



Revisjon	Beskrivelse	Dato	Utført	Fagkontrollert	Godkjent
Fagområde I: betong-/murdammer inkl. fundament og flomløp, Fagområde II: fyllingsdammer inkl. fundament og flomløp, Fagområde III: tappe-stengeorganer og rør, Fagområde IV: flomhydrologi					
Oppdragsgiver					
<b>Friluftsetaten, Oslo kommune</b>					
Sak	Utført		Fagkontrollert		Fagområde
	-----		-----		I
	-----		-----		II
	-----		-----		III
					IV
Godkjent				Dato	
Norconsult 			Oppdragsnr. – Dokumentnr.		Revisjon
			5013058 - 001		0

**INNHOLDSFORTEGNELSE**

<b>1. SAMMENDRAG</b>	<b>3</b>
<b>2. INNLEDNING</b>	<b>4</b>
<b>3. PROBLEMSTILLING</b>	<b>5</b>
<b>4. METODE</b>	<b>7</b>
<b>5. FELTBESKRIVELSE</b>	<b>7</b>
5.1 Dagens felt	7
5.2 Naturlig felt	12
<b>6. HYDROLOGISK DATAGRUNNLAG</b>	<b>13</b>
6.1 Vannstander	13
6.2 Vannføringer	15
6.2.1 <i>Sesongvariasjon</i>	19
6.2.2 <i>Varighetskurve</i>	19
6.2.3 <i>Flomanalyse</i>	20
6.2.4 <i>Lavvannsanalyse</i>	20
6.2.5 <i>Valg av tørt, normalt og vått år</i>	21
<b>7. AVLØPSKAPASITETER</b>	<b>21</b>
7.1 Dagens avløpstekniske løsninger	21
7.2 Naturlig avløpsprofil	26
<b>8. MULIGE TILTAK OG LØSNINGSFORSLAG</b>	<b>28</b>
8.1 Mulige tiltak	28
8.2 Løsningsforslag	29
<b>9. MODELLERING</b>	<b>30</b>
9.1 Urbaniseringens effekt	30
9.2 Ruting gjennom Østensjøvann	30
9.3 Resultater	32
9.3.1 <i>Tilslig</i>	32
9.3.2 <i>Vannstand</i>	32
9.3.3 <i>Avløp</i>	36
9.3.4 <i>Trender</i>	36
9.3.5 <i>Oppholdstider</i>	36
<b>10. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER</b>	<b>37</b>
<b>11. REFERANSER</b>	<b>38</b>

<b>12. VEDLEGG</b>	<b>38</b>
12.1 Vedlegg 1. Beskrivelser fra statusrapport	39
12.2 Vedlegg 2. Verifisering av modell	41
12.3 Vedlegg 3. Alternative forslag	43
12.4 Vedlegg 4. Kostnadsoverslag for foreslått løsning	47

## 1. SAMMENDRAG

Det er ulike interesser knyttet til vannstanden i Østensjøvannet. Problemene dreier seg vesentlig om for høy vannstand i hekketiden, ønske om flom for å hindre gjengroing og erosjon på øyene i den sørlige delen av vannet. Andre utfordringer i forbindelse med vannet er for liten vanngjennomstrømming i forhold til forurensningsgraden og ønske om gjenåpning av Østensjøbekken samt flere tilførselsbekker.

I foreliggende rapport beskrives de hydrologiske egenskapene til Østensjøvannets nedbørfelt slik det er i dag og slik det antas å ha vært for 50-100 år siden. Dette gjøres ved å se på sesongvariasjon, varighetskurver og flom- og lavvannskarakter, bl.a. ved eksempler fra et normalt, et tørt og et vått år. Det historiske bakgrunnsteppet er basert på observasjoner fra et naturlig felt, som ikke er berørt av urbanisering eller andre menneskelige inngrep. Beskrivelsen av forholdene i dag er basert på den tilgjengelig informasjonen fra Østensjøvannet og antakelser om urbaniseringens effekt på hydrologien. Viktige hydrologiske faktorer i nedbørsfeltet for Østensjøvannet er avløpsanordningen og overføring av vann fra Nøklevann, men kan også innbefatte avløp fra tette/asfalterte flater og overvannsdiskonering. I den grad det har vært mulig er det foretatt kontroller mot observasjoner i feltet til Østensjøvannet og i nærliggende felter.

I rapporten presenteres først de naturlige variasjonene i tilsig, vannstand og avløp, og deretter dagens situasjon. Med dette som referanser diskuteres så konsekvensen av de foreslåtte tiltak.

Det er åpenbart at en reduksjon av vannstanden under hekketiden medio april - medio juni vanskelig lar seg kombinere med vårflom, fordi den som regel opptrer i april-mai. Høyere flomvannstander er derimot ønskelig om høsten, for derved å redusere gjengroing av våtmarksområdene rundt innsjøen. For å kunne oppnå dette må heverten erstattes med en luke eller en ventil.

Dagens overføring av vann fra Nøklevann gir et vesentlig bidrag til tilsiget, som på årsbasis utgjør ca. 20 % av totalt tilsig. Dette bidrar dermed til raskere vanngjennomstrømming i innsjøen. Ut i fra dagens forurensningsgrad i vannet bør denne overføringen opprettholdes inntil videre. På siket ønskes bortledet vann som naturlig hører til nedbørfeltet ført tilbake til vannet. En tilbakeføring av Godliabekken vil øke tilsiget med ca. 7 % på årsbasis.

En maksimal vannføring i Østensjøbekken med tapping av 15-45 l/s (8-24 % av årsmiddeltilsiget) vil ha liten betydning for vannbalansen i Østensjøvannet, fordi dette vannet ellers hadde blitt tappet gjennom dagens hevert.

Hovedresultatet er at dagens opplegg med et overløp i to høyder og hevert gir variasjoner i vannstanden med maksimalt 30 cm sammenlignet med ca. 95 cm med naturlig avløp i Østensjøbekken. Ved å beholde overløpet slik det er i dag, fjerne heverten og installere en luke med kapasitet 3 m<sup>3</sup>/s vil maksimal vannstandsvariasjon kunne øke til ca. 80 cm. En slik luke vil gjøre det mulig å holde vannstanden nede i hekketiden, samtidig som flomvannstanden om høsten kan heves. I dette ligger da en forutsetning om at luken brukes til å holde vannstanden nede under vårflommen i april-mai og ellers holdes stengt. Luken vil også være en fleksibel innretning med tanke på endrede behov og strategier i fremtiden. Ved å etablere et overløp i form av en beskjeden spalte mot Østensjøbekken vil vannstandsvariasjonen i Østensjøvannet reduseres med ca. 2 cm, men Østensjøbekken vil sikres en middelvannføring på ca. 15 l/s, en maksimal vannføring på ca. 40 l/s og en minstevannføring på ca. 4 l/s. Samme effekt vil kunne oppnås ved bruk av dagens bekkeventil, men dette vil kreve aktiv manøvrering av ventilen.

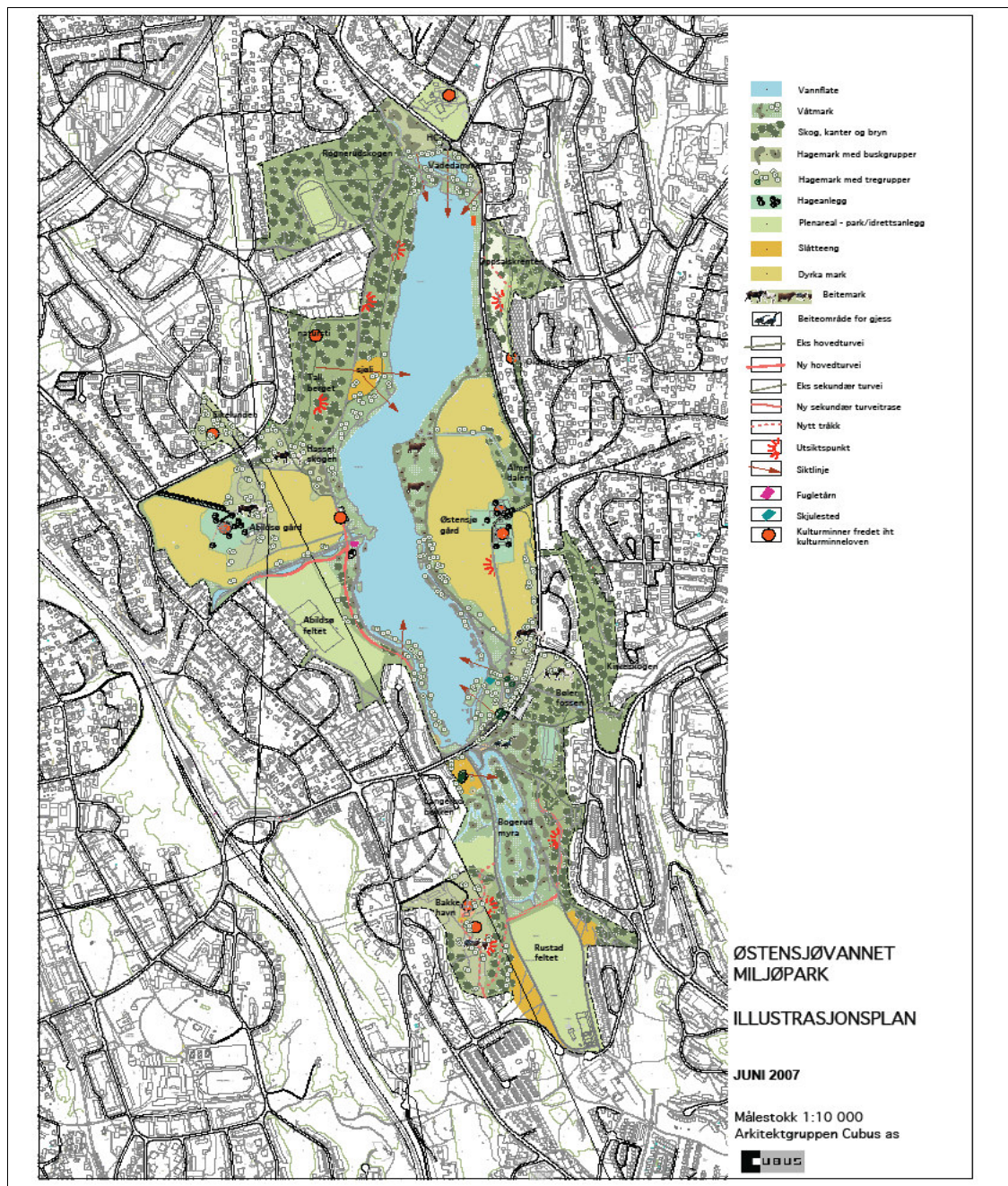
## 2. INNLEDNING

Østensjøvannet og omkringliggende våtmarksområder utgjør Østensjøområdet miljøpark og ble vernet som naturreservat den 2. oktober 1992 (se Figur 1). Området har stort biologisk mangfold og regnes som en av Norges rikeste innsjøer på vann- og sumpvannsplanter. I tillegg er det påvist nesten 2000 insektarter, mer enn 200 fuglearter og flere arter med flaggermus, amfibier, snegler og igler. Mange av artene står oppført på nasjonal rødliste.

Samtidig er det knyttet store utfordringer til forurensningssituasjonen i innsjøen. Forskriften om rammer for vannforvaltningen [6] fastsetter miljømål som skal sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomster. Et sentralt mål er å forbedre og gjenopprette vannforekomstene med sikte på å oppnå god økologisk og kjemisk tilstand. Østensjøvannet er langt fra en slik tilstand i dag.

Byøkologisk program gir også en viktig føring for Østensjøvannet, ved å påpeke nødvendigheten av en forsvarlig økologisk forvaltning av innsjøen med omkringliggende våtmarker. Sistnevnte er bakgrunn for forvaltningsplanen for Østensjøområdet miljøpark, som ble ferdigstilt i 2007.

Ansvar for reguleringen av vannstanden i Østensjøvannet ble overtatt av Friluftsetaten fra Vann- og avløpsetaten i 2008. Friluftsetaten har i denne forbindelse bedt Norconsult om å lage en rapport som beskriver dagens problemer og som beskriver forslag til et framtidig vannregime som kan innfri målsetningen om en god miljøtilstand og forsvarlig økologisk forvaltning.



Figur 1 Illustrasjonsplan fra Forvaltningsplan Østensjøområdet miljøpark (2007).

### 3. PROBLEMSTILLING

Østensjøvannet ligger innenfor byggesonen og er et mye brukt rekreasjonsområde alle ukedager året gjennom. Kommunen skal søke å forvalte området med tanke på både det biologiske mangfoldet i og rundt innsjøen, samt tilrettelegging for rekreasjon.

Flere utfordringer knytter seg til forvaltningen av området. Denne rapporten tar for seg de hydrologisk-relaterte problemstillingene ved innsjøen.

Vannkvaliteten i Østensjøvannet er dårlig. Forurensningsgraden er sterkt påvirket av de bymessige omgivelsene. Utbyggingen av området har ført til at næringstilførslene til innsjøen har økt betraktelig og har gjort innsjøen tidvis til en av de mest overgjødslende innsjøene i Norge.

Fra 1970-årene er det brukt betydelige ressurser for å begrense forurensningene. Østensjøvannet inneholder derfor vesentlig mindre næringsalter i dag enn for 20 år siden. Likevel er reduksjonen i konsentrasjonene vesentlig mindre enn en kunne forvente ut fra reduksjonene i tilførslene. Årsaken til den høye næringsbelastningen i Østensjøvannet i dag antas i hovedsakelig å være næringslagrene i bunnsedimentet i innsjøen som lekker ut om sommeren. Videre er det et betydelig overgjødsningsbidrag fra de store bestandene av gress som bruker området.

Med sterk næringsbelastning har vannet til tider hatt kraftige oppblomstringer av blågrønnalger. Det er også store forekomster av vasspest i innsjøen.

Høy algeproduksjon kombinert med grunne forhold fører til oksygenvinn nær bunnen både om sommeren og vinteren. For en del år siden kunne oksygeninnholdet bli så lite om vinteren at det oppstod fiskedød.

Fylkesmannen i Oslo og Akershus har satt som mål å bedre vannkvaliteten i Østensjøvannet, noe vannforvaltningsforskriften også gir føringer for. Tilførslene av næringsstoffer til innsjøen må begrenses ytterligere for å oppnå dette. Denne sentrale utfordringen vil også måtte følges opp i tiltaksanalysen og –programmet som skal utarbeides i henhold til vannforvaltningsforskriften.

Vann- og avløpsetaten (VAV) beskrev i sin brosjyre om Østensjøvannet 2003 blant annet en rekke tiltak for å bedre vannkvaliteten i Østensjøvannet (referanse 4):

- Videreføring av arbeidet med å spore opp og rette på feil på ledningsnettet. Visjonen er nullutslipp av forurenset avløpsvann til Østensjøvannet.
- Anleggelse av våtmarker eller renseparker i utløpet av bekkene, som kan ha god renseeffekt både på overflateavrenning til bekkene og kloakktilførsler. De mest aktuelle stedene er Smedbergbekken og Bølerbekken.
- Gjenåpning av bekker, tilbakeføring av vann og forhindre at nye bekker legges i rør for å øke selvsrensingen og øke vanngjennomstrømmingen.
- Begrense mating av fuglene.
- Fortsette med å overføre vann fra Nøklevann til Østensjøvannet.
- Vurderes å behandle bunnslammet kjemisk for å hindre slik utlekking av fosfor fra bunnslammet.

Andre problemstillinger knyttet til vannet er:

- Vannstanden er for høy i hekketiden til at hovedtyngden av vannfugler kan gjennomføre en vellykket hekking, da reirene oversvømmes. Dette gjelder i perioden 20. april - 15. juni.
- Det er registrert erosjon på øyene i den sørlige delen av vannet. Dette kan blant annet skyldes de raske vannstandssenkningene i magasinet, som er en følge av at overløpet ved Østensjøvannet er utstyrt med en hevert.
- For å oppnå en raskere utskiftning av vannmassene i Østensjøvannet må magasinprosenten reduseres, enten ved redusert magasinvolum eller økt tilsig. Redusert

magasinivolum er en lite ønskelig løsning. Mulige virkemidler for å øke tilsiget er enten å forhindre overføring av overvann ut av nedbørfeltet eller å øke overføringen fra Nøkle vann.

- Flomvannstanden er for liten i forhold til hva som er normalt. Dette fører til gjengroing og dårligere næringsforhold for vadefugler og ender.
- Østensjøbekken bidrar i liten grad til å regulere vannstanden i innsjøen, da den delvis har vært avstengt og delvis ligger i rør. Dette er også lite gunstig i forhold til et naturlig bekkeløps sine biologiske- og opplevelsesmessige kvaliteter.

Ut i fra ovenstående gjennomgang utpekes følgende hovedproblemer som det skal finnes løsninger for:

- Holde relativ lav vannstand i hekketiden medio april - medio juni
- Øke flomvannstanden utenom hekketiden
- Hindre raske vannstandsendinger
- Øke utskifting av vann, med størst mulig naturlig tilsig fra nedbørfeltet
- Gjenåpne vannets utløpsbekk, Østensjøbekken, og flere tilløpsbekker

En sentral utfordring er at en reduksjon av vannstanden under hekketiden vanskelig lar seg kombinere med at vårflommene oppstår i samme periode (april – mai).

## 4. METODE

For å belyse de aktuelle problemstillingene vil vi beskrive nedbørfeltet og presentere de naturlige variasjonene i tilsig, vannstand og avløp. Dagens situasjon vises med de naturlige forholdene som bakgrunnsteppe. Til sist vil vi legge frem konsekvensene av de foreslåtte tiltak med både dagens og naturlig tilstand som sammenligningsgrunnlag.

For å gjennomføre dette vil vi velge en vannføringsserie, som kan brukes som representativt naturlig tilløp til Østensjøvannet. Vi vil deretter vurdere konsekvensene for vannstanden i Østensjøvannet av dagens situasjon og mulige tiltak, i form av endrede avløpsforhold. Dette vil bli beskrevet ved en enkel ”rutingmodell”, som beregner vannbalansen i Østensjøvannet for ulike tilløps og avløpsforhold. Denne modelleringen gjennomføres for å teste og kvalitetssikre de aktuelle tiltak og løsningsforslag

## 5. FELTBESKRIVELSE

### 5.1 Dagens felt

Østensjøvannet ligger i Oslo kommune, og har et nedbørfelt på 11,15 km<sup>2</sup> (Figur 2). I henhold til NVEs avrenningskart 1961-1990 har dette feltet et midlere årlig tilsig på 6,12 Mm<sup>3</sup>, som tilsvarer 0,19 m<sup>3</sup>/s eller 17,4 l/s/km<sup>2</sup>. Østensjøvannet ligger på ca. 105 m o.h. og har det høyeste punkt i nedbørfeltet på 268 m o.h. mens medianhøyden er ca. 160 m o.h. Selve Østensjøvannet har et areal på 0,3333 km<sup>2</sup>, og det drenerer ut i Østensjøbekken, som i sin tur renner ut i Alna. Arealer og årlig tilsig for de ulike feltene er i vist i

Tabell 1, som også oppgir laveste og høyeste punkt i feltene. Effektiv sjøprosent (Eff. Sjø) er et mål på graden av flomdemping i et felt, hvor innsjøer som ligger langt nede i et vassdrag teller mer enn innsjøer lenger opp. Østensjøvannet har en største lengde på ca. 1,8 km og en bredde varierende mellom 130 og 280 m. Midlere dyp er 2,0 m, største dyp 3,2 m og volumet ca. 0,58 Mm<sup>3</sup> (ref. no.wikipedia.org). Arealet for noen ulike kotehøyder over dagens naturlige vannstand



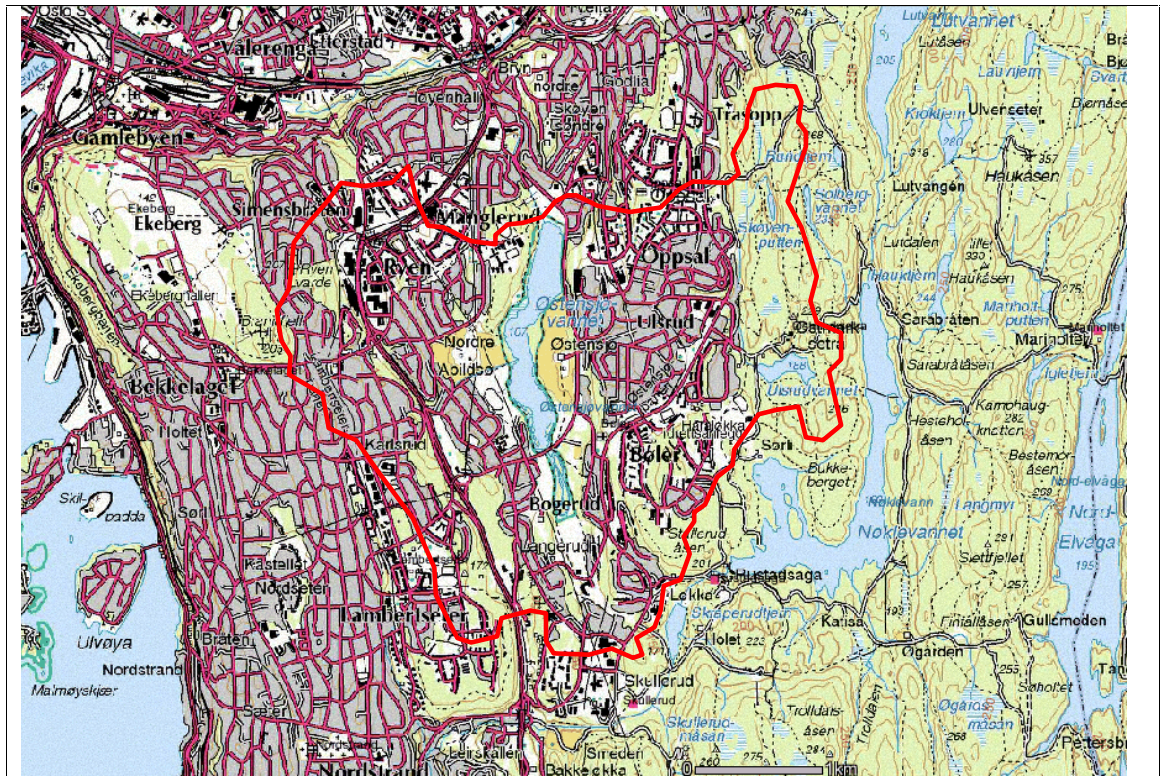
er oppmålt i økonomisk kart og en arealkurve og en volumkurve er beregnet som vist i Figur 3 og Figur 4. Utbredelsen av vanddekket areal er også vist i Figur 5.

Fra Manglerud gjennom Rognerudskogen komme det også inn en bekk fra nordvest som renner ut i Østensjøvannets nordende. Denne er lukket nesten helt fram til vannet og ligger ikke inne på ledningsnett. Nedbørsfeltet for denne bekken er derfor ikke kjent og derfor ikke tatt med inn i beregningene.

