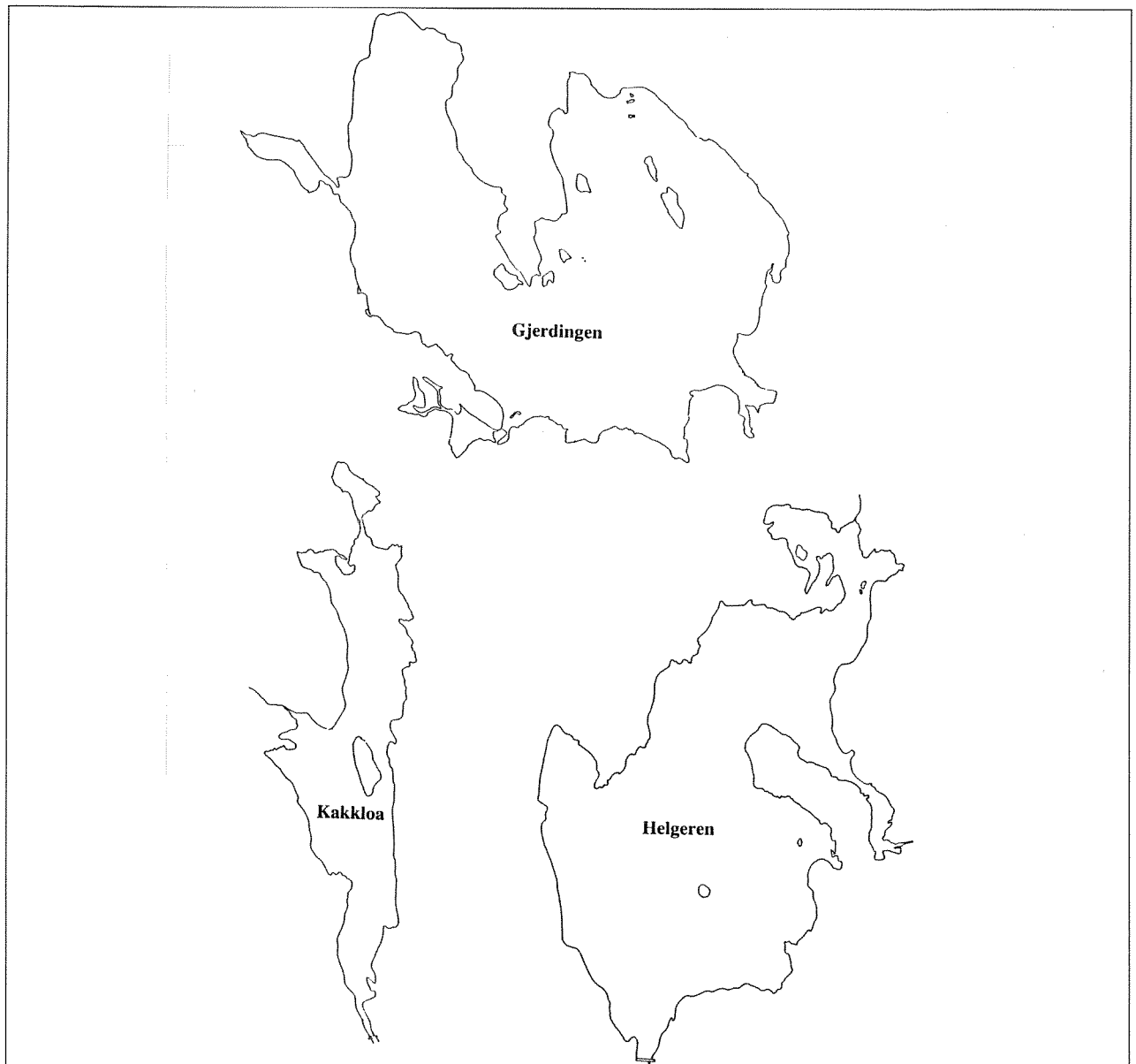


**Miljøkonsekvenser for
bunndyr og fisk ved
midlertidig nedtapping
under LRV av drikke-
vannsmagasinenene
Gjerdingen, Hakkloa og
Helgeren i Oslo.**



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-96164	4
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3609-97	

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

Rapportens tittel:	Dato:	Trykket:
Miljøkonsekvenser for bunndyr og fisk ved midlertidig nedtapping under LRV av drikkevannsmagasinerne Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren i Oslo.	7/2-1997	NIVA 1997
	Faggruppe:	Vassdragsreguleringer
Forfatter(e):	Geografisk område:	
Leif Lien Torleif Bækken	Oslo/Oppland	
	Antall sider:	Opplag:
	31	60

Oppdragsgiver:	Oppdragsg. ref.:
Oslo kommune	

Ekstrakt: For å sikre drikkevannsforsyningen til Oslo ønsker kommunen økt nedtapping av magasinene Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren. 9 måneder med spesielt lite nedbør medførte reduksjon av drikkevanns-reservene til bare 3 1/2 måneder i mai 1996. Reservene hadde økt til 9 måneder i november 1996. En økt nedtapping vil tidligst skje i 1998. Skadevirkningene av en økt nedtapping vil øke med varigheten av lavvannstanden. Nedtapping i vinterhalvåret er mindre skadelig for fisk enn sommernedtapping. Krepser i Gjerdingen vil trolig overleve økt nedtapping, men en rehabilitering av bestanden vil ta mange år. Alle fiskeartene vil også overleve en økt nedtapping i noen få år, men fiskebestandene vil bli redusert med 40-60 % og reproduksjonen vil tilnærmet opphøre under nedtappingen. En rehabilitering av fiskebestandene vil ta minst 4-5 år. Basert på bunndyr og fisk samt benyttede reguleringeringshøyder, bør Hakkloa tappes ned før Helgeren og Gjerdingen.

4 emneord, norske

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

4 emneord, engelske

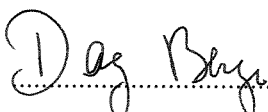
1. Drinking water
2. Reservoir
3. Oslo river system
4. Environmental impact

Prosjektleder


.....

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

For administrasjonen


.....

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

ISBN 82-577-3164-1

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

O-96164

**Miljøkonsekvenser for bunndyr og fisk ved midlertidig
nedtapping under LRV av drikkevannsmagasinerne
Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren i Oslo.**

Oslo 7/2-1997

Saksbehandler Leif Lien (NIVA)
Medarbeidere Torleif Bækken (NIVA)

Innhold

	side
Sammendrag og konklusjoner.	4
Innledning	6
Nåværende reguleringshøyder og ytterligere nedtappinger	7
Metoder	14
Resultater og diskusjon	17
Nedbør/tilførsler til magasinene.	17
Vannkvalitet.	17
Vannvegetasjon	17
Dyreplankton	18
Bunndyr	18
Kreps	24
Fisk	25
Tidligere undersøkelser	25
Intervjuer	26
Prøvefiske	27
Referanser	31

Sammendrag og konklusjoner.

Oslo kommune ønsker å få muligheter til økt nedtapping under nåværende LRV av magasinene Gjerdingen, Hakkloa, og Helgeren. 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. Økt nedbør, redusert utslipp til Akerselva og innsparing på vannforbruket har økt drikkevannsreservene til 9 måneder i november 1996. Det vil derfor ikke bli nødvendig å benytte vannet under dagens LRV i de aktuelle magasinene i løpet av vinteren 1996/97, men tidligst i 1998.

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. Bli den årlige reguleringshøydene over 8-10 m er det meste av strandsonen totalt ødelagt med hensyn til produksjon av planter, bunndyr og fisk.

Vannstanden i Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren varierer vanligvis vesentlig mindre enn det tillatte årlige manøvreringsreglement. Gjerdingen er sjelden tappet helt ned mot LRV, og bare en del (1- 3 m) av reguleringshøyden på 6.7 meter har vært benyttet i Gjerdingen de siste 25 årene med tre unntak, 1972, 1976 og 1996. Det samme er tilfelle for Helgeren som har inntil 10 m regulering, men som i enda mindre grad enn Gjerdingen har vært tappet langt ned. Vanligvis bare 2-3 m og maksimalt noe over 5 m av reguleringshøyden har vært benyttet i samme periode. Hakkloa er vesentlig mer utnyttet. 4, 5 og 6 m nedtapping hvert år av totalt tillatte 8.2 m har vært det vanlige i Hakkloa.

Ved vurderinger av 10 magasiner i Nordmarka som kunne bli gjenstand for nedtappinger under nåværende LRV ble det tatt hensyn til nåværende, tillatte reguleringshøyder. Det ble imidlertid ikke tatt hensyn til hvilke nedtappingsmønstre som i realiteten ble benyttet for alle de ulike magasinene. Vurderes de tre aktuelle magasinene Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren ut fra de vannstandsvariasjoner som er benyttet i årene etter 1970, bør Hakkloa tappes ytterligere ned først, mens Gjerdingen burde tas sist.

Ved ytterligere nedtappinger under nåværende LRV forventes ikke utvaskingen av næringssalter å bli så stor at det vil forårsake vannkvalitetsproblemer på grunn av for høye algeproduksjoner i magasinene.

Det ventes ingen større langsiktige endringer av dyreplanktonet som lever i de fri vannmassene ved eventuelle økte senkninger av innsjømagasinene.

Den mest ugunstige situasjonen for bunndyrfaunaen vil være at alle tre innsjøene utnytter maksimal reguleringshøyde. Dersom behovet for ytterligere nedtappinger blir lavere vil en moderat senkning i to innsjøer og en full senkning i bare én av innsjøene være bedre enn til dels kraftig og ødeleggende reguleringer i alle. Blant de tre innsjøene bør Gjerdingen være den som beskyttes lengst med hensyn til bunndyrfaunaen. Dette også fordi den har en levedyktig bestand av kreps. En kraftig regulering i Helgeren vil gi langt større tørrlagte arealer med påfølgende skader på faunaen enn tilsvarende regulering av Hakkloa. Konklusjonen for bunndyr blir derfor at dersom ytterligere nedtappinger skal foretas bør Hakkloa tappes først, dernest Helgeren og til siste Gjerdingen.

Dersom det i det hele tatt finnes kreps i Hakkloa eller Helgeren er bestandene meget små. I Gjerdingen er det en god bestand av kreps, men høsten 1996 består den hovedsakelig av små individer. Dette skyldes trolig både hardt fiske og liten tilvekst siste sesong.

Gjerdingen har tidligere vært tappet ned mot LRV (1972, 1976). Krepsebestanden var trolig også redusert etter disse nedtappingene, men tok seg opp igjen til tidligere nivå. Bestanden vil sikkert bygge seg opp igjen også etter nedtappingen i 1996. En midlertidig fredning av krepsen ett år eller to, avhengig av hvor raskt vannmagasinet fylles opp, vil være gunstig for raskere å etablere en god bestand igjen. Krepsen i Gjerdingen vil sannsynligvis også overleve en ytterligere nedtapping av vannstanden under nåværende LRV, men bestanden vil bli kraftig redusert. Det vil dermed ta adskillige år før bestanden er etablert på et nivå hvor det bør tillates krepsefangst.

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.

En ytterligere reduksjon av vannstanden under LRV vil åpenbart redusere levemulighetene for de fiskebestandene som er tilstede i magasinene. En ytterligere nedtapping i vinterhalvåret vil eliminere rekrutteringen av sik og røye (og ørret i Gjerdingen). Ved en rask oppfylling til "normal" vannstand på vårparten, vil de direkte skadevirkningene på fisken bli begrenset.

Ytterligere nedtappinger i sommerhalvåret vil medføre vesentlig større skadevirkninger. Det vil bl.a. resultere i betydelig redusert vekst i en årstid hvor fisken tar til seg hovedtyngden av føden, og i tillegg medføre en viss fiskedød. De negative effektene av en redusert vannstand vil øke med varigheten av lavvannstanden. Dersom en laveste ny vannstand opprettholdes over to eller flere år kan man vente at fiskebestandene i Gjerdingen og Hakkloa reduseres med størrelsesorden 40 %, og i Helgeren med omkring 60 %. Det vil gå hardest ut over de typisk strandlevende artene som ørret, ørekyt og abbor. Sik og røye vil ventelig klare seg noe bedre.

En rehabilitering av fiskebestandene vil ta minst 4-5 år etter en kraftig nedtapping under LRV. Dette forutsetter brukbare gyteforhold de første årene etter nedtappingen med bl.a. små vannstandsvariasjonene gjennom vinteren og våren.

Dersom laveste vannstand under LRV opprettholdes bare over noen få år, er det ikke ventet at noen av fiskeartene vil dø ut i noen av magasinene.

På bakgrunn av en samlet vurdering av benyttede reguleringshøyder og bestandene av bunndyr, kreps og fisk i de tre magasinene anbefales en eventuell nedtapping av Hakkloa før Helgeren og til sist Gjerdingen.

Innledning

Oslo kommune ønsker å kunne tappe ned magasinene Gjerdingen, Hakkloa, og Helgeren under nåværende LRV. Nedtappingene har sammenheng med reduserte drikkevannsreserver forårsaket av en spesielt lang og nedbørfattig periode fra august 1995 til april 1996.

