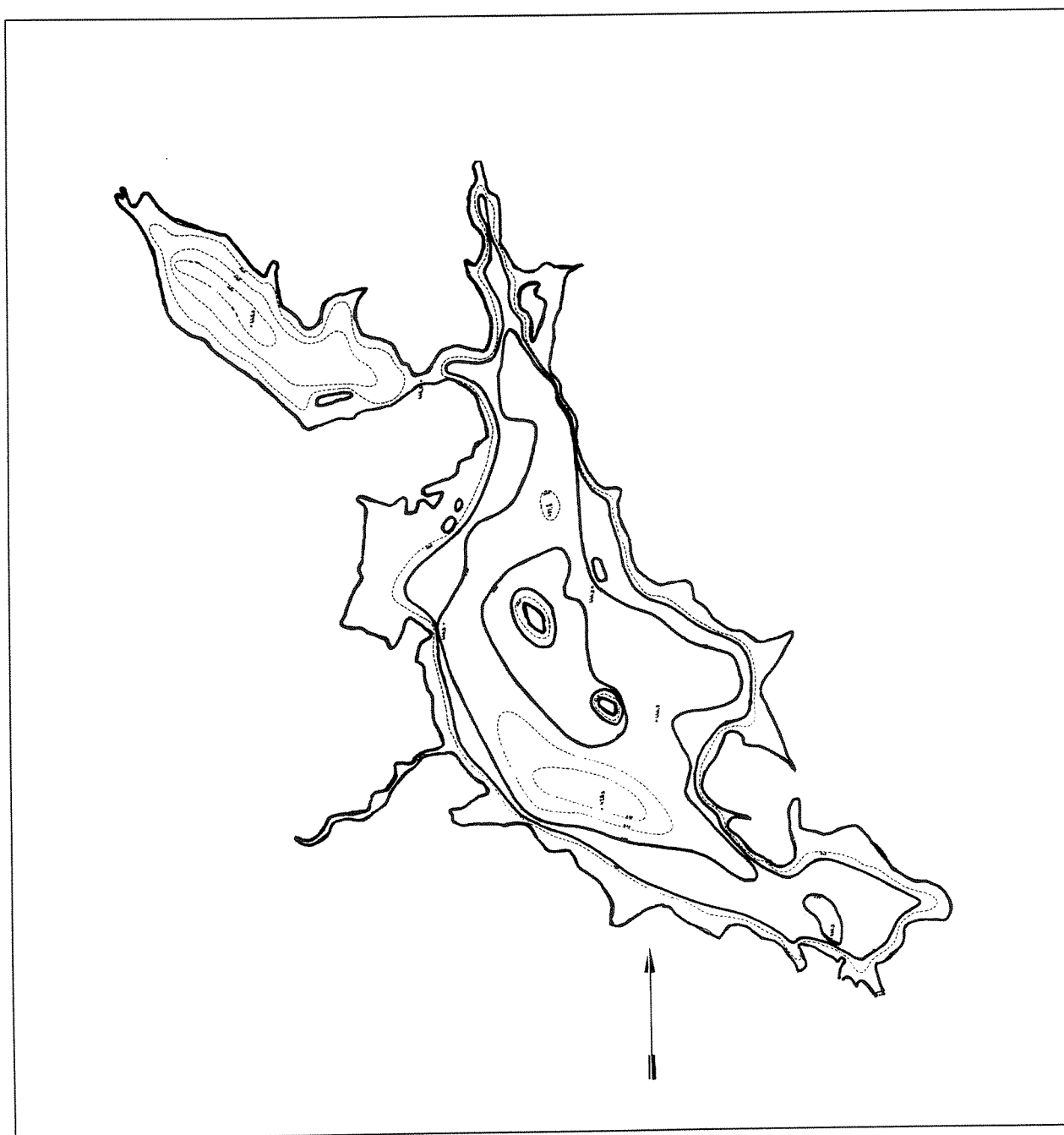


RAPPORT LNR 3501-96

Miljøkonsekvenser av midlertidig nedtapping under LRV i noen av Oslos drikkevannsmagasiner. Fase II.



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning



NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-96164	2
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3501-96	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås	Televeien 1	Rute 866	Thormøhlensgt 55	Søndre Tollbugate 3
0411 Oslo	4890 Grimstad	2312 Ottestad	5008 Bergen	9000 Tromsø
Telefon (47) 22 18 51 00	Telefon (47) 37 04 30 33	Telefon (47) 62 57 64 00	Telefon (47) 55 32 56 40	Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 22 18 52 00	Telefax (47) 37 04 45 13	Telefax (47) 62 57 66 53	Telefax (47) 55 32 88 33	Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel:	Dato:	Trykket:
Miljøkonsekvenser av midlertidig nedtapping under LRV i noen av Oslos drikkevannsmagasiner. Fase II.	5/8-1996	NIVA 1996
	Faggruppe:	
	Vassdragsreguleringer	
Forfatter(e):	Geografisk område:	
Leif Lien Bjørn Rørslett Odd Stabbetorp	Oslo/Oppland/Buskerud	
	Antall sider:	Opplag:
	21	60

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref.:
Oslo kommune	

Ekstrakt: For å sikre drikkevannsforsyningen til Oslo ønsker kommunen økt nedtapping av magasinene Katnosa, Sandungen, Hakkloa, Bjørnsjøen og Maridalsvatn (Fase II). En drikkevannsreserve for bare 3 1/2 måneder i mai 1996 var forårsaket av en 9 måneders tørkeperiode som bare har forekommet én gang tidligere i dette århundre. Ytterligere nedtappinger under LRV av disse magasinene vil få størst negativ effekt for produksjon og biologisk diversitet av planter, bunndyr og fisk i strandsonen spesielt i Maridalsvatnet, men også i Store Sandungen. Maridalsvatn er en viktig referanselokalitet. Minst skade vil vi få i Hakkloa som allerede er sterkt regulert. Bjørnsjøen og Katnosa er også betydelig skadet av reguleringer, og ytterligere nedtapping vil forsterke skadene. Området rundt nordenden av Katnosa er fredet som naturreservat. Nedtapping i tørre sommerperioder kan gi uheldige lokalklimatiske effekter for den spesielle lav-vegetasjonen som fins her. Det er store friluftsjakter knyttet til særlig Bjørnsjøen og Store Sandungen. Spesielt Maridalsvatnet men også Katnosa, Store Sandungen og Bjørnsjøen bør spares for ytterligere nedtappinger.

4 emneord, norske

1. Drikkevann
2. Reguleringer
3. Oslomarka
4. Miljøkonsekvenser

4 emneord, engelske

1. Drinking water
2. Reservoir
3. Oslo river system
4. Environmental impact

Prosjektleder

.....Leif Lien.....

For administrasjonen

..... Dag Berge.....

ISBN 82-577-3043-2

**Norsk institutt for vannforskning (NIVA)
Oslo**

O-96164

**Miljøkonsekvenser av midlertidig nedtapping under
LRV i noen av Oslos drikkevannsmagasiner. Fase II.**

Oslo 5/8-1996

Saksbehandler Leif Lien (NIVA)
Medarbeidere Bjørn Rørslett (NIVA)
Odd Stabbetorp (NINA)

Innhold

	side
Sammendrag og konklusjoner.	4
Innledning	6
Nåværende reguleringshøyder og ytterligere nedtappinger	6
Resultater og diskusjon	13
Nedbør/Tilførsler til magasinene.	13
Vannkvalitet.	13
Vannvegetasjon.	14
Tarmbakterier/Måker	14
Dyreplankton og bunndyr	15
Kreps	15
Fisk	16
Myr og skog rundt magasinene	17
Referanser	19

Sammendrag og konklusjoner

Oslo kommune ønsker økt nedtapping under nåværende LRV av magasinene Katnosa, Store- og Vesle Sandungen, Hakkloa, Bjørnsjøen og Maridalsvatnet (Fase II). NIVA har tidligere vurdert økt nedtappinger av magasinene Gjerdingen, Østre- og Vestre Fyllingen, Helgeren og Maridalsvatnet (Fase I). Nedtappingene har sammenheng med reduserte drikkevannsreserver forårsaket av en spesielt lang og nedbørfattig periode fra august 1995 til april 1996. I dette tidsrommet kom det bare 50 % av normal nedbørmengde. Tilsvarende lav nedbørmengde i løpet av så lang periode er bare registrert en gang tidligere i Oslo-området i dette århundre. Det var fortsatt drikkevannsreserver for ca 3 1/2 måneders forbruk i april/mai når magasinene i Nordmarka var på det laveste. Nedbør i mai og juni økte drikkevannsreservene til 6 1/2 måneder. Det er derfor lite sannsynlig at det blir nødvendig å benytte vannet under nåværende LRV i de aktuelle magasinene de nærmeste årene.

Ved ytterligere nedtappinger forventes ikke utvaskingen av næringssalter å bli så stor at det vil forårsake vannkvalitetsproblemer på grunn av for høye algeproduksjoner i de øvre magasinene. Effekten på Maridalsvatn er noe vanskelig å forutsi, da det antas at næringssalt-konsentrasjonen i grunnområdene rundt Maridalsvatn er høyere enn i de andre magasinene.

