekt. Senkning av Vansjø. Vassdragsavdelingen, Vassdragsteknisk seksjon. Saksnummer 2530; Plandato 23.11.1992.

Mjelde, M., Berge, D., og Stabbetorp, O. 2008. Strandvegetasjonen i Vansjø Kartlegging og forvaltningsstrategi. NIVA Rapport 5813/2008. 67 s.

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

Pettersson, L.-E. 2008. Flomberegning for Vansjø og Mosseelva. Flomsonekartprosjektet. NVE-dokument 03-08.

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.

Skarbøvik, E., Bechmann, M., Rohrlack, T. og Haande, S. 2010. Overvåking Vansjø/Morsa 2008-2009. Resultater fra overvåkingen av innsjøer, elver og bekker i perioden oktober 2008 – oktober 2009. Bioforsk Rapport 5(12) 2010, 133 s.

Skarbøvik, E., Bechmann, M., Rohrlack, T. & Haande, S. 2011. Overvåking Vansjø/Morsa 2009-2010. Bioforsk RAPPORT 6(31):121.

Skarbøvik, E., Eggestad, H.O., Bjørndalen, K., Fjelstad, K. og Tingvold, J.K. 2006. Utprøving av endret manøvrerings-reglement i Vansjø. Resultater fra første forsøksperiode, sommer/høst 2005. NIVA-Rapport 5141-2006, 55 s.

Skarbøvik, E., Eggestad, H.O., og Tingvold, J.K. 2007. Utprøving av endret manøvreringsreglement i Vansjø. Resultater fra andre forsøksperiode, sommer/høst 2006. NIVA-Rapport 5340-2007, 46 s.

Skarbøvik E. 2008. Utprøving av endret manøvreringsreglement i Vansjø. Bioforsk rapp. 76 (3) 2008. 17 s.

Skarbøvik, E., Rohrlack, T. Beckmann, M., Andersen, T. og Færøvik, P. J. 2008. Vansjø-undersøkelsene 2007: Resultater fra overvåking og undersøkelser i innsjø og tilførselsbekker/-elver i 2007. Bioforsk rapp. 72 (3)2008. 115 s.

Skarbøvik, E. og Rohrlack, T. 2009. Utprøving av endret manøvreringsreglement i Vansjø - Resultater fra sommeren 2008. Bioforsk Rapport 168 (Vol. 4) . 21 pp.

Skarbøvik, E., Bechmann, M., Rohrlack, T. & Haande, S. 2011. Overvåking Vansjø/Morsa 2009-2010. Bioforsk RAPPORT 6(31):121.

Stokker, R. (red.) 2010. Konsesjonshandsaming av vasskraftsaker. NVE Rettleiar nr. 3/2010. 92 s.

Øgaard, A.F. 1995. Effect of phosphorus fertilization and content of plant-available phosphorus (P-AL) on algal-available phosphorus in soils. Acta Agric. Scand., Sect. B, Soil and Plant Sci., 45: 242-250.

8. Vedlegg

Vedlegg A. Manøvreringsreglementet som ble fastsatt ved kongelig resolusjon 5. august 1983

Vedlegg B. Spørreskjema og møteinvitasjon til jordbrukere 12.01.2011

Vedlegg C. Deltakere på møte med jordbrukere 12. januar 2011

Vedlegg D. Deltakere brukermøte 2. mars 2011

Vedlegg E. Agenda og referat fra gruppearbeid under Brukermøtet 2. mars.

- Gruppe 1. Vannkraft og industri
- Gruppe 2. Vannmiljø/vannkvalitet
- Gruppe 3. Jordbruk
- Gruppe 4. Båtliv og friluftsliv

Vedlegg F. Sommervannstand ved ulik vannstand 1. juni

Vedlegg G. Fare for sommerflom ved ulik vannstand 1. juni

Vedlegg H. Flomtiltak: Statistikkberegninger

Vedlegg A. Manøvreringsreglementet som ble fastsatt ved kongelig resolusjon 5. august 1983

Manøvreringsreglement

for Vansjø.

(Fastsatt ved kongelig resolusjon av 5. august 1983.)

1.

Høyeste regulerte vasstand (HRV) skal ikke overstige 2,98 m målt på Rødsund bru vassmerke.

Grensen markeres ved faste og tydelige merker som godkjennes av Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen.

2.

Når flom kan ventes skal sjøen såvidt mulig senkes så lavt at kulminasjonshøyden ikke overstiger grensen for HRV.

Foran vårflommen da nedtapping tidligst kan begynne 15. februar, vurderes avløpsmengden så godt som mulig å på grunnlag av snømålinger m. v. I særlig enerike vintre kan nedtrappingen starte tidligere.»

På stigende vannstand manøvreres slik at flomluken er helt åpen senest når vannstanden overstiger 2,80 m og holdes åpen på høyere vannstander. Etter vårflommen søkes vannstanden snarest mulig senket til 2,30 m og gjennom driften av kraftverket, og eller behov, så vidt mulig holdt i området 2,30 m til 2,50 m fram til 20. august. I tidsrommet 20. august til 1. september holdes vannstanden på 2,50 m. Om nødvendig tas flomlukene i bruk for å oppnå dette.

Uttapping mot høstflom etter 1. september søkes begrenset til vasstand 1,50 m dog slik for øyet at vintervasstanden fra 1. desember skal søkes holdt på 2,10 m.

En kontaktmann for landeierne, brukseierne og en representant for fylkesmannens naturvernavdeling tas med på råd før flomavledningskapasiteten reduseres fra lavvannperiodens slutt om våren til lavvannperiodens begynnelse om høsten. For øvrig kan tappingen og fordelingen av vann foregå i samråd med brukseierne.

3.

Det skal påses at flomløp og tappeløp ikke hindres av is eller lignende samt at reguleringsanlegget til enhver tid er i god stand. Det føres protokoll over manøvreringen og avleste vasstander samt observeres og noteres, nedbørsmengder temperatur, snødybder m. v. Hovedstyret for Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen kan forlange å få tilsendt utskrift av protokollen som regulanten plikter å oppbevare for hele reguleringstiden.

Hovedstyret kan bestemme hvor dæmvokteren skal bo, og at han skal ha telefon i sin bolig.

4.

Til å forestå manøvreringen antas en av brukseierne og landbrukerne uavhengig norsk statsborger som oppnevnes av vedkommende departement.

Den ansvarshavendes godtgjørelse fastsettes av departementet og belastes brukseierne.

Forandringer i dette reglement kan bare foretas av Kongen etter at de interesserte har hatt anledning til å uttale seg.

Vedlegg B. Spørreskjema og møteinvitasjon til jordbrukere 12.01.2011

Invitasjon om Vansjø og manøvreringsreglementet
Sted: Våler herredshus Dato: 12. januar Klokkeslett: 18:30

Innledning:
Ved flom blir enkelte jorder rundt Vansjø oversvømt. Dette er en viktig faktor i forbindelse med vurderingen av nytt manøvreringsreglement for innsjøen. Vi inviterer derfor til et møte for å diskutere hvordan flom kan påvirke jordbruksjord og evt. medføre utlekking av næringsstoffer til innsjøen. Til møtet inviteres jordbrukere med jorder som grenser til Vansjø og/eller nedre deler av enkelte tilførselselver. Det er forskere fra Bioforsk som leder prosjektet, på oppdrag for Vannområdeutvalget Morsa.

Vi gjør samtidig oppmerksom på at øvrige forhold knyttet til manøvrering og flom vil behandlet i et møte hvor representanter for alle brukerinteresser av Vansjø blir invitert, i slutten av februar 2011.

Spørreskjema

Navn:	
Gårdsnavn:	
Gnr/bnr:	

1. Oversvømt areal:
Vet du ved hvilken vannstand (ved Rødsund bru) jordene dine begynner å stå under vann?

	(i meter ved Rødsund bru)
Ved denne vannstanden er grunnvannsstanden så høy at jorda blir vass-sjuk	
Ved denne vannstanden begynner jordene mine å oversvømmes:	

Og kan du si noe om størrelsen på areal som påvirkes ved (alle/noen av) flomvannstandene under?

Vannstand Rødsund bru:	Areal (dekar) oversvømt	Areal (dekar) vass-sjuk
2.60		
2.70		
2.95 (HRV)		
3.05 (middelflom)		
4.00		
4.40 (2000-flommen)		

Evt. tilleggsopplysninger om dette:
_____
_____

2. Flomvoll og pumpestasjoner

	Ja	Nei
Har du flomvoll mellom jordet og innsjøen/elva?		
Har du pumpe som pumper ut grøftevann under flom?		

Evt. tilleggsopplysninger om dette:

_____

_____

3. Hva dyrker du vanligvis på de flomutsatte arealene?

Areal (antall daa)	Vekst

4. Endringer i avlingen under flom

	Ja	Nei
Har du opplevd avlingsreduksjon på de arealene som ofte oversvømmes?		

Evt. tilleggsopplysninger om dette:

_____

_____

5. Er det annet du vil opplyse om når det gjelder flom på jordbruksmark?

_____

_____

6. Dette siste spørsmålet kan være vanskelig å svare på men om du har opplysninger er det fint å få informasjon om dette: Sett over et lengre tidsperspektiv (siste 5-10 år) hvor lenge står jordene vanligvis under vann og i hvilken sesong?

	1-2 dager	3-7 dager	1-2 uker	Mer enn 2 uker
Vårflom				
Sommerflom				
Høstflom				
Evt vinterflom				

Vedlegg C. Deltakere på møte med jordbrukere 12. januar 2011

Navn	Gnr-Brnr	Kommune
Inge Alseth	41-2	Våler
Øivind Paulshus	61-1	Rygge
Gunnar Kjærnes	40-1	Våler
Per Erling K. Dramstad	63-1, 64-1	Rygge
Stein Dramstad	63-1, 63-2	Rygge
Ole Frøland	55-1	Våler
Eilert Paulshus	52-1	Våler
Erik Aastorp	37-1	Våler
Erik Listerud	27-2	Våler
Dag Reiersen	34-2,3	Våler
Svein Hønstvedt	3-2051	Moss
Oddvar Arnesen	87-6	Råde
Kristian Navestad	67-1, 68-3	Våler
Dag Dyvik	55-2	Våler
Torbjørn Kristiansen		FMOS
Peder Unum		Våler kommune
Helga Gunnarsdottir		Vannområdeutvalget Morsa
Hans Olav Eggestad		Bioforsk
Anne Falk Øgaard		Bioforsk
Eva Skarbøvik		Bioforsk

