

Slåing av smal vasspest i Bjårvatn Etterundersøkelser 2015



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

NIVA Region Sør

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

NIVA Region Innlandet

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

NIVA Region Vest

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

Tittel Slåing av smal vasspest i Bjårvatn Etterundersøkelser 2015	Løpenr. (for bestilling) 6984-2016	Dato 5. februar 2016
	Prosjektnr. Undernr. 15271	Sider Pris 29
Forfatter(e) Marit Mjelde	Fagområde Ferskvann	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Rogaland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernnavdelingen	Oppdragsreferanse Ørjan Simonsen
---	-------------------------------------

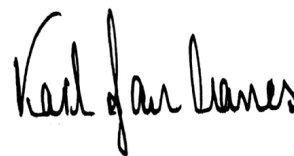
Sammendrag

Bjårvatn var den første lokaliteten med smal vasspest i Norge. For å begrense forekomsten av denne arten i Norge og hindre spredning til andre vassdrag på Jæren, ble det bestemt at man skulle foreta slåing av smal vasspest i Bjårvatn. Arbeidet foregikk i september-november i 2011, 2012 og 2013. Resultatet er kortere planter og mindre dekning av smal vasspest i Bjårvatn. Imidlertid er det fortsatt i 2015 store bestander og stor biomasse av smal vasspest i innsjøen. Forsøket i Bjårvatn viser helt klart at smal vasspest ikke kan fjernes fra en innsjø, særlig ikke fra en lokalitet som stadig mottar næringstilsg fra jordbruksområder. Vi anser derfor at det ikke vil være kostnadseffektivt å sette i gang tilsvarende prosjekter i andre næringsrike innsjøer. Imidlertid kan man vurdere å foreta begrenset slåing på utvalgte områder der vasspesten skaper problemer for brukergrupper. Slåing og jevnlig fjerning av vasspest fra en lokalitet vil over tid kunne føre til en utarming av næringsinnholdet i sedimentet og dermed gi mindre grunnlag for store biomasser. En generell reduksjon av næringstilførselene til innsjøen anbefales.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Fremmede vannplanter	1. Invasive species
2. <i>Elodea nuttallii</i>	2. <i>Elodea nuttallii</i>
3. Vann- og sedimentkjemi	3. Water and sediment
4. Tiltak	4. Management



Marit Mjelde
Prosjektleder



Karl Jan Aanes
Forskningsleder

Forord

Norsk institutt for vannforskning (NIVA) har på oppdrag fra Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen, foretatt etterundersøkelser av smal vasspest i Bjårvatn og vurdering av effektene av forsøk med høsting.

Innhenting av vannprøver er gjort av Einar Tunheim, Hå kommune, mens Lars Bøe har registrert daglige vannstander. Undervannsvideokartlegging ble utført av Eli Rinde og Hartvig Christie, NIVA. Vegetasjonskartlegging og innhenting av sedimentprøver er gjort av Torleif Bækken og Marit Mjelde, NIVA.

Dag Berge har gitt verdifulle kommentarer til rapporten og Karl Jan Aanes har vært NIVAs kvalitetssikrer. Marit Mjelde har vært NIVAs prosjektleder.

De vannkjemiske analysene er foretatt ved NIVAs kjemilaboratorium, mens Eurofins AS har analysert sedimentprøvene.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært Ørjan Simonsen, Fylkesmannen i Rogaland.

Takk til alle for godt samarbeid!

Oslo, 5. februar 2015

Marit Mjelde

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Formål	7
2. Områdebeskrivelse	8
2.1 Generelt	8
2.2 Klima	9
3. Slåing av smal vasspest	11
3.1 Slåtteplan	11
3.2 Gjennomføring	12
3.3 Erfaring	13
4. Materiale og metoder	14
4.1 Vannstand	14
4.2 Vannkjemi	14
4.3 Sedimentprøver	14
4.4 Makrovegetasjon	14
5. Resultater	17
5.1 Vannstandsvariasjoner	17
5.2 Vannkemiske forhold	17
5.3 Sediment	19
5.4 Vannvegetasjon	21
5.5 Utvikling av smal vasspest	22
5.6 Effekter av slåing	25
5.7 Mulige effekter av smal vasspest på fugl	26
6. Generelle erfaringer fra slåtteprosjektet	27
7. Litteratur	28

Sammendrag

Bjårvatn var den første lokaliteten hvor smal vasspest ble registrert i Norge. For å begrense forekomsten av arten i Norge og hindre spredning av arten til andre vassdrag på Jåren, ble det bestemt at man skulle foreta slåing av smal vasspest i Bjårvatn.

Slåing av smal vasspest startet 30.9.2011 og foregikk i september-november i 2011, 2012 og 2013. Bjårvatn ble delt inn i 3 sektorer; en sektor ble slått én enkelt gang (i 2011) og en sektor ble slått 3 år på rad. Den siste sektoren ble ikke slått og fungerte som et referanseområde. Selve slåttene ble foretatt av firmaet Bombus Natur AS. De foretok også målinger av skuddlengder av vasspest og innhentet sedimentprøver i slåtteperioden. Etterundersøkelsene i 2015 er foretatt av NIVA og omfatter innhenting av vannprøver og sedimentprøver, samt kartlegging av bestanden av smal vasspest. For vurderingene er det også benyttet tidligere data fra undersøkelser av både vann, sediment og vegetasjon.

Bjårvatn er en grunn og eutrof innsjø, som er påvirket av avrenning både fra jordbruksområder og kloakk. Generelt sett ser det ut til at innsjøen er blitt mer eutrofiert i perioden 2008-2015.

Fosforinnholdet i sedimentet i Bjårvatn er generelt høyt. I perioden 2009-2015 ble det registrert en nedgang i fosforinnholdet, noe som kan skyldes opptaket fra smal vasspest. Når planten slås og dør kan noe fosfor frigjøres til vannmassene, men vi antar det økte fosforinnholdet i vannmassene skyldes avrenning fra jordbruksområder og kloakk, og ikke slåing av vasspest. Den kraftige økningen av nitrogen i sedimentet i slåtteperioden antar vi kommer av at en del av plantematerialet som er slått blir liggende i innsjøen. Muligens blir det en tid anaerobe forhold i den døende plantemassen slik at nitrogen som lekker ut herfra bindes som ammonium i sedimentet. I perioder med kraftig vind og/eller flomvannføring vil det sannsynligvis foregå en kraftig omrøring og forflytning av både littorsediment og løst plantemateriale. Dette er sannsynligvis årsaken til at det ikke er klare forskjeller i sedimentkjemi mellom de ulike sektorene.

Det ble i 2015 registrert 17 vannplanter i Bjårvatn. Smal vasspest var fortsatt den vanligste arten, sammen med stivt brasmegras og korsevjeblom. Basert på indeksen T1c er økologiske tilstand for vannvegetasjonen karakterisert som moderat.

Bestandenes indre (dvs. grunneste) dybdegrense har variert en god del fra år til år, og i 2012-2013 sto bestandene dypt, indre grense på hhv. 1,8 og 1,5 m dyp. Endringene i indre grense kan muligens skyldes beiting fra vannfugl. I alle områdene som er slått har lengden av vasspestplantene blitt redusert. Selv om plantene i 2015 er kortere i områdene som er slått 3 ganger, er reduksjonen den samme i området som slått bare én gang. I området hvor det ikke er foretatt slåing var plantene generelt kortere før slåttene startet. Plantene i dette området viste en svak økning i perioden 2011-2015. Antall ruter med forekomst av smal vasspest ble kraftig redusert etter slåing, mens middeldekningen i de rutene der vasspest er registrert er lite endret. Dette skyldes sannsynligvis at det er noen små områder som har blitt mindre berørt av slåingen, og disse områdene har opprettholdt eller videreutviklet veksten.

Slåingen har altså ført til noe kortere planter og noe mindre dekning av smal vasspest i Bjårvatn. Imidlertid er det fortsatt i 2015 store bestander og stor biomasse av smal vasspest i denne innsjøen.

Slåingsforsøket i Bjårvatn viser helt klart at smal vasspest, i så store bestander som her, ikke kan fjernes fra en innsjø, særlig ikke fra en innsjø som stadig mottar næringstilsg fra jordbruksområder. Vi anser derfor at det ikke vil være kostnadseffektivt å sette i gang slike prosjekter i andre næringsrike innsjøer. Imidlertid kan man vurdere å foreta begrenset slåing på utvalgte områder der vasspesten skaper problemer for brukergrupper. Slåing og jevnlig fjerning av vasspest fra en lokalitet vil over tid kunne føre til en utarming av næringsinnholdet i sedimentet og dermed gi mindre grunnlag for store biomasser. En generell reduksjon av næringstilførselene til innsjøen anbefales.

Vi foreslår at man, i tillegg til jevnlig overvåkingen av vannkvaliteten, følger opp utviklingen av smal vasspest i Bjårvatn gjennom tilsvarende undersøkelser som i 2015.

Summary

Title: Effects of cutting on *Elodea nuttallii* in Lake Bjårvatn

Year: 2016

Author: Marit Mjelde

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6719-8

The report summarizes the effect of cutting on nuisance growth of *Elodea nuttallii* in a shallow lake in southwestern part of Norway. After 3 years of cutting, both the abundance of the plant and the plant lengths are reduced, however, the lake still has nuisance growth of *Elodea nuttallii*.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Smal vasspest, *Elodea nuttalli*, ble observert i Bjårvatn første gang i 2006 (Imesland 2008). I 2008 ble bestanden kartlagt av NIVA (Mjelde 2009), og planten hadde da utviklet massebestander over hele innsjøen i dybdeintervallet 0,6-2 m. Dette omfatter omlag 80 % av innsjøens bunnareal. Den store utbredelsen i Bjårvatnet tydet på at planten hadde vært noen år i innsjøen. Masseforekomsten i Bjårvatn antyder dessuten at denne arten kan danne store bestander i mindre kalkrike innsjøer enn det som er registrert for vasspest (*Elodea canadensis*) (Mjelde m.fl. 2012).

Innsjøen og utløpsområdet, samt våtmarksområdet i innløpsenden og områdene med vann- og strandvegetasjon rundt innsjøen, er vernet som Ramsarområde på grunn av sin store verdi for våtmarksfugl under trekk vår og høst. Store deler av innsjøen omgis av jordbruksområder. Hovedinnløpet, Fuglestadåna, kommer imidlertid for det meste fra uproduktivt heiområde.

Spredningsenheter hos *E. nuttalli* har sannsynligvis større koloniserings- og regenereringsevne enn hos *E. canadensis*. *E. nuttalli* ser også ut til å ha en hurtigere vekst. Disse faktorene gjør at *E. nuttalli* har et større invasivt potensiale (Barrat-Segretain et al. 2002), dvs. den kan bli en større problemlante enn det *E. canadensis* er. Den hurtigere veksten hos *E. nuttalli* regnes som en av de viktigste årsakene til at den nå fortrenger *E. canadensis* i en rekke lokaliteter ellers i Europa (Barrat-Segretain et al. 2002, James et al. 2006).

Bjårvatn var den første lokaliteten med smal vasspest i Norge. Man ønsket å begrense forekomsten av arten i Norge og hindre spredning av arten til andre vassdrag på Jæren. I 2010 bevilget derfor Miljøverndepartementet 1 million kroner til Hå kommune for slåing av smal vasspest i Bjårvatn. Samtidig ble det stilt krav om struping av næringstilførslene til innsjøen, gjennom sanering av avløp fra tettstedet Brusand (jfr. brev fra Fylkesmannen i Rogaland 1.9.2011). Plan for slåingen ble utarbeidet av NIVA i 2011 (D. Berge, brev av 21.9.2011).