Store partier av grunnområdene (1 til 4 m) i Maridalsvatn er dekket av brasmegras i til dels tette matter. Brasmegraset er meget erosjons-stabiliserende. Likevel observeres det mye grumsete vann i overflaten av Maridalsvatn på dager med sterk vind. Dette har sammenheng med den reguleringen av magasinet som foregår i dag. Vannverket har en omfattende silingsprosess for å fjerne partikler fra råvannet. Ved tørrlegging vil brasmegraset dø i løpet av kort tid, og den erosjons-stabiliserende effekten vil forsvinne. En vesentlig økning av partikler i Maridalsvatn kan forventes. Dybdeutbredelsen av brasmegras i Maridalsvatn ligger innenfor den totale reguleringshøyden (tidligere reguleringshøyde + ny nedtapping i Fase I). En utnyttelse av den totale reguleringshøyden i Fase I vil derfor slå ut tilnærmet hele bestanden av brasmegras. For vannverket vil dette medføre en vesentlig dårligere råvannskvalitet spesielt i den isfrie perioden (mai - desember). Ved en nedtapping til 14.2 m under HRV (Fase II) kan man risikere en situasjon med konstant turbide vannmasser som det ikke er mulig å rette opp i overskuelig fremtid. Dette vil trolig skje ved en vesentlig lavere nedtapping enn 14.2 m, og kanskje allerede før full nedtapping etter Fase I (6.2 m).

Det er foretatt flere større undersøkelser av vannvegetasjonen i Maridalsvatnet. Innsjøen har derfor stor betydning som vitenskapelig referanselokalitet.

Det ventes ingen større langsiktige endringer av dyreplanktonet som lever i de fri vannmassene ved eventuelle økte senkninger av innsjømagasinene. Dyreplankton i strandsonen som trolig er godt representert i Maridalsvatn vil skades ved økte reguleringer.

Vannstanden i uregulerte innsjøer varierer naturlig opp til én meter og for enkelte sjøer også mer gjennom året. Erfaringer fra vassdragsreguleringer generelt viser at først ved manøvreringshøyder over 4-5 m registreres større, permanente skader på strandsonens produksjon av planter og bunndyr. Slike skader finnes i alle typer vannforekomster og skyldes de omfattende fysiske endringene i livsmiljøet. Det må imidlertid understrekes at også ved reguleringer langt under under 4-5 m kan betydelige økologiske skader registreres. Blir den årlige reguleringshøyden over 8-10 m er strandsonen uten unntak helt ødelagt med hensyn til produksjon av planter, bunndyr og fisk.

Gyteforholdene og reproduksjonen av fisk påvirkes negativt ved de fleste reguleringer, både for innsjøgytende fisk som får strandsonen tørrlagt etter gyting, og for elvegytende fisk som får redusert vannføring/tørrlagte elvestrekninger. Dette gjelder både tørrlegging av rogn og av oppvekstområder for småfisk.

Området rundt nordvestre Katnosa er fredet som naturreservat. En ytterligere senkning av vannspeilet i tørre, varme perioder i vekstsesongen kan føre til lokalklimatiske endringer som kan ha uheldige effekter på den spesielle epifyttiske lavvegetasjonen i skogen på tungen mellom Aklungen og Katnosa.

Bortsett fra området rundt nordvestre Katnosa er det ikke registrert verneverdige skog- og myrområder i direkte tilknytning til de aktuelle vannene. Magovikmyra i nordenden av Hakkloa er ikke undersøkt med hensyn på hydrologi og naturverdier, og noe usikkerhet er derfor knyttet til denne lokaliteten. Ellers er terrenget rundt Bjørnsjøen, Hakkloa, Katnosa og Sandungen i hovedsak skrånende og med tynt morenedekke ned mot strandsonen, slik at reduksjon i vannstanden har liten direkte effekt på vegetasjonen rundt vannene. Særlig økt erosjon fra terrenget kan heller ikke forventes, da vannene allerede er regulert. I Maridalsvannet kan en nedtapping føre til økt løsmassetransport og forsterket uttørring av de marine sedimentene.

Av de seks innsjøene vil ytterligere nedtapping få størst negativ effekt for produksjon av vannvegetasjon, bunndyr og fisk i strandsonen spesielt i Maridalsvatnet, men også i Store Sandungen. Minst skade vil oppstå i Hakkloa som allerede er sterkt regulert. Bjørnsjøen, som har en regulering på 6.6 m og Katnosa med 6 m er allerede betydelig skadet, men ytterligere reguleringer vil forsterke dette. Vesle Sandungen blir ikke berørt.

Det er knyttet betydelige friluftsinnteresser til Nordmarka. De sentrale og mest besøkte innsjøene bør derfor spares så langt det er mulig. I tillegg til Maridalsvatnet gjelder dette spesielt Bjørnsjøen og Store Sandungen. Opplevelsesverdien av naturreservatet ved Katnosa vil også bli redusert ved ytterligere nedtapping.

Våre konklusjoner blir at Maridalsvatnet bør spares for ytterligere senkninger under nåværende LRV. Økt partikkelinnhold og betydelige skader på vannvegetasjonen er allerede registrert med senking ned mot LRV her. Katnosa, Store Sandungen og Bjørnsjøen bør heller ikke senkes ytterligere.

Vurderer vi de ti magasinene i Fase I og II samlet blir vår konklusjon at spesielt Maridalsvatnet bør spares for ytterligere senkninger. Katnosa, Vestre Fyllingen, Store Sandungen og Bjørnsjøen bør heller ikke senkes ytterligere. Østre Fyllingen og Vesle Sandungen blir ikke berørt. Minst skadet blir Helgeren og Hakkloa og til dels Gjerdingen som allerede er betydelig regulert.

Innledning

Oslo kommune, Vann- og avløpsverket ber NIVA vurdere konsekvenser av nedtapping under nåværende LRV (Laveste Regulerede Vannstand) for vannmagasinene Katnosa, Sandungen, Hakkloa, Bjørnsjøen og Maridalsvatnet. NIVA har tidligere i år (Lien, Stabbetorp og Rørslett 1996) vurdert nedtapping av Gjerdingen, Fyllingen, Helgeren, og Maridalsvatn i en tilsvarende undersøkelse (Fase I). Malen til denne rapporten for Fase II er lagt nær opp til rapporten for Fase I for å kunne sammenholde de forskjellige magasinene som inngår i begge rapportene. Maridalsvatnet inngår både i Fase I og II, og denne innsjøen er hovedsakelig beskrevet under Fase I.

Kommunen vil benytte NIVAs konsekvensvurderinger i forbindelse med søknader til Norges vassdrags- og energiverk (NVE) om tillatelse til de økte nedtappingene.

Det er også bedt om en vurdering av effekter på vegetasjon i terrenget rundt disse vannmagasinene. Denne vurderingen er foretatt av NINA.

Kommunen ber NIVA forta vurderingen av Fase II i løpet av åtte uker. Som for Fase I blir det derfor ikke tid til å foreta spesielle studier av de aktuelle innsjømagasinene. Vurderingene baseres på tidligere undersøkelser, en enkel befaring samt generelt erfaringsgrunnlag fra reguleringsmagasiner.

Kommunens ønske om nedtapping under nåværende LRV har sammenheng med reduserte drikkevannsreserver forårsaket av en spesielt lang og nedbørfattig periode (august 1995 - april 1996) på Østlandet.

Nåværende reguleringshøyder og ytterligere nedtappinger

De nåværende reguleringshøydene og de ytterligere nedtappingene Oslo kommune søker om å gjennomføre er vist i Tabell 1. Lavest regulering har i dag Maridalsvatnet med 2.56 m. Store- og Vesle Sandungen, Katnosa og Bjørnsjøen har alle reguleringshøyder mellom 5.3 og 6.6 m. Hakkloa er mest regulert av magasinene med 8.2 m. Ved eventuelle reguleringer etter Fase II vil alle magasinene, med unntak av Vesle Sandungen, få reguleringshøyder (HRV-LRV) mellom 11 og 14 m.

Tabell 1. Nåværende reguleringshøyder og de ytterligere omsøkte nedtappingene for Katnosa, Sandungen, Hakkloa, Bjørnsjøen og Maridalsvatn. Summen av begge reguleringshøydene samt høyeste regulerte vannstand (HRV) er vist.

Innsjømagasin	Nåværende regulerings høyde (m)	Ytterligere nedtapping (m)	Sum regu- lering (m)	Høyeste regulerte vannst. (HRV moh)
Katnosa	5.95	7.5	13.45	463.56
Store Sandungen	5.27	6	11.27	391.17
Vesle Sandungen	5.27	0	5.27	391.17
Hakkloa	8.16	6	14.16	372.63
Bjørnsjøen	6.60	4.5	11.10	336.88
Maridalsvatn	2.56	11.6	14.16	149.16

Maridalsvatn er også søkt nedtappet 3.6 m under LRV i Fase I. I Fase II søker kommunen om ytterligere 8 m senking, til sammen 11.6 m.