Vedlegg D. Deltakere brukermøte 2. mars 2011

	Navn	Mailadresse	Inst
1	Claus Wasenius	clauswa@online.no	Moss brukseierforening og Mossefossen kraftverk ANS.
2	Tor Arild Thorgersen	tor.arild.thorgersen@borregaard.com	Moss brukseierforening og Mossefossen kraftverk ANS.
3	Arild Tveter	Arild.Tveter@peterson.no	Peterson Linerboard
4	Andre Sørling	andre.sorling@peterson.no	Peterson Linerboard
5	Bjørn Myrvang	bjoern.myrvang@c2i.net	NJFF Østfold/Råde JFF
6	Dag Reiersen	dagreiersen@gmail.com	Vansjø Grunneierlag
7	Inge Afseth	inge.afseth@norgespost.no	Vansjø Grunneierlag
8	Øyvind Kjellin	oyvind.kjellin@getmail.no	Vansjø Båtforening
9	Egil G. Arntsen	egilga@bluezone.no	Vansjø Båtforening
10	Helge Jodalen	hjodalen@gmail.com	DNT Vansjø
11	Harald H. Lund	hhLu@online.no	DNT Vansjø
12	Håvard Hornnæs	Havard.Hornnas@fmos.no	FM Østfold, Miljøavd.
13	Torbjørn Kristiansen	Torbjorn.Kristiansen@fmos.no	FM Østfold, Landbruksavd.
14	Egil Holmsen	egil.holmsen@rygge.kommune.no	Landbrukssjef Moss, Rygge, Råde
15	Peder Unum	peder.unum@valer-of.kommune.no	Våler kommune
16	Kjell Løkke	Kjell.Lokke@Rade.Kommune.no	Ordfører Råde kommune
17	Siv-Thuva Jansson	Siv-Thuva.Jansson@Rade.kommune.no	Råde kommune
18	Knut Bjørndalen	knut.bjorndalen@moss.kommune.no	Moss kommune
19	Oddvar Kristoffersen	oddvar.kristoffersen@moss.kommune.no	Moss kommune
20	Knut Erik Herslet	Kn-erhe@online.no	Våler og Svinndal BL
21	Kristian Navestad	navestad@c2i.net	Våler og Svinndal BL
22	Per Erling Karlsen Dramstad	p.e.k.dramstad@hotmail.com	Rygge Bondelag
23	Erling Berg	erling.berg@movar.no	MOVAR
24	Per Kjærnes	Per@kjaernes.no	Kjærnes gård
25	Gry Berg	gbe@nve.no	NVE
26	Helga Gunnarsdottir	hgu@fmos.no	Vannområdeutvalget Morsa
27	Hans Christian Udnæs	hcu@glb.no	GLB
28	Thomas Rohrlack	tro@niva.no	NIVA
29	Marianne Bechmann	Marianne.Bechmann@bioforsk.no	Bioforsk
30	Eva Skarbøvik	Eva.Skarbovik@bioforsk.no	Bioforsk

31	Silje Holen	Silje.Holen@niva.no	NIVA (Refresh-prosj)
32	Rebekka Øvstegård	Rebekka.Ovstegard@bioforsk.no	Bioforsk (Refresh-prosj)
33	Per Stålnacke	Per.Stalnacke@bioforsk.no	Bioforsk (Refresh prosj)

Vedlegg E. Agenda og referat fra gruppearbeid under Brukermøtet 2. mars 2011.

Agenda:

09:30. Oppmøte med kaffe og kringle
09:45. Hvorfor utredning av manøvrering og flom? (Helga Gunnarsdottir, Vannområdeutvalget Morsa)
10:00. Informasjon om prosjektet og om manøvreringsreglementet. (Eva Skarbøvik, Bioforsk).
10.25: Innsjøens vannkvalitet sett i forhold til manøvreringen. (Thomas Rohrlack, NIVA).
10:45: Flombegrensende tiltak. (Hans Christian Udnæs, GLB).
11:00 Innledning til gruppearbeid, inndeling i grupper. (Eva Skarbøvik, Bioforsk).
11:15: Gruppearbeid oppstart.
11:45: Lunsj
12:30: Gruppearbeid forts.
13:30: Samling i plenum, gjennomgang av resultatet av gruppearbeidene (15 min/gruppe).
14:30: Avsluttende diskusjon, oppsummering.
15:00: Slutt.

Grupper med gruppeledere:
Vannkraft/Industri: Hans Christian Udnæs
Vannmiljø/vannkvalitet: Thomas Rohrlack
Jordbruk: Marianne Bechmann
Båtliv/friluftsliv: Eva Skarbøvik

Oppgaven for hver gruppe er:

- Marker på graf den mest optimale vannstanden for brukergruppen hver måned/sesong (hvis aktuelt kan også 'akseptabel' vannstand beskrives, dvs hvor langt man kan strekke seg +/- i forhold til optimal vannstand) Hvis det viser seg at brukerinteressene innen én og samme gruppe ikke har sammenfallende ønsker for vannstanden så lages det bare to (eller flere) ulike oversikter over vannstandsbehovet:
- Lag en stikkordsliste med begrunnelser for hvorfor akkurat denne vannstanden i denne måneden/sesongen.

Gruppe 1. Vannkraft og industri

Tilstede:
Claus Wasenius (Moss brukseierforening og Mossefossen kraftverk ANS.)
Tor Arild Thorgersen (Moss brukseierforening og Mossefossen kraftverk ANS.)
Arild Tveter (Peterson)
Andre Sørling (Peterson)

Hans Christian Udnæs (GLB)
Håvard Hornnæs (FMOS, referent)

Innledning:
Gruppen omfattet to ulike interessenter, kraftverk (representert av Borregaard) og industri (Peterson Linerboard). Disses behov er ulikt og presenteres derfor hver for seg under:

Peterson Linerboard AS
Peterson er mest opptatt av at de alltid må ha nok vann til kjøling. Behovet varierer litt gjennom året, og er størst om sommeren pga større kjølevannbehov da. De oppgir at de benytter 0,7 kubikk/sek.

I tillegg til sommeren kan det også bli problemer hvis det blir for lite vann i innsjøen i "vårknipa" i februar, mars.

En terskel litt oppstrøms inntaket øker faren for at inntaksdammen går tom selv om det er vann i elva når kraftverket kjøres.

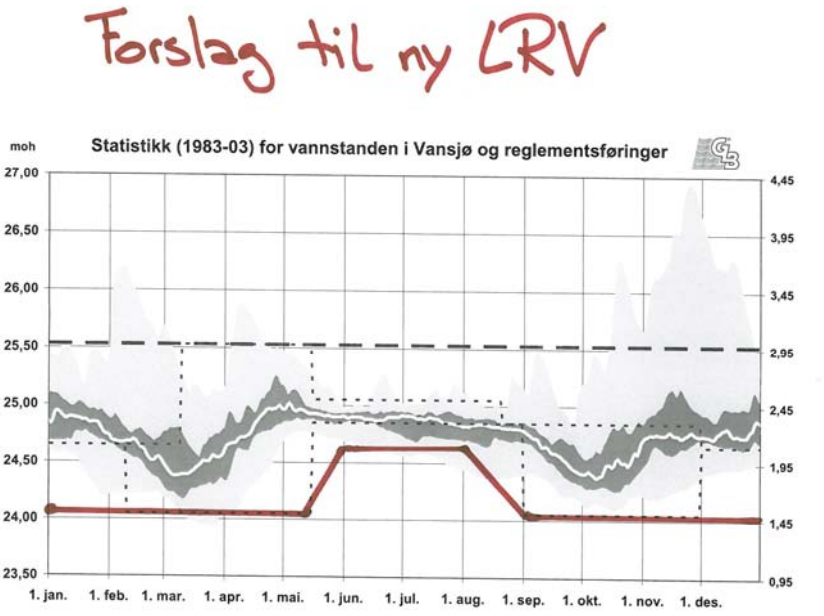
Kraftverket tar vann fra den samme inntaksdammen, og må stoppe når vannstanden er 85 cm i dammen. Egen avtale mellom Peterson og Borregaard som sikrer vann til Peterson.

=> Generelt er derfor ønsket fra Peterson at vannstanden i innsjøen ikke går for lavt. Det er ikke klart hvilken vannstand i Vansjø (Rødsund bro) som er smertegrensen for Peterson.

Borregaard (Kraftverket)
Kraftverket har ikke behov for høy vannstand om vinteren, og Borregaard foreslår derfor at vinter-vannstanden ikke søkes holdt på 2,10, men at det kan manøvreres ned til absolutt LRV på 1,50 m også i vintermånedene.

Det bør være mulig å starte tappingen tidligere om sensommeren – heller august enn september. Tappestart bør derfor flyttes til 15. august og ikke 1. september.

Ville vært positivt med et bredere "bånd" om sommeren, dvs høyere sommer-HRV og lavere sommer-LRV. Det viktigste er å flytte sommer-LRV nedover. Eventuell alternativ overgang fra sommervannstand til absolutt LRV (fra 15. august) kan være en skrå linje fra et nivå om sommeren til et lavere nivå om høsten, jf figuren.



Figuren viser et forslag fra kraftverksinteressene om LRV. LRV er på 1,50 i nåværende reglement (1983-reglementet), men om vinteren er det anbefalt å holde vannstanden på 2,10. Her foreslå kraftverksinteressene en større reguleringsmulighet gjennom å kunne manøvrere helt ned til 1,50 m også i desember-januar/februar.

Gruppe 2. Vannmiljø/vannkvalitet

Deltakere:

1. Dag Reiersen Vansjø Grunneierforening
2. Kjell Løkke, ordfører Råde kommune
3. Knut Bjørndalen, Moss kommune
4. Oddvar Kristoffersen, Moss kommune
5. Helga Gunnarsdottir Vannområdeutvalget Morsa

Gruppeleder: Thomas Rohrlack, NIVA
Referent: Per Stålnacke, Bioforsk

Etter innledende spørsmål til Thomas Rohrlack om virkning på vannkvalitet og vannplanter av ulike vannstandsendringer fokuserte gruppen på å diskutere endringer i nåværende manøvreringsreglement.

Gruppen var enig om følgende:

1. Kraftige tappinger sommerstid vil kunne bidra til en forverring av algesituasjonen i Vanemfjorden pga. ny tilførsel av nitratholdig vann fra Storefjorden og risiko for gode leveforhold for giftalgen Microcystsis. Mer jevn og moderat uttapping er å foretrekke for å opprettholde gjennomstrømning og omblandingseffekter inkl redusert vanntemperatur og pH (indikator for reduksjon i algemengder).
2. Tapping har størst effekt i nedre Vansjø/Mosselva men vil uansett manøvreringsreglement ha liten effekt i Vanemfjorden (her har de naturlige strømningsforholdene og vindindusert resuspension større betydning)
3. Sommerstid vil høy vannstand kunne være positiv for vannkvaliteten (øke sannsynligheten for gjennomstrømning og 'fortynningseffekter') og minske utbredelse av vannplanter (spes tidlig i vekstsesongen og hvis vannstanden er >1.5m vil takrør få vansker med etablering[4]). Samtidlig må ikke vannstanden blir for høy gitt risiko for oversvømmelse av landarealer.

