



O-94086

Endringer i
manøvreringsreglement
for Bjørkelangen,
Fosser dam

Konsekvensvurdering
for virkninger på vannkvalitet
og biologiske forhold

NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-94086	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3089	

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: Endringer i manøvreringsreglement for Bjørkelangen, Fosser Dam. Konsekvensvurdering for virkninger på vannkvalitet og biologiske forhold.	Dato:	Trykket:
	20.06.94	NIVA 1994
Forfatter(e): Stein W. Johansen Magne Grande	Faggruppe:	
	Vassdragsregulering	
	Geografisk område:	
	Akershus og Østfold	
	Antall sider:	Opplag:
	21	25

Oppdragsgiver: Bjørkelangen Senkning	Oppdragsg. ref.: Narve Dahl
---	--------------------------------

Ekstrakt:

Det er utført en konsekvensanalyse for virkninger på vannkvalitet og biologiske forhold i forbindelse med forslag om endringer i manøvreringsreglement for Bjørkelangen. Forslaget innebærer en utvidelse av HRV sommer til å gjelde perioden 1.mars til 1.desember mot før 14.april til 15.oktober. Forslaget innebærer en noe lavere middelvannstand i innsjøen, mens medianvannstand antas å bli mindre påvirket. Ut fra foreliggende datamateriale om forholdene i innsjøen, er det konkludert med at den foreslåtte endringen bare vil ha små konsekvenser på både vannkvaliteten og de biologiske forhold. Dagens forhold omkring tilgroing i innsjøen er imidlertid for dårlig kartlagt til å kunne gi en god vurdering av fremtidig utvikling.

4 emneord, norske

1. Bjørkelangen
2. Regulering
3. Vannkvalitet
4. Vannvegetasjon og fisk

4 emneord, engelske

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.

Prosjektleder

Stein W. Johansen

Stein W. Johansen

For administrasjonen

Dag Berge

Dag Berge

ISBN82-577-2568-4

**NORSK INSTITUTT FOR VANNFORSKING
OSLO**

O-94086

**Endringer i manøvreringsreglement for
Bjørkelangen, Fosser dam
Konsekvensvurdering for virkninger på
vannkvalitet og biologiske forhold**

OSLO, 20.06.94

Saksbehandler: STEIN W. JOHANSEN
Medarbeider: Magne Grande

Forord

Etter henvendelse fra Bjørkelangen Senkning i januar, ble det utarbeidet et kostnads- og programforslag for vurdering av virkninger på vannkvalitet og biologiske forhold i forbindelse med forslag om endring i manøvreringsreglementet for Bjørkelangen, Fosser Dam. Dette ble oversent i brev av 14.februar 1994. I brev av 23.mars ble bestillingen av vurderingsrapporten bekreftet.

På NIVA har Stein W. Johansen vært prosjektleder og sammen med Magne Grande forfattet rapporten. Til konsekvensvurderingen er det ikke gjort nye undersøkelser eller registreringer i felt. Kun allerede eksisterende publisert materiale er benyttet.

NIVA, juni 1994

Stein W. Johansen

Innhold

Forord	1
1. Innledning.....	4
2. Tidligere undersøkelser i Bjørkelangen	4
3. Problemstilling	5
4. Lokaltetsbeskrivelse og bakgrunnsdata.....	5
4.1. Innsjøen Bjørkelangen og nedbørfeltet	5
4.2. Hydrologiske forhold.....	7
4.3. Isforhold.....	9
4.4. Fysisk/kjemisk vannkvalitet	10
4.5. Biologiske forhold	12
5. Konsekvensvurderinger.....	13
5.1. Virkning på vannkvalitet og algemengde	13
5.2. Virkning på fisk	16
5.3. Virkning på vannvegetasjon	19
6. Referanser.....	20

Sammendrag og konklusjon

Det er utført en konsekvensvurdering av virkninger på vannkvalitet og biologiske forhold som følge av et eventuelt nytt manøvreringsreglement for Bjørkelangen. Vurderingene er gjort ut fra eksisterende data og informasjon om Haldensvassdraget og Bjørkelangen.

Forslag til nytt manøvreringsreglement går ut på å beholde LRV på kote 117.8 hele året som før, men endre HRV vintervannstand kote 119.16 til å gjelde perioden 1.desember til 1.mars mot før 15.oktober t.o.m. 13.april. Endringen medfører en forlengelse av HRV sommervannstand kote 118.36 med 3 mnd.

Konsekvenser for vannkvalitet og mengde:

Den fysiske kjemiske vannkvaliteten vil trolig ikke bli berørt i særlig grad av den foreslåtte endring i senkningen. Nivåene for fosfor og nitrogen vil trolig fortsatt variere innenfor de nivåer en har observert de senere år. Følgelig vil grunnlaget for algeproduksjonen være tilnærmet uendret.

I år med spesielle klimatiske forhold vil det kunne oppstå perioder med øket oksygenvinn mot slutten av isperioden. Dette kan ha uheldige konsekvenser for fiskebestanden. En kan også i spesielle tilfeller regne med perioder om høsten med øket resuspensjon og grumset vann.

Konsekvenser for vannvegetasjon og tilgroing:

Forslaget til utvidet senkning vil medføre en teoretisk gjennomsnittlig senkning av HRV på ca. 20 cm. Middelvannstanden i Bjørkelangen vil derfor bli noe lavere enn dagens nivå, mens medianvannstanden vil påvirkes i mindre grad. Disse forhold vil kunne medføre at helofyttvegetasjonen, dominert av elvesnelle, tåkrør og sjøsivaks, teoretisk vil kunne øke noe i utbredelse og føre til økt tilgroing. Omfanget er imidlertid vanskelig å forutsi, da dagens situasjon med tilgroingsprosesser ikke er tilstrekkelig dokumentert og kartlagt.

Konsekvenser for fisk:

Den foreslåtte endring i senkningen av Bjørkelangen i vinterhalvåret vil neppe få særlig store konsekvenser for fiskebestanden i innsjøen. I den grad en vil få effekter forventes disse i hovedsak å være negative. Fiskebestanden i Bjørkelangen vil få en ytterligere dominans av karpefisk som mort, flire, brasme og laue. Dette er arter som er ansett som mindre verdifulle som sports- og matfisk enn f.eks. abbor og gjedde.

1. Innledning

Bjørkelangen ligger øverst i Haldenvassdraget i fylkene Akershus og Østfold. Sjøen ble tidlig regulert i samband med tømmerfløting, møllebruk og kraftproduksjon. I 1890-årene og 1920-årene ble omfattende reguleringer iverksatt av Halden Hovedvassdrags Brukseierforening, noe som medførte en magasinkapasitet på 136 mill. m³ i hovedvassdraget. Bjørkelangen utgjør 4.85 mill m³ av dette og er følgelig en liten regulering i kraftsammenheng. Senkningen av Bjørkelangen inklusive ombygging/senking av Fosser dam for å redusere flomskader m.v. på tilgrensende jordbruksareal, ble gjennomført i 1940-årene og det ble utarbeidet et manøvreringsreglement som skulle ivareta den tids bruksinteresser i sjøen. De virksomheter som var dammens formål (fløting, sag, mølle m.v.) er nå opphørt. Bortfall av bruk av driftsvann og delvis permanent stenging av innløp/gjennomløp for disse virksomheter, har medført en noe redusert flomdempende virkning i Bjørkelangen.

Oversvømmelse av arealer rundt Bjørkelangen medfører i dag store ulemper for jordbruk og bebyggelse samt bidrar til forurensningen av vassdraget. For å øke den flomdempende virkning i Bjørkelangen er det derfor foreslått endring av manøvreringsreglementet med å forlenge perioden med regulert sommervannstand til å gjelde perioden 01.03-01.12 mot dagens 14.04-14.10. NVE har vurdert konsekvensene av forslaget og konkludert med en bedret situasjon vår og høst, spesielt for mindre og midlere flommer. Forslaget til utvidet sommerregulering vil bedre flomforholdene rundt Bjørkelangen uten skadevirkninger for den nedenforliggende del av vassdraget.

NIVA er i denne anledning bedt om å gi en konsekvensvurdering på vannkvalitet og biologiske forhold basert på eksisterende data. Bjørkelangen må i dag karakteriseres som en sterkt eutrof innsjø med en relativt stor belastning av næringsstoffer og erosjonsmateriale. Videre er det årlige oppblomstringer av blågrønnalger i sjøen. Bjørkelangen er i dag med i Statlig program for forurensningsovervåking, slik at vannkvaliteten er godt dokumentert.

2. Tidligere undersøkelser i Bjørkelangen

Bjørkelangen har tidligere vært med i en rekke undersøkelser og det eksisterer en god del data spesielt på vannkvalitet. I dette avsnitt nevnes noen av de viktigste undersøkelsene hvor det er hentet data fra til konsekvensvurderingen.

Det ble gjort en hovedfagsoppgave i limnologi i Bjørkelangen i 1962-1963 (Duklæt 1964). Etter ønske fra Haldenvassdragets Vassdragsforbund ble det igangsatt undersøkelser for å få økt innsikt i Haldenvassdragets prosesser og forståelse av forurensningens virkninger. Undersøkelsene pågikk i perioden 1975-1981 og er oppsummert i Skulberg og Kotai (1982). I 1980 kom Haldenvassdraget med i Statlig program for forurensningsovervåking (Skulberg og Kotai 1981,1982b). Bjørkelangen var med i en landsomfattende eutrofiundersøkelse i 1988 i regi av SFT (Faafeng m.fl. 1990). I 1989 ble det på oppdrag fra helsetjenesten i Akershus og Østfold gjort en undersøkelse omkring giftproduserende blågrønnalger i Haldenvassdraget (Skulberg og Kotai 1990). I 1989 ble også Landbruksprosjektet i Haldenvassdraget igangsatt (Larsen og Løvstad 1992). I 1992 var Bjørkelangen prioritert som testsjø for vassdragssimulatoren (Tjomsland 1994). Bjørkelangen inngår i dag i den mer rutinemessige overvåkingen av vannkvaliteten i Haldenvassdraget i regi av Fylkesmannens Miljøvernavdeling i Østfold.