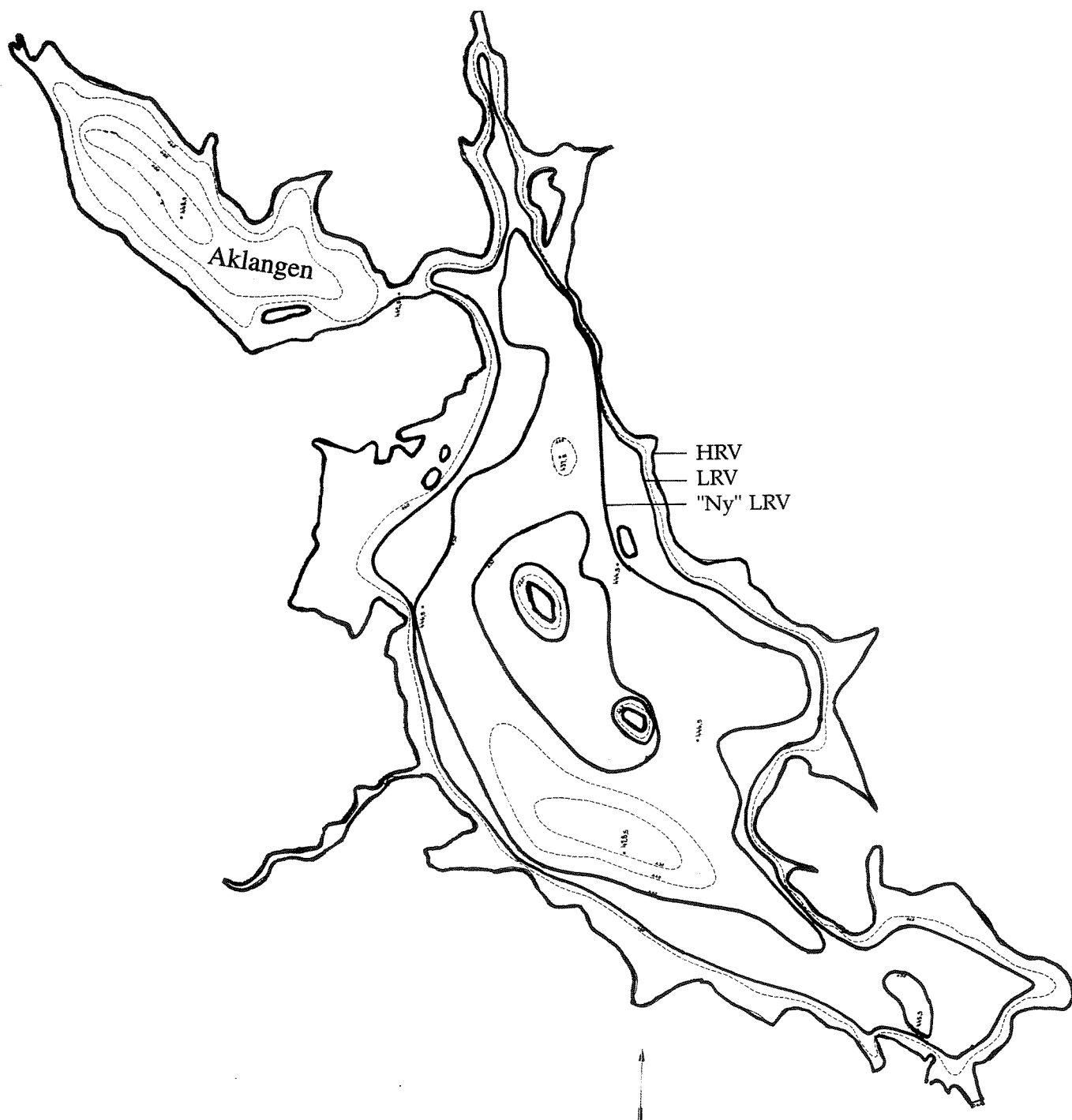
Vannstanden i Maridalsvatn varierer vanligvis mindre enn det tillatte området LRV-HRV (2.56 m). Variasjonsbredden i vannstand 1966-93 var 1.93 m, hvorav flomstigning over HRV alene utgjør 0.52 m. De små reguleringshøydene er likevel store nok til å øke turbiditeten betydelig ved spesielle vindforhold. Årsvariasjon i vannstand i Maridalsvatn er utypisk i forhold til andre norske magasiner som er regulert for kraftproduksjon (Rørslett 1988a) fordi det mangler klare sesongrytmer. Alle vannstander er omtrent like sannsynlige uansett årstid. Lavest vannstand er målt på ettersommeren (Lien, Stabbetorp og Rørslett 1996). Sommeren 1996 vil vannstanden i Maridalsvatn bli holdt på LRV over en lengre periode p.g.a. reparasjoner av demningen. NIVA vil overvåke utviklingen av vannvegetasjonen under og etter denne spesielle situasjonen.

Det tørrelleges store strandflater i alle de aktuelle innsjømagasinene ved dagens manøvreringsreglement. Dette er satt opp i Tabell 2 sammen med arealer av de økte flatene som tørrelleges ved ytterligere senking av LRV. Det totale innsjøarealet ved HRV er også presentert i Tabell 2 sammen med prosent tørrelleging av totale strandarealer. Figurene 1-5 viser hvilke strandsoner som blir tørrlagt ved nåværende og eventuelt nye reguleringer av magasinene.

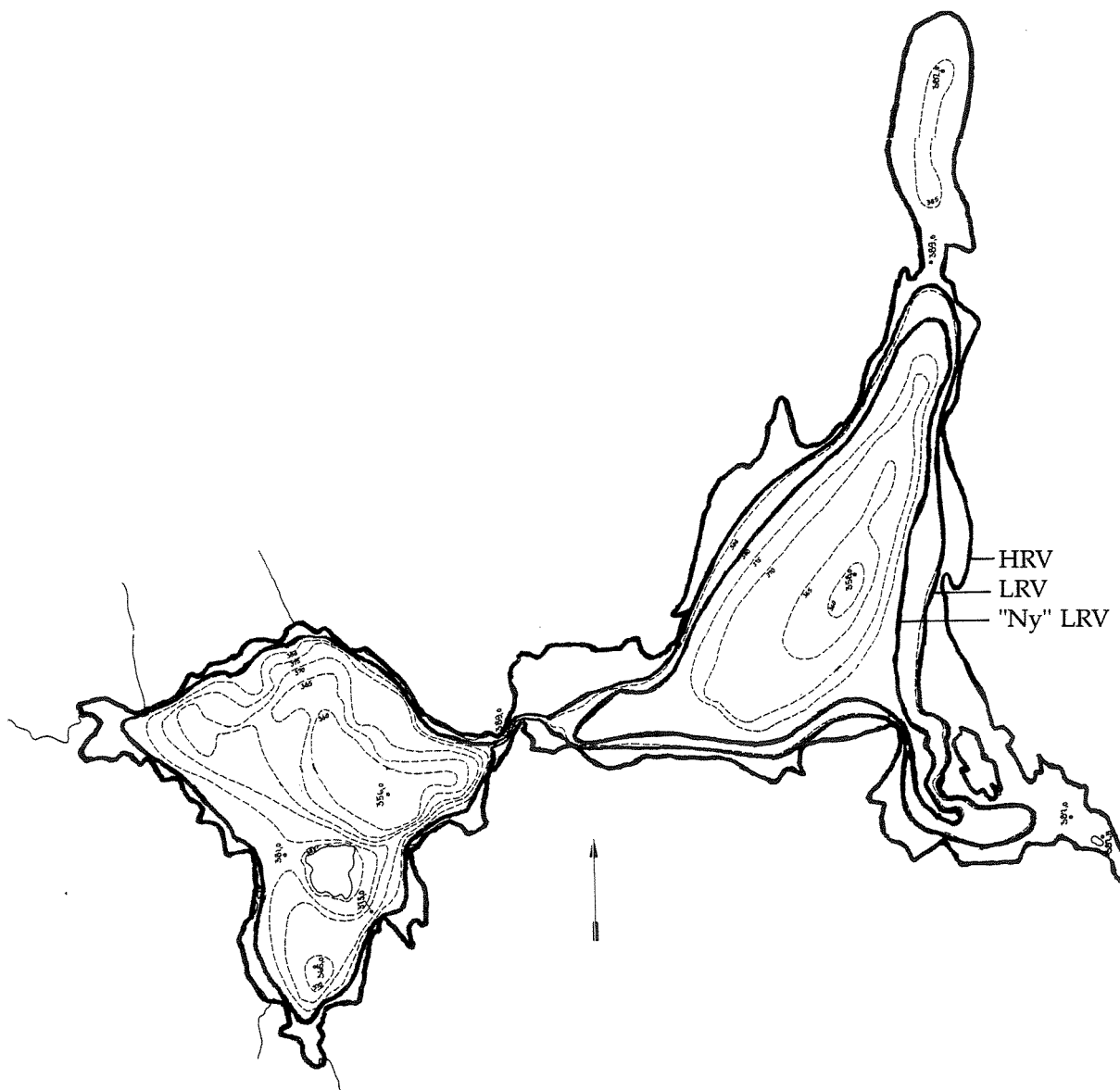
Tabell 2. Arealer (da) av innsjøer ved HRV, tørrlagte arealer i da og i prosent av hele innsjøflaten ved nåværende og ved eventuelt fremtidige reguleringer.

