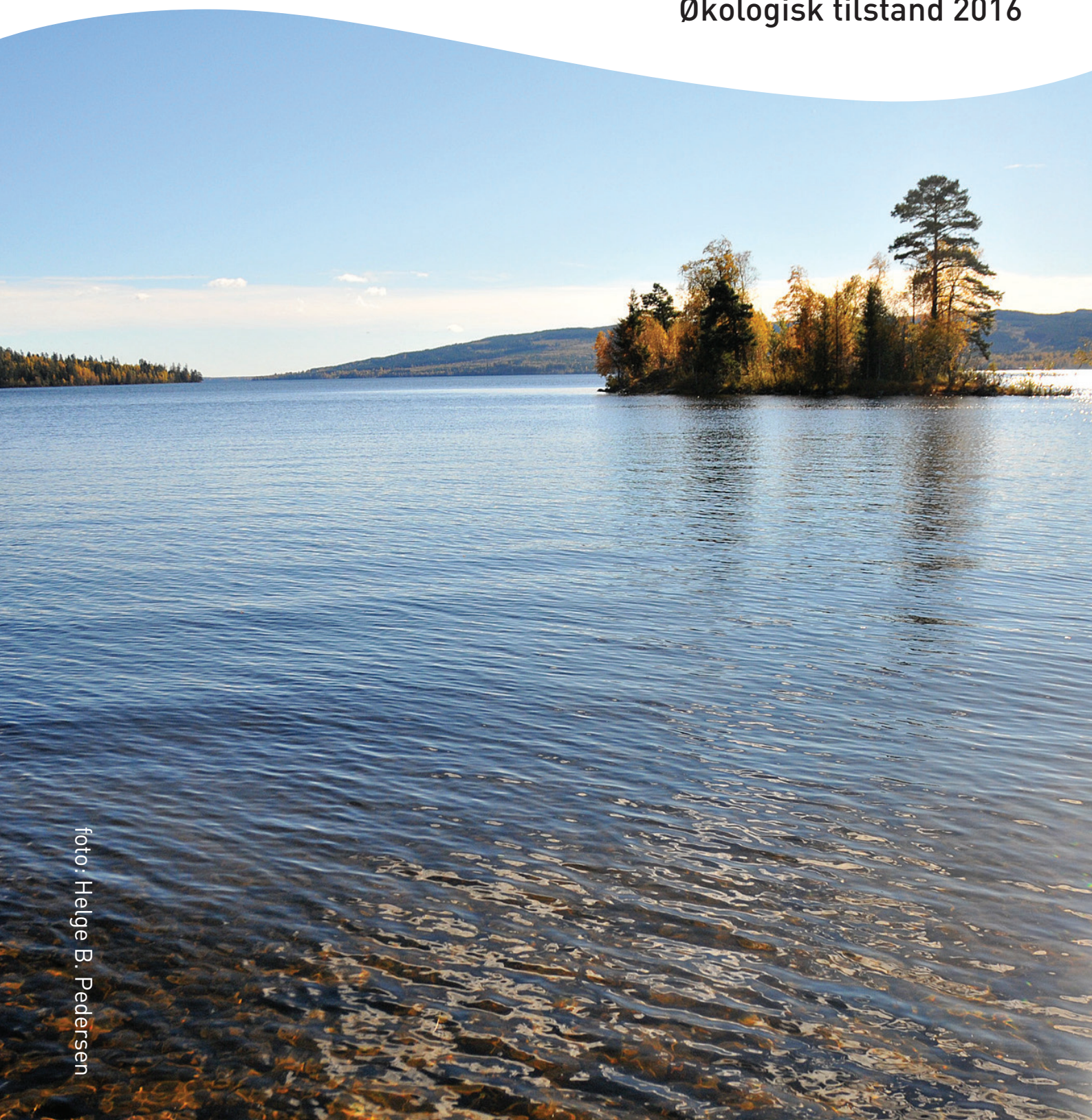


Vannvegetasjon i Hurdalssjøen

Økologisk tilstand 2016



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 Vannvegetasjon i Hurdalssjøen Økologisk tilstand 2016	Løpenr. (for bestilling) 7171-2017	Dato 1.6.2017
	Prosjektnr. Undernr. 16217	Sider Pris 19
Forfatter(e) Marit Mjelde	Fagområde Ferskvann	Distribusjon åpen
	Geografisk område Akershus	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Vannområdet Hurdalsvassdraget/Vorma	Oppdragsreferanse Helge B. Pedersen
---	--

<p>Sammendrag</p> <p>Hurdalssjøen er regulert til vannkraftsformål. Reguleringshøyden er 3,6 m og utgjør den viktigste påvirkningen av vannforekomsten. Formålet med foreliggende prosjekt har vært å kartlegge vannvegetasjonen i Hurdalssjøen, og vurdere økologisk tilstand for vannvegetasjonen i forhold til regulering og eutrofiering. Totalt er det registrert 20 arter i vannvegetasjonen i Hurdalssjøen. Kortskuddsartene dominerte og danner bestander på de fleste lokalitetene. Økologisk tilstand for vannvegetasjon i Hurdalssjøen er vurdert som god både i forhold til eutrofiering og vannstandsregulering.</p>

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Vannvegetasjon Økologisk tilstand Trofiindeks Vannstandsindeks 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Aquatic macrophytes Ecological status Trophic index Water level index
--	---



Marit Mjelde
Prosjektleder



Markus Lindholm
Forskningsleder

Vannvegetasjon i Hurdalssjøen

Økologisk tilstand 2016

Forord

Norsk institutt for vannforskning har på oppdrag fra Vannområdet Hurdalsvassdraget/Vorma foretatt undersøkelse av vannvegetasjonen i Hurdalssjøen.

