

Utviding av utløp
frå Østerbøvatnet
i Høyanger kommune



Konsekvensutgreiing
biologisk mangfald

R
A
P
P
O
R
T

Rådgivende Biologer AS

2272



Rådgivende Biologer AS

RAPPORTEN SIN TITTEL:

Utviding av utløp frå Østerbøvatnet i Høyanger kommune
Konsekvensutgreiing biologisk mangfald

FORFATTARAR:

Geir Helge Johnsen & Bjarte Tveranger

OPPDRAKSGJEVAR:

Høyanger Næringsutvikling

OPPDRAGET GITT:

22. februar 2016

ARBEIDET UTFØRT:

2016

RAPPORT DATO:

4. juli 2016

RAPPORT NR:

2272

ANTAL SIDER:

19

ISBN NR:

ISBN 978-82-8308-277-7

RÅDGIVENDE BIOLOGER AS

Bredsgården, Bryggen, N-5003 Bergen

Foretaksnummer 843667082-MVA

Internett : www.radgivende-biologer.no E-post: post@radgivende-biologer.no

Telefon: 55 31 02 78 Telefax: 55 31 62 75

Forsidefoto: Utløpskanalen frå Østerbøvatnet (foto: G.H. Johnsen)

FØREORD

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Høyanger næringsutvikling, gjennomført ei konsekvensvurdering ved planlagd utviding av utløpskanalen frå Østerbøvatnet til Sognefjorden. Kanalen er søkt utvida i samband med utvidinga ved Osland Settefisk AS, der ein no ynskjer at brunnbåtar og anna transport til og frå anlegget kan skje sjøvegen.

Alle vurderingar er utført på grunnlag i føreliggjande kunnskap om Østerbøvatnet og tilhøva der. Det er ikkje utført nye undersøkingar i samband med denne vurderinga.

Rådgivende Biologer AS takkar Høyanger næringsutvikling ved Terje Søreide for oppdraget

Bergen, 4. juli 2016.

INNHALD

Føreord	2
Innhald.....	2
Samandrag.....	3
Tiltaksbeskriving.....	4
Metode og datagrunnlag.....	5
Datainnsamling / datagrunnlag.....	5
Verdi- og konsekvensvurdering	5
Steg 1: Registrering og vurdering av verdi.....	5
Steg 2: Tiltaket sitt omfang	5
Steg 3: Samla konsekvensvurdering.....	6
Kriterier for verdisetting.....	7
Naturmiljø	7
Østerbøvatnet	8
Morfologi	9
Tilrenning	10
Naturtypar.....	10
Artsførekomstar.....	11
Verknad og konsekvens.....	12
Tilhøvet til naturmangfaldlova.....	12
Vurdering av verknad.....	12
Berekningar ved hjelp av Fjordmiljømodellen.....	13
Konklusjon	15
Verknad og konsekvens.....	15
Sumverknadar.....	16
Oppsummering	16
Om usikkerhet	17
Oppfølgjande granskningar	17
Referansar.....	18

SAMANDRAG

JOHNSEN, G.H. & B. TVERANGER 2016.

Utviding av utløp frå Østerbøvatnet i Høyanger kommune

Konsekvensutgreiing biologisk mangfald

Rådgivende Biologer AS, rapport 2272, 19 sider, ISBN 978-82-8308-277-7.

Rådgivende Biologer AS har på oppdrag frå Høyanger næringsutvikling gjennomført ei konsekvensvurdering ved planlagd utviding av utløpskanalen frå Østerbøvatnet til Sognefjorden. Osland Settefisk AS skal utvide produksjonen i setjefiskanlegget, og i dei ønskjer å utvide kanalen inn til Østerbøvatnet frå dagens djup på 2 m til 7-8 m og frå dagens breidde på 10-12 m til 20 meter.

Østerbøvatnet er omtrent 3 km langt og med eit største djup på nærare 100 meter. Østerbøvatnet er eigentleg ikkje lenger nokon innsjø, men er etter graving av kanalen ut i Sognefjorden rundt 1860 vorte ein brakkvassjø. Det er no ein fjord/poll som har dagleg tidevassutveksling med den utanforliggjande Fuglesetfjorden, og har oksygenfritt botnvatn under ca. 30 – 50 m og friskt sjøvatn herfrå og opp til eit tynt ferskvasslag med ein tjukkeleik på normalt 0,5-1,5 m på toppen.

Østerbøvatnet er kategorisert som naturtype I03 (Fjorder med naturleg lavt oksygeninnhold i bunnvannet) i DN (Miljødirektoratet si) si handbok nr 19 fra 2007 om «Kartlegging av marint biologisk mangfald», og bassenget er vurdert å ha «middels» til «stor» verdi som naturtype. I fjordar med naturleg oksygenfritt botnvatn (dvs. som i periodar inneheld mindre enn 2 ml O₂/l eller er permanent oksygenfritt) er det ingen gravande botndyr slik at sedimentet er urørt og fungerer som eit arkiv der historiske opplysningar om tilhøva i fjorden blir bevart. Naturtypen er difor viktig sidan dette er naturlege system (pollar og fjordar) som vart etablert i samband med den siste istida.

Det er uvisst i kor stor grad det før utgravinga rundt 1860 førekom «saltvatninnstøytingar» til Østerbøvatnet i samband med springflo, og i kor stor grad det var eit oksygenfritt botnsjikt av saltvatn før denne utgravinga. Om dette først oppsto i samband med tiltaket utført i 1860 er naturtypen «oksygenfattig fjord/poll» i stor grad er menneskeskapt, og at Østerbøvatnet allereie den gongen var å rekne som ein «sterkt modifisert vannforekomst» (SMVF) etter Vassdirektivet.

Utviding av kanalen i breidde og djupne vil gje ein auke i tverrsnitt frå dagens ca. 15-20 m² til over 100 m² ved utviding og utdjuping, noko som vil gje vesentleg redusert vassfart over terskelen berekna til 4,4 m/s i dag til 2,3 m/s. Dette medfører redusert tettleiksreduksjon i dei djupare laga frå dagens 4,5 kg/m³/månad til 0,2 kg/m³/månad etter utdjupinga, noko som vil gi vesentleg lenger tid før omrøring og dårlegare utskiftingsforhold i bassengvatnet. Det er berekna at utskiftingstida for djupvatnet vil bli redusert frå 60 til 25 dagar etter utviding av kanalen fordi tverrsnittet aukar så mykje.

Ein djupare terskel vil sannsynlegvis gi oftare innsig av saltare og tyngre vatn, som og kan skifte ut djupvatnet. Det er sannsynleg at det kan bli oftare utskiftingar av djupvatnet ned til botn fordi eit større terskeldjup gir større sjanse for inntransport av tungt og salt sjøvatn. Og dette aukar sjansen for at perioden med oksygenfrie forhold vil kunne bli korta ned i varigheiter, og kanskje forsvinne heilt.

Modelleringa har ikkje kunne gi sikre svar på dette, men det er mogeleg at systemet kan endrast bort frå «naturleg oksygenfattig fjord/poll» etter utdjupinga ved at utskiftinga av botnvatnet vil kunne skje oftare enn i dag. Det vil truleg bli ei noko hyppigare utskifting av bassengvatn i perioden etter utdjuping av terskelen grunna innstrøyming av saltare og tyngre vatn enn det eksisterande. Dette vil imidlertid kunne stabilisere seg etter ei tid slik at det vatnet som seinare skal erstatte djupvatnet i Østerbøvatnet då må vere tyngre enn botnvatnet med det «nye» saltinnhaldet på 31 – 32 ‰ i bassengvatnet.