Innsjømagasin	Innsjøareal ved HRV	Tørrlagt areal nåværende reg.	Nytt tørrlagt areal ny senking	Sum ny + gammel tørrleg.
Katnosa	2211	690 da 31.2 %	668 da 30.2 %	1358 da 61.4 %
Store Sandungen	2522	990 da 39.3 %	390 da 15.5 %	1380 da 54.7 %
Vesle Sandungen	1446	250 da 17.3 %	0 0	250 da 17.3 %
Hakkloa	1816	600 da 33 %	297 da 16.4 %	897 da 49.4 %
Bjørnsjøen	1533	690 da 45 %	222 da 14.5 %	912 da 59.5 %
Maridalsvatn	3710	491 da 13.2 %	440+470 da 24.5 %	1401 da 37.8 %

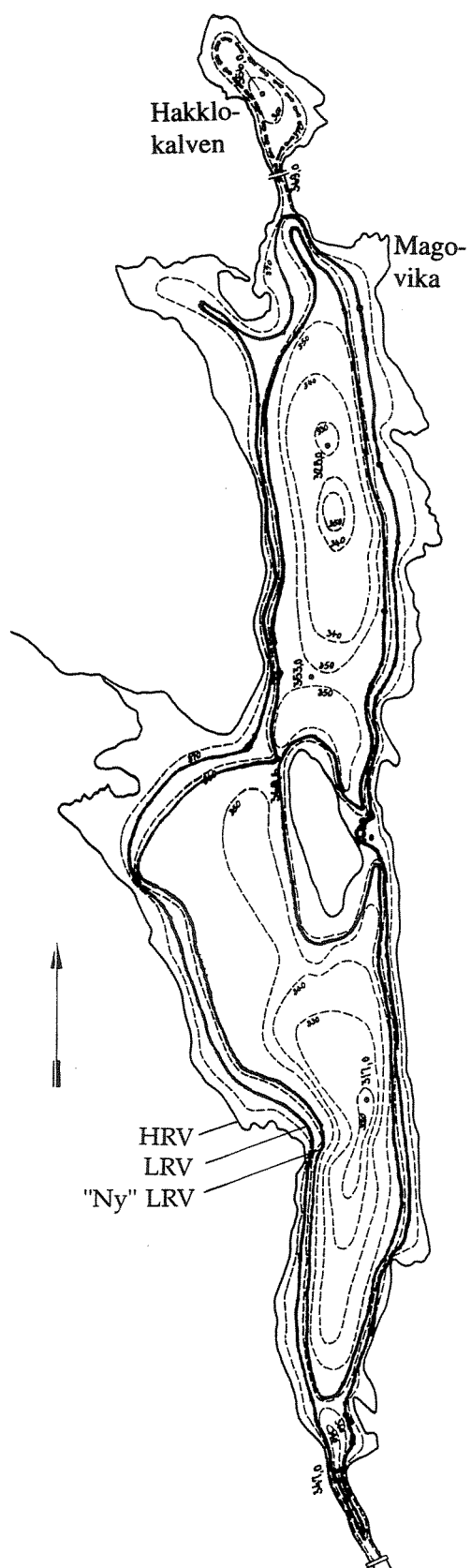
I Bjørnsjøen, Store Sandungen, Hakkloa og Katnosa blottlegges store deler av innsjøbunnen også ved dagens manøvreringsreglement (30 - 45 %). Ved ytterligere senkinger vil spesielt Katnosa og også Maridalsvatnet få relativt store nye tørrlagte strandflater. Summen av gammel og eventuelt nye senkninger vil gi meget store tørrlagte strandsoner i Katnosa, Bjørnsjøen, Store Sandungen og Hakkloa på mellom 50 og 60 % av innsjøenes totale areal. En tørrelleging av over en tredel av Maridalsvatnet er også betydelig.



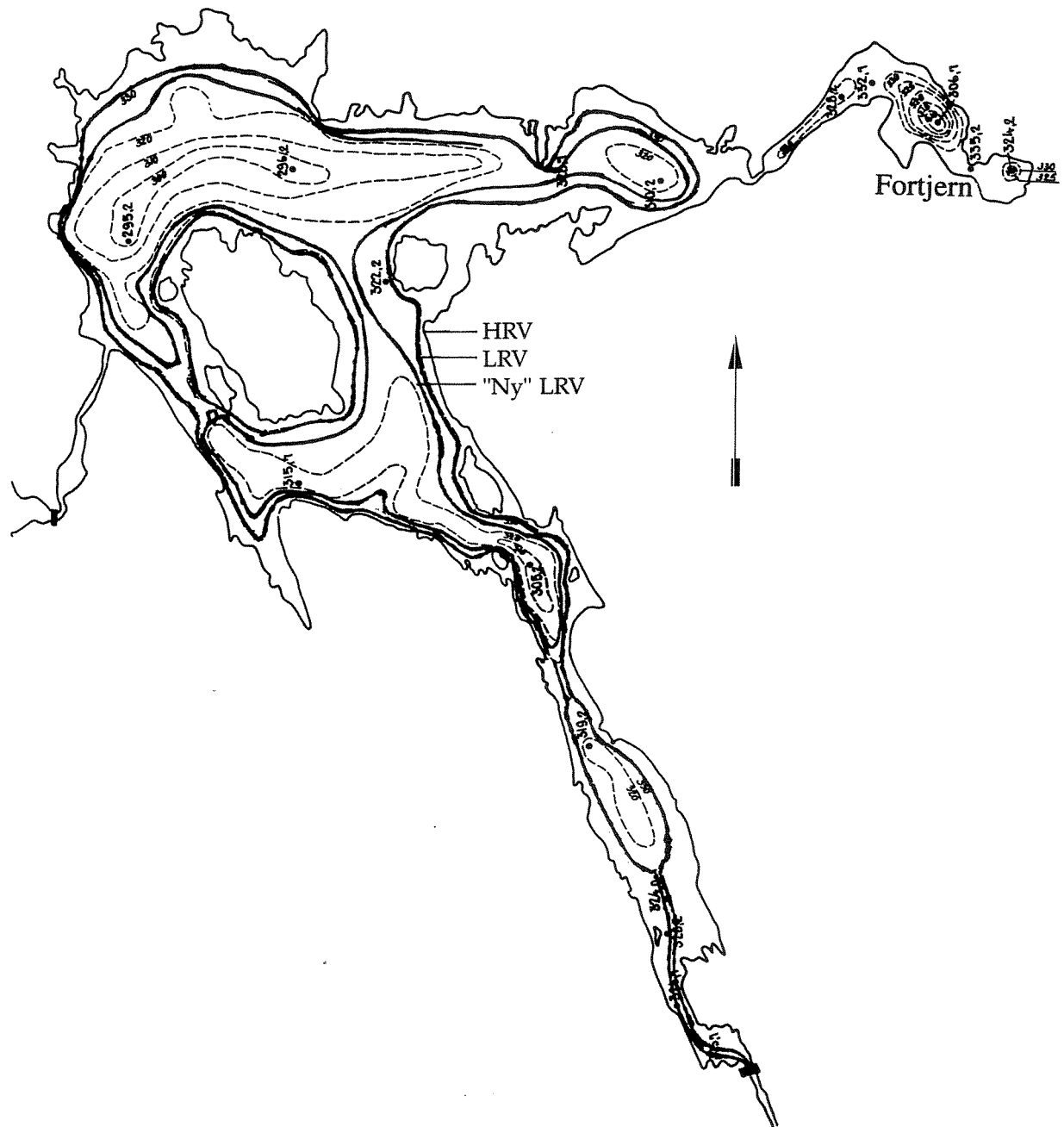
Figur 1. Katnosa. Strandsonen (HRV), nåværende LRV (HRV-5.95 m) og LRV ved ytterligere nedtapping (HRV-13.45 m) er tegnet inn. Aklangen vil ikke bli berørt av ytterligere nedtapping.