NVE (Norges vassdrags- og energiverk) har gitt OVA (Oslo vann- og avløpsverk) midlertidig konsesjon for ytterligere nedtapping av Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren med henholdsvis 7 m, 6 m og 8 m i forhold til dagens manøvreringsreglement. OVA har bedt NIVA om å gjennomføre undersøkelser for å dokumentere skadevirkningene på bunndyr (inkludert ferskvannskreps) og fisk ved disse ytterligere nedtappingene.

NIVA har tidligere vurdert konsekvenser ved ytterligere senkninger av disse tre magasinene sammenholdt med syv andre magasiner i Nordmarka i forbindelse med OVAs arbeid med å sikre vannforsyning til Oslo kommune (Lien og medarb. 1996a, 1996b). NIVA's konklusjon var da at Helgeren og Hakkloa og til dels Gjerdingen ble minst skadet da disse allerede er betydelig regulert. Disse vurderingene ble basert på tidligere undersøkelser, en befaring til alle magasinene samt generelt erfaringsgrunnlag fra andre reguleringsmagasiner.

Denne undersøkelsen vil spesielt vurdere eventuelle skadevirkninger på bunndyr og fisk ved senkninger av vannstanden i Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren under nåværende LRV. Det foreligger ingen tidligere undersøkelser av bunndyrfaunaen i disse magasinene. Dette er nå foretatt både i strandsonen og i de dypere delene av magasinene.

Det fins ferskvannskreps (*Astacus astacus*) i de fleste vannene i Nordmarka, men forekomstene er ikke kjent for å være spesielt store. Gjerdingen har imidlertid hatt en brukbar bestand. Det har bl.a. vært solgt krepskort her, og det finnes noen registreringer av krepsfangsten fra de siste årene. Hakkloa og Helgeren er ikke kjent som krepslokaliteter, og det selges heller ikke spesielle krepskort her. For å kunne vurdere krepsbestandene er det foretatt en prøvefangst av kreps i alle tre magasinene.

Fiskebestandene i Nordmarka er beskrevet av bl.a. Holtan og Kjellberg i 1972. OFA (Oslomarkas Fiskeadministrasjon) og deres fiskestellgrupper og andre har observasjoner av fiske- og krepsbestandene i de tre magasinene fra de senere årene. Disse er intervjuet. I tillegg har vi foretatt et prøvefiske i hvert av magasinene.

Følgende personer har bidratt med verdifull informasjon: Ivar Haga, Ingunn Juul Hansen, Per Erik Holm, Lars Krokedal Larsen, Gunnar Løkken, Kristin Ohnstad, Christofer Senstad, Knut Westgaard og Arne Ødegård. Vi er meget takknemlig for alle bidragene.

Nåværende reguleringshøyder og ytterligere nedtappinger

De nåværende reguleringshøydene og de ytterligere nedtappingene Oslo kommune kan gjennomføre er vist i Tabell 1. Helgeren er mest regulert av magasinene med 10 m, og dette magasinet vil også få den største nedtappingen på tilsammen 18 m. Gjerdingen og Hakkloa har nå reguleringer på 6-8 m, og med ytterligere nedtappinger med 6-7 m vil begge magasinene få omkring 14 m reguleringshøyder.

Tabell 1. Nåværende reguleringshøyder og de ytterligere nedtappingene for Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren. Summen av begge reguleringshøydene samt høyeste regulerte vannstand (HRV) er vist.

Innsjømagasin	Nåværende regulerings høyde (m)	Ytterligere nedtapping (m)	Sum regulering (m)	Høyeste regulerte vannst. (HRV moh)
Gjerdingen	-6.7	-7	-13.7	448.5
Hakkloa	-8.2	-6	-14.2	372.6
Helgeren	-10	-8	-18	358

Den nordvestre delen av Gjerdingen er med den nåværende LRV avgrenset av et smalt og grunt sund. Dybden i dette sundet er rundt 2 m under LRV. En ytterligere nedtapping av Gjerdingen vil derfor bare senke den nordvestre delen av magasinet med 2 m (Fig. 1).

Dybden i kanalen mellom Hakkloa og magasinets nordre del, Hakklokalven, er omkring en halv meter under nåværende LRV. Ved ytterligere nedtappinger reduseres derfor vannstanden i Hakklokalven bare med en halv meter (Fig. 2).

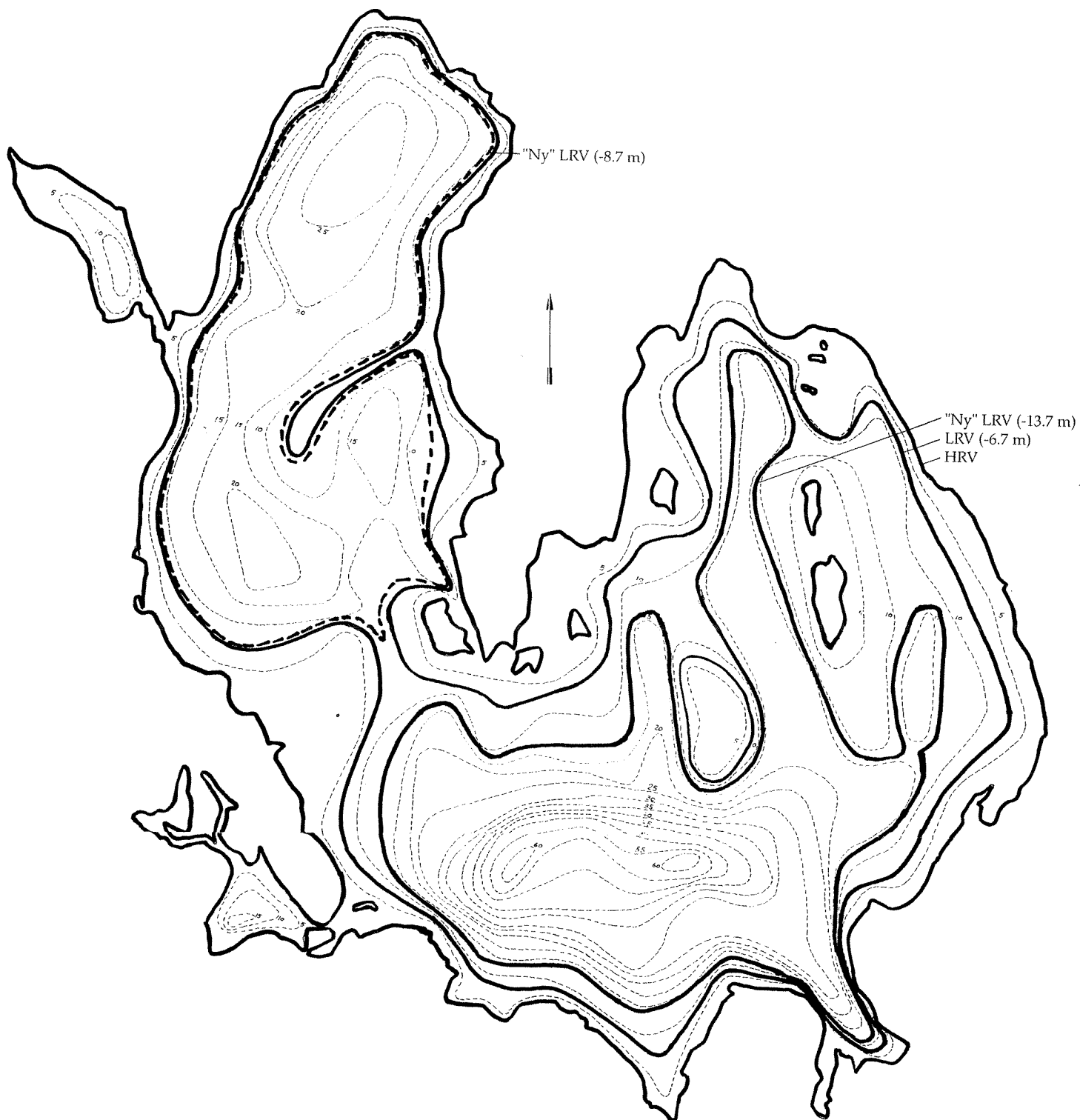
Den nordlige delen av Helgeren, Sølvvika, er avgrenset av en eldre demning. Terskelen i denne dammen medfører at Sølvvika kan bare senkes 5.5 m under HRV (Fig. 3).

Det tørrlegges 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 tørrlegges ved ytterligere senking av LRV. Det totale innsjøarealet ved HRV er også presentert i Tabell 2 sammen med prosent tørrlegging av totale strandarealer. Figur 1, 2, og 3, viser hvilke strandsoner som blir tørrlagt ved nåværende og eventuelt nye reguleringer av magasinene.

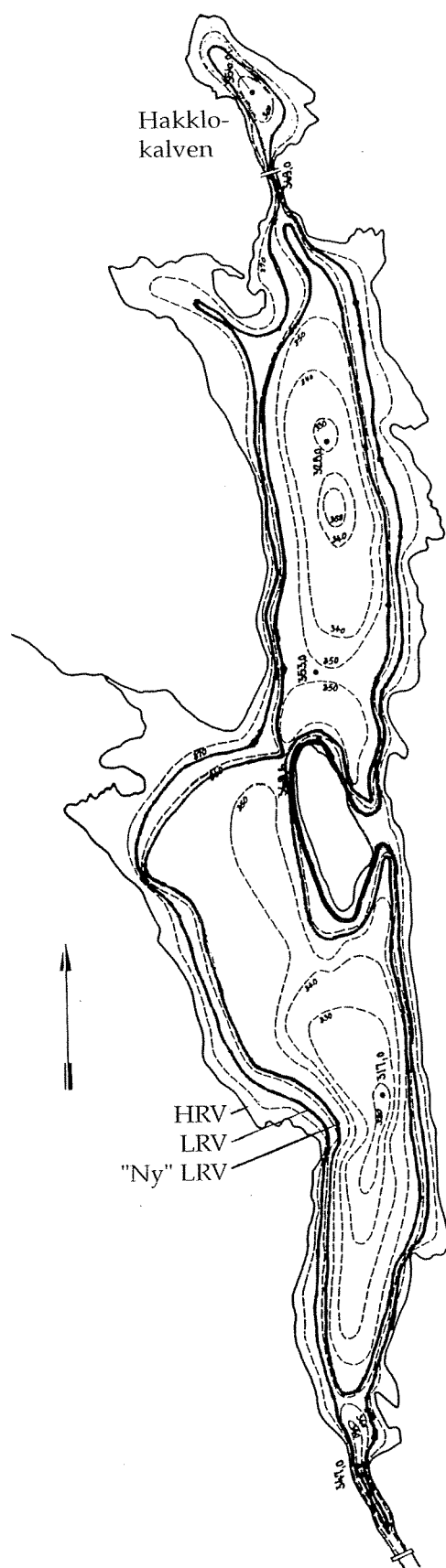
Tabell 2. Arealer (da) av Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren ved HRV, tørrlagte arealer i da og i prosent av hele innsjøflatene ved nåværende og ved eventuelt fremtidige reguleringer.

Innsjømagasin	Innsjøareal ved HRV	Tørrlagt areal nåværende reg.	Nytt tørrlagt areal ny senking	Sum ny + gammel tørrlegging
Gjerdingen	2804	803 da 28.5 %	563 da 20 %	1361 da 48.5 %
Hakkloa	1816	600 da 33 %	297 da 16.4 %	897 da 49.4 %
Helgeren	1828	764 da 42 %	521 da 28.5 %	1285 da 70 %