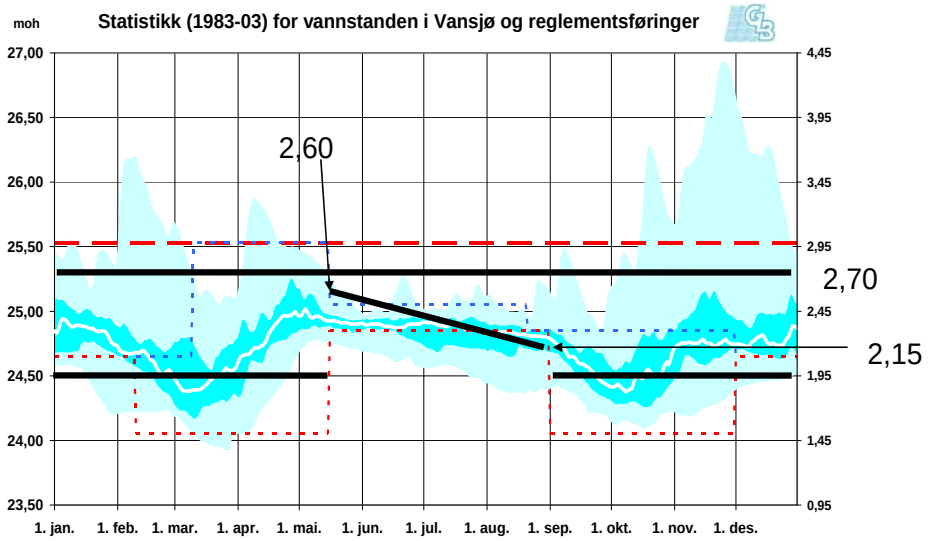
Forslag til endring i manøvreringsreglement

4. Under forutsetning av gjennomføring av flombegrensende tiltak kan LRV vinterstid settes lavere og LRV i vårperioden settes høyere til en konstant vannstand på f eks 1.95 m. Vannstand om sommeren (i dag satt til mellom 2.3 m til 2.5 m): Rett etter vårflommen bør vannstand opp til minimum 2.3 men gjerne til 2,6 m for å redusere vannplanteutbredelse og muliggjøre en gradvis senking av vannstanden utover sommeren til 1. september. Vannstanden utover i august kan senkes fra 2,3 til 2,15. Etter 1. september kan vannstanden senkes til 1,95m.
5. Uten flombegrensende tiltak bør LRV vinterstid minskes fra 2.1 m til ca. 1.9 m – (for å være bedre beredt på flom) eller variere avhengig av flomfaren. Etter vårflom foreslås samme reglement som nevnt i i punktet ovenfor.
6. Vinter-HRV (i dag 2,98) er satt for høyt da nedre flomvannstand kun er 2,70m med risiko for flomskader og oversvømte landbruksarealer (som kan gi betraktelig utlekking/eksponering av næringsstoffer og partikler til innsjøbassengene).

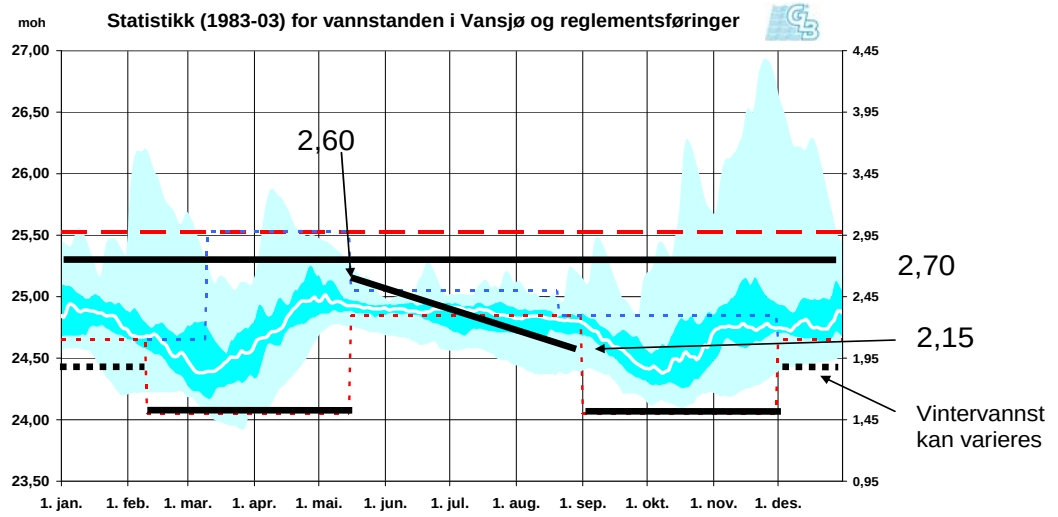
Figurene nedenfor er de forslåtte endringene i manøvreringsreglement (markert med sorte linjer):

[4] Prosjektgruppen vil sørge for at spørsmålet om vannvegetasjon diskuteres nærmere.

Med flomtiltak



Uten flomtiltak



Innspill i ettertid av referatet:

- Vannstanden vinterstid bør kunne variere hvis det ikke gjøres flomtiltak.
- En tapping på sensommeren under nåværende grense på 2,3 må veies opp mot den kunnskap vi har om at en bør ha en høy sommervannstand i denne perioden. Det finnes vitenskapelige limnologiske referanser på at høy sommervannstand er gunstig i innsjøer som Vansjø, og dette er også tidligere vist for Vansjø. En lavere sommervannstand vil føre til en økning av det epilimniske sedimentareal og medføre større grad av vindindusert resuspensjon og bedre nyttiggjøring av næringsstoffene i

innsjøen. Med bakgrunn i Vansjøs morfometri er jeg ikke sikker på at 15 cm er ”ubetydelig.”

- En tapping som gjør vannkvaliteten bedre i området inne i Moss (nedenfor Krapfoss), bør vektlegges ganske sterkt da det er mange brukerinteresser der. En heving av vannstanden ut over det som har vært praktisert, mener jeg vi ikke kjenner godt nok konsekvensene av. Det vil endre den ´balansen´ som vi har hatt over lengre tid.

Gruppe 3. Jordbruk

Gruppeleder Marianne Bechmann, BIOFORSK
Referent Silje Nygaard Holen, NIVA

Gruppedeltakere
Per Erling Karlsen, Rygge Bondelag
Inge Afseth, Vansjø Grunneierlag
Peder Unum, Våler Kommune
Kristian Navestad, Våler og Svindal Bondelag
Knut Erik Hersleth, Våler og Svindal Bondelag
Torbjørn Kristiansen, Fylkesmannen Østfold, Landbruksavdelingen
Egil Holmsen, landbrukssjef Moss, Rygge, Råde

Diskusjon

- Nedbørsforholdene har endret seg og det regner mer på våren i dag. Før kom flommen i mars/april. Nå kommer denne en måned senere.
- På 1960-1970 tallet var det aldri noe problem med flom på de områdene som er flomutsatt i dag. All drenering er gjort før 1983 og det var lavere vannstand når dette ble gjennomført. Dreneringsgrøftene ligger for det meste under vann og kan slamme igjen.
- Dersom grøftene ikke ligger under vann blir det problemer med jernutfelling og gjentetting/behov for opprensing.
- Viktig å ta hensyn til klimaendringer i manøvreringsreglementet.
- Senere vårønn i Våler enn 1. mai. På flomutsatte arealer ved Årvold er det også sen vårønn. Jordbruket ønsker derfor å forskyve lav vannstand (HRV) til 1. juni.
- I vårønn og sommerperioden gir HRV over 2,30 problemer for de aller lavest liggende jordene.
- Problemer ved for høy vannstand for jordbruket i vårønna er sen såtid fordi man ikke kan kjøre på jordene, ved å kjøre ut for tidlig får man kjøreskader, kjører seg fast etc.
- Problemer ved for høy vannstand for jordbruket om sommeren er oversvømmelse av områder som medfører anaerobe forhold, vassjuk jord, dårlig avling, arealer ute av drift,

Konklusjoner

- For jordbruket er lav vannstand en fordel. Jordbruket ser ingen problemer med for lav vannstand.
- Kun HRV er relevant for jordbruket da for lav vannstand ikke er noe problem.
- Jordbruket er mest sårbare for høy vannstand på våren når de sår. Er vannstanden for høy, får de ikke sådd i tide.
- Fra 1. desember-1./7. mars: ingen krav fra jordbruket, uvesentlig for dem.
- Fra 1./7. mars-1.juni: HRV 2 meter.
- Fra 1. juni-1.desember. HRV 2,3 m
- 2,30 er maksimum HRV bøndene kan tåle frem til 1. juni.

Gruppe 4. Båtliv og friluftsliv

Deltagere: Bjørn Myrvang (NJFF Østfold/Råde JFF), Øyvind Kjellin og Egil G. Arntsen (Vansjø Båtforening), Siv- Thuva Jansson (Råde Kommune), Harald Lund og Helge Jodalen (DNT Vansjø)

Gruppeleder: Eva Skarbøvik (Bioforsk)
Sekretær: Rebekka Øvstegård (Bioforsk)

Anbefaling fra brukergruppen og begrunnelser

Anbefaling:
- Senke absolutt HRV til 2.70 m ved Rødsund bro.
- Heve absolutt LRV til 1.80 m ved Rødsund bro.

Gruppen ønsker en mest mulig stabil vannstand bl.a. pga naturmangfold. Vannkvalitet er viktig for denne brukergruppen.

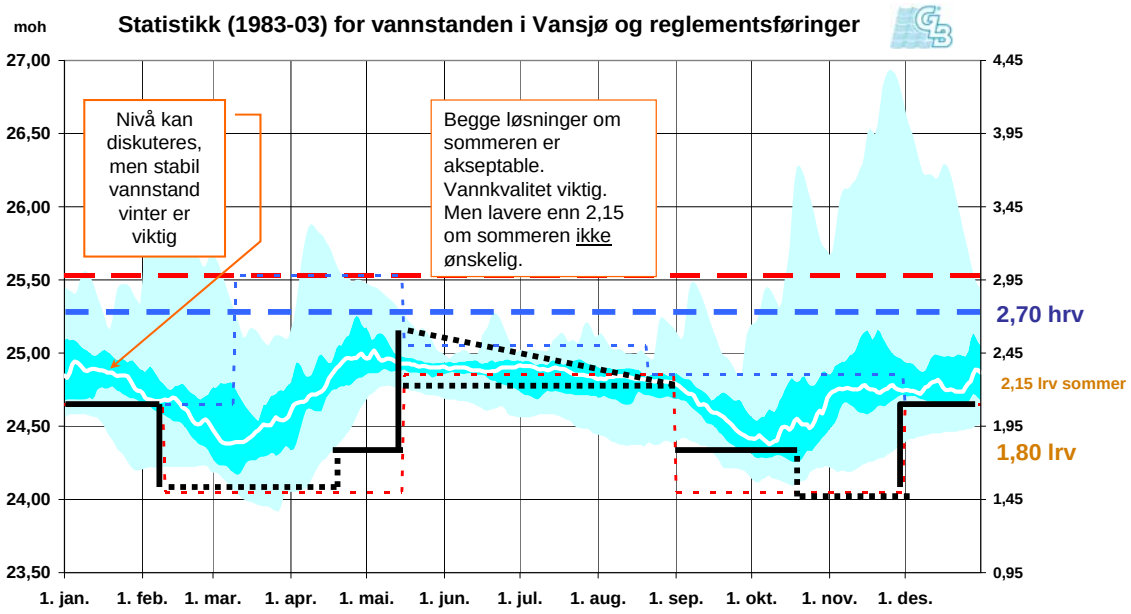
Begrunnelser:
Vinter
- Viktig med stabil vannstand pga ski, skøyting, isfiske, båtbrygger (folk kommer fra hele Østlandet og Sverige for turskøyting i området, bryggeanleggene står i fare for å bli skadet om vannstanden er ustabil). Nivået kan diskuteres, trenger ikke være på 2.10.
- Ønskelig med bedre informasjon om tapping i denne perioden (motta e- post fra GLB om dette).