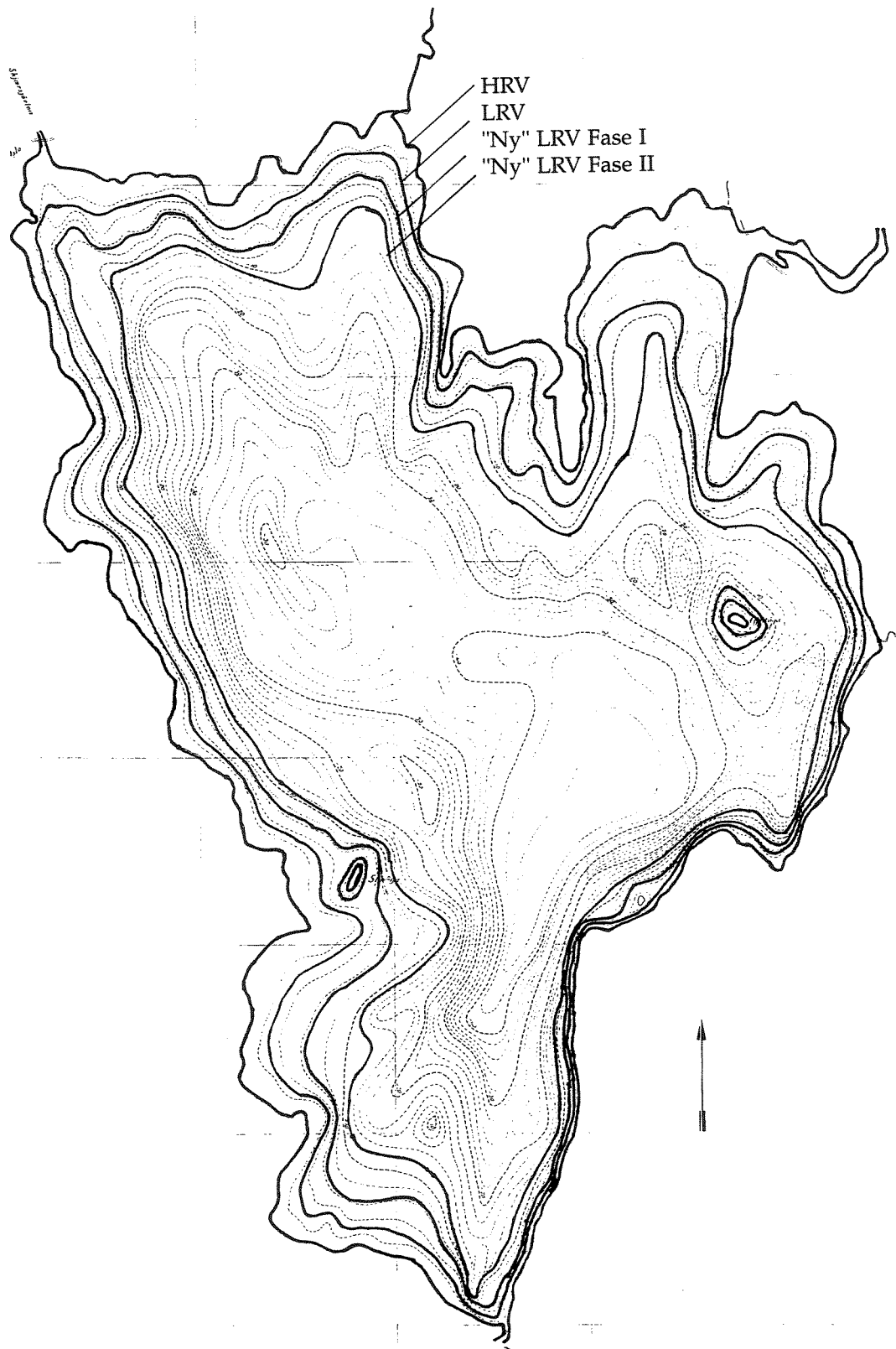
Figur 2. Store og Vesle Sandungen. Strandsonen (HRV), nåværende LRV (HRV-5.3 m) og LRV ved ytterligere nedtapping (HRV-11.3 m) er tegnet inn. Lille Sandungen blir ubetydelig eller ikke berørt av ytterligere nedtapping.



Figur 3. Hakkloa. Strandsonen (HRV), nåværende LRV (HRV-8.2 m) og LRV ved ytterligere nedtapping (HRV-14.2 m) er tegnet inn. I magasinets nordre del (Hakklokalven) er nåværende LRV vist med stiplet linje på grunn av usikkerhet med hensyn til nedtappingsmuligheter. Ved ytterligere nedtappinger påvirkes ikke denne delen.



Figur 4. Bjørnsjøen. Strandsonen (HRV), nåværende LRV (HRV-6.6 m) og LRV ved ytterligere nedtapping (HRV-11.1 m) er tegnet inn. Fortjern påvirkes ikke av ytterligere nedtapping.



Figur 5. Maridalsvatnet. Strandsonen (HRV) og nåværende LRV (HRV-2.56 m) er tegnet inn sammen med LRV ved ytterligere nedtapping Fase I (HRV-6.2 m) og Fase II (HRV-14.2 m).

Resultater og diskusjon

Nedbør/Tilførsler til magasinene

Kommunens ønske om nedtapping under nåværende LRV har som nevnt sammenheng med reduserte drikkevannsreserver forårsaket av en spesielt lang og nedbørfattig periode. Det er innhentet nedbørstall fra Meteorologisk institutt for målestasjonene Tryvasshøgda, Maridalsoset og Bjørnholt. Nedbørstallene er satt opp i rapporten fra Fase I (Lien, Stabbetorp og Rørslett 1996). På alle tre stasjonene falt det ca 50 % av den normale nedbørmengden i løpet av disse ni månedene. Dette er meget lave verdier, og en tilsvarende lav nedbørmengde er bare registrert en gang tidligere i Oslo-området i dette århundre (1920-1921). For å nå opp til normal nedbørmengde til utgangen av september 1996 må det falle 421 mm sommernedbør eller 179 % av normalen. Dette har forekommet fire ganger tidligere i dette århundre (1950, 1951, 1966 og 1988) (Stein Kristiansen, Meteorologisk institutt, pers. medd.).

Det er ikke foretatt noen statistiske beregninger av sannsynligheten for gjentakelse av så lave nedbørmengder i Oslo-området. Det er imidlertid meget lite sannsynlig at det vil forekomme flere ganger i løpet av ett århundre. Det var fortsatt drikkevannsreserver for ca 3 1/2 måneders forbruk når magasinene i Nordmarka var på det laveste i overgangen april/mai 1996 med de nåværende reguleringshøydene. Nedbør i mai og juni har økt drikkevannsreservene til 6 1/2 måneder i slutten av juni 1996. Det er derfor lite sannsynlig at det blir nødvendig å benytte vannet under dagens LRV i de aktuelle magasinene med nåværende forbruk av drikkevann i Oslo.

Vannkvalitet

Det foreligger fysisk-kjemiske og bakteriologiske data spesielt fra Maridalsvatnet (Holtan og Holtan 1984). Datagrunnlaget for øvrig er også hentet fra en eldre undersøkelse (Henriksen og Andersen 1982). Grunnen til at de eldre målingene er benyttet er at i denne undersøkelsen er alle magasinene undersøkt til samme tid sammen med over 160 andre innsjøer i Nordmarka. Vannkvaliteten har ikke endret seg vesentlig siden den tid. Verdiene er satt opp i Tabell 3. I perioden 1963 til 1983 varierte totalfosfor i Maridalsvatn mellom 3 og 16 µg/l med et middel på 4-6 µg/l, og fosfater varierte mellom 1 og 9 µg/l med et middel på 1-2 µg/l (Holtan og Holtan 1984). For de andre magasinene finnes bare et fåtall fosforverdier.

Tabell 3. Vannkvalitetsdata fra innsjøene Katnosa, Store- og Vesle Sandungen, Hakkloa, Bjørnsjøen, og Maridalsvatn.

Magasin	pH	Ledn.	Ca	Mg	Na	K	Cl	NO ₃ -N	SO ₄	Alk	TOC
Katnosa	6.43	25.3	2.14	0.46	1.08	0.4	1.0	95	5.4	73	3.8
Store Sandungen	6.40	26.4	2.51	0.45	1.11	0.5	1.8	140	5.6	61	4.7
Vesle Sandungen	6.25	22.5	2.11	0.36	1.01	0.3	1.2	160	5.7	42	2.7
Hakkloa	6.42	25.8	2.64	0.46	1.24	0.4	1.2	140	5.8	62	3.7
Bjørnsjøen	6.51	25.2	2.86	0.46	0.94	0.3	1.1	140	5.8	63	3.6
Maridalsvatn	6.40	29.3	2.70	0.50	1.30	0.4	1.4	190	6.4	93	2.5

Generelt kan det sies om alle magasinene at de etter norske forhold er relativt ionefattige, med lav alkalitet, og med en svakt sur karakter (pH 6.2 - 6.5). Innsjøene er også generelt næringsfattige med middels lavt innhold av organisk stoff (TOC). I strandsonen i Maridalsvatn blir det periodevis registrert forhøyede turbiditetsverdier. Målinger av undervannslys i Maridalsvatn i juli 1996 viste at

utvaskinger i strandsonen før sjøen har nådd ned til dagens LRV, hadde gitt et svekket lysklima og 2-3 ganger høyere verdier av reflektert lys (irradians reflektans).

Tilførsler av næringssalter til innsjøene fra nedbørfeltene vil holde seg stabile selv om vannstanden senkes i magasinene. På grunn av reduserte vannvolumer vil imidlertid konsentrasjonene øke. Det kan i tillegg også ventes en utvasking av (nærings-) salter fra reguleringssonene under nåværende LRV, og som vil medføre økte konsentrasjoner. Dette vil på kort sikt resultere i økt produksjon av planteplankton (og etterhvert dyreplankton og planktonspisende fiskearter). Utvaskingen av næringssalter forventes ikke å bli så stor at det vil forårsake vannkvalitetsproblemer på grunn av for høye algeproduksjoner i de høyereliggende magasinene. Effekten på Maridalsvatn er noe vanskelig å forutsi. Vi antar at næringssalt-konsentrasjonen i grunnområdene og i sedimentene i Maridalsvatn er høyere enn i de andre magasinene, og det er derfor mulig at ytterligere senkninger kan føre til økt algeproduksjon og redusert vannkvalitet.