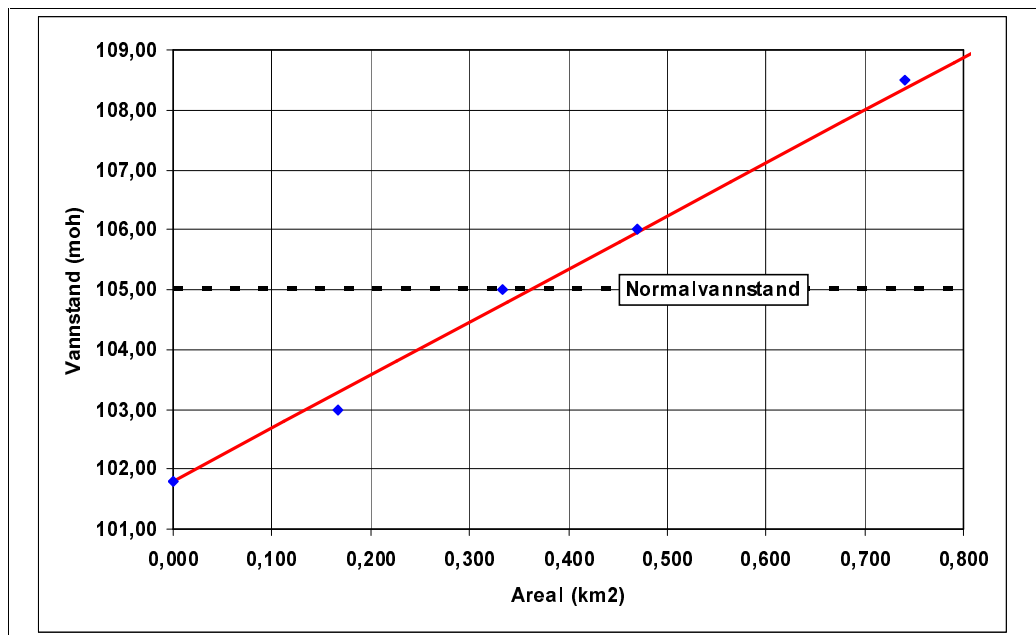
**Tabell 1 Dagens nedbørsfeltegenskaper for Østensjøvannet, Østensjøbekken og Alna.**

Felt	Areal (km <sup>2</sup> )	Årstilsig			Høyde (min-maks)	Eff. Sjø <sup>1)</sup> (%)
		(Mm <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> /s)	(l/s/km <sup>2</sup> )		
Østensjøvannet	11,15	6,12	0,19	17,4	105 - 268	0,03
Østensjøbekken	13,18	7,3	0,23	17,6	75 - 268	-
Alna	69,26	43,15	1,37	19,8	0 - 440	-

<sup>1)</sup> ekskl. Østensjøvannet

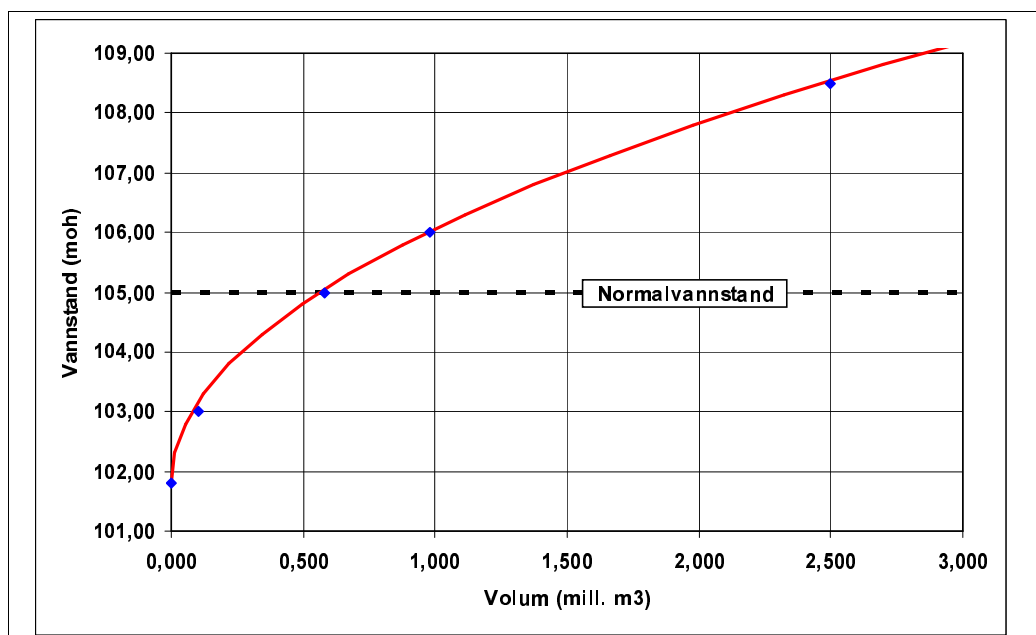


**Figur 2 Dagens nedbørsfelt til Østensjøvannet.**

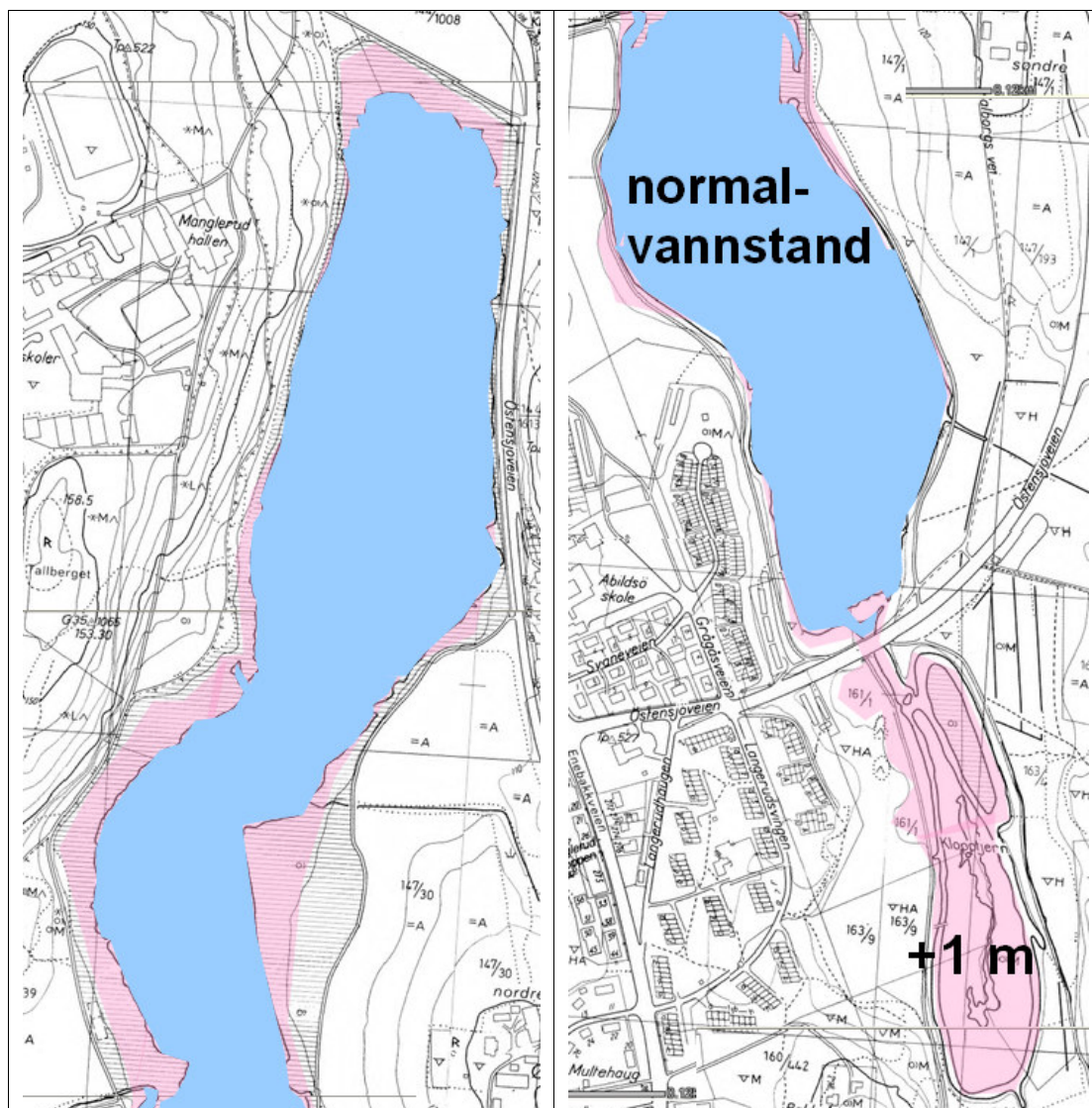


Figur 3 Arealkurve for Østensjøvannet.

I økonomisk kart er Østensjøvannet oppgitt til å ligge på kote 104, mens høydekurven for kote 105 stedvis ligger godt utenfor strandkanten. Ekstrapolering av planimetrerte arealer for flere høydekurver (kote 110 og 115) bekrefter en høydeforskjell mellom kote 105 og Østensjøvannet på ca. 1 m. I henhold til tegningene av heverten skal denne imidlertid gi vannstander mellom kote 104,80 og 105,05. Der er altså en forskjell i høydegrunnlagene til økonomisk kart og tegningen av heverten. Vi har valgt å bruke høydegrunnlaget til heverten som referanse, og lagt planimetrert areal for kote 105 inn som kote 106 i figuren. Dette spiller ingen rolle for beregningene. For en avklaring av høydegrunnlagene må heverten/terskelen nivelleres inn mot et fastpunkt med kjent høyde.



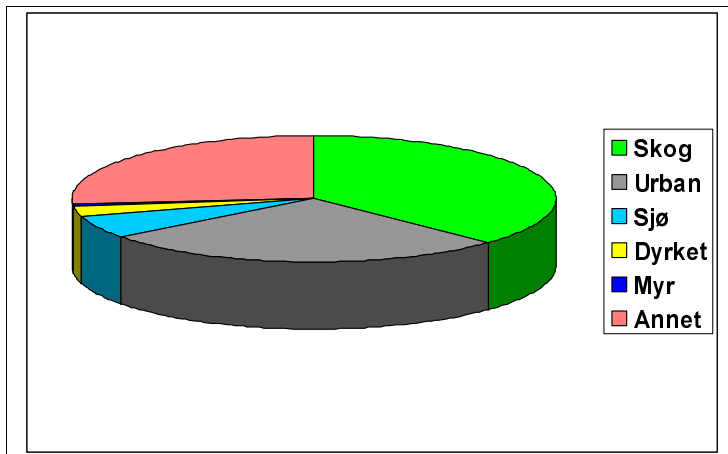
Figur 4 Volumkurve for Østensjøvannet.



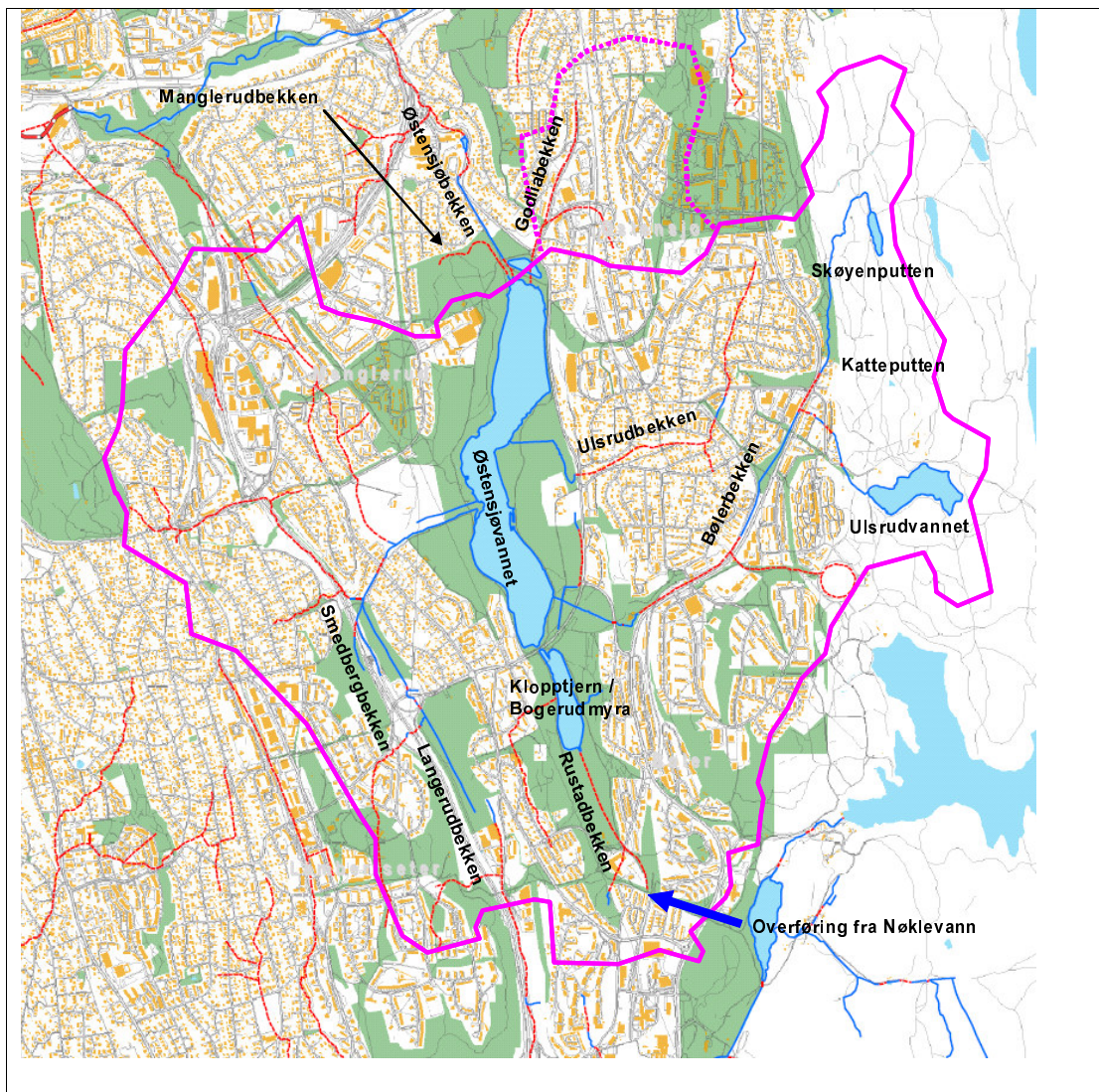
**Figur 5 Vanndekket areal ved normalvannstand og ca. 1 meter opp.**

Dagens nedbørfelt for Østensjøvannet er i NVE-atlas oppgitt å ha en urbaniseringsgrad på 27 % og en skogandel på 37 % (se Figur 6). Grunnet avskjærende ledningsnett for overvann er dagens nedbørfelt ikke nødvendigvis det samme som det naturlige. Det totale ledningsnett i feltet fordeler seg på 15 km fellessystem (AF-ledning), 45 km separatsystem (spillvann) og 44 km overvannsledninger. VAV oppgir at fellessystemet dekker  $\frac{1}{4}$  av den bebygde delen av nedbørfeltet, men at ikke all avrenning nødvendigvis er koblet til AF-ledningen. Dette gjelder for eksempel takvann, tette flater og infiltrasjonsvann. Overvannsledningene er heller ikke alltid lagt i fallretningen, slik at vann kan renne både ut av og inn i nedbørfeltet. Et nøyaktig estimat på bortledet areal er derfor ikke mulig å oppnå. Et grovt anslag kan imidlertid være å anta at halvparten av den fjerdepart av urbanisert areal (27 %) som er dekket av fellessystemet bortledes, dvs. 50 % av  $\frac{1}{4}$  av 27 %, dvs. ca. 3 %.

Den eneste bekken i feltet som er bortledet er bekken fra Godlia, som kommer ned ved Østensjø skole og ledes ut i Østensjøbekken (se Figur 7). Dette feltet har et areal på ca. 0,8 km<sup>2</sup>, dvs. rundt 7 % av dagens nedbørfelte til Østensjøvannet. I henhold til VAV er det ikke noen bekk nordvest i feltet, som er bortledet. Ut fra disse forutsetningene er dagens nedbørfelt antatt å tilsvare ca. 90 % av naturlig felt.



Figur 6 Arealdisponering i nedbørfeltet til Østensjøvannet.



Figur 7 Bekker og innsjøer i feltet til Østensjøvannet Kilde: Historiske bekker og elver i Oslo ([http://www.miljo.oslo.kommune.no/vann\\_og\\_vassdrag/kart/](http://www.miljo.oslo.kommune.no/vann_og_vassdrag/kart/)). Bekker i blått går i dag åpne og bekker i rødt er lagt i rør.

Tilløpet til Østensjøvannet er i tillegg økt ved overføring av vann fra Nøklevann i nabovassdraget til bekken som renner under fotballbanene syd for Bogerudmyra. Det overføres her 40 l/s når vannstanden er over et bestemt nivå i Nøklevann, og dette er oppgitt å skje i 10-11 måneder i året.

Gjennom ventilen ved utløpet av Østensjøvannet ble det tidligere sluppet ca 3 l/s til Østensjøbekken om sommeren. Den har imidlertid vært stengt de siste årene, men er i 2009 tatt i bruk igjen.

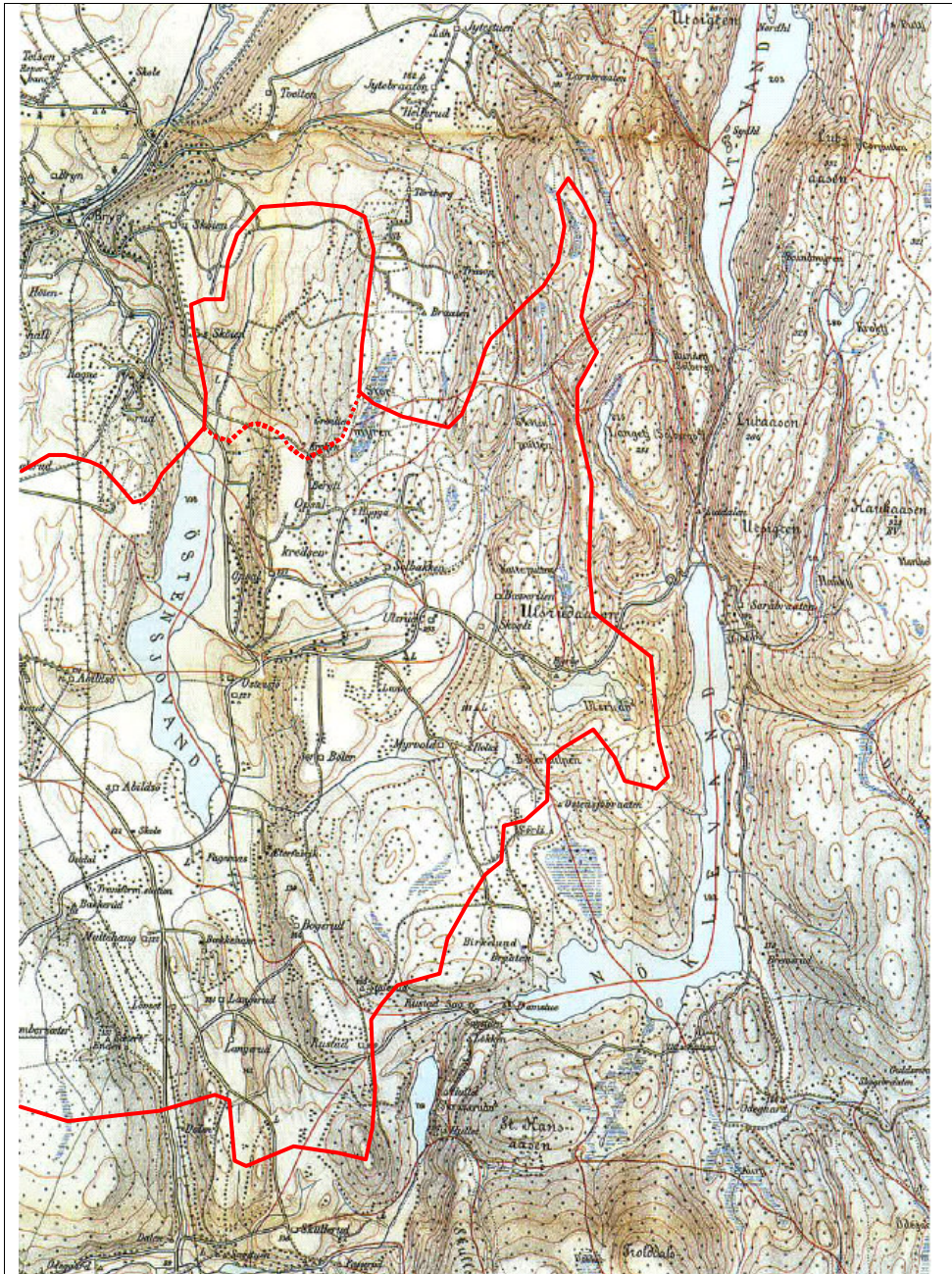
## 5.2 Naturlig felt

For ca. 100 år siden var nærområdene til Østensjøvannet lite bebygget og preget av et meget åpent landskap (Figur 8 og Figur 9). Det naturlige nedbørfeltet hadde da omtrent samme utstrekning som i dag. Østensjøvannet var tidligere kjent for store oversvømmelser om våren og høsten, og innsjøen kunne "doble" sitt areal i disse periodene (se Vedlegg 1). Dette skyldtes at utløpet var smalt og hadde lite fall slik at kapasitet til å ta unna vår- og høstflommene var liten.

Vedlegg 1 inneholder utvalgte avsnitt fra Østensjøområdet miljøparks statusrapport (ref 2), som beskriver utviklingen i nedbørfeltet til Østensjøvannet.



**Figur 8 Østensjøvannet rundt 1900 med utløpet til Østensjøbekken til høyre i bildet. Fra Østensjø lokalhistoriske bilder (referanse 1).**



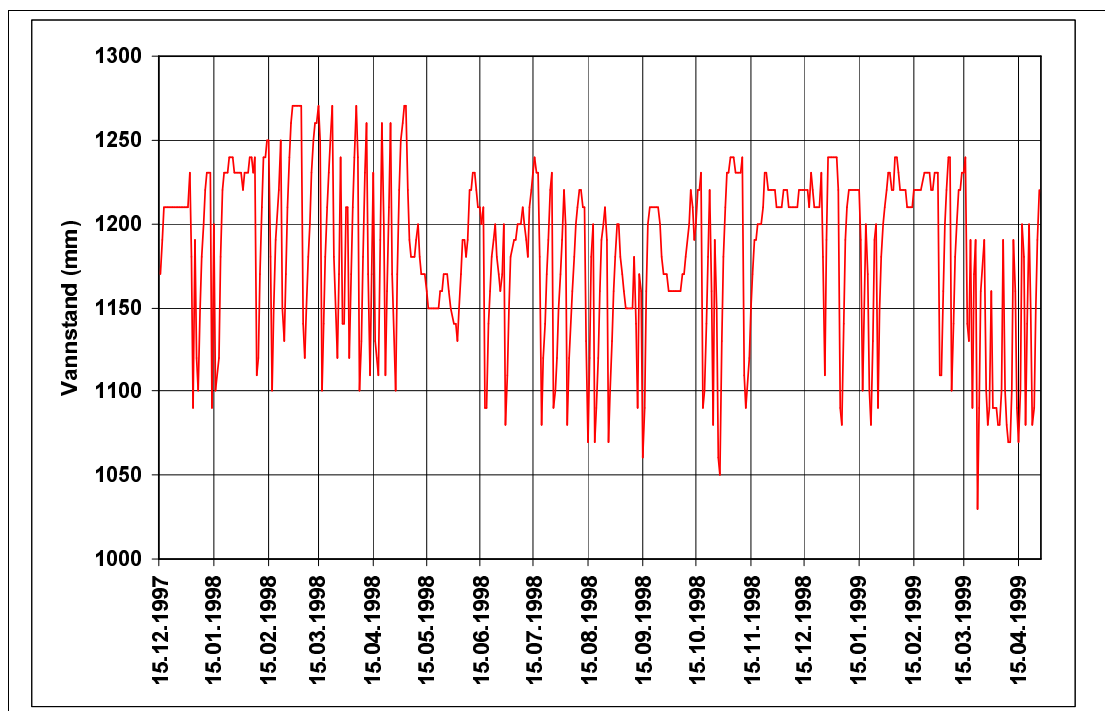
Figur 9 Kartskisse utgitt av Norges Geografiske Oppmåling i 1915 med inntegnet feltgrense.