Vår/ Sommer
- 15 april- 15 okt: ønsket vannstand 1.80
- Rundt 15 april settes båtene ut, da trengs minimum 1.80 i vannstand
- Om sommeren trengs det minimum 2.15, men helst høyere vannstand
- Sommeren: ok med begge alternativ (2.50-2.70)
- Vannkvalitet er viktig for alle parter, spesielt om sommeren

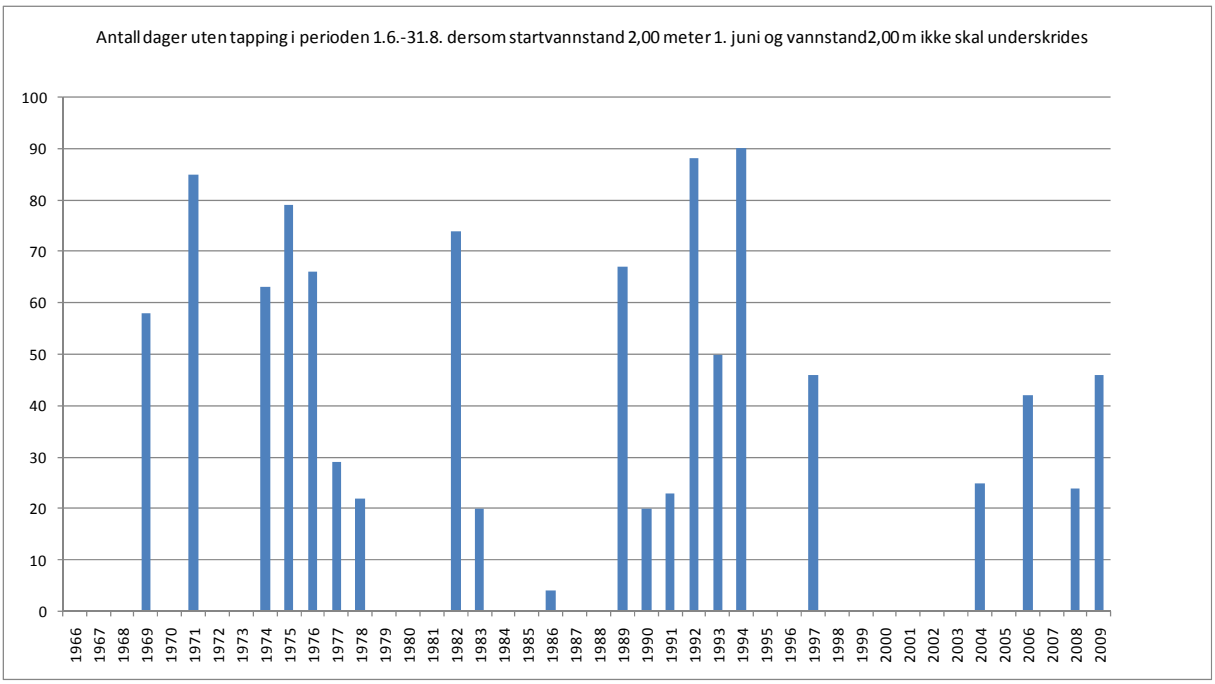
Høst
- 15 oktober: for båtforeningen er det viktig at vannstanden ikke er under 1.80 før denne datoen (høsten kan være den mest problematiske tiden på året for denne gruppen, kommer ikke over tersklene fra nedre Vansjø om vannstanden er for lav)
- Jeger og Fiske: ønsker ikke så lav vannstand som 1.50 på høsten pga bevare naturmangfold (1.80 er ønskelig)
- Stabil vannstand fra 1 november er ønskelig Nivået kan diskuteres, trenger ikke være på 2.10.

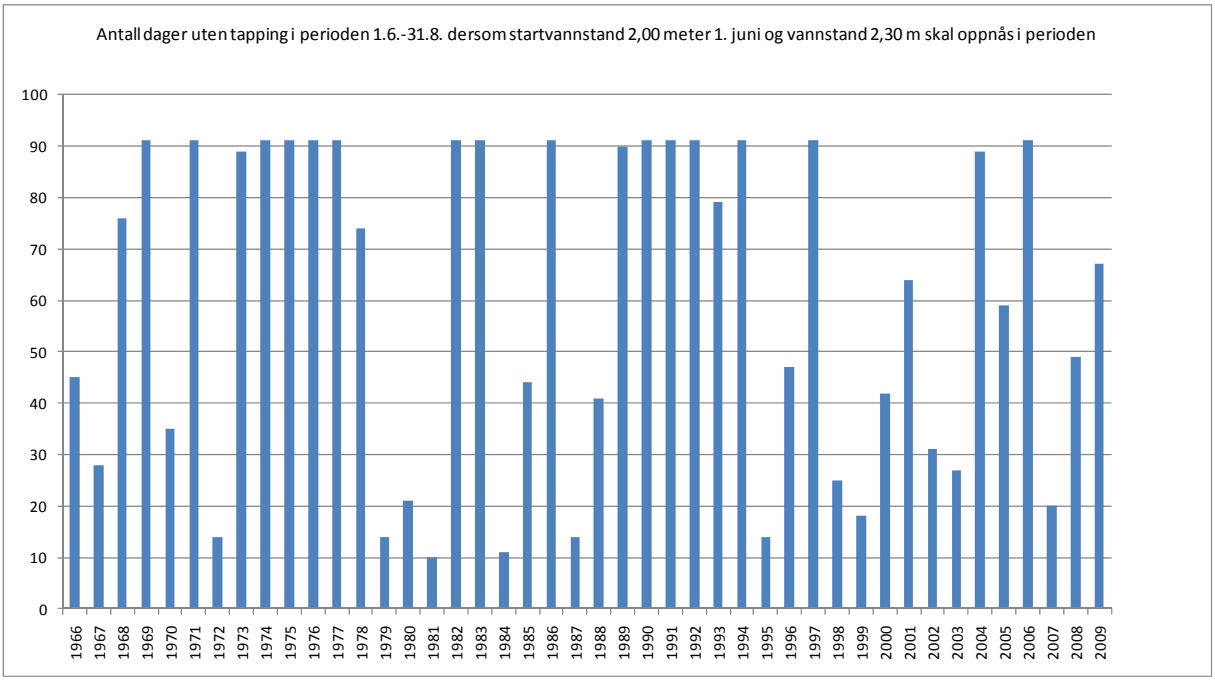
Konklusjonen fra gruppen:
- Vannstand etter 15 april: minimum 1.80
- 15 oktober: ikke under 1.80 før denne dato
- Ikke så langt ned som 1.50 på høsten
- Maksgrensen HRV: 2.70

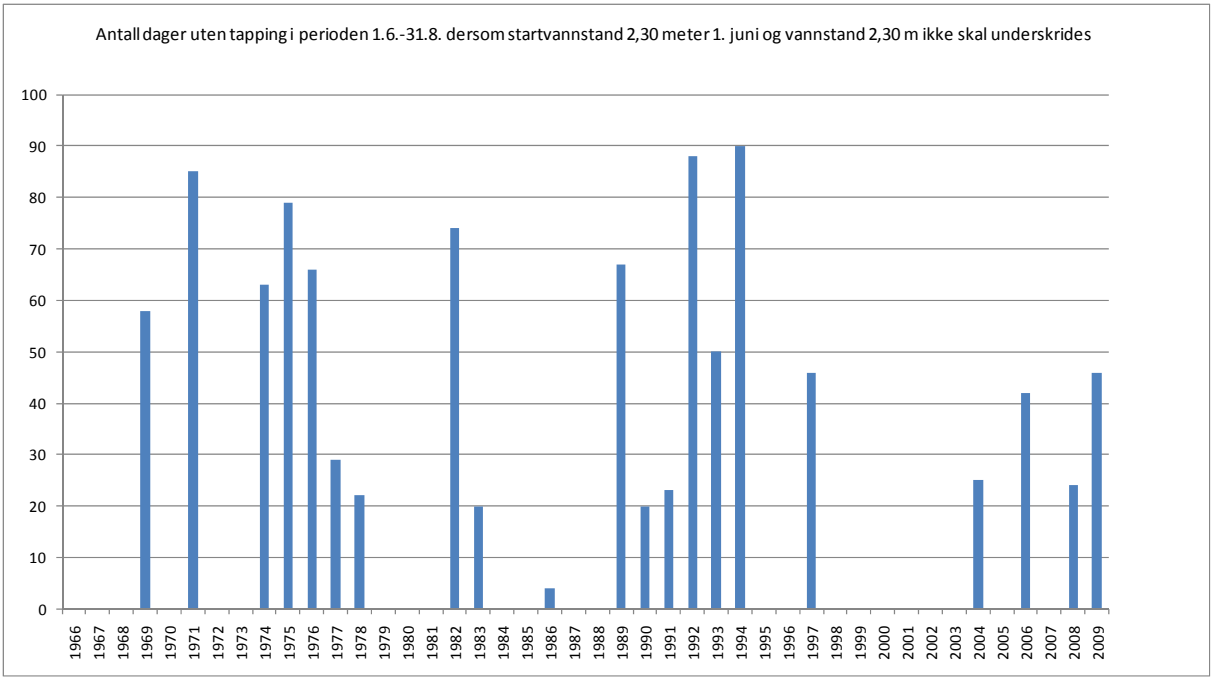
- Disse interessene er viktige, men vannkvalitet er selvsagt også veldig viktig og man er enige om at ønskene kan justeres om dette skulle påvirke vannkvaliteten negativt på noen måte

