

Undersøkelse av 10 kalksjøer i Vannområde Hadeland



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

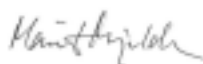
Tittel Undersøkelse av 10 kalksjøer i Vannområde Hadeland	Løpenr. (for bestilling) 6290-2012	Dato 1. februar 2012
	Prosjektnr. Undernr. 11275	Sider Pris 31
Forfatter(e) Marit Mjelde Torleif Bækken Hanne Edvardsen	Fagområde ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Oppland	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Lunner, Gran og Jevnaker kommuner	Oppdragsreferanse Kari-Anne Steffensen Gorset
---	---

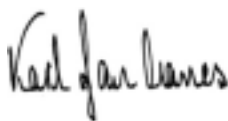
Sammendrag

Formålet med det foreliggende prosjektet har vært å foreta kartlegging av tilstand for vannvegetasjonen, inkludert kransalgene, i 10 innsjøer i Lunner, Gran og Jevnaker kommune, samt vurdere mulig interngjødsling i Jarenavtn og Elgsjøen. Totalt ble det registrert 26 arter i vannvegetasjonen, hvorav 8 rødlistearter. Antall rødlistearter varierte mellom 0 og 3 arter pr. innsjø, med høyest antall i Bergstjern, Elgsjøen og Jarenavtn. Vasspest ble registrert i Jarenavtn, Kalvsjøtjern og Bergstjern. I Jarenavtn og Kalvsjøtjern er vasspesten veletablert, mens den er sparsom og sannsynligvis nylig kommet inn i Bergstjern. Basert på trofi-indeksen T_{IC} kan økologisk tilstand for vannvegetasjonen karakteriseres som god i Jarenavtn, Lønntjern, Høltjern, Karussputten og Omdalsvatn, moderat i Elgsjøen og Kalvsjøtjern, mens vegetasjonen er i dårlig tilstand i Bergstjern, Hallomtjern og Holteputten. På grunn av store bestander av vasspest i Jarenavtn korrigeres tilstandsklassen her ned til moderat tilstand. Nedgangen i artsantall og mengde av vannvegetasjonen (utenom vasspest) i Jarenavtn, som påvist 1967-1980, har fortsatt fram til i 2011. Bergstjern, Hallomtjern og Omdalsvatn viste nedgang i antall kransalger i forhold til tidligere registreringer. Konsentrasjonen av fosfor i sedimentet til Jarenavtn og Elgsjøen medfører potensiale for interngjødsling. Interngjødsling ble ikke påvist på prøvetidspunktet i noen av disse innsjøene.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. svært kalkrike innsjøer	1. High alkalinity lakes
2. vannvegetasjon	2. Aquatic macrophytes
3. økologisk tilstand	3. Ecological status
4. vannkvalitet	4. Water quality



Marit Mjelde
Prosjektleder



Karl Jan Aanes
Forskningsleder



Brit Lisa Skjervåle
Forskningsdirektør

**Undersøkelse av 10 kalksjøer i
Vannområde Hadeland 2011**

Forord

Norsk institutt for vannforskning har på oppdrag fra Lunner, Jevnaker og Gran kommuner kartlagt vannvegetasjonen, inkludert kransalgene, i 10 kalksjøer på Hadeland. I tillegg er det foretatt en vurdering av mulig interngjødsling i Jarenvatn og Elgsjøen.

Feltarbeidet er utført av Marit Mjelde, Hanne Edvardsen og Torleif Bækken, mens Anders Langangen (Oslo Katedralskole) har kontrollbestemt kransalgene. Enkelte *Potamogeton*-arter og -hybrider er diskutert med Bjørn Rørslett. De vannkjemiske analysene er foretatt ved VestfoldLAB og NIVAs kjemilaboratorium. Sedimentprøvene er analysert på NIVA.

Rapporten er skrevet av Marit Mjelde, Torleif Bækken og Hanne Edvardsen. Alle bilder i rapporten er tatt av Marit Mjelde.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært Kari-Anne Steffensen Gorset.

Takk til alle for godt samarbeid.

Oslo, 1. februar 2012

Marit Mjelde

Innhold

Innhold	4
Sammendrag	5
Summary	5
1. Innledning	6
1.1 Bakgrunn og formål	6
1.2 Kort beskrivelse av området	6
2. Materiale og metoder	8
2.1 Vannkjemisk prøvetaking og analyser	8
2.2 Sedimentprøvetaking	8
2.3 Vannvegetasjon	8
3. Vannkjemiske forhold	9
4. Vannvegetasjon	10
4.1 Generell beskrivelse	10
4.2 Antall arter og rødlistearter	17
4.3 Forekomst av problemarter	17
4.4 Økologisk status: Trofi-indeks	17
4.5 Nedre grense for vegetasjonen	19
4.6 Endringer i forhold til tidligere undersøkelser	20
4.7 Endringer i kransalgevegetasjonen	22
5. Vurdering av mulig intern gjødsling	23
5.1 Innledning	23
5.2 Sediment	23
5.3 Vannfase	23
5.4 Konklusjoner og tiltak	26
6. Litteratur	28
Vedlegg A. Status for undersøkelse av kransalgesjøer på Hadeland	30

Sammendrag

Formålet med det foreliggende prosjektet har vært å foreta kartlegging av tilstand for vannvegetasjonen, inkludert kransalgene, i Bergstjern, Jarenvatn, Lønntjern, Hallomtjern, Holteputten, Elgsjøen, Høltjern, Kalvsjøtjern, Karussputten og Omdalsvatn, samt vurdere mulig interngjødsling i Jarenvatn og Elgsjøen.

Totalt ble det registrert 26 arter i vannvegetasjonen, hvorav 8 rødlistearter; piggkrans (*Chara aculeolata*), bustkrans (*Chara aspera*), gråkrans (*Chara contraria*), smaltaggkrans (*Chara rudis*), stivkrans (*Chara strigosa*), rødkrans (*Chara tomentosa*), broddtjønnaks (*Potamogeton friesii*) og blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*). Artsantallet i hver innsjø varierte mellom 4 og 10 arter. Omdalsvatn hadde lavest artsantall, mens flest arter ble registrert i Jarenvatn og Elgsjøen. Antall rødlistearter varierte mellom 0 og 3 arter pr. innsjø, med høyest antall i Bergstjern, Elgsjøen og Jarenvatn. Vasspest (*Elodea canadensis*) ble registrert i Jarenvatn, Kalvsjøtjern og Bergstjern. I Jarenvatn og Kalvsjøtjern er vasspesten veletablert, mens den er sparsom og sannsynligvis nylig kommet inn i Bergstjern.

Basert på trofi-indeksen TIC kan økologisk tilstand for vannvegetasjonen karakteriseres som god i Jarenvatn, Lønntjern, Høltjern, Karussputten og Omdalsvatn, moderat i Elgsjøen og Kalvsjøtjern, mens vegetasjonen er i dårlig tilstand i Bergstjern, Hallomtjern og Holteputten. På grunn av store bestander av vasspest i Jarenvatn korrigeres tilstandsklassen her ned til moderat tilstand.

I Jarenvatn har vasspesten forekommet siden 1950-tallet og var i 2011 fortsatt klart dominerende. Nedgang i artsantall og mengde av øvrige arter i vannvegetasjonen fra 1967-1980 er tidligere påvist, og denne nedgangen har fortsatt fram til i 2011. Vannkvaliteten har vært forholdsvis stabil i hele perioden, og det er derfor grunn til å tro at de dramatiske endringene i vannvegetasjonen skyldes vasspest-forekomsten.

Bergstjern, Hallomtjern og Omdalsvatn viste nedgang i antall kransalger i forhold til tidligere registreringer. For Bergstjern og Hallomtjern kan dette ha sammenheng med forurensning. I Omdalsvatn har vannvegetasjonen generelt god tilstand, og vi antar at manglende gjenfunn av kransalger her kan skyldes at disse forekommer svært spredt.

Konsentrasjonen av fosfor i sedimentet til Jarenvatn og Elgsjøen var tilstrekkelig til å gi et potensial for interngjødsling. For at fosforet skal løses ut må det være oksygenvinn. Resultatene fra slutten av september kunne ikke påvise interngjødsling disse innsjøene.

Summary

The aim of this study was to assess the ecological status based on aquatic macrophytes, including charophytes, for 10 small lakes. In addition, to check whether Jarenvatn or Elgsjøen have internal loading of phosphorus. The ecological status for aquatic macrophytes is characterised as high or good in five lakes, moderate in two, while three lakes have poor status. Internal loading in Jarenvatn or Elgsjøen could not be proved.

Title: Investigations in 10 high alkalinity lakes in Hadealnd area 2011.

Year: 2012

Author: Marit Mjelde, Torleif Bækken, Hanne Edvardsen

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6025-0

1. Innledning

1.1 Bakgrunn og formål

I Gran, Lunner og Jevnaker kommuner er det registrert ca. 30 kalksjøer og rike kulturlandskapssjøer med rik kransalgevegetasjon, samt mer spredte kransalgeobsevasjoner fra ytterligere 15 innsjøer (Mjelde 2008a).

I perioden 2007-2008 foretok NIVA undersøkelser i 20 av disse innsjøene, plukket ut i samråd med kommunene Lunner, Gran og Jevnaker. Undersøkelsene omfattet vurdering av økologisk tilstand for vannvegetasjonen, inkludert kransalgevegetasjonen, samt enkle vannkjemiske vurderinger (Mjelde m.fl. 2008, 2009). Rapportene inneholdt forslag til videre undersøkelser og overvåkingsopplegg, inkludert en prioritert liste over forslag til videre undersøkelser. Prioriteringene er bl.a. gjort på bakgrunn av tidligere kransalgeregistreringer (bl.a. Langangen 2007a, b) og resultater fra naturtypekartleggingen (Brandrud & Bendiksen 2005, Brandrud & Bendiksen unpubl., Gaarder og Larsen 2007). Disse prioriteringene var utgangspunktet for det foreliggende prosjektet.

Det foreliggende prosjektet er todelt og omfatter: 1) Kartlegging av tilstand for vannvegetasjonen, inkludert kransalgene, i 10 innsjøer og tjern, og 2) Kartlegging av bunnsedimenter og vurdering av interngjødsling i Jarenavatn og Elgsjøen.

1.2 Kort beskrivelse av området

Hadelandsområdet omfatter de tre kommunene Gran, Lunner og Jevnaker og ligger innenfor Oslofeltet med overveiende kambro-siluriske bergarter, dominert av kalkstein og kalkrik skifer. Denne kalkrike berggrunnen er årsaken til de store naturverdiene i området. Store deler av området er dekket av kalkholdig, næringsrik jord, og jordbruksområder utgjør omtrent 10 % av arealet. Den foreliggende undersøkelsen omfatter undersøkelser i 10 innsjøer (se tabell 1 og figur 1).

Tabell 1. Undersøkte innsjøer 2011

Kommune	Navn	NVE-nr	Areal (km ²)	Hoh (m)	Innsjøtype ¹
Gran	Bergstjern	4742	0.0416	176	301
Gran	Jarenavatn	557	1.45	201	301
Gran	Lønntjern	196391	0.0074	271	301
Jevnaker	Hallomtjern	4903	0.0645	382	301
Jevnaker	Holteputten	196531	0.0096	389	301
Lunner	Elgsjøen	4876	0.3271	341	301
Lunner	Høltjern	4867	0.0219	391	302
Lunner	Kalvsjøtjern	4891	0.21	358	301
Lunner	Karussputten	196501	0.0164	377	302
Lunner	Omdalsvatn	4915	0.1291	485	301

¹: iht. Direktoratgruppen Vanndirektivet 2009



Figur 1. Geografisk plassering av innsjøene inkludert i undersøkelsen i 2011.