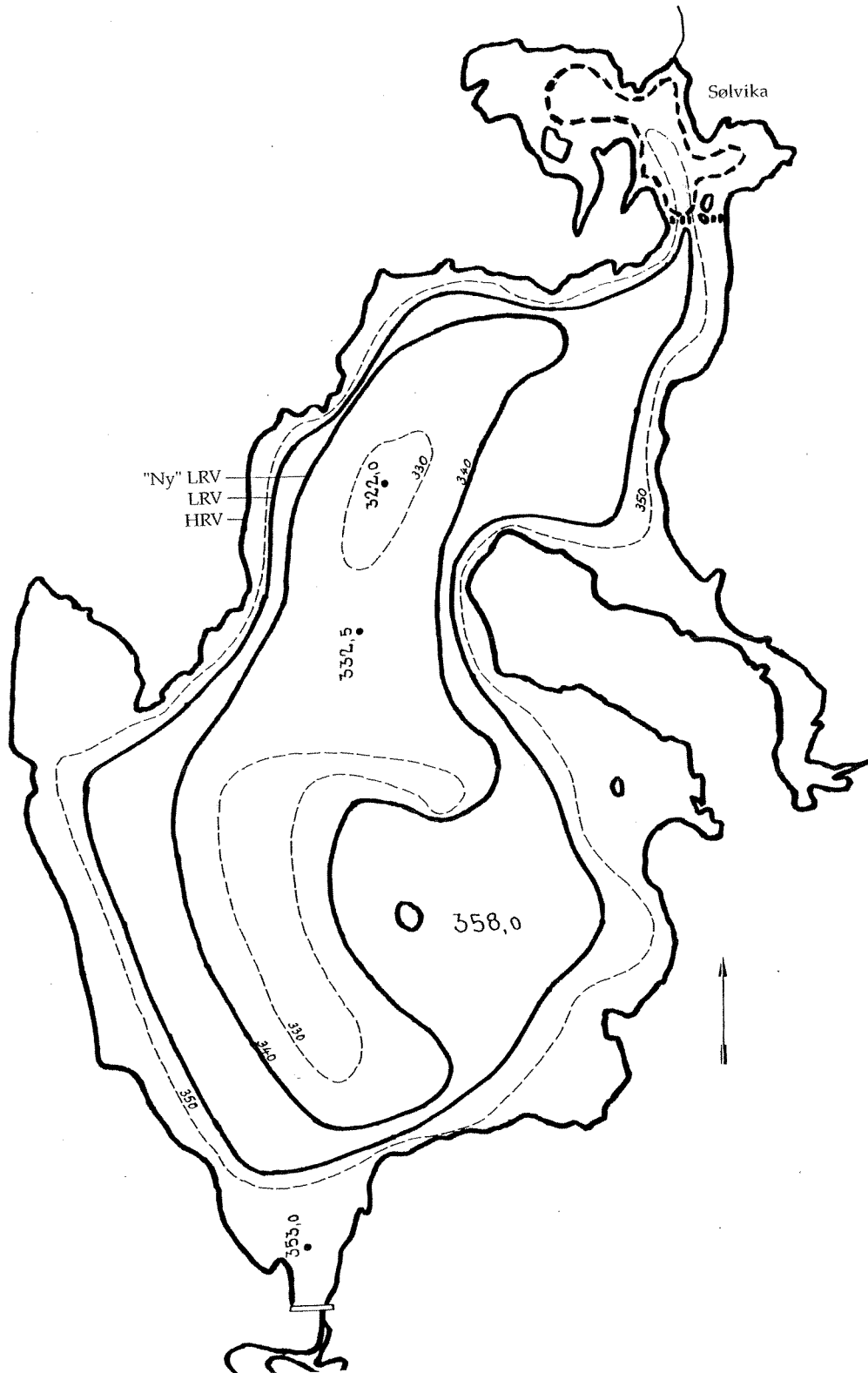
I Helgeren og Hakkloa blottlegges store deler av innsjøbunnen også ved dagens manøvreringsreglement, henholdsvis 42 og 33 %. Ved ytterligere senkninger vil spesielt Helgeren få store nye tørrlagte strandflater. Summen av gammel og eventuelt nye senkninger vil gi meget store tørrlagte strandsoner i Helgeren (70%), mens omkring halve innsjøbunnen av Gjerdingen og Hakkloa vil bli tørrlagt.



Figur 1. Gjerdingen. Strandsonen (HRV), nåværende LRV ved -6.7 m og LRV ved ytterligere nedtapping (-13.7 m) er tegnet inn. I den nordvestre delen er -8.7 m stiplet som ny LRV.



Figur 2. Hakkloa. Strandsonen (HRV), nåværende LRV ved -8.2 m og LRV ved ytterligere nedtapping (-14.2 m) er tegnet inn. I magasinets nordre del (Hakklokalven) vil ytterligere nedtappinger under nåværende LRV ikke redusere vannstanden.



Figur 3. Helgeren. Strandsonen (HRV), nåværende LRV ved -10 m og LRV ved ytterligere nedtapping (-18 m) er tegnet inn. Den nordlige delen, Sølsvika, kan bare senkes 5.5 m (stiplet) under HRV på grunn av en eldre dam.

Vannstanden i de tre magasinene varierer vanligvis mindre enn det tillatte området HRV-LRV (Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9). Årsvariasjonen av vannstanden i magasinene er ikke typisk sammenlignet med norske regulerte innsjøer for vannkraft fordi det mangler klare sesongrytmer (Fig. 7, 8, 9). Alle vannstander kan være omtrent like sannsynlige uansett årstid. For eksempel, er laveste årlige vannstand registrert både på våren (februar - mars - april), høsten (august - september - oktober) og vinteren (desember) i Gjerdingen de siste 25 årene (Fig. 4). Gjerdingen er sjelden tappet helt ned mot LRV. I perioden 1970 - 1996 er det bare to år, 1972 og 1976 hvor Gjerdingen har vært tappet ned omtrent så mye som i 1996. Som vist i Fig. 4, er bare en del (1- 3 m) av reguleringshøyden på 6.7 meter vært benyttet i Gjerdingen de siste 17 årene. Dette har medført at magasinets plante- og dyreliv har vært skånet for de større skadevirkningene som nesten 7 meters årlig reguleringer vanligvis medfører (Faugli, Erlandsen og Eikenes 1993).

Det samme gjelder for Helgeren som har inntil 10 m regulering, men som i enda mindre grad enn Gjerdingen har vært tappet ned mot LRV. Vanligvis bare 2-3 m og maksimalt noe over 5 m av 10 m reguleringshøyde har vært benyttet de siste 25 årene (Fig. 6).

Hakkloa er vesentlig mer utnyttet med hensyn til nedtapping sammenlignet med Gjerdingen og Helgeren. 4, 5 og 6 m nedtapping hvert år av maksimalt tillatte 8.2 m har vært det vanlige i Hakkloa (Fig. 5, 8).

Ved vurderinger av 10 magasiner i Nordmarka som kunne bli gjenstand for nedtappinger under nåværende LRV (Lien og medarb. 1996a, 1996b) ble det blant flere faktorer også tatt hensyn til nåværende, tillatte reguleringshøyder. Det ble imidlertid ikke tatt hensyn til hvilke nedtappingsmønstre som i realiteten har vært benyttet de siste årene for de ulike magasinene. Vurdere vi de tre aktuelle magasinene Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren bare ut fra de vannstandsvariasjonene som er benyttet i årene etter 1990 (Fig. 7, 8, 9) og etter 1970 (Fig. 4, 5, 6), burde Hakkloa være det magasinet som først kunne tappes ytterligere ned, mens Gjerdingen burde tappes ned sist.

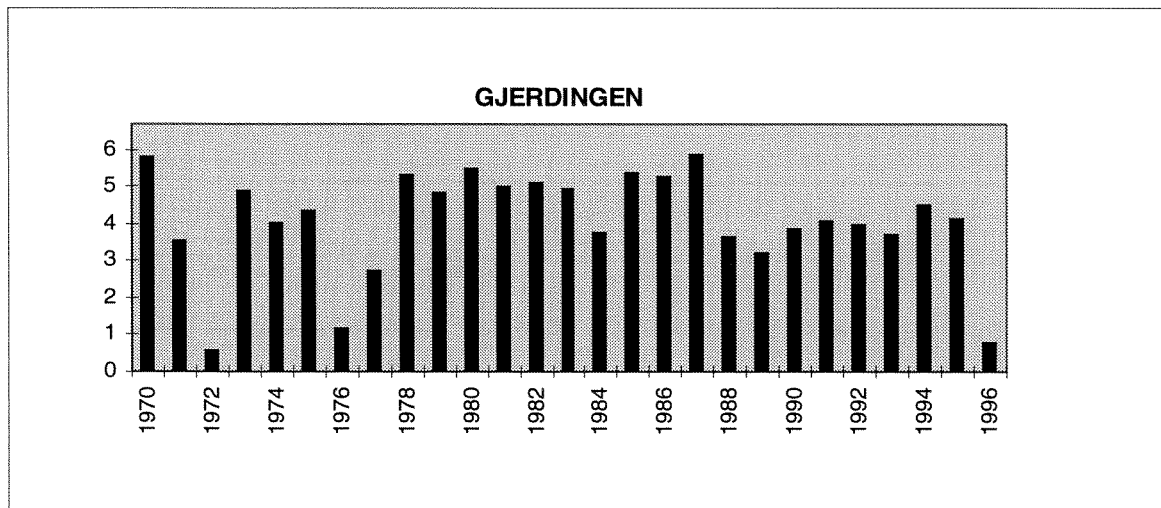


Fig.4. Laveste årlige vannstand i Gjerdingen registrert i perioden 1970 - 1996. 0 m og 6.7 m på skalaen er henholdsvis LRV og HRV.

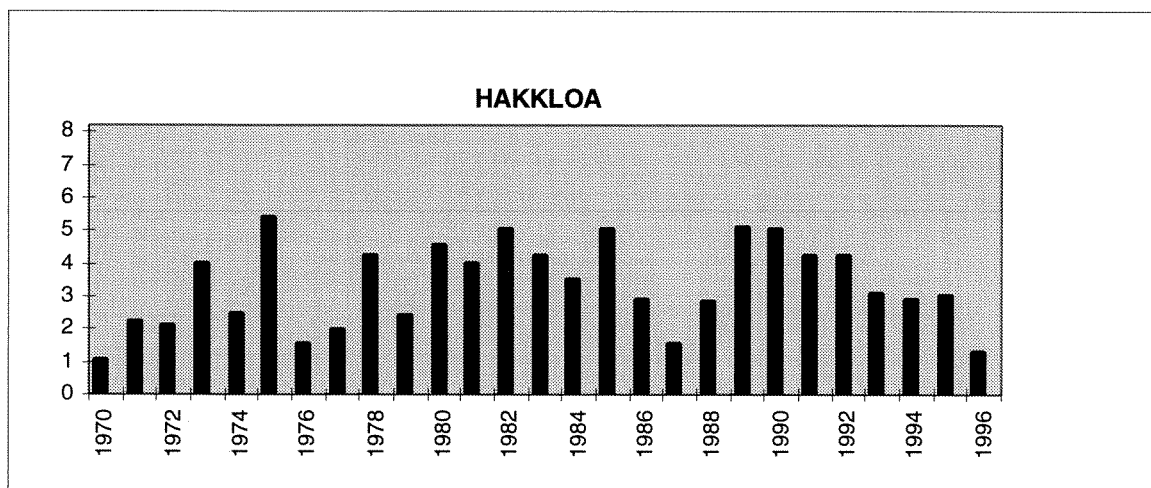


Fig.5. Laveste årlige vannstand i Hakkloa registrert i perioden 1970 - 1996. 0 m og 8.2 m på skalaen er henholdsvis LRV og HRV.

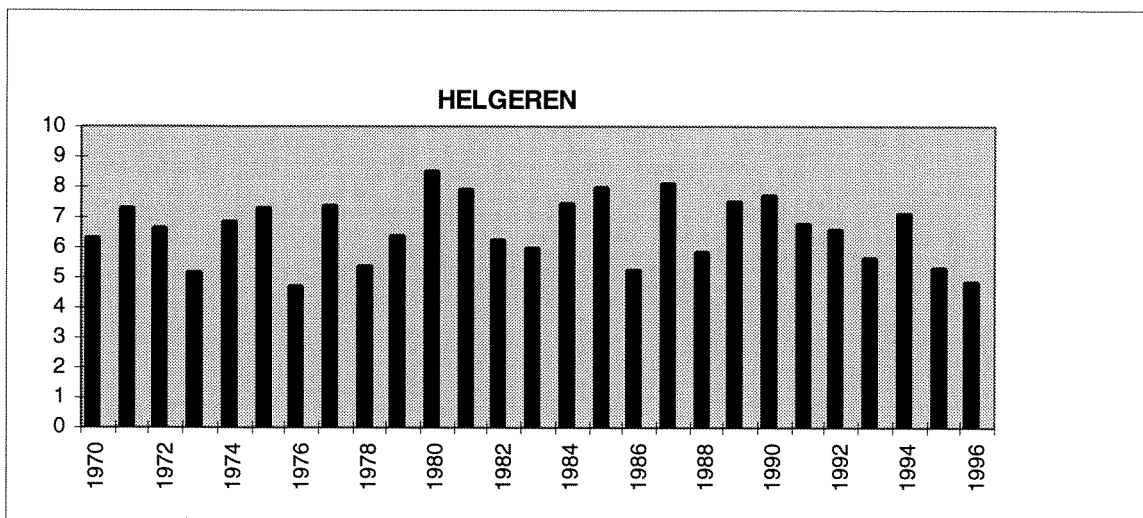


Fig.6. Laveste årlige vannstand i Helgeren registrert i perioden 1970 - 1996. 0 m og 10 m på skalaen er henholdsvis LRV og HRV.