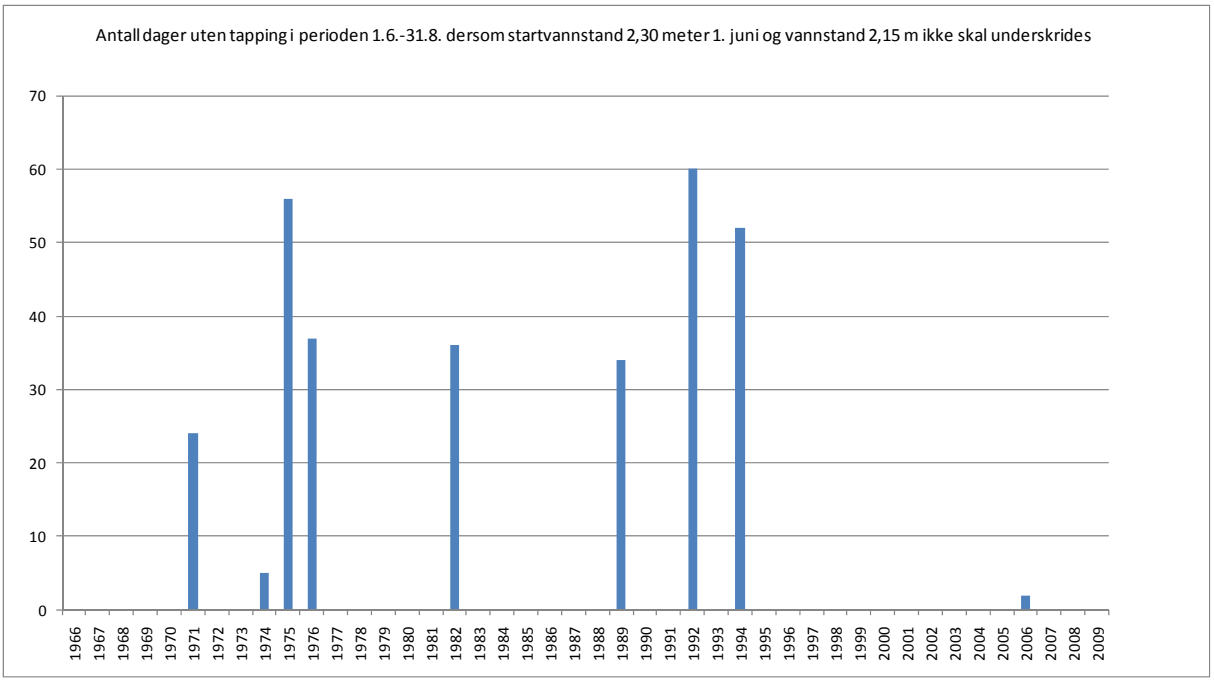


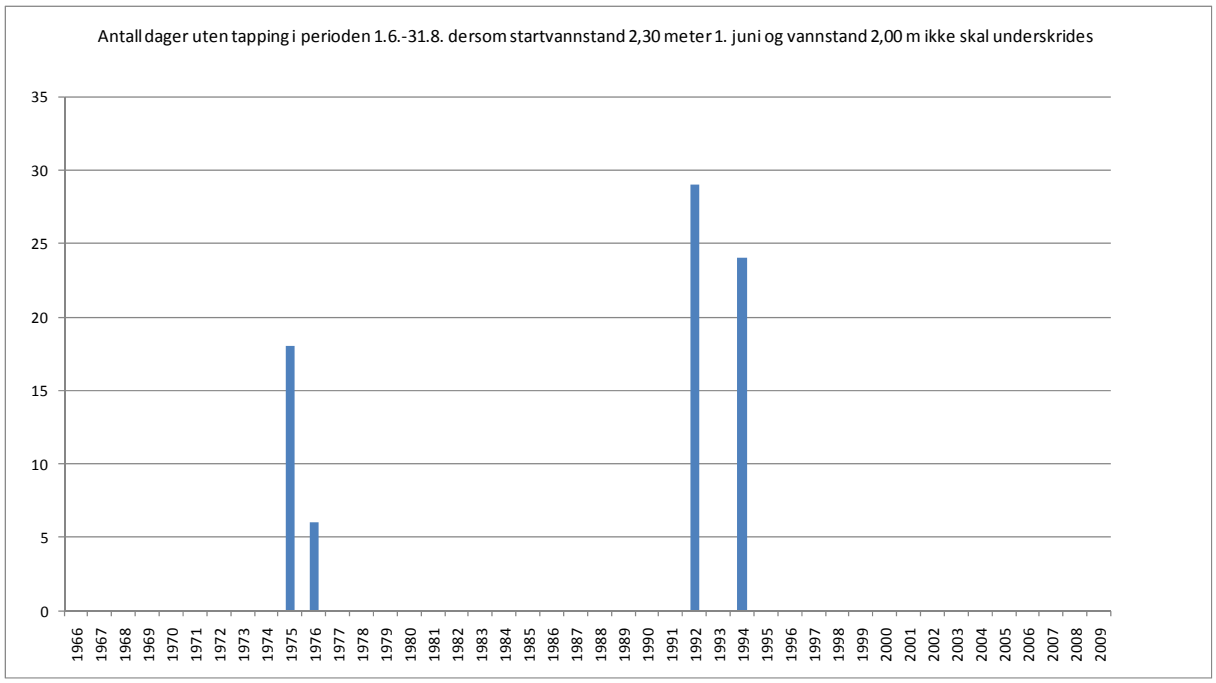
Vedlegg F. Sommervannstand ved ulik vannstand 1. juni

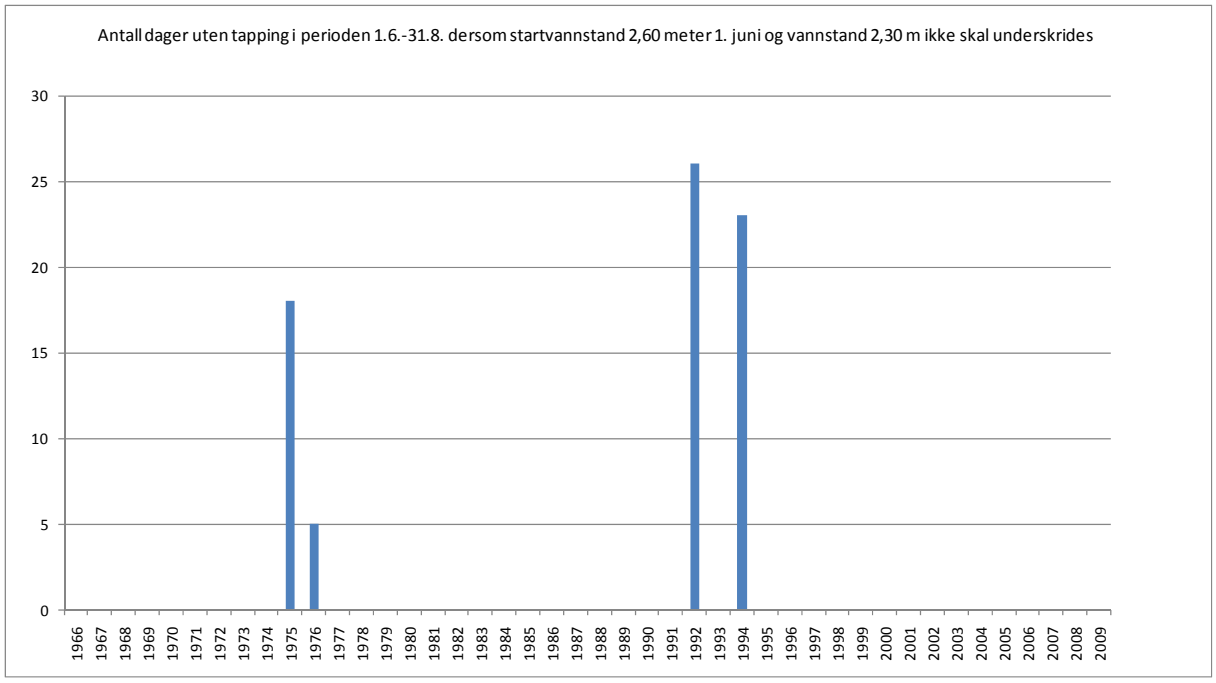


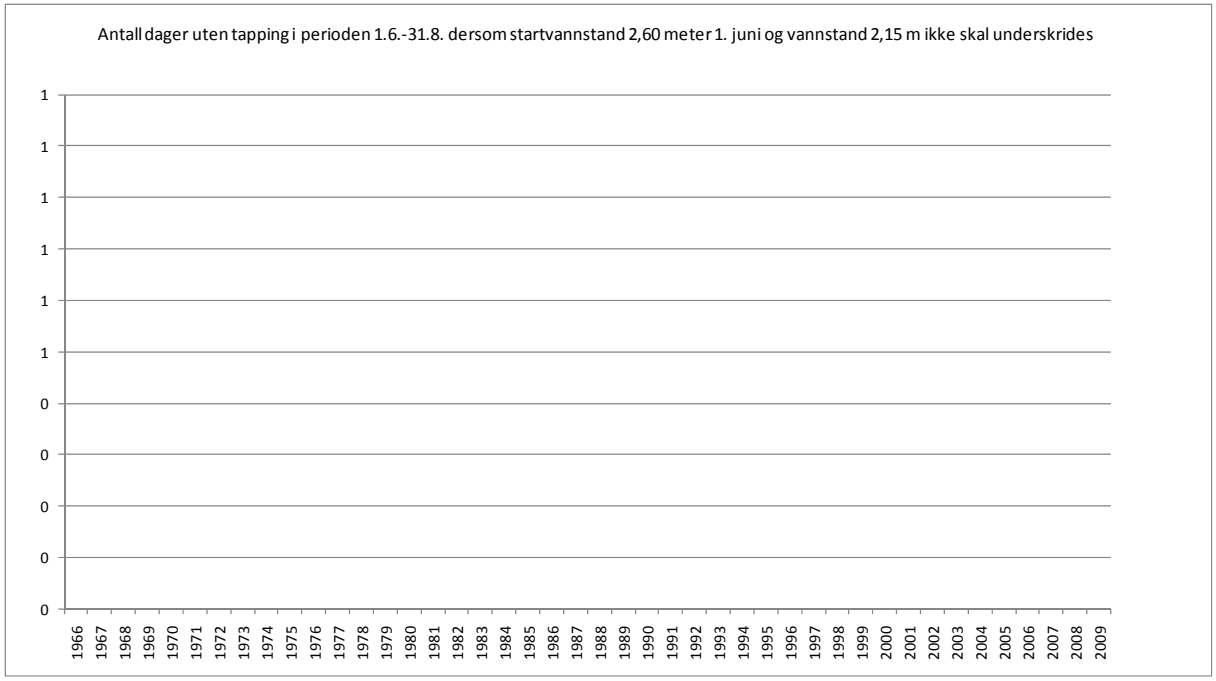



Antall dager uten tapping i perioden 1.6.-31.8. dersom startvannstand 2,30 meter 1. juni og vannstand 2,30 m ikke skal underskrides
100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009