Fiskeforhold i Bjørkelangen og tilløp er beskrevet bl.a. av Vøllestad (1983a,b, 1984, 1985a,b og 1992), Vøllestad et al. (1986), Brabrand (1993), Larsen og Løvstad (1992).

3. Problemstilling

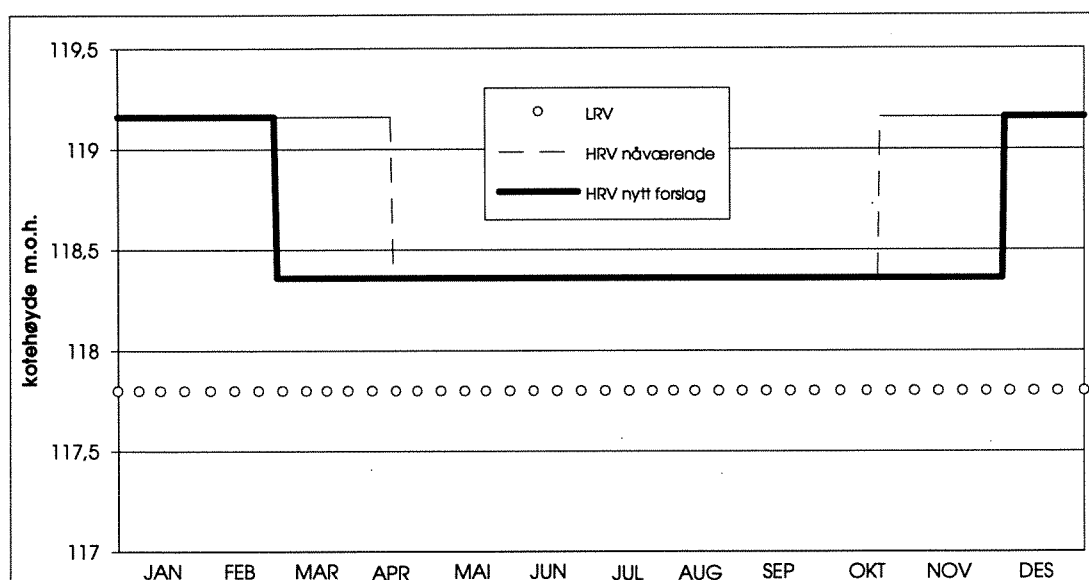
Senkningen av Bjørkelangen for å redusere flomskader m.v. ble gjennomført i 1940-årene i samsvar med NVE's planer av 17.06.1938 og 25.10.1941. Regler for manøvrering av Fosser dam ble nedtegnet 08.03.1960 og er å betrakte som gjeldende manøvreringsreglement. Hovedtrekkene i dette reglementet er som følger:

LRV skal være kote 117.80 m.o.h. hele året

HRV skal være kote 118.36 m.o.h. i tiden 14.04 - 14.10 (regulert sommervannstand)

HRV skal være kote 119.16 m.o.h. i tiden 15.10 - 13.04 (regulert vintervannstand)

Bjørkelangen Senkning ønsker å endre dette reglementet slik at HRV regulert sommervannstand skal utvides til å gjelde perioden 01.03 - 01.12. Dette betyr i praksis en utvidelse av senkningen med 1.5 mnd. både vår og høst, en total forlengelse av HRV regulert sommervannstand på ca. 3 mnd. Forholdet er forsøkt illustrert i figur 1.



Figur 1. Skisse av eksisterende og forslag til nytt manøvreringsreglement for Bjørkelangen.

4. Lokalitetsbeskrivelse og bakgrunnsdata

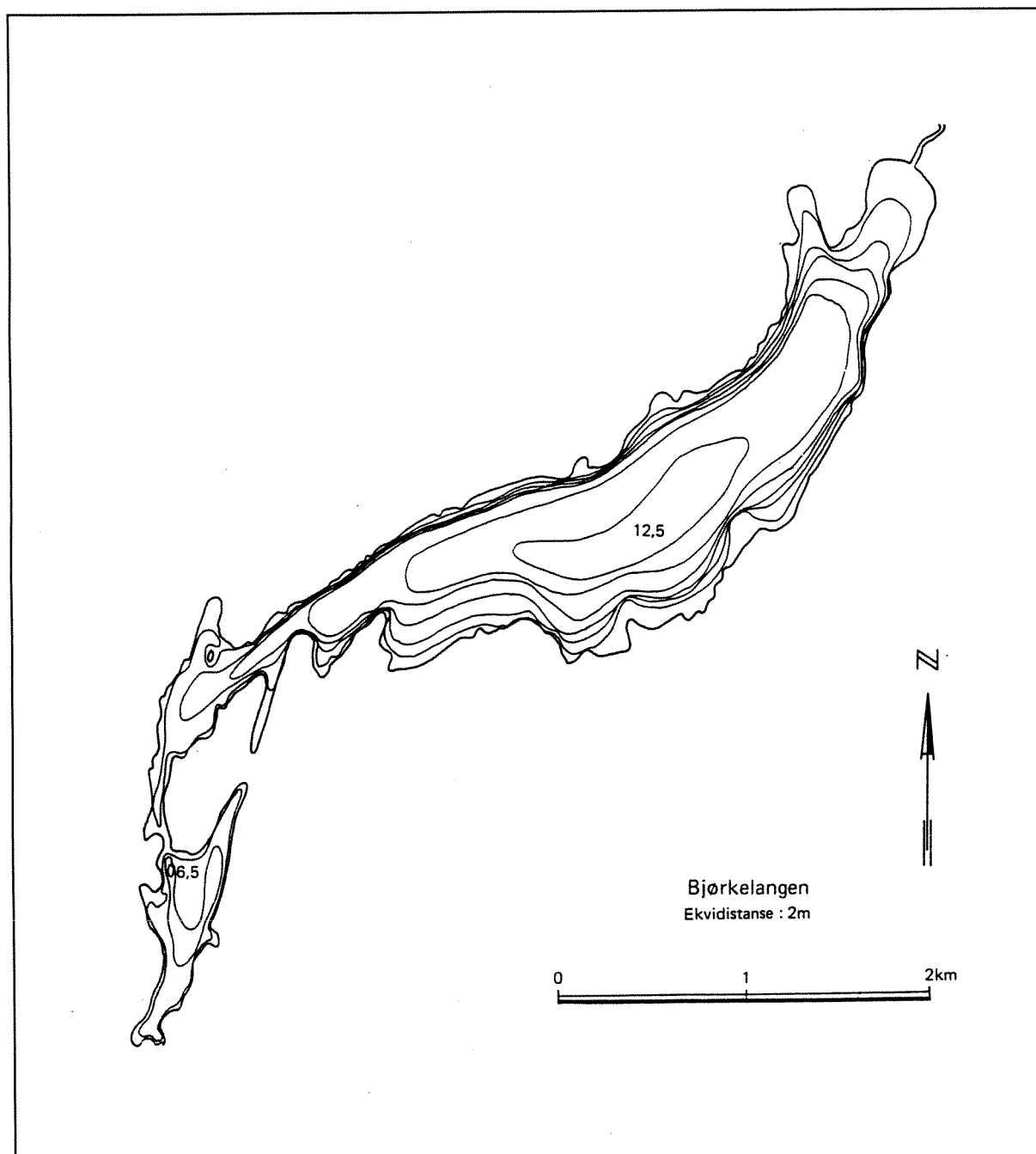
4.1. Innsjøen Bjørkelangen og nedbørfeltet

Bjørkelangen er en relativt liten og grunn innsjø 124 m.o.h. øverst i Haldenvassdraget med et overflateareal på 3,3 km² og middeldyp på 7m (figur 2). Innsjøen har gruntområder i innløpsområdet i nord og ved utløpet i sør. Morfometriske og geografiske data for innsjøen er satt opp i tabell 1.

Av et nedbørfelt på ca. 278 km² er ca 5% vannareal, 75% skog og 20% jordbruksareal. Det bor ca. 7000 personer i nedbørfeltet hvorav ca. 63% er tilknyttet kommunalt renseanlegg og resten tilhører spredt bebyggelse. Det er lite industri i Bjørkelangens nedbørfelt. Hovedkildene til forurensningene blir med det landbruk, husholdningskloakk og naturlig erosjon (Larsen og Løvstad 1992).

Tabell 1. Morfometriske og geografiske data for Bjørkelangen (Skulberg og Kotai 1982).