## 6. HYDROLOGISK DATAGRUNNLAG

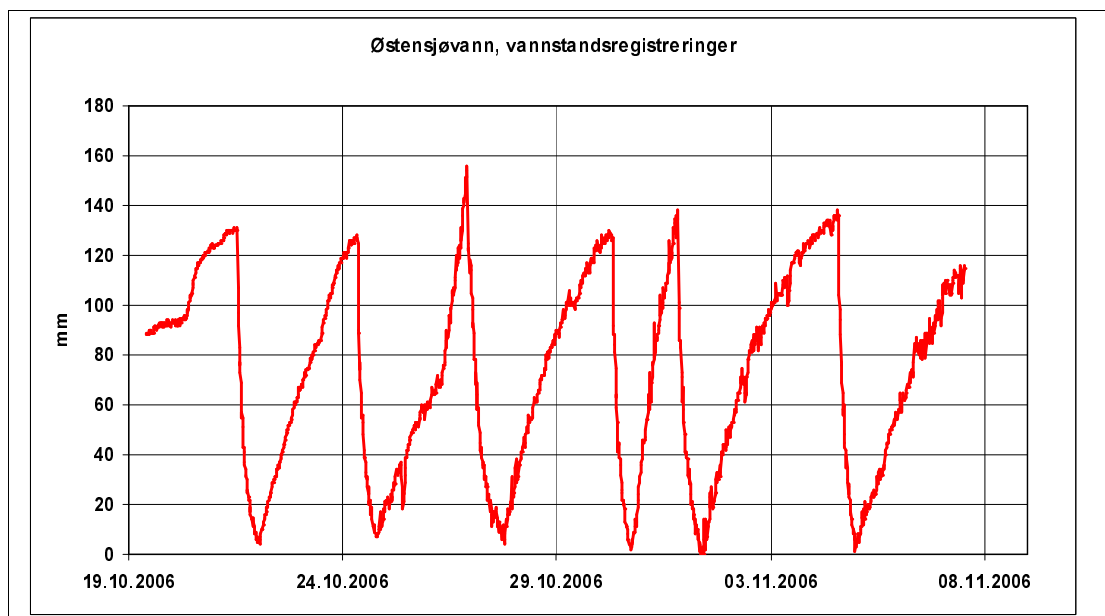
### 6.1 Vannstander

Hovedinteressen rundt Østensjøvannet knytter seg til vannstanden, som har stor betydning for vegetasjon og dyreliv. Av størst interesse er derfor vannstandsregistreringer fra selve Østensjøvannet. På NVEs dataarkiv Hydra II finnes slike døgndata for perioden 15.12.1997-15.04.1999 (Figur 10). Fra Friluftsetaten har vi også mottatt registreringer hvert 15. minutt for perioden 19.10-07.11 2006 (Figur 11) og fra Østensjøvannets venner spredte registreringer fra april 2008 til oktober 2009 (Figur 12). Utover dette oppgir Vann- og avløpsetaten i Oslo

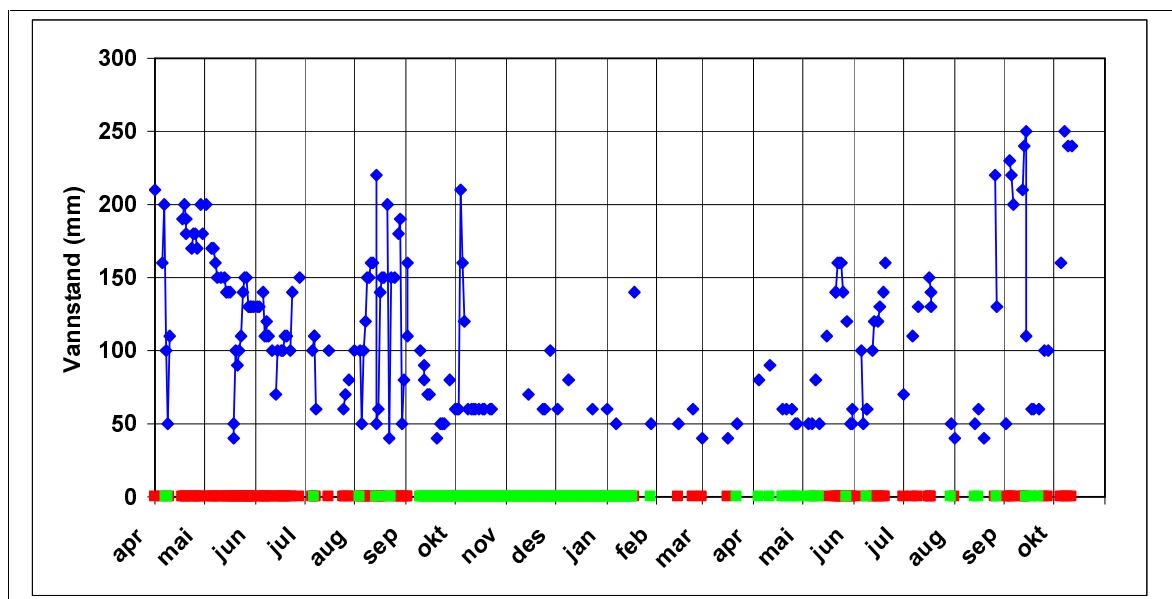
kommune at de kun måler vannstanden i forbindelse med prøvetaking av vannkvalitet ved utløpet ca. hver 14. dag.



Figur 10 Vannstandsvariasjoner i Østensjøvannet 15.12.1997-15.04.1999 (kilde: NVE's database Hydra II).



Figur 11 Vannstandsvariasjoner hvert 15. minutt i Østensjøvannet 19.10-07.11 2006 (kilde Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten).



Figur 12 Vannstandsvariasjoner april 2008 – oktober 2009. De grønne markeringene viser at heverten er registrert i drift og de røde ute av drift (kilde: Østensjøvannets venner).

## 6.2 Vannføringer

I tillegg til vannstanden har også vannføringen til Østensjøvannet stor betydning, fordi denne styrer utskiftingen av vannvolumet og derved også forurensingssituasjonen. Det eksisterer imidlertid ikke vannføringsdata fra Østensjøvannet eller Østensjøbekken. Vi må derfor bruke data fra andre nærliggende felter. Feltparametere for Østensjøvannet og aktuelle sammenligningsfelt er vist i Tabell 2. Høydeangivelsene gjelder minste, median og høyeste høyde i nedbørfeltene og felter med data som faktisk er brukt i vår analyse er uthevet. Tabell 3 viser hvilke målinger som er utført og i hvilket tidsrom. Tall innen parentes i Tabell 2 angir total sjøprosent, ikke effektiv. I denne tabellen er årstilsiget for minste tilgjengelige Regine-enhet oppgitt, enda arealet kan være vesentlig større enn for det aktuelle felt. Regine-enheter benyttes for å sette sammen nedbørfelt i NVEs vassdragsregister. Lokaliseringen av målestasjoner er vist i Figur 13 og Figur 14.



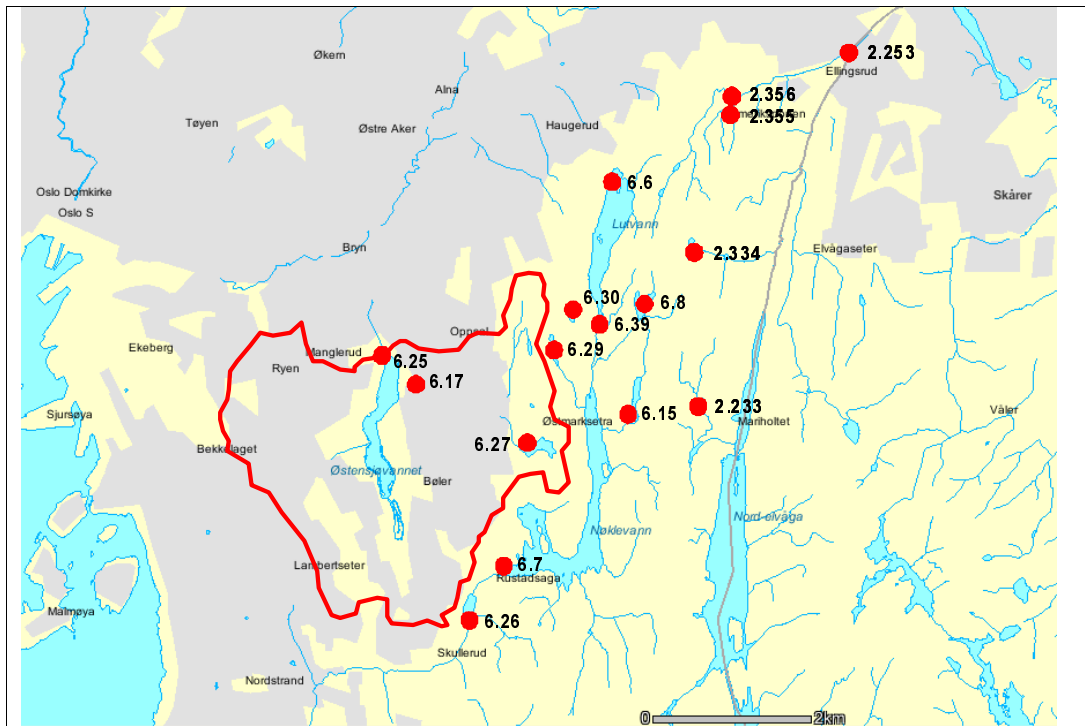
**Tabell 2 Feltparametere.**

Målestasjon	Areal (km <sup>2</sup> )	Årstilsig (l/s/km <sup>2</sup> )	Høyde (moh) (min-med-maks)	Eff.sjø (%)	Skog (%)	Urban (%)
<b>6.25 Østensjøvannet</b>	<b>11,15</b>	<b>17,4</b>	<b>105-159-268</b>	<b>4,81</b>	<b>37</b>	<b>27</b>
2.233 Mariholtputten	0,65	21,0	229-299-353	1,51	95	0
2.253 Ellingsrud	26,25 / 2,69	20,4	160-252-366	(0)	885	1
<b>2.333 Eriksvann ndf</b>	<b>6,3</b>	<b>19,9</b>	<b>200- -358</b>	<b>1,00</b>	<b>98</b>	<b>0</b>
2.334 Lauvtjern	0,31	21,6	329-346-346	4,19	90	0
2.355 Grønlibekken	0,26	21,6	204-295-321	0	100	0
2.356 Puttjernbekken	1,01	21,6	208-298-368	(0,99)	96	0
6.6 Lutvann	1,64	19,1	205-240-263	25,56	73	0
6.7 Nøklevann	10,9	18,3	163-231-354	7,84	85	0
6.8 Krokstjern	0,57	18,3	208-315-355	(7,02)	88	0
6.15 Hauktjern	1,24	18,3	243-295-354	(6,45)	90	0
6.17 Oppsal	0,37	17,4	148-183-180	(0)	0	29
<b>6.26 Skraprud</b>	<b>11,83</b>	<b>18,3</b>	<b>127-227-355</b>	<b>6,26</b>	<b>85</b>	<b>0</b>
6.27 Ulsrudvann	0,62	17,4	183-199-234	(9,68)	87	0
6.29 Solbergvann	0,13	18,3	235-239-257	(7,69)	92	0
6.30 Rundtjern	0,26	18,3	234-257-260	(3,85)	96	0
6.39 Lutvannsbekken	1,64	19,1	205-240-263	25,56	73	0
<b>3.11 Sagstubekken</b>	<b>3,39</b>	<b>17,5</b>	<b>154-198-235</b>	<b>(0,59)</b>	<b>96</b>	<b>0</b>
<b>6.10 Gryta</b>	<b>7,05</b>	<b>18,8</b>	<b>163-302-438</b>	<b>0,37</b>	<b>94</b>	<b>0</b>
<b>8.6 Sæternbekken</b>	<b>6,33</b>	<b>17,6</b>	<b>107-240-420</b>	<b>(0,16)</b>	<b>93</b>	<b>1</b>

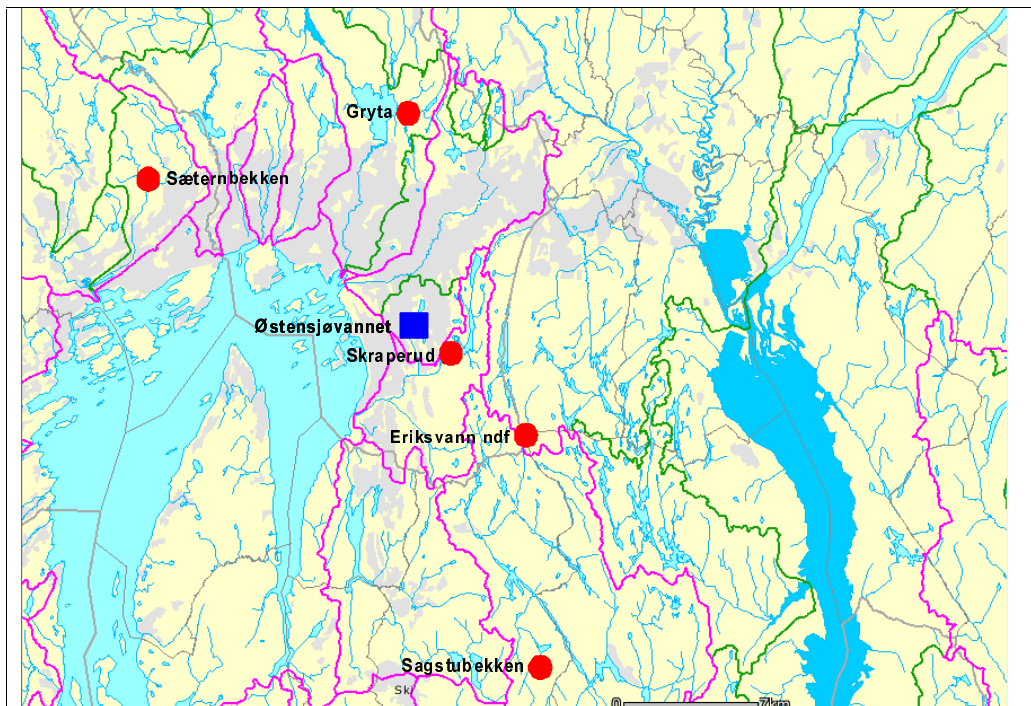
**Tabell 3 Dataserier.**

Målestasjon	Observert periode	Parameter <sup>1)</sup>	Merknad
<b>6.25 Østensjøvannet</b>	<b>14.12.1997-28.04.1999</b>	<b>H</b>	
2.233 Mariholtputten	02.07.1997-30.03.2002	H + Q	
2.253 Ellingsrud	12.03.1998-04.05.2000	H + Q	
<b>2.333 Eriksvann ndf</b>	<b>17.12.1997-2003 (d.d.)</b>	<b>H + Q</b>	
2.334 Lauvtjern	09.01.1998-29.04.1999	H + Q	
2.355 Grønlibekken	10.08.1998-16.10.2002	H + Q	
2.356 Puttjernbekken	19.08.1998-16.10.2002	H + Q	
6.6 Lutvann	11.11.1996-21.09.1996	H	
	16.10.1997-01.06.2002	H	
6.7 Nøklevann	05.11.1996-22.06.1998	H	
	17.10.1997-04.05.2000	H	
6.8 Krokstjern	13.08.1997-25.03.1998	H + Q	
	28.10.1997-04.05.2000	H	
6.15 Hauktjern	09.01.1998-28.04.1999	H	
6.17 Oppsal	21.09.1972-23.09.1977	H + Q	+ nedbør 1974-1979
<b>6.26 Skraprud</b>	<b>14.12.1997-04.05.2000</b>	<b>H + Q</b>	
6.27 Ulsrudvann	14.12.1997-28.04.1999	H	
6.29 Solbergvann	14.12.1997-23.03.1999	H	
6.30 Rundtjern	16.12.1997-12.01.2000	H	
6.39 Lutvannsbekken	18.12.1998-01.07.2002	H + Q	
<b>3.11 Sagstubekken</b>	<b>01.01.1951-30.09.1974</b>	<b>H + Q</b>	
<b>6.10 Gryta</b>	<b>12.10.1967-d.d.</b>	<b>H + Q</b>	
<b>8.6 Sæternbekken</b>	<b>01.11.1971-d.d.</b>	<b>H + Q</b>	

1) H = vannstand, Q = vannføring



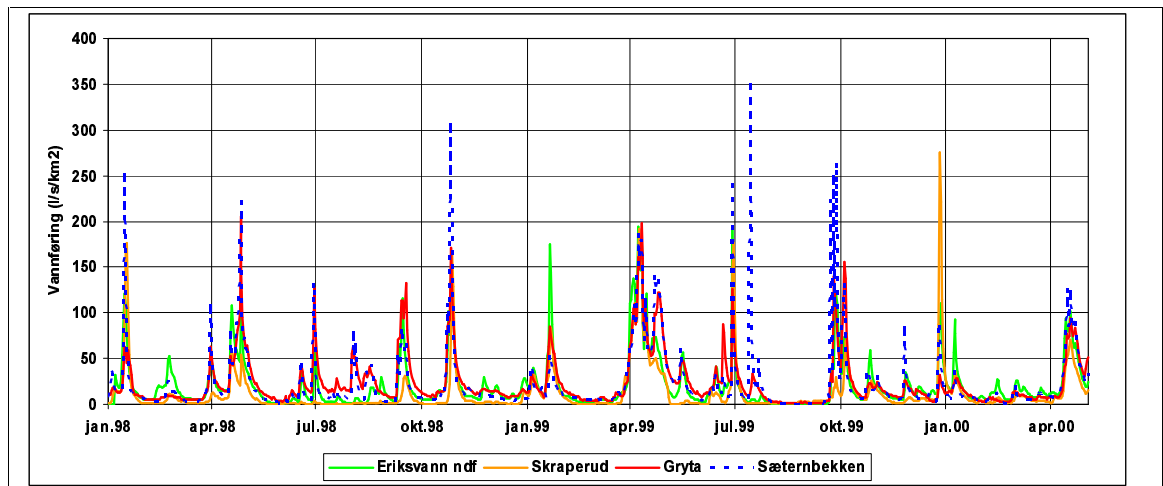
Figur 13 Målestasjoner nær Østensjøvannet.



Figur 14 Målestasjoner i Osloområdet.

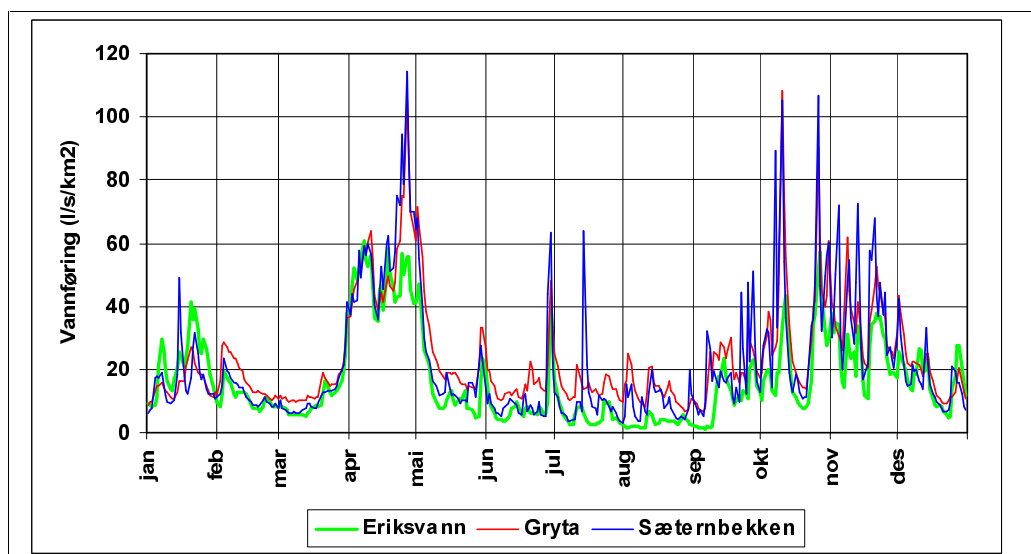
De fleste av disse vannføringsseriene er altfor korte til å bruke til statistiske analyser. Det er kun de tre målestasjonene Sæternbekken, Gryta og Sagstubekken som har observasjoner over en lenger tidsperiode. Da målestasjonen Sagstubekken ble nedlagt allerede i 1974 og har den korteste serien er den ikke vurdert videre. Ved vurderingen av Gryta og Sæternbekken er data

fra disse målestasjonene sammenlignet med de to korte måleseriene fra Skraperud og Eriksvann, begge med relevante feltstørrelser (12 resp. 6 km<sup>2</sup>). Skraperud ligger i nabovassdraget Ljanselva, og i nedbørfeltet ligger de to innsjøene Lutvann og Nøklevann. Eriksvann ligger noe lenger sør. En sammenligning av fellesperioden viser at vannføringsdata fra Skraperud har meget lave lavvannføringer (Figur 15), noe som bl.a. skyldes vannuttaket fra Nøklevann til Østensjøvannet. Skraperud vurderes derfor som lite egnet til å vurdere de naturlige vannføringsforholdene ved Østensjøvannet. Figuren viser imidlertid et godt samsvar mellom vannføringene ved Eriksvann og både Gryta og Sæternbekken.



Figur 15 Spesifikke vannføringer ved fire målestasjoner 01.01.1998-03.05.2000.

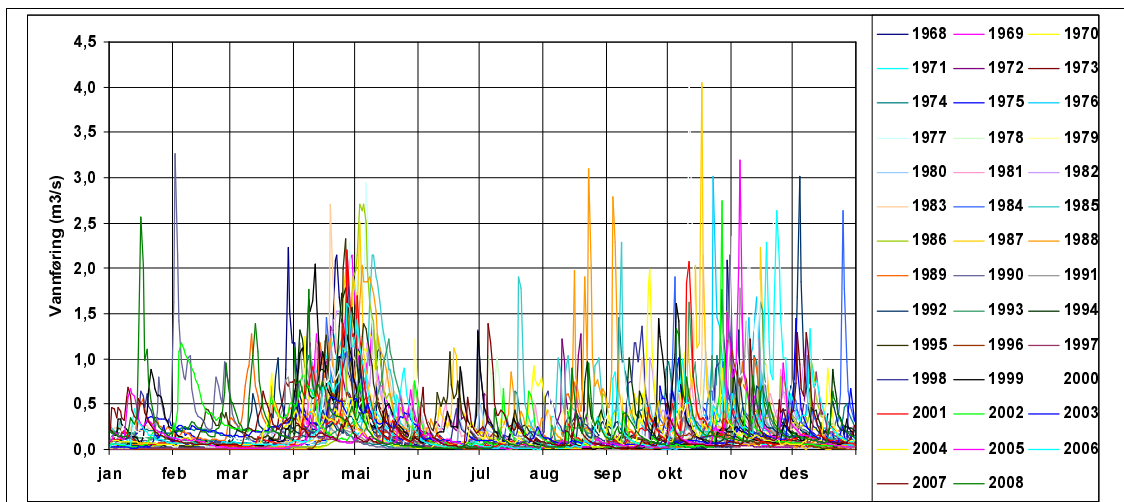
Av figuren ovenfor fremgår også at Sæternbekken ofte har høyere flomtopper enn Gryta, og dette skyldes til dels den store selvreguleringen i Gryta-feltet. Figur 16 viser midlere sesongvariasjon ved de tre målestasjonene for perioden 1998-2003. Vi kan her se at Sæternbekken gjennomgående har en bedre tilspasning mot Eriksvann enn Gryta. Dataene fra Sæternbekken vurderes imidlertid som noe mer usikre enn dataene fra Gryta. Det er derfor valgt å benytte vannføringsdata fra Gryta som representative for feltet til Østensjøvannet i den videre analysen.