2. Materiale og metoder

2.1 Vannkjemisk prøvetaking og analyser

For Jarenavn og Elgsjøen ble det samlet inn vannprøver 4 ganger i løpet av perioden juni - november. I tillegg ble det i slutten av september tatt ekstra prøver fra bunnvannet/nedre vannmasser (hypolimnion), som ble analysert på total-fosfor og fosfat-fosfor (lett tilgjengelig fosfor). Samtidig ble oksygeninnhold, temperatur, pH og konduktivitet målt i hele vannsøylen ved bruk av CTD (YSI-sonde).

For de øvrige innsjøene ble det samlet inn vannprøver i forbindelse med registrering av vannvegetasjon i juni-juli, samt i september for kontrollanalyser. Vannprøvene ble tatt i overflata (0.2 m dyp) ved et sentralt punkt i hver av innsjøene. Samtidig ble siktedyp målt. Prøvene er analysert med hensyn på kalsium, farge, turbiditet, total-fosfor, total-nitrogen og klorofyll-*a*.

Vannkjemisk tilstand er vurdert i henhold til Direktoratets gruppa Vanndirektivet 2009, se www.vannportalen.no.

Vannkjemiske analyser er foretatt av VestfoldLAB og NIVAs kjemilaboratorium.

2.2 Sedimentprøvetaking

For å vurdere mulig interngjødsling ble det i Jarenavn og Elgsjøen tatt sedimentprøver. Det ble anvendt Limnos prøvetaker. Fra innsjøenes dypeste punkt ble det tatt ut overflatesediment, som ble analysert på totalt fosfor, total nitrogen og tørrstoff.

2.3 Vannvegetasjon

Makrovegetasjon (høyere planter) er planter som har sitt normale habitat i vann. De deles ofte inn i helofytter ("sivvegetasjon" eller "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. Disse kan deles inn i 4 livsformgrupper: isoetider (kortskuddsplanter), elodeider (langskuddsplanter), nymphaeider (flytebladsplanter) og lemnider (frittflytende planter). I tillegg inkluderes de største algene, kransalgene.

I juni-juli 2011 ble vannvegetasjonen undersøkt i 10 tjern; Høltjern (Lunner), Omdalsvatn (Lunner), Karussputten (Lunner), Elgsjøen (Lunner), Jarenavn (Gran), Kalvsjøtjern (Lunner), Bergstjern (Gran), Hallomtjern (Jevnaker), Holteputten (Jevnaker) og Lønntjern (Gran) (jfr tabell 1).

Registreringene ble foretatt i henhold til standard prosedyre; ved hjelp av vannkikkert og kasterive fra båt. Kvantifisering av vannvegetasjonen er gjort etter en semi-kvantitativ skala, hvor 1=sjelden, 2=spredd, 3=vanlig, 4=lokal dominerende og 5=dominerende. I tillegg ble de viktigste helofyttene registrert.

Alle dybdeangivelser er gitt i forhold til vannstand ved registreringstidspunktet. Navnsettingen for karplantene følger Lid og Lid (2005), mens kransalgene er navngitt etter Langangen (2007).

Vurdering av økologisk tilstand for vannvegetasjonen, inkl. kransalgene, er basert på klassifikasjonssystemet for ferskvann (Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009). Vi har benyttet de nye interkalibrerte grenselinjene pr. des. 2011 (Mjelde, upubl.).

3. Vannkjemiske forhold

Vurderingene for 2011 er basert på én enkelt vannprøve fra overflatelaget tatt på seinsommeren og gir kun en indikasjon på vannkvaliteten i innsjøene.

De undersøkte innsjøene tilhører små, svært kalkrike innsjøer i skog. Kalsiuminnholdet varierer mellom 39 og 115 mg Ca/l (tabell 2).

De fleste av innsjøene kan regnes som klarvannsjøer, med farge på <30 mg Pt/l, mens Høltjern og Karussputten er humøse. Tilstandsklasser for vannkjemiske forhold er ikke utviklet for svært kalkrike innsjøer. For innsjøene på Hadeland vil de mest nærliggende innsjøtypene være kalkrike klare og humøse innsjøer i lavland (se Direktoratsgruppa Vanndirektivet 2009). Basert på verdier av total fosfor på seinsommeren kan vannkvaliteten anses å være i god eller bedre tilstand i Lønntjern, Holteputten, Høltjern, Karussputten og Omdalsvatn, i moderat tilstand i Bergstjern, Elgsjøen og Kalvsjøtjern, mens vannkvaliteten må anses som dårlig i Jarenvatn og Hallomtjern.

Tabell 2. Vannkjemiske forhold for de undersøkte innsjøene 2011. NB! Tallene representerer bare stikkprøver fra overflatelaget.

Innsjø	Dato	Dyp	TotP µg/l	TtotN µg/l	Ca mg/l	Farge -	Klfa µg/l	Turb FNU	Sikt. m	Lab.
Bergstjern	29.06.2011	0.2	*	330	102	14			2.3	VestfoldLAB
Bergstjern	28.09.2011	0.2	14	650						NIVA
Jarenvatn	29.06.2011	0.2	*	3000	87.5	20			4.7	VestfoldLAB
Jarenvatn	13.07.2011	0.2	*	2700			13			VestfoldLAB
Jarenvatn	20.09.2011	0.2	31	3500	64.86	23	1.8	4.4		VestfoldLAB
Jarenvatn	16.11.2011	0.2	7	3520						NIVA
Lønntjern	21.07.2011	0.2	*	1500	68	15	1.5		>3	VestfoldLAB
Lønntjern	28.09.2011	0.2	8	2450						NIVA
Hallomtjern	28.06.2011	0.2	*	1400	104	22			3.75	VestfoldLAB
Hallomtjern	28.09.2011	0.2	28	1705						NIVA
Hallomtjern	15.11.2011	0.2	20	1700						NIVA
Holteputten	28.06.2011	0.2	*	2800	60	25			2.6	VestfoldLAB
Holteputten	28.09.2011	0.2	12	1930						NIVA
Elgsjøen	30.06.2011	0.2	*	1900	55.2	17			3.9	VestfoldLAB
Elgsjøen	13.07.2011	0.2	*	1700			6.5			VestfoldLAB
Elgsjøen	21.09.2011	0.2	22	2800	49,59	27	2.7	1.2		VestfoldLAB
Elgsjøen	16.11.2011	0.2	7	2390						NIVA
Høltjern	21.07.2011	0.2	*	450	38.5	33	3.7		-	VestfoldLAB
Høltjern	28.09.2011	0.2	18	670						NIVA
Kalvsjøtjern	30.06.2011	0.2	*	1200	60,6	20			5.1	VestfoldLAB
Kalvsjøtjern	28.09.2011	0.2	18	1300						NIVA
Karussputten	28.06.2011	0.2	*	550	115	68			2	VestfoldLAB
Karussputten	28.09.2011	0.2	17	945						NIVA
Karussputten	16.11.2011	0.2	23	1480						NIVA
Omdalsvatn	28.06.2011	0.2	*	190	38.8	12			7.9	VestfoldLAB
Omdalsvatn	28.09.2011	0.2	7	210						NIVA
Omdalsvatn	15.11.2011	0.2	7	280						NIVA

*:suspekterte verdier – ekskludert

4. Vannvegetasjon

Vannvegetasjonen og kransalgevegetasjonen på Hadeland er omtalt i flere publikasjoner, først og fremst Langangen (1971, 1991, 1992, 2003, 2007), Brandrud & Bendiksen (2005), Brandrud & Bendiksen (upubl.), Mjelde (upubl.), Gaarder & Larsen (2007), Brandrud & Mjelde (1999), Walseng m.fl. (2002), samt Mjelde (2008a) og Mjelde m.fl. (2009). Langangen (2008) har en inngående omtale av kransalgesejøene, med særlig vekt på Gran kommune. Generelle endringer i kransalgevegetasjon er vurdert av Langangen (1992), Mjelde (1997) og DN (2011). Registrerte arter i innsjøene i 2011 er vist i tabell 3. Tabellen inkluderer vannvegetasjon. Viktigste helofytter er bare omtalt i teksten (kap. 4.1).

4.1 Generell beskrivelse

Bergstjern

Innsjøen ligger like ved Brandbu, vest for og med utløp til Vigga. Tjernet er omkranset av bolig- og mindre industriområder, samt skog (delvis nyhogd-hestebeite?) og noe dyrka mark. Littoralsona er forholdsvis brådypt. Tjernet var omkranset av ei smal helofyttzone dominert av sjøsvivaks (*Schoenoplectus lacustris*), samt dronningstarr (*Carex pseudocyperus*), selsnepe (*Cicuta virosa*), mannasøtgras (*Glyceria fluitans*), takrør (*Phragmites australis*), myrkongle (*Calla palustris*), vassgro (*Alisma plantago-aquatica*), brei dunkjevle (*Typha latifolia*), elvesnelle (*Equisetum fluviatile*) og flaskestarr (*Carex rostrata*).

Utenfor helofyttbeltet dannet gul nøkkerose (*Nupha lutea*) ut til 2-2.5 m dyp et smalt flytebladsbelte. Undervannsvegetasjonen var forholdsvis sparsom. Broddtjønnaks (*Potamogeton friesii*) fantes spredt i tjernet, men først og fremst ved båtplass i nord og helt i sør. I sør sto den i en bestand sammen med piggkrans (*Chara aculeolata*) (figur 2) på 1.5-2 m dyp, ellers sto den noe grunnere. De største bestandene av piggkrans ble forøvrig registrert i vest og sør, ellers bare mindre forekomster. Gråkrans (*Chara contraria*) ble bare registrert på grunt vann i vest. En liten bestand med vasspest (*Elodea canadensis*) ble funnet ved båtplassen i nord, på 0.5-0.7 m dyp. Storblærerot (*Utricularia vulgaris*) ble registrert sammen med vasspest ved båtplassen.



Figur 2. Bestand av *Chara aculeolata* i Bergstjern

Jarenvatn

Undersøkelsene ble foretatt i nordre basseng og nordre del av søndre basseng. Innsjøen er omkranset av jordbruksområder, men med et smalt skogsbelte langs vestre og nordvestre strand. Her er innsjøen forholdsvis brådypt. Området er mer åpent i nordøst, øst og sør. Ved Nordtangen finnes de største myrområdene i nærområdet. Største innløpselv er Vigga som kommer inn i sør og renner ut i nord. Helofyttvegetasjonen var dominert av takrør (*Phragmites australis*), og mindre bestander med smal dunkjevle (*Typha angustifolia*) og sjøsvivaks (*Schoenoplectus lacustris*). Av andre helofytter kan nevnes elvesnelle (*Equisetum fluviatile*), sverdlilje (*Iris pseudacorus*), flaskestarr (*Carex rostrata*), brei dunkjevle (*Typha latifolia*) og selsnepe (*Cicuta virosa*). Ytre dybdegrensning for takrør var ca 2 m, mens smal dunkjevle gikk ut til 1 m dyp. Nordligste bukta i nordre basseng var vindutsatt, og her ble

det bare registrert takrør-bestander og flytebladsvegetasjon ut til 2 m, uten undervannsvegetasjon utenfor.

Flytebladsvegetasjonen var dominert av gul nøkkerose (*Nuphar lutea*), som dannet mindre bestander utenfor helofyttbeltene og ut til 2-2.3 m dyp. Vasslirekne (*Persicaria amphibia*) fantes mer spredt rundt hele innsjøen (figur 3), og dannet små bestander ut til ca 1 m.