Vasspesten tar sin næring fra sedimentet. I starten av vekstsesongen (mai-juni) utnytter vasspesten næringen fra den gamle bestanden. Hvis man kutter bestandene hvert år såpass tidlig at bestandene råtner for vinteren, må de starte med å ta næring fra sedimentet om våren, og sedimentene vil bli raskere utarmet for næring. Gjentakende slåing vil derfor påskynde tilbakegangen av vasspestbiomassen. Man har imidlertid aldri fulgt opp høstinger ordentlig med systematiske målinger. Oftest har man foretatt engangsslåing og uten etterundersøkelser.

Hensikten med høstingen i Bjårvatn er derfor to-delt; dels å redusere biomassen av smal vasspest i innsjøen (og dermed redusere faren for spredning til andre vassdrag), og dels fremskaffe mer faktabasert kunnskap om effekter av slåing. Planen for slåing av vasspest (Berge og Mjelde 2011) tok utgangspunkt i strategien som er utarbeidet i tiltaksplanen mot vasspest (Mjelde m.fl. 2012). For å kunne vurdere effekten av tiltaket ble innsjøen delt inn i soner, med områder som ikke slåes (referanseområde), områder som slåes kun 1 gang i hele perioden, områder som slåes 1 gang hvert år, og områder som slåes 2 ganger hvert år. Forsøksperioden med slått ble satt til 3 år.

1.2 Formål

Formålet med foreliggende prosjekt er å foreta en faglig evaluering av bruk av slått, vurdere hvilken effekt den har hatt på bestanden av smal vasspest, samt vurdere overføringsverdi til tilsvarende tiltak i andre vassdrag. Videre skulle vi foreta enkle vurderinger av hvilken påvirkning smal vasspest kan få for mangfoldet av vannplanter og fugl i Bjårvatn naturreservat.

2. Områdebeskrivelse

2.1 Generelt

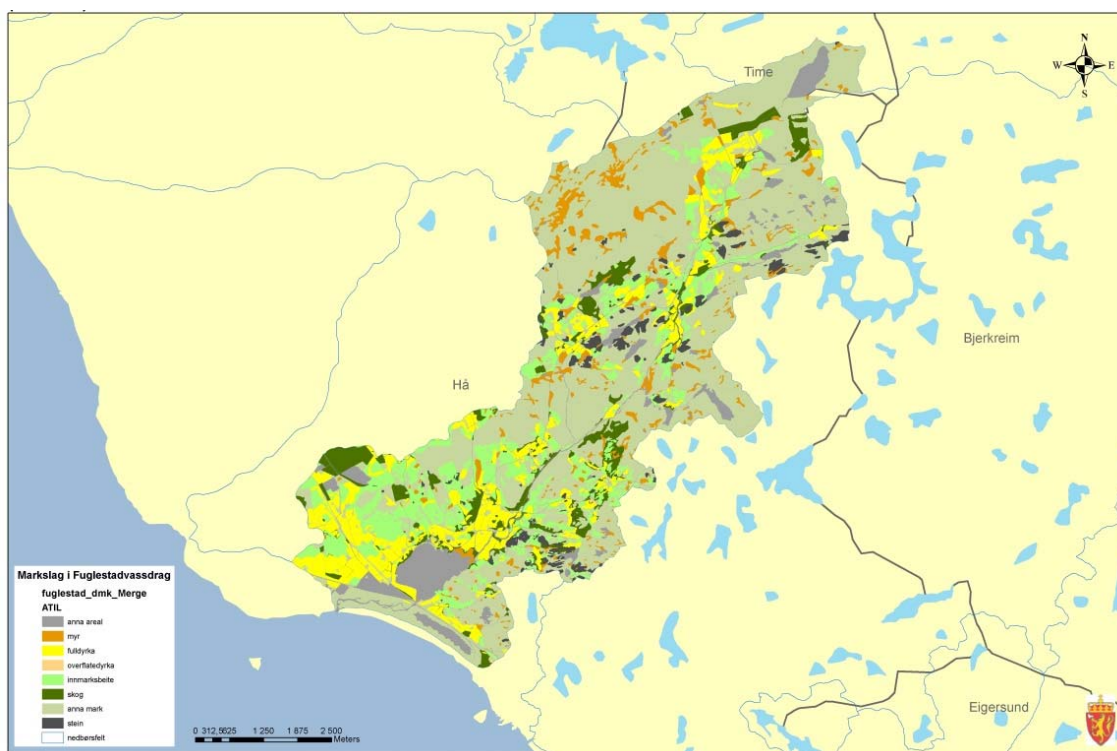
Bjårvatn ligger i Hå kommune i Rogaland, på overgangen mellom Lav- og Høg-Jæren. Berggrunnen i området er dominert av grunnfjellsbergarten anortositt. Nedbørfeltet har et areal på 46 km², hvorav dyrka mark utgjør 17 %, fulldyrket beite 4 % og skog 34 % (Mjelde 2009, se figur 1). De største arealene med dyrka mark ligger i nedre deler av nedbørfeltet, i Bjårvatnets nærrområder.

Bjårvatn ligger ca. 0,5 km fra havet og bare 0,8 moh. Innsjøen kan derfor i perioder være påvirket av sjøvann. Bjårvatn tilhører den biogeografiske regionen: Vestlandet og innsjøtypen LN-1, som omfatter små, kalkrike, klare innsjøer i lavlandet (Klassifiseringsveilederen, www.vannportalen.no).

Tabell 1. Generell informasjon om Bjårvatn

innsjø	vassdrag	kommune	koordinater	innsjøareal, km ²	hoh., m	innsjøtype
Bjårvatn	Fuglestadåna	Hå	311319, 6493832	0,85	0,8	LN-1

Fuglestadåna, som er hovedtilførselselva til Bjårvatn, overvåkes jevnlig i regi av Fylkesmannen i Rogaland (se bl.a. Molværsmyr 2005, Molværsmyr & Bergan 2011). For øvrig har Jæren vannområde gjort flere undersøkelser i vassdraget, se: <http://www.vannportalen.no/vannregioner/rogaland/vannomrader/jaren/>. Elva drenerer sørlige deler av Høg-Jæren, renner gjennom Bjårvatn og ut i sjøen ved Brusand. Elva er naturlig lakseførende opp til fossen ved Åsane. Fylkesmannen i Rogaland har ved hjelp av Espen Enge gjennomført undersøkelser i forhold til fisk og vannkjemi (Enge 2015).



Figur 1. Markslagskart over Fuglestadvassdraget. (Kilde: NVE) (figur hentet fra Mjelde 2009).

Fuglestadvassdraget er vernet i Verneplan I for vassdrag. Hagavatn i øvre deler av vassdraget er imidlertid regulert og overført til Hetland kraftverk i Ognavassdraget.

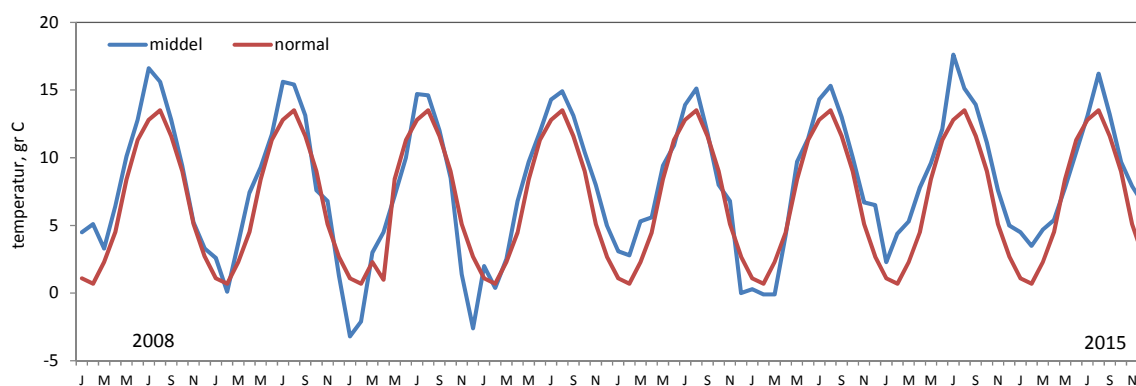
Bjårvatn er en viktige hekke-, raste- og overvintringslokaliteter for våtmarksfugl og er vernet som naturreservat. I henhold til fredningsforskriften (fastsatt ved kgl.res. 20.12.1996) er formålet med fredningen å bevare et våtmarksområde med naturlig tilhørende vegetasjon og dyreliv. All vegetasjon i vann og på land er fredet mot skade og ødeleggelse. Imidlertid sier forskriften også at nye plantearter ikke må innføres, og at det kan gjennomføres skjøtselstiltak for å fremme fredningsformålet.

2.2 Klima

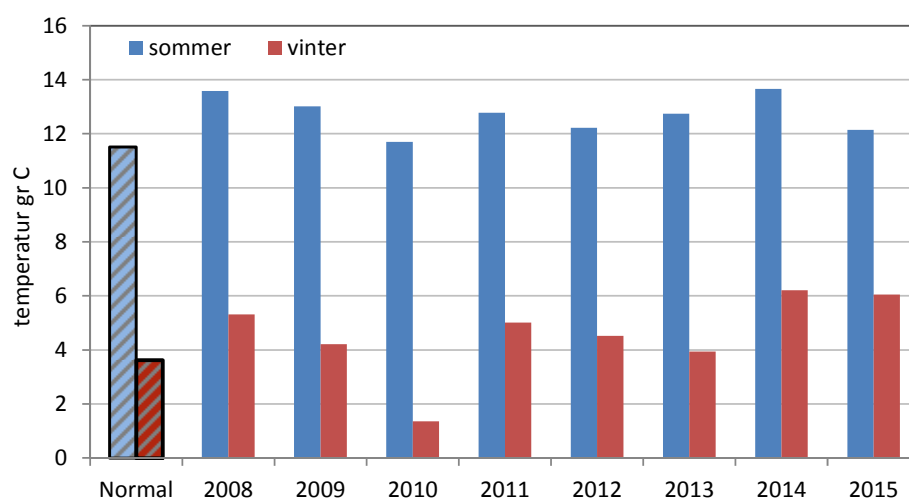
Nedbør og temperatur ved Bjårvatn er beskrevet ved hjelp av data fra st. 44080 Obrestad fyr.

Lufttemperatur

Alle årene hadde sommertemperaturer over normalen (figur 2), særlig varme var somrene i 2008-2009 og 2014, med midlere sommertemperaturer 1,5-2,2 grader over normalt (figur 3). Området har generelt milde vintre, men vintertemperaturen i perioden viste noe større variasjoner enn sommertemperaturen. I årene 2008 og 2014-2015 var midlere vintertemperatur 1,7-2,6 grader høyere enn normalt, mens vinteren 2010 var kaldere, med midlere temperatur 2,2 grader under normalt. Temperaturer under 0 grader er bare observert i 2010 (månedsmidler fra -2,1 til -3,2, både tidlig og seint på året) og tidlig på året i 2013 (månedsmidler -0,1). Bjårvatnet var muligens helt eller delvis islagt i 2010, men ikke øvrige år.



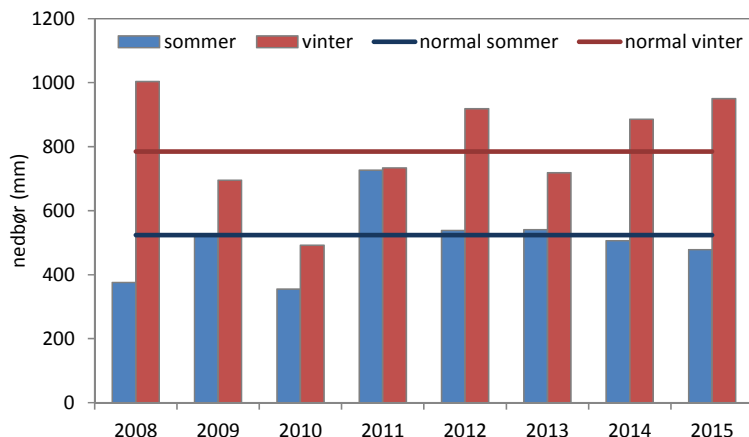
Figur 2. Temperaturforhold ved stasjon 44080 Obrestad fyr for 2008-2015 og normalperioden 1961-90.