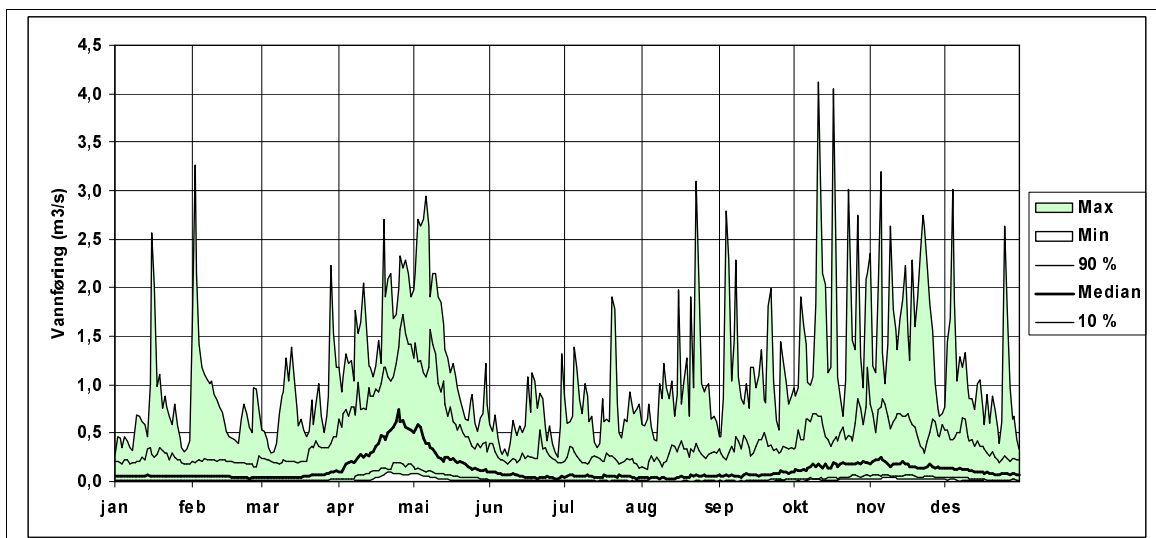
Figur 16 Midlere sesongvariasjon ved tre målestasjoner (1998-2003).

### 6.2.1 Sesongvariasjon

Basert på vannføringsdata fra Gryta er det laget en dataserie for Østensjøvannet som dekker perioden 1968-2008 (Figur 17). Serien har fremkommet ved arealskalering av data fra Gryta med en faktor 1,58 (11,15 / 7,05). Det er også korrigert for forskjellen i spesifikke tilsig med en faktor 0,93 (17,4/18,8). Samlet skaleringsfaktor blir derfor 1,46. Figuren viser tydelig den store variasjonen i vannføringsfordelingen mellom ulike år, og at flommer kan forekomme nesten når som helst under året. Figur 18 viser sesongvariasjonen til største, median og minste vannføring samt 10- og 90-persentilene.



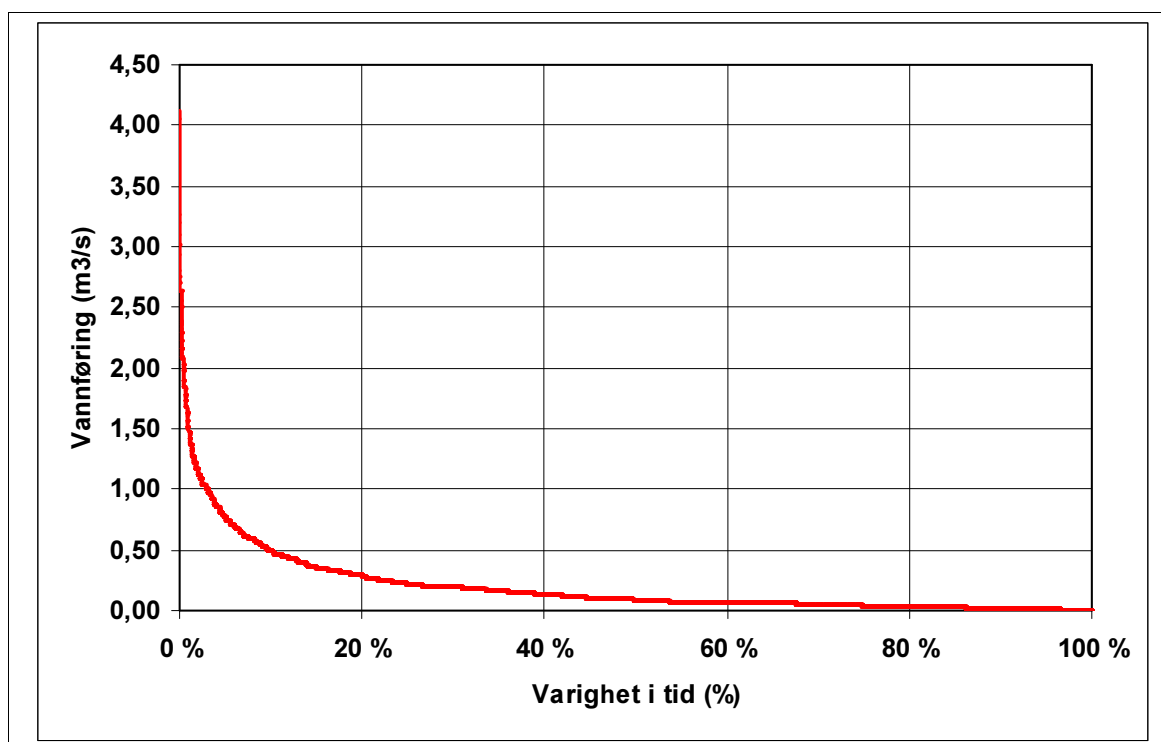
Figur 17 Sesongvariasjon i naturlig tilsig til Østensjøvannet 1968-2008.



Figur 18 Midlere sesongvariasjon for naturlig tilsig til Østensjøvannet 1968-2008.

### 6.2.2 Varighetskurve

Ut fra den genererte tilsigsserien 1968-2008 for Østensjøvannet er det laget en varighetskurve som representerer feltet til Østensjøvannet (Figur 19). Denne kurven viser hvor stor andel av observasjonsperioden man har vannføringer over et gitt nivå.



Figur 19 Varighetskurve for naturlig tilsig til Østensjøvannet.

### 6.2.3 Flomanalyse

Som tidligere nevnt er det kun de tre målestasjonene Sagstubekken, Gryta og Sæternbekken som egner seg til statistiske analyser. Resultatet av flomfrekvensanalyser på disse tre seriene er vist i Tabell 4, hvor alle tilpasningene er gjort med toparameterfordelingen til Gumbel. Analysene er gjort både på høstflommer og årsflommer, dvs. de største flommene kun om høsten eller over hele året. Analyser på høstflommer gir størst flommer for gjentaksintervall større enn 50-100 år, dette henger sammen med at høstflommene som regel varierer mer i størrelse enn vår- og årsflommene, mens analyse på årsflommer gir de største verdiene for flommer med mindre gjentaksintervall. Ettersom vi har fokus på flommer som opptrer relativt hyppig viser tabellen årsflommer med opp til 100 års gjentaksintervall ( $Q_{100}$ ). Det bør bemerkes at flomverdiene for Gryta er 15 og 25 % lavere enn for Sagstubekken respektive Sæternbekken. Dette skyldes den betydelige selvreguleringen grunnet det store sjøarealet i Gryta-feltet, som har en arealmessig sjødekning på 2,84 %.

Tabell 4 Middelflom og flom med gjentaksintervall 5-100 år ( $l/s/km^2$ ).

Målestasjon	$Q_{\text{middel}}$	$Q_5$	$Q_{10}$	$Q_{20}$	$Q_{50}$	$Q_{100}$	Sjø (%)
3.11 Sagstubekken	267	353	423	490	577	642	0,59
6.10 Gryta	207	269	320	369	432	479	2,84
8.6 Sæternbekken	246	318	377	434	507	562	0,16

### 6.2.4 Lavvannsanalyse

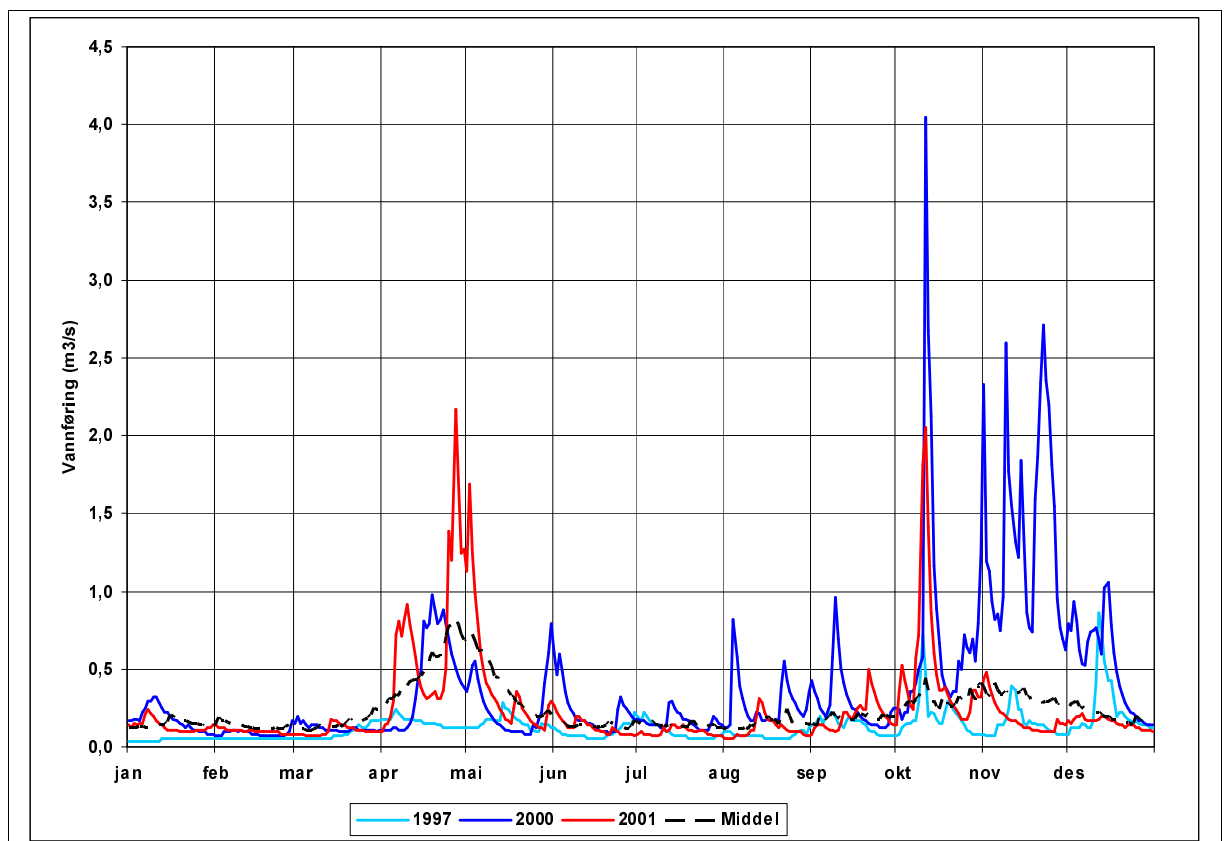
Det er også foretatt en tilsvarende lavvannsanalyse for ett døgn varighet på de tre dataseriene (se Tabell 5). Fordelingsfunksjonen General Extreme Value (GEV) er da blitt benyttet, men resultatene er meget usikre.

**Tabell 5 Lavvanssanalyse (verdier oppgitt i l/s/km<sup>2</sup>).**

Målestasjon	QM			Q <sub>5</sub>			Q <sub>10</sub>		
	1 d	7 d	14 d	1d	7 d	14 d	1 d	7 d	14 d
3.11 Sagstubeekken	0,28	0,28	0,56	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
6.10 Gryta	0,79	1,02	1,31	0,13	0,26	0,39	<0,01	0,13	0,13
8.6 Sæternbekken	0,32	0,32	0,63	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01

### 6.2.5 Valg av tørt, normalt og vått år

Ut fra den genererte tilsigsserien for Østensjøvannet er det plukket ut et typisk tørt (1997), et normalt (2001) og et vått (2000) år, som vist i Figur 20. I figuren er middelkurven også vist som sammenligningsgrunnlag til det ”normale” året.



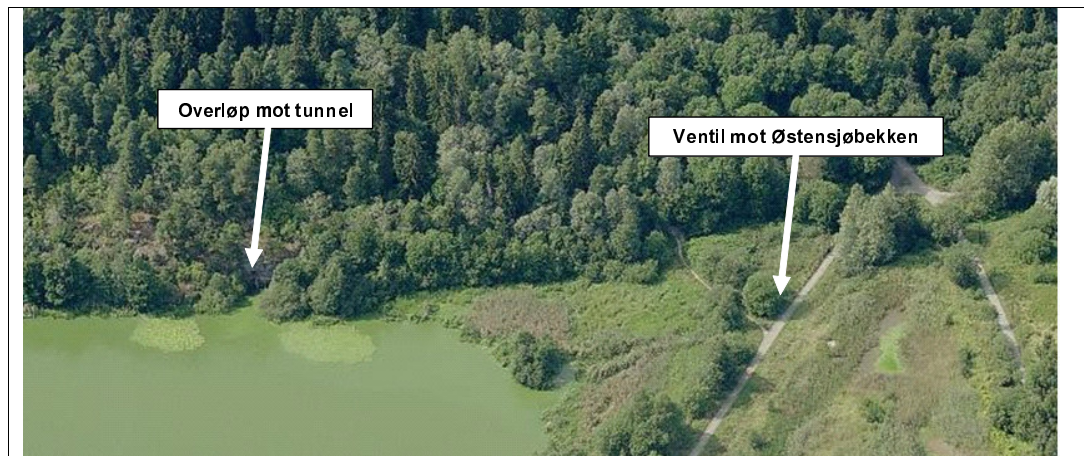
**Figur 20 Et tørt (1997), et normalt (2001) og et vått (2000) år.**

## 7. AVLØPSKAPASITETER

### 7.1 Dagens avløpstekniske løsninger

På grunn av hyppige oversvømmelser langs Østensjøbekken ble det i 1966 sprengt et nytt utløp via en fjelltunnell i Østensjøvannets nordvestre hjørne (se Figur 21). Vannstanden ble samtidig senket, for deretter i 1977 å bli økt igjen med 0,2 m, bl.a. for å gi vannføring i Østensjøbekken. Det aller meste av avløpet skjer nå gjennom en hevertanordning og et overløp, som fører vannet videre i en tunnel. Dette er nærmere beskrevet nedenfor.

Følgende beskrivelse er hentet fra forvaltningsplanen (referanse 2).  
*Gjennom tunnelen ledes det meste av vannet til samløp med den gamle bekken ved Brynsenteret. Derfra renner bekken i sin gamle kulvert til utløpet i Alna ved Bryn jernbanestasjon. Samtidig med tunnelen ble det i utløpet bygget en hevert som tar unna ca 2-4 m<sup>3</sup>/s for å hindre oversvømmelser. Den senker vannstanden med ca 0,2 m før den stopper. Den opprinnelige utløpsbekken, Østensjøbekken, har meget begrenset vannføring, men renner åpen ned til Mølledammen ved Christinedal på Bryn. Derfra ledes vannet i rør til Alna.*

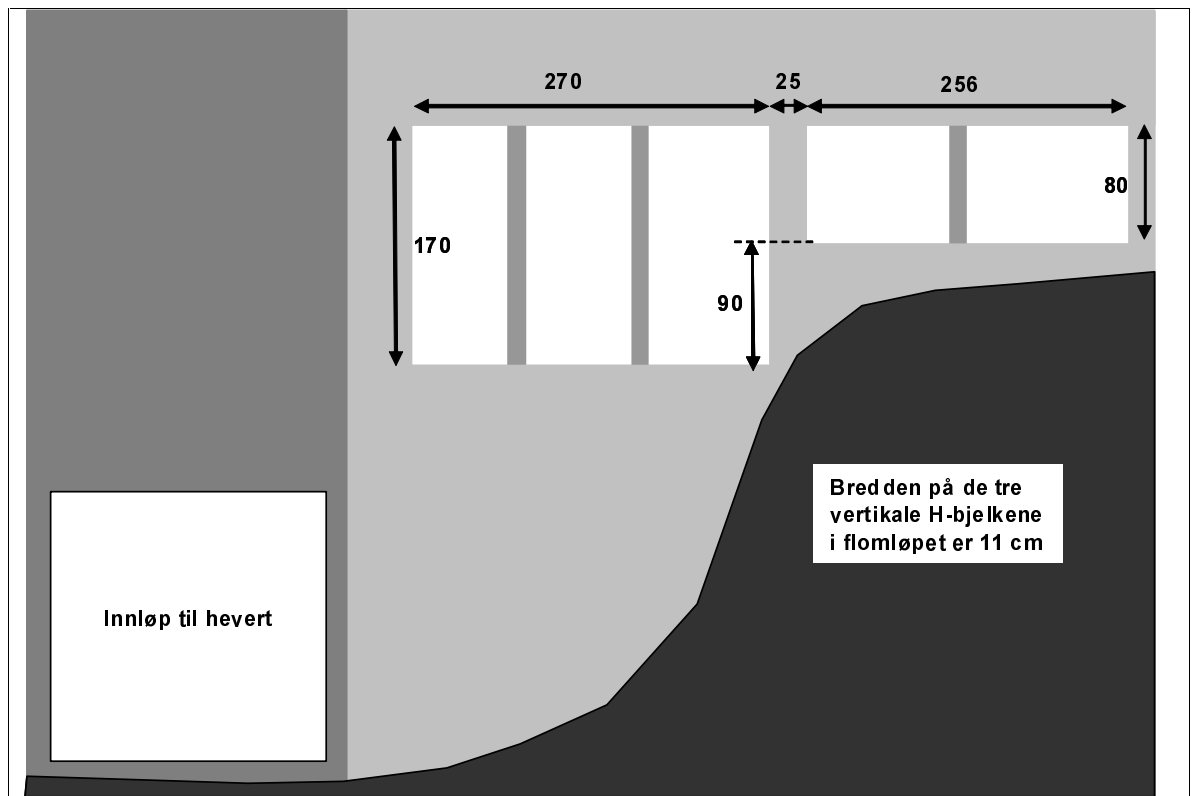


**Figur 21** Skråfoto fra nordenden av Østensjøvannet (fra Gule sider).

Overløpet er delt i to høyder. Den laveste delen av overløpet er 2,70 m bredt og ligger 90 cm lavere enn den høyeste delen, som er 2,56 m bred (se Figur 22 og Figur 23). Begge overløpene er oppad begrenset av en betongvegg, som ligger 1,70 m over det laveste overløpet. I det laveste overløpet står to vertikale H-bjelker, hver med bredde 11 cm, og i det høyeste overløpet står én slik bjelke. Dette gir effektive overløpsbredder på 2,6 og 2,5 meter, når det tas hensyn til sidekontraksjonen. Begge overløpene bygger ca. 20 cm innover på tvers av bredden, slik at de med en typisk vanndybde på 10-20 cm vil ha overløpskoeffisienter rundt 1,5. Det laveste overløpet er av Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten oppgitt å ha terskel på kote 104,93.



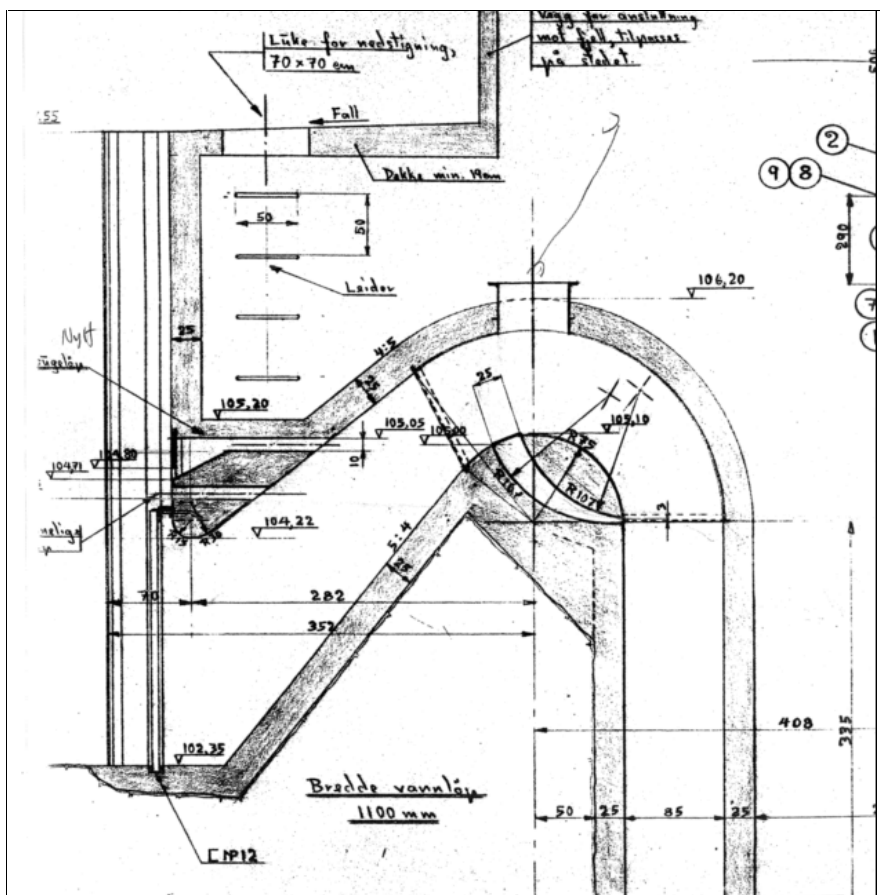
**Figur 22** Overløpet fra Østensjøvannet (bilde tatt 02.12.2009).



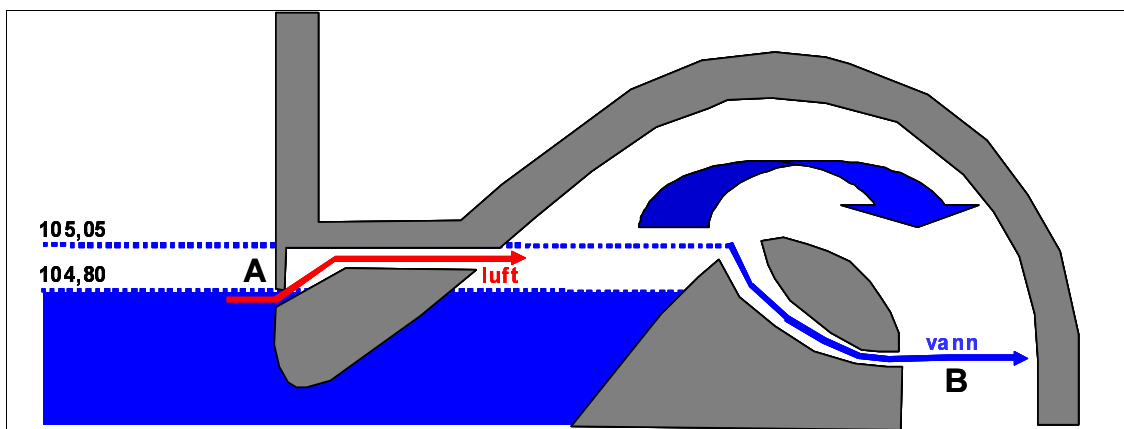
**Figur 23** Oppmåling av overløp på befaring 02.12.2009.

Hevertoverløpet har innslagsnivå på kote 105,05 og terskel på kote 104,80, og kapasiteten på heverten er i [2] oppgitt å være 2-4 m<sup>3</sup>/s (se Figur 24). Et hevertoverløp fungerer på den måten at vannet stiger til et gitt nivå (i dette tilfelle kote 105,05), hvor det strømmer ut i det vertikale avløpet og danner en vannbarriere (ved B i Figur 25). Videre vil vannet gradvis rive med seg luft, slik at luftlommen øverst i heverten gradvis fylles med vann og videre tapping kan skje etter hevertprinsippet. Når vannet senere synker under et terskelnivå (i dette tilfelle 104,80) vil det slippes inn luft (ved A i Figur 25) i toppen av heverten slik at hevertvirkningen opphører.