Det botaniske feltarbeidet er utført av Marit Mjelde, Therese Fosholt Moe og Hanne Edvardsen, med god hjelp av Christian Juel (Hurdalssjøen Fiskeadministrasjon) og Emil Olsen.

De vannkjemiske analysene er foretatt ved NIVAs kjemilaboratorium.

Rapporten er skrevet av Marit Mjelde, som også har vært NIVAs prosjektleder. Markus Lindholm har kvalitetssikret rapporten.

Helge B. Pedersen har vært oppdragsgivers kontaktperson.

Prosjektet er finansiert med midler fra Glommens og Laagens Brukseierforening, Fylkesmannen i Oslo og Akershus, Vannregionmyndigheten for Glomma, Akershus fylkeskommune og blant annet kommunene Hurdal, Eidsvoll og Nannestad gjennom Vannområdet Hurdalsvassdraget/Vorma.

Takk til alle for godt samarbeid.

Oslo, 1. juni 2017

Marit Mjelde

Innhold

Sammendrag	7
Summary	7
1. Innledning	8
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Formål	8
1.3 Tidligere undersøkelser	8
2. Materiale og metoder	9
2.1 Lokalitetsbeskrivelse	9
2.1.1 Generelt	9
2.1.2 Klima	9
2.1.3 Undersøkte lokaliteter 2016	10
2.2 Metoder	10
2.2.1 Vannstand	10
2.2.2 Enkel vannkjemisk prøvetaking og analyser	10
2.2.3 Vannvegetasjon	11
3. Resultater og diskusjon	12
3.1 Vannstandsvariasjoner	12
3.2 Vannkjemiske forhold	13
3.3 Vannvegetasjon	14
3.3.1 Artssammensetning og utbredelse	14
3.3.2 Sammenlikning med andre store innsjøer	15
3.3.3 Økologisk tilstand	15
3.3.4 Bestandsgrenser for <i>Isoetes lacustris</i>	16
3.3.5 Tidsendringer	17
4. Litteratur	19

Sammendrag

Hurdalssjøen er regulert til kraftformål, og har en reguleringshøyde på 3,6 m. Reguleringen utgjør den viktigste påvirkningen av vannforekomsten. Ut fra dagens kunnskapsgrunnlag er det imidlertid ikke mulig å avgjøre hvilke økologiske effekter reguleringen har, og det er derfor ikke mulig å fastsette rett økologisk tilstandsklasse for Hurdalssjøen. Formålet med foreliggende prosjekt har vært å kartlegge vannvegetasjonen i Hurdalssjøen, og vurdere økologisk tilstand for vannvegetasjonen i forhold til regulering og eutrofiering.

Totalt er det registrert 20 arter i vannvegetasjonen i Hurdalssjøen. Dette er som forventet i forhold til innsjøareal og kalsiuminnhold. Kortsukksartene; først og fremst stivt brasmegras, botngras og evjesoleie, dominerte og dannet bestander på de fleste lokalitetene. Langsukksartene og flytebladsartene hadde mer sparsom utbredelse.

Økologisk tilstand for vannvegetasjon i Hurdalssjøen er vurdert som god både i forhold til eutrofiering (basert på trofi-indeksen TIc) og i forhold til vannstandsregulering (basert på vannstandsindeksen WIC). Selv om antall arter er som forventet i Hurdalssjøen kan nok mengde av enkelte langsukksarter være noe påvirket av reguleringen. De to flytebladsplantene hvit nøkkerose og gul nøkkerose finnes stort sett bare i områder hvor det sannsynligvis står vann også når innsjøen er nedtappet.

Stivt brasmegras dannet bestander på de fleste undersøkte lokalitetene i Hurdalssjøen, med midlere nedre dybdegrense på 4,2 m. Øvre og nedre dybdegrenser for bestandene bestemmes av hhv. vannstandsvariasjon over året og lysforholdene i innsjøen. Forholdene i Hurdalssjøen stemmer godt overens med analyser av andre store innsjøer.

Forrige undersøkelse av vannvegetasjonen i Hurdalssjøen ble foretatt i 1927. Vannvegetasjonen er lite endret siden den gang. De samme artene dominerte og den økologiske tilstanden var god. Nedre grense for bestandene av stivt brasmegras var tilsvarende som i 2016.