Figur 3. Bestand av *Persicaria amphibia* i Jarenvatn

Undervannsvegetasjonen var dominert av vasspest (*Elodea canadensis*), som dannet massebestander sannsynligvis i hele innsjøen, først og fremst i dybdeområdet 1.2-3 m. I gruntområder uten helofyttvegetasjon dannet kransalger bestander fra 0.5 m og ut til 1.2 m dyp, der vasspestbestandene startet. Midt på østsida fantes et par områder med store forekomster av smaltaggkrans (*Chara rudis*) fra ca 1 m og ut til 1.8-2 m dyp. Noen få eksemplarer av trådtjønnaks (*Potamogeton filiformis*) ble registrert på grunt vann (<0.5 m dyp) øst for badeplass nord for Haug.

Søndre basseng var mer preget av helofyttbelter og flytebladsvegetasjon ut til 2 m dyp, og mindre undervannsvegetasjon. Et eksemplar av storblærerot (*Utricularia vulgaris*) ble funnet i driv ved østre strand i søndre basseng. Området helt i sørenden av innsjøen ble ikke besøkt i 2011. I 1996 var dette det eneste område hvor det ble registrert små bestander med blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*) og vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*). Det tas derfor forbehold om at det fortsatt kan være små forekomster av disse artene her.

Lønntjern

Lønntjern ligger i et skogholt like vest for Skirstadtjern, omkranset av granskog, med vier, or og bjørk nærmest vannet, og myr i nord. Like vest for tjernet er et lite hogstfelt, mens det i nord og øst er beiteområder, med noe tråkk ute i tjernet. Tjernet er uten synlige tilløp. Største registrerte dyp var 6 m, men tjernet er sannsynligvis noe dypere. Helofyttvegetasjonen var dominert av spredte forekomster av takrør (*Phragmites australis*), samt noe flaskestarr (*Carex rostrata*). Takrør vokste stedvis ut i kransalgebestandene.

Flytebladsvegetasjonen var dominert av vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) ut til 3.8 m dyp. Vasslirekne (*Persicaria amphibia*) dannet en liten bestand inne i tjønnaks-beltet, mens små bestander med hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*) og gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) fantes spredt ut til 2.4 m dyp. Undervannsvegetasjonen var dominert av store bestander med piggkrans (*Chara aculeolata*) (figur 4) fra grunt vann og ut til 2.9 m dyp. Forekomstene på grunt vann var stedvis redusert på grunn av tråkk. En liten bestand av hesterumpe (*Hippuris vulgaris*) fantes i vest, mens gytjeblærerot (*Utricularia intermedia*) ble registrert inne ved torvkanten i sør og vest.



Figur 4. Store kransalgebestander i Lønntjern

Hallomtjern

Hallomtjern ligger like sørvest for Kalvsjøtjern, med utløp til Vassjøtjern via Hallumsbekken. Tjernet ligger midt i et jordbruksområde, omkranset av en smal og glissen løvtresone (figur 5). Helofyttvegetasjonen, bestående av flaskestarr (*Carex rostrata*), elvesnelle (*Equisetum fluviatile*), takrør (*Phragmites australis*), brei dunkjevle (*Typha latifolia*) og sjøsivaks (*Schoenoplectus lacustris*), dannet belter rundt hele innsjøen, ut til ca 1.5 m dyp. Flaskestarr, elvesnelle og takrør var vanligst i nord og vest, brei dunkjevle i nordvest, mens sjøsivaks dannet en bestand i nordøst.



Figur 5. Hallomtjern sett fra øst.

Flytebladvegetasjon av gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) og vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) dannet bestander rundt det meste av innsjøen. Gul nøkkerose gikk ut til 2.1 m dyp, mens vanlig tjønnaks ble funnet ut til 3.1-3.8 m, dypest i vest. Hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*) fantes bare på grunnere vann, ut til ca 1 m i nord og øst. Store bestander med rusttjønnaks (*Potamogeton alpinus*) fantes flere steder, ut til ca 1.5 m dyp, med de største forekomstene i nord og øst-sørøst. Hesterumpe (*Hippuris vulgaris*) fantes spredt innerst mot helofyttbeltet, særlig i sør. Noen få eksemplarer av andemat (*Lemna minor*) ble registrert i vest.

Holteputten

Holteputten er et lite tjern like sørvest for Kalvsjøtjern. Tjernet er omkranset av skog og delvis grøftede myrområder. Tjernet har tilløp fra sør, og muligens utløp mot Hallomtjern i nord. Det var mye algebegroing på plantene. I sørøstre basseng var det dessuten store algematter på overflata (figur 6). Substratet besto av løs kalkmergel. Helofyttvegetasjonen besto av takrør (*Phragmites australis*), elvesnelle (*Equisetum fluviatile*) og flaskestarr (*Carex rostrata*), samt sjøsivaks (*Schoenoplectus lacustris*). Takrør var vanligst i nord, mens de største bestandene av elvesnelle og flaskestarr fantes i sør. Sjøsvaks dannet en liten bestand i nordvest.



Figur 6. Store algematter på overflata i Holteputten

Vannvegetasjonen var preget av store bestander med flytebladsvegetasjon ut til ca 3.5 m dyp rundt hele innsjøen. Vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) gikk dypest. Ellers var undervannsblad av gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) svært vanlig. I gruntområdet i østre del av vestre basseng dannet hesterumpe (*Hippuris vulgaris*) en stor bestand. Arten fantes ellers spredt i flytebladsbeltet rundt hele innsjøen. En liten bestand av rusttjønnaks (*Potamogeton alpinus*) ble observert i nordvest, like utenfor sjøsivaksbestanden. Hele sørøstre basseng var grunt, mindre enn 2 m dyp. Flytematter med kantarten myrhatt (*Comarum palustre*) var vanlig her, særlig langs vestre og sørvestre strand.

Elgsjøen

Innsjøen ligger like øst for Roa og er omkranset av jordbruksområder, samt et skogsområde i sør. Den største innløpsbekken kommer inn i øst, mens utløpet er i vest. I sør var littoralsona forholdsvis smal med helofyttvegetasjon dominert av flaskestarr (*Carex rostrata*). Flytebladsvegetasjonen var her dominert av små bestander med hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*). På nordsida var littoralsona bredere og stedvis med store helofyttbelter med takrør (*Phragmites australis*) og sjøsivaks (*Schoenoplectus lacustris*), samt stedvis frodige belter med elvesnelle (*Equisetum fluviatile*). En liten forekomst med kjempepigknopp (*Sparganium erectum*) ble registrert i sørvest. Flytebladsvegetasjon med gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) var vanlig utenfor helofyttbeltene i nord, ned til 2-2.3 m dyp. En stor bestand med vasslirekne (*Persicaria amphibia*) (figur 7) ble registrert i nordøstre bukt, ellers fantes bare små bestander.

I langgrunne områder på nordsida uten helofytter eller flyteblad dannet kranalger massebestander fra 0.5-0.7 m og ut til 2 m dyp. Smaltaggkrans (*Chara rudis*) dannet bestander i de dypeste områdene, mens gråkrans (*Chara contraria*) og (*Chara virgata*) fantes mer spredt på grunt vann (<0.7 m dyp). I gruntområdene rundt et skjær på sørsida fantes massebestander med smaltaggkrans. Blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*) (figur 7) sto i ytterkant og utenfor helofytt- og flytebladsvegetasjonen rundt store deler av innsjøen, som regel ut til 2-3 m dyp, og med ytre grense på 3.5 m dyp i nord og 2 m i sør. I bukta i nordøst ble nøkketjønnaks (*Potamogeton praelongus*) registrert sammen med blanktjønnaks, ut til 2.8-3 m dyp. Ved utløpet i vest sto en bestand med hjertetjønnaks (*Potamogeton perfoliatus*) sammen med noen eksemplarer av rusttjønnaks (*Potamogeton alpinus*).



Figur 7. *Potamogeton lucens* og *Persicaria amphibia* var vanlige i Elgsjøen

Høltjern (Huldretjern)

Høltjern ligger sørøst for Grinda, i et skogsområde med kornåker og hestebeite i nordøst, samt noe torvmyr langs kanten av tjernet flere steder. Tjernet har ingen synlige tilløp. Det ble observert algefnokker i overflaten og nedover i vannsøylen, en mulig begynnende algeoppblomstring. Helofyttvegetasjonen var dominert av smale belter med elvesnelle (*Equisetum fluviatile*) og flaskestarr (*Carex rostrata*).



Figur 8. Høltjern med beite innenfor.

Flytebladsvegetasjon, dominert av gul nøkkerose (*Nuphar lutea*), dannet smale belter rundt det meste av tjernet, ut til 2.5 m dyp (figur 8). Vannvegetasjonen for øvrig var sparsom, bare en liten bestand med stivkrans (*Chara strigosa*) og noen få eksemplarer av småblærerot (*Utricularia minor*) ble registrert i sørøst.

Kalvsjøtjern

Kalvsjøtjern ligger nordvest for Roa og er omkranset av jordbruksområder og boligområder. Innsjøen er delt i to bassenger. Det vestre bassenget virket noe mer forurenset enn det østre, med dårligere sikt og mulig begynnende algeoppblomstring. Største tilløpsbekk kommer inn i sørvest, mens utløpet er i øst. Store deler av littoralsona var bevokst med helofytter, dominert av takrør (*Phragmites australis*) og elvesnelle (*Equisetum fluviatile*), ut til 1.2-1.3 m dyp, samt flaskestarr (*Carex rostrata*) på litt grunnere vann. Andre viktige arter i helofyttvegetasjonen var kjempepiggnopp (*Sparganium erectum*) og brei dunkjevle (*Typha latifolia*). Kjempepiggnopp ble registrert ved søndre strand i vestre basseng.



Figur 9. Helofyttsone med *Equisetum fluviatile* og med *Nuphar lutea* utenfor

Flytebladsvegetasjonen var dominert av gul nøkkerose (*Nupha lutea*), som dannet smale belter i og utenfor helofyttbeltene rundt det meste av innsjøen (figur 9). Bestander med vasslirekne (*Persicaria amphibia*) fantes mer spredt.

Undervannvegetasjonen var dominert av vasspest (*Elodea canadensis*) som dannet massebestander fra 0.5 m og ut til 3.2 m dyp i hele innsjøen. Enkeltplanter eller spredte bestander fantes ut til 4.5-4.7 m dyp. Et par eksemplarer av piggkrans (*Chara aculeolata*) ble registrert på 0.8-1 m dyp i vasspestbestanden sør i østre basseng. Her fantes også en liten noen små forekomster av småtjønnaks (*Potamogeton berchtoldii*) og rusttjønnaks (*Potamogeton alpinus*), samt noen eksemplarer av gråkrans (*Chara contraria*) på grunt vann. Noen få eksemplarer av vanlig kransalge (*Chara globularis*) ble registrert på grunt vann helt i nordøst av det vestre bassenget. I dette området fantes også en liten bestand av dvergvassoleie (*Batrachium eradicatum*) på 0.6-0.8 m dyp.

Karusspalten (Valborgtjern)

Karusspalten ligger i et skogsområde nord for Kalvsjøtjern, og er omkranset av myrområder. I nærområdet på sørsida var det en gammel søppelfylling (bokser, bølter, jernskrammel, gamle biler). Største registrerte dyp i tjernet var 4.5 m, men mye grunnere i vest. Helofyttvegetasjonen besto av takrør (*Phragmites australis*) og flaskestarr (*Carex rostrata*).