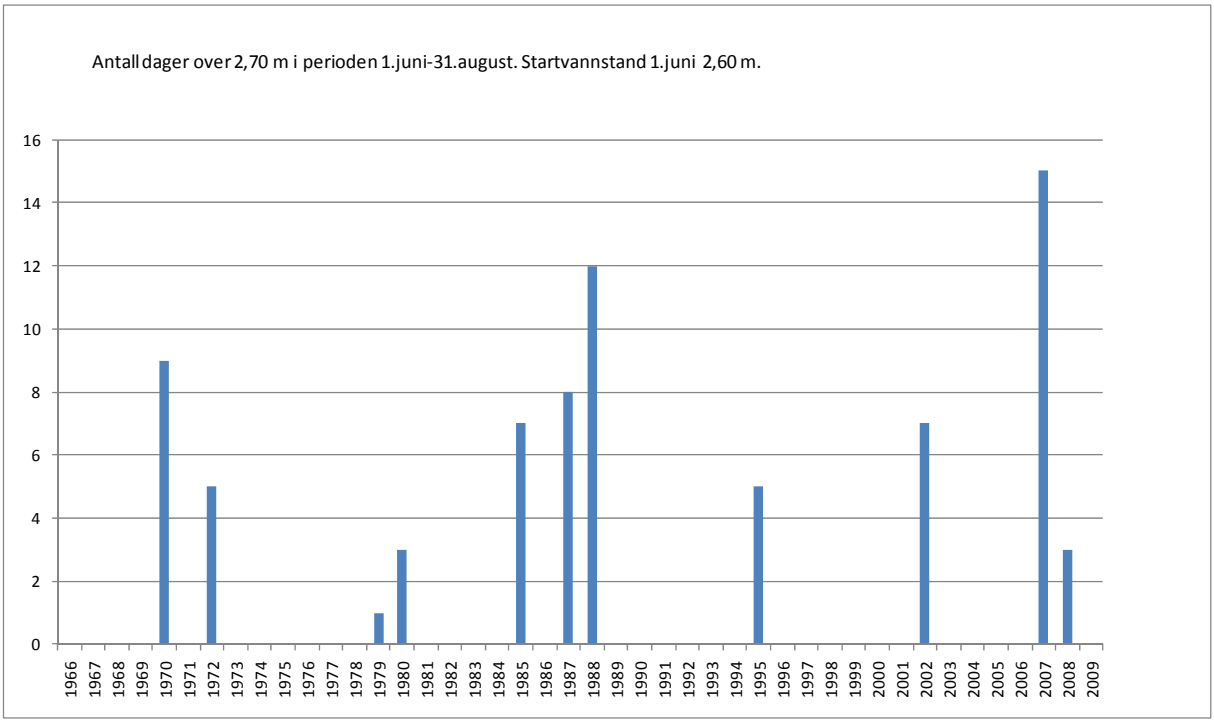

Antall dager uten tapping i perioden 1.6.-31.8. dersom startvannstand 2,30 meter 1. juni og vannstand 2,15 m ikke skal underskrides
70
60
50
40
30
20
10
0
1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009

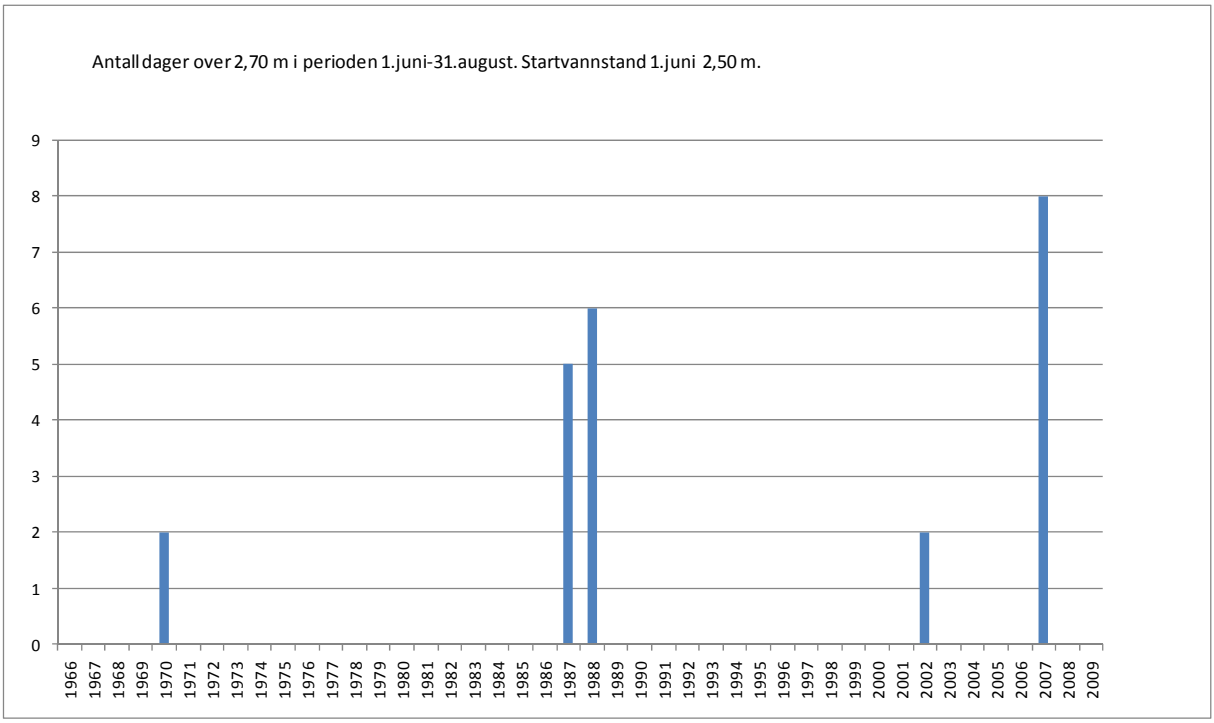

Antall dager uten tapping i perioden 1.6.-31.8. dersom startvannstand 2,30 meter 1. juni og vannstand 2,00 m ikke skal underskrides
35
30
25
20
15
10
5
0
1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009

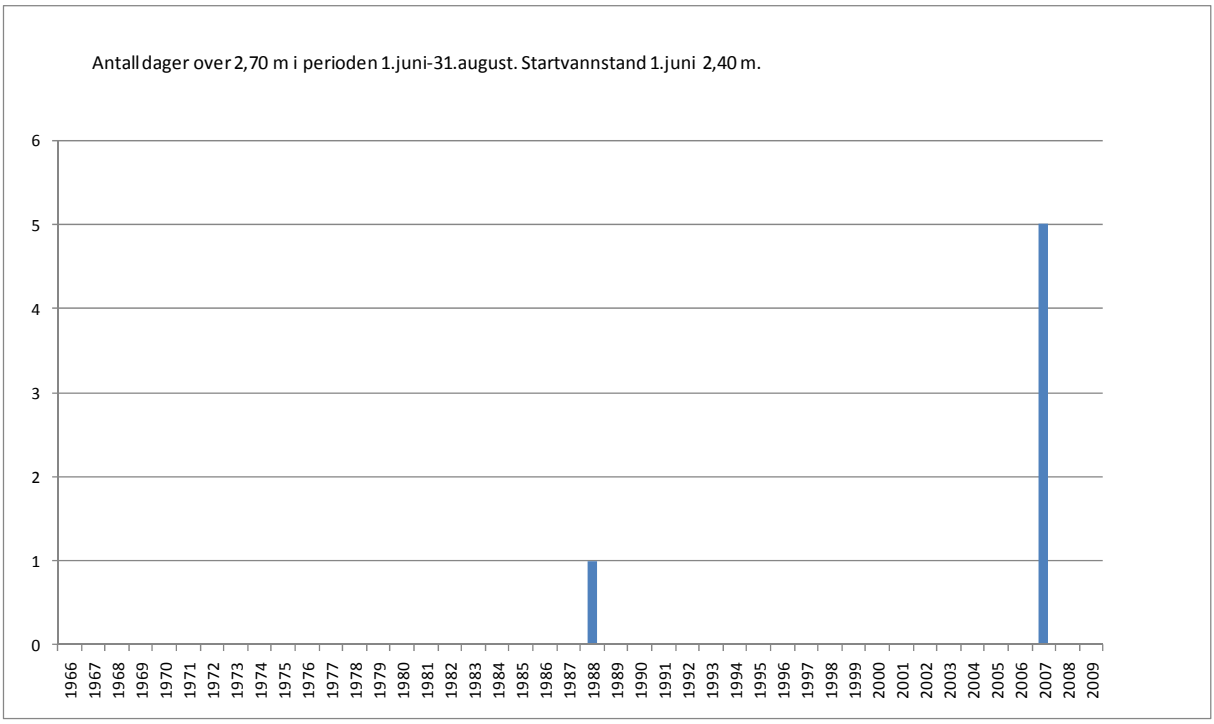

Antall dager uten tapping i perioden 1.6.-31.8. dersom startvannstand 2,60 meter 1. juni og vannstand 2,30 m ikke skal underskrides
30
25
20
15
10
5
0
1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009

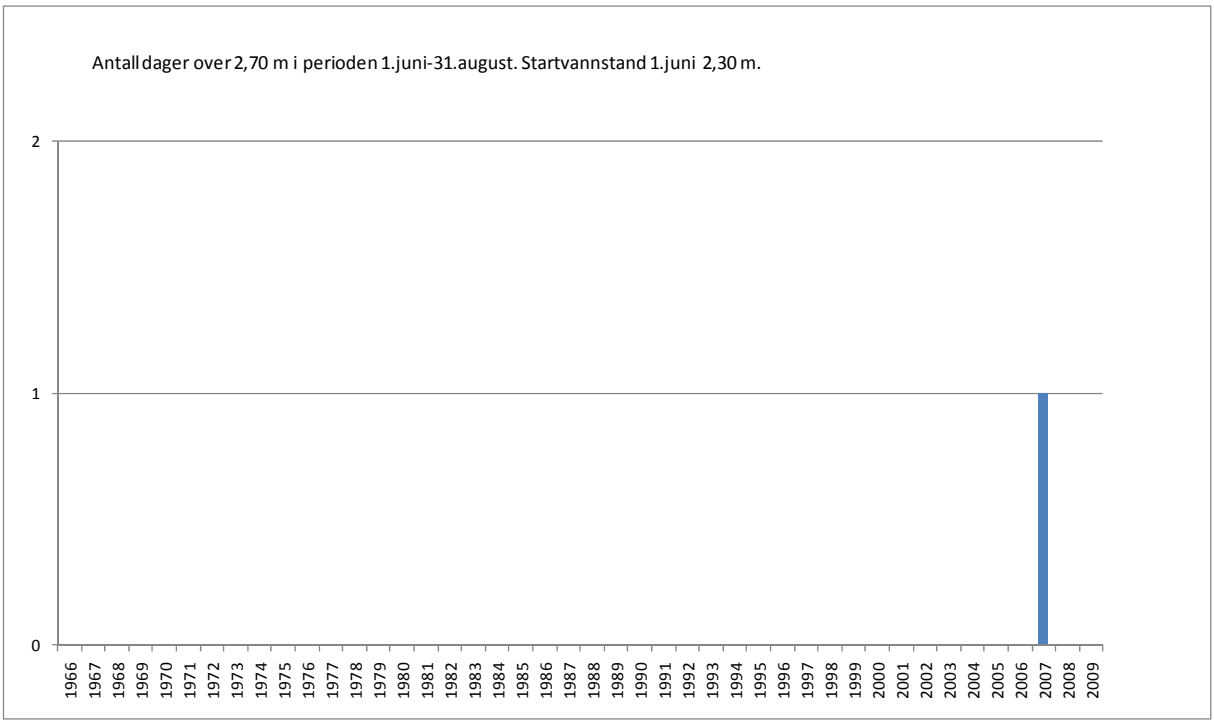

Antall dager uten tapping i perioden 1.6.-31.8. dersom startvannstand 2,60 meter 1. juni og vannstand 2,15 m ikke skal underskrides
1
1
1
1
1
1
0
0
0
0
0
1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009