Overflateareal km ²	3,3
Volum 10 ⁶ m ³	25
Middeldyp m	7
Største dyp m	12,5
Reguleringshøyde m	1,36
Teoretisk oppholdstid år	0,25
Nedbørfelt innløp km ²	227,7
Nedbørfelt utløp km ²	277,9
Spesifikk avrenning l/s/km ²	15,3



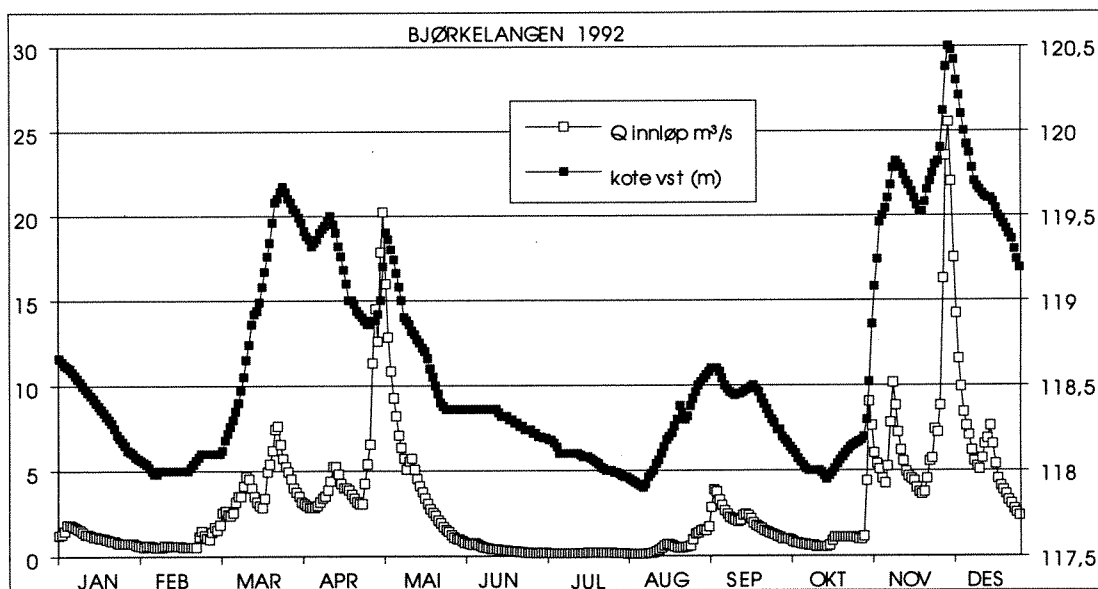
Figur 2. Dybdekart over Bjørkelangen etter Skulberg og Kotai (1982).

4.2. Hydrologiske forhold

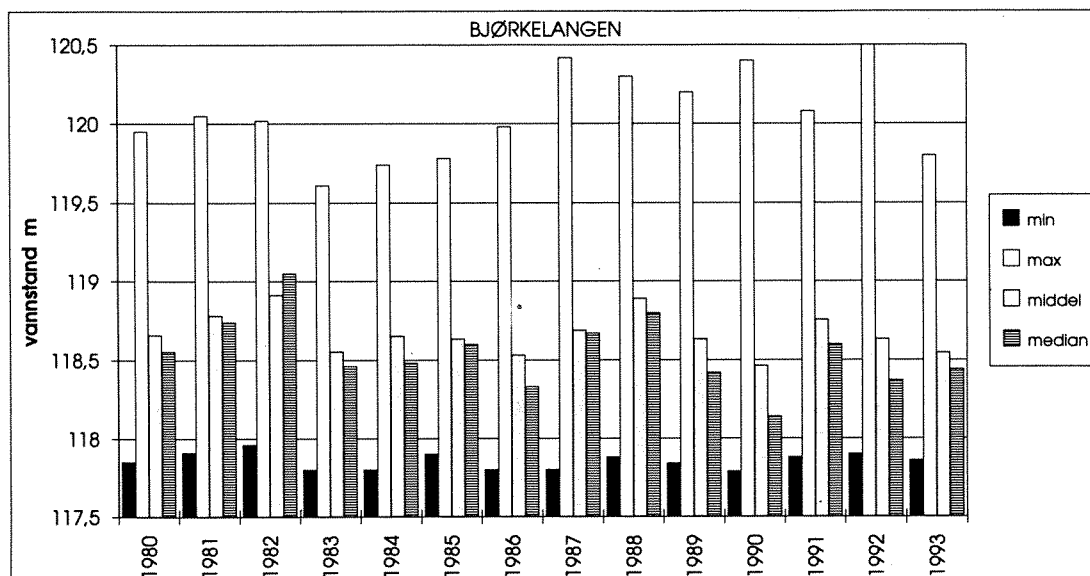
Bjørkelangen ligger i et område med spesifikk avrenning 14-16 l/s/km². Midlere årlig avløp er beregnet til ca. 128 mill. m³, tilsvarende middelvanntføring på 4.1 m³/s. Vannstanden i Bjørkelangen måles daglig ved VM 2216-0 som har vært i drift siden 1944. Figur 3 viser eksempel på vannstandsvariasjon i Bjørkelangen i 1992 og simulert årlig vannføring inn i Bjørkelangen basert på VM2305 Magnor og en skaleringsfaktor på 0.902 (Tjomsland 1994). Av kurven fremgår en typisk manøvrering av innsjøen med en gradvis nedtapping om vinteren kombinert med lite tilsig, deretter en økning i vannstand og gjennomstrømning i forbindelse med snøsmelting og vårflo. Magasinet tappes gradvis ned igjen utover sommeren og vekstsesongen og fylles opp i forbindelse med høsten og økte nedbørmengder.

I figur 4 er satt opp statistikk over aktuell vannstand i Bjørkelangen i perioden 1980-1993. Året 1992 hadde høyeste vannstand (kote 120.5) i denne perioden, et resultat av en større høstflo. Laveste vannstand kommer ned mot LRV hvert år, mens middelvannstand ligger noe over medianvannstand som har variert mellom kote 118.14 i 1990 til 119.05 i 1982. Total vannstandsvariasjon i samme periode har vært på hele 2.71 m.

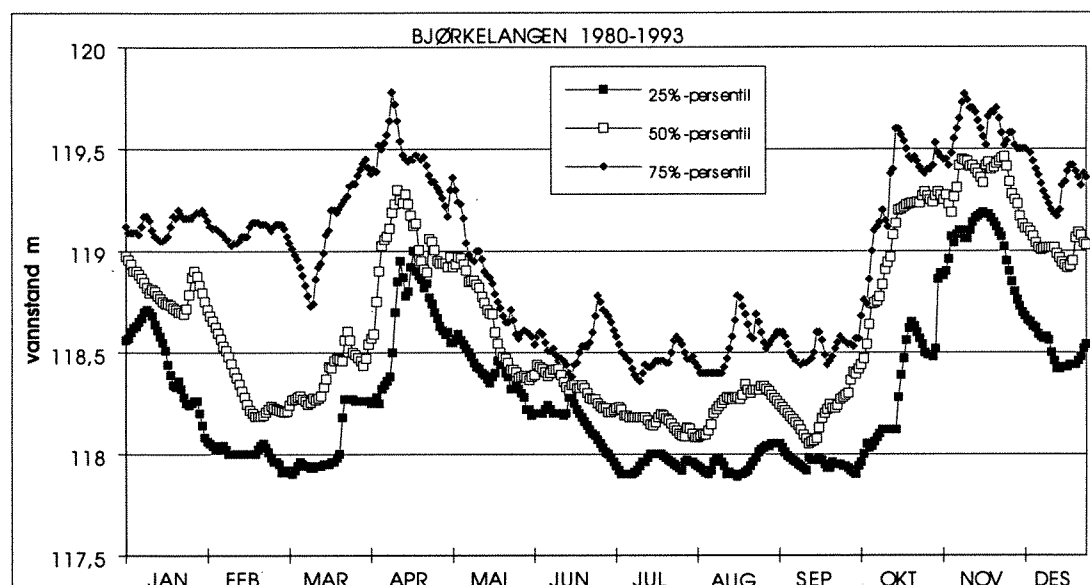
I figur 5 er satt opp persentilplott for vannstanden i Bjørkelangen i årene 1980-1993. Kurvene viser at magasinet stort sett har fulgt det skisserte mønster nevnt ovenfor for året 1992 og at magasinet har regelmessige fyllingsperioder om våren og høsten og tappingsperioder om vinteren og sommeren.



Figur 3. Vannstand i Bjørkelangen i 1992 målt ved VM2216-0 og simulert vannføring inn i Bjørkelangen basert på VM2305 Magnor og en skaleringsfaktor på 0.902.



Figur 4. Vannstand i Bjørkelangen i årene 1980-1993.



Figur 5. Vannstandsvariasjon i Bjørkelangen gjennom året. Persentilplott for årene 1980-1992.

Bjørkelangen er i dag å betrakte som en regulert innsjø med et magasinvolum på 4.85 mill.m³ om vinteren (HRV 119.16) og 1.95 mill.m³ om sommeren (HRV 118.36). Total reguleringshøyde er 1.36m (LRV 117.80).

NVE har gjort beregninger/simuleringer over effekter av det nye forslaget til manøvreringsreglement med utvidet sommerregulering i perioden 01.03-30.11 og vinterregulering i perioden 01.12-28.02. Det ble simulert døgnvannføringer i forhold til observert vannstand ved VM2216-0 Bjørkelangen for perioden 1963-1988. Resultatet av den undersøkelsen viste at den nye reguleringen ville ha medført noe økning av vannføringene og noe demping av vannstandene i Bjørkelangen i periodene 01.03-14.04 og 15.10-01.12. I mellom-periodene ville vannstander og vannføringer være

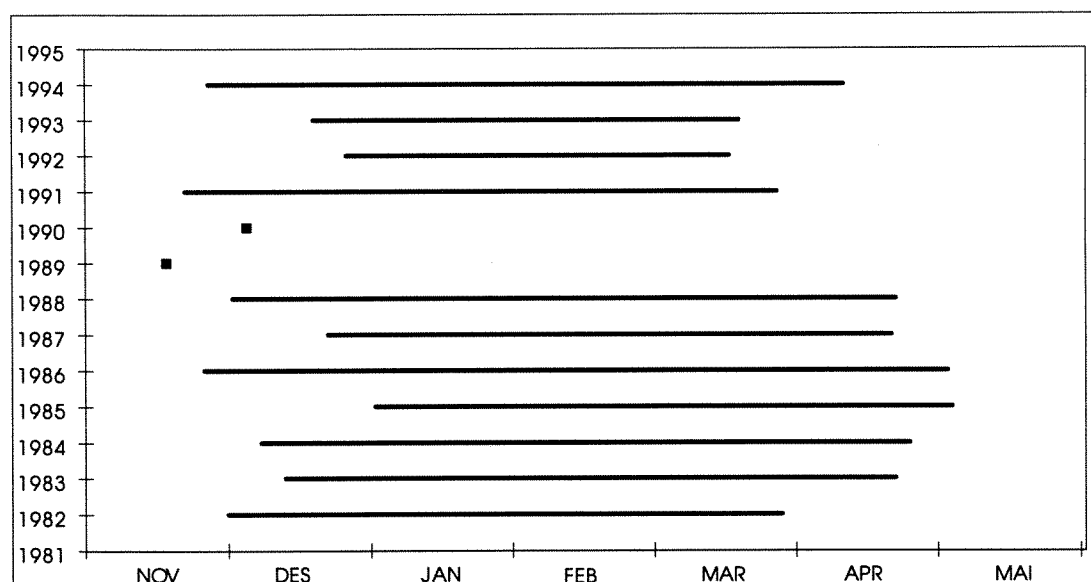
uendret. Dette innebærer at med det nye forslag til manøvreringsreglement vil trolig middelvannstanden i Bjørkelangen bli noe redusert mens medianvannstanden vil bli mindre påvirket. Middell- og median-vannstand vil trolig nærme seg hverandre i forhold til dagens situasjon.