Summary

Title: Aquatic macrophytes in Lake Hurdalssjøen. Ecological status 2016

Year: 2017

Author: Marit Mjelde

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6906-2

Lake Hurdalssjøen is regulated for hydro-electric power (HEP). The water level regulation is the main pressure in the lake. The aim of the survey was to describe the aquatic macrophyte community in the lake, and to assess the ecological status of this quality element.

The aquatic macrophytes in Hurdalssjøen are dominated by isoetids, especially *Isoetes lacustris*, which make stands down to 4,2 m depth. The ecological status of aquatic macrophytes in Hurdalssjøen is good, both according to eutrophication and water level regulation.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Hurdalssjøen er regulert til vannkraftsformål. Reguleringshøyden er 3,6 m og utgjør den viktigste påvirkningen av vannforekomsten. Ut fra dagens kunnskapsgrunnlag er det ikke mulig å avgjøre hvilke økologiske effekter reguleringen har, og det er derfor ikke mulig å fastsette rett økologisk tilstandsklasse for Hurdalssjøen.

Vannområdeutvalget i Hurdalvassdraget/Vorma ønsker en bred klassifisering av Hurdalssjøen etter vannforskriftens klassifiseringssystem og prinsipper for øvrig. Undersøkelse av vannplanter er et viktig ledd her og skal inngå som del av grunnlaget for en senere samlet klassifisering.

1.2 Formål

Formålet med foreliggende prosjekt er å kartlegge vannvegetasjonen i Hurdalssjøen, og vurdere økologisk tilstand for vegetasjonen i forhold til regulering og eutrofiering.

1.3 Tidligere undersøkelser

Vannvegetasjonen i Hurdalssjøen ble undersøkt av Trygve Braarud i 1927 (Braarud 1928). Så vidt vi vet er det ikke foretatt noen fullstendig undersøkelse av vannvegetasjonen i innsjøen etter det. Enkelte registreringer i forbindelse med naturtypekartlegginger finnes dog (f.eks. Larsen m.fl. 2004). Dessuten nevner Rørslett (1998) enkeltarter.

2. Materiale og metoder

2.1 Lokaltetsbeskrivelse

2.1.1 Generelt

Hurdalssjøen ligger like nord for Gardemoen i Eidsvoll, Nannestad og Hurdal kommuner i Akershus fylke (tabell 1). Innsjøen er forholdsvis stor, 33 km², og er fra gammelt av regulert til kraftformål. Dagens reguleringshøyde er på ca. 3,6 m. Foruten enkelte mindre langgrunne områder har vestre og østre side av Hurdalssjøen brådype strender, mens nordre og søndre deler er svært langgrunne. Store deler av disse grunntområdene tørlegges når innsjøen tappes ned på vinteren. Berggrunnen i området er dominert av gneis og granitt, som gir kalkfattige vannmasser i Hurdalssjøen.

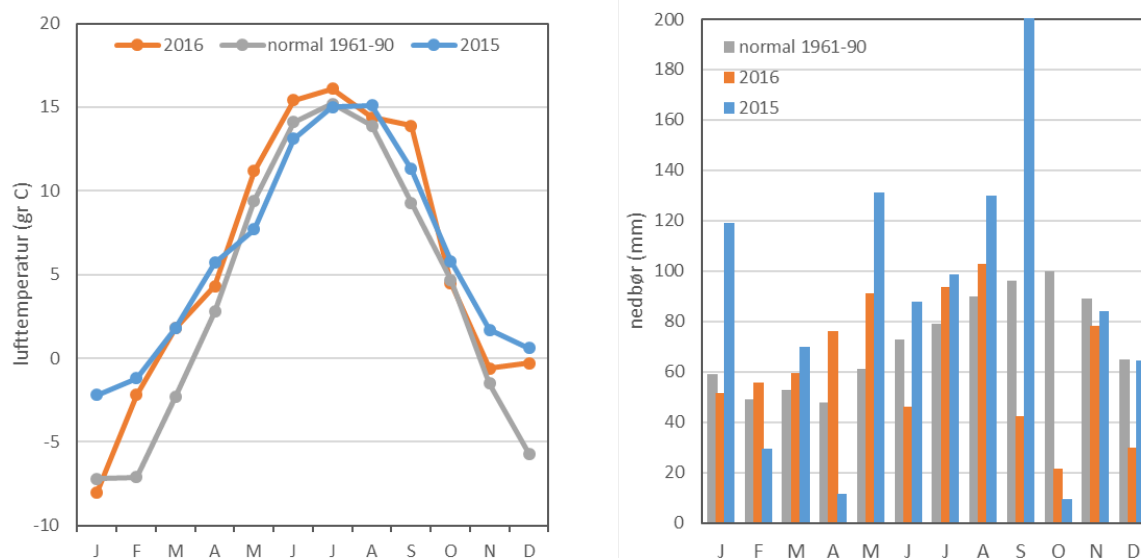
De største tilløpselvene, Hurdalselva og Gjødinglelva, kommer inn i innsjøen i nord og nordvest, mens utløpselva, Andelva, renner ut i sør. Alle tilløpselvene til Hurdalssjøen er vernet i Verneplan III for vassdrag. Hurdalselvas delta i nordenden av Hurdalssjøen er vernet som naturreservat.