Vedlegg G. Fare for sommerflom ved ulik vannstand 1. juni

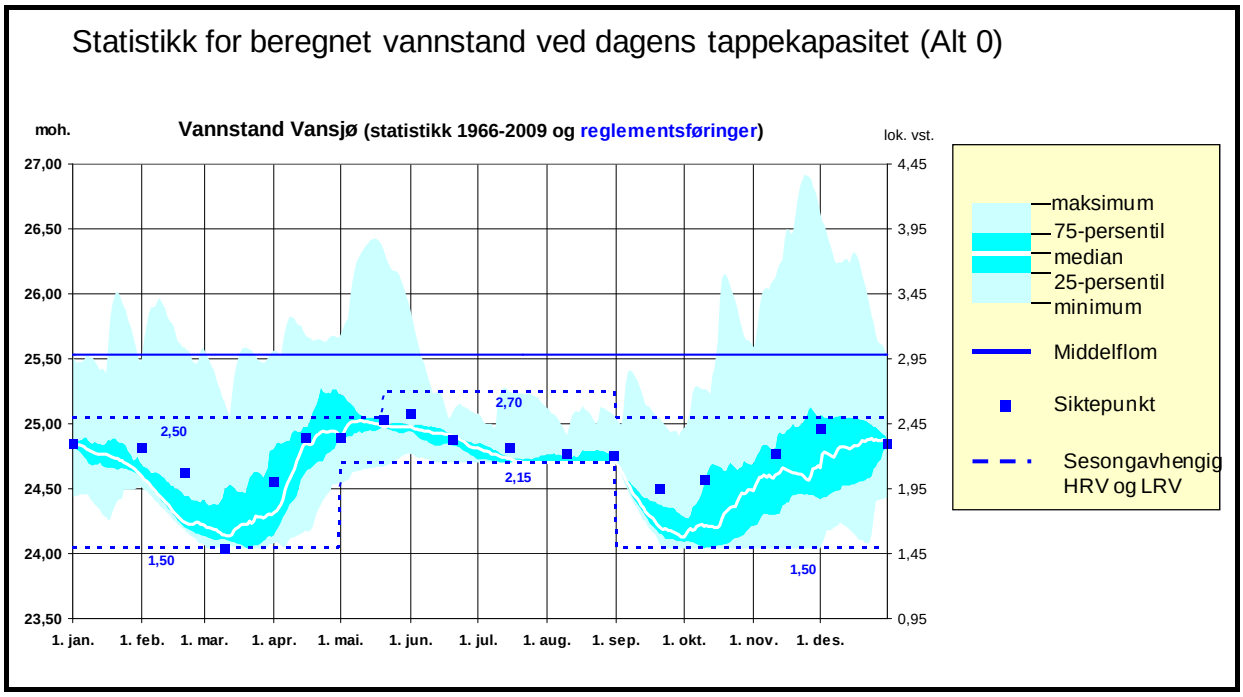




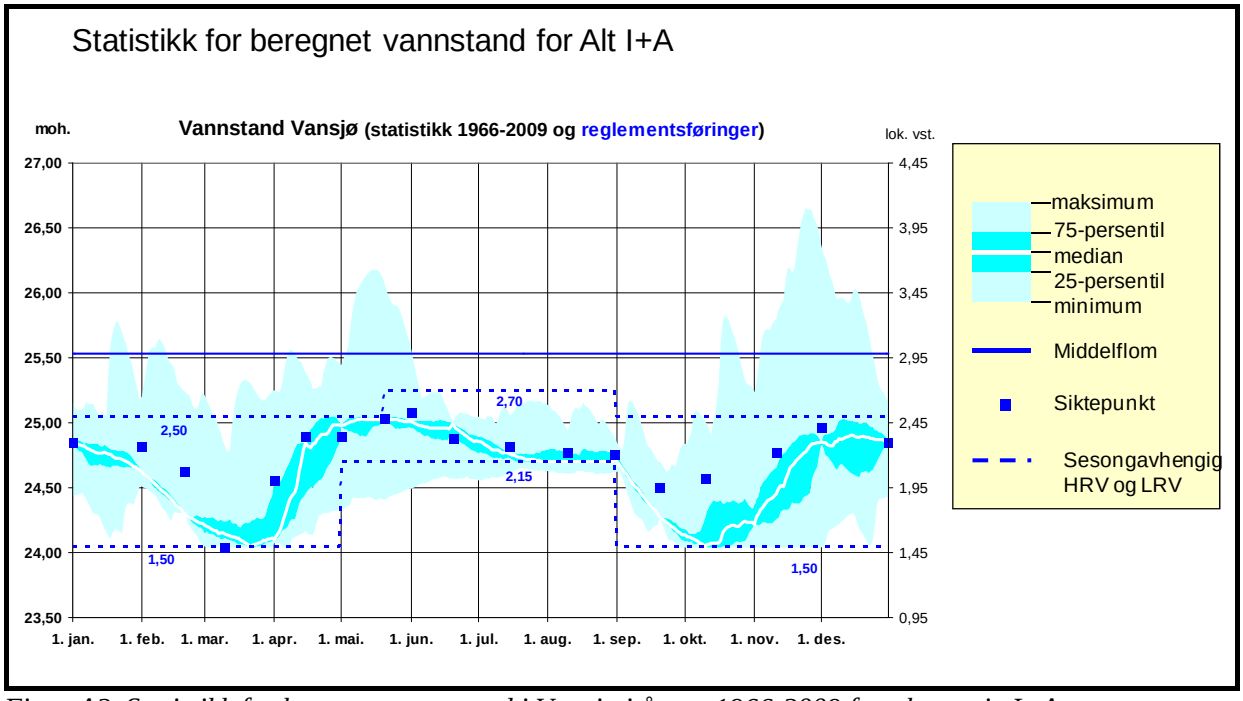

Antall dager over 2,70 m i perioden 1.juni-31.august. Startvannstand 1.juni 2,40 m.
6
5
4
3
2
1
0
1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009


Antall dager over 2,70 m i perioden 1.juni-31.august. Startvannstand 1.juni 2,30 m.
2
1
0
1966 1967 1968 1969 1970 1971 1972 1973 1974 1975 1976 1977 1978 1979 1980 1981 1982 1983 1984 1985 1986 1987 1988 1989 1990 1991 1992 1993 1994 1995 1996 1997 1998 1999 2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009

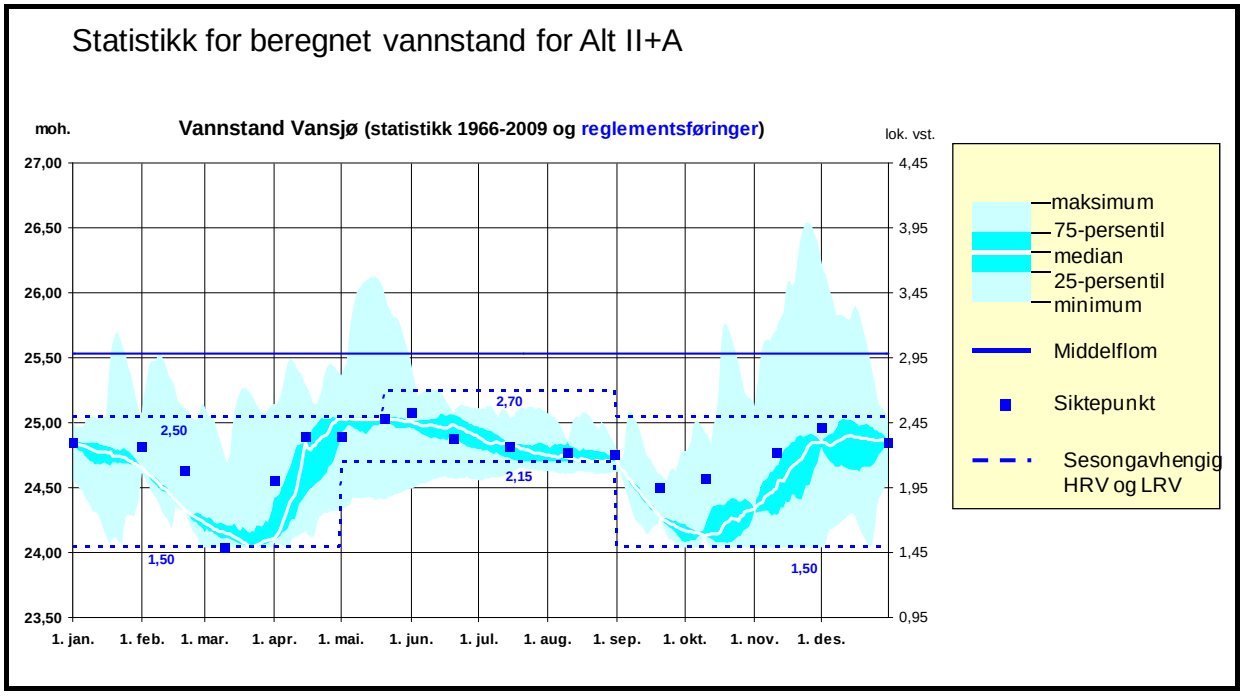
Vedlegg H. Flomtiltak: statistikkberegninger