Det vil uansett kunne bli ein auke av utskiftinga av det øvre djupvasslaget og betre oksygentilhøve ned til 50 m djupne grunna den auka vassmengda som dagleg vil passere over terskelen inn og ut av Østerbøvatnet. Dette tilseier at vilkåra for det biologiske mangfaldet observert og skildra i dei øvre vasslaga i Østerbøvatnet vil bli lite eller ikkje endra, mens det kan bli betre levevilkår for dyreliv ned mot djupare lag i Østerbøvatnet.

TILTAKSBESKRIVING

Osland Settefisk AS har settefiskanlegg ved Østerbøvatnet i Høyanger kommune, lokalitet 12177 Sørebo, konsesjon SFH0005. Dagens konsesjon er på 2,5 millionar settefisk, og ein ønskjer no å utvide anlegget. I den samanheng vert det og planlagt å utvide kanalen inn til Østerbøvatnet frå dagens djup på 2 m til 7-8 m og frå dagens breidde på 10-12 m til 20 meter (sjå bilete under under). Fylkesmannen har peikt på behov for ei konsekvensutgreiing av dette tiltaket isolert sett. Rådgivende Biologer AS er spurt om å føreta ein slik KU, og presenterer her tilnærming og rammer for ei slik gransking.



Figur 1. Utløpskanalen frå Østerbøvatnet (foto: G.H. Johnsen).

Datainnsamling / datagrunnlag

Vurderingane i rapporten baserer seg på føreliggjande informasjon innhenta gjennom ålment tilgjengelege nettbaserte databaser, skriftlege og munnlege kjelder og direkte kontakt med lokalbefolkning og forvaltningsmyndigheiter. Vi har og hatt tilgang på fotografiar frå ulike stader i tiltaks- og influensområdet og nytta tidlegare innsamla resultater og vurderingar frå våre eigne rapportar. Dette dokumenterer samtidig før-situasjonen, i tilfelle det vert sett i verk eit overvakingsprogram i driftsperioden. Datagrunnlaget vert vurdert som **godt** (jf. **tabell 1**).

Tabell 1. Vurdering av kvalitet på grunnlagsdata

Klasse	Skildring
0	Ingen data
1	Mangelfullt datagrunnlag
2	Middels datagrunnlag
3	Godt datagrunnlag

Verdi- og konsekvensvurdering

Denne konsekvensutgreiinga er bygd opp etter ein standardisert tre-steps prosedyre skildra i Statens Vegvesen sin Håndbok V712 om konsekvensanalyser (Vegdirektoratet 2014). Framgangsmåten er utvikla for å gjere analysar, konklusjonar og tilrådingar meir objektive, lettare å forstå og meir samanliknbare.

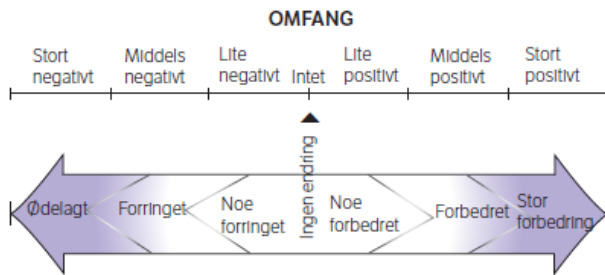
Steg 1: Registrering og vurdering av verdi

Her skildrar og vurderer ein området sine karaktertrekk og verdiar innanfor kvart enkelt fagområde så objektivt som mogeleg. Med verdi meiner ein ei vurdering av kor verdifullt eit område eller miljø er med utgangspunkt i nasjonale mål innanfor det enkelte fagtema. Verdien vert fastsett langs ein skala som spenner frå liten verdi til stor verdi (sjå døme under):

Verdi		
Liten	Middels	Stor
-----	-----	
▲ Eksempel		

Steg 2: Tiltaket sitt omfang

Omfangsvurderingane er eit uttrykk for kor stor negativ eller positiv påverknad det aktuelle tiltaket (alternativet) har for eit delområde. Omfanget skal vurderast i forhold til nullalternativet. Verknader av eit tiltak kan vere direkte eller indirekte. Alle tiltak skal leggjast til grunn ved vurdering av omfang. Inngrep som vert utført i anleggsperioden, skal inngå i omfangsvurderinga dersom dei gjev varig endring av delmiljøa. Midlertidig påverknad i anleggsperioden skal skildrast separat. Verknaden vert vurdert langs ein skala frå *stort negativt* til *stort positivt omfang* (**figur 2**).



Figur 2. Skala for vurdering av omfang (Vegdirektoratet 2014).

Steg 3: Samla konsekvensvurdering

Med konsekvens meiner ein dei fordeler og ulemper eit definert tiltak vil medføre i forhold til nullalternativet. Samanstillinga skal visast på ein ni-delt skala frå «meget stor negativ konsekvens» til «meget stor positiv konsekvens» (figur 3). Vurderinga vert avslutta med eit oppsummeringsskjema der vurdering av verdiar, verknader og konsekvensar er attgjeve i kortversjon. Hovudpoenget med å strukturere konsekvensvurderingane på denne måten er å få fram ein meir nyansert og presis presentasjon av konsekvensane av ulike tiltak. Det vil også gi ei rangering av konsekvensane, som samtidig kan fungere som ei prioriteringsliste for kor ein bør fokusere i forhold til avbøtande tiltak og vidare miljøovervaking.

Verdi	Ingen verdi	Omfang		
		Liten	Middels	Stor
Stort positivt				Meget stor positiv konsekvens (++++)
				Stor positiv konsekvens (+++)
Middels positivt				Middels positiv konsekvens (++)
				Liten positiv konsekvens (+)
Lite positivt				Ubetydelig (0)
				Liten negativ konsekvens (-)
Lite negativt				Middels negativ konsekvens (- -)
				Stor negativ konsekvens (- - -)
Middels negativt				Meget stor negativ konsekvens (- - - -)
Stort negativt				

Figur 3. «Konsekvensvifta». Konsekvensgraden vert funne ved samanstilling av verdi og omfang (Vegdirektoratet 2014).

Dersom det føreligg fleire utbyggingsalternativ, skal det gjerast ein samla konsekvensvurdering av kvart alternativ. Den samla vurderinga skal setjast opp i ein tabell der alle delområda inngår. Delområder som ikkje vert påverka av eit alternativ, skal synleggjerast. Samanstilling av konsekvensar for eit alternativ skal ikkje baserast på eit gjennomsnitt, men ei fagleg vurdering skal liggje til grunn. Antal berørte område, storleiken på konfliktane og samla belastning (sumverknader) må leggjast til grunn for vurderinga.

Kriterier for verdisetting

Naturmiljø

For tema naturmiljø følger vi malen i Statens Vegvesen sin Håndbok V712 om konsekvensanalyser (Vegdirektoratet 2014). Temaet omhandlar naturmangfald knytt til terrestriske (landjorda), limniske (ferskvatn) og marine (brakkvatn og saltvatn) system, inkludert livsvilkår (vassmiljø, jordmiljø) knytt til desse. Kartlegging av naturmangfald vert knytt til tre nivå; landskapsnivå, lokalitetsnivå og enkeltførekomster. I denne utgreiinga er det naturmangfaldet på lokalitets- og artsnivå som er kartlagt og vurdert.