Figur 3. Midlere temperaturer for hhv. sommer (1.mai - 30. september) og vinter for årene 2008-2015 ved stasjon 44080 Obrestad fyr. Normalperioden 1961-90.

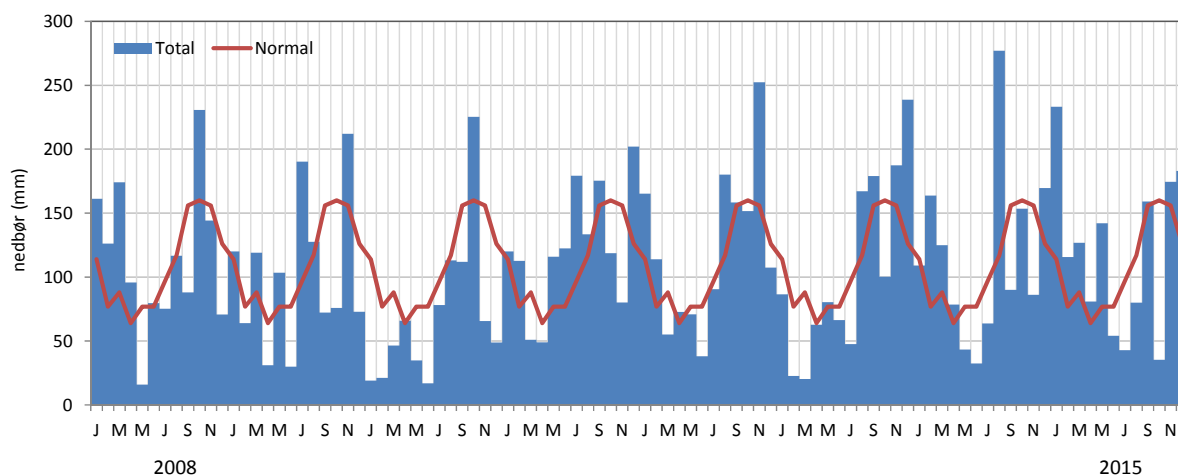
Nedbør

Området har en årsnedbør på 1300-1400 mm pr år (normalen (1960-91) var 1309 mm). I 2011-2012 og 2015 var årsnedbøren 120-150 mm høyere enn normalt, mens 2010 var et svært tørt år med en årsnedbør nesten 500 mm lavere enn normalt (figur 4). Øvrige år hadde mindre avvik.



Figur 4. Total nedbør ved stasjon 44080 Obrestad fyr i sommer- og vinterperiodene 2008-2015. Nedbør for normalperioden 1961-90 er inkludert.

Figur 5 viser månedlige nedbørmengder for perioden 2008-2015, inkludert slåtteperioden 2011-2013 og årene med vegetasjonsundersøkelser, 2008 og 2015. Senhøsten 2012 var mye mer nedbørsrik enn i de øvrige årene i slåtteperioden. Dette kan ha betydning for nedbrytning og utspyling av vasspest-materiale.



Figur 5. Nedbørforhold ved stasjon 44080 Obrestad fyr for perioden 2008-2015 og for normalperioden 1961-90.

Begge årene med vegetasjonsundersøkelser hadde mindre nedbør i sommerperioden enn normalt, 2015 generelt noe mer nedbørsfattig enn i 2008.

Høsten 2014 var det en periode med kraftig nedbør med følgende flomvannføring i vassdragene. I den perioden økte vannstanden i Bjårvatn til et nivå på 1,2-1,5 m over normalvannstand (Ørjan Simensen, pers.medd.).

3. Slåing av smal vasspest

3.1 Slåtteplan

Hå kommune søkte i 2011 Fylkesmannen i Rogaland om tillatelse til slått av smal vasspest i Bjårvatnet (brev av 30.9.2011). Tiltaket skulle gjennomføres utenom hekkesesongen og ikke komme i konflikt med laksefisket. Fylkesmannens miljøvernavdeling ga (i brev 1.9.2011) tillatelse til slått under forutsetning av at en 3-årig slåtteplan forelå og at det ble utarbeidet en skisse for oppfølgende studier av endringer i vasspestbiomassen og effekter på økosystemet. Det ble videre stilt krav om beredskap dersom problem med opphoping av vasspest i utløpet og at prosedyrene for rengjøring av redskap etter bruk ble fulgt. Likeså ble det påpekt av arbeidet måtte gjøres så skånsomt som mulig.

Slåtten av smal vasspest ble foretatt i henhold til plan utarbeidet av NIVA (Berge og Mjelde 2011). I følge planen skulle slått skje tre år på rad, i fire sektorer av innsjøen (figur 6). De fire sektorene skal ha ulik behandling:

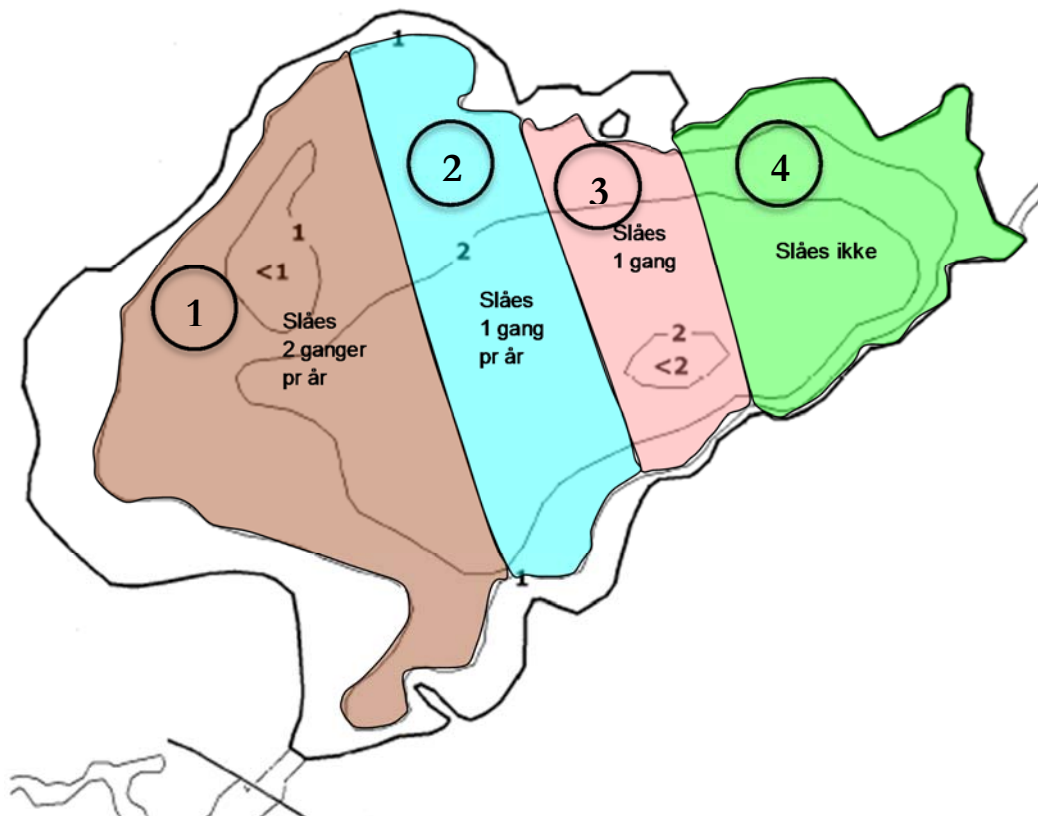
sektor 1: slås to ganger pr år (fortrinnsvis ca. 1. aug. og ca. 1.okt.)

sektor 2: slås en gang pr år

sektor 3: slås kun én gang

sektor 4: referanseområde, skal ikke slås

Vasspesten blir ikke samlet opp og deponert annet sted. Avkuttete planter vil flyte inn på grunt vann og følge med Fuglestadåna ut i sjøen, der plantene uskadeliggjøres av saltvann.



Figur 6. Forslag til slåttefelt og slåttefrekvens i 3 år (jfr. Berge og Mjelde 2011). Dybdekart fra Mjelde (2009) (opploddet av Fylkesmannen i Rogaland januar 2009). Dybder oppgitt som <1m og <2 m skal sannsynligvis forstås som dypere enn hhv. 1 og 2 m.

3.2 Gjennomføring

Firmaet Bombus Natur AS (Bryne) har vært ansvarlig for selve slåingen av smal vasspest i Bjårvatn og har gjort enkle årlige kartlegginger, jfr. årsrapporter utarbeidet av Linda R. Johnsen i 2011, 2012 og 2013.

Slåtten ble utført ved hjelp av et amfibiefartøy, med klippeaggregat installert (figur 7). Amfibiekjøretøyet er av merket Truxor fra Dorotea Mekaniske AB, Sverige. Den drives fremover som en beltevogn, og er skånsom mot vegetasjon og grunn i vannkanten. I flytende tilstand fungerer beltene som skovlhjul (Johnsen 2012). Det ble brukt GPS med sporing for å sikre at alle områder med vasspest ble slått.



Figur 7. Truxor amfibiefartøy brukt av Bombus Natur AS til slått av smal vasspest i Bjårvatn. Bildet er hentet fra Johnsen (2012).

Slåing av smal vasspest startet 30.9.2011, og ble senere også utført i 2012 og 2013. Selve slåingen foregikk i periodene 15. september – 10. november alle år (M.K. Løyning, pers.medd.). På grunn av lite tilvekst av smal vasspest i august 2011 og 2012, ble det kun slått en gang i sektor 1. **Sektor 1 og 2 er dermed slått sammen i det videre arbeidet. Det ble altså ikke foretatt slåing 2 ganger pr år i noen sektor (Johnsen 2013).** Følgende slått ble dermed gjort (se tabell 2): sektor 1 og 2: slås én gang pr år i 3 år; sektor 3: slås kun én gang; og sektor 4: referanseområde, skal ikke slås.

Tabell 2. Utført slått av smal vasspest i Bjårvatn 2011-2013. Slåtten har foregått én gang pr år.

sektor	2011	2012	2013
1	slått	slått	slått
2	slått	slått	slått
3	slått	-	-
4	-	-	-

I forkant av slått ble det hvert år foretatt målinger av skuddlengder av vasspest og innhentet sedimentprøver (Johnsen 2013). Skuddlengdene ble målt i hvert felt i september 2011, 2012 og 2013. Plantens lengde ble avlest på målestav og ved bruk av vannkikkert. Vasspesten indre grense ble kartlagt samtidig. Alle målinger er justert forhold til vann-nivå 0 (normalvannstand). Vannstanden ble avlest på målemerket ved utløpselva. Sedimentprøvene ble innhentet fra på ulike punkter i de 4 sektorene. Sedimentprøvene ble tatt med en Ekman-grabb. Kjemianalysene er gjort av Eurofins. Resultatene fra målingene og sedimentprøvene er sammenstilt og vurdert sammen med data fra 2015, se kap. 5.3.