Ser en på HRV sommer og vinter og beregner tidsveid årsmiddel av HRV, vil det nye forslaget til manøvrering gi en HRV på kote 118.56 mot dagens 118.76. Det vil si at det nye manøvreringsforslaget innebærer en teoretisk gjennomsnittlig senkning på 0.2 meter.

4.3. Isforhold

Isforholdene i Bjørkelangen har lenge vært registrert i regi av Halden Hovedvassdrags Brukseierforening. For perioden 1959 (høst) til 1981 (vår) var middellengden av perioden med helt islagt vann 135 dager, mens minste og lengste periode var henholdsvis 111 og 158 dager (Skulberg og Kotai 1982). For årene 1981 (høst) til 1994 (vår) har den islagte perioden variert mellom 83 dager i 1992 til 158 dager i 1986 (figur 6). Vintrene 1988/89 og 1989/90 var spesielle med vekslende isforhold og ingen veldefinert sammenhengende isperiode.

Isen legger seg normalt på Bjørkelangen i november-desember og går opp i mars-april i forbindelse med vårfloppen. Lengden av isperioden vil neppe bli berørt i særlig grad med det nye forslag til manøvreringsreglement. Derimot kan en i vintre med streng kulde og relativt lang isperiode få økt sansynlighet for oksygenvinn på ettervinteren dersom en skal tappe ned til HRV sommer allerede i begynnelsen av mars dersom dette ikke har skjedd ved normal manøvrering av magasinet. Normalt vil imidlertid sjøen tappes ned godt under HRV i januar-februar slik at en er nede på nåværende HRV sommer i begynnelsen av mars. Følgelig vil det nye forslag til manøvreringsreglement bare kunne påvirke oksygenforholdene vinterstid under helt spesielle forhold og da under unormal kjøring av magasinet.



Figur 6. Perioder med total islegging av Bjørkelangen vintrene 1981/82 til og med 1993/94. Vintrene 1988/89 og 1989/90 hadde vekslende isforhold.

4.4. Fysisk/kjemisk vannkvalitet

Siden Bjørkelangen har vært med i overvåkingen såvidt lenge, eksisterer det en mengde fysisk/kjemiske målinger fra innsjøen. I det følgende er det forsøkt ekstrahert ut det viktigste som har betydning for denne konsekvensvurderingen.

I tabell 2 er satt opp en oversikt over noen kjemiske parametre som ikke har den store årlige og sesongmessige variasjon i innsjøen. I tillegg kommer et relativt høyt innhold av humusstoffer som gir et fargetall i størrelsesorden 40-90 mg Pt/l, noe som gjenspeiler drenering fra større skog- og myrområder. Tabell 3 viser middelverdier for en del parametre som viser større sesongmessig variasjon og som i tillegg har større betydning for de biologiske forhold i innsjøen.

Tabell 2. Vannkjemi fra Bjørkelangen 03.09.88. Data fra regional eurofi (Faafeng m.fl. 1990).

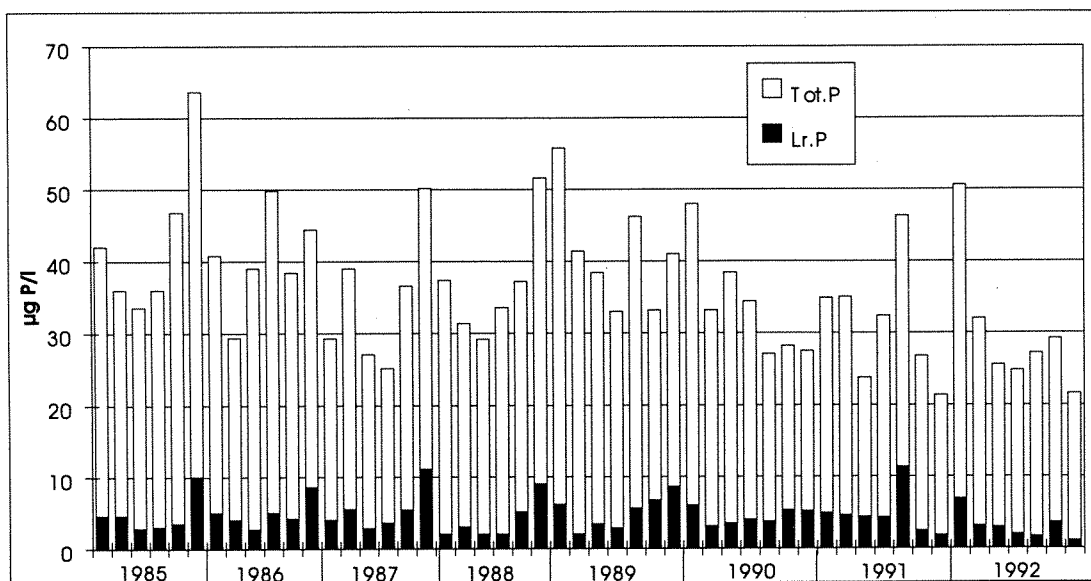
Kond.	pH	alk.	Ca	Mg	Na	K	SO ₄	Cl
mS/m		mekv/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
6.6	6.6	0.229	5.61	1.91	3.14	1.4	7.3	4.8

Tabell 3. Årlige middelverdier (0-4m dyp) for en del vannkvalitetsparametre i perioden mai-september i Bjørkelangen for årene 1985-1992. Overvåkningsdata fra fylkeslaboratoriet i Østfold.

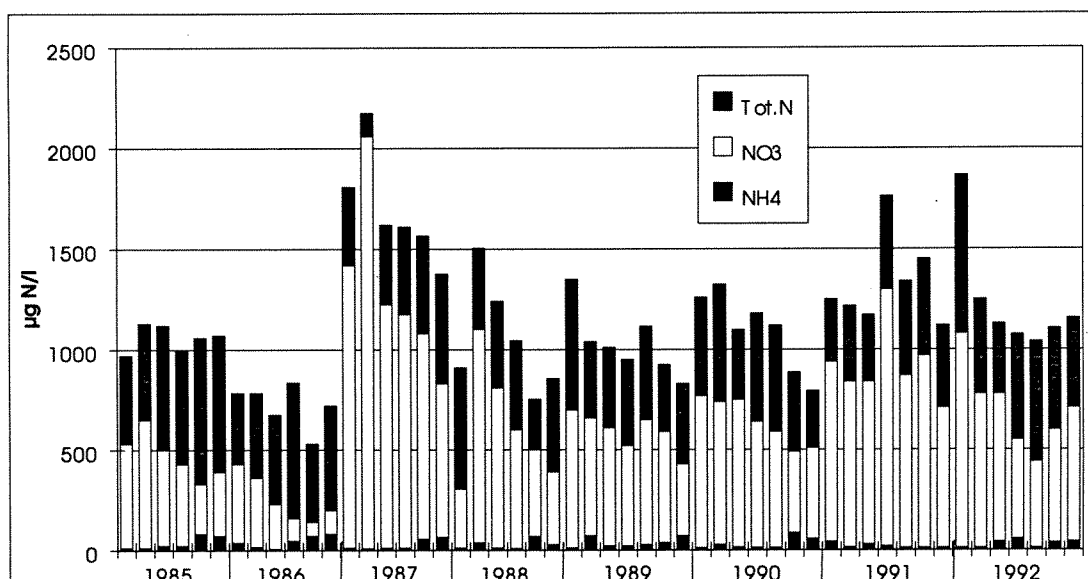
	Lr.P	Tot.P	NH ₄	NO ₃	Tot.N	Chl. a	TOC	STS	SGR	S.D.
år:	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	mg/l	m
1985	4,8	43	35	472	1093	13,6	11,6	8,6	6,2	0,84
1986	4,9	40	42	253	763	13,6	9,4	9,1	6,8	0,71
1987	5,4	35	25	1298	1718	6,5	10,9	8,6	6,5	0,68
1988	3,9	37	25	618	1077	14,3	10,6	11,2	8,2	0,67
1989	5,0	41	35	594	1067	9,7	8,5	10,9	8,5	0,78
1990	4,4	34	30	641	1124	9,3	7,7	10,8	7,5	0,86
1991	4,8	32	18	924	1349	6,4	10,0	9,4	4,9	1,12
1992	3,0	30	28	706	1260	10,2	9,3	6,5	4,0	0,98

Når det gjelder næringssaltene fosfor og nitrogen viser disse til dels store år til år og også sesongmessige variasjoner. Middelverdier av total fosfor i vekstsesongen har de senere år ligget mellom 30 og 43 µg P/l. Andelen løst reaktivt fosfor, som er den lettest tilgjengelige fraksjon for algeproduksjon har tilsvarende ligget på 3 til 5.5 µg P/l, dvs. i overkant av 10% av total fosfor. Ser en på årstidsvariasjoner finnes ofte de høyeste fosforkonsentrasjoner knyttet til episoder vår og høst med flom og mye suspendert materiale i vannmassene (figur 7). De høyeste fosforkonsentrasjoner i innsjøen er derfor et resultat av store mengder partikkelbundet fosfor som følge av erosjonsavrenning tilført innsjøen. Episoder med sterk vind og kraftig resuspensjon av innsjøsedimenter vil gi tilsvarende forhold.