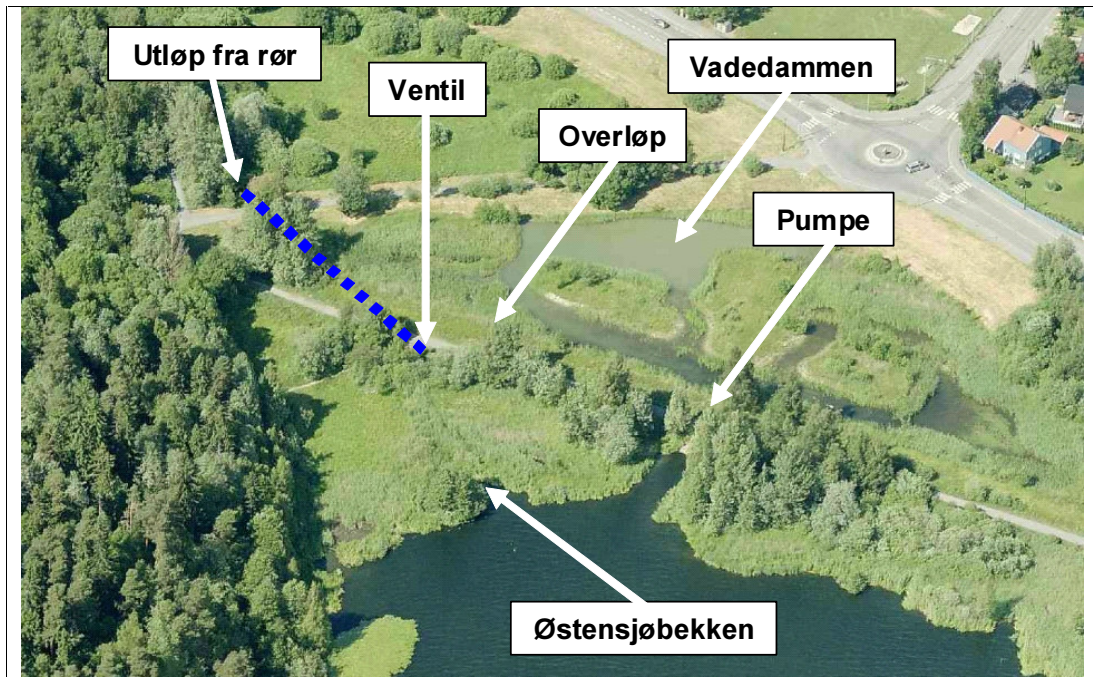


Figur 24 Snitt av hevert ved overløp fra Østensjøvannet mot tunnel (kilde: Oslo Kommune, Vann- og avløpsetaten).

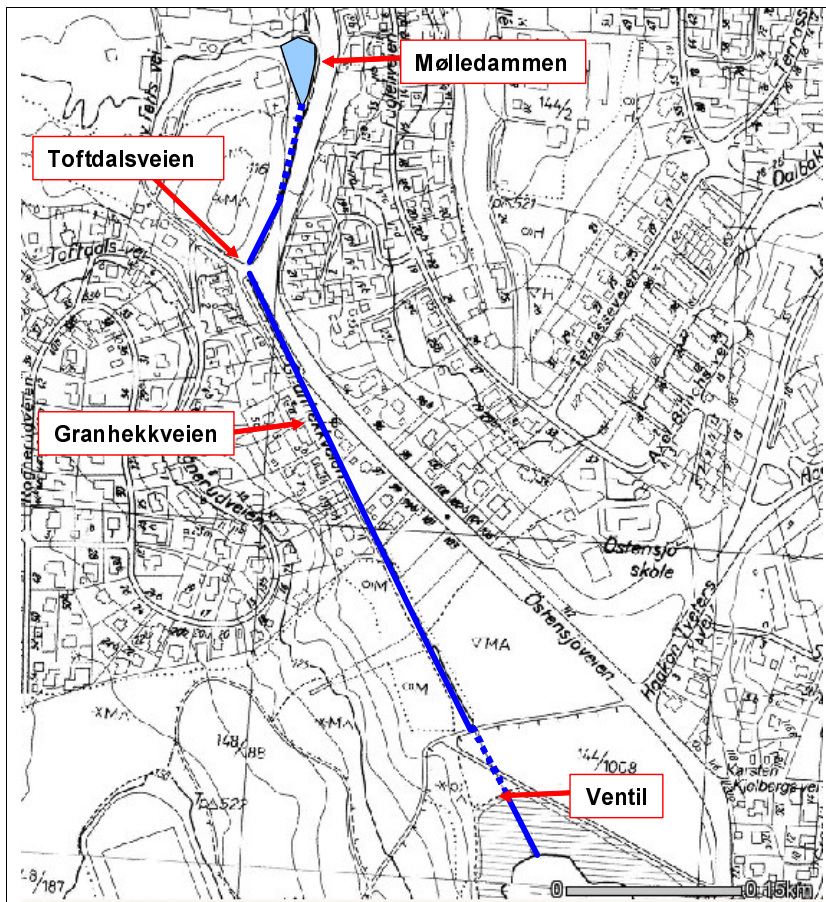


Figur 25 Prinsipp for hevertoverløp.

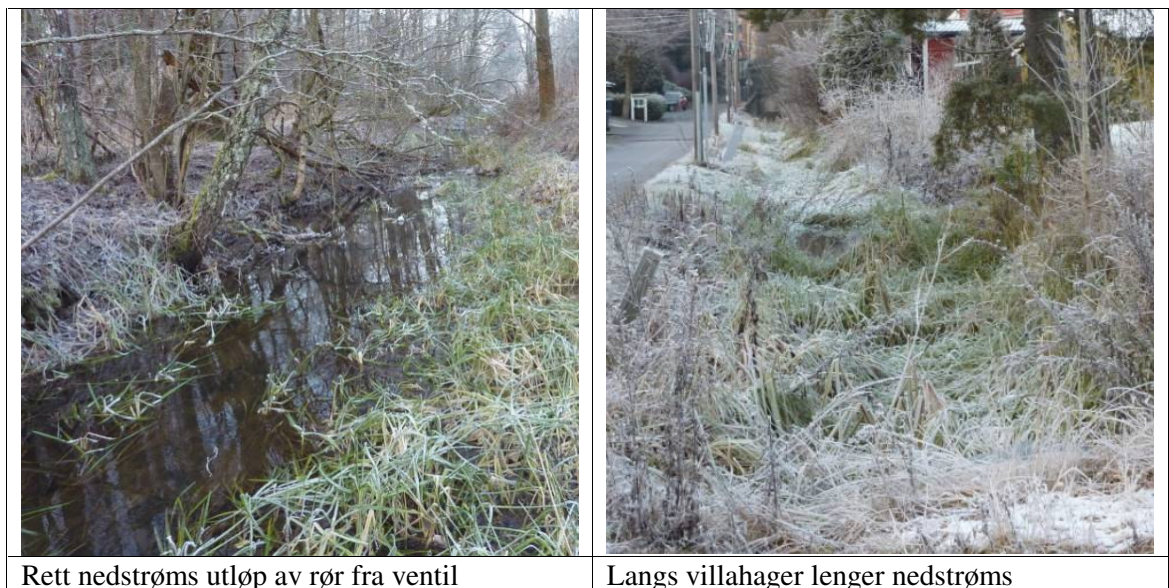
I tillegg til avløp via tunell tappes i dag også noe vann gjennom selve Østensjøbekken. Denne tappingen styres ved hjelp av en ventil (se Figur 26). Gradienten til Østensjøbekken fra Østensjøvannet til enden av Granhekkveien, hvor den går i kulvert under Toftdalsveien, er meget liten (se Figur 27 og Figur 28), mens fallet derfra ned til Mølledammen er mer markert. Vann til Vadedammen pumpes også ved behov opp fra Østensjøvannet, og evt. overskuddsvann fra Vadedammen ledes via overløp og rør over til Østensjøbekken. Pumpens kapasitet er ikke kjent.



Figur 26 Østensjøbekken i dag (kilde: Oslo kommune Plan Web, skråfoto 2008).



Figur 27 Østensjøbekken.



**Figur 28 Østensjøbekken.**

Tunneloverløpet og heverten ble befart 02.12.2009 og målene til overløpet ble da kontrollert. Denne dagen var vannstanden 7 cm over den laveste overløpsterskelen og det lekket en jevn vannstrøm ut fra heverten. Ut fra eksisterende registreringer av vannstandsamplituden i Østensjøvannet er det god grunn til å anta at heverten i mange år ikke har fungert som den skal.

En uke senere (09.12.2009) ble det foretatt vannføringsmålinger i Østensjøbekken, og vannstandshøyden var da 15 cm over overløpsterskelen. Med helt åpen ventil mot Østensjøbekken (13 omdreininger) ble det målt ca. 45 l/s og med helt stengt ventil ca. 30 l/s. Med 6,5 omdreininger ble det målt nesten like mye som ved full åpning. Kapasiteten til ventilen synes derved å være ca. 15 m<sup>3</sup>/s. Det ble også observert en kraftig lekkasje inn i ventilkummen, med retning fra den lille Vadedammen nord for Østensjøvannet. Summen av overskudssvannet fra Vadedammen og evt. grunnvannstilsig var denne dagen altså ca. 30 l/s.

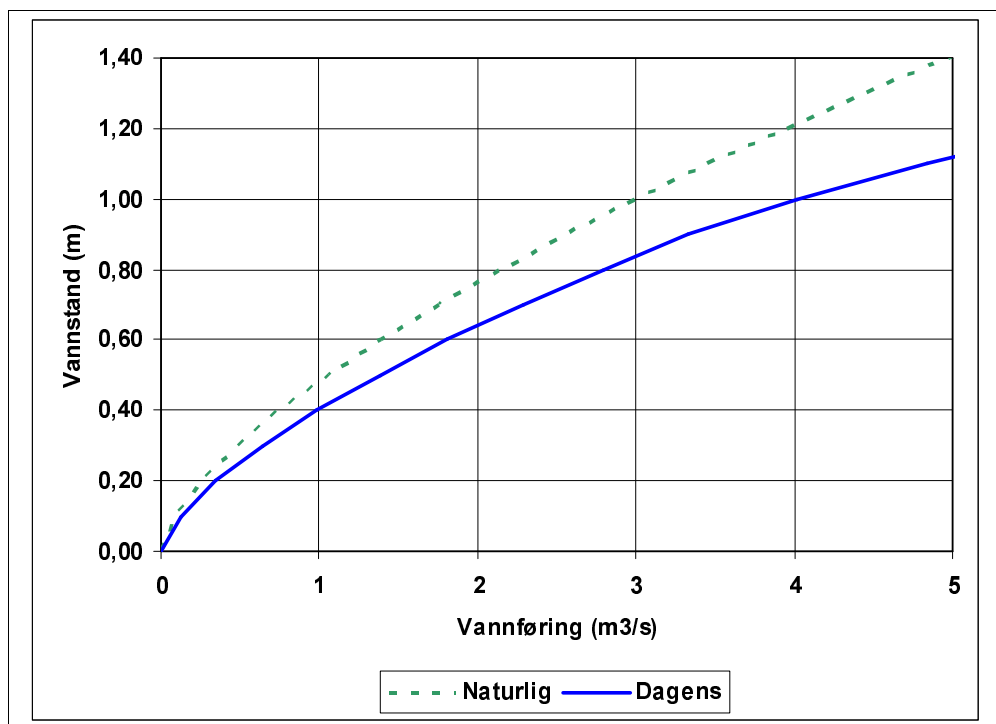
## 7.2 Naturlig avløpsprofil

Et foto av Østensjøbekken rett nedstrøms utløpet fra Østensjøvannet i 1945 viser et tverrprofil med bredde ca. 1 m som øker til ca. 3 m på 1 m høyere vannstand (se Figur 29). Dette bildet kan sammenlignes med et flyfoto tatt i nyere tid (se Figur 26). Ved befaringen av Østensjøbekken 02.12.2009 var det ikke mulig å identifisere et distinkt bekkeleie ut av vannet, men nedstrøms for ventilen hadde bekken en typisk bredde på ca. 2 meter og en dybde på 20-30 cm. Terrenget på begge sider ligger 1-1,5 meter høyere enn bunnen av bekken (se Figur 28).

Gradienten til Østensjøbekken fra Østensjøvannet til Toftdalsveien er som tidligere nevnt så liten at den ikke kan estimeres ut fra økonomisk kart. Ved befaring ser bekken tilsynelatende vannrett ut og uten fall. Vannføringsmålinger med V-profil har heller ikke vært mulig grunnet den lave gradienten. Det er allikevel ut fra denne beskrivelsen estimert en kapasitetskurve for det naturlige avløpet som vist i Figur 30. Det er da antatt et 2,5 m bredt rektangulært overløp med overløpskoeffisient 1,2. I figuren er det også vist avløpskapasiteten med dagens overløp eksklusive hevert. For sammenligningens skyld er vannstanden vist som høyde over terskelnivå. Den store kapasiteten i dag skyldes den høye overløpskoeffisienten til dagens overløp, sammenlignet med naturlig avløp i Østensjøbekken.



Figur 29 Østensjøbekken 1945 (fra Østensjø lokalhistoriske bilder).



Figur 30 Avløpskapasitet i naturlig bekk og med dagens overløp for Østensjøbekken.

## 8. MULIGE TILTAK OG LØSNINGSFORSLAG

### 8.1 Mulige tiltak

Flere mulige tiltak for å bøte på problemene ved Østensjøvannet kan være aktuelle:

- Vannstandsregulering
  1. Tunneloverløpet kan breddeutvides, slik at mer av avløpet passerer over denne terskelen enn gjennom heverten. For å kunne slippe forbi en middelflom på 3,0 m<sup>3</sup>/s uten større flomstigning enn 15 cm vil det nye flomløpet imidlertid måtte ha en effektiv overløpsbredde på ca. 25 meter. Dette kan oppnås enten ved å sprengre et bredere flomløp i linje med eksisterende eller ved å utvide flomløpet ut i innsjøen (se eksempel i Figur 31). Begge disse alternativene vil innebære forholdsvis store inngrep (referanse 5).
  2. Utformingen av heverten kan endres, slik at den sjeldnere foretar tømning og derved sjeldnere medfører hurtige vannstandssenkninger i vannet. Ved å heve innslagsnivået for heverten med 0,30 meter til kote 105,35, vil kapasiteten i flomløpet øke til ca. 3,0 m<sup>3</sup>/s. Vannstanden vil da ikke få så hurtige vannstandssenkninger like ofte som tilfelle er i dag. Dette medfører imidlertid at vannstanden i innsjøen vil stige 0,3 m høyere enn i dag, før heverten slår inn. En slik løsning vil dermed øke amplituden (dvs. intervallet) på vannstandsvariasjonene til ca. 0,55 m mot dagens ca. 0,25 m.
  3. Det kan installeres en luke i flomløpet, som alternativ til heverten. Denne luken kan da utstyres med automatisert styring som koples mot vannstanden i innsjøen. På den måten vil luken kunne holde vannstanden innenfor et gitt intervall. Intervallet kan da settes slik at variasjonene i magasin vannstanden blir så små at erosjon/utglidninger i strandsonen unngås.
- Forurensning
  1. Overføringen fra Nøklevann kan sikres og eventuelt økes, for å bidra til økt utskifting av vann. Konsesjonen (gitt av NVE) for denne overføringen utløper høsten 2013.
  2. Bekker kan gjenåpnes. Flere lukkede bekker vurderes som aktuelle for gjenåpning. Ved Østensjøvannet gjelder dette Bølerbekken, Rustadbekken og Ulsrubekken. Gjenåpning av disse bekkene vil i begrenset grad endre vannbalansen i Østensjøvannet.
  3. Godliabekken kan tilbakeføres til Østensjøvannet igjen. Dette vil øke tilsiget med ca. 7 % på årsbasis.



**Figur 31** Eksempel på utvidelse av flomløp av typen "andenebb".

## 8.2 Løsningsforslag

Dagens løsning med et hevertoverløp fører til raske og hyppige vannstandsvariasjoner som ikke er ønskelige, fordi de mistenkes å kunne føre til økt erosjon. I tillegg viser observasjoner at hevertens funksjon ikke er pålitelig (se kap. 4.1). Heverten har stor kapasitet, men denne er styrt av dens utforming og kan ikke påvirkes ved hjelp av manøvrering. Basert på ovenstående synes det klart at hevertoverløpet bør fjernes.

Det er åpenbart at en reduksjon av vannstanden under hekketiden i april-juni vanskelig lar seg kombinere med at vårflommen som regel opptrer i april-mai. Høyere flomvannstander kan imidlertid tillates om høsten uten konsekvens for hekkende fugl. På denne måten er det mulig å redusere gjengroing av grunnvannsaeraler og fuktenger i Østensjøvannet. En slik løsning vil kreve et manøvrerbart tappearrangement, forslagsvis en luke. Et slikt arrangement vil gjøre det mulig å kontrollere (holde nede) vannstanden i hekketiden, samtidig som flomvannstanden om høsten kan heves i forhold til dagens situasjon. Om høsten vil luken kunne holdes stengt, i motsetning til dagens relativt store tapping gjennom hevertoverløpet på denne tiden av året. I Vedlegg 4 er det gitt et kostnadsoverslag for etablering av en slik luke.

Løsningen med luke vil også være en fleksibel innretning med tanke på endrede behov og strategier i fremtiden. Manøvreringen av luken kan enkelt tilpasses de ønsker man måtte ha og kan manøvreres forskjellig fra år til år.

For ikke å få for store vannstandsstigninger i perioder hvor luken ikke manøvreres, kan den høyeste delen av overløpet senkes til samme nivå som den lavere delen (se fig 22 og 23). Eventuelt kan også tunneloverløpet vurderes å utvides, noe som vil gi ytterligere redusert variasjon i vannstanden. Begge disse tiltakene vil imidlertid medføre omfattende inngrep. Det anbefales derfor i første omgang å beholde dagens overløp i to nivåer uendret.

Ovenstående forslag vil være en løsning på følgende problemstillinger:

- Kontrollert lavere vannstand medio april - medio juni – Tapping av tilsig gjennom luke til eksisterende fjelltunnel
- Høyere flomvannstand – Stenging av luken på sensommeren og høsten
- Mindre raske vannstandsendringer – Utfasing av hevertoverløp

De øvrige problemstillingene vil, som tidligere nevnt, måtte løses på andre måter enn med endrede avløpsforhold:

- Større utskifting av vann – Nødvendig med fortsatt overføring fra Nøklevann inntil forurensningssituasjonen har bedret seg vesentlig

- Overføre mer vann ut i Østensjøvannet, som i dag føres ut i ledningsnett.
- Gjenåpning av Østensjøbekken – Kan skje ved bruk av eksisterende ventil, uten nevneverdig påvirkning av øvrige forhold i Østensjøvannet. Alternativt kan det bygges et overløp med tilpasset kapasitet.

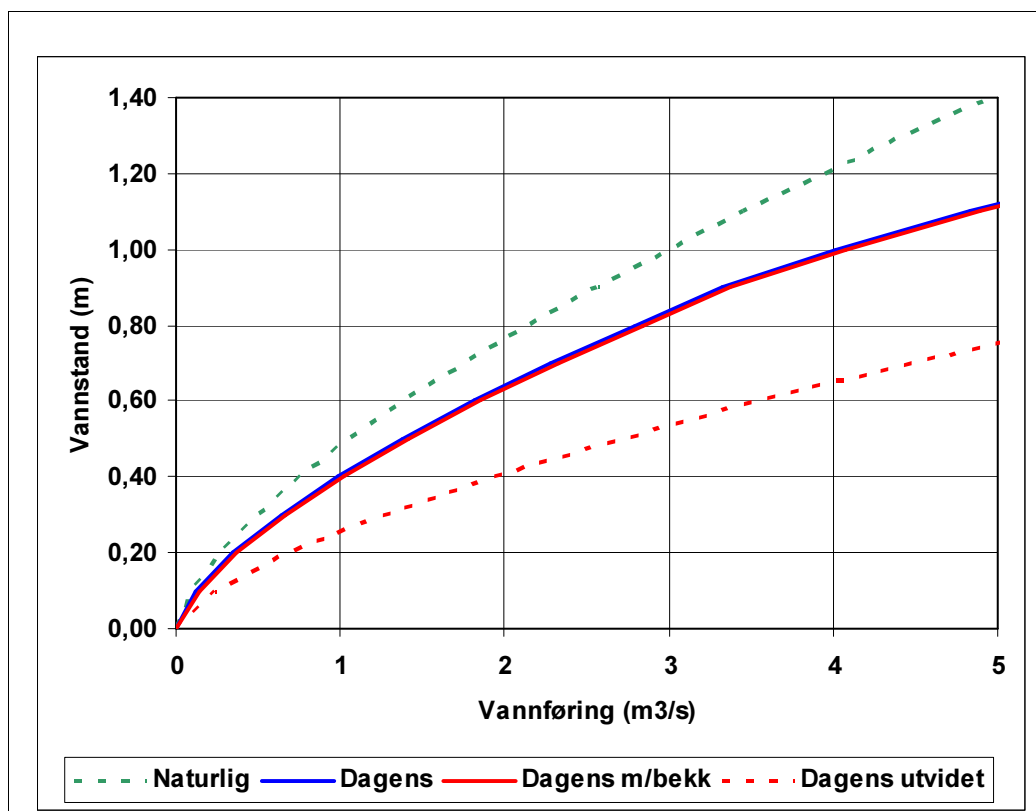
## 9. MODELLERING

### 9.1 Urbaniseringens effekt

Med den begrensede mengden vannstandsdata og totale mangelen på vannføringsdata har det ikke vært meningsfullt å foreta noen detaljert vurdering av urbaniseringens effekt på tilløpet til Østensjøvannet. Det er imidlertid antatt at ca. 10 % av overflateavrenningen er ført bort fra feltet i Godliabekken og gjennom overvannsnett.

### 9.2 Ruting gjennom Østensjøvann

Ruting gjennom Østensjøvannet er foretatt med tidsopløsning helt ned på en time, for å gi en mest mulig korrekt beskrivelse av effekten til heverten. De benyttede kapasitetskurvene er vist i Figur 32. I tillegg til antatt naturlig kapasitet er det her vist tre alternativer; et hvor dagens overløp beholdes uendret, et hvor det er utvidet til effektiv bredde 5,1 m og et hvor dagens overløp er supplert med et ekstra overløp mot Østensjøbekken. Overløpet mot Østensjøbekken er da utformet som en 30 cm bred og 10 cm høy spalte med antatt c-faktor 1,2 og terskel 5 cm lavere enn overløpet ved heverten. Dette vil gi en midlere overløp mot Østensjøbekken på ca. 15 l/s, et maksimalt overløp på ca. 40 l/s og en minstevannføring i bekken på ca. 4 l/s. Heverten eller evt. luker og ventiler er ikke medregnet i kapasiteten vist i Figur 32, men kommer i tillegg.