For å hindre spredning av vasspest ble følgende prosedyrer for rengjøring av utstyr og maskiner gjennomført (Johnsen 2013): Daglige rutiner: Personlig utstyr og annet utstyr ble ikke flyttet fra Bjårvatn så lenge arbeidet pågikk. Biler og tilhenger som ble brukt av arbeidere og som ble kjørt til og fra arbeidsstedet ble rutinemessig sjekket for vasspest. Sluttrengjøring: Ved avslutning av prosjektet ble maskin med tilhenger, båt, personlig utstyr og annet utstyr som ble brukt i arbeidet grovrengjort på plassen. Alt synlig plante-materiale ble fjernet før hjemtransport av maskinen i lukket henger. Etter hjemtransport ble maskinen delvis demontert for å fjerne eventuelle planterester og rengjøre der det var vanskelig å komme til. Nøye rengjøring av beltene og maskinens underside ble også utført. Etter rengjøring ble maskin og utstyr sprøytet med Virkon. Maskin og utstyr ble deretter satt til tørking i oppvarmet rom på 25 grader celsius i 4 uker. Deretter ble maskinen lagret i lufttemperatur inne i lukket henger i ca. 3 måneder. Etter lagringen ble maskin og utstyr stimet på 100-140°C.

3.3 Erfaring

Bombus Natur AS har hatt ansvar for og gjennomført slått i Bjårvatn. Erfaringene herfra er oppsummert av Johnsen (2013), og en sammenstilling av disse er gitt nedenfor.

Målingene av vasspest i 2012, etter et år med slått, viste at plantene i sektor 1 og 2 var kortere enn i 2011 (før slått). I de øvrige sektorene var plantene omtrent som i 2012. Vasspesten hadde i 2012 en mer flekkvis fordeling, dvs. det var mange flere områder uten vasspest enn i 2011. I 2013 var imidlertid bestandene jevnere fordelt enn i 2012, og vasspesten var, til tross for slåingen, godt utviklet i 2013 sammenlignet med 2012. Deler av vannspeilet var dekket av planten, og plantene var generelt lengre enn i 2012. I følge Johnsen (2013) er den viktigste endringen etter slåing i 3 år at plantebestandene har gått tilbake i de grunneste områdene langs land. Vasspesten var svært algebevokst i 2012. Dette ble ikke observert i 2013. Dette ble imidlertid også observert for feltet som ikke er slått. Utover dette har det ikke vært mulig å observere noen klare trender.

Det ble ikke observert flytende plantemateriale av betydning etter slått. Heller ikke er det observert oppstuvning i elveosen. Dette tyder på at materialet synker relativt raskt etter slått (Johnsen 2013). I 2013 forekom det noe flytende plantemateriale som etter hvert ble liggende i kantvegetasjonen inn mot land, men omfanget var ikke spesielt stort.

4. Materiale og metoder

4.1 Vannstand

Det gamle vannmerket som ble etablert i 2008 er sannsynligvis tatt av flommen. I forbindelse med det foreliggende prosjektet ble det derfor etablert et nytt vannmerke i nordenden av Bjårvatn. Her er vannstanden avlest en gang i døgnet i perioden 3. juni - 30. september 2015. Ingen av vannmerkene er nivellert opp, og det er derfor ikke mulig å sammenlikne vannstands nivåene i 2008 og 2015. Medianvannstander er beregnet for observasjonsperiodene, hhv. 18.6-30.11.2008 og 3.6-30.9.2015. Generelt bør beregning av medianvannstand omfatte data for hele året over flere år. I forbindelse med slåingen 2011-2013 er vannmerket under broa ved utløpet brukt. Det har ikke vært mulig å sammenlikne vannstands nivåene herfra med de øvrige vannmerkene.

4.2 Vannkjemi

Tre ganger i sommersesongen 2015 ble det samlet inn vannprøver fra ett punkt sentralt i innsjøen. Prøvene ble tatt som blandprøver fra 0-2 m og er analysert med hensyn på konduktivitet, turbiditet, farge, kalsium, total-fosfor, total-nitrogen, fosfat, nitrat og nitritt, og ammonium. Analysene er gjort av NIVAs kjemilab. Vurdering av endringer over tid er basert på data fra Mjelde (2009), Molvermyr (2010) og Molvermyr m.fl. (2013), i tillegg til egne data fra 2015.

4.3 Sedimentprøver

Ved hjelp av en Limnos prøvetaker ble det tatt 5 sedimentprøver i hver av de 4 sektorene. Øverste 5 cm av hver prøve ble slått sammen til én blandprøve for hver sektor, slik at man totalt fikk fire sedimentprøver. Sedimentprøvene er analysert på totalt fosfor, total nitrogen, totalt jern og tørrstoff. Analysene er gjort av Eurofins AS. Vurdering av endringer over tid er basert på data fra Molvermyr (2010) og Johnsen (2014), i tillegg til egne data fra 2015.

4.4 Makrovegetasjon

Definisjon

Makrovegetasjon (høyere planter) er planter som har sitt normale habitat i vann. De deles ofte inn i helofytter (s.k. sivvegetasjon, sumpplanter) og "ekte" vannplanter. Helofyttene er semi-akvatiske planter med hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflata det meste av tida og et velutviklet rotsystem. Vannplantene er planter som vokser helt neddykket eller har blader flytende på vannoverflata, og disse kan deles inn i 4 livsformgrupper: *isoetider* (kortskuddsplanter), *elodeider* (langskuddsplanter), *nymphaeider* (flytebladsplanter) og *lemnider* (frittflytende planter). De største algene, kransalgene, inkluderes i vannvegetasjonen. Det er bare vannvegetasjonen som inngår i denne undersøkelsen.

Standard vegetasjonsregistrering

Registreringen av vannvegetasjonen ble utført 18. august 2015 i henhold til standard metode for registrering av artsdiversitet i innsjøer (se bl.a. Mjelde 1997). På ulike lokaliteter i Bjårvatn ble artene registrert ved hjelp av båt, vannkikkert og kasterive. Artene er kvantifisert ved hjelp av en semi-kvantitativ skala 1-5, hvor 1=sjelden, 2=spredd, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende. Navnsettingen for karplantene følger Lid og Lid (2005), mens kransalgene er navngitt etter Langangen (2007). Skuddlengder av 10 vasspestplanter ble målt på 8 ulike stasjoner, samtidig med øvrige registreringer.

Alle dybdeangivelser er gitt i forhold til medianvannstand for perioden juni - september 2015. Ved registrering var det kraftig vind og regnvær. Arter med sporadisk forekomst kan derfor ha blitt oversett.

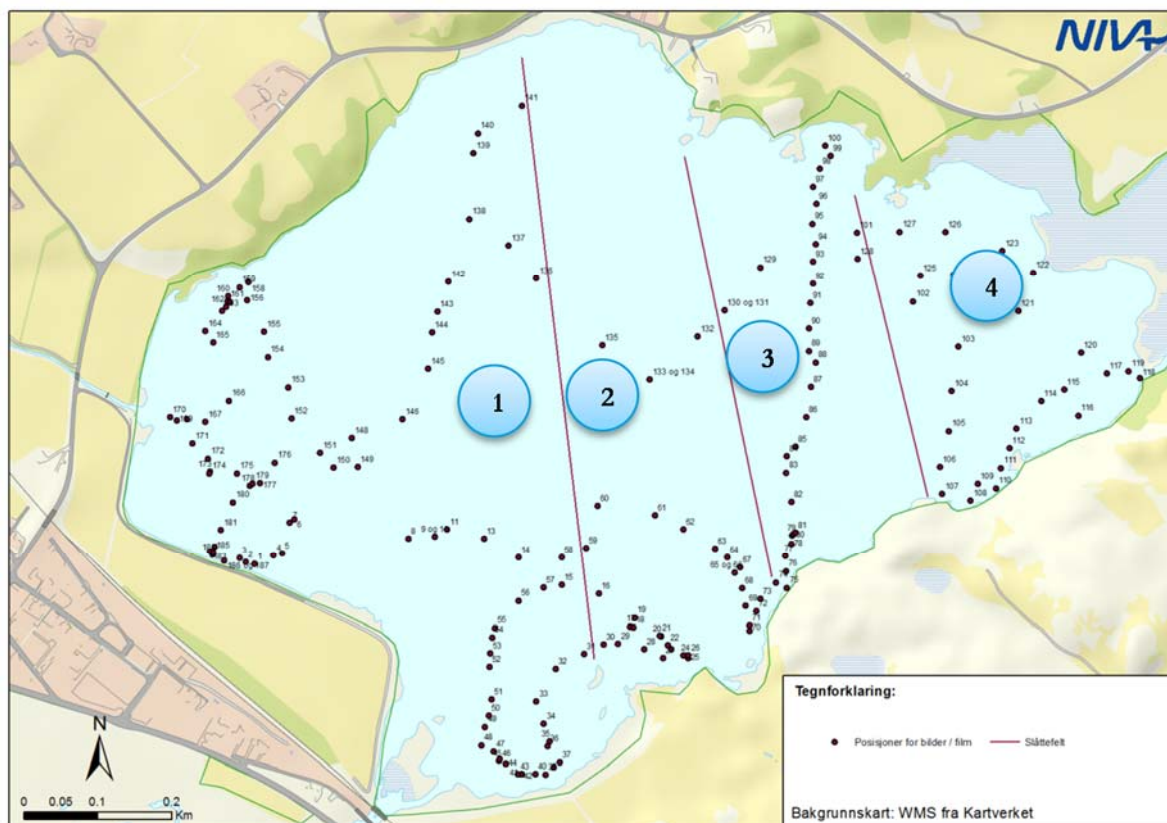
For vurdering av økologisk tilstand for vannvegetasjonen benyttes trofiindeksen TI_C (Direktoratsgruppa for Vanddirektivet 2013). I indeksen inkluderes arter innenfor livsformene av vannplanter (*isoetider*,

elodeider, nymphaeider, lemnider og kransalger). Moser, begroingsalger og helofytter inkluderes ikke. Indeksen er basert på forholdet mellom antall arter som er sensitive overfor eutrofiering og antall arter som er tolerante overfor slik påvirkning. Trofiindeksen beregner én verdi for hver innsjø. Verdien kan variere mellom +100, dersom alle tilstedeværende arter er sensitive, og -100, hvor alle er tolerante. Indeksen bør bare brukes for vannforekomster med 3 arter eller mer. Ved vurdering av økologisk tilstand i forhold til eutrofiering bør man i tillegg til indeksene vurdere forekomsten av fremmede arter, f.eks. vasspest. Dersom slike arter danner massebestander, bør ikke tilstanden for vannvegetasjon vurderes som god.

Undervannsvideoer

Den 17. juli 2015 ble det gjort videoopptak av vannvegetasjonen på en rekke punkter fordelt på alle 4 sektorer (figur 8), fra ca. 0,5 m dyp og ut til innsjøens største dyp. Det ble benyttet en ramme med areal 0,25 m² (50 cm x 50 cm) og påmontert undervannsvideokamera. Prøveflatene er tilfeldig spredt i dybdegradienten ("random sampling"). Totalt 180 ruter ble fotografert. Innsjøen er til dels svært grunn og vindutsatt. Kraftig vind på observasjonsdagen satte noen begrensninger i forhold til fotograferingen, og i forhold til bearbeidingen av videoopptakene.

Undervannsbildene er analysert etter standard bearbeidingsteknikk. Som mengdeangivelse ble det benyttet prosentvis dekningsgrad. Det er registrert dekning av arter og totaldekning av vegetasjonen.



Figur 8. Besøkte punkt i Bjårvatn 2015. For de fleste av disse (180) er det gjort videoopptak av vannvegetasjonen.

Biomasse

Vurdering av biomassen av vannplanter i en innsjø er en omfattende oppgave. I denne undersøkelsen er det ikke rom for en nøyaktig beregning av biomassen av *Elodea nuttallii* i Bjårvatn. Imidlertid har vi benyttet en formel utviklet for *Elodea canadensis* i Steinsfjorden i 1983 (Rørslett m.fl. 1984) for å kunne gi et grovt anslag over stående biomasse av *Elodea nuttallii* i Bjårvatnet.