Nitrogen-fraksjonene ammonium, nitrat og total nitrogen viser også sesongmessige variasjoner, figur 8. Middelverdier for ammonium og nitrat har de senere år variert mellom henholdsvis 18 - 42 og 253 - 1298 µg N/l. Nitrat utgjør en relativt stor andel av total-nitrogenet. De høye konsentrasjonene viser tydelig tegn på forurensende tilførsler samtidig som fosfor blir et begrensende element for algeproduksjon i forhold til nitrogen.



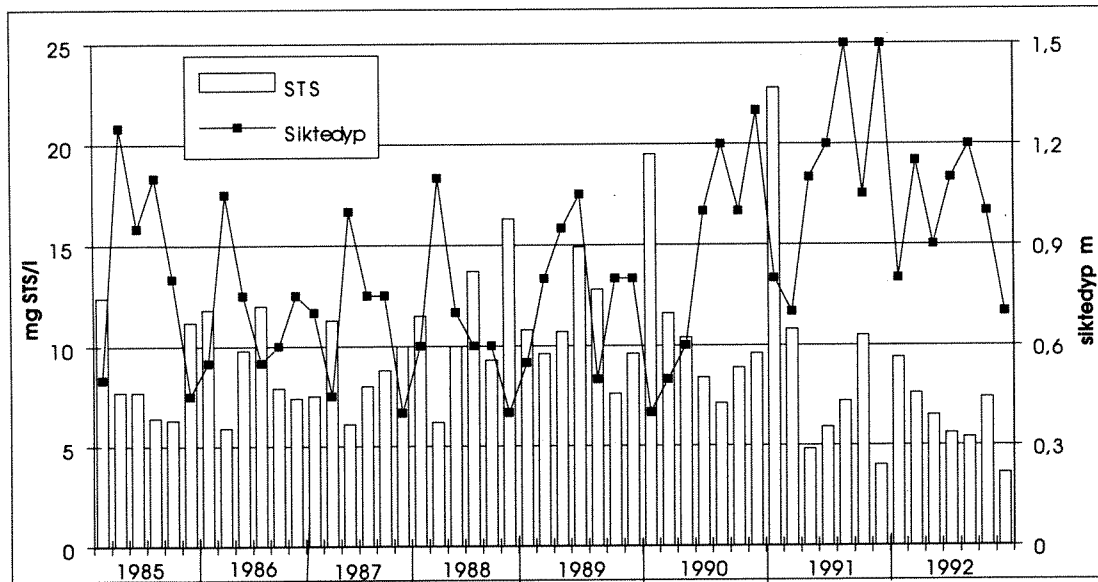
Figur 7. Enkeltmålinger av Lr.P (løst reaktivt fosfat) og Tot.P (total fosfor) i Bjørkelangen dyp 0-4m i årene 1985-1992 fra vekstsesongen mai-september.



Figur 8. Enkeltmålinger av ammonium (NH_4), nitrat (NO_3) og total nitrogen (Tot.N) i Bjørkelangen dyp 0-4m i årene 1985-1992 fra vekstsesongen mai-september.

I figur 9 er satt opp enkeltmålinger av suspendert tørrstoff (STS) og siktedyp i Bjørkelangen i perioden 1985-1992. Dette er forhold som har stor betydning for de biologiske forhold i innsjøen. Generelt er det høye verdier av suspendert materiale i innsjøen med middelverdier i området 6.5 - 11.2 mg/l. Av dette utgjør uorganisk materiale 60-80%. Dette tilsier store mengder partikler i vannmassene som for en stor del stammer fra leireholdig erosjonsmateriale transportert til innsjøen. Resuspendert sediment og større planktonbiomasser vil også periodevis bidra til de høye verdiene. Det går tydelig frem en sammenheng mellom høye konsentrasjoner av suspendert materiale og relativt lavt siktedyp i innsjøen. Lavt siktedyp på 0.4 - 1.5 m indikerer dårlige lysforhold og begrenset mulighet for biologisk produksjon i forhold til de tilgjengelige

konsentrasjoner av næringsalter som er i innsjøen.

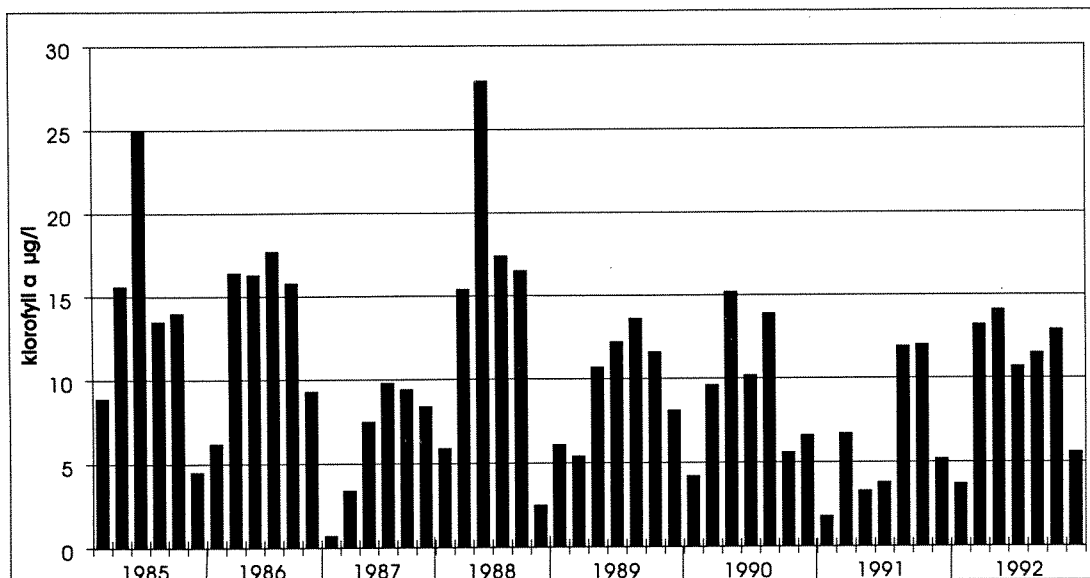


Figur 9. Enkeltmålinger av suspendert tørrstoff (STS) og siktedyp i Bjørkelangen dyp 0-4m i årene 1985-1992 fra vekstsesongen mai-september.

Oksygenforholdene i Bjørkelangen er til en viss grad dokumentert gjennom overvåkingen. Fra tidligere tider rapporteres det om periodevis oksygenvinn i de bunnære områder på ettervinteren og under sommerstagnasjon (Duklæt 1964, Skulberg og Kotai 1982). Det finnes få målinger av situasjonen vinterstid under dagens overvåking, men det er dokumentert et fast innslag med årlig oksygenvinn under sommerstagnasjon.

4.5. Biologiske forhold

Når det gjelder de biologiske forhold i innsjøen har disse vært i stor grad konsentrert om algeproduksjon og sammensetning av algesamfunnet i tillegg til fisk. Karakteristisk for Bjørkelangen har i lengere tid vært de årvisse oppblomstringer av blågrønnalger og til dels toksinproduserende blågrønnalger. Ifølge Larsen og Løvstad (1992) er den relativt høye konsentrasjonen av suspendert materiale i innsjøen årsak til dårlige lysforhold og dermed en begrenset algeproduksjon. I tillegg er mye av fosforet bunnet til det suspenderte materialet og bare i mindre grad tilgjengelig for algene. Midt på sommeren kan det imidlertid være store oppblomstringer av blågrønnalger og konsentrasjonene av klorofyll a og algemengde tilsvarer de forhold man har i eutrofe innsjøer (se figur 10).



Figur 10. Enkeltmålinger av klorofyll a i Bjørkelangen dyp 0-4m i årene 1985-1992 fra vekstsesongen mai-september.

Planktonsamfunnet i Bjørkelangen viser seg å ha en mer eller mindre årlig syklus som gjentar seg år etter år med relativt få unntak (Larsen og Løvstad 1992). I mai og juni er ofte planktonbiomassen lav som følge av flom og høyt innhold av suspendert materiale. Utover sommeren når lysforholdene blir bedre, temperaturen høyere og vannets oppholdstid lengere, blir det ofte observert oppblomstring av først kiselalger og senere blågrønnalger. Hvert år har blågrønnalgen *Aphanizomenon flos-aquae* vært dominant midt på sommeren. I begynnelsen og mot slutten av vekstsesongen er ofte små og middels store flagellater (gullalger og kryptomonader) dominerende. Dette er typisk for partikkelbelastede, humuspåvirkede innsjøer på Østlandet.

Når det gjelder de biologiske forhold i innsjøen som vannvegetasjon og fisk er det gjort enkelte undersøkelser som er referert til under konsekvensvurderingene for disse elementer.

5. Konsekvensvurderinger

5.1. Virkning på vannkvalitet og algemengde

Generelt synes Bjørkelangen å være til dels påvirket av store forurensende tilførsler som gjør at innsjøen har eutrof karakter med til dels betydelig år til år og sesongmessige svingninger i vannkvaliteten. Det er derfor i utgangspunktet vanskelig å forutsi hvordan utviklingen i innsjøen vil forløpe. Når det gjelder konsekvenser for den fysiske/kjemiske vannkvaliteten i Bjørkelangen som følge av senkningsforslaget, er det først og fremst betydningen for næringssaltkonsentrasjonen og suspendert materiale som det skal fokuseres på. Disse forhold vil ha størst betydning for den biologiske produksjon i innsjøen.