Vannvegetasjon

Vannvegetasjonen omfatter karplanter, kransalger og moser som er tilpasset å være permanent neddykket i vann (Rørslett 1991). Slik vegetasjon har stor betydning i mange innsjøer, såvel for primærproduksjon som for mat og oppvekstområder for fisk og bunndyr (Hutchinson 1975). Vannvegetasjonen virker dessuten hindrende på erosjon i strand- og gruntvannsområdene. Det er vel dokumentert i litteraturen at erosjon med påfølgende resuspensjon av sediment tiltar kraftig dersom plantedekket reduseres (Baxter 1977, Canter 1985, Rørslett 1984, 1988a, 1989a,b, Rørslett og Johansen 1996, Rørslett, Johansen og Singsaas 1993).

Av innsjømagasinene i Fase II finnes det bare vegetasjonsopplysninger fra Maridalsvatn. Vannvegetasjon i denne innsjøen og de økologiske egenskapene er svært godt kjent ifra feltstudier, langtidsmålinger av lys og temperatur samt eksperimenter med transplanteringer langs dybdegradienter. Vegetasjonsdata herfra er bl.a. publisert i Rørslett (1988a,b), Rørslett og Brettum (1989), Rørslett (1991) og Rørslett og Johansen (1995). Dette er sammenstilt i rapporten om Fase I av Lien, Stabbetorp og Rørslett (1996). Lysdata er publisert dels i de nevnte arbeider, dels i Rørslett (1996). I en vitenskapelig sammenheng utgjør derfor Maridalsvatn og dets vannvegetasjon en unik referanse-lokalitet.

Brasmegraset utvikling preges i minst én vekstsesong av foregående ugunstige vekstvilkår ifølge forsøk i Maridalsvatn (Rørslett og Johansen 1995). Ved en eventuell nedtapping under nåværende LRV vil brasmegras-samfunnet destrueres totalt, dersom engene av brasmegras blir tørrlagt mer enn noen få dager og sedimentet tørker ut. Ut ifra vårt kjennskap til artens økologi og vekstmåte kan vi si at disse skadene kan det ta mange år å lege. Forutsetningen for at brasmegras kan rekolonisere Maridalsvatn etter en nedtapping er at finsedimentet forblir intakt i strandsonen. Fordi plantedekket vil gå tapt ved å senke vannstanden ned mot og under dagens LRV, må det påregnes stor erosjonsaktivitet i strandsonen og påfølgende store vansker for re-etablering av vegetasjon i Maridalsvatn. Lysforholdene for undervannsvegetasjon vil dermed bli enda mer ugunstige enn tilfellet er i dag. Ved en nedtapping til HRV-14.2 m (Fase II) kan man risikere en situasjon med konstant turbide vannmasser som det ikke er mulig å rette opp i overskuelig fremtid. Dette vil trolig skje ved en vesentlig mindre nedtapping enn HRV-14.2 m.

Tarmbakterier/Måker

Bakterieinnholdet i Maridalsvatnet er under kontinuerlig overvåking i forbindelse med drikkevannsinntaket. Dette er rapportert bl.a. av Holtan og Holtan (1985). Det observeres termotabile koliforme tarmbakterier i alle vannlag i sommerhalvåret, men de er ikke tilstede når vannet er islagt. Det er mest sannsynlig at måker transporterer bakteriene til innsjøen (Lien 1983). Ved en nedtapping av

Maridalsvatnet reduseres også vannvolumet, mens antall måker som søker til vannet vil trolig være den samme. Konsentrasjonen av tarmbakterier vil derfor øke i takt med eventuell nedtapping av magasinet. Måker er også kjent for å kunne transportere sykdomsfremkallende mikroorganismer som kan overføres til mennesker (Ormerod 1984). Det har tidligere vært gjort forsøk på å redusere måkebestanden i Maridalsvatnet (Sandås 1985), og Vann- og avløpsverket gjør fortsatt tiltak for å holde måkebestanden nede.

Dyreplankton og bunndyr

En beskrivelse av dyreplanktonet er foretatt av Holtan og Kjellberg (1972) for alle magasinene unntatt Vesle Sandungen og Maridalsvatnet. Dyreplanktonet i Maridalsvatnet er beskrevet av Brabrand og Saltveit (1983) og av Løvik (1984). Alle rapportene omhandler dyreplanktonet i de åpne fri vannmassene (ikke standsoneartene). Det kan på kort sikt ventes en liten økning av dyreplanktonet i de fri vannmassene som følge av (nærings)-saltutvaskinger i reguleringssonen ved ytterligere senkning av vannstanden. Det ventes imidlertid ingen større langsiktige endringer av dette dyreplanktonet ved økte senkninger av innsjømagasinene.

Det finnes også et artsrikt og individrikt samfunn av både småkreps og andre dyreformer i strandsonen i uregulerte og lite regulerte innsjøer. De er bl.a. viktig føde for fiskeyngel umiddelbart etter klekking av rogn. Disse samfunnene blir ofte sterkt reduserte ved større reguleringshøyder. Det foreligger imidlertid ingen beskrivelser av småkreps i strandsonen fra de aktuelle magasinene, men de nåværende reguleringshøydene spesielt i Maridalsvatn tilsier at det skulle finnes samfunn med betydelig artsdiversitet her. Store- og Vesle Sandungen og muligens også Katnosa og Bjørnsjøen har trolig en liten bestand av småkreps i strandsonen. Ved nedtappinger etter Fase II vil disse dyresamfunnene gå tapt i alle magasinene unntatt Vesle Sandungen.

Bunndyrene i Maridalsvatnet er beskrevet av Brabrand og Saltveit (1983). Det ble bl.a. registret døgnfluer, steinfluer, vårfluer, fjærmygg i tillegg til biller, snegl, muslinger, fåbørstemark og krepsdyret *asellus*. De dominerende gruppene var døgnfluer, fjærmygg og fåbørstemark. De aller fleste av disse dyregruppene er viktige næringsdyr for fiskefaunaen i innsjøen. Ved en ytterligere regulering av vannstanden med i alt -11.6 m vil alle disse bunndyrgruppene bli meget sterkt redusert. Noen av fjærmyggartene vil likevel klare seg.

For de andre magasinene foreligger det ingen bunndyrbeskrivelser. Med de nåværende reguleringene av Store- og Vesle Sandungen og til dels Katnosa (og Bjørnsjøen) kan man anta at det fortsatt er en liten bestand av bunndyr igjen i strandsonen. Ved eventuelle tilleggsreguleringer slik at totalreguleringene i disse magasinene kommer opp til 11-14 m vil den gjenværende strandsonefaunaen forsvinne helt. Hakkloa med nåværende reguleringshøyder på 8.2 m forventes bunndyrsamfunnene i strandsonen allerede å være meget lave. Ytterligere senkninger av Hakkloa ventes ikke å gi nevneverdige tilleggs-skader.

Kreps

Maridalsvatn har en tett bestand av ferskvannskreps (*Astacus astacus*). I lange perioder av sommerhalvåret har den tilhold på grunt vann (0.5 - 5 m). Småkrepsen beiter meget aktivt på brasme-gras i denne innsjøen (B.Rørslett & S.W.Johansen, pers.oppl. 1996). En senking av vannstanden med totalt 14.2 m vil sannsynligvis på det nærmeste utrydde krepsen i innsjømagasinet.

Det finnes kreps i de fleste vannene i Nordmarka, men bestandene i de andre magasinene er ikke kjent. Forekomstene er trolig ikke spesielt store.

Fisk

Det finnes ni fiskearter i de aktuelle innsjøene (Holtan og Kjellberg 1972). Disse er listet opp i Tabell 3. Ørret, røye, sik, abbor og ørekyt forekommer i alle sjøene, mens mort er bare tilstede i Bjørnsjøen og i Maridalsvatn. Maridalsvatn er den eneste av innsjøene som har gjedde, brasme og krøkle. I tillegg er elveniøye påvist i Maridalsvatn. Det skal også finnes lake i Maridalsvatn, men den er ikke observert de senere årene (Brabrand og Saltveit 1983).

Tabell 3. Fiskearter registrert i innsjømagasinene Katnosa, Sandungen, Hakkloa, Bjørnsjøen og Maridalsvatn. (Tilstede +, tilstede i tynn bestand (+), ikke funnet -)

Fiskearter:	Ørret	Røye	Sik	Krøkle	Abbor	Gjedde	Mort	Brasme	Ørekyt
Innsjømagasin									
Katnosa	+	+	+	-	+	-	-	-	+
Sandungen	+	+	+	-	+	-	-	-	+
Hakkloa	+	+	+	-	+	-	-	-	+
Bjørnsjøen	+	+	+	-	+	-	(+)	-	+
Maridalsvatn	+	(+)	(+)	+	+	+	+	+	+

De fiskeartene vi finner i disse innsjøene lever hovedsakelig av bunndyr (ørret, abbor, brasme og ørekyt) og dyreplankton (røye, sik, krøkle, mort). De aller fleste av disse fiskeartene kan også livnære seg av bare bunndyr eller bare dyreplankton når forholdene ligger til rette for det. Gjeddene er alt vesentlig fiske-eter, mens bl.a. mort og ørekyt også tar noe plantekost.