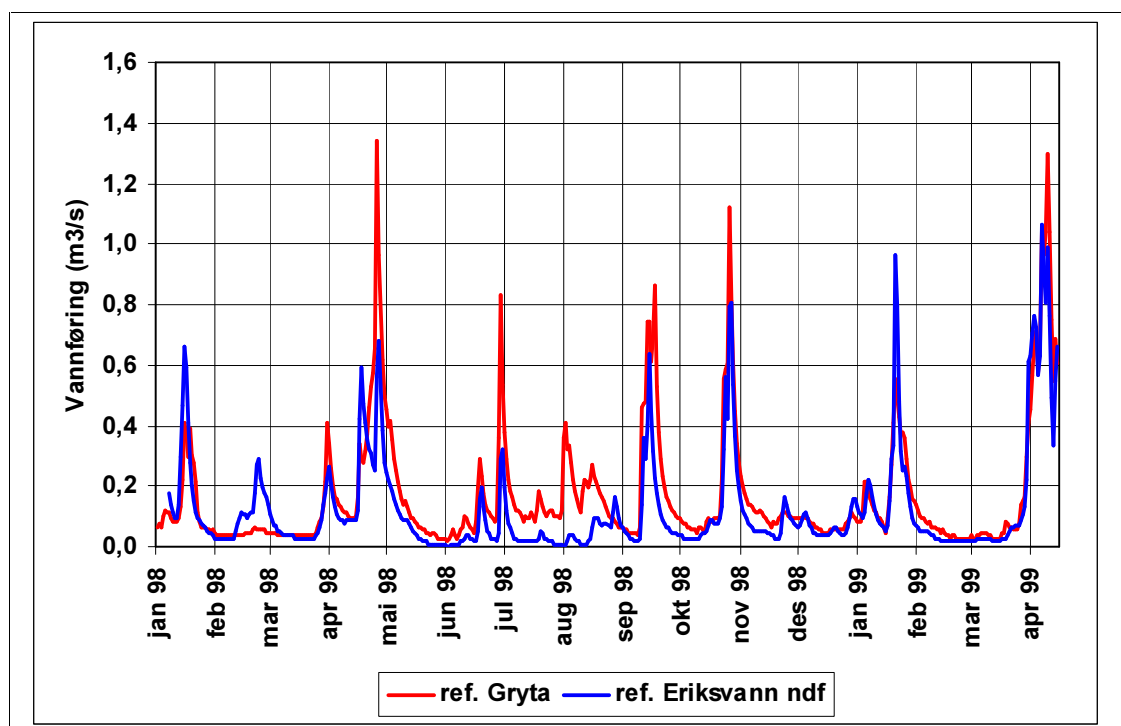


Figur 32 Benyttede kapasitetskurver til overløp fra Østensjøvannet.

Ved kalibrering av rutingmodellen mot observasjoner med fin tidsopløsning fra oktober-november 2006 og døgnlige observasjoner fra desember 1997 til april 1999 viser det seg at datagrunnlaget ikke er godt nok til en nøyaktig rekonstruksjon av de observerte vannstandene i Østensjøvannet. Det antas at to forhold kan ha betydning for de resulterende avvikene; varierende gjengroing eller tiltetting av heverten og representativiteten for enkeltepisoder hos tilsigsserien fra målestasjonen Gryta i Maridalen.

Med det oppgitte innslagsnivået til heverten på kote 105,05 og terskelnivået på kote 104,80 skulle amplituden på vannstandsvariasjonene i Østensjøvannet vær ca. 25 cm. Figur 11 viser imidlertid kun en amplitude på 12-14 cm, og observasjonene fra 1997-1999 i Figur 10 viser en vannstandsamplitude på 10-15 cm. Figur 10 viser også en variasjon over tid av både innslagsnivå og terskelnivå til heverten, tilsvarende høyeste og laveste registrerte vannstand. Dette er nærmere beskrevet i avsnitt 7.1. Slike egenskaper kan ikke gjenskapes i en modell. Det bør også bemerkes at døgnverdiene ikke nødvendigvis fanger opp den høyeste respektiv laveste vannstanden i forbindelse med tømminger gjennom heverten.

En sammenligning mellom skalerte data fra målestasjonene Gryta og Eriksvann for perioden januar 1998 til april 1999 (Figur 33) viser generelt sett et godt samsvar, men også at det tidvis forekommer avvik. Gryta synes å gi for store tilsig i forhold til Eriksvann i juli-august 1989 og under flommen i slutten av april 1998, mens vannføringene er for lave under flommene i januar 1998 og 1999. I februar 1998 har Eriksvann en flom som så vidt er synlig ved Gryta.



**Figur 33 Tilsig til Østensjøvannet beregnet ut fra data fra Gryta og Eriksvann.**

Ut fra Figur 33 kan vi konkludere med at de grove trekkene ved Gryta og Eriksvann (nær Østensjøvannet) er sammenlignbare, dvs. at nedbør og tilsig ved disse to målestasjonene varierer i takt. Vi må imidlertid akseptere at vi ved enkelte episoder eller perioder ikke nødvendigvis får nøyaktig like mye nedbør eller snøsmelting på begge steder. Vi må også se bort fra at heverten til tider kan ha varierende innslagsnivå og/eller terskelnivå. Det siste betyr imidlertid lite, fordi en sammenligning med dagens situasjon bør forutsette en korrekt

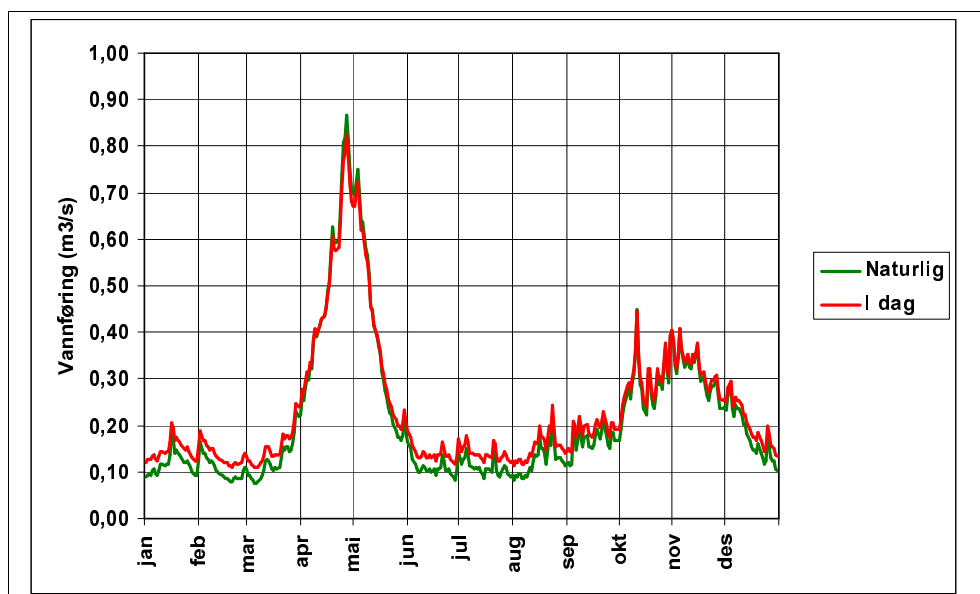


funksjonerende hevert. I Vedlegg 2 er vist eksempler på noen forsøk på tilpasninger mot observerte data.

### 9.3 Resultater

#### 9.3.1 Tilsig

Tilsigsdata er de samme i alle simuleringer, med unntak av at overføringen fra Nøklevann på 40 l/s ikke er inkludert i beskrivelsen av naturlig tilstand. For dagens situasjon og i forslag til løsninger er dette bidraget lagt til for hele året, mens det i virkeligheten mangler i 1-2 måneder i året. I tillegg er tilsigsbidraget nedskalert med 10 % for å kompensere for bortledning av vann i Godliabekken og gjennom overvannsnett. Se for øvrig Figur 34 for gjennomsnittlig sesongvariasjon til de to alternative tilsigsseriene.



Figur 34 Benyttede gjennomsnittlige tilsig til Østensjøvannet.

#### 9.3.2 Vannstand

Det er beregnet vannstander for tre ulike situasjoner:

- Naturlig tilstand med avløp i Østensjøbekken og uten overføring fra Nøklevann.
- Dagens forhold med overløp på to nivåer, hevert, overføring fra Nøklevann og bortføring av 10 %
- Foreslått løsning med luke, uten hevert og dagens overløp.

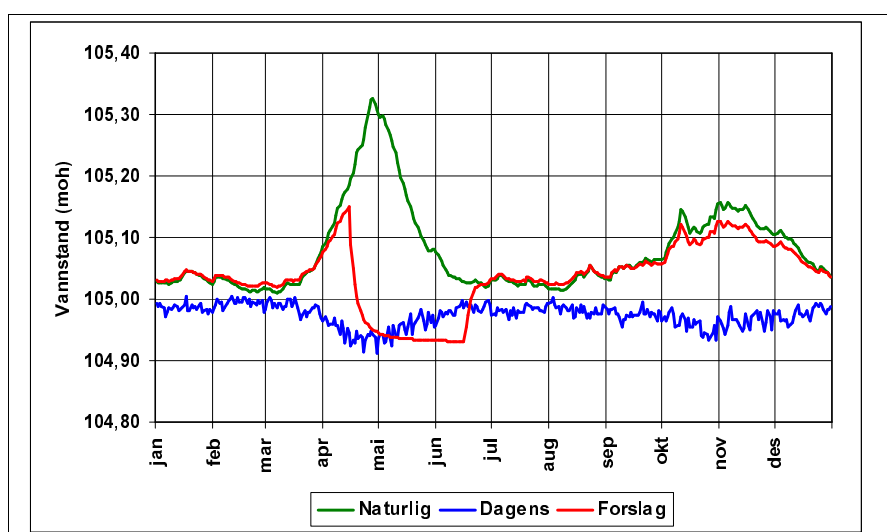
I beregningene er det brukt en luke med kapasitet 3 m<sup>3</sup>/s tilsvarende en nominell diameter på ca. 1 m.

Sesongvariasjonen for de ulike alternativene er vist som midlere vannstander i Figur 35. For naturlig tilstand og foreslått løsning representerer kurvene reelle middelverdier, mens det for dagens forhold vil kunne opptre verdier mellom kote 104,80 og 105,05 når som helst på året (pga. heverten). For den foreslåtte løsningen er det valgt en tappestrategi hvor luken tapper tilsig i medio april - medio juni for å holde vannstanden nede under hekketiden og ellers holdes

stengt, men andre strategier vil selvfølgelig kunne velges. Hvis det etableres et nytt overløp mot Østensjøbekken vil en få ubetydelig lavere vannstander i Østensjøvannet.

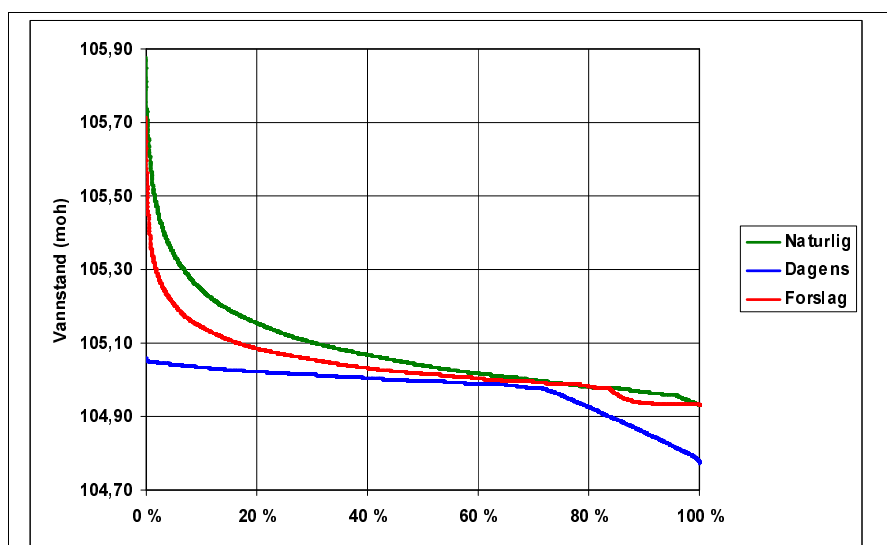
Beregningene viser at ved dagens opplegg med et overløp i to høyder og hevert varierer vannstanden med maksimalt ca. 30 cm sammenlignet med 95 cm med naturlig avløp i Østensjøbekken. Ved å beholde dagens overløp uendret, fjerne heverten og installere en luke med kapasitet 3 m<sup>3</sup>/s vil vi få vannstandsvariasjoner på ca. 80 cm, når luken brukes til å holde vannstanden nede under vårflommen i perioden fra 15. april til 15. juni. Med et nytt overløp mot Østensjøbekken i tillegg vil vannstandsvariasjonene reduseres med ca. 2 cm i forhold til dette.

Med en økning av dagens overløp mot tunnelen til effektiv bredde på 5,1 m, i tillegg til fjerning av hevert og installasjon av ventil, vil vannstandsvariasjonene reduseres til ca. 55 cm.



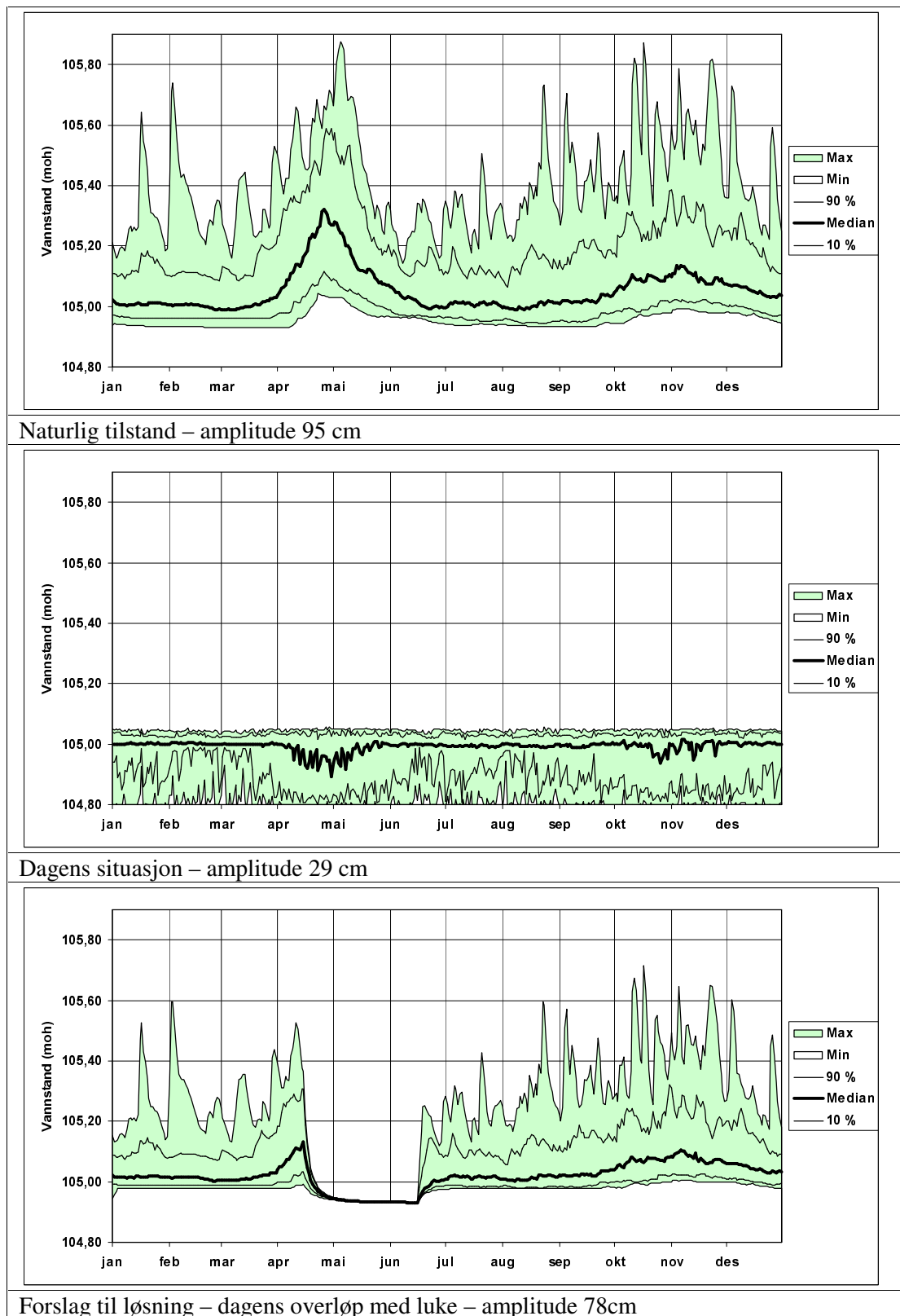
Figur 35 Resulterende midlere vannstander i Østensjøvannet.

Varighetskurver for de ulike alternativene er vist i Figur 36.

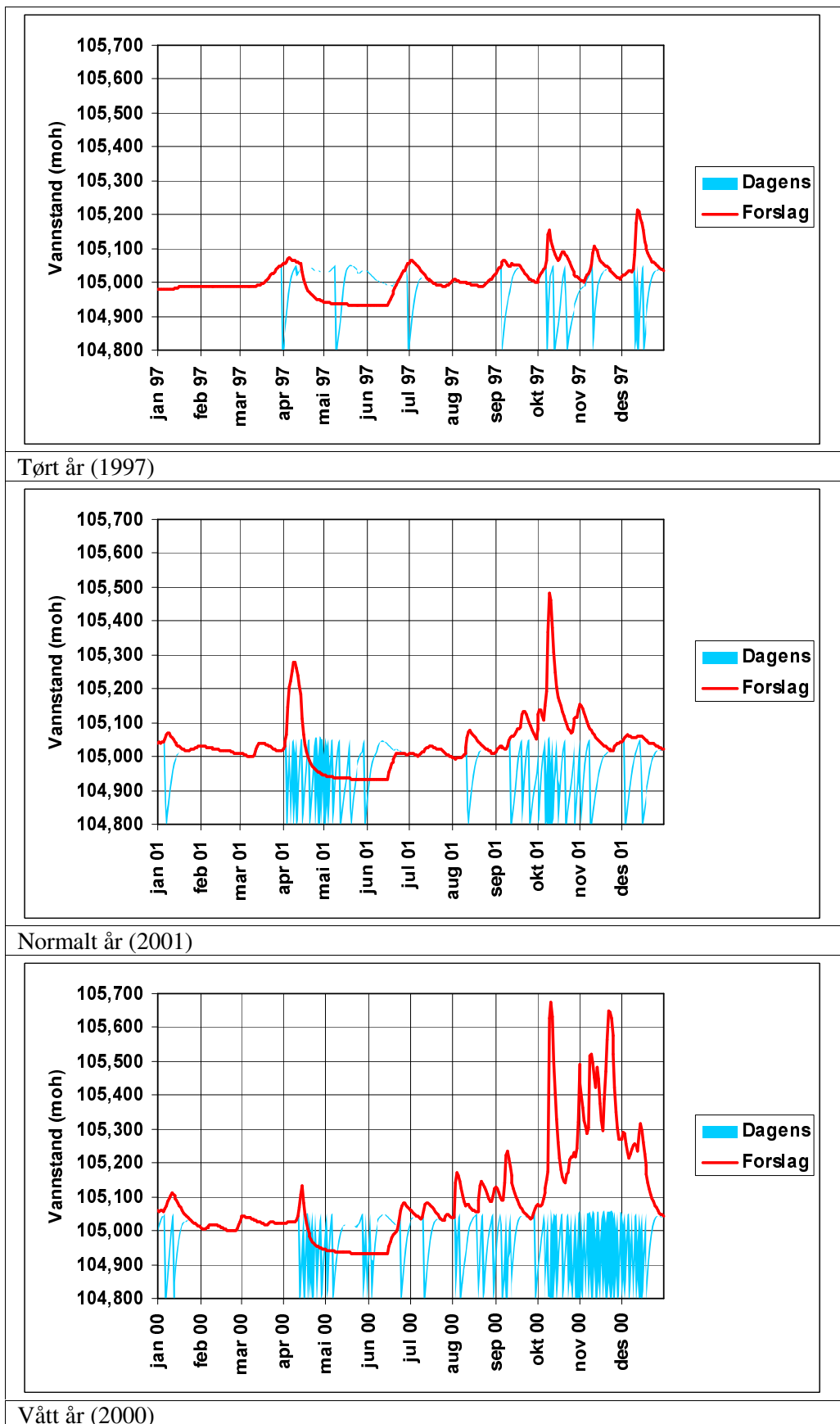


Figur 36 Varighetskurver.

Figur 37 viser maksimum, median og minimum, samt 10- og 90-persentilene, for naturlig tilstand, dagens situasjon og den foreslåtte løsningen med og Figur 38 eksempler fra et normalt, et tørt og et vått år.



**Figur 37 Middelvannstander med omhylningskurver for den foreslåtte løsningen.**



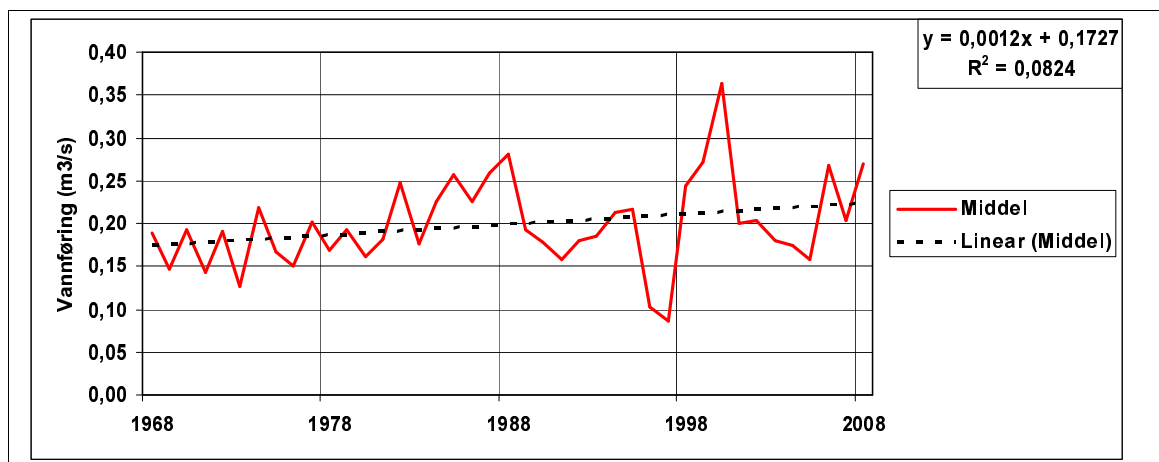
Figur 38 Resultater for et tørt, et normalt og et vått år.

### 9.3.3 Avløp

Avløpsforholdene i Østensjøbekken er lite interessante å vise grafisk, fordi disse er avhengig av ventilens kapasitet og den tappestrategi man velger å bruke.

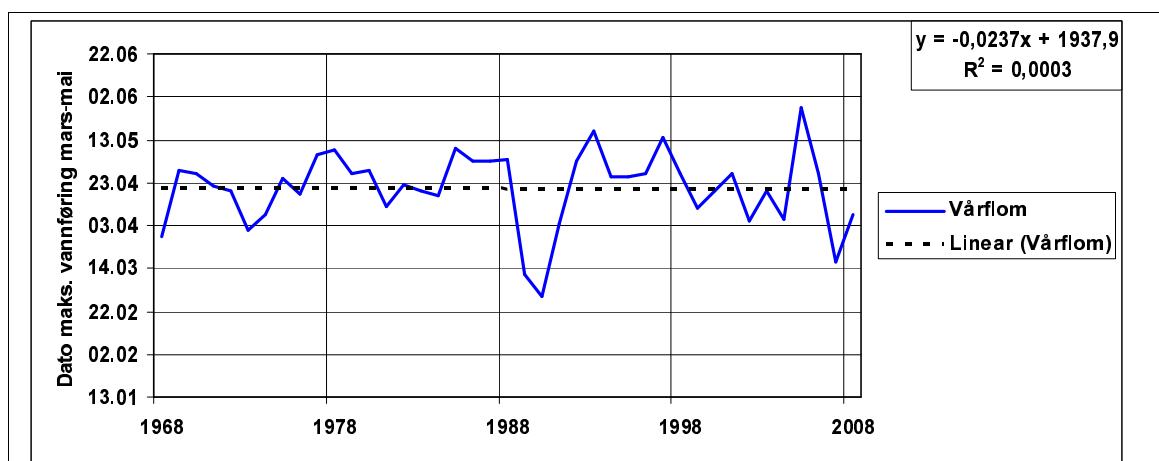
### 9.3.4 Trender

Simuleringene viser at det er en generell trend til økende årsmiddelavløp i dataene i perioden 1968-2008. Den vesentlig større variasjonsbredden i årsmidlene i senere år medfører imidlertid at denne trenden er meget usikker (se Figur 39).



Figur 39 Trend i årsmiddelavløp.