Flytebladsvegetasjon av hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*) var vanligst på grunt vann og dannet spredte bestander rundt hele tjernet ut til ca 0.6 m dyp. Vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) fantes først og fremst i sør og sørvest, men ikke grunnere enn 0.5 m. I starrbeltet i vest fantes store forekomster av andemat (*Lemna minor*). Kransalgen piggkrans (*Chara aculeolata*) (figur 10) dominerte vannvegetasjonen og dannet massebestander rundt store deler av tjernet fra ca 0.4 m og ut til 1.7 m dyp, mens rødkrans (*Chara tomentosa*) fantes spredt på ca 0.6 m dyp i øst-sørøst. Trådtjønnaks (*Stuckenia filiformis*) var vanlig på 0.1-0.2 m dyp, sammen med hvit nøkkerose.



Figur 10. Fruktifiserende *Chara aculeolata*.

Omdalsvatn

Omdalsvatn er omkranset av skog i vest, sør og øst, og mindre jordbruksområder i nord-nordøst. Innsjøen har et par tilløpsbekker fra nord, som drenerer skog- og jordbruksområder, samt en bekk fra et grøftet myrområde i sør. Utløpsbekken, Omdalsbekken, renner ut i øst. Substrat besto av sand, stein og berg og vannet var klart. Viktigste arter i helofyttvegetasjon var flaskestarr (*Carex rostrata*) og elvesnelle (*Equisetum fluviatile*).

Flytebladsvegetasjonene besto av gul nøkkerose (*Nuphar lutea*), som dannet smale belter ut til ca 2.4 m dyp flere steder i innsjøen. Undervannsvegetasjonen var dominert av rusttjønnaks (*Potamogeton alpinus*) (figur 11), som dannet mindre bestander rundt det meste av innsjøen. De fantes stort sett i dybdeområdet 2-4.5 m, men også mer spredt på grunnere vann. Både korte rosettaktige planter og mer langstrakte individer var vanlig. Nøkketjønnaks (*Potamogeton praelongus*) dannet forholdsvis store bestander på 3.5-4 m dyp i vest-nordvest. Mindre bestander av dvergvassoleie (*Batrachium eradicatum*) fantes på på bunnen på ca 2 m dyp.



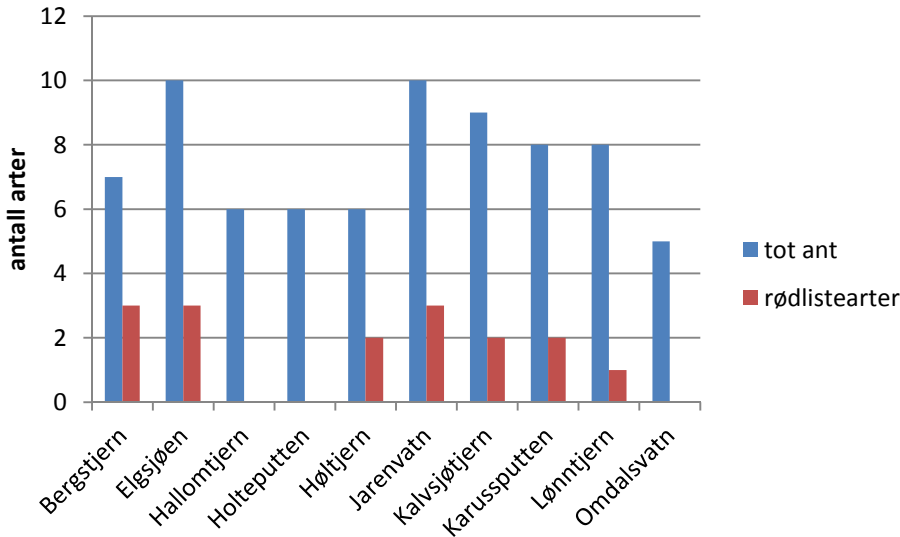
Figur 11. *Potamogeton alpinus* i Omdalsvatn.

Tabell 3. Vannvegetasjonen i innsjøer og tjern på Hadeland 2011. Forekomst: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerer lokaliteten, + angir driveksempplar. * viser rødlistearter (Solstad m.fl. 2010). Viktigste helofytter er bare omtalt i tekst (kap 4.1) og ikke inkludert i tabellen. Lokalteter: BER=Bergstjern, JAR=Jarenvatn, LØN=Lønntjern, HAL=Hallomtjern, HOL=Holteputten, ELG=Elgsjøen, HØL=Høltjern, KAL=Kalvsjøtjern, KAR=Karussputten og OMD=Omdalsvatn.

Latinske navn	Norske navn	Innsjøer									
		BER	JAR	LØN	HAL	HOL	ELG	HØL	KAL	KAR	OMD
KRANSALGER											
<i>Chara aculeolata</i> *	Piggkrans	3		5					1	5	
<i>Chara aspera</i> *	Bustkrans		2-3								
<i>Chara contraria</i> *	Gråkrans	2	3				2-3	1	1		
<i>Chara globularis</i>	Vanlig kransalge		3						1		
<i>Chara rudis</i> *	Smaltaggkrans		2-3				4-5				
<i>Chara strigosa</i> *	Stivkrans							2			
<i>Chara tomentosa</i> *	Rødkrans									2	
<i>Chara virgata</i>	Skjørkrans						2-3				
ELODEIDER											
<i>Batrachium eradicatum</i>	Dvergvassoleie								2		2-3
<i>Elodea canadensis</i>	Vasspest	1-2	5						5		
<i>Hippuris vulgaris</i>	Hesterumpe			2	2	3				2	
<i>Potamogeton alpinus</i>	Rusttjønnaks				4	2	2		2		4-5
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	Småttjønnaks								2		
<i>Potamogeton friesii</i> *	Broddtjønnaks	3									
<i>Potamogeton lucens</i> *	Blanktjønnaks						3-4				
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	Hjertetjønnaks		2				3				
<i>Potamogeton praelongus</i>	Nøkketjønnaks						3				3
<i>Stuckenia filiformis</i>	Trådtjønnaks		2							3	
<i>Utricularia intermedia</i>	Gytjeblererot			1-2							
<i>Utricularia minor</i>	Småblærerot			1				1		3	
<i>Utricularia vulgaris</i>	Storblærerot	2	+								
NYMFAEIDER											
<i>Nuphar lutea</i>	Gul nøkkerose	4	3-4	2	5	5	3-4	3	3		2
<i>Nymphaea alba</i>	Hvit nøkkerose	2-3		2	2-3	3	3	2-3		3	
<i>Persicaria amphibia</i>	Vasslirekne		3	2			3		2-3		
<i>Potamogeton natans</i>	Vanlig tjønnaks			3	5	4		2		3	
LEMNIDER											
<i>Lemna minor</i>	Andemat				1	1				2	
Totalt antall arter		7	10	8	6	6	10	6	9	8	4

4.2 Antall arter og rødlistearter

Totalt artsantall varierte mellom 4 og 10 arter (tabell 3). Omdalsvatn hadde lavest artsantall, mens flest arter ble registrert i Jarenavatn og Elgsjøen. Det ble totalt registrert 8 rødlistearter i de undersøkte innsjøene og tjernene; *Chara aculeolata*, *Chara aspera*, *Chara contraria*, *Chara rudis*, *Chara strigosa*, *Chara tomentosa*, *Potamogeton friesii* og *Potamogeton lucens*. Antall rødlistearter varierte mellom 0 og 3 arter pr. tjern, med høyest antall i Bergstjern, Elgsjøen og Jarenavatn (figur 12).



Figur 12. Totalt antall arter og antall rødlistede arter i vannvegetasjonen registrert i 2011.

4.3 Forekomst av problemarter

Vasspest ble registrert i tre av de undersøkte innsjøene, Jarenavatn, Kalvsjøtjern og Bergstjern. I Jarenavatn og Kalvsjøtjern er vasspesten vel etablert. Man antar at den kom inn i Jarenavatn på midten av 1950-tallet (Rørslett 1977), mens den første gang ble registrert i Kalvsjøtjern i 1980 (Rørslett & Berge 1986). I Bergstjern fantes bare en liten forekomst ved båtplassen i 2011, og vi antar at den nettopp er kommet inn i tjernet. Arten er ikke registrert her før.

Andre tidligere registrerte lokaliteter for vasspest på Hadeland er Storetjern, Vesletjern og Kårstadtjern i Jevnaker, Grunningen, Langtjern, Breitjern, Elgtjern, Askjuntjern og Nedre (Søndre?) Falangstjern i Gran kommune, Bergertjern, Hermanstjern og Randsfjorden i Jevnaker og Gran kommuner, Harestuvatn, Mylla, Strykenvatn, Svea og Oppentjern i Lunner kommune (Mjelde 1997, Brandrud og Mjelde 1999).

4.4 Økologisk status: Trofi-indeks

Generelt

Indeksen er basert på forholdet mellom antall sensitive, tolerante og indifferente arter for hver innsjø (jfr Direktoratgruppen Vanndirektivet 2009, samt oppdaterte grenselinjer pr nov 2011 (Hellsten m.fl 2011 og Mjelde, upubl.).

Sensitive arter er arter som foretrekker og har størst dekning i mer eller mindre upåvirkede innsjøer (referanseinnsjøer), mens de får redusert forekomst og dekning (etterhvert bortfall) ved eutrofiering. *Tolerante arter* er arter med økt forekomst og dekning ved økende næringsinnhold, og ofte sjeldne

eller med lav dekning i upåvirkede innsjøer. *Indifferente arter* er arter med vide preferanser, vanlig i upåvirkede innsjøer og i eutrofe innsjøer, men får redusert forekomst i hypereutrofe innsjøer.

Trofiindeksen beregner én verdi for hver innsjø. Verdien kan variere mellom +100, dersom alle tilstedeværende arter er sensitive, og -100, hvor alle er tolerante. I T1c (trofiindeks basert på forekomst-fravær-data) teller alle artene likt uansett hvilken dekning de har. I T1a (trofiindeks basert på semi-kvantitative data) tas det hensyn til den kvantitative forekomsten av hver art. Grenselinjer for økologisk tilstand er bare utarbeidet for T1c.

Ved vurdering av økologisk tilstand i forhold til eutrofiering bør man i tillegg til indeksene vurdere forekomsten av fremmede arter, for eksempel vasspest (*Elodea canadensis*). Dersom slike arter danner massebestander, bør ikke tilstanden for vannvegetasjon vurderes som god.

Det er også viktig å være klar over at vannvegetasjonen gjenspeiler forholdene i strandnære områder. Status for vegetasjonen vil derfor kunne, særlig i store innsjøer, avvike fra forholdene i sentrale vannmasser.