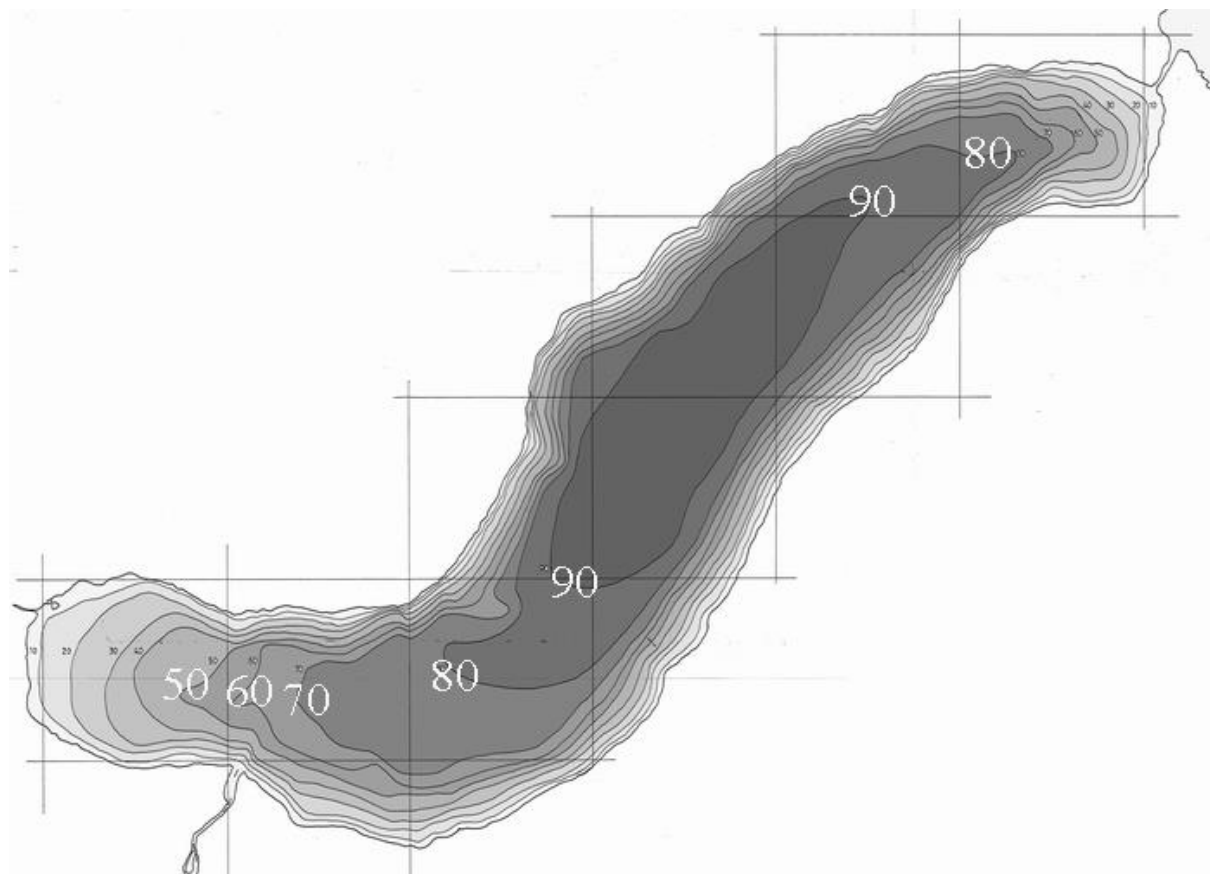
Registrerte naturtypar er vidare vurdert i forhold til oversikta over raudlista naturtypar (Lindgaard & Henriksen 2011), mens skildringa av raudlisteartar følgjer til ei kvar tid gjeldande Norsk rødlste for arter, her Henriksen & Hilmo (2015). Verdisettinga er forsøkt standardisert etter skjemaet i **tabell 2**. Nomenklaturen, samt norske namn, følgjer Artskart på www.artsdatabanken.no.

Tabell 2. Kriterier for verdisetting av dei ulike fagtemaene.

Tema	Liten verdi	Middels verdi	Stor verdi
Naturtypar i saltvann DN-håndbok 19	Areal som ikkje kvalifiserer som viktig naturtype	Lokaliteter i verdikategori C	Lokaliteter i verdikategori B og A
Artsførekomster Henriksen & Hilmo 2015	Førekomstar av artar som ikkje er på Norsk raudliste	Førekomst av nær trua artar NT og artar med manglande datagrunnlag DD etter gjeldande versjon av Norsk raudliste. Freda artar som ikkje er raudlista	Førekomster av trua artar, etter gjeldande versjon av Norsk raudliste, dvs. kategoriane sårbar VU, sterkt trua EN og kritisk trua CR

ØSTERBØVATNET

Østerbøvatnet er omtrent 3 km langt, har eit areal på 2,2 km², og med eit største djup på nærare 100 meter rommar innsjøen eit samla volum på omtrent 128 millionar m³ (Bjerknes 1983). Østerbøvatnet er eigentleg ikkje lenger nokon innsjø, men er etter graving av kanalen ut i Sognefjorden rundt 1860 vorte ein brakkvassjø. Historiske kjelder indikerer og at sjøen rann inn på flo sjø til Østerbøvatnet før utgravinga rundt 1860, og saltvassfisk kunne gå inn. Utgravinga gjorde berre straumen noko breiare og djupare og reinska den for stein (Geir Sørebo, pers. medd.). Østerbøvatnet er no ein fjord/poll som har dagleg tidevassutveksling med den utanforliggjande Fuglesøtfjorden, og har rote botnvatn under ca. 30 – 50 m og friskt sjøvatn herfrå og opp til eit tynt ferskvasslag med ein tjukkeleik på normalt 0,5-1,5 m på toppen, sjå **figur 4** (Johnsen & Kålås 2007).



Figur 4. Djupnekart over Østerbøvatnet, teikna med 10-meterskoter (frå Sogn og Fjordane Kraftverk, I Johnsen & Kålås 2007). Utløpet til Sognefjorden er i nordøst.

Morfologi

Tabell 3. Morfologisk skildring av Østerbøvatnet sine djupnetilhøve frå djupnekotekartet.

Djupne / sjikt	Areal (m ²)	Volum av sjikt (m ³)	Volum under (mill m ³)
0 m / 0-10 m	2 250 000	21 446 150	130 620 173
10 m / 10-20 m	2 039 230	19 690 270	109 174 023
20 m / 20-30 m	1 898 824	18 185 920	89 483 753
30 m / 30-40 m	1 738 360	16 664 855	71 297 833
40 m / 40-50 m	1 594 611	14 909 780	54 632 978
50 m / 50-60 m	1 387 345	13 054 415	39 723 198
60 m / 60-70 m	1 223 538	11 366 200	26 668 783
70 m / 70-80 m	1 049 702	8 858 950	15 302 583
80 m / 80-90 m	722 088	5 415 660	6 443 633
90 m / 90-95 m	361 044	1 027 973	1 027 973
95 m	50 145	0	0

Tabell 4. Morfologisk skildring av utløpskanalen frå Østerbøvatnet i dag og etter omsøkt utviding.