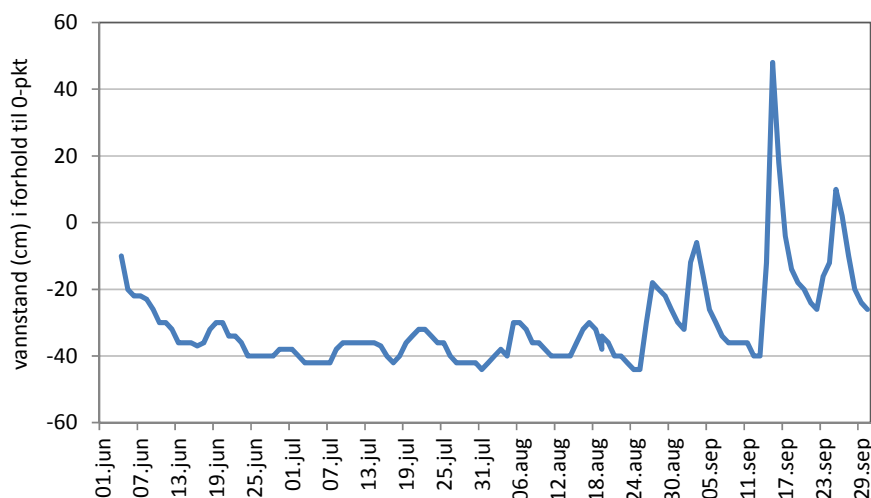
$$Y \text{ (biomasse gTV/m}^2\text{)} = 4,08 * X \text{ (gjennomsnittshøyde i cm)} - 28,39 \text{ (R} = 0,89\text{)}$$

Formelen bygger på omfattende biomassemålinger i ulike typer bestander og det ble funnet en god korrelasjon mellom biomasse, gitt som gram tørrvekt (gTV), og bestandshøyde (målt i cm) for de forskjellige typer vekststatus i vasspestens livssyklus. Beregningene er bl.a. benyttet av Mjelde og Johansen (1997) og Berge m.fl. (in prep.), med tilfredsstillende resultat.

5. Resultater

5.1 Vannstandsvariasjoner

Medianvannstanden i Bjårvatn for perioden 1. juni - 30. september er beregnet til 36 cm under 0-punktet. Total variasjon i vannstand i samme periode har vært 92 cm, fra 44 cm under 0-punktet midtsommers til 48 cm over 0-punkt i september (figur 9). Det er viktig å være oppmerksom på at vannstandsobservasjonene ble igangsatt først den 3. juni 2015 og således ikke dekker hele sesongen.



Figur 9. Daglige vannstander i Bjårvatn sommeren 2015. Oppgitt i forhold til 0-pkt på vannmerke i nordenden.

Ved undervannsfotograferingen 17. juli var vannstanden 8 cm lavere enn medianvannstand, mens ved registreringer og prøvetaking 18-19. august var den 2-4 cm lavere (se figur 10). Dybdeangivelsene fra 17. juli korrigeres med +8 cm til medianvannstand, mens dybdeangivelsene fra august er innenfor feilkildene og justeres ikke.

I observasjonsperioden 18.6-12.11. 2008 varierte vannstanden med hele 140 cm, mens den i juni-september 2008 varierte med 67 cm. Vannstanden varierte altså noe mer i sommersesongen 2015 enn i samme periode i 2008.

5.2 Vannkjemiske forhold

Vurderingene for 2015 er basert på tre prøver i perioden juni-september 2015. Det er viktig å være oppmerksom på at data fra vår/tidlig sommer ikke foreligger, slik at en eventuell algeoppblomstring på våren ikke er inkludert.

Kalsiuminnholdet varierte mellom 2,95 og 4,75 mg Ca/l (tabell 3), og innsjøen ligger på grensa mellom en kalkrik og en kalkfattig innsjøtype. De forholdsvis store variasjonene i kalsium kan skyldes perioder med store tilsig fra den kalkfattige Fuglestadåna. Høyt kalsiuminnhold tyder på større påvirkning fra nærområdet. Fargetallet viser at innsjøen er på grensa mellom en humøs og en klar innsjøtype.

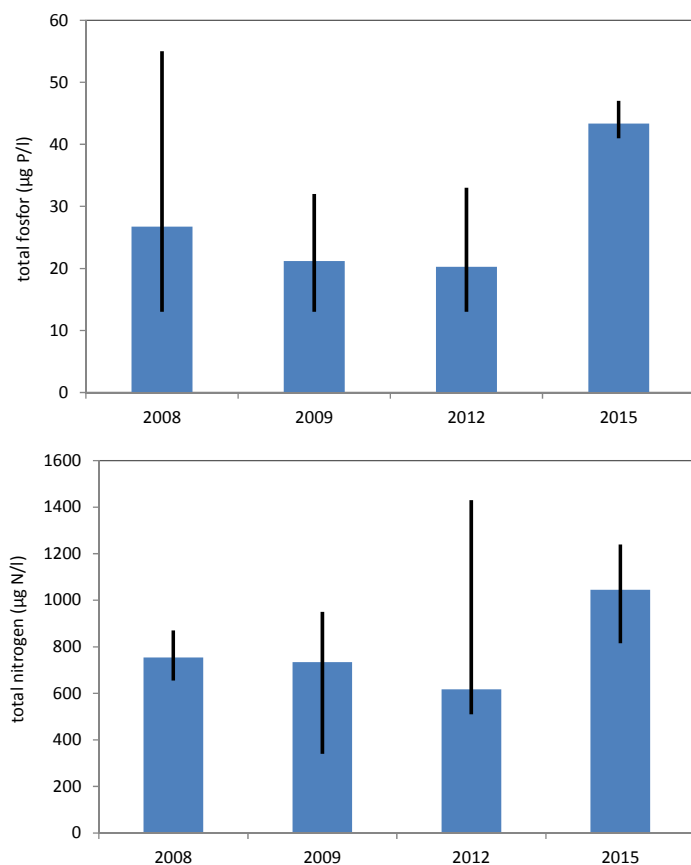
Basert på total fosfor kan vannkvaliteten i Bjårvatn karakteriseres som dårlig til svært dårlig, mens den er moderat til dårlig basert på total nitrogen (jfr. Direktoratets gruppa vanndirektivet 2013). Klassegrensene er utviklet for innsjøer med middeldyp >3 m (det er ikke utviklet klassegrenser for så grunne innsjøer som Bjårvatn).

Tabell 3. Vannkjemiske forhold i Bjårvatn 2015.

dato	Konduktivitet mS/m	kalsium mg/l	turbiditet FNU	farge mg Pt/l	Tot-P µg P/l	PO4 µg P/l	Tot-N µg N/l	NO3+NO2 µg N/l	NH4 µg N/l
01.06.2015	6,06	2,95	3,9	19	41	19	1080	590	50
24.08.2015	8,29	4,75	7,7	36	42	18	815	71	93
21.09.2015	6,11	3,04	4,1	35	47	15	1240	62	145
middel	6,82	3,58	5,2	30	43,3	17,3	1045	241	96

Generelt sett ser det ut til at Bjårvatnet er blitt mer eutrofiert i perioden 2008-2015. I 2008 ble det registrert svært høyt fosforinnhold (55 µg P/l) tidlig i sesongen, mens den varierte mellom 13-24 µg P/l resten av sesongen. Fosfornivået var tilsvarende i 2009 og 2012, mens det var markert høyere i 2015 (>40 µg P/l ved alle prøvetakingstidspunkt) (figur 10).

Også nitrogeninnholdet viser en økning i perioden. I 2012 var nitrogeninnholdet høyt på våren (950-1430 µg N/l), noe som kan ha sammenheng med utlekking fra de plantene som ble slått i september-oktober året før, men kanskje heller avrenning fra dyrka mark og kloakk. Såpass høye verdier av fritt ammonium i vekstsesongen tyder på avrenning fra husdyrgjødsel. Utover sommeren og høsten var nivået lavt. I 2015 var nitrogen-nivået høyt, særlig forsommer og høst.



Figur 10. Endringer i fosfor og nitrogen i perioden 2008-2015 (middel, min- og maks-verdier). Tidligere data fra Mjelde (2009), Molversmyr (2010) og Molversmyr m.fl. (2013).

I og med at fosfornivået i 2012 var omtrent det samme som i 2009 og 2008 antar vi at slåingen av vasspest (høst 2011) ikke har hatt betydning for vannkvaliteten, og at det høye nivået av både fosfor og nitrogen i 2015 skyldes avrenning fra jordbruksområder og kloakk.

5.3 Sediment

Sammenstillingen nedenfor viser data fra flere kilder, hvor det er benyttet litt forskjellig metodikk. Resultatene er derfor ikke helt sammenliknbare. Våre prøver fra 2015 er tatt med en Limnos-henter og representerer de øverste 5 cm av sedimentet. Prøvene fra 2009 er tatt med en Uwitec-corer (rørprøvetaker) (Molversmyr m.fl. 2013) og representerer det øverste 0-1 cm-sjiktet. Det var imidlertid forholdsvis liten forskjell mellom sjiktene 0-1 og 0-5 cm, fosforinnholdet ble analysert til 2,5 mg/g TS i 0-1cm sjiktet, mens 1-5 cm sjiktet hadde 2,2 mg/g TS (Molversmyr 2010). Ved prøvetakingen i 2011-2013 ble det benyttet en Ekman-grabb (Johnsen 2013). Grabben gir et mer upresist sjikt, og vi antar at prøvene herfra ihvertfall dekker sjiktet 0-5 og kanskje 0-10 cm. Det er uklart om planterester er kommet med i sedimentprøvene fra enkelte år.

Dataene fra 2011-2013 og 2015 viser resultater fra én blandprøve pr sektor. Hver blandprøve representerer 5 prøver. Molversmyr (2010) samlet i 2009 inn sedimentprøver fra 10 ulike stasjoner i Bjårvatn. Vi har oppgitt dataene herfra som middelerverdier innenfor hver av sektorene, slik at hvert tall representerer en middelerverdi av 1-4 prøver. Prøvene fra 2011 ble dessverre ikke korrekt analysert av laboratoriet og kan derfor ikke benyttes (Johnsen 2013).

Det ble ikke foretatt slåing to ganger pr år i noen sektor, dvs. sektor 1 og 2 fikk samme behandling. I det følgende har vi derfor behandlet sektor 1 og 2 sammen.

Bjårvatnet er så grunt at hele bunnen må regnes som littoralsediment, hvilket betyr at det er mer utsatt for vær og vind. Erosjon og omrøring vil naturlig kunne gi variasjoner i innhold av organisk materiale og næringsstoffer. Littoralsedimentene er derfor mer variable enn bunn sediment i dypere innsjøer.

Innholdet av fosfor og nitrogen i sedimentet var i 2015 hhv. 1,48 og 5,3 µg/mg TS (tabell 4). Fosforinnholdet i Bjårvatn var omtrent på samme nivå eller noe over det som er registrert i littoralsediment fra jordbrukspåvirkede kalksjøer på Hadeland og Vestre Toten (Mjelde 2014). Nitrogeninnholdet, derimot, var svært lavt sammenliknet med de samme innsjøene, og er på omtrent samme nivå som innsjøer mer eller mindre upåvirket av jordbruksområder (Mjelde 2014).

Tabell 4. Kjemiske forhold i sedimentene i Bjårvatn 2015.