Hadelands-sjøene 2008

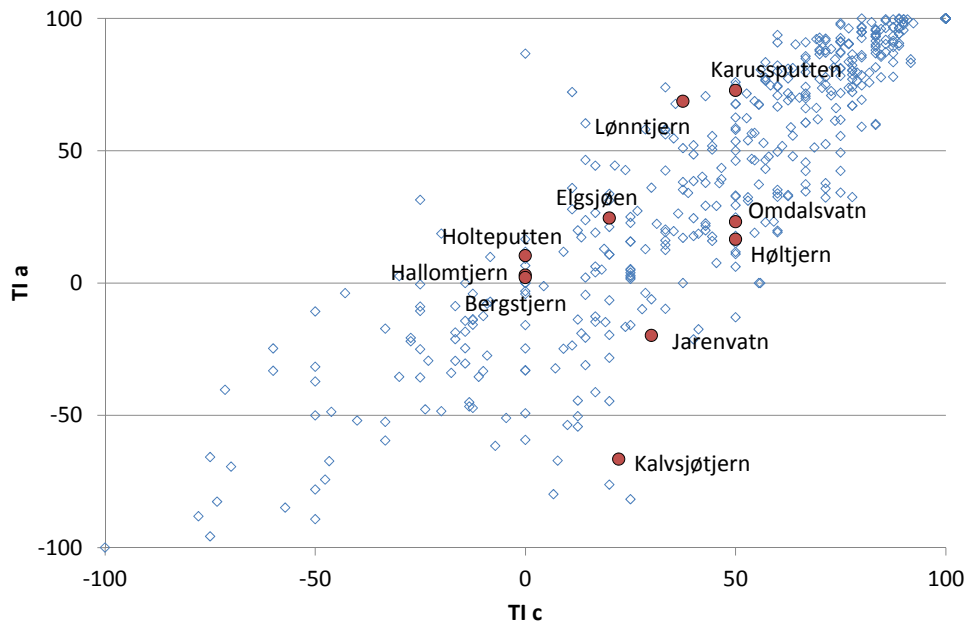
Økologisk tilstand for de undersøkte innsjøene er vist i tabell 4. Basert på trofi-indeksen T1c kan tilstand for vannvegetasjonen karakteriseres som god i Jarenavatn, Lønntjern, Høltjern, Karussputten og Omdalsvatn, moderat i Elgsjøen og Kalvsjøtjern, mens vegetasjonen er i dårlig tilstand i Bergstjern, Hallomtjern og Holteputten. På grunn av store bestander av vasspest i Jarenavatn korrigeres tilstandsklassen til moderat. Det foretas bare nedjustering der tilstandsklassen på grunn av indeksen er vurdert til god eller bedre og der bestandene av vasspest er store. Derfor ingen korrigering i Kalvsjøtjern og Bergstjern. Dersom vi inkluderer blanktjønnaks og vanlig tjønnaks i utregningene for Jarenavatn (se kap. 4.1.1) blir T1c=16.7, dvs. moderat tilstand.

Tabell 4. Økologisk tilstand for vannvegetasjonen i Hadelandsinnsjøene 2011. Økologisk status: SG = meget god, G = god, M = moderat, D = dårlig, SD=meget dårlig. *Korrigert tilstand i forhold til masseforekomst av fremmed art.

Innsjø	T1c		Korrigert*
Bergstjern	0	D	D
Jarenavatn	30	G	M
Lønntjern	37.5	G	G
Hallomtjern	0	D	D
Holteputten	0	D	D
Elgsjøen	20	M	M
Høltjern	50	G	G
Kalvsjøtjern	22.2	M	M
Karussputten	50	G	G
Omdalsvatn	50	G	G

For svært kalkrike, klare og humøse innsjøer er grenselinjer for SG/G satt til T1c = 63, mens G/M = 30, M/D = 5 og D/MD = -35.

Hvis man inkluderer artenes mengdemessige forhold (T1a) reduseres tilstandsklassen for Jarenavatn (D), Høltjern (M), Omdalsvatn (M) og Kalvsjøtjern (SD), mens den blir bedre i Holteputten (M) (figur 13). I innsjøene som får redusert tilstand etter T1a har de tolerante artene en større dekning enn de sensitive.



Figur 13. Økologisk tilstand for vannvegetasjonen i Hadelandsjøene undersøkt i 2011 (rød markering). Andre innsjøer, undersøkt i forbindelse med andre NIVA-prosjekter, er inkludert og vist lys blå farge.

4.5 Nedre grense for vegetasjonen

Generelt

Lys er en viktig begrensende faktor for dybdeutbredelse av vannplantene, og nedre grense for vegetasjonen er korrelert med lysforholdene i vann (f.eks. Middelboe & Markager 1997). Reduserte lysforhold, f.eks. ved økt planteplanktonbiomasse på grunn av eutrofiering, vil føre til redusert mengde og dybdeutbredelse av vannplanter.

PAR (fotosynteseaktiv stråling) er den viktigste lysparameteren for vannplantene. Erfaringsmateriale indikerer at 10 % -nivået av overflateintensiteten kan korrelere med dybdegrense for fastsittende vegetasjon (Rørslett 2002, Lydersen m.fl. 2000). Det er ikke noen direkte sammenheng mellom siktedyp og PAR, men siktedyp er ofte den eneste lysparameteren som er målt i norske innsjøundersøkelser. Nedre grense for vannvegetasjonen er foreslått som dekningsindeks for vurdering av økologisk tilstand iht. Vanddirektivet (se bl.a. Kolada et al. 2011). Den norske feltmetodikken for vurdering av nedre grense er under utvikling, det samme er utarbeidelse av norsk indeks (Mjelde & Lombardo, under utarb.).

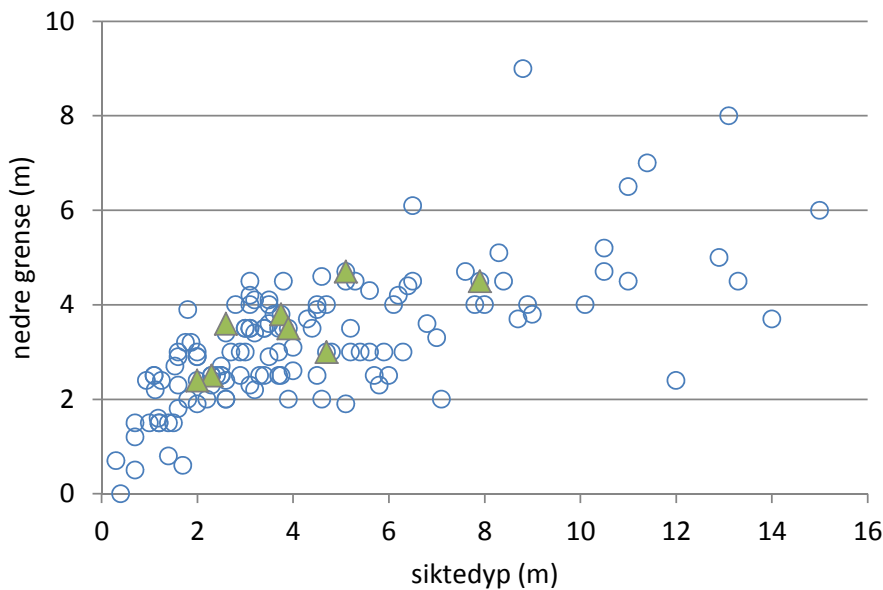
Innsjøene på Hadeland

Nedre dybdegrenser for vegetasjonen i innsjøene på Hadeland er vist i tabell 5. Nedre grense varierer mellom 2.4 og 4.7 m dyp. I de fleste innsjøene er det flytebladsvegetasjonen som går dypest, men i de innsjøene der vasspest har masseforekomst, Jarenvatn og Kalvsjøtjern, er det denne arten som går dypest. I Elgsjøen og Omdalsvatn går andre langskuddsarter dypest.

Figur 14 viser at det er en klar sammenheng mellom siktedyp og nedre grense for vegetasjonen, også for Hadelands-innsjøene. Ytterligere vurderinger kan ikke foretas før indeksen med grenselinjer er utarbeidet.

Tabell 5. Nedre dybdegrens for vegetasjonen.

Innsjø	Nedre grense (m)	Art ved nedre grense
Bergstjern	2.5	<i>Nuphar lutea</i>
Jarenvatn	3.0	<i>Elodea canadensis</i>
Lønntjern	3.8	<i>Potamogeton natans</i>
Hallomtjern	3.8	<i>Potamogeton natans</i>
Holteputten	3.6	<i>Potamogeton natans</i>
Elgsjøen	3.5	<i>Potamogeton lucens</i>
Høltjern	2.5	<i>Potamogeton natans, Nuphar lutea</i>
Kalvsjøtjern	4.7	<i>Elodea canadensis</i>
Karussputten	2.4	<i>Potamogeton natans</i>
Omdalsvatn	4.5	<i>Potamogeton alpinus</i>



Figur 14. Forholdet mellom siktedyp og nedre grense for vegetasjonen. Her er arter innenfor alle livsformgrupper inkludert, unntatt *Nitella*. Denne slekten finnes ikke i Hadelands-innsjøene og er derfor ikke tatt med i sammenstillingen. Hadelands-innsjøene er markert med grønne trekantede, mens åpne sirkler representerer øvrige data fra NIVAs database.

4.6 Endringer i forhold til tidligere undersøkelser

For noen av de undersøkte innsjøene finnes det tidligere data og registreringer. Det mest omfattende datamaterialet finnes for Jarenvatn og Kalvsjøtjern. For disse innsjøene foreligger det både botaniske og vannkjemiske data fra tidligere år. For de fleste av de øvrige innsjøene finnes det kransalge-registreringer (Anders Langangen, diverse undersøkelser).

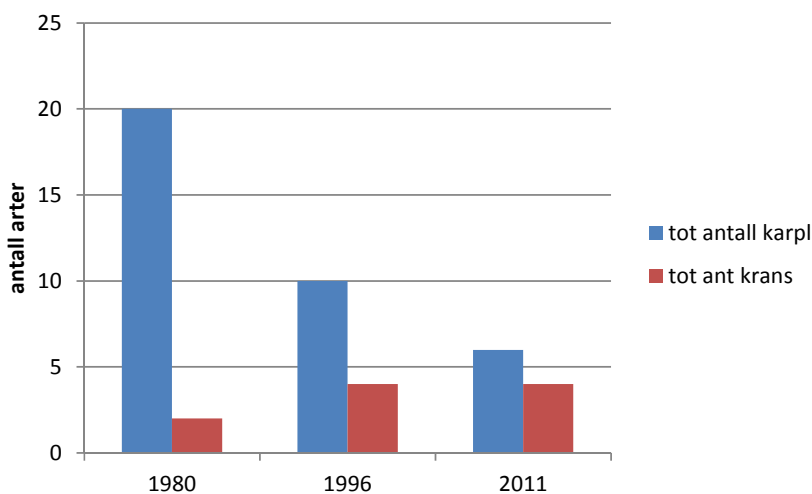
Jarenvatn

Jarenvatnet var tidligere den klart mest artsrike innsjøen på Hadeland, med betydelige botaniske og zoologiske verneverdier (jfr. Faafeng m. fl. 1982). Vasspesten ble første gang observert i Jarenvatnet i 1966 (Lye 1971) og dannet da allerede store bestander, og det er antatt at den kom til innsjøen på slutten av 50-tallet. Det finnes ingen nøyaktige registreringer av vannvegetasjonen før vasspest-invasjonen, men vegetasjonsdata fra 1980 og 1996 foreligger. I 1980 var vasspesten den dominerende planten i innsjøen, men vannsvegetasjonen forøvrig var rikt utviklet og flere langskuddsplanter og flytebladsplanter var nokså vanlige. Imidlertid hadde de fleste av de 24 registrerte artene svært sporadisk forekomst (Faafeng m.fl. 1982). I 1996 var antall registrerte arter redusert til 14 (Brandrud

& Mjelde 1999). Bare tre av de vanligste artene i 1980; vasspest, gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) og vasslirekne (*Persicaria amphibia*), hadde beholdt omtrent samme utbredelse, mens blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*), hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*) og vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*) hadde en tydelig redusert utbredelse. Forandringene var særlig dramatisk for undervannsvegetasjonen, fra 13 undervannsplanter (langskuddsplanter), foruten vasspest, i 1980 til 3 arter i 1996. Disse tre artene bestod av noen få driveksemler av butt-tjønnaks, som framtrer som den mest tolerante langskuddsplanten i forhold til vasspest, samt én bestand av trådtjønnaks (*Potamogeton filiformis*) og én av blanktjønnaks (*Potamogeton lucens*). Blanktjønnaks fantes i 1996 kun i et lite, avgrenset felt i sørenden, hvor den sto sammen med innsjøens eneste bestand av vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*).