Tabell 1. Karakteristiske data for Hurdalssjøen.

Innsjø	Fylke	Kommune	NVE-nr.	Høyde over havet (m)	Innsjøareal (km ²)	Reguleringshøyde (m)
Hurdalssjøen	AK	Eidsvoll, Nannestad, Hurdal	141	176	33,1	3,6

2.1.2 Klima

Data for nedbør og lufttemperatur for 2016 og for normalperioden 1961-90 (figur 1) er hentet fra Meteorologisk institutt. Stasjon Gardemoen (stasjon nr. 4780) antas å representere klimaforholdene for Hurdalssjøen. Midlere lufttemperatur for 2015 og 2016 lå omtrent på normalen i sommersesongen, mens den i enkelte vintermånedene var ca. 4-5 grader høyere enn normalt. Våren 2016 hadde jevnt over noe høyere nedbørmengder enn normalen, mens høstmånedene i 2016 var svært nedbørfattige. 2015 hadde i perioder mye nedbør både i vinter- og sommersesongen.



Figur 1. Midlere månedstemperatur og månedsnedbør for 2016 og normalen 1961-90, for stasjon Gardemoen (st.nr.4780). Data fra meteorologisk institutt.

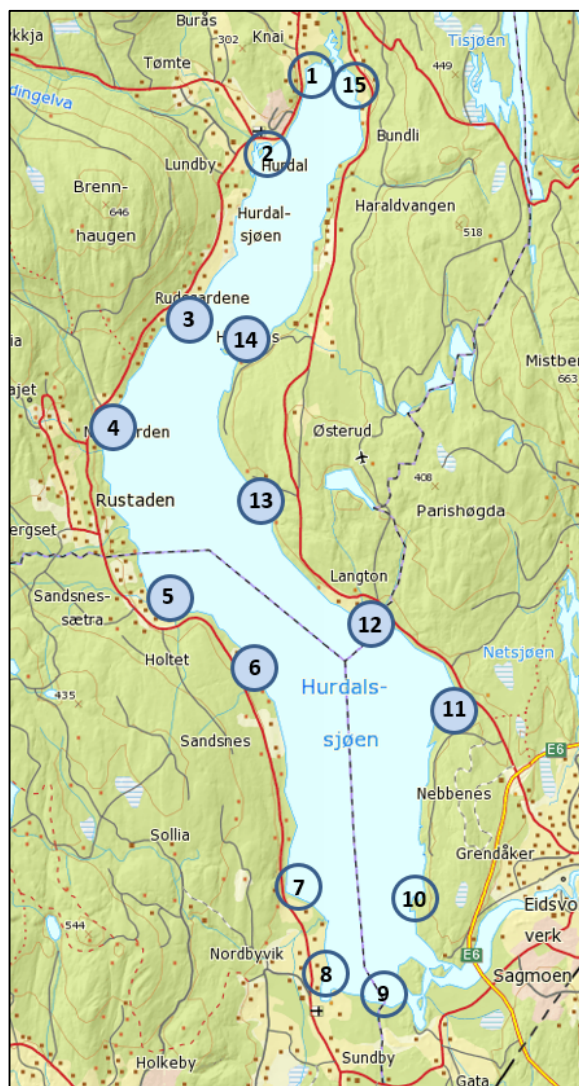
2.1.3 Undersøkte lokaliteter 2016

Vannvegetasjonen ble undersøkt på totalt 15 lokaliteter i Hurdalssjøen i 2016 (tabell 2 og figur 2). Lokalitetene inkluderte både langgrunne, beskyttede områder og mer erosjonsutsatte strender. Det ble også foretatt registreringer i Lima (lok. 8) og ved Prestegårdsmyrene (lok. 2), hvor det sannsynligvis står vann også under lavvannsperioden på våren. Også indre deler av lok 1 (vest for Hurdalselvas delta) antas å ha et vannspeil når Hurdalssjøen er nedtappet.

Standard undersøkelse av vannvegetasjonen ble foretatt på alle 15 lokalitetene, mens fylte sirkler viser de 8 lokalitetene hvor det i tillegg er foretatt registrering av vegetasjonens nedre dybdegrense (figur 1).

Tabell 2. Undersøkte lokaliteter i Hurdalssjøen 2016.

Lok.	Lokalitetsnavn	koordinater	
		lengde	bredde
1	Vest for Hurdalselvas delta	11,0686	60,4201
2	Prestegårdsmyrene	11,0565	60,4072
3	Rud	11,0395	60,3840
4	Nordgarden	11,0130	60,3636
5	Holtodden	11,0353	60,3376
6	Andengvika	11,0649	60,3268
7	Tangenvika	11,0788	60,2951
8	Lima	11,0902	60,2804
9	Skurvøya	11,1097	60,2795
10	Nordre Kvernsvika	11,1166	60,2965
11	Rødsvika	11,1230	60,3245
12	Langtonsand	11,0982	60,3367
13	Bogvika	11,0610	60,3542
14	Haugnesvika	11,0551	60,3790
15	Bundli	11,0808	60,4194



Figur 2. Lokaliteter for undersøkelse av vannplanter i Hurdalssjøen 2016. Bakgrunnskart fra norgeskart.no.