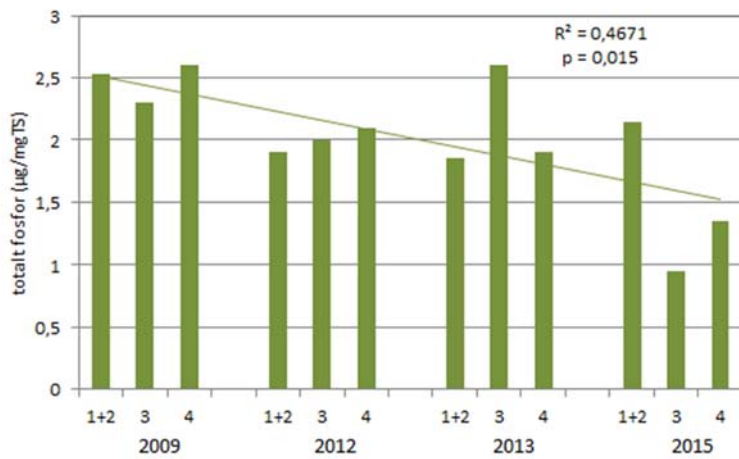
sektor	TP µg/mg TS	TN µg/mg TS	Fe mg/kg TS	tørrestoff %
1+2	2,15	7,8	33	18,0
3	0,95	2,9	16	25,1
4	1,35	5,2	15	21,3
middel	1,48	5,3	21	21,5

Data for perioden 2009-2015 viser imidlertid klare forskjeller mellom sektorer og år. Før slåing av vasspest hadde sedimentet et fosforinnhold på 2,3-2,6 µg/mg TS (se tabell 5, figur 11). I perioden 2012-2015 er det en jevn reduksjon av fosforinnholdet i sedimentet. Regresjonsanalysen viser et avtak med $r^2 = 0,47$ og med $p = 0,015$. Selv om avtaket ikke er helt jevnt (litt lav r^2) viser $p < 0,05$ at det statistisk sett er mer enn 95 % sannsynlig for at det er et avtak i fosforkonsentrasjonen i sedimentet. Det er ingen klare forskjeller mellom sektorene (figur 12).

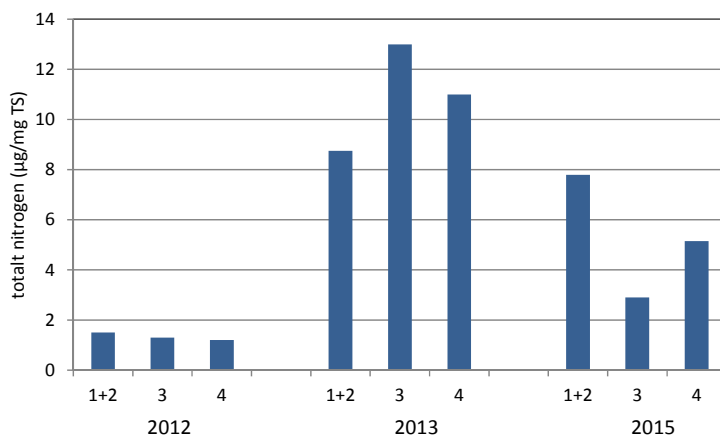
Tabell 5. Fosfor- og nitrogen-innhold i sedimentet i perioden 2009-2015. Data fra 2009 er hentet fra Molversmyr (2010), mens data fra 2011-2013 er fra Johnsen (2014).

år	Total fosfor (µg/mg TS)			Total nitrogen (µg/mg TS)		
	middel	min	max	middel	min	max
2009	2,5	2,3	2,6	-	-	-
2012	2,0	1,9	2,1	1,3	1,2	1,5
2013	2,1	1,9	2,6	10,9	8,9	13,0
2015	1,48	1,2	1,5	5,3	2,9	7,8

Nitrogeninnholdet viser store variasjoner mellom årene. I 2012, etter første året med høsting, var nitrogeninnholdet svært lavt, mens det var mangedoblet i 2013 (tabell 5). I 2015 var det redusert, men fortsatt høyere enn i 2009. Heller ikke her var det noen klare forskjeller mellom sektorene (figur 12).



Figur 11. Endringer i fosfor i sedimentet i perioden 2009-2015. Data fra 2009 er hentet fra Molversmyr (2010), mens data fra 2011-2013 er fra Johnsen (2014).



Figur 12. Endringer i nitrogen i sedimentet i perioden 2009-2015. Data fra 2009 er hentet fra Molversmyr (2010), mens data fra 2011-2013 er fra Johnsen (2014).

I perioder med kraftig vind og/eller flomvannføring vil det sannsynligvis foregå en kraftig omrøring og forflytning av både littoralsediment og løst plantemateriale. Det er sannsynligvis årsaken til at det ikke er klare forskjeller i sedimentkjemi mellom de ulike sektorene.

5.4 Vannvegetasjon

Det ble i 2015 registrert 17 vannplanter i Bjårvatn (tabell 6). Smal vasspest var fortsatt den vanligste arten, sammen med stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) og korsevjeblom (*Elatine hydropiper*). Artssammensetningen gjenspeiler de noe kalkfattige vannmassene. De flerårige kortskuddsplantene botnegrass (*Lobelia dortmanna*) og tjønngras (*Littorella uniflora*) er, sammen med brasmegras-artene, vanligst i oligotrofe innsjøer, men har i Bjårvatn gode vekstvilkår på sandsubstrat i de grunne, erosjonsutsatte områdene. Bestandene av stivt brasmegras forekommer i noe dypere områder og var i 2015 delvis overvokst av smal vasspest. Forekomsten av denne arten ser ut til å være noe redusert i forhold til i 2008.

Tabell 6. Vannvegetasjon i Bjårvatn 2015. Mengdeangivelse: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlige, 4=lokalt dominerende, 5=dominerer lokaliteten.

Latinske navn	Norske navn	forekomst
ISOETIDER		
<i>Elatine hydropiper</i>	korsevjeblom	4
<i>Isoetes lacustris</i>	stivt brasmegras	3-4
<i>Littorella uniflora</i>	tjønngras	3
<i>Lobelia dortmanna</i>	botnegras	3
<i>Ranunculus reptans</i>	evjesoleie	2-3
<i>Subularia aquatica</i>	syblad	3
ELODEIDER		
<i>Elodea nuttallii</i>	smal vasspest	5
<i>Juncus bulbosus</i>	krypsiv	2
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	tusenblad	3
<i>Potamogeton alpinus</i>	rusttjønnaks	2
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	småttjønnaks	3
<i>Potamogeton crispus</i>	krustjønnaks	2
NYMPHAEIDER		
<i>Nuphar lutea</i>	gul nøkkerose	2
<i>Nymphaea alba</i>	hvit nøkkerose	2
<i>Potamogeton natans</i>	vanlig tjønnaks	2
<i>Sparganium angustifolium</i>	flotgras	3
KRANSALGER		
<i>Nitella opaca</i>	mattglattkrans	1
Totalt antall arter		17

Noen av artene som fantes spredt i 2008 ble ikke gjenfunnet i 2015. Dette er arter som vokser på grunt vann, mens bestandene av smal vasspest står noe dypere. Det er derfor ikke sannsynlig at manglende registrering skyldes at de er redusert som følge av store bestander av smal vasspest. Muligens kan dette være midlertidige effekter av selve slåingen, eventuelt skyldes vanskelige værforhold, og dermed registreringsforhold, i 2015.

Bjårvatn ligger på grensa mellom innsjøtypene klar, kalkfattig (type 101) og klar, kalkrik (201). I 2015 var midlere kalsium-verdi 3,58 mg Ca/l, dvs. type 101, mens den i 2008 var 4,02 mg Ca/l (dvs. type 201).

Basert på indeksen T_{Ic} kan økologiske tilstand for vannvegetasjonen karakteriseres som moderat (dersom type 101) (tabell 7) eller god dersom type 201. Imidlertid kan ikke tilstanden karakteriseres som god når det er masseforekomst av den fremmede arten *Elodea nuttallii*. Tilstanden er lite endret siden 2008 (T_{Ic}=40).

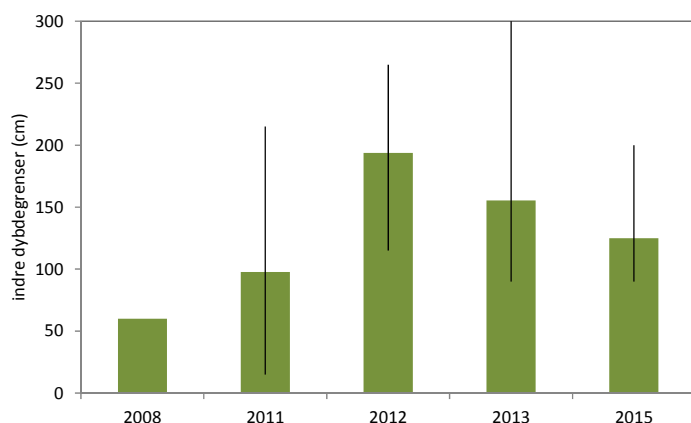
Tabell 7. Økologisk tilstand for vannvegetasjonen i Bjårvatn 2015. Økologisk tilstand (iht. innsjøtype 101). M = moderat.

Innsjø	T _{Ic}
Bjårvatn	47,1 M

5.5 Utvikling av smal vasspest

Indre og ytre grenser

Vasspesten har generelt vokst ned til de dypeste områder av innsjøen i alle undersøkelsesårene. Indre (dvs. grunneste) dybdegrense for bestandene har imidlertid variert en god del fra år til år (figur 13). Ved kartleggingen i 2008 vokste vasspesten i tett bestand fra ca. 0,6 m og ned til 2,0 m. Ved befaringen høsten 2010 kunne det se ut til at den var gått noe tilbake i de grunneste områdene, men den stod tett på dyp under ca. 1 m og ned til innsjøens dypeste punkt, noe over 2 m (Berge og Mjelde 2011). I 2011 var midlere indre grense på 98 cm, dvs. omtrent samme dyp som i 2010. I 2012-2013 hadde bestandene trukket enda lenger ut og midlere indre grense var på hhv. 188 og 155 cm. I 2015 hadde bestandene trukket noe innover igjen og fantes på dyp større enn 125 cm, mens spredte forekomster ble registrert på grunnere vann, inn til 60 cm dyp. Endringene i indre grense kan skyldes beiting fra vannfugl.



Figur 13. Indre dybdegrenser for vasspestbestander. Tidligere data fra Mjelde (2009) og Johnsen (2014).

Skuddlengder

Det ble ikke foretatt slåing to ganger pr år i noen sektor, dvs. sektor 1 og 2 fikk samme behandling. I det følgende har vi derfor behandlet sektor 1 og 2 sammen.