Vasspesten var i 2011 fortsatt klart dominerende, mens nedgangen i artsantall og mengde av øvrige vanlige arter har fortsatt (figur 15). Gul nøkkerose og vasslirekne var fortsatt vanlige, mens blanktjønnaks, hvit nøkkerose og vanlig tjønnaks ikke ble observert. Området helt i sørenden av innsjøen ble ikke besøkt i 2011. Det tas derfor forbehold om at det fortsatt kan være små forekomster av blanktjønnaks og vanlig tjønnaks igjen her. Kransalgevegetasjonen har derimot vært forholdsvis stabil i hele perioden, det ser til og med ut til at denne vegetasjonen er blitt vanligere i innsjøen de siste 10 år.

Vannkvaliteten har vært forholdsvis stabil i hele perioden, med total-fosfor-verdier rundt 20 µg P/l i sommersesongen. Det er derfor grunn til å tro at de dramatiske endringene i vannvegetasjonen skyldes vasspest-invasjonen. Undersøkelser i Steinsfjorden har vist at vasspesten påvirker andre vannplanter negativt gjennom endringer i næringsinnhold i sedimentet og innholdet av karbondioksyd og bikarbonat i vann, i tillegg til skygging (Mjelde et al, 2012).



Figur 15. Endringer i artsantall for karplanter og kransalger for Jarenvatn.

Kalvsjøtjern

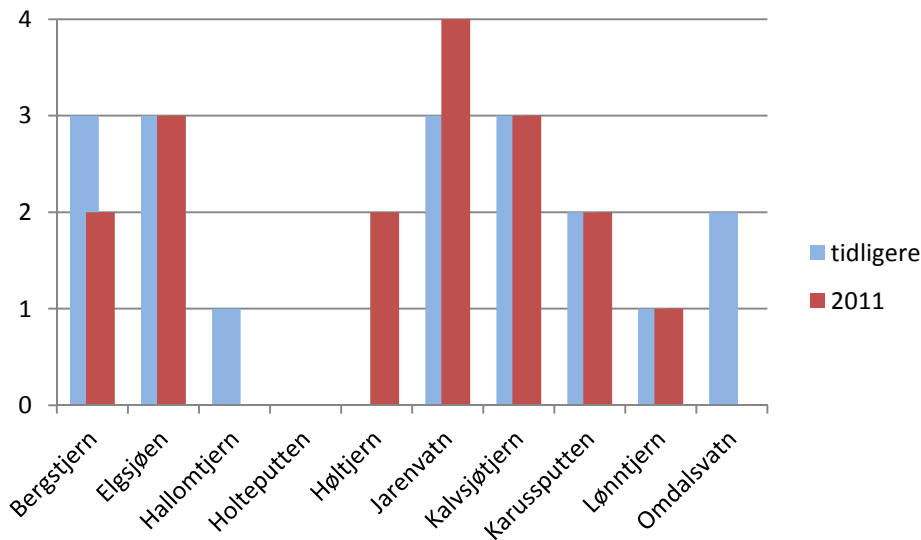
Kalvsjøtjernet var i lang tid preget av forurensning fra urensset avløpsvann og avrenning fra landbruksarealer. De store tilførselene av næringssalter har ført til store algeoppblomstringer i vekstsesongene, og det er påvist giftproduserende alger i vannet (Faafeng og Skulberg 1993). Det finnes vegetasjonsdata fra innsjøen for 1996 (Mjelde, unpubl.). Vannvegetasjonen var den gang artsfattig, bare 6 arter (4 karplanter og 2 kransalger) ble registrert og vegetasjonen var dominert av vasspest (*Elodea canadensis*) og flytebladsvegetasjon. Enkeltskudd av kransalgene *Chara globularis* og *Chara aculeolata* ble registrert i sørøst og ved nordre strand. Ellers dannet flytebladsplantene vasslirekne (*Persicaria amphibia*), gul nøkkrose (*Nuphar lutea*), og tildels vanlig tjønnaks (*Potamogeton natans*), bestander flere steder.

Dominansforholdene i vegetasjonen var lite endret i 2011, vasspest dominerte fortsatt, sammen med gul nøkkerose og vasslirekne. Vanlig tjønnaks ble derimot ikke registrert. Kranslagene *Chara aculeolata* og *C. globularis* fantes fortsatt spredt. Artsantallet var noe høyere i 2011 og totalt 9 arter ble registrert. Flere av artene har liten forekomst, hvorvidt økningen i artsantall er tilfeldig eller reell er vanskelig å si ut fra undersøkelser ved bare 2 tidspunkt.

4.7 Endringer i kransalgevegetasjonen

Det er ikke utviklet noen egen indeks for økologisk tilstand for kransalgevegetasjon, de inkluderes i indeksen for vannvegetasjon. Alle *Chara*-artene regnes blant artene som er sensitive i forhold til eutrofiering. Få *Chara*-arter betyr ikke nødvendigvis dårlig tilstand, imidlertid vil bortfall av *Chara*-arter som tidligere er registrert i en innsjø kunne indikere dårligere forhold.

For de fleste av de undersøkte innsjøene er det tidligere bare foretatt registreringer av kransalger (Langangen, diverse undersøkelser), sammenstilt av Mjelde (upubl. liste). Tidligere artsregistreringer representerer et samlet artsantall for alle år før 2011 og er derfor ikke direkte sammenliknbare med årets undersøkelse, men kan antyde et potensiale for kransalger. Vi har dessuten lite opplysninger om mengde av de ulike artene, dvs. om de har forekommet i store bestander eller om de bare har hatt helt spredt forekomst. Dersom det siste er tilfelle antyder en eventuell nedgang ikke nødvendigvis noen endring.



Figur 16. Totalt antall arter i kransalgevegetasjonen. Våre registreringer i 2011 (røde søyler) er sammenliknet med tidligere registreringer, før 2011 (lys blå) (Langangen 2007, Brandrud & Bendiksen 2005, Brandrud & Bendiksen unpubl, jfr Mjelde, unpubl liste).

Bergstjern, Hallomtjern og Omdalsvatn viser nedgang i antall kransalger i forhold til tidligere registreringer (figur 16). For Bergstjern og Hallomtjern kan dette ha sammenheng med forurensning (jfr. kap. 4.1.4). I Omdalsvatn har vannvegetasjonen generelt god tilstand. Vi antar at manglende gjenfunn av kransalger her kan skyldes at disse forekommer svært spredt.

5. Vurdering av mulig interngjødsling

5.1 Innledning

Vurdering av potensialet for interngjødsling er foretatt for Jarenavatn og Elgsjøen. Fosfor tilført innsjøene bindes til organisk og uorganisk materiale, som sedimenterer og etter hvert havner i bunnsedimentet i innsjøene. Med tiden kan det akkumulere i betydelige mengder. I innsjøer med liten vanngjennomstrømning (lang oppholdstid på vannet), som i Jarenavatn og Elgsjøen, vil det være mer tid til sedimentering enn i innsjøer med stor gjennomstrømning og utskifting av vann. Under oksygenfrie forhold løses fosfor ut igjen til vannmassene. Potensialet for utlekking er avhengig av hvor mye som er tilgjengelig i sedimentet. Dersom det er oksygenvinn høyere oppe i vannmassene, får en også utlekking av fosfor fra partikler når de synker nedover i vannmassene. Interngjødsling er opprinnelig oppstått pga tilført fosfor. Interngjødsling kan opprettholde uønsket tilstand over en lang periode selv om gode tiltak er satt i verk for å redusere de eksterne tilførslene.

5.2 Sediment

Innholdet av organisk materiale i overflatesedimentet fra Jarenavatnet var i overkant av 20 %, mens det i Elgsjøen var noe over 30 %. Sedimentet i Elgsjøen viste en større nitrogenpåvirkning enn sedimentet i Jarenavatnet. Konsentrasjonen av fosfor i bunnsedimentet var høyt, ca 3 g P/kg tørrvekt i både Jarenavatn og Elgsjøen (tabell 6). Til sammenligning ble det i den middels næringsrike innsjøen Vansjø i Østfold funnet mellom 0.5 og 1.5 g P/kg, mens det i den næringsrike innsjøen Frøylandsvatn på Jæren ble funnet omkring 4-5 g P/kg (Andersen m.fl. 2006, Faafeng m.fl. 1985). Det er altså ikke ekstreme fosformengder i bunnsedimentet, men likevel så mye at, dersom det lekker ut, kan det gi høy algeproduksjon. Til sammenlikning målte man fosfor-konsentrasjoner på hhv. 2.8 og 1.8 g P/kg ved tilsvarende undersøkelser i Grunningen og Vassjøtjern i 2008 (Mjelde m.fl. 2009).

Tabell 6. Innhold av totalt tørrstoff (TTS), gløderest (TGR), andelen organisk materiale, nitrogen og fosfor i bunnsediment i Jarenavatn og Elgsjøen 28.9.2011.

	TTS %	TGR g/kg TS	Organisk %	TotN g/kg t.s.	TotP g/kg t.s.
Jarenavatn	7.8	784	21.6	8.9	3.13
Elgsjøen	2.5	667	33.3	14.4	3.09

5.3 Vannfase

Under befaringen 28. september 2011, ble det registrert lave konsentrasjoner av oksygen på større dyp enn ca 10 m både i Jarenavatn og Elgsjøen (Figur 17 og Figur 18). I Jarenavatn ble det ikke observert tilnærmet 0 % før helt mot bunnen. I Elgsjøen var det lite oksygen (tilnærmet 0 %) i størstedelen av vannmassene under 10 m dyp. Det ble imidlertid ikke registrert lukt av H₂S i vannprøvene fra bunnområdet verken i Jarenavatn eller Elgsjøen. Det indikerer at det så langt i sommersesongen ikke har vært fullstendig oksygenvinn.

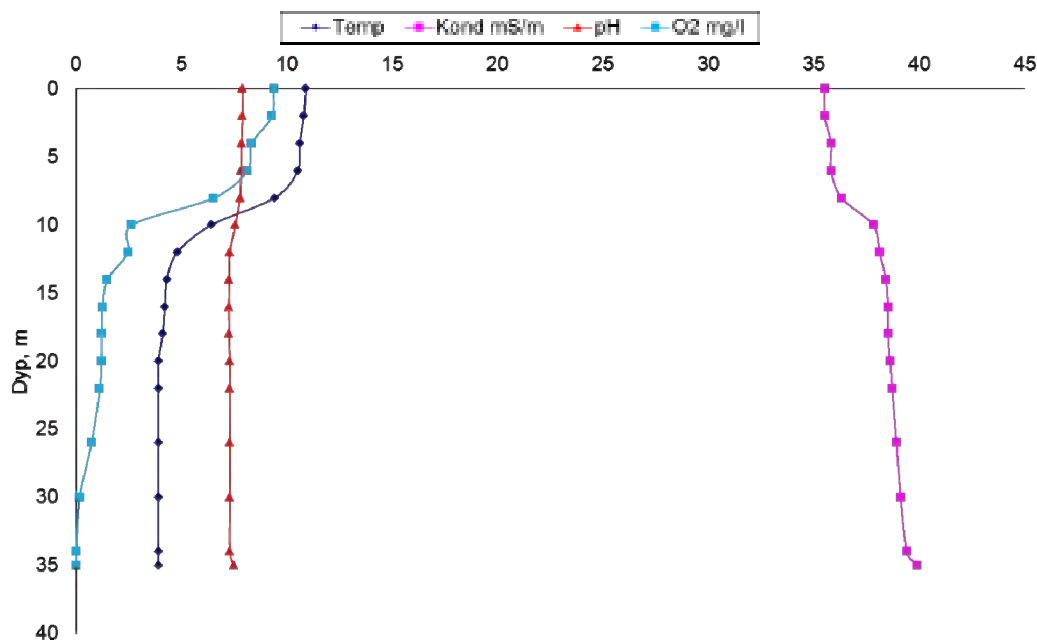
Det ble registrert en normal temperatursjiktning i begge sjøene med 10-12 grader i overflatevannet og omkring 4 grader i bunnvannet. Det var en svak reduksjon av pH under temperatursjiktet trolig pga større nedbrytningsaktivitet og derved produksjon av CO₂ (karbondioksid). Som en konsekvens av oksygenvinn var det en økning av konduktiviteten i dypvannet ved at flere forbindelser går i løsning som salter.