De hydrologiske beregninger fra NVE viste at den nåværende periode med sommerregulering (HRV 118.36) ikke ble berørt av den foreslåtte endring av manøvreringsreglementet. Siden denne perioden normalt omfatter hele perioden med algeproduksjon i innsjøen, er det nærliggende å anta at vannkvaliteten ikke vil endres vesentlig i negativ retning. Siden fosfor fortsatt vil være det begrensende element for algeproduksjon i innsjøen, er det foretatt enkle beregninger for fremtidig

tilstand i innsjøen med bakgrunn i eksisterende data om tilførsler og dagens trofilitilstand i innsjøen.

Det er tatt utgangspunkt i FOSRES-modellen beregnet på bruk i grunne og middels grunne innsjøer (Berge 1987). For å kunne beregne akseptabel belastning til en innsjø, må en ha gode data om de morfometriske størrelser på innsjøen. I tabell 4 er det satt opp en oversikt over volum, overflateareal og middeldyp ved ulike vannstander i Bjørkelangen. Forholdene tilsvarer vannstandene LRV, HRV sommer og HRV vinter som tidligere er omtalt, samt to teoretiske vannstander HRV middel (tidsveid HRV over året i dagens situasjon) og HRV mid. NY som er tidsveid HRV med det nye forslaget til manøvrering. Forskjellen mellom de to sistnevnte er 0.2 meter, som kan betraktes som den gjennomsnittlige senkning av innsjøen ved det nye senkningsforslaget. I de teoretiske beregninger er det brukt midlere årlig avløp på 128 mill. m³ lik midlere årlig innløp.

Tabell 4. Morfometriske data som utgangspunkt for teoretiske beregninger for tilstanden i Bjørkelangen.

kategori:	vannstand kote	volum magasin	volum innsjø	areal innsjø	middeldyp
	m	mill. m ³	mill. m ³	km ²	m
LRV	117.80	0	20.15	3.12	6.46
HRV S	118.36	1.95	22.1	3.27	6.76
HRV V	119.16	4.85	25.0	3.46	7.23
HRV mid.	118.76	3.40	23.55	3.37	6.99
HRV mid. NY	118.56	2.66	22.83	3.32	6.88

I tabell 5 er satt opp en oversikt over teoretiske beregninger av øvre akseptable grenser for innsjøens tilstand mhp. innhold av total fosfor, klorofyll a og siktedyp. Det er også gjort beregninger på øvre akseptable grense for fosfortilførsler til innsjøen. Resultatet av disse beregningene viser at det er svært liten forskjell på grensenivåene for alle parametre dersom en tenker seg at innsjøen varierer mellom konstant vannstand på LRV-nivå hele året i forhold til HRV-nivå hele året. Svært liten forskjell blir det mellom tilstanden ved de to alternative HRV middel. Ser en på de aktuelle parametre som Tot.-P og klorofyll og sammenligner med målt tilstand i innsjøen (jmf. kap.4), er det klart at samtlige målinger av Tot.-P overskrider grensene, mens verdiene for klorofyll overskrider periodevis i vekstsesongen og alltid minst en gang hver sommer/høst. Når det gjelder tilførsler av fosfor kan innsjøen tåle ca. 3 tonn pr. år under alle forhold.

Tabell 5. Beregnet øvre akseptable grenser for tilstand i Bjørkelangen mhp. total fosfor, klorofyll og siktedyp, samt øvre akseptable grense for tilførsel av fosfor.

kategori:	Øvre akseptable grenseverdier målt i innsjøen			Øvre akseptable grense for tilførsel	
	Tot. P µg/l	klorofyll a µg/l	siktedyp m	tonn P/år	midlere P-kons. µg/l
LRV	13.9	7.5	3.1	3.043	23.8
HRV S	13.5	7.3	3.1	3.001	23.4
HRV V	13.0	7.0	3.2	2.929	22.9
HRV mid.	13.3	7.2	3.2	2.967	23.2
HRV mid. NY	13.4	7.2	3.2	2.983	23.3

Det er gjort forsøk på å måle de aktuelle fosfortilførsler til Bjørkelangen. De 4 største tilløpsbekkene rundt innsjøen (Ihlebekken, Maltjernbekken, Komnesbekken og Skreppestadbekken) ble målt i perioden 1990-1992 (Larsen og Løvstad 1992) og hovedinnløpet ved Pålerud i 1992 (Miljøvernavdelingen i Østfold). Basert på middelverdier av målte P-konsentrasjoner, arealer av nedbørfelter og midlere avrenningskoeffisienter kan en grovt estimere de aktuelle tilførsler til Bjørkelangen. Resultatet av disse beregningene er satt opp i tabell 6. I tabell 7 er satt opp beregnede forventede konsentrasjoner i innsjøen av Tot.-P og klorofyll ved de ulike vannstander og med en teoretisk P-tilførsel på ca. 7 tonn P/år.

Tabell 6. Beregnede P-tilførsler til Bjørkelangen basert på målinger i tilløpsbækker i perioden 1990-1992 (kilde: Larsen og Løvstad (1992) og Miljøvernavdelingen i Østfold).

Lokalitet:	nedbørfelt (km ²)	målt P-konsentrasjon µg P/l	tilførsel kg P/år	total P-tilførsel inklusive lokalfelt (kg P/år)
Pålerud	228	24.2 (min)	2540	4436 (min)
Pålerud	228	48.4 (middel)	5081	6977 (middel)
Pålerud	228	93.8 (maks)	9847	11743 (maks)
Ihlebekken	13	92 (middel)	551	
Maltjernbekken	13	48 (middel)	287	
Komnesbekken	5.5	111 (middel)	281	
Skreppestadbekken	4.5	101 (middel)	209	
restfelt lokalt	14		567	

Tabell 7. Beregnet tilstand i Bjørkelangen ved ulike vannstandforhold og med en teoretisk P-tilførsel på ca. 7 tonn P/år.

kategori:	Tot. P µg/l	klorofyll a µg/l	siktedyp m	P-retensjon tonn P/år	Behov for reduksjon tonn P/år
LRV	31.9	16.7	1.9	1.982	3.934
HRV S	31.5	16.5	1.9	2.048	3.976
HRV V	30.9	16.1	1.9	2.139	4.048
HRV mid.	31.2	16.3	1.9	2.095	4.010
HRV mid. NY	31.3	16.4	1.9	2.072	3.994

Tabell 6 viser klart at dagens P-tilførsler til Bjørkelangen langt overskrider den akseptable grensen på ca. 3 tonn P/år. Minste teoretiske tilførselberegning ligger hele 1.5 tonn over denne. Midlere P-tilførsel kan ligge i størrelsesorden 7 tonn P/år, mens maks teoretisk belastning er beregnet til ca. 11.7 tonn P/år. Sammenligner en de beregnede konsentrasjoner for Tot.-P og klorofyll med det en har målt i innsjøen gjennom de senere år (se kap.4), ser det ut for at en tilførsel på 6-8 tonn P/år er et rimelig godt estimat.

Beregnes forventet tilstand i innsjøen på bakgrunn av de teoretisk beregnede P-tilførsler, viser resultatene i tabell 7 at det er svært liten forskjell i Tot.-P og klorofyllkonsentrasjoner med de ulike vannstandsalternativer. Det vil kunne bli en ørliten økning i fosforkonsentrasjonen og dermed en svak økning i algeproduksjonen, men dette vil neppe gi seg større utslag enn at det vil holde seg innenfor den til dels store år til år variasjonen som en allerede finner i Bjørkelangen i dag. Vannkvaliteten mhp. næringssalter og algeproduksjon vil derfor neppe påvirkes i særlig grad ved en eventuell gjennomføring av det nye forslag til manøvreringsreglement.

I tillegg til problemer med høye nærings盐konsentrasjoner har overvåkningsresultatene vist en økning i mengden suspendert materiale i innsjøen. Opprinnelsen til dette er tilførsler via erosjon i nedbørfeltet og intern resuspensjon i innsjøen. Når det gjelder tilførslene eksternt til innsjøen vil disse være uendret, men oppholdstiden og sedimenteringen i innsjøen kan påvirkes. Flomdempning og økt gjennomstrømning i periodene 1.mars til 14.april og 14.oktober til 1.desember vil trolig føre til at større mengder av tilført materiale i disse periodene vil kunne transporteres ut av sjøen og redusere sedimenteringen i selve innsjøen. Dersom en imidlertid skulle få økt tilgroing med vegetasjon i innsjøen, vil dette i noen grad kunne redusere effekten av økt utspyling pga. sedimenteringsfellen som vegetasjonen innebærer.

Et annet poeng ved en eventuell redusert vannstand tidlig på våren og spesielt sent på høsten vil være at større andeler av innsjøbunnen vil gjøres tilgjengelig for resuspensjon og erosjon, noe som vil føre til større konsentrasjoner av suspendert materiale i innsjøen i disse periodene og en mulig intern gjødslingseffekt. Økt tilgroing vil til en viss grad kunne dempe dette. Å kvantifisere forholdet mellom disse prosessene og finne netto effekten på sikt ansees som meget vanskelig og vil ikke kunne beregnes ved dagens foreliggende datamateriale.

Oksygenforholdene i Bjørkelangen er dokumentert å være dårlig med årlig oksygenvinn nær bunnen under sommerstagnasjon. Vintersituasjonen er mindre godt dokumentert, men det eksisterer målinger som viser at det forekommer perioder også på sen vinteren med oksygenvinn. Dersom det nye manøvreringsforslaget vil medføre økt produksjon i innsjøen, det være seg algeproduksjon eller tilgroing med høyere vegetasjon, vil dette trolig kunne forverre oksygenforholdene noe i stagnasjonsperiodene siden større mengder organisk materiale skal omsettes. Dette vil å så fall slå sterkest ut for forholdene for fisken i innsjøen.