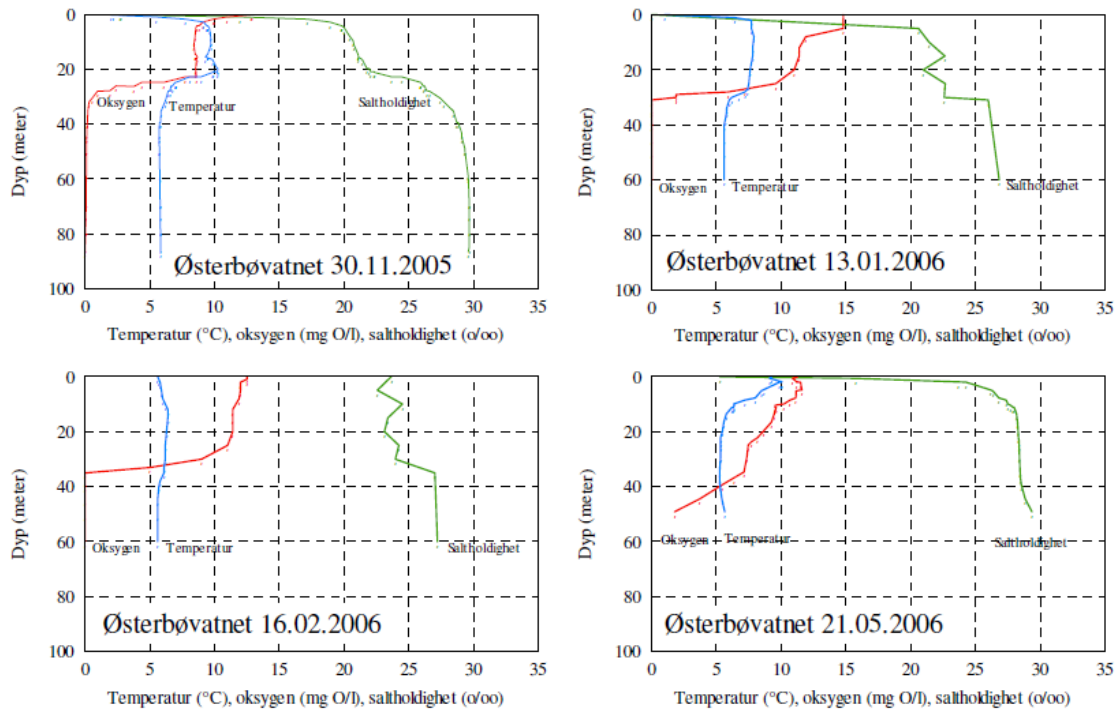
Djupne	Breidde i dag	Ny breidde
0 m	12 m	20 m
2 m	5 m	-
8 m	-	5 m

Vinteren 2005/2006 var det eit varierende og tynt ferskvasslag på Østerbøvatnet, og allereie 0,5 meter nedi vannsøylen var det eit betydeleg saltinnhald på 10 ‰, og på to meters djup var det opp mot 20 ‰. Tjukkleiken på ferskvasslaget varierer med tilrenninga, som er størst på hausten ved mykje nedbør, eller ved snøsmeltinga på våren. Ferskvasslaget er kaldt, og ved prøvetakinga i januar 2006 var det fleire cm tjukk og sprø is på Østerbøvatnet.

Laget med om lag 20 ‰ strakte seg om lag til 20-25 meters djup, og var betydeleg varmare enn både det underliggende saltare vatnet og det kalde ferskvasslaget oppå. Temperaturane i dette mellomsjiktet var opp mot 10 °C i november 2005, og sokk til 8 °C utover i januar og ned mot 6 °C i februar 2006, ettersom overflatetemperaturen i fjordvatnet utenfor vart avkjølt.

Tabell 5. Innhald av hydrogensulfid (H₂S) i vasprøver tatt fire gonger på tre ulike djup i Østerbøvatnet vinteren 2005/06, analysert for

	Hydrogensulfid (H ₂ S) i Østerbøvatnet i mg/l og lukt		
	25 m	30 m	60 m
01.12.2005	3,05	3,01	10,6
13.01.2006	< 0,1 & ikke lukt	< 0,1 & litt lukt	8,3
16.02.2006	< 0,1 & ikke lukt	< 0,1 & litt lukt	7,8
21.05.2006	< 0,1 & ikke lukt	0,2 & litt lukt	6,2



Figur 5. Hydrografiske profiler frå Østerbøvatnet gjennom vinteren 2005/2006 (frå Johnsen & Kålås 2007).

Tilrenning

Østerbøvatnet har eit nedbørfelt ved utløp til sjø på 62,9 km², og med ein spesifikk avrenning i feltet på 99,6 l/km²/s, vert det ei gjennomsnittleg tilrenning på 6,26 m³/s eller 198 mill. m³/år. Etter utbygging av Østerbø karftverk, med overføring av delfelt frå nabovassdrag, vil vassføringa på årsbasis auke med 21 % til 240 mill. m³/år (Kirkhorn 2007).

Naturtypar

Østerbøvatnet er ein poll/fjord med naturleg fråver av oksygen i djupvatnet, naturtype I03 (Fjorder med naturleg lavt oksygeninnhold i bunnvatnet) i DN (Miljødirektoratet si) si handbok nr 19 fra 2007 om «Kartlegging av marint biologisk mangfold», og bassenget er vurdert å ha «middels» til «stor» verdi som naturtype (Johnsen mfl. 2007). I fjordar med naturleg oksygenfritt botnvatn (dvs. som i periodar inneheld mindre enn 2 ml O/l eller er permanent oksygenfritt) er det ingen gravande botndyr slik at sedimentet er urørt og fungerer som eit arkiv der historiske opplysningar om tilhøva i fjorden blir bevart. Naturtypen er difor viktig sidan dette er naturlege system (pollar og fjordar) som vart etablert i samband med den siste istida.

Østerbøvatnet var eit ferskvatn som vart ein brakkvassjø/poll etter graving av kanalen ut i Sognefjorden rundt 1860. Det er uvisst i kor stor grad det før denne utgravinga førekom «saltvatninnstøytingar» til Østerbøvatnet i samband med springflo, og i kor stor grad det var eit oksygenfritt botnsjikt av saltvatn før denne utgravinga. Men historiske kjelder indikerer at det truleg også før 1860 kom saltvatn inn til Østerbøvatnet ved flo sjø, og at utgravinga berre gjorde straumen noko breiare og djupare og reinska den for stein. Etter tiltaket utført i 1860 har Østerbøvatnet med sikkerheit vore «oksygenfattig fjord/poll», og det er mogleg at naturtypen er menneskeskapt ved dette inngrepet. Om Østerbøvatnet gjekk frå innsjø til «oksygenfattig fjord/poll» i samband med utgravinga i 1860 kan det vere riktig å allereie då rekne den som ein «sterkt modifisert vannforekomst» (SMVF) etter Vassdirektivet. Det foreslåtte tiltaket i notid vil då og vere ei betydeleg endring i forhold til tilstanden før 1860.

Artsførekomst

I Østerbøvatnet er det påvist førekomst av minst 20 fiskeartar (**tabell 6**), og det er sannsynleg at det er finnest ål (*Anguilla anguilla*), stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) og andre på kysten vanleg førekommande fiskeartar. Det var også ulike typar kråkeballar, sjøstjerner og maneter i garna ved prøvafisket (Johnsen mfl. 2007).

Tabell 6. Artar påvist i Østerbøvatnet.