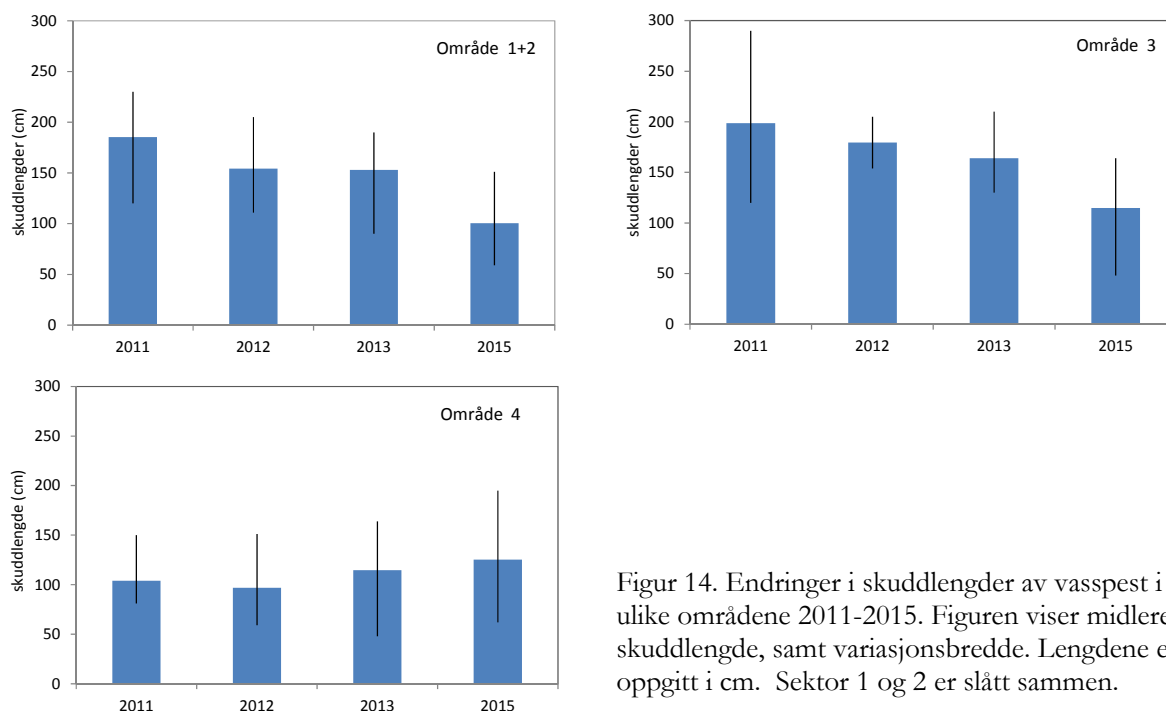
I 2008 ble det gjort spredte målinger av skuddlengder. Totalt 12 planter ble målt og skuddlengdene varierte fra 80 til 140 cm, med midlere skuddlengde på 101 cm (Mjelde 2009). I 2008 var bestanden av vasspest på vei opp. I 2011 hadde sannsynligvis bestanden økt ytterligere og plantene rett før slåing var generelt lengre enn i 2008, særlig i sektor 1-3 (tabell 8), hvor planter på 2 m var vanlig.

Tabell 8. Skuddlengder av vasspest pr år i de ulike sektorene (oppgitt i cm).

		2011	2012	2013	2015
Sektor 1+2	snitt	185,3	154,3	153	100,5
	min	120	111	90	59
	max	230	205	190	151
	antall	17	20	10	40
Sektor 3	snitt	198,5	179,4	164	114,8
	min	120	154	130	48
	max	290	205	210	164
	antall	10	10	10	20
Sektor 4	snitt	103,9	97	114,8	125,2
	min	81	59	48	62
	max	150	151	164	195
	antall	5	10	10	20

I alle områdene som er slått har lengden av vasspestplantene blitt redusert (figur 14). Selv om plantene i 2015 er kortere i områdene som er slått 3 ganger (sektor 1+2), er reduksjonen den samme i sektor 3 (slått

én gang). I området hvor det ikke er foretatt slåing (sektor 4) var plantene generelt kortere i 2011 enn i de øvrige sektorene. Plantene i sektor 4 viser en svak, men ikke signifikant, økning i perioden 2011-2015.



Figur 14. Endringer i skuddlengder av vasspest i de ulike områdene 2011-2015. Figuren viser midlere skuddlengde, samt variasjonsbredde. Lengdene er oppgitt i cm. Sektor 1 og 2 er slått sammen.

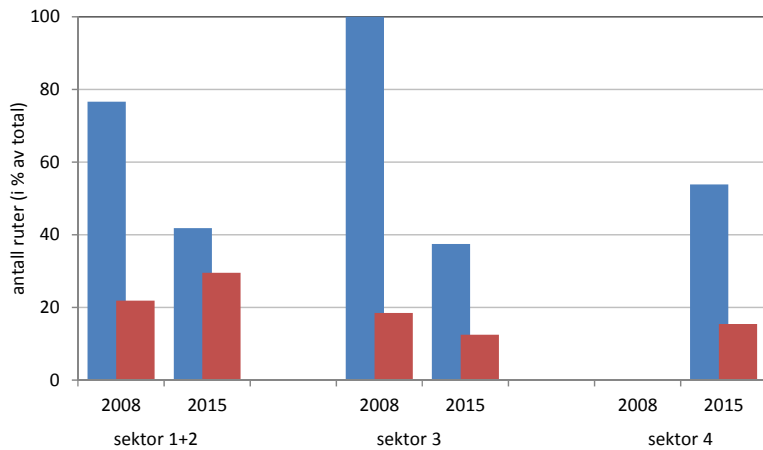
Dekning

Vurdering av vasspestens dekning i innsjøen i 2008 og 2015 er basert på analyser av fotorutene (se kap. 4.3.3), og grunnlagsdata fra Mjelde (2009). Det ble totalt analysert hhv. 175 og 180 ruter i 2008 og 2015 (tabell 9). Dessverre ble det ikke tatt bilder i sektor 4 i 2008.

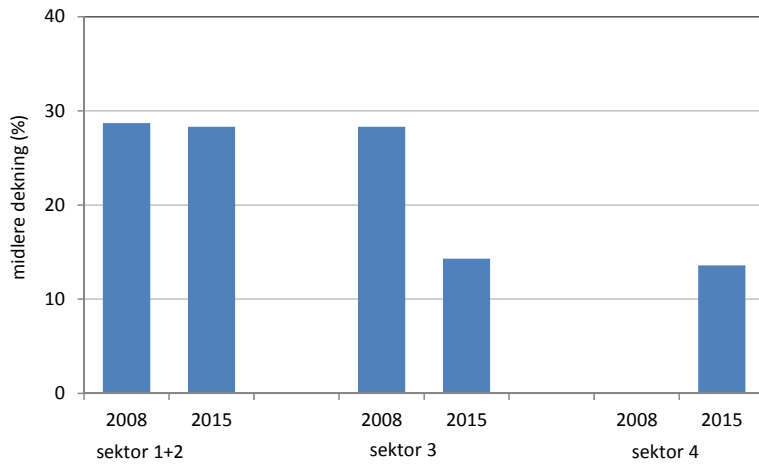
Tabell 9. Antall analyserte fotoruter i hver sektor og år.

sektor	2008	2015
1+2	137	122
3	38	32
4	0	26
Hele innsjøen	175	180

Antall ruter med forekomst av vasspest har gått kraftig ned i de områdene som er slått (figur 15), og var i 2015 lavere enn i referanseområdet (sektor 4). Antall ruter hvor dekingen av smal vasspest var >40 % (rød farge, figur 15) er lite endret gjennom perioden, og i sektor 1+2, som er slått 3 år på rad, ser antall ruter med høy deking heller ut til å ha hatt en svak økning. Noe liknende ser vi i figur 16, hvor midlere deking (dvs. middeldeking i de rutene der vasspest er registrert) i sektor 1+2 var den samme i 2008 og 2015. Slåing av vasspest 3 ganger (1 gang pr år) (sektor 1+2) ser altså ut til å ha gitt en nedgang i antall ruter med vasspest, mens middeldekingen er stabil. Dette skyldes sannsynligvis at det er noen små områder som har blitt mindre berørt av slåingen, og disse områdene har opprettholdt eller videreutviklet veksten. I området som er slått én gang, i 2011 (sektor 3), var nedgangen i antall ruter med vasspest størst. Midlere deking viste også en klar nedgang fra 2008 til 2015. I sektor 4 (ikke slått) var midlere deking generelt lav i 2015. Dette området har sannsynligvis hadde lavere deking av vasspest fra starten av.



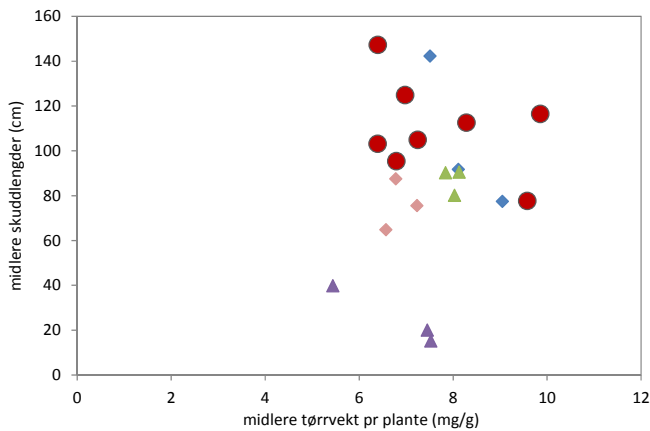
Figur 15. Antall ruter med forekomst av *Elodea nuttallii* (blått) og antall ruter med dekning >40 % (rødt). Oppgitt som % av totalt antall ruter for ulike sektorer og år.



Figur 16. Midlere dekning av *Elodea nuttallii*, dvs. middeldekning i rutene der arten finnes, i de ulike sektorene i 2008 og 2015.

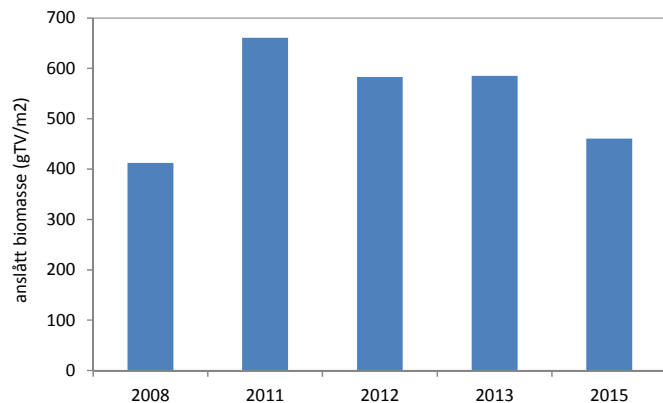
Biomasse

Elodea nuttallii-plantene i Bjårvatn er frodige. Biomassen (mg TV/g) ligger på samme nivå som *Elodea canadensis*-planter i Steinsfjorden (mesotrof) og Østensjøvatn (hypereutrof), og mye høyere enn plantene i den oligotrofe innsjøen Lutvatn (figur 17).



Figur 17. Forholdet mellom midlere skuddlengde og midlere tørrvekt for *Elodea nuttallii* i Bjårvatn, sammenliknet med *E. canadensis* i Steinsfjorden (blå firkanter), Østensjøvatn (grønn), Jarevatn (rosa) og Lutvatn (lilla) (egne data).

Basert på midlere skuddlengder for de ulike sektorene og årene kan vi gi et grovt anslag på biomasse av smal vasspest i Bjårvatn (figur 18). I 2008 var bestanden av smal vasspest på vei opp og økte fram til 2011. Høstingen i 2011-2013 har nok hatt en effekt på biomassen, men Bjårvatn hadde i 2015 fortsatt store bestander.



Figur 18. Grovt anslag for utvikling av biomasse av smal vasspest i Bjårvatn i perioden 2008-2015. Data fra 2008 hentet fra Mjelde (2009).

5.6 Effekter av slåing

Slåing av vasspest uten å fjerne plantematerialet fra innsjøen ser ut til å ha fungert etter planen, dvs. det ser ut til at det er brutt ned i innsjøen, men har nok også gitt opphav til ny vekst. Det er ikke oppstått luktproblemer eller problemer med store mengder plantemateriale i utløpsområdet.

Slåing av massebestander av vasspest i felt på noen meters dyp er forholdsvis vanskelig. Så lenge man ikke høster og transporterer bort plantematerialet er det sannsynligvis ikke mulig å vurdere om man har fått slått alle bestander i alle felt. Selv om slåingen ble foretatt langs tette linjer i sektor 1-3 (se Johnsen 2012) antar vi at noen bestander kan ha blitt stående igjen.