Det er viktig å poengtere at undersøkelser i kroksjøer og flomdammer i deltaområdet i nord ikke er en del av denne undersøkelsen.

2.2 Metoder

2.2.1 Vannstand

Daglige vannstandsdata for perioden 2006-2015 er innhentet fra Glommen- og Laagens brukseierforening (GLB), som er ansvarlig for reguleringen av Hurdalssjøen.

2.2.2 Enkel vannkjemisk prøvetaking og analyser

I forbindelse med den vannbotaniske kartleggingen ble det samlet inn en vannprøve (22.7.16) fra ett punkt sentralt i innsjøen. Prøvene ble tatt fra 0-10 m dyp. Samtidig ble siktedyp målt. Vannprøvene ble analysert på total fosfor (Tot-P), total nitrogen (Tot-N), kalsium og farge ved NIVAs laboratorium. Én enkelt vannprøve tatt på seinsommeren gir kun en indikasjon på vannkvaliteten i innsjøen.

2.2.3 Vannvegetasjon

Makrovegetasjon er høyere planter som har sitt normale habitat i vann. De deles ofte inn i helofytter (s.k. sivvegetasjon) og «ekte» vannplanter. Helofyttene er semi-akvatiske planter med hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflaten det meste av tiden og et velutviklet rotsystem. Vannplantene er planter som vokser helt neddykket eller har blader flytende på vannoverflaten. Disse kan deles inn i 4 livsformgrupper: *isoetider* (kortsukksplanter), *elodeider* (langskuddsplanter), *nymphaeider* (flytebladsplanter) og *lemnider* (frittflytende planter). I tillegg inkluderes de største algene, kransalgene. I denne undersøkelsen er hovedvekten lagt på vannplanter. Det er bare disse som inkluderes i vurdering av økologisk tilstand iht. vannforskriften.

Standard registrering av vannplantene ble foretatt på 15 lokaliteter i Hurdalssjøen 21-22. juli 2016. Lokalitetene (se tabell 2) er plassert slik at ulike deler av innsjøen og ulike habitater (bl.a. i forhold til erosjonsforhold, substrat og dybdeforhold) blir representert, jfr. forslag for metodikk for store innsjøer (Mjelde & Edvardsen 2015). Registreringene ble foretatt ved hjelp av vannkikkert og kasterive fra båt (jfr. Direktoratgruppen 2015). På hver lokalitet ble det foretatt en kvantifisering av artene i henhold til en semi-kvantitativ skala, hvor 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende. Navnsettingen for karplantene følger Lid og Lid (2005), mens kransalgene er navngitt etter Langangen (2007).

Vannvegetasjonen i de dypere deler av littoralsona, inkludert registrering av nedre dybdegrens for vegetasjonen, ble kartlagt på 8 av stasjonene. Denne undersøkelsen har hovedfokus på registrering av *Isoetes lacustris*, og utvelgelsen av disse stasjonene er ikke ment å dekke ulike deler av innsjøen. Kartleggingen ble foretatt i dybdesona ca. 1-10 m ved hjelp av undervannsvideokamera, med inkludert opptaker og dybde-måler. Dybdemålingene ble gjort både ved hjelp av videokameraet og ekkolodd i båten. Alle dybdeangivelser er korrigert til medianvannstand for siste 10-års periode. Antall stasjoner og feltmetodikk for de dypere deler av littoralsona er i henhold til forslag for metodikk for store innsjøer (Mjelde & Edvardsen 2015).

Økologisk tilstand

Vurdering av økologisk tilstand i forhold til eutrofiering er basert på trofiindeks (TIC) for vannplanter, mens vurdering i forhold til regulering er basert på vannstandsindeks (WIC) for vannplanter, jfr. Klassifiseringsveilederen (Direktoratgruppen 2015).

Begge indeksene er basert på forholdet mellom antall sensitive og antall tolerante arter; det er utarbeidet egne lister for henholdsvis eutrofiering og vannstandsendringer. For hver av indeksene er det beregnet én verdi for hele innsjøen.

For økologisk tilstand i forhold til eutrofiering gjelder følgende grenselinjer for TIC for innsjøtype 101: svært god/god=75, god/moderat=55, moderat/dårlig=40 og dårlig/svært dårlig=15.

For økologisk tilstand i forhold til regulering gjelder følgende grenselinjer for WIC (alle innsjøtyper): svært god/god=10, god/moderat=-20. Øvrige grenselinjer er ikke utviklet (jfr. Mjelde et al. 2013). Vannstandsindeksen WIC er utarbeidet for reguleringsmagasiner, basert på ca. 70 nordiske innsjøer, hvorav 35 norske. Datamaterialet er lite og klassegrensene må anses som svært foreløpige (jfr. Direktoratgruppen 2015). Arbeid med videre utvikling av WIC-indeksen vil bli foretatt i løpet av 2017.