Simuleringene viser også at det ikke er noen trend i at tilsigsflommene om våren, grunnet for eksempel klimaendringer, kommer tidligere nå enn før (se Figur 40).

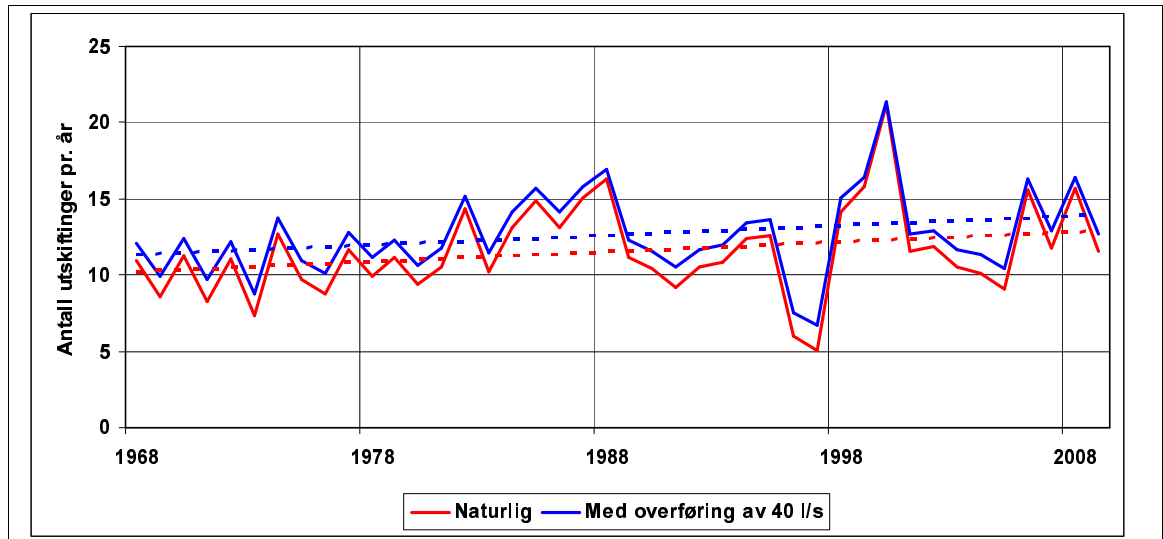


Figur 40 Dato for kulminasjon til vårflommen.

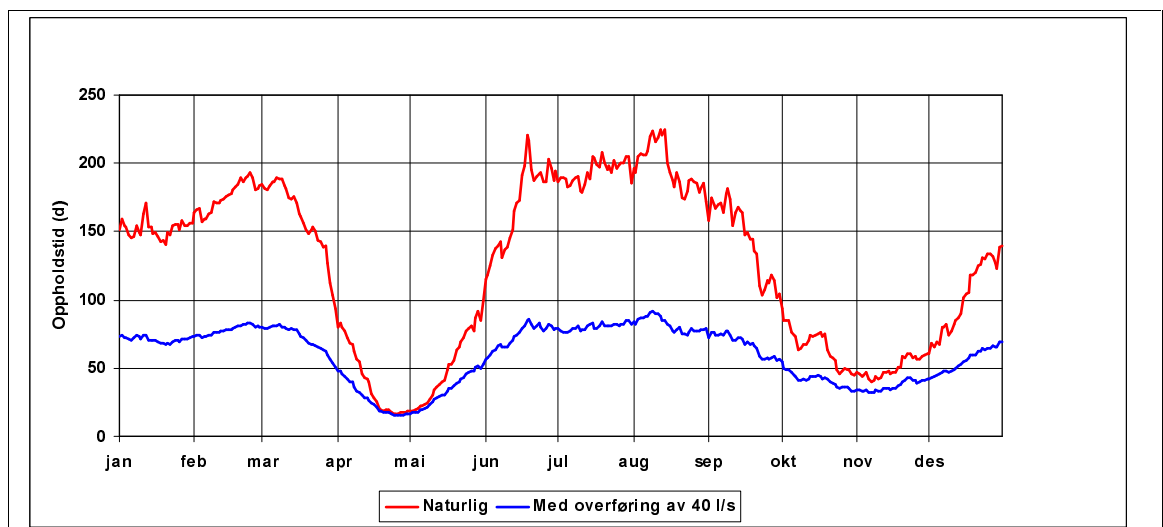
### 9.3.5 Oppholdstider

Basert på de foretatte simuleringer av perioden 1968-2008 er det beregnet antall utskiftinger av volumet til Østensjøvannet i hvert enkelt år (Figur 41) og midlere oppholdstid på ulike datoer i løpet av året (Figur 42). Figur 41 viser naturlig nok samme trend som Figur 39. Beregningene

er gjort både med og uten overføringen av 40 l/s fra Nøklevann. En interessant observasjon er at trenden indikerer at det i dag er likt antall naturlige utskiftninger pr år uten overføring fra Nøklevann, som antallet utskiftninger pr år inkludert overføring fra Nøklevann på slutten av 60-tallet.



Figur 41 Antall utskiftninger per år.



Figur 42 Sesongvariasjon i midlere oppholdstid.

## 10. KONKLUSJONER OG ANBEFALINGER

En reduksjon av vannstanden under hekketiden i perioden 15.4 til 15.6 lar seg vanskelig kombinere med at vårflommen som regel opptrer i april-mai. Høyere flomvannstander kan imidlertid oppnås om høsten, for derved å redusere gjengroing av våtmarksområdene rundt magasinet. For å kunne oppnå dette må heverten erstattes med en regulerbar luke.

Utfasingen av heverten vil også kunne redusere erosjonsproblemene. Erosjonen kan imidlertid også være et naturlig fenomen. Øyene er laget kunstig ved hjelp av kanalisering og det er ikke usannsynlig at erosjonsproblematikken skyldes utførelsen av denne utgravingen, og at

erosjonen hadde forekommet, selv med en annen utforming av overløpet. En videre overvåking etter at anbefalte tiltak er gjennomført vil avklare hvorvidt erosjonsproblemene minskes.

Dagens overføring av vann fra Nøklevann gir et vesentlig bidrag til tilsiget, som på årsbasis utgjør ca. 20 %. Denne bør inntil videre opprettholdes for å sikre dagens utskiftning av vanngjennomstrømming i Østensjøvannet, og derved redusere forurensningsnivået.

En gjenåpning av Østensjøbekken med tapping av 15-45 l/s (8-24 % av årsmiddeltilsiget) vil ha liten betydning for vannbalansen i Østensjøvannet, men kan trolig ha en viss effekt på vannsenkningen i hekketiden om våren og være positivt for vannmiljøet i Østensjøbekken.

En tilbakeføring av Godliabekken til Østensjøvannet vil kunne erstatte deler av vannmengden som overføres fra Nøklevann.

Våre beregninger viser at ved dagens opplegg med et overløp i to høyder og hevert varierer vannstanden med maksimalt ca. 30 cm sammenlignet med ca. 90 cm med naturlig avløp i Østensjøbekken. Vår anbefaling er å beholde dagens overløp mot fjelltunell uendret, fjerne heverten og installere en luke med kapasitet 3 m<sup>3</sup>/s. Dette vil gi vannstandsvariasjoner på ca. 75 cm, når luken brukes til å holde vannstanden nede under vårfloppen. En slik luke vil gjøre det mulig å holde vannstanden nede i hekketiden, samtidig som flomvannstanden om høsten kan heves. Den vil også være en fleksibel innretning med tanke på endrede behov og strategier i fremtiden.

Ved å etablere et overløp i form av en beskjeden spalte mot Østensjøbekken vil vannstandsvariasjonen i Østensjøvannet bli ca. 78 cm, men Østensjøbekken vil sikres en middelvannføring på ca. 15 l/s, en maksimal vannføring på ca. 40 l/s og en minstevannføring på ca. 4 l/s. Samme effekt vil kunne oppnås ved bruk av dagens ventil, men dette vil kreve aktiv manøvrering av ventilen

## 11. REFERANSER

- (1) Oslo kommune, Friluftsetaten, (2007): Østensjøområdet miljøpark - Del 2 Forvaltningsplan.
- (2) Oslo kommune, Friluftsetaten, (2007): Østensjøområdet miljøpark – Del 1 Statusrapport natur og kulturkvaliteter
- (3) Oslo kommune, Plan og bygningssetaten, Avdeling for byutvikling (2007): Grøntplan for Oslo. Lukkede vassdrag aktuelle for gjenåpning.
- (4) Oslo kommune, Vann- og avløpsetaten (2003): Østensjøvannet (brosjyre på 6 sider).
- (5) CM Consulting (2006): Østensjøvannet – Analyse av flomforhold og vurdering av tiltak ved flomløpet (notat).
- (6) Forskrift om rammer for vannforvaltning med link til lovdata (<http://www.lovdata.no/cgi-wift/ldles?doc=/sf/sf/sf-20061215-1446.html>)

## 12. VEDLEGG

## 12.1 Vedlegg 1. Beskrivelser fra statusrapport

### Bekkene i området

Avrenningsforholdene i nedbørfeltet har forandret seg svært mye siden 50-tallet. Utbyggingen av boliger og næringsvirksomhet i nedbørfeltet førte til at de fleste bekkene ble lagt i rør, og ble ført til dels utenom vannet (jfr. bl.a Sothøna nr. 23 2002). Dette både fordi det lettet utbyggingen og fordi bekker ble sett på som et problem når de var åpne. I stede for åpne bekker har en i dag et nett av overvannsledninger som tar hånd om dreinsvann og overvann fra gater, veier, plasser og tak. Dette har ført til at vannet nå renner raskere til Østensjøvann enn før slik at tilførslene av vann til sjøen utenom periodene med nedbør og snøsmelting blir små. Det igjen kan føre til raskere vannstandsvariasjoner.

De åpne bekkene rundt Østensjøvann er stedvis rettet ut for å bedre forholdene for mekanisert jordbruk og som en del av drenering av våtmarksområdene.

De største, åpne bekkene rundt Østensjøvann i dag er Smedbergbekken, Ulsrubbekken og Bølerbekken. Langerudbekken, som renner ut i Bogerudmyra, ble åpnet vinteren 2005 og er lagt i slyng frem til Bogerudmyra (Sothøna nr. 28 2004). Bekken som renner under fotballbanene syd for Bogerudmyra fører også vann som overføres fra Nøklevann for å forbedre vannkvaliteten i Bogerudmyra og Østensjøvann.

### Vannstandsregulering

Østensjøvannet var tidligere kjent for store oversvømmelser om våren og høsten, og innsjøen kunne doble sitt areal i disse periodene (Brun m. fl 1965). Dette skyldtes at utløpet var smalt og hadde lite fall slik at kapasitet til å ta unna vår og høstflommene var liten.

De hyppige oversvømmelsene representerte en belastning for lavtliggende boliger langs utløpsbekken og for trafikken på Østensjøveien. I 1966 ble det derfor sprengt et nytt utløp i fjellet i vannets nordvestre hjørne for å hindre oversvømmelser. Samtidig ble vannstanden senket, også for å hindre oversvømmelser. I 1977 ble vannstanden permanent økt igjen med 0,2 m for å øke oksygenmengden i innsjøen (VAV internt dokument) og for å gi Høyenhall fabrikk full vannføring i Østensjøbekken.

Gjennom tunnelen ledes det meste av vannet til samløp med den gamle bekken ved Brynsenteret. Derfra renner bekken i sin gamle kulvert til utløpet i Alna ved Bryn jernbanestasjon. Samtidig med tunnelen ble det i utløpet bygget en hevert som tar unna ca 2-4 m<sup>3</sup>/s for å hindre oversvømmelser. Den senker vannstanden med ca 0,2 m før den stopper. Den opprinnelige utløpsbekken, Østensjøbekken, har meget begrenset vannføring, men renner åpen ned til mølledammen ved Christinedal på Bryn. Derfra ledes vannet i rør til Alna.

Ved vannstandsreguleringen på 1960-tallet ble det bygget en terskel ved Bogerudmyras nordende for at ikke myra skulle bli drenert ved senkning av Østensjøvann. Denne ble fornyet for få år siden i et samarbeid mellom NVE, Fylkesmannen og Oslo kommune.

De flomdempende tiltakene har ført til at våtmarkene er blitt tørrere, noe som sammen med opphørt hevd av kulturlandskapet har ført til en akselererende gjengroing med krattskog.



### **Vadedammen**

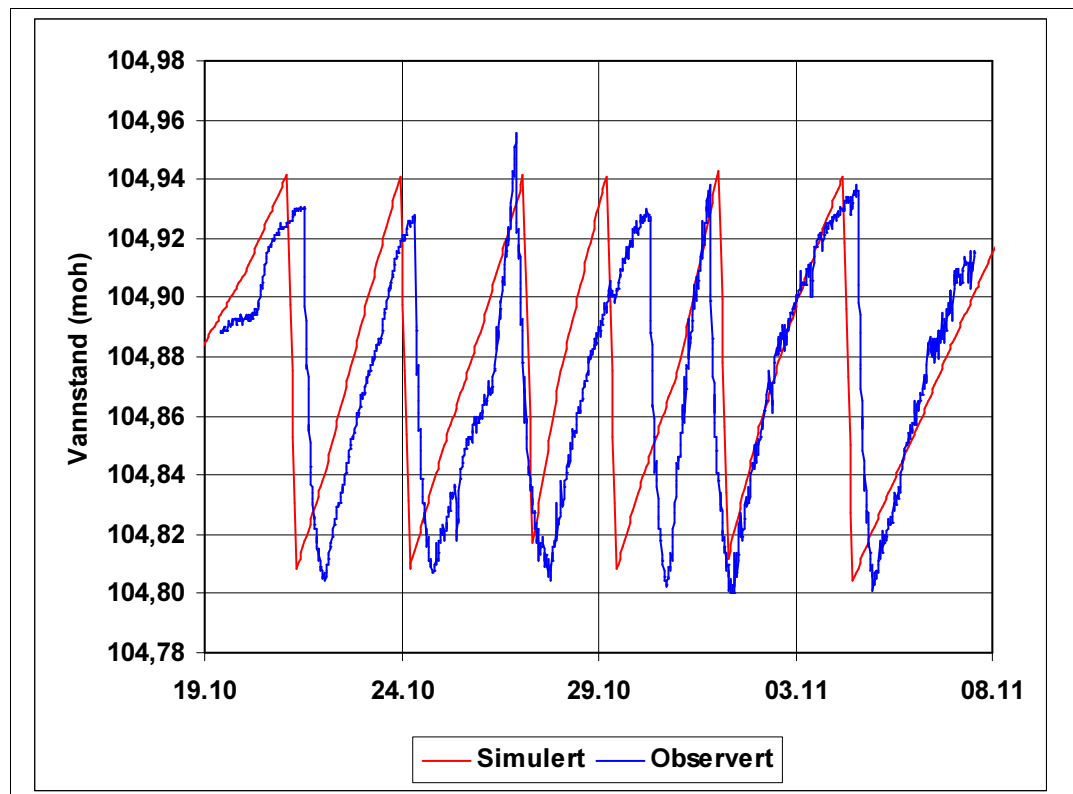
Østensjøvannets Venner i samarbeid med Norsk Ornitologisk Forening (Avdeling Oslo & Akershus) har anlagt en relativt grunn dam i området Slora nord for Østensjøvannet (Sothøna nr. 13 1996, nr. 22 2002). Denne er anlagt spesielt for å tilrettelegge for vadefugl, ettersom vannet ikke lenger har vår- og høstflom som i tidligere tider. Vannspeilet ligger noe høyere enn Østensjøvannet, og vann pumpes derfor opp fra Østensjøvannet. Overløpet går ut i Østensjøbekken.

### **Kanalene**

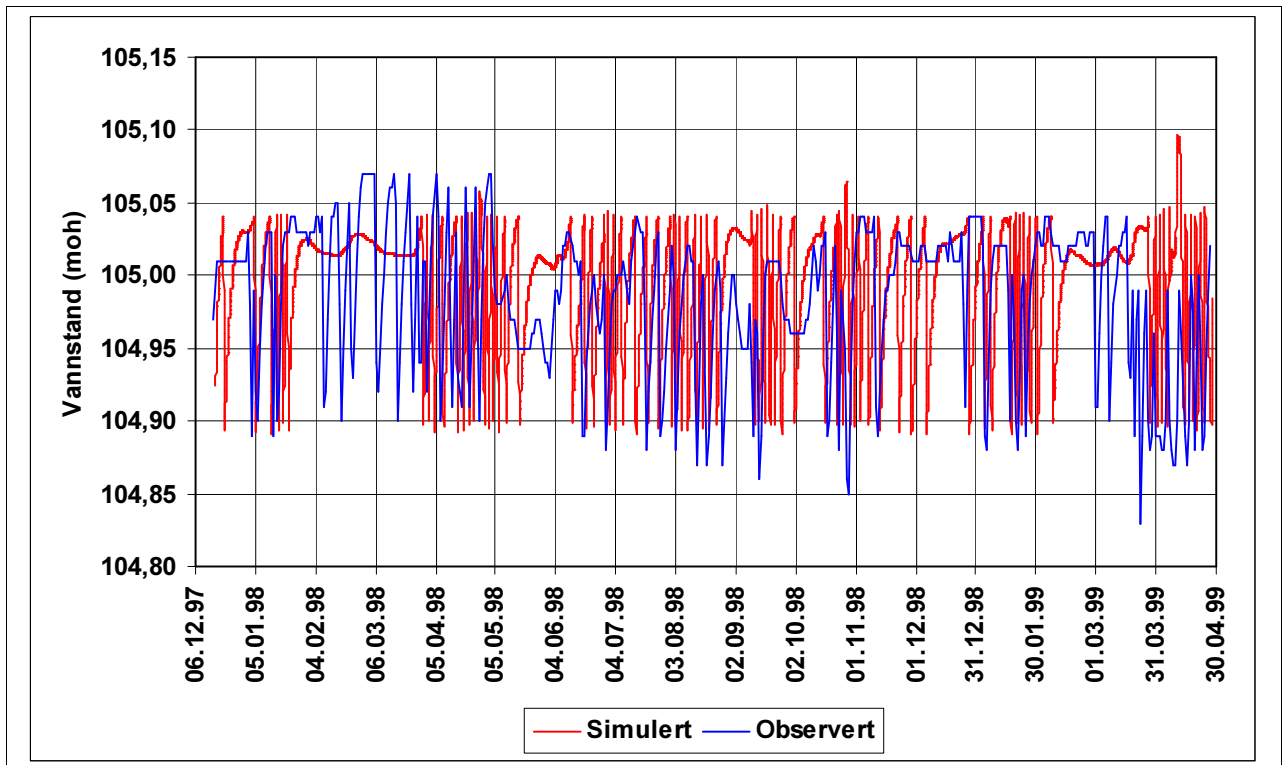
På 1960-tallet (1963-69) ble det både i Østensjøvannet og Bogerudmyra gravd kanaler i våtmarksområdene for å isolere områder for hekkende fugl (Dahl m. fl. 1978). Den utgravde massen ble deponert i området øst for parkeringsplassen, nord for parsellhagene. Gravingen har virket effektiv i forhold til ferdsel i våtmarken, men har samtidig bidratt til økende erosjon. Sammenligning av luftfotografier av våtmarksområdet i søndre halvdel av Østensjøvannet viser at våtmarken er halvert i løpet av de siste 30-40 årene.

## 12.2 Vedlegg 2. Verifisering av modell

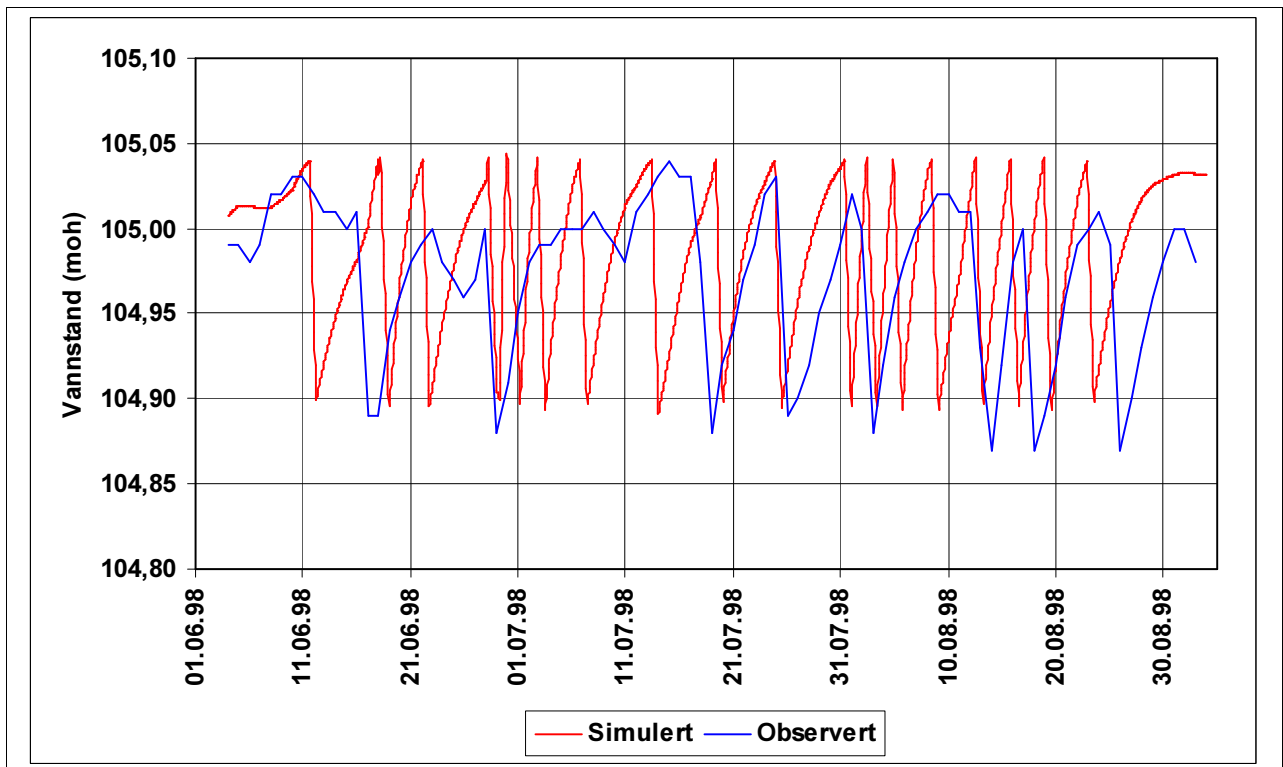
Figuren nedenfor viser et eksempel på hvor god tilpasningen kan bli med skalering av tilsiget og tilpassning av innslagsnivå og terskelnivå til heverten. I dette tilfelle er tilsiget nedskalert med faktoren 0,50 og innslagsnivået og terskelnivået lagt slik at amplituden blir 12 cm. Kapasiteten er satt til 3 m<sup>3</sup>/s og det er forutsatt overføring av 0,040 m<sup>3</sup>/s fra Nøklevann.



Neste figur viser et klart uryddigere bilde. Dette skyldes til dels at modellen beregner timeverdier, som sammenlignes med observerte døgnverdier. Vi kan også se uregelmessige forskyvninger av innslagsnivå og terskelnivå. Simuleringene er her utført uten nedskalering av tilsiget og med overføring av 0,040 m<sup>3</sup>/s fra Nøklevann. Innslagsnivå og terskelnivå er lagt slik at amplituden blir 14 cm og kapasiteten er redusert til ca. halvparten.