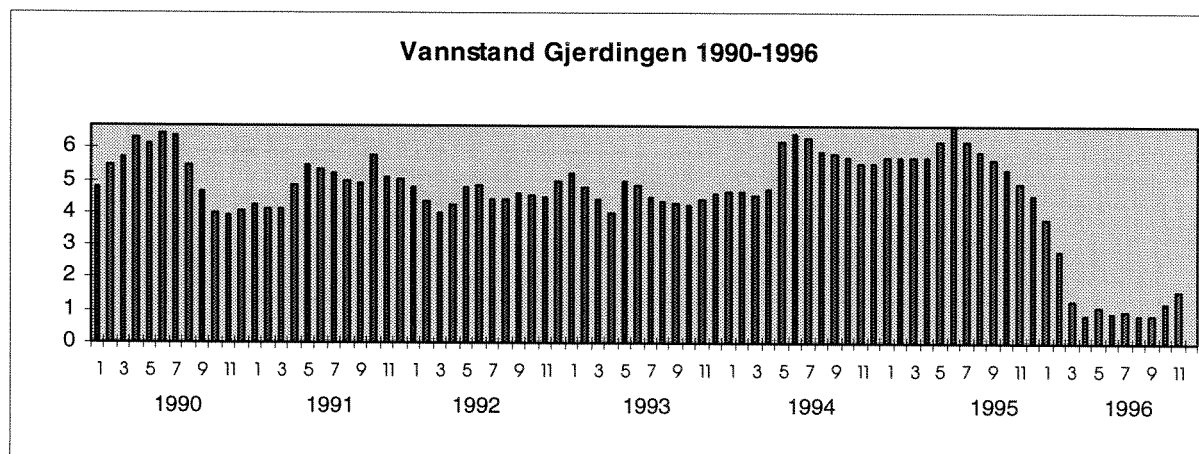


Fig. 7. Vannstanden i Gjerdingen i midten av hver måned for perioden 1990-1996. 0 m og 6.7 m på skalaen er henholdsvis LRV og HRV.

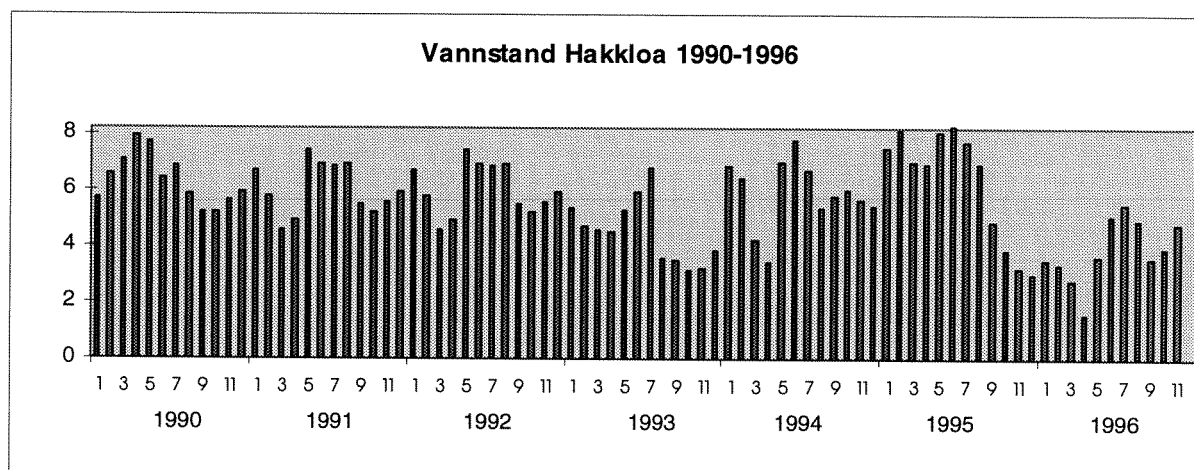


Fig. 8. Vannstanden i Hakkloa i midten av hver måned for perioden 1990-1996. 0 m og 8.2 m på skalaen er henholdsvis LRV og HRV.

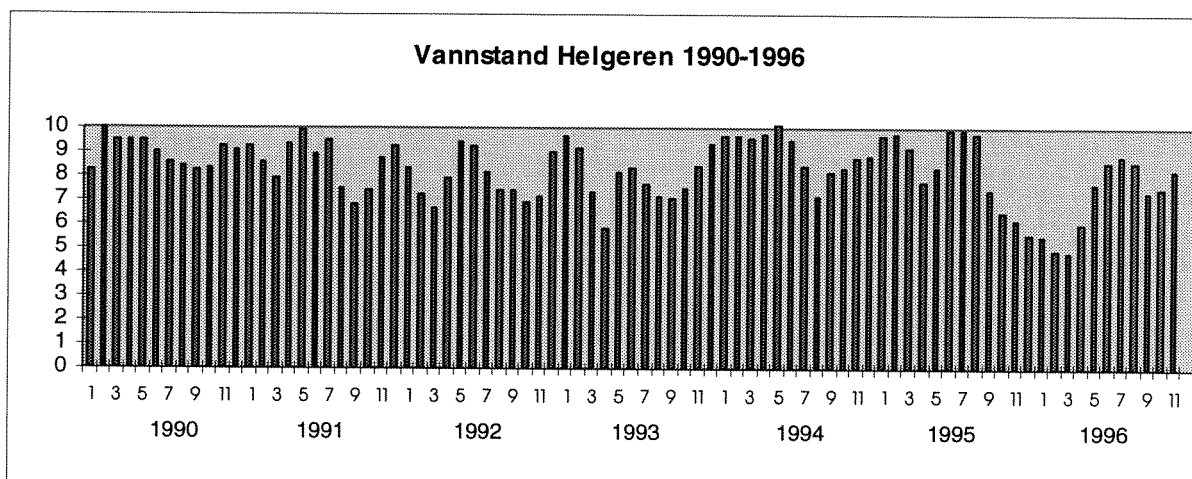


Fig.9. Vannstanden i Helgeren i midten av hver måned for perioden 1990-1996. 0 m og 10 m på skalaen er henholdsvis LRV og HRV.

Metoder

Bunndyr

Innsamlingene av bunndyr ble foretatt ved hjelp av "sparkeprøver" på tre lokaliteter i strandsonen i hvert av magasinene. Denne "sparkemetoden" (Norsk Standard 4719) utføres ved at bunnsubstratet rotes rundt med den ene foten, det oppvirvlede materialet fanges opp i en håv. Det hele foregår etter en bestemt prosedyre i 3 x 1 minutt. Håven har maskevidde 250 μm .

I tillegg ble bunndyr samlet inn fra fire dyp og fra to forskjellige transekter i hvert av magasinene. Dypene som ble valgt var 1, 3, 5, og 15 m, målt ut fra nåværende LRV (LRV \div 1 m, LRV \div 3 m, LRV \div 5 m og LRV \div 15 m). Prøvedypene er illustrert i Fig. 10. Prøvene ble tatt med en van Veen grabb, og deretter vasket ut i en håv med maskevidde 250 μm . Det ble tatt 3 parallelle sedimentprøver på hvert dyp i hvert transekt. Disse tre prøvene ble slått sammen i de videre bearbeidelsene.

Lokaliseringene av prøvetakingene for bunndyr, kreps og fisk i Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren er vist på Fig. 11.

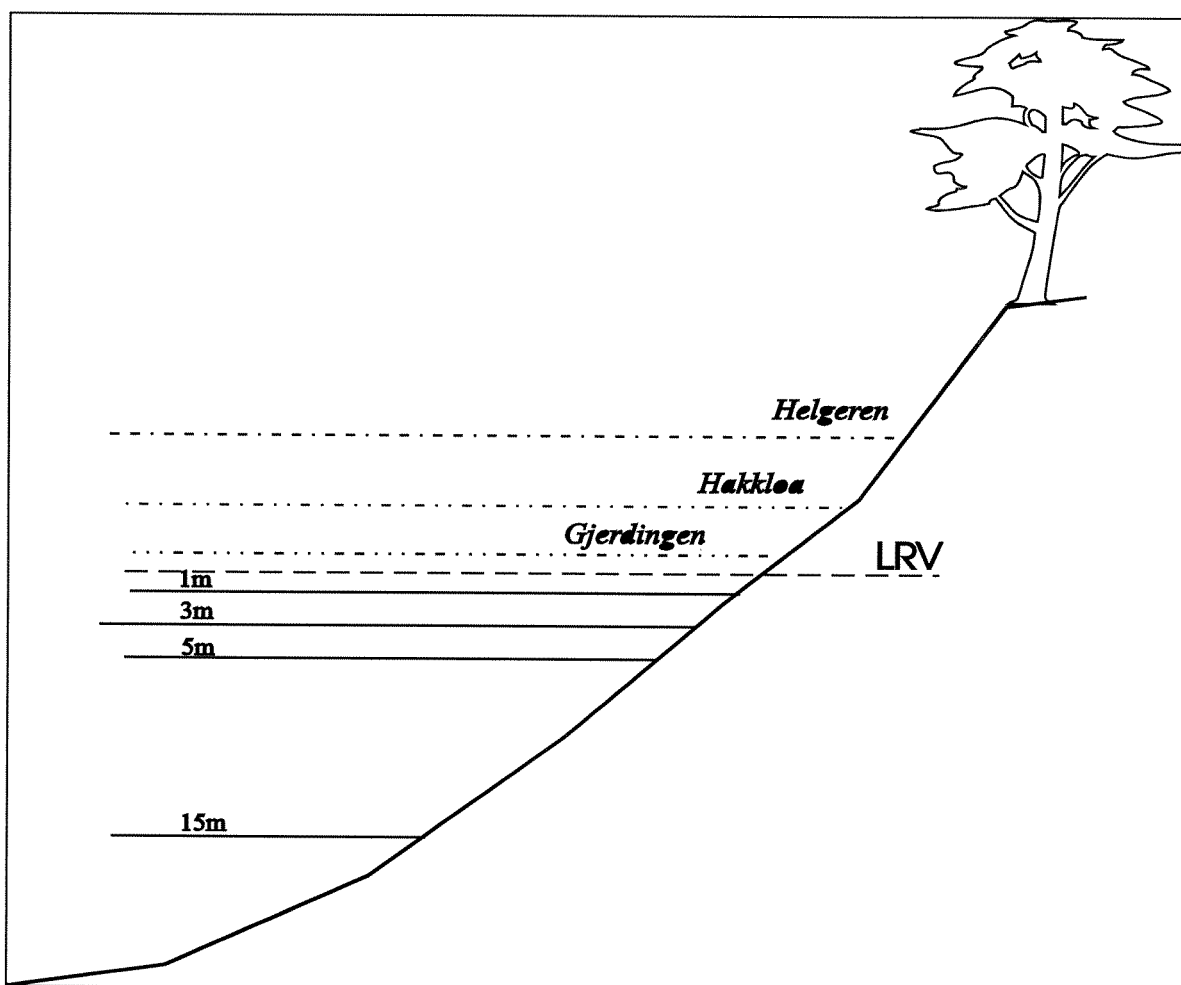


Fig. 10. Laveste regulerede vannstand (LRV), prøvetakingsdyp (1, 3, 5 og 15 m under LRV), samt vannstand i Helgeren, Hakkloa og Gjerdingen i forhold til LRV ved prøvetakingsdagene (22-24/10 1996).



Fig. 11. Prøvetakingslokaliteter i Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren for bunndyr (strandsone og transekter), kreps og fisk

Kreps

For å kunne vurdere bestanden av kreps ble det satt ut 25 krepseteiner i hvert av magasinene. Teinene ble agnet med fisk, og de sto ute én natt (ca. 20 timer).

I tillegg ble det innhentet informasjon fra OFA og Lunner kommune om salg av krepsekort og fangster i Gjerdingen.

Fisk

Forekomster av ulike fiskearter og endringer av bestandene over de senere årene ble vurdert på grunnlag av litteratur og ved intervjuer av bl.a. OFA's fiskestellgrupper og av personer som har garnrettigheter i de tre magasinene. Det ble også foretatt et prøvefiske med garn i alle magasinene. Prøveserien besto av garn (rødfarget, monofilament) med maskevidder 10, 12.5, 16.5, 22, 25, 30, 38 og 46 mm.

Prøveinnsamlingen av bunndyr, kreps og fisk ble foretatt i perioden 22 til 25 oktober 1996. Vannstanden i de tre magasinene Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren 21 oktober var henholdsvis 1.25 m, 3.95 m og 7.48 m over LRV.

Resultater og diskusjon

Nedbør/tilførsler til magasinene.

Kommunens ønske om muligheter for nedtapping under nåværende LRV har som nevnt sammenheng med reduserte drikkevannsreserver forårsaket av en spesielt lang og nedbørfattig periode fra august 1995 til april 1996. Det kom 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). (Stein Kristiansen, Meteorologisk institutt, pers. medd.).

Det var fortsatt drikkevannsreserver for ca 3 1/2 måneders forbruk når magasinene i Nordmarka var på det laveste i overgangen april/mai 1996. Nedbør i perioden mai til november 1996 sammen med redusert vannføring i Akerselva og innsparing på vannforbruket har økt drikkevannsreservene til 9 måneder. Det vil derfor ikke bli nødvendig å benytte vannet under dagens LRV i de aktuelle magasinene i løpet av vinteren 1996/97, men tidligst i 1998.

Vannkvalitet.

Det foreligger fysisk-kjemiske data fra en undersøkelse tidlig på 80-tallet (Henriksen og Andersen 1982). Grunnen til at disse eldre målingene er benyttet er at i denne undersøkelsen er alle tre 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.

Tabell 3. Vannkvalitetsdata fra innsjøene Gjerdingen, Hakkloa,, og Helgeren.