Artsnamn	Latinsk navn	Påvist
Kveite	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	Søreide grunneigarlag
Rødspette	<i>Pleuronectes platessa</i>	Søreide grunneigarlag
Sandflyndre	<i>Limanda limanda</i>	Søreide grunneigarlag
Brosme	<i>Brosme brosme</i>	Søreide grunneigarlag
Lange	<i>Molva molva</i>	Søreide grunneigarlag
Aure	<i>Salmo trutta</i>	Johnsen mfl. 2007
Regnbogeure	<i>Salmo gairdneri</i>	Johnsen mfl. 2007
Sild	<i>Clupea harengus</i>	Johnsen mfl. 2007
Sypike	<i>Trisopterus minutus</i>	Johnsen mfl. 2007
Hvitting	<i>Merlangius merlangus</i>	Johnsen mfl. 2007
Hyse	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Johnsen mfl. 2007
Lyr	<i>Pollachius pollachius</i>	Johnsen mfl. 2007
Sei	<i>Pollachius virens</i>	Johnsen mfl. 2007
Laks	<i>Salmo salar</i>	Johnsen mfl. 2007
Torsk	<i>Gadus morhua</i>	Johnsen mfl. 2007
Bergnebb	<i>Ctenolabrus rupestris</i>	Johnsen mfl. 2007
Berggylt	<i>Labrus bergylta</i>	Johnsen mfl. 2007
Taggmakrell	<i>Trachurus trachurus</i>	Johnsen mfl. 2007
Makrell	<i>Scomber scombrus</i>	Johnsen mfl. 2007
Skrubbe	<i>Platichthys flesus</i>	Johnsen mfl. 2007
Trepigget stingsild	<i>Gasterosteus aculeatus</i>	Sannsynlig
Ål	<i>Anguilla anguilla</i>	Sannsynlig
Totalt		

Silda i Østerbøvatnet utgjer ikkje nokon eigen isolert bestand. Dette baserer seg på at den ikkje kan skiljast genetisk frå norsk vårgytande sild korkje på analyser av DNA-mikrosatelittar eller ved tidlegare elektroforesestudier, at den berre synest å opphalde seg periodevis i Østerbøvatnet, og også fordi lengdefordelinga syner fråvær av individ under 20 cm og dermed antyder at det ikkje skjer nokon lokal rekruttering (Johnsen mfl. 2007).

Silda som vart fanga i januar 2007 vart levert Havforskningsinstituttet for genetiske analyser av 4 DNA-mikrosatelittar. Konklusjonen frå desse analysane er heilt klar. Østerbøilda skiljer seg ikkje genetisk frå norsk vårgytande sild (NVG) for dei systema som er undersøkt. Resultata er analysert ved ein sokalla "Structure – analyse", der NVG sild og Østerbøilda vart vurdert å tilhøyre same populasjon.

Det skal imidlertid understreke at sjølv om ein ikkje finn forskjellar mellom dei to prøvesetta basert på desse svært avgrensa analysane, så kan ein ikkje sikkert slå fast at det likevel ikkje er forskjellar. Havforskningsinstituttet har imidlertid og gjennomført proteinanalyser på Østerbøilda for 10-15 år sidan, og det ble heller ikkje ved desse studiane påvist nokon forskjell mellom Atlantoskandisk sild (NVG) og sild frå Østerbøvatnet (Knut Jørstad, Havforskningsinstituttet, pers. medd.).

I Østerbøvatnet er det elles eit rikt artsmangfald av vanleg førekommande artar. Kvar for seg er det registret vanleg førekommande artar som ikkje er raudlista, men med moglege førekomst av ål (VU) tilseier dette og middels – stor verdi av artsførekomster.

Tilhøvet til naturmangfaldlova

Denne utgreiinga tek utgangspunkt i forvaltningsmålet nedfelt i naturmangfaldlova, som er at artane skal førekomme i livskraftige bestandar i sine naturlege utbreiingsområde, at mangfaldet av naturtypar skal ivaretakast, og at økosystema sine funksjonar, struktur og produktivitet vert ivarettatt så langt det er rimeleg (§§ 4-5).

Kunnskapsgrunnlaget vert vurdert som ”godt” for denne konsekvensutgreiinga (§ 8). ”Kunnskapsgrunnlaget” er både kunnskap om artane sin bestandssituasjon, naturtypar si utbreiing og økologiske tilstand, samt effekten av påverknader inkludert. Naturmangfaldlova gjev imidlertid rom for at kunnskapsgrunnlaget skal stå i eit rimeleg forhold til saka sin karakter og risiko for skade på naturmangfaldet. For dei aller fleste forhold vil kunnskap om biologisk mangfald og mangfaldet sin verdi vere betre enn kunnskap om effekten av tiltaket sin påverknad. Sidan konsekvensen av eit tiltak er ein funksjon både av verdiar og verknader, syner ein til ein eigen diskusjon av dette i kapitlet ”om usikkerheit” bak i rapporten.

Denne utgreiinga har vurdert det nye tiltaket i forhold til dei samla belastningane på økosystema og naturmiljøet i tiltaks- og influensområdet (§ 10), der influensområdet omfattar eit mykje større geografisk areal for tema som inngrepsfrie områder (INON) og landskap, medan det for andre tema i større grad vert avgrensa til tiltaksområdet og nærområda.

Det er foreslått konkrete og generelle avbøtande tiltak, som tiltakshavar kan gjennomføre for å hindre, eller avgrense skade på naturmangfaldet (§ 11). Ved bygging og drifting av tiltaket skal skadar på naturmangfaldet så langt mogeleg unngåast eller avgrensast, og ein skal ta utgangspunkt i driftsmetodar, teknikk og lokalisering som gjev dei beste samfunnsmessige resultat ut frå ein samla vurdering både av naturmiljø og økonomiske forhold (§ 12).

Vurdering av verknad

Ved utviding av kanalen både i breidde og djupne, frå dagens avgrensa tverrsnitt på ca 20 m² til kanskje opp mot langt over 100 m², vil det straume meir sjøvatn inn ved kvar tidevasssyklus, samtidig som vassfarten i utløpskanalen vert noko mindre. Samtidig vil ein større opning bidra til at vasstanden i Østerbøvatnet vert meir i fase med tidevasstanden utanfor ved at meir vatn samla sett passerer utløpskanalen ved kvar tidevasssyklus inn og ut av Østerbøvatnet, og at straumfarten relativt sett ikkje minkar like mykje som auken i arealtverrsnittet skulle tilseie. Utrekningar ved hjelp av FjordMiljø syner at straumfarten i utløpskanalen vil verte om lag det halve av dagens straumfart ved ei utviding av utløpskanalen.

Østerbøvatnet ligg 0 moh., og er i dag eigentleg ikkje nokon innsjø, men eit svært avstengt fjordbasseng. I det stabile djupvatnet innanfor tersklar i slike sjøbasseng, er tettleiken vanlegvis større enn i det daglege innstraumande tidevatnet, og her føregår det to viktige prosessar. For det første vert oksygenet i vassmassane forbrukt jamt på grunn av biologisk aktivitet knytt til nedbryting av eksternt (m.a. frå tidevatnet og frå elva) og internt (m.a. frå primærproduksjon og fekalier frå fisk og andre organismar) tilført organisk materiale. For det andre skjer det ein jamn tettleiksreduksjon i djupvatnet på grunn av dagleg påverknad av det inn- og utstrøymande tidevatnet. Dersom munningen er kanalforma, vil det inn- og utstrøymande tidevatnet kunne få ein betydeleg fart og «rive» med seg underliggjande vatn, og påverknaden på dei underliggjande vassmassane vil kunne bli stor. Når tettleiken i djupvatnet er blitt så låg at den tilsvarar tidevatnet sin tettleik, kan djupvatnet skiftast ut med tilførsel av friskt vatn heilt til botn i bassenget.