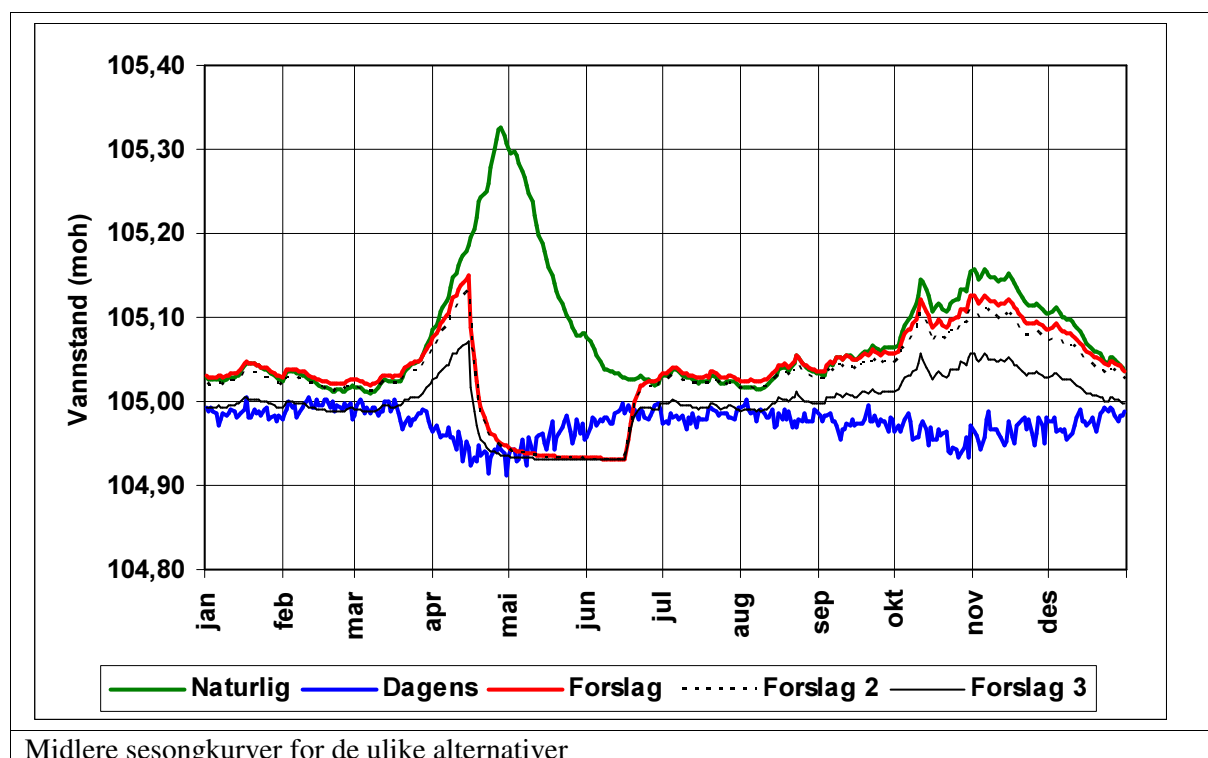
Den siste figuren viser et utsnitt fra diagrammet ovenfor, hvor mye av dynamikken i observasjonene er gjengitt i simuleringene. Vår oppfatning er at funksjonaliteten til heverten er meget variabel, og dette bekreftes av de til dels uryddige observasjonene. Vi stiller også spørsmålsteget ved enkelte perioder av de observerte vannstandene i Østensjøvannet.

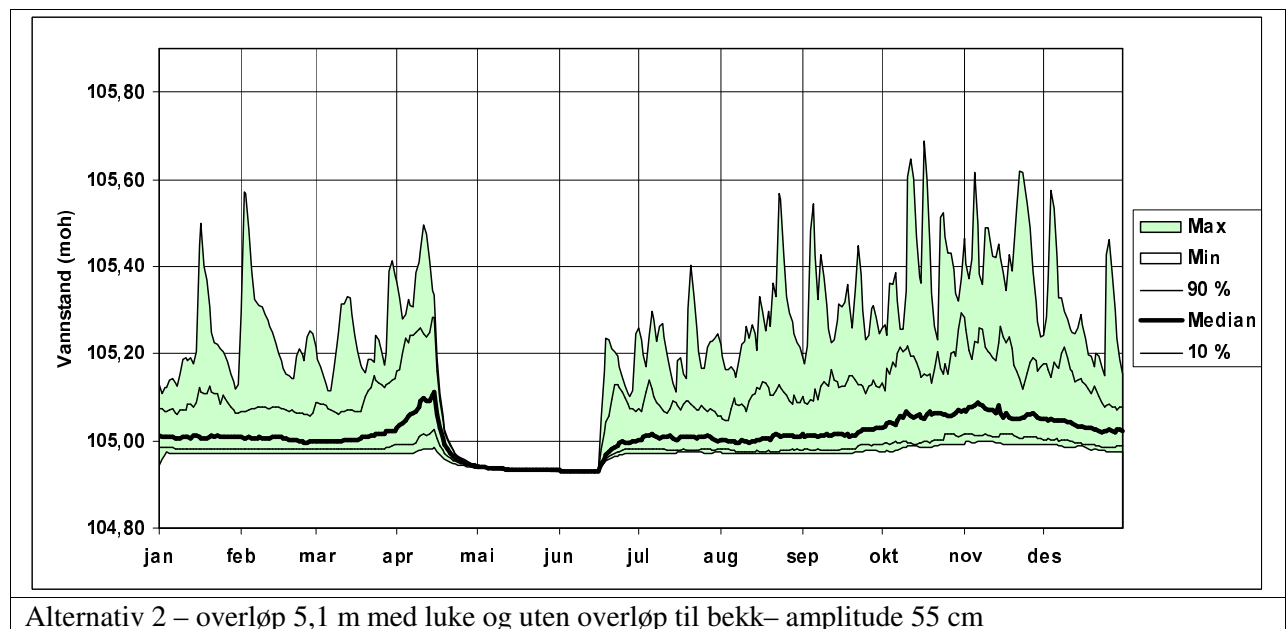
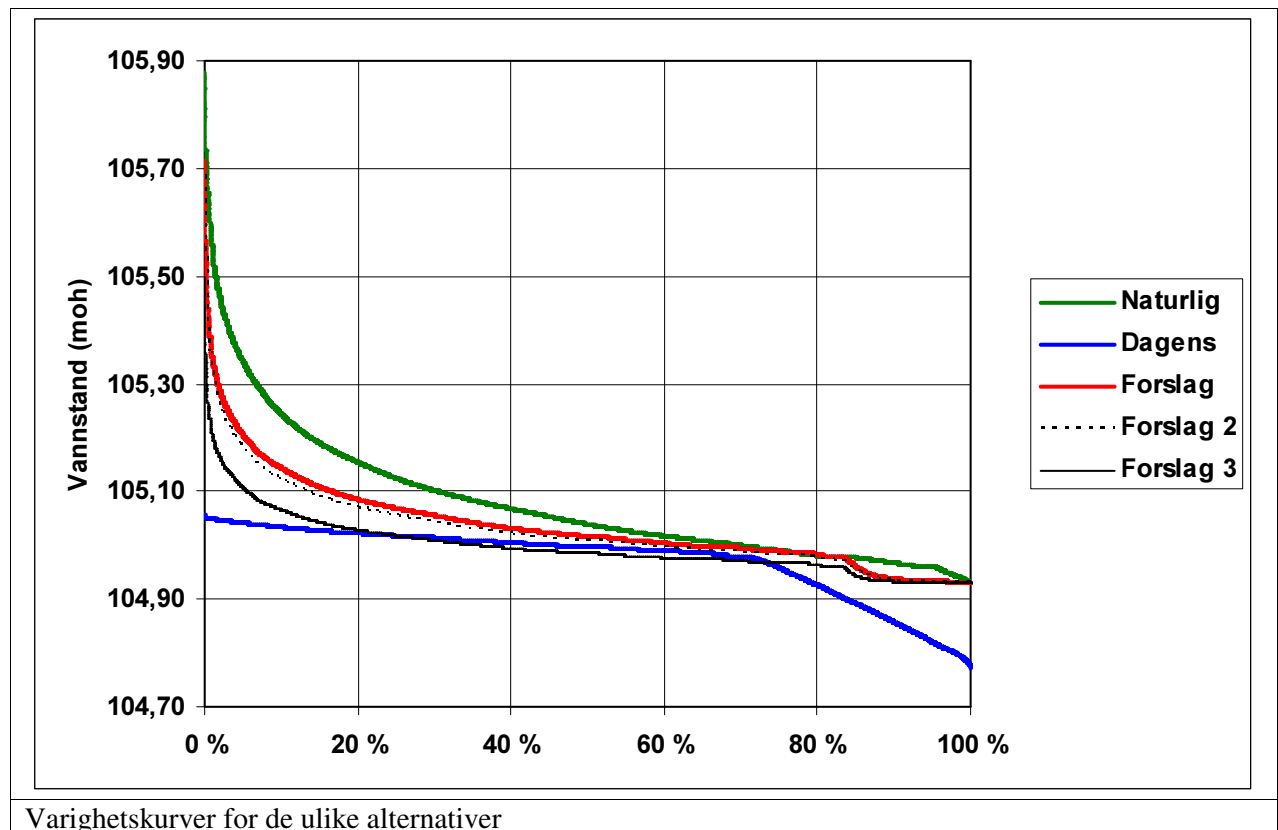


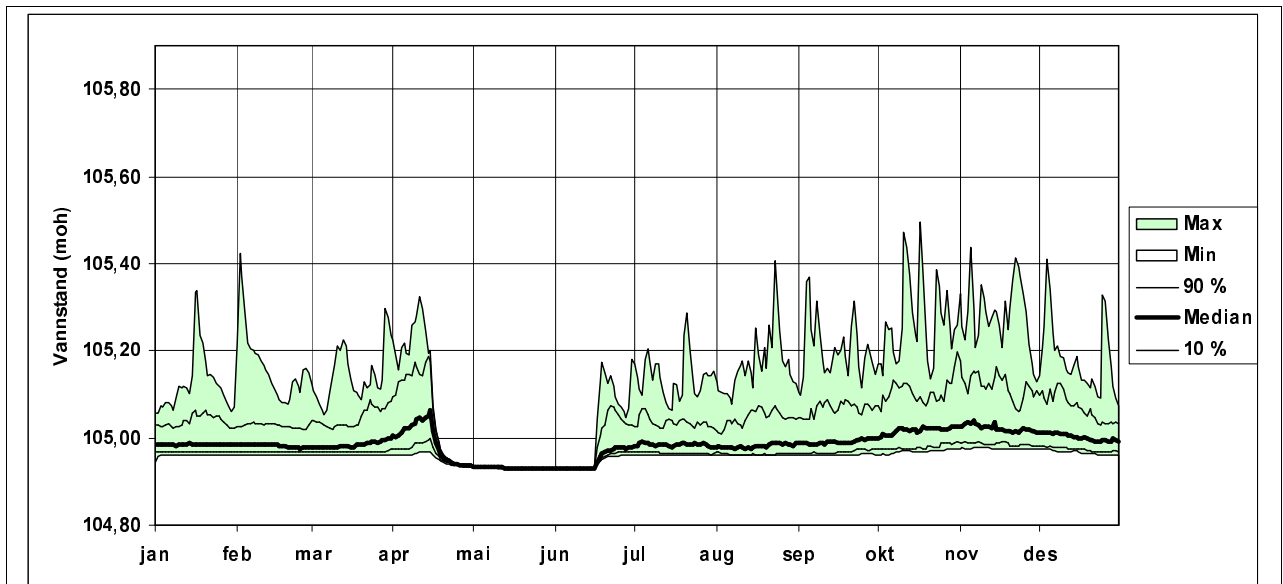
### 12.3 Vedlegg 3. Alternative forslag

Det er også foretatt beregninger for to alternative forslag, et hvor overløpet er utvidet til effektiv bredde 5,1 m (forslag 2) og et hvor dagens overløp er supplert med et ekstra overløp mot Østensjøbekken (forslag 3). Overløpet mot Østensjøbekken er da utformet som en 30 cm bred og 10 cm høy spalte med antatt c-faktor 1,2. Terskelen er lagt 5 cm lavere enn ved overløpet ved heverten (på kote 104,88), for å sikre at det alltid går noe vann i bekken. En slik løsning vil gi en midlere overløp mot Østensjøbekken på ca. 14 l/s, et maksimalt overløp på ca. 43 l/s og en minstevannføring på 4 l/s. Luken er den samme som i det opprinnelige forslaget. Hvis forslaget med overløp mot Østensjøbekken velges, må det sikres at ikke overløp fra Vadedammen fører til uønsket høye vannføringer i bekken.

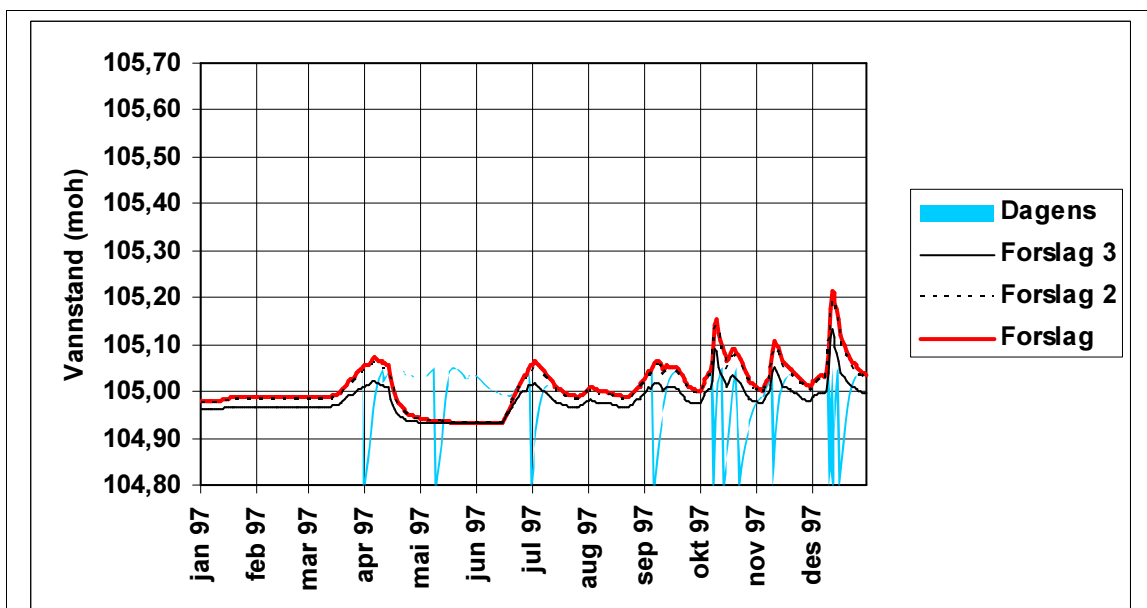
Som fremgår av figuren vil forslag 2 redusere middelvannstanden med inntil 5 cm og amplituden med ca. 20 cm, mens forslag 3 vil gi ubetydelig lavere vannstander enn foreslått løsning (unntatt i hekketiden).



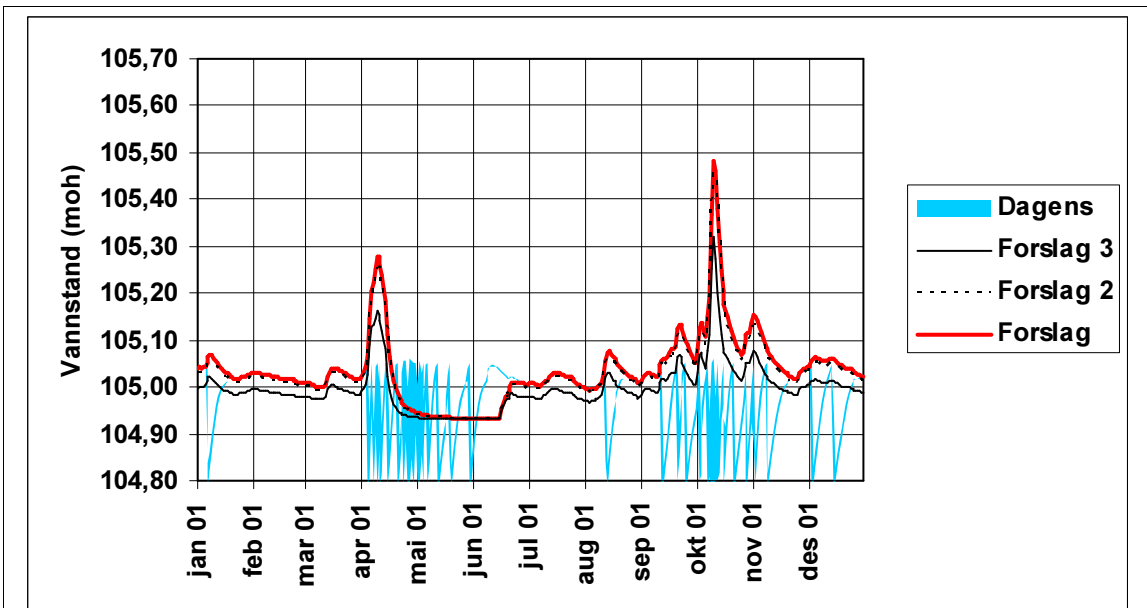




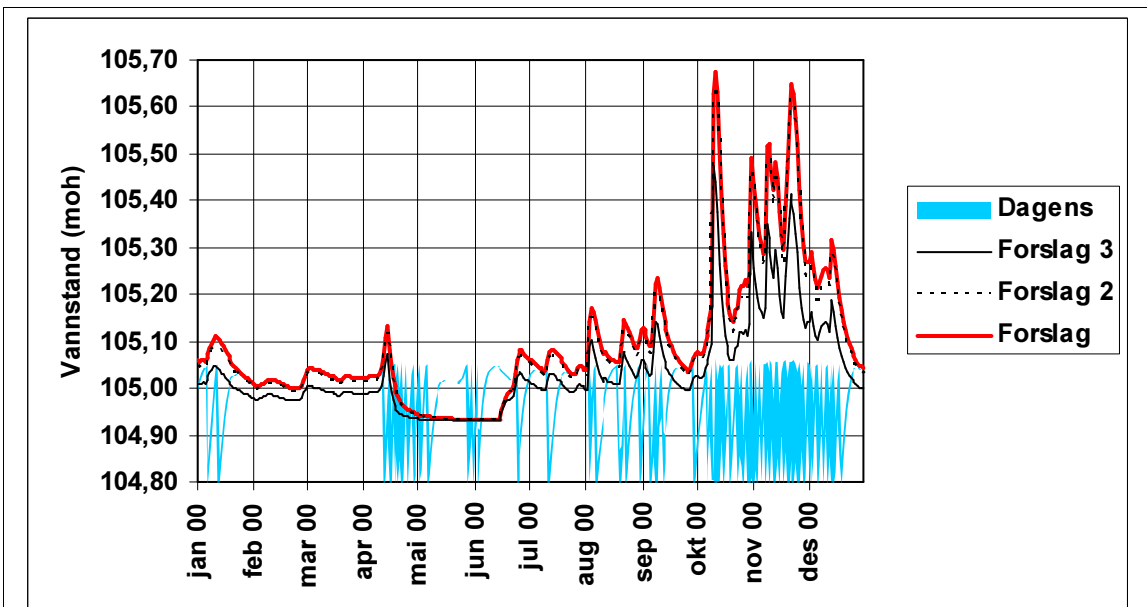
Alternativ 3 – overløp 2,6 m med luke og uten overløp til bekk – amplitude 78 cm



Tørt år (1997)



Normalt år (2001)



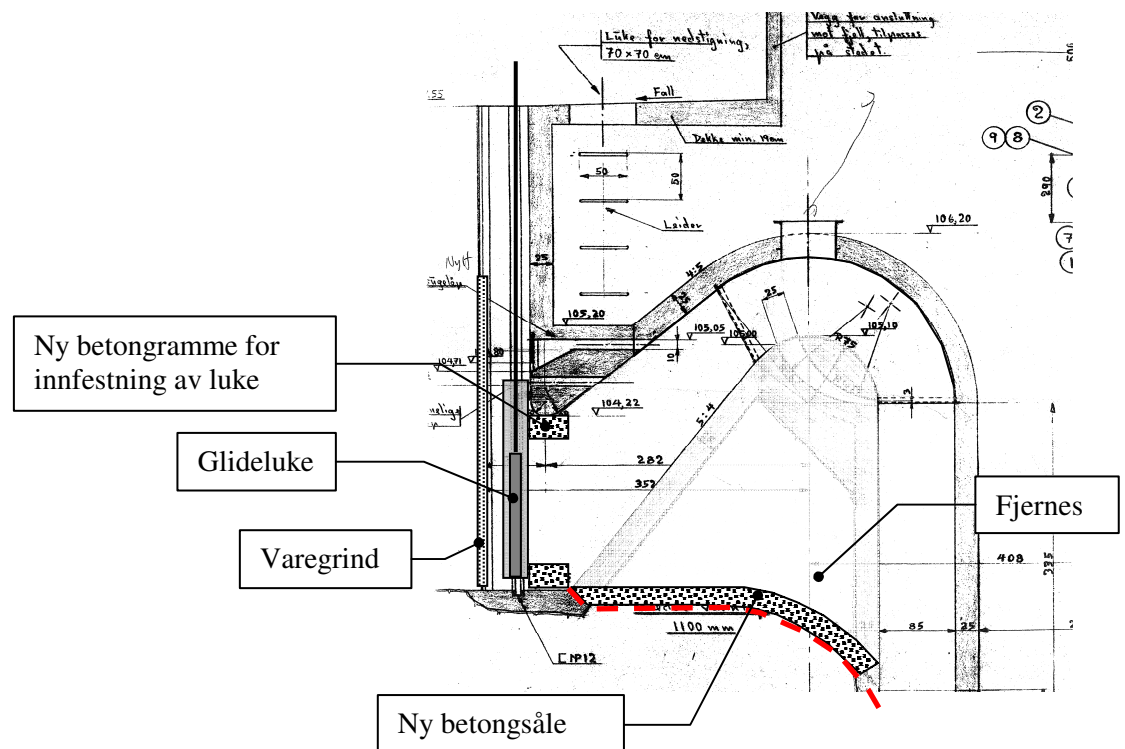
Vått år (2000)

## 12.4 Vedlegg 4. Kostnadsoverslag for foreslått løsning

I det følgende er det gitt et overslag over kostnadene for å etablere en løsning som foreslått i rapporten. Det understrekes at det i denne fasen ikke er sett på detaljene med hensyn til utforming av tappeløpet, slik at kostnadsoverslaget er å betrakte som relativt grovt. Dersom Oslo kommune ønsker å gå videre med den foreslåtte løsningen anbefaler vi at det blir avholdt en befaring med bygg- og maskinteknisk kompetanse fra Norconsult for å se på detaljene for utformingen.

Den foreslåtte løsningen består i at hevertoverløpet fases ut og at det etableres en glideluke med maks. kapasitet ca. 3 m<sup>3</sup>/s.

Prinsipløsningen er vist i figur nedenfor.





**Kostnadsoverslag (anleggskostnader):**

Post	Enhet	Mengde	Enhetspris	SUM
Rigg og drift	RS	1	200000	200 000
Adkomst (også inn til hevert/tunnel)	RS	1	50000	50 000
Fangdam for arbeid med hevert samt montasje av luke.	RS	1	50000	50 000
Pigging av betong/fjell	RS	1	30000	30 000
Betong	m <sup>3</sup>	5	3500	17 500
Armering	kg	750	25	18 750
Forskaling	m <sup>2</sup>	10	1000	10 000
Forankrings- /fjellbolter	stk	20	2000	40 000
Glideluke (KSA-MD ø900mm m/ST14-ClassIII)	RS	1	75000	75 000
Trykkføler og regulator	RS	1	10000	10 000
Montasje luke og utstyr	RS	1	50000	50 000
Lukehus	RS	1	100000	100 000
Usikkerhet og uforutsett (ca. 20%)	RS	1	150000	150 000
<b>SUM</b>				<b>801 250</b>

Basert på ovenstående er anleggskostnadene **grovt estimert til ca. 0,8 MNOK.**

I tillegg kommer ev. programvare og utstyr for fjernmanøvrering (luken leveres med trykkføler og aktuator for regulering av lukeåpning), samt byggherre- og prosjekteringskostnader.