Magasin	pH	Ledn.	Ca	Mg	Na	K	Cl	NO ₃ -N	SO ₄	Alk	TOC
		µS/cm	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	mg/l	µeq/l	mg/l
Gjerdingen	6.46	26.5	2.35	0.43	1.04	0.4	1.1	110	6.0	71	2.9
Hakkloa	6.42	25.8	2.64	0.46	1.24	0.4	1.2	140	5.8	62	3.7
Helgeren	6.41	28.2	2.98	0.42	1.24	0.3	1.4	140	6.5	67	4.0

Generelt kan det sies om alle tre magasinene at de etter norske forhold er ionefattige, med lav alkalitet, og med en svakt sur karakter (pH mellom 6.4 og 6.5). Innsjøene er også generelt næringsfattige med noe innhold av organisk stoff (TOC).

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 kan 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 magasinene.

Vannvegetasjon.

I tillegg til alger som lever i de fri vannmasser omfatter vannvegetasjonen karplanter, kransalger og moser som er tilpasset å være permanent neddykket i vann. Slik vegetasjon har stor betydning i mange

innsjøer, såvel for primærproduksjon som for mat og oppvekstområder for fisk og bunndyr. Vannvegetasjonen virker dessuten hindrende på erosjon i strand- og gruntvannsområdene. Det er dokumentert at erosjon med påfølgende resuspensjon av sediment tiltar kraftig dersom plantedekket reduseres. Vannvegetasjonen vil ikke bli nærmere behandlet i denne undersøkelsen.

Dyreplankton

En beskrivelse av dyreplanktonet er foretatt av Holtan og Kjellberg (1972) for alle tre magasinene. Rapporten 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 ragna. Disse samfunnene blir ofte sterkt reduserte ved større regulerings høyder. Det foreligger imidlertid ingen beskrivelser av småkreps i strandsonen fra de aktuelle magasinene, men det nåværende manøvreringsreglement tilsier at det skulle finnes bare små samfunn med ubetydelig artsdiversitet her dersom regulerings høydene ble nyttet fullt ut.

Bunndyr

Det foreligger ingen tidligere beskrivelser av bunndyr for Gjerdingen, Hakkloa eller Helgeren. Vi vil derfor rapportere vår undersøkelse så detaljert at resultatene også kan benyttes i andre sammenhenger.

Gjerdingen.

Det ble funnet moderate mengder bunndyr på strandlokalitetene i Gjerdingen. Faunaen var dominert av fjærmygglarver, men også med en betydelig andel fåbørstemark (Fig. 12). Fåbørstemark dominerte på strandsonen med løst substrat. På steinstrendene ble det blant annet også registrert kreps (*Astacus astacus*) og tre døgnfluearter (*Centroptilum luteolum*, *Heptagenia fusco-grisea*, *Leptophlebia vespertina*) (Fig. 14). Det var langt større biologisk mangfold på steinstrandlokalitetene enn på stranden dominert av løst materiale (Tabell 5).

Ute i innsjøen var tettheten av bunndyr på minste prøvedyp (2m) på Trans I forholdsvis høy med en totalmengde på nærmere 16000 individer/m² (Tabell 6). Faunaen var dominert av fjærmygglarver. For øvrig var det innslag av småmuslinger, døgnfluer, vårfluer og buksvømmere. Døgnfluer ble registrert med en art, *Ephemera vulgata*, og vårfluene med to arter henholdsvis, *Mystacides asurea* og en ubestemt art fra familien Limnephilidae. Utover på større dyp endret sammensetningen av bunndyrsamfunnet seg og tettheten ble mye lavere. På største prøvedyp på Trans I (16m) var tettheten ca 850 individer/m², og med fåbørstemark og fjærmygglarver som eneste bunndyrgrupper. Faunaen på Trans II var til dels svært forskjellig fra faunaen på Trans I. Dette var særlig markert for sammensetning og tetthet på 2m dyp hvor det ble registrert en samlet tetthet på bare ca 400 individer/m² på Trans II (mot 16000 individer/m² på Trans I). Faunaen besto av like mengder rundmark og fjærmygglarver (Tabell 6). Årsakene til forskjellen mellom transektene var trolig at bunnssubstratet var svært ulikt på de to stasjonene, og at Trans II 2m ikke ligger ved en vanlig strand, men utenfor en holme som vanligvis ligger under vann (Fig. 11). Ved Trans I, 2m, så substratet ganske "normalt" ut med en stor andel findelt plantemateriale. Denne type plantemateriale var helt fraværende ved Trans II og bunnssubstratet her var meget løst. Gjennomsnittlig total tetthet av bunndyr for Trans I og II er vist i figur 13.

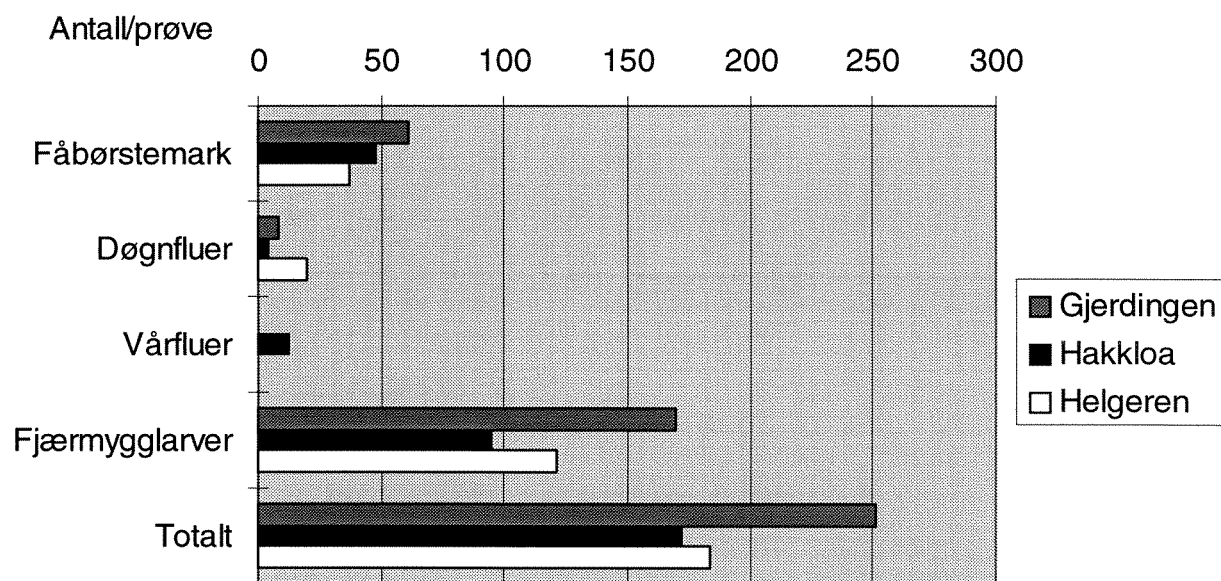


Fig. 12. Forekomst av et utvalg hovedgrupper av bunndyr i strandsonen på Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren. Tallene angir gjennomsnitt for 3 prøver i hver innsjø.

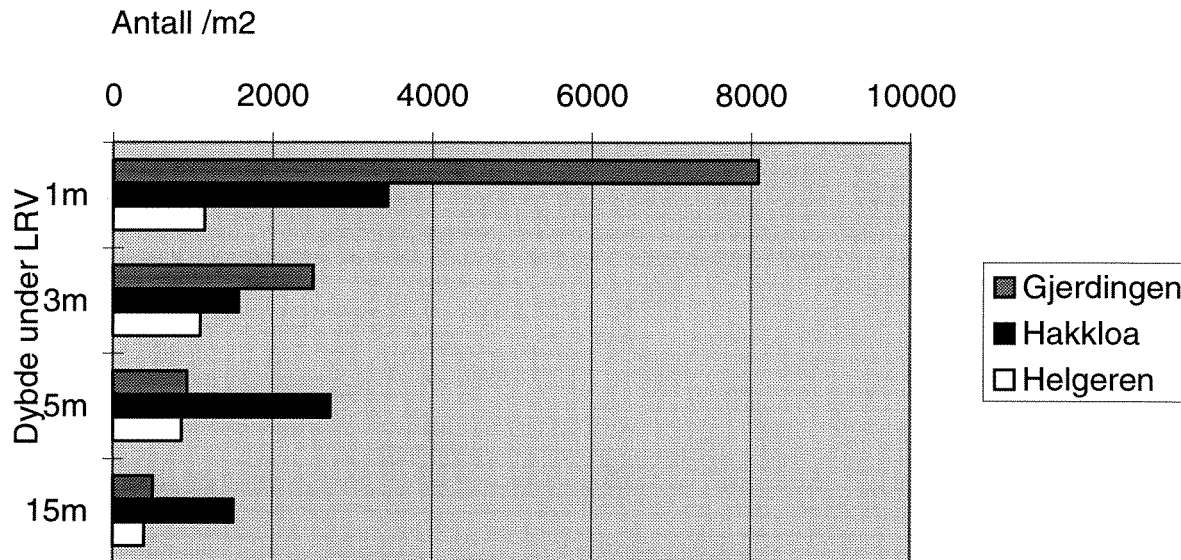


Fig. 13. Tettheten av bunndyr på forskjellige dyp i Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren. Gjennomsnitt av Trans I og Trans II.

Tabell 4. Døgnflue- og vårfluefaunaen samt kreps og ferskvannsasell i strandprøver og på minste prøvedyp på Trans I og Trans II. Tallene angir antall per prøve for strandprøvene (3*1min) og antall per m² på transektene.

	Gjerdingen strand	Gjerdingen 2m	Hakkloa strand	Hakkloa 5m	Helgeren strand	Helgeren 9m
Centroptilum luteolum	8	0	0	0	0	0
Heptagenia fuscogrisea	13	0	8	0	48	0
Leptophlebia vespertina	3	0	4	0	12	0
Ephemera vulgata	0	16	0	0	0	0
Oecetis ochracea	0	0	32	0	0	0
Molanna angustata	0	0	0	16	0	0
Mystacides azurea	0	16	0	0	0	0
Limnephilidae indet	0	16	4	0	0	0
Kreps	1	0	0	0	0	0
Asell	0	0	0	300	0	0

Tabell 5. Sammensetningen av bunndyr i tre strandsonelokaliteter i hver av innsjøene. Tallene angir antall per prøve.

	Gjerdingen			Hakkloa			Helgeren		
	strand I sand, stein	strand II stein	strand III tørket slam	strand I sand, slam, veg.	strand II stein	strand III stein	strand I sand, stein	strand II stein	strand III grus, slam, veg.
Rundmark	4		8						8
Fåbørstemark	36	59	88	128	12	4	64	24	24
Snegler					4	8			
Småmuslinger	4								
Vannmidd		3		8		8		4	
Muslingkreps									
Kreps		1							
Døgnfluer	16	8			4	8		44	16
Vårfluer				32		4			
Billelarver	4					12			
Biller voksne		3						4	
Buksvømmere	4	3							
Fjærmygglarver	308	125	76	72	172	40	224	68	72
Andre tovinger	4								
Sum	380	202	172	240	192	84	288	144	120
Grupper/innsjø	11			7			6		

Tabell 6. Tettheten av bunndyr på forskjellige dyp langs to transekt, Trans I og Trans II, i Gjerdingen 24.10.1996. Prøver tatt med van Veen grabb. Tettheten oppgitt som antall dyr per m². Avrundede verdier.

	Trans I	Trans II	Trans I	Trans II	Trans I	Trans II	Trans I	Trans II
Reelt dyp	2m	2m	4m	4m	6m	6m	16m	16m
Dyp under LRV	1m	1m	3m	3m	5m	5m	15m	15m
Rundmark	0	200	300	150	0	0	0	150
Fåbørstemark	0	0	550	0	0	0	300	0
Småmuslinger	300	0	0	0	0	150	0	0
Vannmidd	0	0	0	0	0	0	0	0
Muslingkreps	0	0	0	0	0	0	0	0
Kreps	0	0	0	0	0	0	0	0
Døgnfluer	300	0	0	0	0	0	0	0
Vårfluer	550	0	0	0	0	0	0	0
Buksvømmere	550	0	0	0	0	0	0	0
Fjærmygglarver	14100	200	3200	850	850	850	550	0
Sum	15800	400	4050	1000	850	1000	850	150

Tabell 7. Tettheten av bunndyr på forskjellige dyp langs to transekt, Trans I og Trans II, i Hakkloa 22.10.1996. Prøver tatt med van Veen grabb. Tettheten oppgitt som antall dyr per m². Avrundede verdier.