Vinterstid kan også tyngre og saltare vassmassar komme nærare overflata i sjøområda langs kysten, fordi ferskvasspåverknaden til kystområda da er liten og brakkvannslaget er tynnare. Dersom dette

tyngre vatnet kommer opp over terskelnivå, vil ein kunne få ein fullstendig utskifting av djupvatnet innafor terskelen. Frekvensen av slike utskiftingar avhenger i stor grad av terskelens djup, og som oftast skjer dette om våren og forsommaren då vatnet normalt er tyngst (Gade og Furevik 1994). Desto grunnare terskel, jo sjeldnare skjer utskiftingar av denne typen. I Østerbøvatnet er terskelen svært grunn (rundt 2 m djup), og ein reknar med at ei slik djupvassutskifting skjer svært sjeldan. Men den sterke straumen gjennom sundet «riv» med seg underliggjande vatn og bidreg til at det skjer ei jamleg utskifting ned til 20 – 25 m djup der ein ser ut til å ha tilfredsstillande oksygentilhøve året rundt (jf. **figur 5**).

Når det ein sjeldan gong skjer utskifting av botnvatn i Østerbøvatnet er det grunn til å tru at dette skjer i kalde periodar om vinteren eller tidlig vår når ferskvassavrenninga til Østerbøvatnet er liten og ferskvasslaget på toppen er tynt. Dette ser ein av temperaturane i djupvasslaget under terskeldjup, som jamnt over ligg på 6 °C og med eit saltinnhald på mellom 26 og 29 ‰. Dette er typiske verdiar for kystraumvatn vinterstid som strøymer inn i fjordane som ein underliggjande kompensasjonsstraum, gjerne ved lengre nordavindsperiodar.

I det innestengte djupvatnet vil balansen mellom desse to nemnde prosessane avgjere miljøtilstanden i djupvatnet. Dersom oksygenforbruket er stort, eller tidsintervallet mellom utskiftingane er langt, vil oksygenet bli brukt opp raskare enn fornyinga av djupvatnet. Det vil då oppstå oksygenfrie forhold. Under slike forhold er den biologiske aktiviteten låg, og nedbrytinga av organisk materiale vert sterkt redusert.

Når oksygenet i djupet er brukt opp, vil sulfatreduserande bakteriar fortsette nedbrytinga utan oksygen, og den giftige gassen hydrogensulfid (H₂S) vert danna. Dyreliv vil ikkje førekomme under slike vilkår. Djupvatnet i Østerbøvatnet har frå naturen si side ein balanse som gjer at slike situasjonar vil opptre utan kunstig påverknad. Det treng difor ikkje vere eit teikn på “overbelastning” at det førekjem hydrogensulfid i djupvatnet og i sedimenta.

Berekningar ved hjelp av Fjordmiljømodellen

Ein har føreteke berekningar ved hjelp av FjordMiljø (Stigebrandt 2001) der ein har modellert for ein no situasjon med terskeldjup på 2 meter og sett på kva endringar som skjer når ein utvidar munninga og senkar terskelen til 8 m djup.

Fjordmiljømodellen viser at det vert meir oksygenforbruk i djupvatnet ved at hastigheita på tidevatnet i munningen vert redusert med om lag 50 % når tverrsnittet aukar, slik at tettleikspåverknaden nedover i djupet vert redusert. Dermed vert sjiktninga med oksygenfrie forhold i djupvatnet meir stabil.

I Østerbøvatnet viser hydrografimålingar i perioden fra november 2005 til mai 2006 at det innstraumande tidevatnet vanligvis ligg mellom 20 og 27 ‰ ned mot 20 meter djup, dvs i den delen av vannsøyla som jamleg vert utskifta. Nedover i bassengvatnet ser ein at saltinnhaldet varierer mindre, dvs mellom 27 og 29 ‰ og ein temperatur på rundt 6 °C, noko som tilseier at for kvar gong det skal skje ei utskifting av botnvatn, må dette vere tyngre enn det bassengvatnet som skal erstattast, dvs at etter mai 2006 måtte sjøvatnet ha vore saltare saltare enn 29 ‰ og minst halde 6 °C eller kaldare.

Grunnlagdsdata frå Rådgivende Biologer AS si overvaking av fjordane i Hordaland i 2014 og 2015 syner at saltinnhaldet i dei øvste 2 metrane i overflata i tilsvarande fjordsystem med noko til mykje ferskvasspåverknad i overflata (Hissfjorden i Hardangerfjorden, Sørfjorden og Fusafjorden) svært sjelden er over 29 ‰, medan dette er vanleg på 8 m djup (jf. **tabell 7 – 9**).

Tabell 7. Døme – **Hissfjorden** er midt i Hardangerfjorden like utanfor Jondal. Saltinnhald vist med grøn farge tilsvarar noverande terskeldjup i Østerbøvatnet, og lilla tilsvarar framtidig terskeldyp (frå Johnsen & Furset 2016).

Dyp	2014					2015										
	jul	aug	sep	nov	des	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	nov	des
1	11,7	20,6	27,4	30,1	27,8	27,1	28,3	26,8	22,7	24,0	11,9	10,5	14,6	25,3	24,8	27,1
2	12,2	21,0	27,4	30,1	27,9	27,3	28,4	27,0	23,1	24,5	12,1	10,8	14,7	25,3	24,9	27,1
3	15,6	22,8	27,4	30,1	28,0	27,4	28,5	27,1	23,7	24,9	13,1	11,1	15,1	25,6	25,2	27,1
4	23,1	26,5	27,5	30,1	28,2	27,8	28,7	27,1	24,0	25,1	13,7	12,1	17,8	25,9	25,4	27,1
5	27,0	27,0	27,7	30,1	28,2	27,9	28,8	27,1	24,8	25,4	18,2	14,4	19,9	26,3	25,6	27,1
6	28,1	27,7	28,0	30,2	28,4	28,2	28,9	27,1	25,9	25,7	24,2	20,2	23,3	26,8	25,7	27,3
7	29,0	28,5	28,4	30,2	28,6	28,8	29,1	27,1	27,1	26,1	26,2	25,0	26,3	27,3	26,0	27,4
8	29,4	28,8	28,7	30,2	28,7	28,9	29,3	27,1	28,3	26,5	29,8	28,5	27,6	27,5	26,4	27,3

I denne delen av Hardangerfjorden er saltinnhaldet svært sjeldan over 30 ‰ på 2 m djup, og berre periodevis over 29 ‰ på 8 m djup.

Tabell 8. Døme – **Sørfjorden** ved Vaksdal i Osterøy. Saltinnhald vist med grøn farge tilsvarar noverande terskeldjup i Østerbøvatnet, og lilla tilsvarar framtidig terskeldyp (frå Johnsen & Furset 2016).