Vannstanden i uregulerte innsjøer varierer naturlig opp til én meter og for enkelte sjøer også mer gjennom året. Erfaringer fra vassdragsreguleringer generelt viser at først ved manøvreringshøyder over 4-5 m registreres større skader på strandsonens produksjon av planter og bunndyr. Det må imidlertid understrekes at det også ved reguleringer under 4-5 m registreres til dels betydelige skader. Blir den årlige reguleringshøyden over 8-10 m er det meste av strandsonen totalt ødelagt med hensyn til produksjon av planter, bunndyr og fisk (Faugli, Erlandsen og Eikenes 1993).

Den nåværende reguleringshøyden i Maridalsvatn er moderat (2.6 m). Skader på produksjonen av bunndyr og fisk er derfor heller ikke av større omfang her. En økning av reguleringshøyden i Maridalsvatnet fra 2.6 m til 14.2 m vil ha svært negative virkninger på fisk som i en eller annen sammenheng er knyttet til strandsonen. Store Sandungen og Katnosa hvor reguleringshøyden øker fra 5-6 m til 11-14 m har trolig fortsatt en liten produksjon av fisk i strandsonene, men dette vil bli nær totalt ødelagt ved de økte reguleringene. Dette gjelder også for Bjørnsjøen som har en noe større regulering i dag. Hakkloa har 8.2 m nåværende regulering, og er derfor allerede betydelig mer skadet. Ytterligere reguleringer av Hakkloa til 14 m vil ikke medføre vesentlige forverringer av produksjonsforholdene.

Fiskearter som søker næring i fri vannmasser, røye, sik, krøkle og mort, får fortsatt brukbar tilgang til mat selv om reguleringene er store. Ofte forekommer en utvasking av (nærings-) salter i begynnelsen av et nytt manøvreringsreglement som medfører økt produksjon av alger - dyreplankton - planktonspisende fisk. Dette er kjent som "korttidseffekten" ved vassdragsreguleringer og den kan vare fra noen få år og opp til ti-femten år. De planktonspisende fiskene vi har i magasinene, røye, sik, krøkle og mort, kan derfor bli favorisert sammenlignet med de bunndyr-spisende artene. Ut fra mat- og sportsfiskehensyn kan dette være gunstig for røye og kanskje sik og krøkle (som næring til større ørret, røye og gjedde), mens forsterkede bestander av mort er ikke ønsket.

Gyteforholdene for alle fiskeartene blir drastisk forverret ved reguleringer. Elvegdytende arter som spesielt ørret men også delvis mort og ørekyt får reproduksjonen ødelagt/sterkt redusert ved tørrlegging/ redusert vannføring av elver og bekker. Mye av den reduserte reproduksjonen av ørret i Nordmarka blir kompensert ved store årlige utsetninger fra OFAs anlegg i Sørkedalen. De øvrige fiskeartene (Tabell 3), også hovedsakelig mort og ørekyt, er innsjøgytere, og med unntak av røye og sik er alle vårgytere. Ved nedtappinger og tørrlegging av gyteområder gjennom vinter/vår blir røye og sik skadelidende, mens en nedtapping senere på våren i en periode etter isgangen vil kunne redusere bestandene av bl.a. mort, ørekyt, brasme, men også abbor og gjedde. Ut fra mat- og sportsfiskehensyn kan dette være gunstig med hensyn til mort, ørekyt, brasme, men ikke alltid like ønskelig for abbor og gjedde.

Alle seks magasinene er regulert i varierende grad i dag (Tabell 1). En senking av vannstanden om vinteren eller våren etter nåværende reglement vil redusere gytemulighetene for alle innsjøgytende fiskearter med unntak av Maridalsvatn hvor en vårsenkning av vannstanden i Fase I vil ha liten effekt på gytesuksessen for røye og sik. Virkninger av ytterligere senking etter Fase II av Maridalsvatn i vinterhalvåret vil eliminere gytemulighetene for disse artene.

Skog og myr rundt magasinene

Fuktighetsforholdene er en av de viktigste økologiske faktorer når det gjelder utforming og produktivitet i skog- og myrvegetasjon (R. Økland 1989, T. Økland 1996). For at en endret regulering av vannmagasinene skal kunne få betydning for omgivelsene, må det imidlertid være en sammenheng mellom vannspeilets nivå og fuktigheten i det øvre jordsjiktet hvor de terrestre plantene har sitt vannopptak. Dette vil bare være tilfelle i tilfeller hvor det finnes flate områder i tilknytning til breddene av magasinet, eller hvor løsmassene har en såvidt stor mektighet at grunnvannsspeilet, som blir styrt av vannstanden i magasinet, blir senket slik at det skjer en økt uttørring i de øvre jordlagene.

Ved sterk nedtapping av magasinene vil imidlertid vannspeilets areal reduseres dramatisk, som vist i Tabell 2. En kan ikke se bort i fra at dette vil innvirke på lokalklimaet i terrenget i umiddelbar nærhet av magasinene. I sommersesongen vil vannet absorbere innstrålt varme og dermed ha en avkjølende effekt på omgivelsene. Samtidig vil vann fordampe fra vannoverflata og bidra til en økt luftfuktighet som motvirker uttørring av vegetasjonen rundt. Ved ekstremt lave vannstander kombinert med lengre varmeperioder sommerstid kan dette gi en uheldig effekt på spesielt sårbare vegetasjonsutforminger i magasinenes umiddelbare nærhet.

Den nordre delen av Katnosa inngår i et naturreservat som ble fredet i 1995, på grunn av de fine forekomstene av gammelskog som finnes i Katnosa-Spålen-området (Svalastog og Korsmo 1995). Den foreslåtte senkningen av vannet vil i tørkeperioder føre til en skjemmende blottlegging av golde strandområder i store deler av naturreservatet, hvilket landskapsmessig vil bety en sterk reduksjon av opplevelsesverdien for området. Et vesentlig moment her er at tangen mellom Aklungen og Katnosa utpeker seg ved store mengder epifyttisk lav (dvs. lav som vokser på trærne). Denne lavvegetasjonen er nok delvis betinget av skogens høye alder og at det er langt til nærmeste forurensningskilde (epifyttiske lav er særs følsomme for lokale luftforurensninger), men det er også rimelig å anta at lokalklimatiske forhold med relativt høy luftfuktighet og liten uttørring er en betingelse for denne vegetasjonsutformingen. Denne antagelsen forsterkes ytterligere av at vannhusholdningen i området synes gunstig (Svalastog og Korsmo 1995) til tross for at området er preget av store steinblokker og grovt substrat som gir en god drenering. En ytterligere senkning av Katnosa i varme og tørre perioder sommerstid kan derfor ha en uheldig innvirkning på et av kjerneområdene i naturreservatet.

For Bjørnsjøen og Store Sandungen gjelder i hovedsak at magasinenes omgivelser er dekket av et relativt tynt dekke av veldrenert morenemateriale, og terrenget stiger forholdsvis raskt opp fra vann-

nivået ved høyeste regulerte vannstand. Ved slike betingelser vil overskuddsvann i jordsmonnet bevege seg forholdsvis raskt ned til magasinet uavhengig av hvor mye vannstanden her er senket. Noe sump- og myrvegetasjon finnes i tilknytning til mindre, grunne viker, men arealet av slike områder totalt er svært lite. Fra strand-, sump- og myrområder vil en normalt forvente en viss grad av erosjon og dermed økt tilførsel av humus- og næringspartikler til vannet. Siden de aktuelle vannmagasinene allerede har en betydelig reguleringssone, må en imidlertid anta at denne utvaskingen i stor grad allerede har funnet sted, og at en ytterligere senkning har ubetydelig effekt på dette.

Hakkloas omgivelser er også preget av bratt terreng ned mot vannspeilet. Imidlertid kan effektene av en senkning tenkes å gjøre utslag i to delområder: Magovikmyra og området sørvest for Myrdammen. Ingen av disse områdene er undersøkt i felt. Magovikmyra er et forsumpet, flatt område i tilknytning til innløpselva fra Smalvatn. En nærmere vurdering av naturverdiene og av de hydrologiske forhold i dette området ville vært sterkt ønskelig for bedre å evaluere effektene av en ytterligere vannstandssenkning. Sørvest for Myrdammen går et drag i terrenget som drenerer ned til Bonnamyra. Ut ifra økonomisk kartverk synes det sannsynlig at grunnvannspeilet i dette draget mottar sig fra Hakkloa, og at en senkning av vannmagasinet dermed kan redusere grunnvannstanden nedover i draget. Dette område er imidlertid utgrøftet og sterkt forstlig utnyttet, og det antas derfor at ingen spesielle naturverdier finnes i området.