	Trans I	Trans II	Trans I	Trans II	Trans I	Trans II	Trans I	Trans II
Reelt dyp	5m	5m	7m	7m	9m	9m	19m	19m
Dyp under LRV	1m	1m	3m	3m	5m	5m	15m	15m
Rundmark	0	300	0	0	0	0	0	50
Fåbørstemark	0	0	0	0	0	0	0	50
Snegler	0	0	0	0	0	0	0	0
Småmuslinger	300	0	0	300	0	0	1100	90
Vannmidd	0	300	0	0	0	0	0	0
Muslingkreps	300	0	0	0	0	0	150	0
Ferskvannsasell	300	0	0	0	0	0	0	50
Døgnfluer	0	0	0	0	0	0	0	0
Vårfluer	0	300	0	0	0	0	0	0
Buksvømmere	0	0	0	0	0	0	0	0
Fjærmygglarver	3200	2000	1100	1700	2300	3200	1400	50
Sum	4100	2900	1100	2000	2300	3200	2650	290

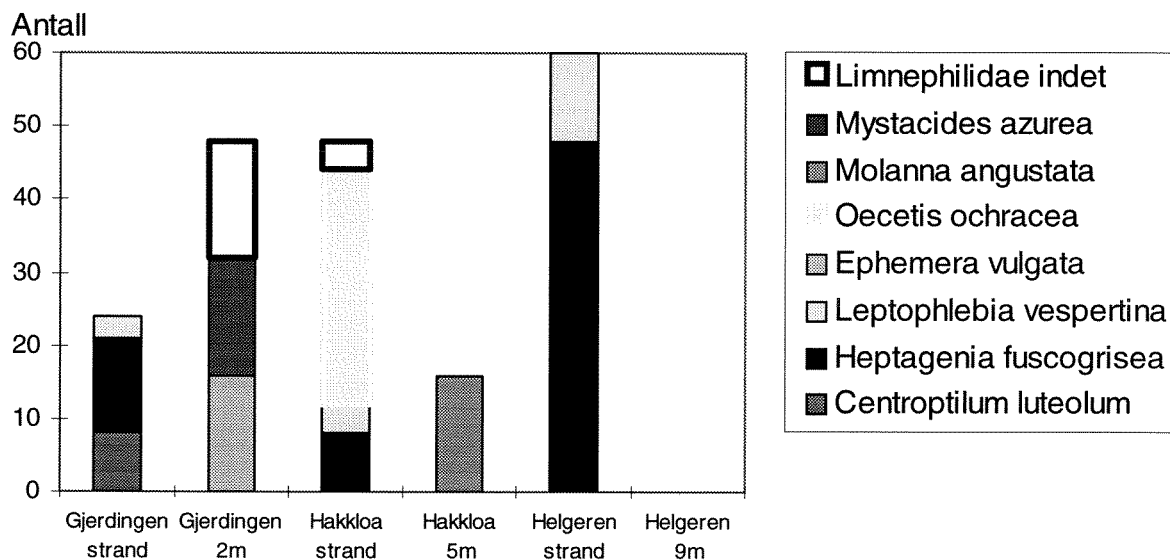
Tabell 8. Tettheten av bunndyr på forskjellige dyp langs to transekt, Trans I og Trans II, i Helgeren 23.10.1996. Prøver tatt med van Veen grabb. Tettheten oppgitt som antall dyr per m². Avrundede verdier.

	Trans I	Trans II	Trans I	Trans II	Trans I	Trans II	Trans I	Trans II
Reelt dyp	9m	9m	11m	11m	13m	13m	23m	23m
Dyp under LRV	1m	1m	3m	3m	5m	5m	15m	15m
Rundmark	0	450	0	300	0	0	0	0
Fåbørstemark	0	0	0	0	0	0	0	0
Småmuslinger	0	0	0	150	550	70	0	70
Vannmidd	0	0	0	150	0	0	0	0
Muslingkreps	0	0	300	0	0	0	0	0
Døgnfluer	0	0	0	0	0	0	0	0
Vårfluer	0	0	0	0	0	0	0	0
Fjærmygglarver	1100	700	850	450	550	500	550	150
Sum	1100	1150	1150	1050	1100	570	550	220

Hakkloa

Også i Hakkloa ble det funnet moderate mengder bunndyr i standsonen. Antall dyr i prøvene var likevel noe mindre enn i Gjerdingen. Faunaen var i dominert av fjærmygglarver, men med et betydelig innslag også av fåbørstemark (Fig. 12). Fåbørstemark dominerte på standen med løst substrat. På steinstrendene ble det registrert to døgnfluearter (*Heptagenia fuscogrisea* og *Leptophlebia vespertina*), vårfluearten *Oecetis ochracea* og en ubestemt art fra vårfluefamilien Limnephilidae. Det var mindre forskjell i biologisk mangfold mellom lokalitetene i Hakkloa enn i Gjerdingen. Dette skyldes trolig at lokalitetene i seg selv var mindre forskjellige.

Ute i innsjøen var tetthet av bunndyr på minste dyp (5m) moderat med en totalmengdene på Trans I og II med henholdsvis 4100 individer/m² og 2900 individer/m² (Tabell 7). Dette var vesentlig mindre enn gjennomsnittet for Trans I og II i Gjerdingen. Faunaen var dominert av fjærmygglarver, men med forholdsvis like innslag av flere andre grupper som for eksempel ferskvannsasell (*Asellus aquaticus*) og vårfluer. Det ble registrert en vårflueart; *Molanna angustata*. Stort sett avtok den gjennomsnittlige tettheten mot dypere vann (Fig. 13). Det var imidlertid ikke en klar gradient med avtagende tetthet mot større dyp som funnet i Gjerdingen. Begge prøvene fra 9 m dyp og en av prøvene fra 19m dyp viste større antall individer enn prøvene fra 7m (Tabell 7).



Figur 14. Sammensetningen av døgnfluer og vårfluer i strandsonen og på 1m under LRV. Verdiene angitt som antall/prøve for strandsonen og antall/m² for 1m under LRV.

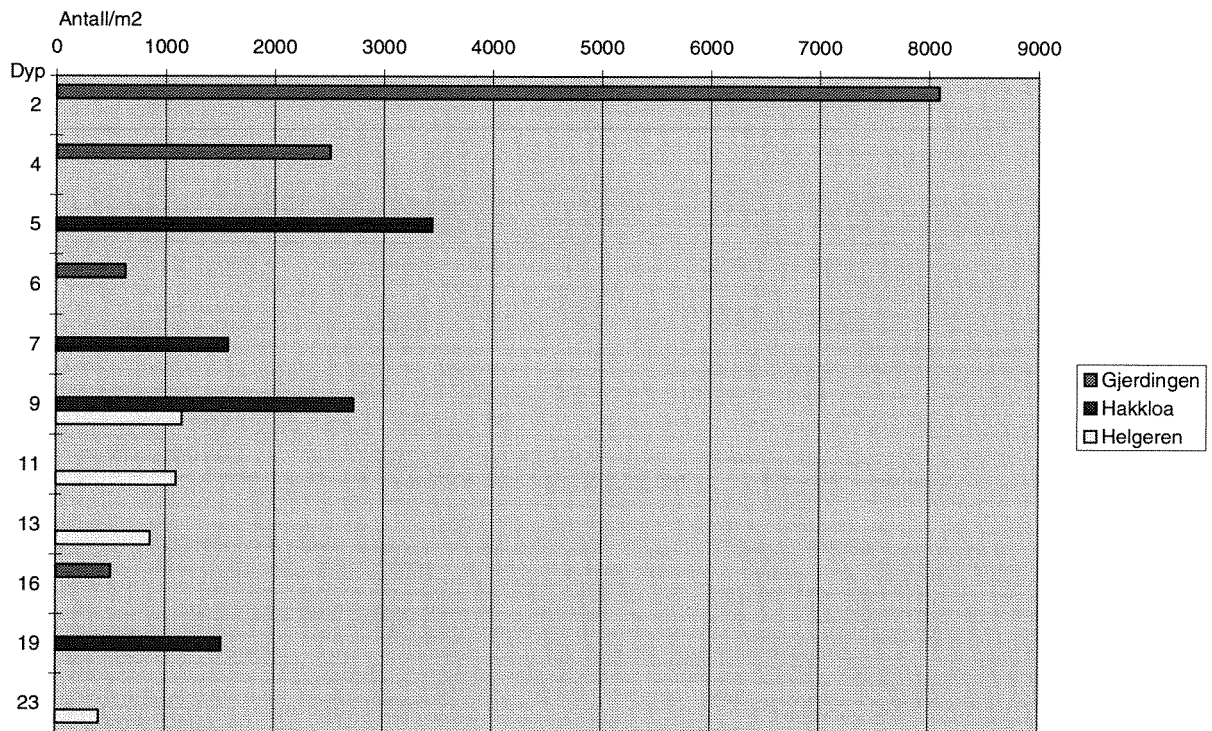
Helgeren

Det ble funnet moderate mengder bunndyr på strandlokalitetene i Helgeren. Det totale antall dyr i prøven var omtrent det samme som funnet i Hakkloa. Faunaen ble dominert av fjærmygglarver. Også fåbørstemark var vanlige. På en av lokalitetene var døgnfluer nesten like vanlige som fjærmygglarver. Døgnfluene besto av de samme to artene som ble funnet i Hakkloa og som også, blant flere, ble funnet i Gjerdingen; *Heptagenia fuscogrisea* og *Leptophlebia vespertina*. Totalt sett ble det registrert færre bunndyrgrupper i strandsonen i Helgeren enn i Gjerdingen og i Hakkloa (Tabell 5).

Ute i innsjøen var tettheten av bunndyr på minste dyp (9m) forholdsvis lavt med en totalmengde på omkring 1100-1200 individer/m² både på Trans I og II (Tabell 8). Faunaen var dominert av

fjærmygglarver, men med et betydelig innslag av rundmark. I gjennomsnitt avtok totalmengden svakt mot større dyp (Fig. 13). Den gjennomsnittlige tettheten på alle dyp i Helgeren var lavere enn både i Gjerdingen og i Hakkloa, men særlig stor var denne forskjellen på 1m under LRV. De reelle prøvetakingsdypene i forhold til vannstanden var imidlertid forskjellige for de tre innsjøene (Fig. 10). Effekten av dette er diskutert nedenfor.

Fluktuasjonene i vannstanden siden sommeren 1996 har vært moderate, bare 1-2 m (Fig. 7, 8, og 9), slik at faunaen som nå registreres er den som har klart å reetablere seg etter den kraftige nedtappingen fra sommeren 1995 til våren 1996. I innsjøer er det vanlig med størst tetthet av bunndyr et lite stykke nedenfor selve strandkanten, såkalt littoralt maksimum. I næringsfattige innsjøer, slike som Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren, avtar deretter tettheten av dyr mot økende dyp. I den foreliggende undersøkelsen ligger "minste dyp", eller 1m under LRV, på helt forskjellige reelle dyp, alt etter vannstanden på prøvetakingsdagen: Henholdsvis 2, 5 og 9m i Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren (se figur 10). Forskjellig bunndyrtetthet mellom innsjøene på 1m LRV kan derfor være et resultat av at det reelle dypet er forskjellig. Fordi alle innsjøene har hatt en relativt stabil situasjon de siste månedene før prøvetakingen kan ulike tettheter på 1-15m under LRV i de forskjellige innsjøene reflektere en normal faunaetablering med en normal dybdefordeling. Dette er demonstrert i figur 15 der tetthet er satt mot reelt dyp på prøvetakingsdagen for alle innsjøene samlet. Fordelingsprofilen er typisk for en næringsfattig innsjø.



Figur 15. Tettheten av bunndyr som funksjon av reelt dyp i Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren.

Strandfaunaen var ikke vesentlig forskjellig for de ulike innsjøene. Antall observerte arter og mengder av døgn- og vårfluefaunaen var riktignok noe forskjellig fra lokalitet til lokalitet (Fig. 14), men ikke større enn at dette kan skyldes tilfeldigheter ved valg av lokalitet, prøvetaking eller sortering. Igjen må vi regne med at dette er populasjoner som har bygd seg opp i løpet av den siste relativt stabile perioden.

Ved vannstandsreduskjoner tørrlegges strandsoner og øvrige bunnområder, og populasjonene med tilhold i disse områdene reduseres kraftig. Bunnfaunaen kan bare i liten grad følge vannstands-

endringene. Ved ny LRV vil ytterligere store områder tørrlegges. Maksimale tørrlagte områder etter ny LRV er beregnet til omkring 50% for Gjerdingen og Hakkloa og 70% for Helgeren. Produksjonspotensialet for bunndyr reduseres tilsvarende. Dersom reguleringen utnyttes maksimalt med maksimale fluktasjoner hvert år, vil bunnfaunaen ble sterkt redusert. Dette er typisk for vanlige vannkraftreguleringer (Faugli et al 1993). Dersom det blir lengre stabile perioder, ett til flere år, kan faunaen bygge seg opp tilnærmet en uregulert innsjø.

Den mest ugunstige situasjonen for bunnfaunaen vil derfor være at man i alle innsjøene hvert år utnytter maksimal reguleringshøyde. Dersom behovet for uttapping er lavere vil en moderat senkning i to innsjøer og en kraftig senkning i en innsjø være bedre enn noen mindre, men ødeleggende reguleringer i alle. Blant de tre innsjøene bør Gjerdingen være den innsjøen en tar mest hensyn til. Dette fordi den har en levedyktig bestand av kreps. En kraftig regulering i Helgeren vil gi langt større tørrlagte arealer med tilhørende skader på faunaen enn tilsvarende reguleringshøyde i Hakkloa. Konklusjonen blir derfor at dersom nytt LRV skal taes i bruk bør Hakkloa tappes først, dernest Helgeren og som siste mulighet Gjerdingen.