Dyp	2014					2015										
	jul	aug	sep	nov	des	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	nov	des
1	5,7	10,9	5,2	23,1	15,1	12,4	11,4	14,6	6,3	3,0	1,5	2,1	3,8	6,9	3,4	26,4
2	6,8	13,1	5,8	24,6	18,1	14,1	13,2	15,1	6,8	3,0	1,5	2,2	3,9	6,8	3,7	26,4
3	16,3	17,2	6,5	26,5	26,7	14,6	15,4	17,2	13,7	3,6	2,0	2,4	4,0	13,0	4,3	26,6
4	25,1	20,9	19,6	27,9	30,7	20,4	19,4	19,0	24,1	5,5	4,9	6,0	5,5	21,3	4,7	26,7
5	26,7	23,5	27,1	29,6	31,6	26,5	29,3	26,8	28,8	14,0	22,2	17,1	17,5	26,9	8,1	27,8
6	28,2	27,0	28,2	30,4	32,0	29,8	29,6	29,1	30,3	23,5	28,4	25,0	24,7	28,6	12,7	29,0
7	29,1	28,7	29,0	31,1	32,3	31,1	32,7	30,2	31,0	27,2	30,0	27,8	27,6	29,3	17,4	31,7
8	29,7	29,5	29,4	31,2	32,4	31,9	33,3	31,3	31,6	30,5	30,6	30,0	28,7	29,6	22,0	31,9

I Sørfjorden er det vanlegvis eit tydeleg definert brakkvasslag dei øvste 2 – 4 metrane, der saltinnhaldet ikkje overstig 30 ‰ på 2 m djup, medan saltinnhaldet på 8 m djup ligg over 29 ‰ mesteparten av året.

Tabell 9. Døme – **Fusafjorden** ved Hatvik – Venjanaset. Saltinnhald vist med grøn farge tilsvarar noverande terskeldjup i Østerbøvatnet, og lilla tilsvarar framtidig terskeldyp (frå Johnsen & Furset 2016).

Dyp	2014					2015										
	jul	aug	sep	nov	des	jan	feb	mar	apr	mai	jun	jul	aug	sep	nov	des
1	25,2	28,3	24,9	27,7	29,4	27,1	26,2	29,3	26,5	24,1	25,1	25,4	23,9	20,2		29,9
2	26,3	28,8	27,5	28,5	30,0	29,4	27,6	29,4	29,0	25,5	26,3	25,8	25,5	24,3	22,0	30,1
3	27,5	28,9	29,0	28,9	30,4	31,1	29,4	29,3	30,6	27,5	27,1	26,5	25,9	27,5	23,2	30,7
4	28,5	29,2	29,6	29,4	30,6	32,1	30,5	29,4	31,0	28,7	27,4	27,7	26,3	28,6	28,2	31,8
5	29,0	29,5	29,7	29,8	30,7	32,6	31,2	29,9	31,2	29,7	28,1	28,5	26,9	29,0	28,8	32,8
6	29,3	29,8	29,9	29,9	30,7	32,7	31,6	30,1	31,4	30,2	29,2	29,2	27,1	29,2	29,8	32,4
7	29,7	30,0	30,0	30,2	31,3	32,8	31,9	30,1	31,4	30,6	30,3	29,6	27,3	29,2	30,0	32,2
8	30,1	30,2	30,0	30,3	31,6	32,7	32,1	30,2	31,5	30,9	30,9	30,1	27,7	29,3	30,1	32,4

I Fusafjorden (som kanskje mest liknar på forholda i Sognefjorden utanfor Østerbøvatnet) er saltinnhaldet om vinteren i perioden desember – april på det jamne over 29 ‰ på 2 m djup, og over 29 ‰ heile året på 8 m djup.

Ved eit framtidig terskeldjup på 8 meter inn til Østerbøvatnet kan ein rekne med at saltinnhaldet i det stabile djupvatnet under terskeldjup vil stige frå dagens 29 ‰ til 31 – 32 ‰ ved dei første utskiftingane av bassengvatn under terskeldjup. Tida for utskifting vil truleg framleis vere sein vinter – tidleg vår då vatnet er tyngst (kaldt og salt). Det vil truleg bli noko hyppigare utskiftingar av bassengvatn dei første gongane etter utdjuping av terskelen grunna innstrøyming av saltare og tyngre vatn enn det eksisterande. Dette vil imidlertid stabilisere seg etter ei tid slik at det vatnet som seinare skal erstatte djupvatnet i Østerbøvatnet då må vere tyngre enn botnvatnet med det «nye» saltinnhaldet på 31 – 32 ‰ i bassengvatnet. Det er likevel sannsyleg at det vil bli oftare utskifting av det oksygenfrie bassengvatnet enn i dag, men det er noko usikkert.

Konklusjon

Utviding av kanalen i breidde og djupne vil gje ein auke i tverrsnitt frå dagens ca. 15-20 m² til over 100 m² ved utviding og utdjuping. Dette vil gje vesentleg redusert vassfart over terskelen berekna til 4,4 m/s i dag til 2,3 m/s.

Dette medfører redusert tettleiksreduksjon i dei djupare laga frå dagens 4,5 kg/m³/månad til 0,2 kg/m³/månad etter utdjupinga, noko som vil gi vesentleg lenger tid før omrøring og dårlegare utskiftingsforhold i bassengvatnet.

Utskiftingstid for djupvatnet er i dag ca. 60 dagar, men dette blir redusert til under det halve, dvs. 25 døgn, etter utviding av kanalen fordi tverrsnittet aukar så mykje.

Ein djupare terskel vil sannsynlegvis gi oftare innsig av saltare og tyngre vatn, som og kan skifte ut djupvatnet. Det er sannsynleg at det kan bli oftare utskiftingar av djupvatnet ned til botn fordi eit større terskeldjup gir større sjanse for inntransport av tungt og salt sjøvatn. Og dette aukar sjansen for at perioden med oksygenfrie forhold vil kunne bli korta ned i varigheiter, og kanskje forsvinne heilt.

Modelleringa har ikkje kunne gi sikre svar på dette, men ein kan ikkje sjå vekk i frå at systemet kan endrast bort frå «naturlig oksygenfattig fjord/poll» etter utdjupinga ved at utskiftinga av botnvatnet vil kunne skje oftare enn i dag.

Det er sannsynleg at det vil bli ei noko hyppigare utskifting av bassengvatn i perioden etter utdjuping av terskelen grunna innstrøyming av saltare og tyngre vatn enn det eksisterande. Dette vil imidlertid kunne stabilisere seg etter ei tid slik at det vatnet som seinare skal erstatte djupvatnet i Østerbøvatnet då må vere tyngre enn botnvatnet med det «nye» saltinnhaldet på 31 – 32 ‰ i bassengvatnet.

Det vil truleg bli ein auke av utskiftinga av det øvre djupvasslaget og betre oksygentilhøve ned til 50 m djupne grunna den auka vassmengda som dagleg vil passere over terskelen inn og ut av Østerbøvatnet. Dette tilseier at vilkåra for det biologiske mangfaldet observert og skildra i dei øvre vasslaga i Østerbøvatnet vil bli lite eller ikkje endra, mens det kan bli betre levevilkår for dyreliv ned mot djupare lag i Østerbøvatnet.

Verknad og konsekvens

Modelleringane indikerer at Østerbøvatnet vil kunne endre «naturtype» i frå den opphavslege naturtypen «naturlig oksygenfattig fjord/poll», men modelleringa gir ikkje noko eintydig svar. Eit slikt tiltak der ein føretek morfologiske endringar i utløpet, som påverkar dei hydrologiske forholda i vassførekomsten innafor, vil bli å rekne som ein «sterkt modifisert vannforekomst» (SMVF) etter Vassdirektivet.

Samtidig må modellane vurdere sumverknaden av dei godkjente planane for Østerbø kraftverk, som vinterstid vil føre meir ferskvatn til Østerbøvatnet og dermed og endre sjiktningsforholda i fjorden utanfor.