3. Resultater og diskusjon

3.1 Vannstandsvariasjoner

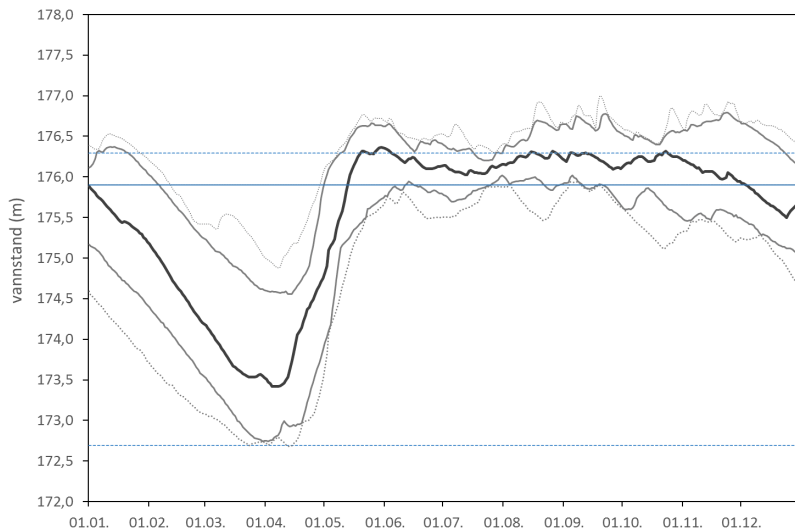
Hurdalssjøen har vært regulert lenge. Dagens regulering ble formalisert i 1905 og hensikten med reguleringen er kraftforsyning. Reguleringshøyden er på 3,6 m, med LRV og HRV på hhv. 172,69 og 176,29.

Vannstandsvariasjonene i Hurdalssjøen er typisk for reguleringsmagasiner, med lavest vannstand på våren, oppfylling utover forsommeren og jevnt høy vannstand på sommer og høst (figur 3).

Total variasjon i vannstand for perioden 2006-2015 var på 4,3 m, mens midlere vintervedtapping (forskjellen mellom laveste vannstand i april-mai og høyeste i november, jfr. Mjelde et al. (2013) er beregnet til 2,8 m. Medianvannstand er beregnet til 175,9 for perioden 2006-2015 (tabell 3). Alle dybderegistreringer i 2016 er korrigert til denne vannstanden.

Vannstanden varierer mye fra år til år (figur 4), særlig laveste vannstand på vinteren, som i perioden har variert med 2-2,5 m fra år til år. Høyeste vannstand på sommeren har vært mer stabil, og er ofte noe høyere enn HRV.

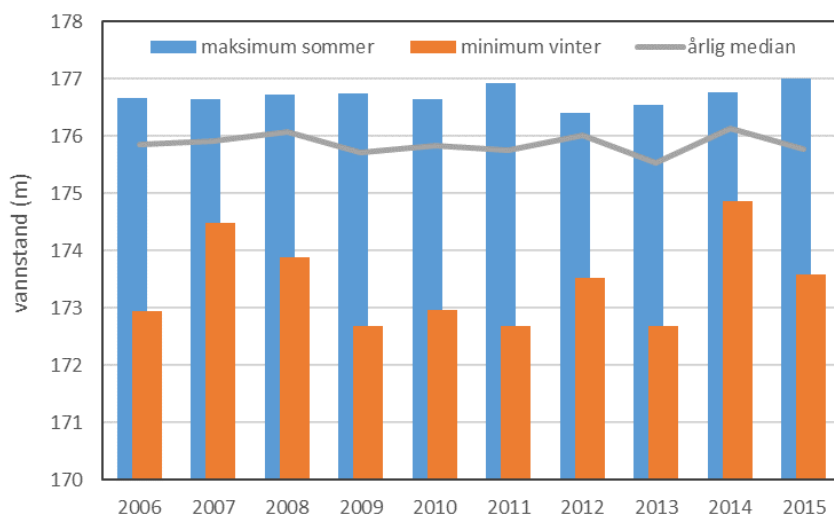
Variasjonene i vintervannstand gir forholdsvis store forskjeller i hvor store områder som tørlegges på våren. Noen år er vannstanden på våren rundt 3 m lavere enn medianvannstand, mens den andre år er bare 1 m lavere. Dette vil ha betydning for vannvegetasjonen i strandsona, særlig de ettårige pusleplantene. Variasjoner i vannstanden på våren vil sannsynligvis virke inn på forekomsten den etterfølgende sommeren.



Figur 3. Vannstandsvariasjoner i Hurdalssjøen 2006-2015, vist ved medianvannstand (svart kurve), 10- og 90-persentiler (gråe kurver), samt maksimum- og minimum-verdier (stiplete kurver) for 2000-2015. LRV (172,69), HRV (176,29) og årsmedian siste 10 år (175,9) er vist ved blåe linjer.

Tabell 3. Reguleringshøyde, samt karakteristiske vannstander for perioden 2006-2015.