Kreps

Det finnes kreps i de fleste vannene i Nordmarka, men størrelsen av bestandene er lite kjent. For Gjerdingen selges det spesielle krepsekort, men for de andre to innsjøene er forekomstene trolig ikke spesielt store.

Ved henvendelser til Lunner kommune (Ingunn Juul Hansen) og OFA (Kristin Ohnstad) er det innhentet opplysninger om kreps i Gjerdingen:

Følgende grunneier/interessegrupper har fanget kreps i Gjerdingen i perioden 1990-1996: Løvenskiold Vækerø, Jevnaker Almanning, Lunner Almanning og OFA (Tabell 9). Alle disse har solgt krepsekort for Gjerdingen, men det fins ingen nøyaktige oppgaver over fangstene. Løvenskiold Vækerø mener de tar opp 60 - 70 kg kreps per år. Jevnaker- og Lunner Almenninger regner med at det fanges gjennomsnittlig 1.5 kg kreps per kort uten at de har kontrollert dette nærmere (Tabell 10). OFA's fiskelag i Gjerdingen krepset én natt i 1995, og to mann fikk i alt 25 kreps. OFA har fått noen rapporter om krepsefangster i 1996: 8 krepsekort resulterte til sammen i bare 61 kreps. Største fangsten var 22 stk. på ett kort. De fleste krepse som ble tatt opp (og satt ut igjen) var under minstemålet. På grunn av de små fangstene stoppet OFA salget av krepsekort ca 25. august for 1996. Jevnaker Almanning solgte ikke kort dette året. Tidligere år kunne et krepselag få opptil 300 kreps per natt ifølge OFA.

Tabell 9. Salg av krepsekort og estimert fangst av kreps i Gjerdingen i tiden 1990 - 1996. (LV = Løvenskiold Vækerø, JA = Jevnaker Almanning, LA = Lunner Almanning, OFA = Oslomarkas Fiskeadministrasjon.

År	Salg av krepsekort (Antall)				Estimert fangst av kreps (kg)				
	LV	JA	LA	OFA	LV	JA	LA	OFA	SUM
1990	0	0	20	0	65	0	30	0	95
1991	0	0	20	0	65	0	30	0	95
1992	0	63	20	0	65	95	30	0	190
1993	0	62	20	0	65	95	30	0	190
1994	0	56	20	0	65	85	30	0	180
1995	76	50	20	18	65	75	30	25	195
1996	0	0	20	12	65	0	30	3	98

For å vurdere forekomstene av kreps i alle tre sjøene ble det satt ut 25 teiner én natt i hvert av magasinene. Det ble ikke fanget kreps i Hakkloa eller Helgeren, mens det ble tatt 13 stykker i Gjerdingen (Tabell 9). Det vil si 1/2 kreps per teine. Dette er et lite utbytte tatt i betraktning at Gjerdingen har vært delvis unntatt fra krepsefangst i år. De fleste krepsene som ble tatt i prøvefangstene var hanner. Det er vanlig å fange en stor overvekt av hanner så sent på høsten (slutten av oktober). De få krepsene som ble fanget var heller ikke store, og bare 2 av 13 var større eller lik minstemålet på 9.5 cm (Tabell 10). Dette tyder vanligvis på at det har vært en høy beskatning av krepsen i år og /eller de siste årene. Krepsen i Gjerdingen blir også beskattet av mink, og under prøveinnsamlingen ble det flere steder langs strendene observert krepsrester etter mink.

Tabell 10. Lengder og kjønn av kreps fanget med 25 teiner i Gjerdingen 24-25/10 1996.

Hankreps lengder (cm):	9.5	9.0	8.6	8.5	8.5	8.4	8.4	8.0	7.7
Hunkreps lengder (cm):	10.4	8.8	8.7	7.4					

Ferskvannskrepsen vokser langsomt, og den lave vannstanden i sommer har utvilsomt redusert næringstilgangen. Tilveksten på krepsen har derfor vært enda mindre enn vanlig i 1996. Dette bekreftes også av fangststatistikkene (Tabell 9). Selv om fangsttallene er meget usikre, viser de en halvering av fangstene i forhold til de foregående fire årene.

Gjerdingen har tidligere vært tappet ned mot LRV, senest i 1972 og 1976. Krepsebestanden var trolig også kraftig redusert etter disse nedtappingene, og sannsynligvis tok det flere år før bestanden var oppe på tidligere nivå. Bestanden vil sikkert bygge seg opp igjen også etter nedtappingen i 1996. En midlertidig fredning av krepsen ett år eller to, avhengig av hvor raskt vannmagasinet fylles opp, vil være gunstig for raskere å kunne bygge opp bestanden igjen. Krepsen i Gjerdingen vil sannsynligvis også overleve en ytterligere nedtapping av vannstanden under nåværende LRV, men bestanden vil bli kraftig redusert. Det vil dermed ta adskillige år før bestanden er etablert på et nivå hvor det bør tillates krepsefangst. Etter nedtappinger av Gjerdingen, eventuelt under nåværende LRV, bør det i tillegg til fredning også settes i verk (felle-) fangst av mink for raskere å bygge opp krepsebestanden.

Fisk

Tidligere undersøkelser

Det finnes fem fiskearter i de tre innsjøene (Holtan og Kjellberg 1972). Disse er listet opp i Tabell 11. Ørret, røye, sik, abbor og ørekyt forekommer i alle sjøene. I tillegg er det tidligere fanget regnbueørret i Hakkloa og splake i Helgeren. Dette er en krysning mellom bekkerøye og kanadarøye som kan være meget lik kanadarøye.

Tabell 11. Fiskearter registrert i innsjømagasinene Gjerdingen, Hakkloa, og Helgeren. Tilstede +, tilstede i tynn bestand (+)(Holtan og Kjellberg 1972).

Fiskearter:	Ørret	Røye	Sik	Abbor	Ørekyt
<u>Innsjømagasin</u>					
Gjerdingen	+	(+)	+	+	+
Hakkloa	+	+	+	+	+
Helgeren	+	+	+	+	+

Intervjuer

Gjerdingen

Per Erik Holm (OFA lagleder) og Ivar Haga (garnfisker) har opplyst følgende om Gjerdingen: OFA-laget har konsentrert sitt fiskestellarbeid til de mindre innsjøene i nærheten av Gjerdingen, og lite er gjort i Gjerdingen de siste årene (etter 1992). Det er ikke satt ut ørret etter 1992. OFA-laget har ikke prøvefisket i innsjøen. Det er opplyst om stor forskjell i garnfangster fra 1995 til 1996 (Tabell 12). På 30 - 40 garnnetter med maskevidder mellom 20 - 40 mm ble det i årene før 1996 tatt omkring 40 ørret av fin kvalitet, 200 abbor av til dels bra størrelse, og 40 -50 brukbar sik. Det var ingen røye i fangstene. Tilsvarende fangster i 1996 var 1 ørret, "noen" abborer og "noe" sik. I 1996 ble det fanget 6-7 småkreps i garna. Det fins en del ørekyt langs land. Gjerdingen var også tappet ned mot LRV en gang på midten av 70-årene. Fiskebestandene har tydeligvis "kommet seg igjen" etter dette inngrepet.

Tabell 12. Fiskearter og kreps. Forekomster i innsjømagasinene Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren i følge intervjuer. Tett bestand ++, Vanlig tilstede +, tilstede i tynn bestand (+), enkeltfunn -. For Gjerdingen er opplysninger både for tidligere år og for 1996 vist: tidligere år/1996.

Fiskearter, kreps Innsjømagasin	Ørret	Røye	Sik	Abbor	Ørekyt	Kreps
Gjerdingen	+ / (+)	(+) / (+)	+ / +	++ / +	+ / +	+ / (+)
Hakkloa	+	++	++	(+)	++	-
Helgeren	+	+	+	+	+	-

Hakkloa

Knut Westgaard (OFA lagleder) og Arne Ødegård (garnrettigheter) har opplyst følgende om Hakkloa (Tabell 12): Ørretbestanden er god. Dette har sammenheng med utsettinger av énsomrig yngel, vanligvis årlig. Siste utsetting var i 1995 av 5000 stk. Det fanges årlig til dels stor ørret i Hakkloa. Røyebestanden antas for tiden å være for stor, og fisken er småvokst. Det fiskes sik på garn i innsjøen både ved øyene og i innløpsoset. Dette er sannsynlige gyteplasser for siken. Siken fanges senhøstes på grunt vann (fra 1 til 3-4 m og ned til 6-7 m i forhold til HRV). Det tas også en del røye i forbindelse med sikfisket. Siken er av brukbar kvalitet, og størrelsen de tar på 27-28 mm garn er 3-4 på kiloen. Abbor er det mindre av enn tidligere. Bestanden ble redusert av OFA for noen år siden. Ørekyte er det sett spesielt mye av de siste årene. Tidligere år ble det tatt én og annen regnbueørret. Det fins lite kreps i Hakkloa. Den fanges sjelden eller aldri på garn.

Helgeren

Lars Krokedal Larsen (OFA lagleder) og Gunnar Løkken (garnrettigheter) har opplyst følgende om Helgeren: OFA har ikke foretatt uttynning av abbor, sik eller andre fiskebestandene de senere årene. Det settes ut ørret med ujevne mellomrom. I 1995 ble det satt ut 2000 stk énsomrig fisk. Ørretbestanden blir betegnet som brukbar, og det blir årlig tatt fisk på inntil 3 kg. Det fins også en del røye, de fleste er småvokste men enkelte større fisk forekommer. Sikbestanden er muligens noe avtagende, men kvaliteten og størrelsen på fisken har blitt bedret (3 eller færre fisk på kiloen fanget på 35 - 40 mm garn). Siken gyter langs land på grunt vann fra 1 til 3-4 m dyp uavhengig av vannstanden. Gytetiden er vanligvis i siste halvdel av oktober Det er også en del abbor og ørekyt i vannet, men ikke i noen voldsomme mengder (Tabell 12). Det ble fanget to kanadarøyer eller splake (krysning mellom

bekkerøye og kanadarøye) for noen år siden. Årlig garnfiske i Helgeren varierer mellom 30 og 40 garnnetter, og det fiskes med 35 - 40 mm garn. Det er lite kreps i innsjøen, og det er ikke tatt kreps på garn.

Prøvefiske

Ved prøvefisket 22 - 25 oktober 1996 ble det tatt følgende fangster i magasinene (Tabell 13)

Tabell 13. Fisk fanget i én prøvegarnserie og kreps tatt i 25 teiner i innsjømagasinene Gjerdingen, Hakkloa, og Helgeren.

Fiskearter, kreps Innsjømagasin	Ørret	Røye	Sik	Abbor	Ørekyt	Kreps
Gjerdingen	7	34	23	12	7	13
Hakkloa	21	0	4	3	0	0
Helgeren	6	11	19	16	10	0

Sammenligning av fiskeforekomster i prøvefisket med intervjuer og litteratur (Holtan og Kjellberg 1972) viser en del likheter og en del uoverensstemmelser. Litteraturen er såpass gammel at det er forventet endringer i noen av fiskebestandene over så lang tid (24 år). Det var imidlertid god/brukbar overensstemmelse mellom resultatene fra prøvefisket og opplysningene fra intervjuer angående fiskebestandene i de tre magasinene med noen unntak (Tabell 11, 12 og 13).

Ørret ble fanget i alle tre innsjøene, men de fleste og største og de med best kondisjon og kjøttfarge ble tatt i Hakkloa. Gjerdingen ble opplyst å ha en redusert ørretbestand. Dette er i overensstemmelse med prøvefisket, men Helgeren skulle hatt en bedre ørretbestand i følge intervjuene.

For røye var det større uoverensstemmelser mellom prøvefisket og litteratur/intervjuer. Gjerdingen skulle ha en tynn bestand ifølge både litteratur og intervjuer, mens prøvefisket viste en god bestand. Intervju-opplysningene var mye basert på garn med maskevidder 20 - 40 mm. De fleste røyene vi fanget i prøvegarnserien ville ikke bli tatt med disse maskeviddene, og de er derfor trolig blitt oversett. Hakkloa skulle ifølge intervjuene ha en stor bestand av røye, mens vi ikke fikk noen i prøvefisket. Dette tyder i alle fall på at bestanden ikke er spesielt stor. Sent på høsten 1996 ble det imidlertid tatt en del røye på de samme plassene vi prøvefisket tidligere (Arne Ødegård pers. medd.). For røyebestanden i Helgeren var det overensstemmelse mellom litteratur, intervju og prøvefiske. Bestanden var god.

For sik var det god overensstemmelse mellom tidligere informasjoner og prøvefisket for Gjerdingen og Helgeren. Hakkloa skulle ha en tett bestand ifølge intervjuer, mens vi fikk bare noen få sik i prøvegarnserien. Et sikfiske senere på høsten resulterte i noe mer sik på gyteplassene (Arne Ødegård pers. medd.).