Konsentrasjonen av fosfor i overflatevannet 28. september var forholdsvis høy både i Jarevatn og Elgsjøen, med henholdsvis 29 og 22 $\mu\text{g P/l}$. Fosforkonsentrasjonene vil variere over året avhengig av nedbør og avrenningsforhold i nedbørfeltet. Høstprøvene er tatt etter perioder med stor avrenning. Det er store jordbruksområder i nedbørfeltene som vil bidra med næringssalter. I Jarevatn var konsentrasjonene av fosfor i bunnvannet lavere enn i overflaten. Dette kan tenkes å ha to årsaker: 1) tilførsler fra nedbørfeltet vil i første omgang lagres i overflatevannet og delvis tas opp av biotaen, 2) fosfor i bunnvannet sedimenterer sammen med organisk materiale og eventuelt kjemiske komplekser. Trolig virker disse to mekanismene her sammen og forklarer forskjellen mellom fosforkonsentrasjoner i overflate- og bunnvann.

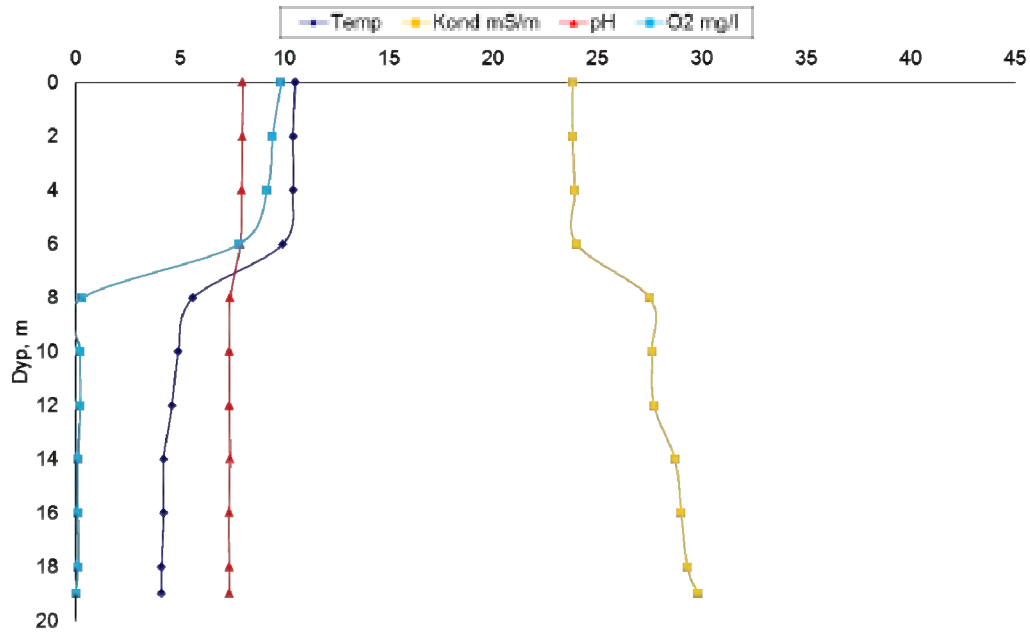
Også i Elgsjøen var konsentrasjonene av fosfor lavere på 10 m dyp enn i overflaten, men økte igjen mot bunnen. Høy konsentrasjon i overflatevannet og lav på 10 m kan forklares på samme måte som for Jarevatn. Økning igjen mot bunnen skyldes trolig sedimenterende partikulært fosfor på vei nedover i vannmassene. Det er imidlertid for få prøver og få kjemiske variable til å kunne gi en sikker forklaring på dette.

Når det skjer en utlekking fra sediment og fra synkende partikler i vannfasen pga oksygensvinn, vil vi forvente at nesten alt fosfor er i form av fosfat (se Mjelde m.fl. 2009). Dette var ikke tilfelle her, hvor andelen fosfat varierte fra ca $\frac{1}{4}$ til $\frac{1}{2}$ av totalt fosfor.

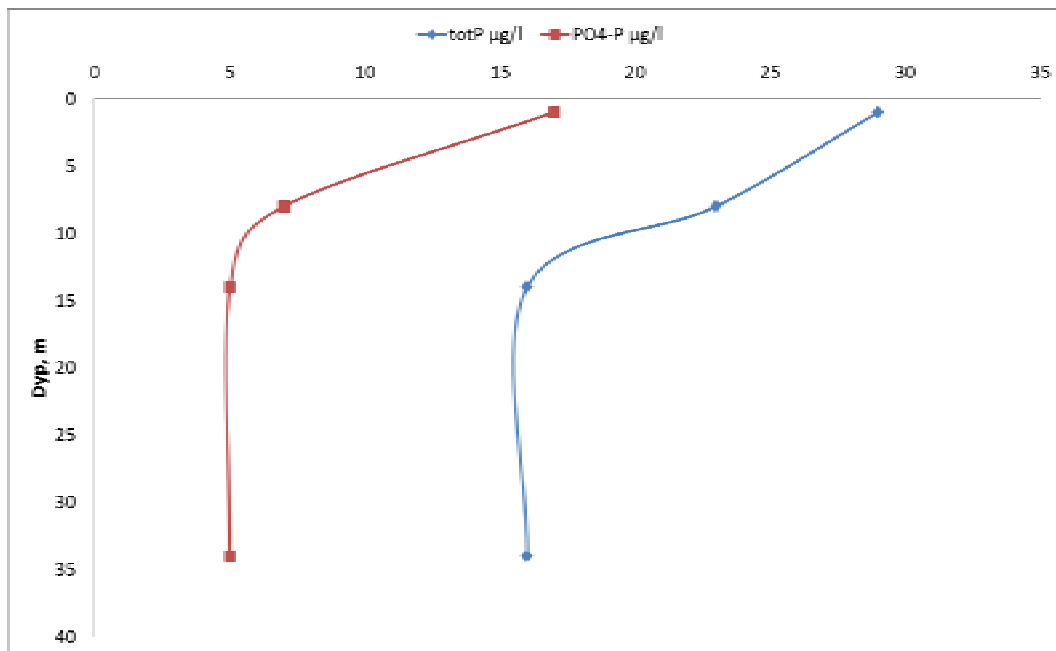
Selv om fosforkonsentrasjonen i bunnsedimentet både i Jarevatnet og Elgsjøen var forholdsvis høy, syntes det ikke å være en utløsning av fosfor (interngjødsling) på tidspunktet for prøvetakingen. Trolig har det heller ikke foregått en slik i løpet av sommeren. Vannene er imidlertid forholdsvis næringrike, og det kan ikke utelukkes at det vil være perioder med fullstendig oksygensvinn og utløsning av fosfor fra sediment og sedimenterende materiale. I Grunningen og Vassjøtjern ble slike situasjoner påvist i slutten av oktober (Mjelde m.fl. 2009).



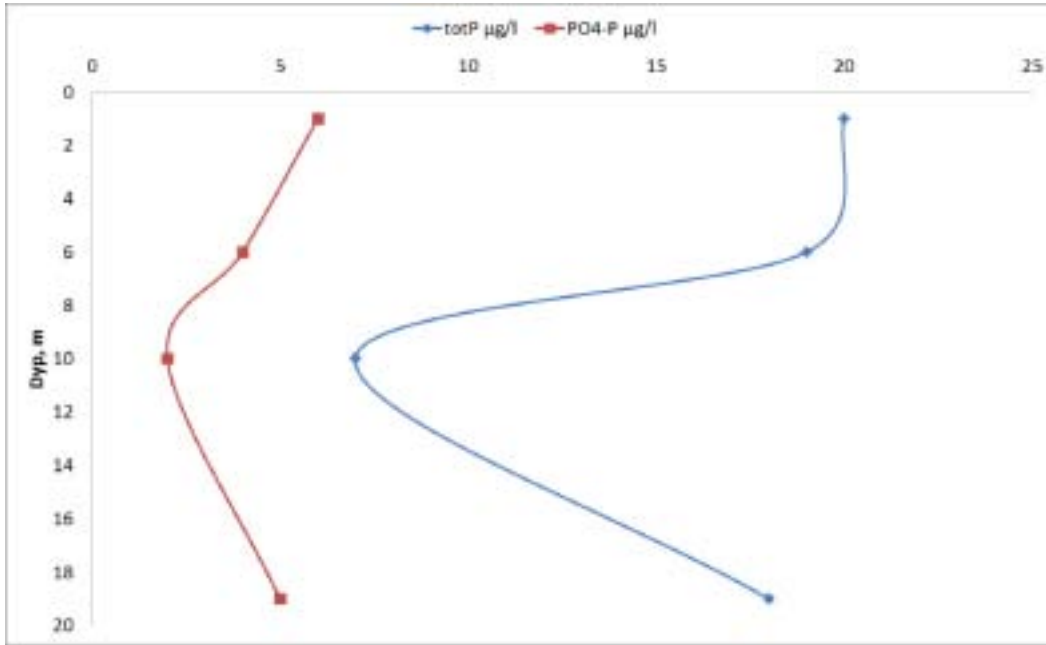
Figur 17. Ulike variable målt gjennom hele vannsøylen i Jarevatn 28. 09. 2011.



Figur 18. Ulike variable målt gjennom hele vannsøylen i Elgsjøen 28.09.2011.



Figur 19. Konsentrasjoner av totalt fosfor (totP) og fosfatfosfor (PO₄-P) på ulike dyp i Jarevatn 28.09.2011.



Figur 20. Konsentrasjoner av totalt fosfor (totP) og fosfatfosfor (PO₄-P) på ulike dyp i Elgsjøen 28.09.2011.

5.4 Konklusjoner og tiltak

Konsentrasjonene av fosfor i bunnsedimentene i Jarevatnet og Elgsjøen tilsier at det her er et potensiale for intern gjødsling. Målingene fra september for fosfor i innsjøene viste ikke en slik situasjon, men det må forventes at fosfor vil løses fra sedimentet og fra sedimenterende materiale dersom det oppstår oksygenfrie perioder både under sommer- og vinterstagnasjonen.

Dersom en ønsker å gå inn på innsjøinterne tiltak for å redusere interngjødslingen, må metoder vurderes grundigere enn det vi har mulighet til i denne rapporten. Tiltak for innsjørestaurering er utført i mange innsjøer, men med flere ulike metoder og med vekslende hell. Valg av metoder avhenger av innsjøens morfologi og størrelse. I små innsjøer/tjern kan det vurderes å fjerne bunnsediment. Andre metoder vil prøve å binde fosforet til sedimentet ved å opprettholde oksygenivået i bunnvannet. Det finnes flere teknikker for å gjøre dette. Det er også mulig kjemisk å oksidere bunnsedimenter for å binde fosfor, men det krever store mengder kjemikalier og vil neppe egne seg i disse innsjøene. Før innsjøinterne tiltak settes i verk, bør en imidlertid ha sikret seg at tilførslene fra eksterne kilder er på et minimum.

Tabell 6. Vannkjemiske variable i Jarenvatnet og Elgsjøen.