Innsjø	Regulerings- høyde	medianer			vinter- nedtapping	kotehøyder		total variasjon
		året	vinter	sommer		laveste	høyeste	
Hurdalssjøen	3,6	175,87	175,29	176,16	2,8	172,68	177,0	4,3



Figur 4. Totale variasjoner i årlige sommer- og vintervannstander i Hurdalssjøen i perioden 2000-2015.

Også ved vegetasjonsregistreringene på 1920-tallet ble vannstandsendringer gjennom året og fra år til år analysert (Braarud 1928). Total variasjon i vannstanden i perioden 1907-1927 var på 5,75 m, men de årlige vekslingene varierte fra 4,6 m til 1,24 m.

3.2 Vannkjemiske forhold

Vurdering av vannkjemisk tilstand i Hurdalssjøen i 2016 er basert på én enkelt vannprøve tatt på sein-sommeren, og gir kun en indikasjon på vannkvaliteten i innsjøene, men dataene stemmer overens med tidligere målinger av vannkjemiske forhold, jfr. Pedersen m.fl. 1990, og datautdrag fra Vannmiljø fra flere år i perioden 1988-2009.

Hurdalssjøen er en stor og dyp innsjø, og kan karakteriseres som kalkfattig, klar (tabell 4).

Tabell 4. Vannkjemiske data for Hurdalssjøen 2016. Tallene representerer bare én enkelt vannprøve, tatt i juli. Type henviser til innsjøtypene brukt for vannvegetasjon, hvor type 101= kalkfattig, klar (1-4 mg Ca/l og <30 mg Pt/l) (Direktoratsgruppen 2015).

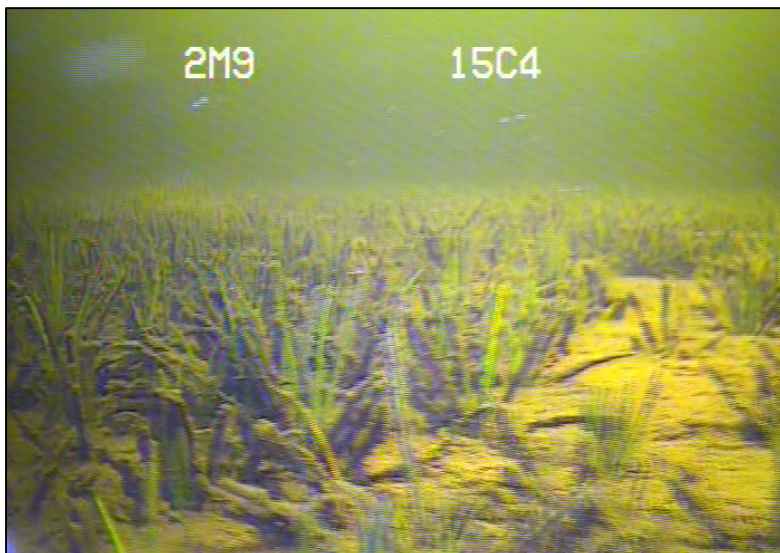
type	innsjø	dato	Kalsium mg/l	Farge mg Pt/l	Tot-P µg P/l	Tot-N µg N/l	Siktedyp m
101	Hurdalssjøen	22.7.2016	2,59	22	6	415	6,1

Tilstand for vannkjemiske forhold skal baseres på flere prøver gjennom sesongen. Dersom nivåene for næringsstoffer er typisk for Hurdalssjøen er innsjøen i god-svært god vannkjemisk tilstand i forhold til total fosfor og siktedyp, og moderat i forhold til total nitrogen, jfr. klassifiseringsveilederen (www.vannportalen.no).

3.3 Vannvegetasjon

3.3.1 Artssammensetning og utbredelse

Totalt er det registrert 20 arter i vannvegetasjonen i Hurdalssjøen (figur 5). Kortsukksartene; først og fremst stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) (figur 5), botnegras (*Lobelia dortmanna*) og evjesoleie (*Ranunculus reptans*), dominerte og dannet bestander på de fleste lokalitetene.



Figur 5. Bestander av stivt brasmegras (*Isoetes lacustris*) i Hurdalssjøen ved Rud (lokalitet 3). Utsnitt fra undervannsvideo.

Langskuddsartene hadde sparsom utbredelse, de viktigste var krypsiv (*Juncus bulbosus*), tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*), og til dels småvasshår (*Callitriche palustris*), som hadde noe større utbredelse på enkeltlokaliteter. De viktigste flytebladsplantene var vasslirekne (*Persicaria amphibia*) og flotgras (*Sparganium angustifolium*). Gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) og hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*) (figur 6) dannet mindre bestander på lokaliteter hvor det sannsynligvis blir stående igjen vann når innsjøen senkes utover vinteren, bl.a. i Lima (lokalitet 8).