Sumverknadar

Østerbøvatnet har eit nedbørfelt ved utløp til sjø på 62,9 km², og med ein spesifikk avrenning i feltet på 99,6 l/km²/s, vert det ei gjennomsnittleg tilrenning på 6,26 m³/s eller 198 mill. m³/år. Etter utbygging av Østerbø karftverk, med overføring av delfelt frå nabovassdrag, vil vassføringa på årsbasis auke med 21 % til 240 mill. m³/år (Kirkhorn 2007).

Dette vil i liten grad påverke det som skjer djupt nede i Østerbøvatnet, der saltinnhald i fjorden utanfor på 7-8 meters djup er viktigare enn eit litt tjukkare brakkvasslag på toppen av vassøyla.

Oppsummering

Tabell 10. Oppsummering av verdiar, verknader og konsekvensar av driftsfasen for eit utvida utløp av Østerbøvatnet i Høyanger kommune.

Fagtema	Verdi			Verknad					Konsekvens
	Liten	Middels	Stor	Stor neg.	Middels	Liten / ingen	Middels	Stor pos.	
Naturtypar i sjø	----- -----	----- -----	▲	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	Stor negativ (- - -)*
Funksjonsområder for fisk o.a. marine artar	----- -----	----- -----	▲	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	Liten negativ (-)
Artsforekomster	----- -----	----- -----	▲	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	----- -----	Liten negativ (-)

*Vurderinga er noko usikker

OM USIKKERHET

Graden av usikkerheit skal diskuterast i samband med vurderinga av kunnskapsgrunnlaget etter naturmangfaldlova §§8 og 9, som slår fast at når det skal treffast ei avgjerd utan at det føreligg tilstrekkeleg kunnskap om kva for verknader den kan ha for naturmiljøet, skal det takast sikte på å unngå mogleg vesentleg skade på naturmangfaldet. Særleg viktig vert dette dersom det føreligg ein risiko for alvorleg eller irreversibel skade på naturmangfaldet (§9).

Konsekvensvurderinga er basert på eksisterande informasjon om biologisk mangfald i Østerbøvatnet, og verdivurderinga byggjer på eit svært godt kunnskapsgrunnlag med liten usikkerheit.

I dei fleste konsekvensutgreiingar vil kunnskapsgrunnlaget for verdivurderinga av biologisk mangfald ofte vere betre enn kunnskapen om verknaden av tiltaket på biologisk mangfald.

«Fjordmiljømodellen» er forsøkt nytta for å vurdere moglege endringar i dei fysiske tilhøva i Østerbøvatnet, men modellen er ikkje heilt velegna for denne type nesten heilt avstengde fjordbasseng. Resultata er difor nytta saman med generelle vurderingar av tilhøva i fjorden utanfor og mogleg endringar i utskifting knytt til endring av «terskelnivå» i utløpet frå Østerbøvatnet. Her er nytta resultat frå tilsvarande fjordsystem i Hordaland, noko som også bidreg til noko større uvisse om detaljeringa i verknadane. Ein reknar med at utskiftingsraten av botnvatn vil kunne auke i tida etter utdjupinga, men det er noko uvisse knytt til om dette blir ein permanent situasjon inntil det nye systemet har stabilisert seg. Det er difor knytt noko usikkerheit rundt konklusjonen.

For å redusere usikkerheit i tilfelle med eit moderat kunnskapsgrunnlag om verknader av eit tiltak, har vi generelt vald å vurdere verknad ”strengt”. Dette vil sikre ei forvaltning som skal unngå vesentleg skade på naturmangfaldet etter ”føre var prinsippet”, og er særleg viktig der det er snakk om biologisk mangfold med stor verdi. I dette prosjektet vert det vurdert å vere lite usikkerheit knytt til vurderinga av verknaden og konsekvens for dei fleste fagtema i rapporten bortsett frå den vurderinga at Østerbøvatnet vil kunne endre «naturtype» i frå den opphavslege naturtypen «naturlig oksygenfattig fjord/poll» til ein situasjon med hyppigare utskiftingar av oksygenfattig botnvatn med oksygenrikt vatn.

OPPFØLGJANDE GRANSKINGAR

Dersom den omsøkte utdjupinga av kanalen vert innvilga, vil det vere av største interesse å følgje opp med undersøkingar av hydrografiprofilar månadleg i Østerbøvatnet for å vurdere dei aktuelle verknadane av tiltaket. Dette gjeld i forkant av gjennomføringa av tiltaket (no-situasjonen) og etter at tiltaket er gjennomført.

REFERANSAR

- BJERKNES, W. 1983.
Fiskeribiologiske granskingar av Østerbø-, Mjølsvik- og Ortnevikvassdraga.
Akva Plan rapport 107/83, 49 sider.
- DIREKTORATET FOR NATURFORVALTNING 2007.
Kartlegging av marint biologisk mangfold.
DN-håndbok 19-2001, rev. 2007, 51 s.
- GADE, H & T. FUREVIK 1994.
Hydrografi og strøm
Geofysisk institutt, Universitetet i Bergen, 34 sider
Delrapport i Lie, U. & T. Magnesen (red):
Riksvegsamband Sveio-Stord-Bømlo: Konsekvenser for det marine miljø.
- HENRIKSEN, S. & HILMO, O. (red.) 2015.
Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge.
- JOHNSEN, G.H. & T.T. FURSET 2016.
Overvåking av fjordområdene i Hordaland. Vannkvalitet 2014-2015.
Rådgivende Biologer AS, rapport 2231, 48 sider, ISBN 978-82-8308-251-7.
- JOHNSEN, G.H. & S. KÅLÅS 2007.
Konsekvensutredning for Østerbø og Randalen kraftverk, Høyanger kommune.
Tema: Vannkvalitet, vanntemperatur og isforhold
Rådgivende Biologer AS, rapport 987, ISBN 978-82-7658-532-2, 46 sider
- JOHNSEN, G.H., S. KÅLÅS & B.A. HELLEN 2007.
Konsekvensutredning for Østerbø og Randalen kraftverk, Høyanger kommune.
Tema: Fisk og ferskvannsbiologi
Rådgivende Biologer AS, rapport 988, ISBN 978-82-7658-533-9, 45 sider
- KIRKHORN, T. 2007.
Østerbø og Randal kraftverk. Konsekvensutgreiing hydrologi
BKK Rådgiving AS, rapport ID 10399347, 12 sider + vedlegg
- LINDGAARD, A. OG HENRIKSEN, S. (red.) 2011.
Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim.
- VANNDIREKTIV VEILEDER 02:2013 revidert 2015
Klassifisering av miljøtilstand i vann
Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver.
263 siders internettutgave www.vannportalen.no

Reports describing FjordEnv:

- Stigebrandt, A., 2001: FjordEnv – a water quality model for fjords and other inshore areas. Göteborg University, Earth Sciences Centre, Report C40, 41 pp.
- Stigebrandt, A., 1992: Beregning av miljøeffekter fra menneskelige aktiviteter. Lærebok for brukere av vannkvalitetsmodellen Fjordmiljø. Statens Forurensningstilsyn og Ancylus, 58 pp.

Scientific reports resulting from the Møre project where decisive components of the FjordEnv model were developed.

«Vann-nett» <http://vann-nett.no/saksbehandler/>

«Vann-Miljø» <http://vanmiljo.miljodirektoratet.no/>

VEGDIREKTORATET 2014.

Konsekvensanalyser – veiledning. ”
Statens Vegvesen, håndbok V712.