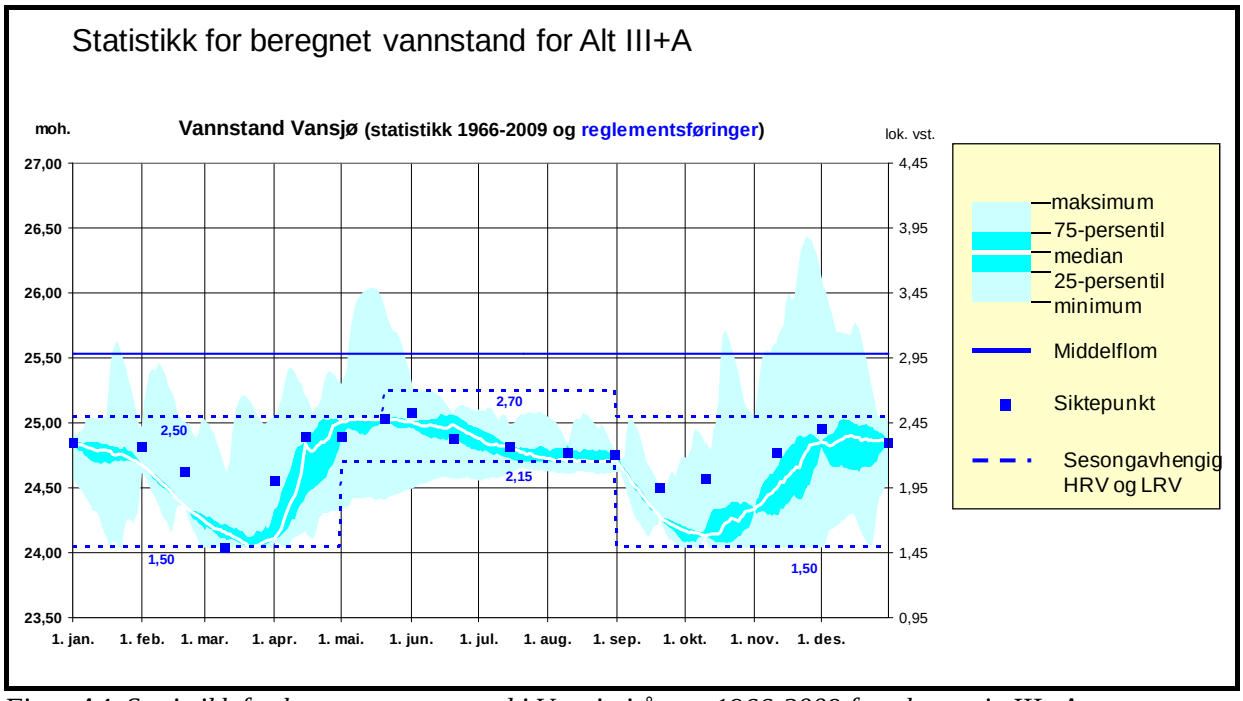
Figur A1. Statistikk for beregnet vannstand i Vansjø i årene 1966-2009 ved dagens tappekapasitet (Alternativ 0).



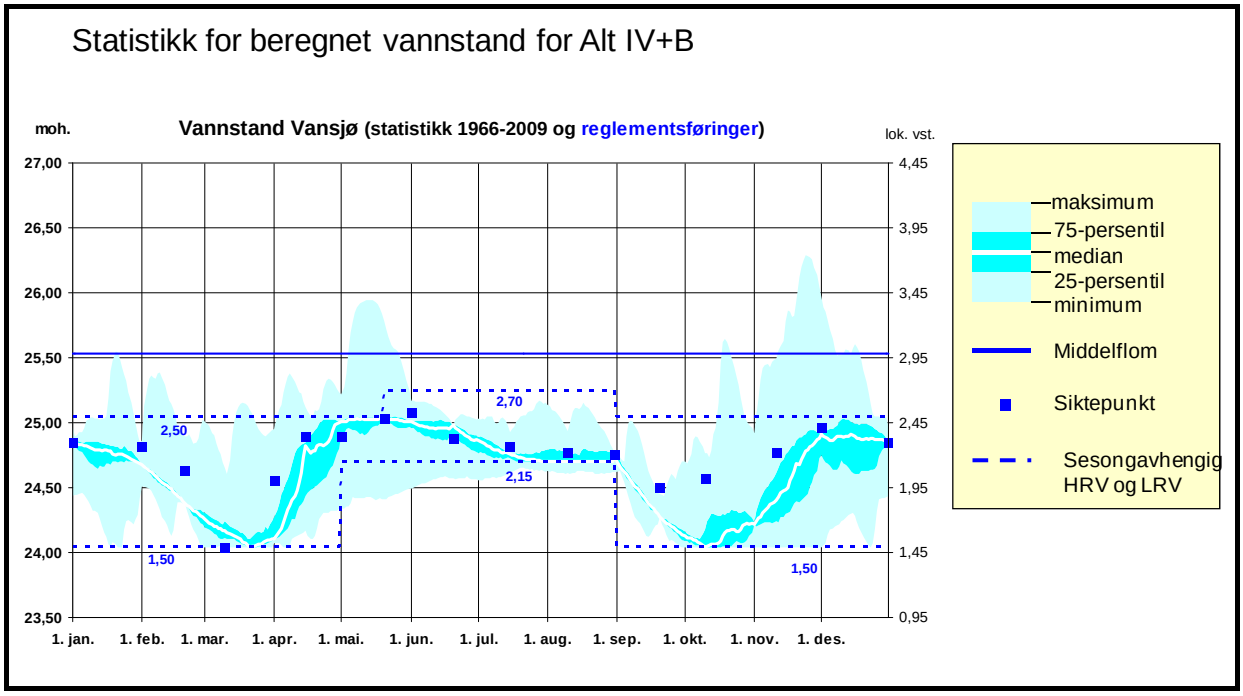
Figur A2. Statistikk for beregnet vannstand i Vansjø i årene 1966-2009 for alternativ I+A.



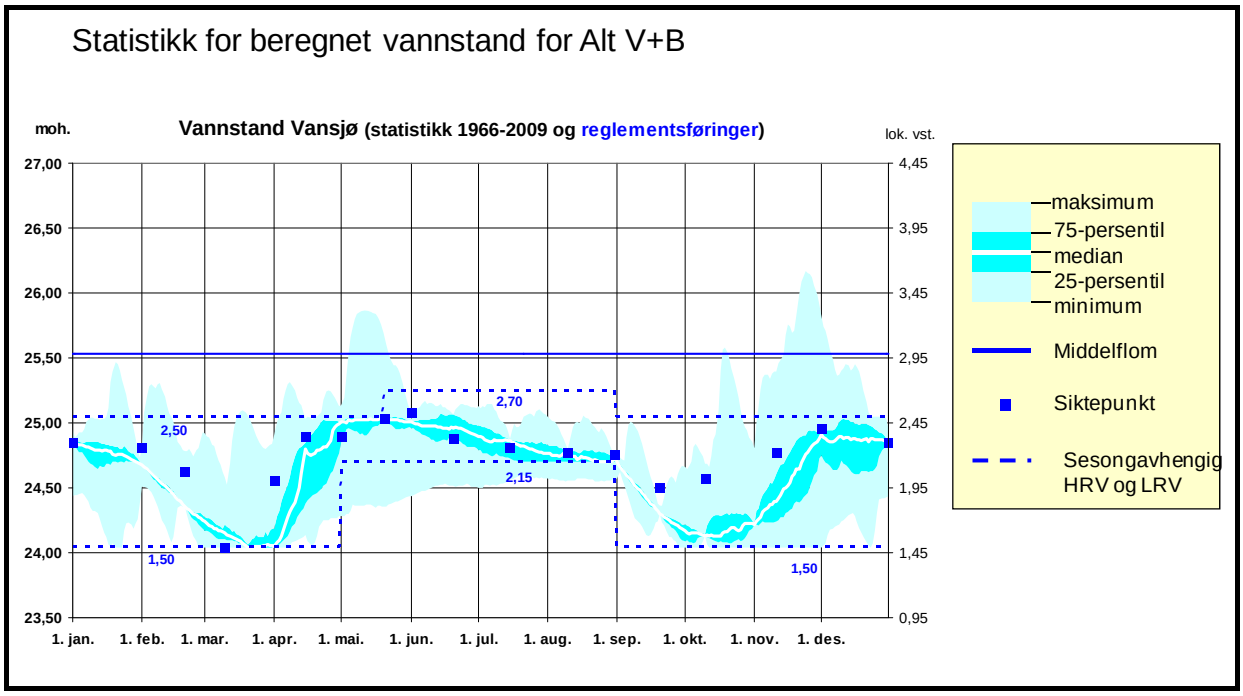
Figur A3. Statistikk for beregnet vannstand i Vansjø i årene 1966-2009 for alternativ II+A.



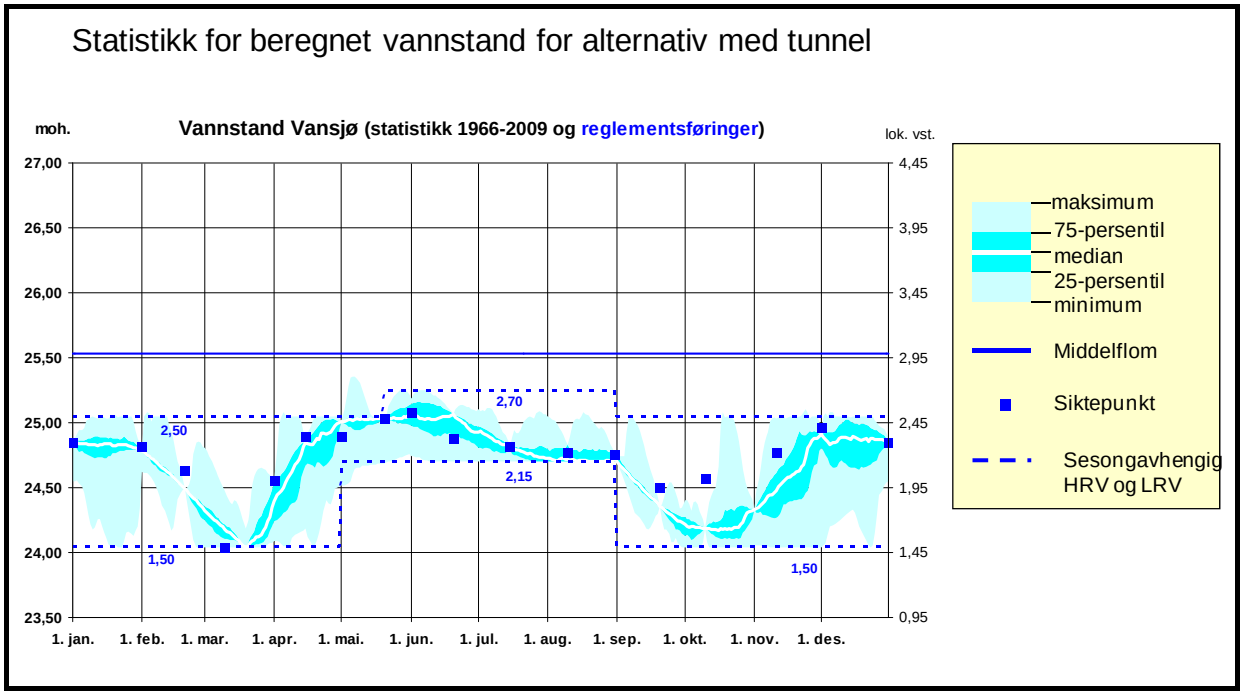
Figur A4. Statistikk for beregnet vannstand i Vansjø i årene 1966-2009 for alternativ III+A.



Figur A5. Statistikk for beregnet vannstand i Vansjø i årene 1966-2009 for alternativ IV+B.



Figur A6. Statistikk for beregnet vannstand i Vansjø i årene 1966-2009 for alternativ V+B.



Figur A7. Statistikk for beregnet vannstand i Vansjø i årene 1966-2009 for alternativ med tunnel (5 m diameter).