Innsjø	Dato	Dyp	TotP µg/l	PO ₄ -P µg/l	TotN µg/l	Ca mg/l	Farge -	Klf-a µg/l	Turb FNU	Sikt. m	Lab.
Jarenvatn	29.06.2011	0.2	*		3000	87.5	20			4.7	VestfoldLAB
Jarenvatn	13.07.2011	0.2	*		2700			13			VestfoldLAB
Jarenvatn	20.09.2011	0.2	31		3500	64.86	23	1.8	4.4		VestfoldLAB
Jarenvatn	28.09.2011	1	29	17							NIVA
Jarenvatn	28.09.2011	8	23	7							NIVA
Jarenvatn	28.09.2011	14	16	5							NIVA
Jarenvatn	28.09.2011	34	16	5							NIVA
Jarenvatn	16.11.2011	0.2	7		3520						NIVA
Elgsjøen	30.06.2011	0.2	*		1900	55.2	17			3.9	VestfoldLAB
Elgsjøen	13.07.2011	0.2	*		1700			6.5			VestfoldLAB
Elgsjøen	21.09.2011	0.2	22		2800	49.59	27	2.7	1.2		VestfoldLAB
Elgsjøen	28.09.2011	1	20	6							NIVA
Elgsjøen	28.09.2011	6	19	4							NIVA
Elgsjøen	28.09.2011	10	7	2							NIVA
Elgsjøen	28.09.2011	19	18	5							NIVA
Elgsjøen	16.11.2011	0.2	7		2390						NIVA

6. Litteratur

- Brandrud, T.E. og Bendiksen, E. 2005. Naturtypekartlegging i Lunner kommune. Rapportdel II Faktaark med lokalitetsbeskrivelser og verdivurdering.
- Brandrud, T.E. og Bendiksen, E. upubl. Naturtypekartlegging i Jevnaker kommune. Rapportdel II Faktaark med lokalitetsbeskrivelser og verdivurdering.
- Brandrud, T.E. og Mjelde, M. 1999. Vasspest (*Elodea canadensis*). Effekter på biologisk mangfold. Spredningsmønstre og tiltak. NIVA-rapport Inr. 4075-99.
- Direktoratsgruppa vanddirektivet 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- DN 2011. Handlingsplan for kalksjøer. Direktoratet for Naturforvaltning.
- Faafeng, B. & Skulberg, O. 1993. Innledende undersøkelse av Kalvsjøtjernet i Lunner, 1992. NIVA-rapport 2946.
- Faafeng, B., Brabrand, Å., Gulbrandsen, T., Lind, O., Løvik, J.E., Løvstad, Ø., Rørletset, B. 1982. Jarevatnet. NIVA-rapport 1411.
- Gaarder, G. & Larsen, B. H. 2007. Naturverdier i nasjonalt verdifulle kulturlandskap. Tingelstadhøgda og Røykenvika i Gran kommune, Oppland. Revidert rapport etter ny avgrensning og ny rødliste. Miljøfaglig Utredning Rapport 2007-30: 1-55
- Hellsten, S., Tierney, D., Mjelde, M., Ecke, F., Willby, N., Phillips G. 2011. Milestone 6 Report – Lake GIGs. Macrophytes. EUROPEAN COMMISSION. DIRECTORATE GENERAL JRC. JOINT RESEARCH CENTRE. Institute of Environment and Sustainability
- Kolada, A., Hellsten, S., Søndergaard, M., Mjelde, M., Dudley, B., van Geest, G., Goldsmith, B., Davidson, T., Bennion, H., Nöges, P., Bertrin, V. 2011. Report on the most suitable lake macrophytes based assessment methods for impacts of eutrophication and water level fluctuations. Water bodies in Europe: Integrative Systems to assess Ecological status and Recovery (WISER): Deliverable D3.2.3. (www.wiser.eu)
- Langangen, A. 1971. Verneverdige Chara-sjøer i Sør-Norge. Blyttia 29: 119-131.
- Langangen, A. 1992. Holetjern, kransalgene som ble borte. Blyttia 50: 53-57.
- Langangen, A. 1991. Nyborgtjern på Hadeland, en kransalgesjø som bør vernes. Blyttia 49: 1-15.
- Langangen, A. 2003. Kalksjøer med kransalgevegetasjon i Norge. I. Generell innledning samt beskrivelse av sjøer i Østfold, Oslo, Akershus, Hedmark og oppland. Blyttia 61(4): 190-198.
- Langangen, A. 2007a. Kransalger og deres forekomst i Norge. Saeculum Forlag, Oslo.
- Langangen 2007b. Norske kransalgelokaliteter pr. 1.2.2007. (<http://home.chello.no/~alangan/kransalgeste04.htm>)

- Langangen, A. 2008. Innsjøene på Hadeland. En vurdering av deres nåværende tilstand med spesiell vekt på forekomsten av kransalger. Del 1. Innledning og innsjøene i Gran kommune. Blyttia 66(2): 104-120.
- Lid, J. & Lid, D.T. 2005. Norsk flora. Det Norske Samlaget. 6. utg. ved Reidar Elven.
- Lydersen, E. m.fl. 2000. Limnologiske undersøkelser i Breisjøen og Store Gryta 1998/1999. Bakgrunnsrapport Thermosprosjektet. NIVA-rapport lnr. 4307.
- Lye, K.A. 1971. Spreiinga av *Elodea canadensis* i Noreg. Blyttia 29 (1): 19-24.
- Middelboe, A.L. & Markager, S. 1997. Depth limits and minimum light requirements of freshwater macrophytes. *Freshwater Biology* 37: 553-568.
- 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. 2008a. Kransalgesjøer på Hadeland 2007. Vurdering av økologisk status for 11 innsjøer og tjern. NIVA Rapport 5603-2008.
- Mjelde, M., Bækken, T. 2009. Problemkartlegging og overvåking av kransalgesjøer i vannområde Hadeland. NIVA-rapport lnr. OR-5727.
- Mjelde, M., Lombardo, P., Johansen, S.W., Berge, D. 2012. Mass invasion of nonnative *Elodea canadensis* Michx. in a large, clear-water, species-rich Norwegian lake - Impact on macrophyte biodiversity *Annales de Limnologie - Int. J. Limnology*.
- Mjelde, M. & Lombardo, P. Maximum Colonization Depth (C_{max}) - a Predictor of Macrophyte Ecological State in Norwegian Lakes. (in prep)
- Rørslett, B. 1977. Vasspest (*Elodea canadensis*) på Østlandet fram til 1976. Blyttia 35: 61-66.
- Rørslett, B., Berge, D. 1986. Vasspest (*Elodea canadensis*) i 1980-åra. Blyttia 44: 119-125.
- Rørslett, B. 2002. Miljøfaglige undersøkelser i Øyeren 1994-2000. Fagrapport: Vannbotanikk. NIVA-rapport lnr. 4516.
- Solstad, H., Elven, R., Alm, T., Alsos, I.G., Bratli, H., Fremstad, E., Mjelde, M., Moe, B., Pedersen, O. 2010. Karplanter. Pteriophyta, Pinophyta, Magnoliophyta. I: Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S. og Skjeseth, S. (red) 2010. Norsk Rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.
- Walseng, B., Brandrud, T.E., Gausmel, G., Lierhagen, S. Tufto, A. 2002. Krepssdyr i 12 kransalgesjøer på Hadeland (Lunner og Gran kommuner, Oppland fylke) langs en trofi-gradient. NINA-fagrapport 057.

Vedlegg A. Status for undersøkelse av kransalgjesjøer på Hadeland

I årene 2007 og 2008, samt 2011 (foreliggende rapport) er økologisk tilstand for vannvegetasjonen i 30 av kalksjøene på Hadeland undersøkt. Av disse er 15 i meget god eller god økologisk status. Status for ytterligere 5 kalksjøer rapporteres pr 1. mars 2012 (2011b).

Undersøkelses- år	Kommune	Type	Innsjø	Verne-vurd	Økologisk status (Tic)	Forekomst av vasspest	Oppfølgende us foretatt
2008	Lunner	K	Bråtåjern (=Vienbråtåjern)	A	M		
2007	Jevnaker	K	Vestre Galtedalstjern	A*	M		
2011a	Lunner	K	Høltjern	B	G		
2011b	Lunner	K	Kalven	A			
2007	Lunner	K	Korsrudtjern	A	G		
2007	Jevnaker	K	Kårstادتjern	A	M	X	
2011b	Lunner	K	Nedre Småtjern	A			X
2007	Lunner	K	Nyborgtjern	A*	SG		
2007	Gran	K	Oksetjern	A	G		
2011a	Lunner	K	Omdalsvatn	B	G		
2008	Lunner	K	Orentjern	A	M		
2007	Gran	K	Rokotjern	A*	G		X
2007	Gran	K	Skirstadtjern	A?	G		
2008	Jevnaker	K	Stortjern	A	M	X	
2008	Jevnaker	K	Vesletjern	A	M	X	
2011b	Lunner	K	Svea	B			
2007	Lunner	K	Vassjøtjern	A*	G		X
2008	Jevnaker	K	Velotjern	?	G		
2011b	Lunner	K	Øvre Småtjern	A			
2007	Lunner	K	Øyskogtjern	A*	G		
2011a	Lunner	K	Karustjern (=Karussputten ?)	A	G		
2011a	Lunner	KU	Elsjø (=Elgsjø)	B	M		X
2007	Gran	KU	Grunningen (V Staksrudtj)	A	D	X	X
2011a	Gran	KU	Jarenvatn	A	M	X	X
2011a	Lunner	KU	Kalvsjøtjern	A	M	X	
2011a	Gran	KU	Bergstjern	A	D	X	
2011a	Jevnaker	KU	Hallomtjern	B	D		
2011a	Jevnaker	KU	Holteputten	B	D		

Vedlegg A. forts

Undersøkt år og videre prior.	Kommune	Type	Innsjø	Verne-vurd	Økologisk status (Tic)	Forekomst av vasspest	Oppfølgende us foretatt
2008	Gran	AK	Glordtjern		SG		
2008	Lunner	AK	Høybytjern		G		
2008	Lunner	AK	Korsbakkjern (Korsrudputten)		G		
2011a	Gran	AK	Lønntjern		G		
2008	Gran	AK	Vientjern (=Østtjernet)		D		
	Lunner	(a)	Galtetalsputten				
	Gran	(a)	Espen				
	Lunner	(a)	Gammehaugen				
	Gran	(a)	Hildebrenna				
	Gran	(a)	Hundenga				
	Lunner	(a)	Krugerudtjern				
2007	Gran	(a)	Langtjern		M	X	X
	Jevnaker	(a)	Marktjern (v.Galtetstj)	B			
	Gran	(a)	Falantjern				
	Gran	(a)	Søndre Falantjern				
	Lunner	(a)	Vesletjern				
2011b	Lunner	(a)	Øvre Kalstjern				

Tabellforklaringer:

Undersøkesår: 2007 (Mjelde 2008a), 2008 (Mjelde m.fl. 2009.), 2011a (foreliggende undersøkelse), 2011b (Mjelde, rapporteres 1.mars 2012)

Type: K=kalksjø, KU=kulturlandskapsjø, AK=annen kransealgesjø, (a) andre (mindre viktige?) innsjøer.

Verneverdivurderinger: hentet fra Brandrud og Bendiksen (2005) og Gaarder og Larsen (2007) (B =viktig, A =svært viktig, A* =svært viktig, nasjonal verdi).

Økologisk status: i forhold til trofi-indeks Tic (jfr. www.vannportalen.no)

Forekomst av vasspest: X=tilstede

Oppfølgende undersøkelser foretatt: x= foretatt av Mjelde 2008a, Mjelde m.fl. 2009, samt i foreliggende undersøkelse.

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