Maridalsvannet ligger under marin grense, og med unntak av østsiden er vannet omgitt av marine sedimenter av varierende tykkelse (Nordahl-Olsen 1993). I områder som ikke er oppdyrket, forekommer det her en del sump- og sumpskogsvegetasjon som er betinget av høy grunnvannstand knyttet til vannspeilet i Maridalsvannet. Her kan en senkning under LRV tenkes å spille inn på den terrestriske vegetasjonen, og det er også her det er størst fare for en økt partikkel- og næringstransport til magasinet. Hvor store disse effektene vil være, er umulig å si med sikkerhet. Rent generelt kan det bemerkes at det også i slike sumper er normalt med en viss uttørring og senkning av vannspeilet i tørre somre, og vegetasjonen synes å ha en viss motstandskraft mot dette i naturlige situasjoner.

I forbindelse med registrering av verneverdig natur i Norge er Nordmarka inventert med hensyn på å registrere verneverdige myrer (Moen 1970, Flatberg 1971, Moen og Wischmann 1972) og skogsområder (Korsmo 1987, Korsmo og Svalastog 1994, Svalastog og Korsmo 1995). Med unntak av den nordvestre delen av Katnosa (se ovenfor), er det i denne forbindelse ikke registrert verneverdige områder i direkte tilknytning til de aktuelle vannmagasinene. I juli 1996 ble det imidlertid funnet mindre forekomster av de meget sjeldne plantene flytegro (*Luronium natans*) og hybridene *Carex rhynchophysa* x *rostrata* i Maridalsvatn (B.Rørslett, upubl.oppl.).

Rent estetisk vil selvfølgelig en vannstandsreduksjon føre til en bredere sone med golde og lite tiltalende flater rundt vannspeilet (jfr. Tabell 2), og i friluftssammenheng er dette svært uønsket med hensyn på opplevelsesverdien for brukere av Marka. Tatt i betraktning at Nordmarka er et svært viktig rekreasjonsområde for Oslo og omegn, er dette også et perspektiv som bør tas i betraktning. Spesielt Maridalsvannet, Bjørnsjøen og Sandungen er viktige landskapselementer i mye benyttede turområder, og naturopplevelsen for besøkende i naturreservatet nordvest i Katnosa vil også bli forringet av en ytterligere senkning.

Referanser

- Baxter, R.M., 1977: Environmental effects of dams and impoundments. Annual review of Ecology and Systematics, 8, 255-283.
- Brabrand, Å. og Saltveit, S.J., 1983: Biologiske undersøkelser av Maridalsvatnet. Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske. Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo. Rapport 61.
- Canter, L.W. 1985: Environmental Impact of Water Resources Projects. Lewis, Chelsea, Michigan, 352 pp.
- Faugli, E., Erlandsen, A.H. og Eikenes, O., 1993: Inngrep i vassdrag; konsekvenser og tiltak - en kunnskapsoppsummering. Bind 1 og 2. Norges vassdrags- og energiverk. Publikasjon 13/93
- Flatberg, K. I., 1971: Myrundersøkelser i fylkene Vestfold, Buskerud, Telemark og Oppland sommeren 1970. - Univ. Trondheim, K. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Trondheim.
- Henriksen, A. og Andersen, S., 1982: Forsuringssituasjonen i Oslomarkas vann. Acid Rain Research Rapport 2/1982. Norsk institutt for vannforskning. F-80408.
- Holtan, G. og Brettum, P., 1989: Kontrollundersøkelse av Maridalsvatnet. Årsrapport 1988. NIVA O-85138, rapportnr. 2186, 14s.
- Holtan, G. og Holtan, H., 1985: Limnologisk forskning i Maridalsvatnet. Delrapport 5/84. Datarapport 1963-1983: Fysisk-kjemisk og bakteriologisk analyserapport med metodebeskrivelse og kommentarer. Norsk institutt for vannforskning. Rapport F-81424.
- Holtan, H. og Kjellberg, G., 1972: Nordmarksvassdraget. Regionallimnologisk undersøkelse og vurderinger vedrørende overføring av vann fra Randsfjorden/Hurdalsjøen. Vinteren og sommeren 1971. Norsk institutt for vannforskning. Rapport O-69/70.
- Hutchinson, G.E., 1975: A Treatise on Limnology. III. Limnological Botany. Wiley, New York, 660 pp.
- Korsmo, H., 1987: Barskogsområder i Nordmarka og Krokskogen vurdert i forbindelse med en landsplan for vern av barskog. Rapport til fylkesmannen i Oslo og Akershus. - Rapport, Økoforsk, NLH. 62 s.
- Korsmo, D. og Svalastog, D., 1994: Inventering av verneverdig barskog i Oppland. - NINA Oppdragsmelding 262: 1-151.
- Lien, L., 1983: Limnologisk forskning i Maridalsvatnet. Delrapport 1/84. Transport av næringsalter og tarmbakterier med måker til Maridalsvatnet. Norsk institutt for vannforskning. Rapport F-81424.

- Lien, L., Stabbetorp, O. og Rørslett, B., 1996: Miljøkonsekvenser av midlertidig nedtapping under LRV i noen av Oslos drikkevannsmagasiner. Norsk institutt for vannforskning. Rapport LNR 3495-96.
- Løvik, J.E., 1984: Limnologisk forskning i Maridalsvatnet. Delrapport 3/84. Dyreplankton 1981. Norsk institutt for vannforskning. Rapport F-81424.
- Moen, A., 1970: Myrundersøkelser i Østfold, Akershus, Oslo og Hedmark. Rapport i forbindelse med Naturvernrådets landsplan for myrreservater og IBP-CT-Telma's myrundersøkelser i Norge. Univ. Trondheim, K. Norske Vidensk. Selsk. Mus., Trondheim (upubl.).
- Moen, A. og Wischmann, F., 1972: Verneverdige myrer i Oslo, Asker og Bærum. Rapport i forbindelse med den norske myrreservatplanen. - K. Norske Vidensk. Selsk. Mus. Miscellanea 7: 1-69.
- Nordahl-Olsen, T., 1993: Oslo 1914 IV. Kvartærgeologisk kart M 1:50000 med beskrivelse. - Norges geologiske undersøkelse.
- Ormerod, K., 1984: Limnologisk forskning i Maridalsvatnet. Delrapport 3/84. Vurdering av den hygieniske vannkvaliteten i årene 1963-1983. Norsk institutt for vannforskning. Rapport F-81424.
- Rørslett, B., 1984: Environmental factors and aquatic macrophyte response in regulated lakes - a statistical approach. *Aquat.Bot.*, 19: 199-220.
- Rørslett, B., 1988a: An integrated approach to hydropower impact assessment. I. Environmental features of some Norwegian hydro-electric lakes. *Hydrobiologia*, 164: 39-66.
- Rørslett, B., 1988b: Niche extension of aquatic macrophytes in hydrolakes: Predictive assessment of environmental impacts. *Internat. Rev. ges. Hydrobiol.*, 73: 129-143.
- Rørslett, B., 1989a: An integrated approach to hydropower impact assessment. II. Submerged macrophytes in some Norwegian hydro-electric lakes. *Hydrobiologia*, 175: 65-82.
- Rørslett, B., 1989b: Aquatic macrophyte problems associated with hydropower development on Norwegian rivers. In: Laikari, H. (Ed.), *IAWPRC Advances in Water Pollution Control, River Basin Management - V*, pp. 275-283.
- Rørslett, B., 1991: Principal determinants of aquatic macrophyte richness in northern European lakes. *Aquat. Bot.*, 39: 173-193.
- Rørslett, B., 1996: Modelling the underwater light climate in freshwater lakes using survival and failure time analysis. *Freshw. Biol.*, 51: 11-34.
- Rørslett, B. og Brettum, P., 1989: The genus *Isoëtes* in Scandinavia: an ecological review and perspectives. *Aquat. Bot.*, 35: 223-261.
- Rørslett, B. og Johansen, S.W., 1995: Dynamic response of the submerged macrophyte, *Isoëtes lacustris*, to alternating light levels under field conditions. *Aquat. Bot.*, 51: 223-242.

- Rørslett, B. og Johansen, S.W., 1996: Remedial measures connected with aquatic macrophytes in Norwegian regulated rivers and reservoirs. *Regulated Rivers: Research and Management*, (in press)
- Rørslett, B., Johansen, S.W. og Singaas, S: 1993. Vegetasjonsetablering i reguleringssoner. I: *Norwegian Water and Energy Board Publication 13 (1993)*, 569-590.
- Sandås, K., 1985: Måker som forurensningskilde i Maridalsvannet. Kontoret for natur- og miljøvernssaker. Oslo helseråd. Rapport.
- Svalastog, D. og Korsmo, H., 1995: Inventering av verneverdig barskog i Buskerud. - NINA Oppdragsmelding 360: 1-180.
- Økland, R. H., 1989: Hydromorphology and phytogeography of mires in inner Østfold and adjacent parts of Akershus, SE Norway, in relation to regional variation in SE Fennoscandian mires. *Opera botanica* 97: 1-122.
- Økland, T., 1996: Vegetation-environment relationships of boreal spruce forests in ten monitoring reference areas in Norway. *Sommerfeltia* 22: 1-349.

Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,
oppgi løpenummer 3501-96.

ISBN 82-577-3043-2