Det var gode overensstemmelser mellom litteratur, intervjuer og prøvefiske for abbor i alle tre magasinene.

Ørekyt er vanligvis lite aktiv så sent på høsten. Med unntak av de største individene (> 10 cm) fanges den heller ikke særlig godt på garn. Fangstene av ørekyt i prøvefisket bør derfor ikke tillegges annen oppmerksomhet enn at det både i Gjerdingen og Helgeren er så mye ørekyt at de fanges på garn sent på høsten.

Gyteforholdene for alle fiskeartene blir drastisk forverret ved reguleringer. Elvegytende arter som spesielt ørret, men også delvis sik 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 OFA's anlegg i Sørkedalen. De øvrige fiskeartene (Tabell 11) er hovedsakelig innsjøgytere. Røye og sik gyter på høsten mens abbor og ørekyt er vårgytere. Ved nedtappinger og tørrlegging av gyteområder gjennom vinter/vår blir derfor røye og sik skadelidende, mens en nedtapping senere på våren i en periode etter isgangen vil kunne redusere bestandene av ørekyt og abbor. Ut fra mat- og sportsfiskehensyn kan dette være gunstig med hensyn til ørekyt, men ikke alltid like ønskelig for abbor.

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 regulerings høyden over 8-10 m er det meste av strandsonen ødelagt med hensyn til produksjon av planter, bunndyr og fisk (Faugli, Erlandsen og Eikenes 1993).

Alle tre magasinene er regulert i varierende grad i dag (Tabell 1). En senking av vannstanden om vinteren eller tidlig på våren etter nåværende reglement vil redusere gytesuksessen for alle innsjøgytende fiskearter. Virkninger av en senking i vinterhalvåret etter gytingen med 3 - 4 m vil i alle fall eliminere reproduksjonen for sik i Helgeren og Hakkloa disse årene. Dette er trolig også tilfelle for Gjerdingen. Siken lever og gyter imidlertid i flere år, slik at selv om reproduksjonen enkelte år blir mislykket behøver dette nødvendigvis ikke få katastrofale følger for bestanden.

Det er begrensede gytemuligheter for ørret i de aktuelle magasinene. Utløpselvene fra alle tre innsjøene er alle stengt av demninger, og for Hakkloa og Helgeren er de største innløpene også regulert. Gjerdingen har bare små tilløpsbekker som er lite egnet for ørret. Det settes imidlertid årlig ut store mengder ørretyngel fra OFA's anlegg i Sørkedalen i de fleste magasinene, men i Gjerdingen er det ikke satt ut ørret etter 1991. Det ble likevel under prøvefisket tatt ørret som var både 2, 3 og 4 somrer gammel. Gyting av ørret i strandsonen med vellykket oppvekst av yngel er tenkelig her både på grunn av strender med mye grus og stein, og med hensyn til små vannstandsvariasjoner de siste årene før 1995/96 (Fig. 7).

Alderssammensetningen for sik i forhold til fiskelengder i Gjerdingen og Helgeren er vist i Fig. 16. I Hakkloa ble det bare fanget fire sik, to var 5 år og to var 6 år. Helgeren hadde kanskje noe bedre tilvekst enn Gjerdingen, men lengdefordelingen i forhold til alder synes ganske lik i alle tre innsjøene. Det er generelt god tilvekst på siken i disse tre magasinene. I Gjerdingen ble det fanget 5 årsklasser, i Helgeren 4 årsklasser, og i Hakkloa bare 2. Dette kan sees i sammenheng med vannstandsvariasjonene gjennom vinterhalvåret for de tre magasinene (Fig. 7, 8, 9), hvor Gjerdingen og Helgeren har variert minst siden 1990, mens Hakkloa har hatt de største variasjonene. Små vannstandsvariasjoner gjennom vinter/vår sikrer at sikroga ikke fryser inne eller tørker ut.

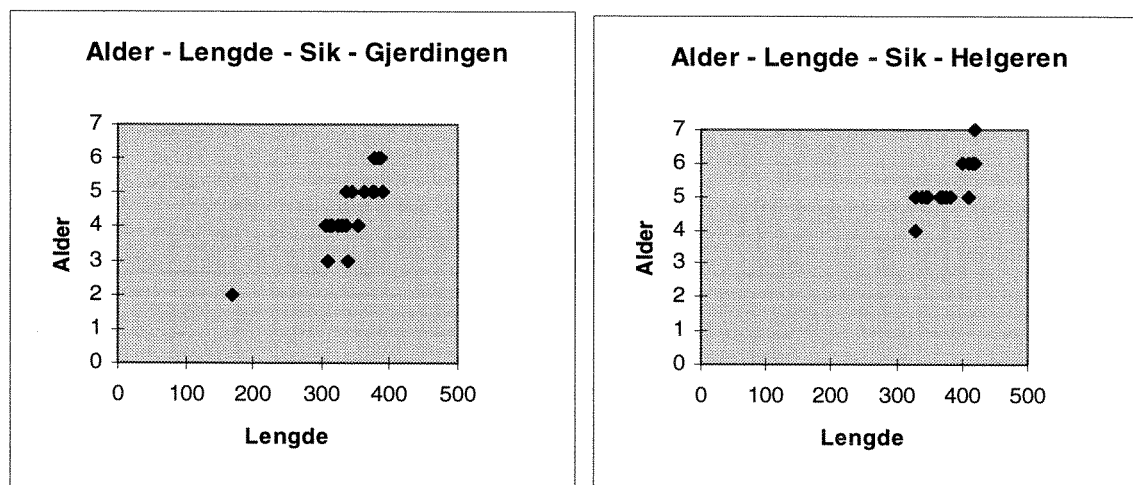


Fig. 16. Aldersfordeling av sik i forhold til fiskelengde i henholdsvis Gjerdingen og Helgeren.

Kondisjonsfaktoren (K-faktor) til fisk forteller mye om de generelle forholdene en fiskebestand lever under. K-faktoren regnes ut etter en formel: Fiskevekt (g) x 100 / Fiskelengde³ (cm). K-faktoren varierer bl.a. med kroppsformen på ulike fiskearter, slik at sammenligninger mellom forskjellige arter er vanskelig. Derimot er den godt egnet til å sammenligne samme fiskeart i forskjellige innsjøer. K-faktoren for ørret, røye, sik og abbor er vist for de tre magasinene i Tabell 14. K-faktoren for ørret er ikke særlig høy i de tre magasinene. En brukbar K-faktor for ørret er 1.0. Over 1.0 er fisken i godt hold, mens jo lavere K-faktoren er under 1.0, jo margrere er fisken. For alle fiskeartene, unntatt røye, er K-faktor lavere i Gjerdingen enn i de andre to magasinene. Dette indikerer at næringstilgangen til de fiskebestandene som er tilstede i Gjerdingen er dårligere sammenlignet med de to andre magasinene.

Tabell 14. Kondisjonsfaktorer for ørret, røye, sik og abbor i Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren høsten 1996.

Arter:	Ørret	Røye	Sik	Abbor
Innsjømagasin				
Gjerdingen	0.85	0.77	0.78	0.94
Hakkloa	0.89		0.84	1.08
Helgeren	0.87	0.70	0.83	1.09

De fiskeartene vi finner i de tre innsjøene lever hovedsakelig av bunndyr (ørret, abbor og ørekyt) og dyreplankton (røye, sik). De aller fleste av disse fiskeartene kan også livnære seg av bare bunndyr eller bare dyreplankton når forholdene ligger til rette for det. Ørekyt tar også noe plantekost.

Fiskearter som tradisjonelt søker næring i fri vannmasser, røye og sik, 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 og sik, kan derfor bli favorisert sammenlignet med de bunndyrspisende artene. Ut fra mat- og sportsfiskehensyn kan dette være gunstig både for sik og røye.

Ifølge prøvofisken har Hakkloa den største ørretstammen men de minste bestandene av de andre fiskeartene i disse tre magasinene (Tabell 13). Ørreten settes ut og er dermed ikke avhengig av gyting/gyteforholdene. De andre fiskeartene i Hakkloa, som alle er innsjøgytere, har trolig blitt holdt

nede av de større vannstandsvariasjonene (Fig. 5, 8) som har tørrlagt rogn og dermed hindret vellykket gyting/rekruttering de fleste årene for spesielt sik og røye og abbor. Fordi disse fiskebestandene har vært holdt nede har den utsatte ørreten kunnet utnytte næringsgrunnlaget (bunndyr) med mindre konkurranse fra de andre fiskeartene.

Hakkloa er det magasinet av tre undersøkte som har hatt de største variasjonene i vannstandene de senere årene. Det er også her vi ser de største effekten på fiskebestandene. Manøvreringsreglementet har vært mindre benyttet i Helgeren, og de minste vannstandsvariasjonene finner vi i Gjerdingen. I Gjerdingen synes fiskebestanden også å være minst påvirket. Gjerdingen har i tillegg en krepsebestand det er viktig å bevare. Dersom vi skulle prioritere rekkefølgen på ytterligere nedtapping av disse tre magasinene på bakgrunn av kreps og fisk ville vi anbefale å begynne med Hakkloa, deretter Helgeren, og spare Gjerdingen til sist.

En ytterligere reduksjon av vannstanden under LRV vil åpenbart redusere levemulighetene for de fiskebestandene som er tilstede i magasinene. En ytterligere nedtapping i vinterhalvåret vil eliminere rekrutteringen av sik og røye (og trolig ørret i Gjerdingen). Ved en rask oppfylling til "normal" vannstand på vårparten, vil de direkte skadevirkningene på fisken bli begrenset.

Ytterligere nedtappinger i sommerhalvåret vil medføre vesentlig større skadevirkninger. En betydelig redusert næringstilgang (av bunndyr) vil resultere i betydelig redusert vekst i en årstid hvor fisken tar til seg hovedtyngden av føden. Fisk som har gytt på høsten er i spesielt dårlig forfatning på våren, og redusert næringstilgang vil trolig medføre en viss fiskedød. De negative effektene av en redusert vannstand vil øke med varigheten av lavvannstanden. Det er imidlertid ikke ventet at noen av fiskeartene som er tilstede vil dø ut i noen av magasinene. Dersom en laveste ny vannstand opprettholdes over to eller flere år kan man vente at fiskebestandene vil bli redusert i minst samme omfang som tørrlagte strandsoneområdene (Tabell 2.). Det vil si at Gjerdingen og Hakkloa får halvert sine fiskebestander, mens 70 % av fisken i Helgeren forsvinner i forhold til en vannstand tilnærmet HRV. Dersom vi sammenholder fiskebestandene med de aktuelle vannstandene de senere årene (1990 - 1995) vil fiskebestander i Gjerdingen og Hakkloa reduseres med størrelsesorden 40 %, og Helgeren med omkring 60 %. Dette vil imidlertid slå forskjellig ut for de ulike fiskeartene, og det vil gå hardest ut over de typisk strandlevende artene som ørret, ørekyt og abbor. Sik og røye vil ventelig klare seg noe bedre.

En rehabilitering av fiskebestandene både med hensyn til bestandsstørrelse og størrelse på fisk som er akseptabel som sportsfisk og matfisk vil ta flere år etter en kraftig nedtapping under LRV, (minst 4-5 år), samtidig som det forutsetter at gyteforholdene blir brukbare de første årene etter nedtappingen. Det vil bl.a. si at vannstandsvariasjonene ikke må være særlig store gjennom vinteren og våren (november - mai).

De tre magasinene Gjerdingen, Hakkloa og Helgeren har nåværende manøvreringsreglementer på mellom 7 og 10 m. Det var derfor ventet at de allerede hadde så store skader at ytterligere reguleringer til 14 - 18 m ikke skulle medføre vesentlige forverring av produksjonsforholdene (Lien og medarb. 1996a, 1996b). Det nåværende manøvreringsreglementet har imidlertid ikke vært benyttet fullt ut, slik at de større skadene vi antok allerede var påført innsjøene p.g.a. store reguleringshøyder, var ikke tilstede. Ytterligere nedtappinger under tillatte LRV vil derfor medføre vesentlige forverring av leveforholdene for fisk sammenlignet med det vi finner i vår undersøkelse. Spesielt gjelder dette Helgeren og Gjerdingen, men også i betydelig grad for Hakkloa.

Referanser

- 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
- Henriksen, A. og Andersen, S., 1982: Forsuringssituasjonen i Oslomarkas vann. Acid Rain Research Rapport 2/1982. Norsk institutt for vannforskning. F-80408.
- 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.
- Lien, L., Stabbetorp, O. og Rørslett, B., 1996a: Miljøkonsekvenser av midlertidig nedtapping under LRV i noen av Oslos drikkevannsmagasiner. Norsk institutt for vannforskning. Rapport LNR 3495-96.
- Lien, L., Rørslett, B. og Stabbetorp, O., 1996b: Miljøkonsekvenser av midlertidig nedtapping under LRV i noen av Oslos drikkevannsmagasiner. Fase II. Norsk institutt for vannforskning. Rapport LNR 3501-96.

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 3609-97

ISBN 82-577-3164-1