5.2. Virkning på fisk

Fiskeforhold i Bjørkelangen og tilløp er beskrevet bl.a. av Vøllestad (1983a,b, 1984, 1985a,b og 1992), Vøllestad et al. (1986), Brabrand (1993), Larsen og Løvstad (1992). Mer generell omtale av fiskeforhold i Haldenvassdraget som helhet er bl.a. gitt av Skulberg og Kotai (1982). På grunn av den korte tid som er til rådighet for dette prosjektet vil den følgende vurdering av reguleringseffekter i hovedsak baseres på disse arbeider.

Fiskeforhold i Bjørkelangen

I tabell 8 er gitt en oversikt over arter som i de senere år er påvist i Bjørkelangen. Det er også tatt med arter som er påvist i tilløpene og som fra tid til annen vil kunne opptre i innsjøen.

Som det fremgår av tabellen var morten den dominerende fiskeart under prøvofisken. Flire, laue, abbor og brasme forekom også i et betydelig antall. Brabrand (1992) fant ved prøvofiske i begynnelsen av september 1992 også dominans av mort, men også en stor andel abbor og flire. Brasme ble derimot ikke funnet. Fiskebiomassen i Bjørkelangen ble beregnet til ca. 290 kg/ha på dagtid og 112 kg om natten ved ekkoloddregistrering. Dette er noe lavere enn i flere andre laveliggende næringsrike sjøer med karpfisk (Brabrand, 1992). Av de arter som finnes i Bjørkelangen er det vel bare abbor og gjedde som i dag har noen større interesse for sportsfiske og som mat.

Ifølge Brabrand (1992) har fiskesamfunnet i Bjørkelangen en artssammensetning som kan utnytte produksjonen på lavere trofisk nivå. Forutsetningen er da at oksygenforholdene er tilfredsstillende. På etter vinteren kan dette være et problem i Bjørkelangen, da innsjøen er grunn og næringsrik. Det

skal ha vært observert fiskedød ved flere anledninger - sannsynligvis på grunn av oksygenvinn. Dette kan være årsaken til den noe lavere fiskebiomasse enn andre tilsvarende grunne næringsrike innsjøer.

Tabell 8. Påviste fiskearter i Bjørkelangen med tilløp. Prosent av totalt antall fisk i prøvefiske (etter Vøllestad, 1983a) i Bjørkelangen. Andre fiskearter påvist ved elektrofiske i tilløp (Larsen og Løvstad, 1992).

Oksygen: 1 Oksygeninnhold ved kvelningsdød 16-20 °C mg/l

2 Oksygeninnhold for normalt liv og trivsel (Vallin, 1954).

Lokalitet	Fiskeart	%	Gytetid	Oksygen	
				1	2
Bjørkelangen	Abbor	8.9	april-mai (etter Isløsning)	0.98	4
	Hork	2.7	juni-august (april-mai?)		
	Gjedde	0.9	april-mai (etter isløsning)	1.03	4
	Lake	0.3	desember-mars	1.06	
	Mort	50.2	mai	0.89	3.5
	Brasme	6.5	mai (etter mort, abbor og gjedde)	0.57	3
	Flire	15.0	juni-juli		3
	Laue	14.8	mai-juni		3.5
	Sørv	0.2	juni		
	Krøkle	0.5	april-mai (etter isløsning)		5
Tilløp	Ørekyte		juni-juli		
	Gullbust		april-mai		
	Ørret		oktober	1.78	5-6
	Niøye		april-mai		
	Kreps			0.07	

Vurderinger av effekter på fiskeforhold

Bjørkelangen blir i dag holdt innenfor HRV sommer fra midten av april til midten av oktober. Ved det foreslåtte nye reglement vil HRV sommer utvides til å gjelde fra ca. 1. mars til 1. desember. Dette kan tenkes å berøre fiskeforhold på flere måter.

Gyteforhold

I tabell 8 er gitt en grov oversikt over de ulike artenes gytetider. Lokale forhold kan bevirke at disse ikke gjelder fullt ut for Bjørkelangen, men i hovedsak er de nok dekkende. Samtlige arter bortsett fra lake og ørret har sin gytetid om våren og utover forsommeren. I og med at senkningen skal utvides før gytetiden normalt tar til for de vårgytende arter, er det lite sannsynlig at gyteforholdene for disse artene blir endret. Krøkla, som kanskje er den viktigste førfisken for abbor i Bjørkelangen, er sannsynligvis den arten som gyter tidligst etter isløsning. Om så skulle skje at isløsningen skjer svært tidlig, vil en ved en tidligere senkning ikke risikere at rogn blir tørrlagt hvis gytingen skjer i strandregionen. Dette vil være en positiv effekt, idet krøkla som nevnt har stor betydning som mat for abbor.

Laken gyter i desember-mars og kunne tenkes å bli berørt av en tidligere senkning hvis gytingen skjer på grunt vann i Bjørkelangen. Klekkingen av lakerogna skjer etter ca. 1.5 måneder ved 2°C. Om laken gyter før senkningen 1. mars vil rogn kunne bli tørrlagt. Ved den nåværende senkning vil rogn ha klekket og yngelen kunne følge vannet ved senkningen. I dette tilfellet vil en tidligere

senkning ha negative konsekvenser for denne arten som må ansees for en verdifull art. Bestanden av lake i Bjørkelangen er imidlertid meget tynn og har i dag liten betydning.

Oksygenforhold

Dersom en senkning i vinterhalvåret medfører en ytterligere forverring av oksygensituasjonen i Bjørkelangen under perioden med isdekke, kan dette føre til større problemer med fiskedød. Ifølge Vøllestad (1983a og b) og Brabrand (1983) oppstår det sannsynligvis periodevis oksygenvinn i innsjøen om vinteren med fiskedød som resultat. Det er særlig på ettervinteren, i februar mars, at dette kan være et problem i norske innsjøer. Da er isdekket gjerne tykkere og tilførselen av oksygenrikt vann minst. I tabell 8 er gitt en fremstilling av vannets oksygeninnhold ved kvelning og trivsel for en del av de fiskeartene som finnes i Bjørkelangen. Temperaturen ved de forsøkene som tallene skriver seg fra var ca. 20 °C og ved lavere temperaturer vil toleransen være større. Ved oksygenmangel vil de mest oksygenkrevende fiskeartene bli sterkest rammet. I Bjørkelangen vil dette gjelde lake, gjedde, abbor og krøkle, mens tolerante arter som brasme, mort og en del andre karpefisker vil klare seg bedre. Bjørkelangen som i dag allerede er en innsjø med utpreget dominans av karpefisk, kan bli det i ennå større grad. Fisketettheten vil også kunne avta. En eventuell utsetting og etablering av gjørs vil vanskeliggjøres fordi denne er relativt oksygenkrevende. Gjørs er allerede utsatt i Hemnessjøen (Øgderen) og finnes derfor i vassdraget. I det hele tatt må alle tiltak som kan forårsake en reduksjon av oksygeninnholdet betraktes som svært negativt for fiskebestanden i innsjøen.

Vegetasjonsforhold

Hvis en utvidet senkning av vannstanden i vinterhalvåret fører til en øket vekst av høyere vegetasjon, vil dette kunne ha effekter på fiskefaunaen. For abbor er f.eks. de optimale forhold beskrevet til å være store middels dype mesotrofe innsjøer uten for mye makrovegetasjon (Tesch, 1955). Andre fiskearter som f.eks. krøkle, vil sannsynligvis bli direkte negativt influert da den fortrinnsvis er knyttet til dypere, frie vannmasser. Fordi den er en viktig førfisk for bl.a. abbor, vil dette indirekte kunne ha negative konsekvenser for abborbestanden. Gjedde er en fiskeart som særlig er knyttet til kanten av vegetasjonsbelter og kan kanskje tenkes å bli positivt påvirket. Det er vanskelig å konkretisere disse forhold nærmere, men det er sannsynlig at en øket makrovegetasjon i hovedsak vil gi negative utslag for fiskebestanden.

Eutrofiering

Eutrofiering, dvs. en økning av primærproduksjonen (planteplankton, begroingsalger, høyere vegetasjon etc.) vil kunne gi negative effekter på fiskebestandene (Grande, 1964). Periodisk oksygenvinn og økning av makrovegetasjon, som kan være en effekt av eutrofiering, er allerede omtalt. Bjørkelangen har i dag dominans av karpefisk som mort, flire, brasme og laue. All erfaring taler for at disse artene vil favoriseres ytterligere ved en eutrofiering og da på bekostning av arter som abbor, lake, gjedde og krøkle. Det vil si at fisk som er lavere verdsatt både som mat- og sportsfisk blir enda sterkere representert. Mulighetene for å introdusere gjørs - om en ønsker dette, vil bli enda mindre.

Utøvelse av fiske

Isfiske vil kunne påvirkes i negativ retning fordi fiskens trivsel, aktivitet og "bitevillighet" kan reduseres dersom vannkvaliteten forverres i vinterhalvåret.

Konklusjon

Den foreslåtte endring i senkningen av Bjørkelangen i vinterhalvåret vil neppe få særlig store konsekvenser for fiskebestanden i innsjøen. I den grad en vil få effekter forventes disse i hovedsak å være negative. Fiskebestanden i Bjørkelangen vil få en ytterligere dominans av karpefisk som mort, flire, brasme og laue. Dette er arter som er ansett som mindre verdifulle som sports- og matfisk enn f.eks. abbor og gjedde.