Fosforinnholdet i sedimentet i Bjårvatn er generelt høyt. Nedgangen av fosfor i sedimentet i perioden 2009-2015 kan skyldes opptak gjennom vasspestens røtter. Når planten slås og dør ned frigjøres noe fosfor til vannmassene, men i og med at fosfornivået i 2012 var omtrent det samme som i 2009 og 2008 antar vi at slåingen av vasspest (høst 2011) ikke har hatt særlig betydning for vannkvaliteten. Det høye nivået av både fosfor og nitrogen i vannmassene i 2015 antar vi først og fremst skyldes avrenning fra jordbruksområder og kloakk.

Den kraftige økningen av nitrogen i sedimentet i slåtteperioden antar vi kommer av at en del av plantematerialet som er slått blir liggende i innsjøen. Muligens blir det en tid anaerobe forhold i den døende plantemassen slik at nitrogen som lekker ut herfra bindes som ammonium i sedimentet. Imidlertid kan vi heller ikke se bort fra at det kan ha forekommet planterester i sedimentprøvene fra 2012-2013, som feilaktig gir forhøyet næringsinnhold. I perioder med kraftig vind og/eller flomvannføring vil det sannsynligvis foregå en kraftig omrøring og forflytning av både littoralsediment og løst plantemateriale. Dette er sannsynligvis årsaken til at det ikke er klare forskjeller i sedimentkjemi mellom de ulike sektorene.

Slåingen har ført til noe kortere planter og noe mindre dekning av smal vasspest i Bjårvatn. Imidlertid er det fortsatt i 2015 store bestander og stor biomasse av smal vasspest i Bjårvatn.

Begge vasspest-artene spres ved hjelp av skuddfragmenter og bare noen få, små biter av stengelen er alt som trengs til å starte/videreutvikle en bestand. Slåingsforsøket i Bjårvatn viser helt klart at smal vasspest, i så store bestander som her, ikke kan fjernes mekanisk fra en innsjø, særlig ikke fra en innsjø som stadig mottar næringsstoffer både fra kloakk og jordbruksområder.

Selv om slåing av vannplanter i en innsjø er mindre arbeids- og kostnadskrevende enn å høste (dvs. også fjerne materialet fra området), er det fortsatt svært krevende. Vi anser derfor at det ikke vil være kostnads-effektivt å sette i gang slike prosjekter i andre næringsrike innsjøer. Imidlertid kan man vurdere å foreta begrenset slåing på utvalgte områder der vasspesten skaper problemer for brukergrupper. Eventuelt kan man benytte NIVAs dukmetode (Aanes 2003) i mindre områder (f.eks. på bade- og båtplasser eller dersom man ønsker åpninger i vegetasjonen for fugl).

Slåing og jevnlig fjerning av vasspest fra en lokalitet vil over tid kunne føre til en utarming av næringsinnholdet i sedimentet og dermed gi mindre grunnlag for store biomasser. En generell reduksjon av nærings-tilførselene til innsjøen anbefales.

5.7 Mulige effekter av smal vasspest på fugl

Mjølshnes (2011) har foretatt en sammenstilling av fuglelivet i Bjårvatnet naturreservat. Sammenstillingen er basert på en rekke egne observasjoner i en 15 års-periode samt flere andre kilder.

Det er påvist 220 fuglearter ved Bjårvatnet og bortimot 100 av disse er hekker eller har hekket i reservatet og/eller i nærområdet (Mjølshnes 2011). I den perioden sammenstillingen dekker har det skjedd store endringer i fuglefaunaen i Bjårvatnet. Blant annet har forekomsten av horndykker og lappfiskand økt, og de er karakterarter i vinterhalvåret. Toppdykker og knoppsvane har etablert faste bestander i området, likeså kanadagås.

Knoppsvane og kanadagås var blant de artene som økte kraftig da bestanden av vasspest (*Elodea canadensis*) i Steinsfjorden (Buskerud) var stor, og i perioden 1984-2005 utgjorde vasspest 90 % av totalt spist plantemateriale hos disse artene (Larsen 2006). Muligens kan økningen av disse artene i Bjårvatn delvis skyldes økt forekomst av smal vasspest.

De tre områdene av strandsona i Bjårvatn som er ansett som viktigst for fugl (Mjølshnes 2011) omfatter kant- og helofyttvegetasjonen langs nordsida og ved innløpet av Fuglestadåna, samt de tidvis tørrlagte mudderbankene ved utløpsosen og Vaularbrua. Disse områdene blir i liten grad berørt av bestandene til smal vasspest. Smal vasspest tåler ikke tørrlegging eller innfrysning og vil ikke kunne danne bestander i områder som tørrlegges eller berøres av islegging. Av samme grunn forekommer de sjelden i helofyttsona.

6. Generelle erfaringer fra slåtteprosjektet

Hensikten med dette prosjektet har bl.a. vært å foreta en faglig evaluering av bruk av slått som bekjempningsmetode og vurdere overføringsverdi til andre vassdrag. Det er ikke lagt opp til å se på slåingens innvirkning på flere sider av det akvatiske økosystemet, og det har ikke vært rom for omfattende feltstudier.

Flere aktører, med svært ulik bakgrunn, har vært involvert i prosjektet: Firmaet som har utført slåingen har i tillegg innhentet sedimentprøver og foretatt lengdemålinger av planter, kommunen har hatt ansvar for innsamling av vannprøver gjennom sesongen, Fylkesmannen har hatt ansvar for etablering av et vannmerke, mens beboere ved Bjårvatn har lest av vannstand. NIVA har foretatt undersøkelser siste år og sammenstilt data fra alle aktørene. Faren for at det blir metodiske forskjeller øker med økende antall aktører, særlig hvis den faglige bakgrunnen er forskjellig. Bruk av noe ulike innsamlingsmetodikk og forskjellig prøvetakingsutstyr fører til at dataene ikke er helt sammenliknbare. Vurderinger av dataene og årsakene til forskjeller i dataene blir derfor noe usikre. I tillegg mottar Bjårvatn næringstilførsler fra nedbørfeltet, noe som kompliserer vurderingene.

Ved restaureringsforsøk i andre innsjøer foreslår vi at feltundersøkelser før, under og etter tiltakene utføres av vitenskapelig personell. Disse kan gjerne ha lokal tilknytning. Dette vil nok føre til en større kostnad, men datagrunnlaget vil bli sikrere. For å få til et effektivt prosjekt, og samtidig spare kostnader, er det viktig at man foretar en samkjøring med andre undersøkelser i området. Her er kunnskapen om mulige samordningsprosjekter, særlig hos Fylkesmannen og vannregionene, viktig.

Til tross for usikkerhetene i datamaterialet er hovedkonklusjonen klar: Selv om plantene er noe kortere og dekkningen noe mindre, er det, to år etter siste slåing, fortsatt store bestander og stor biomasse av smal vasspest i Bjårvatn. Slåingsforsøket viser helt klart at det ikke er mulig å fjerne store bestander av smal vasspest fra en innsjø, særlig ikke dersom den stadig mottar næringstilførsel. Vi foreslår at man, i tillegg til den jevnlige overvåkingen av vannkvaliteten, følger opp utviklingen av smal vasspest i Bjårvatn gjennom tilsvarende undersøkelser som i 2015.



Fortsatt store bestander av smal vasspest i sentrale deler av Bjårvatn i august 2015 (foto: Marit Mjelde).

7. Litteratur

- Aanes, K.J. 2003. Børselvprosjektet. Rapport 10. Søknad: Rehabilitering av Børselv-vassdraget i Ballangen kommune, Nordland fylke. Arbeid knyttet til en åpning av vassdraget og gjennomføring av ulike biotopiltak. Prosjektperiode 2003-2005. NIVA-rapport lnr. 4691-2003.
- Barrat-Segretain, M-H., Elger, A., Sagnes, P., Puijalon, S. 2002. Comparison of three life-history traits of invasive *Elodea canadensis* Michx. and *Elodea nuttallii* (Planch.) H. St.John. *Aquatic Botany* 74: 299-313.
- Berge, D., Mjelde, M. 2011. Plan for slåing av smal vasspest i Bjårvatn, Hå kommune 2011-2014. Brev fra NIVA 21.9.2011.
- Direktoratsgruppa vandirektivet 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013.
- Enge, E. 2016. Fiskeundersøkelser i Rogaland 2015 (prosjektrapport, oppdragsgiver: Fylkesmannen i Rogaland).
- Imesland, S. 2008. Smal vasspest *Elodea nuttallii* ny for Norge i Fuglestadåna på Jæren – og generelt om vasspest på Jæren. *Blyttia* 66(2): 134-135.
- James, C.S., Eaton, J.W., Hardwick 2006. Response of three invasive aquatic macrophytes to nutrient enrichment do not explain their observed field displacements. *Aquatic Botany* 84: 347-353.
- Johnsen, L.R. 2012. Slått av smal vasspest (*Elodea nuttallii*) i Bjårvatn, Hå kommune 2011. Rapport fra Bombus Natur AS, Hå/Oslo 12.12.12.
- Johnsen, L.R. Slått av smal vasspest (*Elodea nuttallii*) i Bjårvatn, Hå kommune 2012. Rapport fra Bombus Natur AS, Hå/Oslo (udatert rapport).
- Johnsen, L.R. 2014. Slått av smal vasspest (*Elodea nuttallii*) i Bjårvatn, Hå kommune 2011-2013. Rapport fra Bombus Natur AS, Hå/Oslo mai 2014..
- Langangen, A. 2007. Kransalger og deres forekomst i Norge. Saeculum Forlag, Oslo.
- Larsen, B.H. 2006. *Elodea*-prosjektet Steinsfjorden. Sammenstilling av dato om vannfugl: Bestandsutvikling og konsum av vasspest. Miljøfaglig Utredning AS. Rapport 2006:12.
- Lid, J. & Lid, D.T. 2005. Norsk flora. 7. utg. ved Reidar Elven. Det Norske Samlaget.
- Mjelde, M. 1997. Virkninger av forurensning på biologisk mangfold: Vann og vassdrag i by- og tettstedsnære områder. Vannvegetasjon i innsjøer - effekter av eutrofiering. En kunnskapsstatus. NIVA-rapport lnr. 3755-97.
- Mjelde, M. 2009. Smal vasspest (*Elodea nuttallii*) i Bjårvatn. Forekomst og dybdeutbredelse av vannvegetasjon 2008. NIVA-rapport lnr. 5731-2009.
- Mjelde, M., Berge, D., Edvardsen, H. 2012. Kunnskapsgrunnlag for handlingsplan mot vasspest (*Elodea canadensis*) og smal vasspest (*Elodea nuttallii*) i Norge. NIVA-rapport 6416-2012.

Mjelde, M., Johansen, S.W. 1997. Vasspest i Steinsfjorden. Status for utbredelse og omfang i 1996. NIVA-rapport lnr. 3650.

Mjølunes, K.R. 2011. Fuglelivet i Bjårvatnet naturreservat. Oppdragsrapport for FM i Rogaland januar 2011.

Molversmyr, Å. 2005. Overvåking av Jærvassdrag 2004. Datarapport. Rogalandsforskning-Akvamiljø. Rapport RF - 2005/031.

Molversmyr, Å. 2010. Undersøkelser i Bjårvatnet 2009. Rapport IRIS - 2009/133.

Molversmyr, Å., Schneider, S., Edvardsen, H., Berger, H. M., Bergan, M. A. 2013. Overvåking av Jærvassdragene 2012 - Datarapport. Rapport IRIS - 2013/030.

Rørslett, B., Berge, D., Erlandsen, A.H., Johansen, S.W. og Brettum, P. 1984. Vasspest i Steinsfjorden, Ringerike. Innvirkning på vannkvalitet 1978-83 og behov for tiltak. NIVA-rapport lnr. 1582.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunnsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • 0349 Oslo
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no