5.3. Virkning på vannvegetasjon

Det er ikke utført noen spesiell undersøkelse av vannvegetasjonen i Bjørkelangen langt tilbake i tid. Duklæt (1964) skrev i sin hovedoppgave basert på observasjoner i 1962-1963 at de fleste viker var fylt med makrovegetasjon. Likeledes ble det benyttet karakteristikken næringsrik innsjø om Bjørkelangen blant annet pga. tilstedeværelsen av "store belter med littoralvegetasjon". Senere er det gjort en del generelle registreringer av vannvegetasjonen i Haldenvassdraget (Skulberg og Kotai 1982). Krog og Veve (1985) undersøkte makrofyttvegetasjonen i Floen og Bjørkelangen i 1984 i et forsøk på å bruke vegetasjonskompleks-registrering etter en synsosiologisk metode for å beskrive kvalitative og kvantitative forhold vedrørende makrofyttvegetasjon i og ved ferskvann. I denne undersøkelsen fremgår det at i tillegg til en del næringskrevende fuktengsamfunn rundt innsjøen, finner en dominans av helofyttvegetasjon som takrør (*Phragmites australis*), sjøsivaks (*Scirpus lacustris*) og elvesnelle (*Equisetum fluviatile*). Et annet viktig trekk i vegetasjonbildet var manglende isoetidesamfunn i leirslettesjøen Bjørkelangen. Dette skyldes trolig mest de dårlige lysforhold pga. de humusrike og turbide vannmasser, samt en høy algeproduksjon som skygger ut undervannsvegetasjonen. Løvstad og Hauger (1988) påpeker at blant de mest dominante vannplanter i littoralsonen (elvesnelle, takrør og sjøsivaks), har spesielt elvesnelle økt i biomasse og utbredelse de siste årene trolig som følge av økt sedimentasjon av suspendert materiale.

Siden det ikke er gjort en total vegetasjonskartlegging av innsjøen med utbredelse av spesielt helofyttvegetasjonen i forhold til dybdeprofilen under dagens forhold, samt at det ikke foreligger kvantitative data om dagens tilveksthastigheter i innsjøen, er det ikke mulig å estimere en eventuell tilgroingsutvikling videre ut fra dagens forhold. En kan derfor bare legge generelle prinsipper til grunn for en konsekvensvurdering.

I forbindelse med en konsekvensvurdering av forslag til nytt manøvreringsreglement for Vansjø, ble forholdene omkring utvikling av vann- og strandvegetasjon undersøkt (Hvoslef og Mjelde 1983). Det ble i denne undersøkelsen spesielt lagt vekt på helofyttene takrør, sjøsivaks og elvesnelle som også synes å dominere littoralsonen i Bjørkelangen. I tilfellet Vansjø ble det konkludert med en økende tilgroing av disse arter dersom en fikk en senkning av medianvannstanden. Dette vil også trolig være et resultat i Bjørkelangen dersom medianvannstanden vil bli senket her. Imidlertid er det grunn til å anta at medianvannstanden i Bjørkelangen vil påvirkes i liten grad av den nye manøvreringen, siden senkningen i stor grad vil berøre perioder med de allerede normalt høyeste vannstander.

Det er imidlertid trolig at en generell senkning av vannstanden sent på høsten vil kunne ha en større effekt i form av økt tilgroing med helofyttvegetasjonen. Dette fordi disse plantene har sin største tilvekstperiode i jordstengel-systemet på slutten av sommeren og utover høsten og er samtidig påvirket av dybdeforholdene i denne perioden. Redusert dyp vil gi gunstigere forhold for tilvekst. Imidlertid vil den utvidede senkningen berøre kun slutten av vekstsesongen, slik at effekten trolig også her blir liten.

Når det gjelder vårsituasjonen vil det nye manøvreringsforslaget kun ha innvirkning på forholdene

før vekstsesongen starter og vil under normale forhold ikke påvirke vannvegetasjonen.

Ut fra det foreliggende materiale er det liten sannsynlighet for at den foreslåtte forlengelse av HRV sommer vil få noen dramatisk innvirkning på vannvegetasjonen i forhold til det som allerede synes å være tilfelle i dag med en tilsynelatende økt tilgroing (Løvstad og Hauger (1988), Hauger pers.med). Dagens forhold må kartlegges nærmere for å kunne komme med sikrere konklusjoner.

6. Referanser

- Berge, D. 1987. FOSFORBELASTNING OG RESPONS I GRUNNE OG MIDDELS GRUNNE INNSJØER. Hvordan man bestemmer akseptabelt trofinivå og akseptabel fosforbelastning i sjøer med middeldyp 1.5-15m. - NIVA-rapport O-85110, lprnr.2001, 44 sider.
- Brabrand, Å. 1993. Tetthet, dybdefordeling og biomasse av fisk i Bjørkelangen og Hemnessjøen, Haldenvassdraget. - LFI-rapport nr.141, 19 sider.
- Duklæt, H.S. 1964. Bjørkelangen. En humusrik, kulturpåvirket sjø under den marine grense. - Hovedfagsoppgave i limnologi, våren 1964, Universitetet i Oslo, 119 sider.
- Faafeng, B., Brettum, P., Hessen, D. 1990. Landsomfattende undersøkelse av trofistilstanden i 355 innsjøer i Norge. - SFT-rapport 389/90, NIVA-rapport O-87124, lprnr.2355, 57 sider.
- Grande, M. 1964. Om sammenheng mellom eutrofiering og fiskeproduksjon. S. 191-197 i Skulberg, O. (red.). Nordisk kollokvium om eutrofieringsproblemer (NIVA, Oslo), 9.-10. oktober 1964. Nordisk jordbruksforskeres forening, Mariendal, Gjøvik, 1964.
- Hvoslef, S. og Mjelde, M. 1983. Strandvegetasjon i Vansjø. Fagrappot om vannstandsvekslingers virkning på strandvegetasjonen. - SFT-rapport 124/84, NIVA-rapport O-8000221, lprnr.1596, 86 sider.
- Krog, O.J. og Vevle, O. 1985. Makrofyttvegetasjon i og ved Bjørkelangen og Floen, Aurskog-Høland, Akershus. - I: Bretten, S. og Moen, A. (reds.): Fagmøte i vegetasjonsøkologi på Kongsvoll 1985, Rapport, botanisk serie 1985-2, Det Kgl. Norske Videnskabers Selskap, Museet, Universitetet i Trondheim, side 86-91.
- Larsen, Ø.L. og Løvstad, Ø. 1992. Overvåking av Bjørkelangen med tilløpsbekker i Haldenvassdraget. - Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Miljøvernavdelingen, rapport nr.3/92, 48 sider.
- Løvstad, Ø. og Hauger, T. 1988. Bjørkelangen -- Hydrologiske tiltak for å dempe algeveksten og tilgroingen med makrovegetasjon. - VANN, no.2 1988, side 355-363.
- Skulberg, O. og Kotai, J. 1982. HALDENS VASSDRAGET - vannkvalitet og forureningsvirkninger. Resultater av vassdragsundersøkelser for Haldenvassdragets Vassdragsforbund 1975-1981. - NIVA-rapport O-70219, lprnr.1367, 179 sider.
- Skulberg, O. og Kotai, J. 1981. Overvåking av Haldenvassdraget 1980. Akerhus og Østfold. - SFT-rapport 28/82, NIVA-rapport O-80002-02, lprnr.1363, 69 sider.
- Skulberg, O. og Kotai, J. 1982b. Overvåking av Haldenvassdraget 1981. Akerhus og Østfold. - SFT-rapport 44/82, NIVA-rapport O-80002-02, lprnr.1428, 37 sider.

- Skulberg, O. og Kotai, J. 1990. Giftproduserende blågrønnalger i Haldenvassdraget. Observasjoner utført i 1989. - NIVA-rapport E-89489, lprnr.F-528, 32 sider.
- Tesch, F.W. 1955. Das Wachstum des Barches (*Perca fluviatilis* L.) in verschiedenen Gewässer. Z. Fischerei NF 4: 321-420 (I Vøllestad. 1983b)
- Tjomsland, T. 1994. Vassdragssimulator. Utprøving i prøvevassdrag. Finneco i Haldenvassdraget. Delrapport nr. 8 (under trykking).
- Vallin, S. 1954. Vattenföroreningar och fisket. S. 951-975 - i K.A. Andersson; Fiskar och fiske i Norden, Bd II, Stockholm.
- Vøllestad, L.A. 1983a. Resultat av prøvegarnfiske i Bjørkelangen, Øgderen og Rødenessjøen sommeren 1982. Fiskeribiologiske undersøkelser i Haldenvassdraget (Haldenvassdragets vassdragsforbund), rapport no. 1.
- Vøllestad, L.A. 1983b. Fiskebestandene i Bjørkelangen. Øgderen og Rødenessjøen: En fiskeribiologisk undersøkelse i forbindelse med forurensningen av Haldenvassdraget. Fiskeribiologiske undersøkelser i Haldenvassdraget (Haldenvassdragets vassdragsforbund), rapport no. 2.
- Vøllestad, L.A. 1984. Mort og laue spiser blågrønnalger. Fauna 37, 17-21.
- Vøllestad, L.A. 1985a. Horkens biologi i Haldenvassdraget. Fauna 38, 13-17.
- Vøllestad, L.A. 1985b. Resource partitioning of roach *Rutilus rutilus* and bleak *Alburnus alburnus* in two eutrophic lakes in SE Norway. Holarctic Ecology 8, 88-92.
- Vøllestad, L.A. 1992. Age, growth and food of the burbot *Lota lota* in two eutrophic lakes in southeast Norway. Fauna norv. Ser. A. 13, 13-18.
- Vøllestad, L.A., Skurdal, J. og Qvenild, T. 1986. Habitat use, growth, and feeding of pike (*Esox lucius* L.) in four Norwegian lakes. Arch. Hydrobiol. 108, 1, 107-117.

NIVA



Norsk institutt for vannforskning

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2568-4