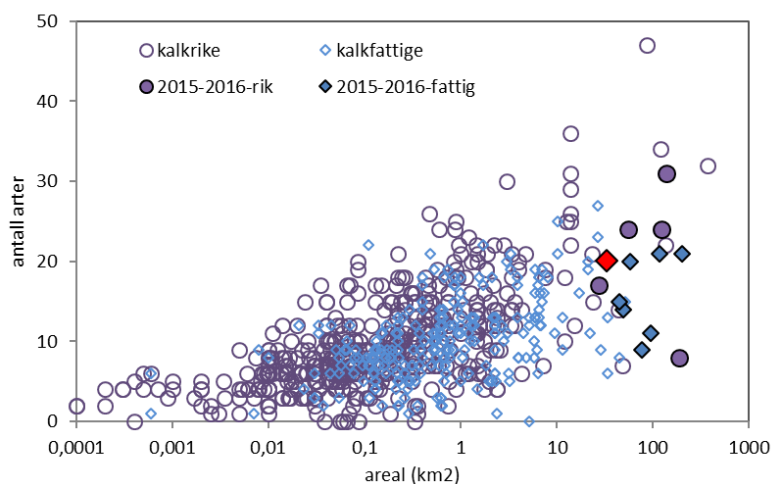
Figur 6. Bestand med hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*) i Lima (lokalitet 8). Foto: M. Mjelde.

Det ble registrert to rødlistearter i Hurdalssjøen; firling (*Crassula aquatica*) og nordlig evjebloom (*Elatine orthosperma*). Disse fantes spredt på grunt vann på lokalitetene 8, 9 og 14.

Vintervannstanden varierer en god del fra år til år, noe som gir forholdsvis store forskjeller i hvor store områder som tørlegges på våren. Dette vil ha betydning for forekomsten av vannvegetasjonen i strandsona, særlig de ettårige pusleplantene, både nevnte rødlistearter, men også de vanlige ettårige artene nålesivaks (*Eleocharis acicularis*), evjesoleie (*Ranunculus reptans*) og sylblad (*Subularia aquatica*).

3.3.2 Sammenlikning med andre store innsjøer

Antall arter i vannvegetasjonen i innsjøer er avhengig av flere faktorer, og innsjøarealet er en av de viktigste faktorene. Store innsjøer med flere ulike habitater gir rom for flere arter med ulike preferanser. Dessuten har moderat kalkrike innsjøer et større artspotensiale enn kalkfattige innsjøer. Sammenhengen mellom innsjøareal og totalt antall arter i henholdsvis kalkfattige (<4 mg Ca/l) og kalkrike (>4 mg Ca/l) innsjøer er vist i figur 7. Innsjøer som er kraftig regulert er også inkludert og de fleste av disse har et klart lavere artsantall enn forventet ut fra nevnte faktorer. Både store innsjøer undersøkt i 2015-2016 og Hurdalssjøen er spesielt markert i figuren. I forhold til innsjøareal og kalkinnhold er artsantallet i Hurdalssjøen som forventet.



Figur 7. Sammenheng mellom totalt antall arter og innsjøareal for hhv. kalkfattige og kalkrike innsjøer. Fylte sirkler og firkanter: store innsjøer undersøkt 2015-2016. Åpne sirkler og firkanter: øvrige data fra NIVAs database. Hurdalssjøen er markert med rødt.

3.3.3 Økologisk tilstand

Økologisk tilstand for vannvegetasjon i Hurdalssjøen er vist i tabell 5. Selv om indeksverdiene både for TIc og WIc ligger på grensa mellom god og svært god, vurderes tilstanden som god både i forhold til eutrofiering og vannstandsregulering (føre var-prinsippet). Se for øvrig kap. 2.2.3 angående begrensninger i WIc-indeksen.

Tabell 5. Økologisk tilstand for vannvegetasjonen i forhold til eutrofiering (TIc) og vannstandsregulering (WIc). Økologisk tilstand: G = god.

innsjø	Eutrofiering		Vannstandsregulering	
	TIc	økologisk tilstand	WIc	økologisk tilstand
Hurdalssjøen, hele	75	G	10	G

God tilstand, på grensa til svært god tilstand, er som forventet både med hensyn på eutrofiering og vannstandsregulering. Generelt sett kan det i en så stor innsjø være noen områder som er noe mer påvirket av eutrofiering enn andre, men alle de undersøkte lokalitetene i Hurdalssjøen hadde god eller svært god tilstand.

Tidligere analyser har vist at vannvegetasjonen er lite påvirket i regulerte innsjøer hvor vinternedtappingen (se kap. 3.1) er mindre enn ca. 3,5 m (bl.a. Mjelde et al. 2013). Det forutsettes at lysforholdene er gode slik at sensitive arter kan vokse nedenfor reguleringssonen.

Selv om antall arter er som forventet i Hurdalssjøen kan nok mengde av enkeltarter være noe påvirket av reguleringen, bl.a. kan man tenke seg at tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*), som er en svært vanlig art i kalkfattige innsjøer, kunne hatt noe større bestander i innsjøen. De to flytebladsplantene hvit nøkkerose (*Nymphaea alba*) og gul nøkkerose (*Nuphar lutea*) finnes stort sett bare i områder hvor det sannsynligvis står vann også når innsjøen er nedtappet og som dermed er mindre preget av reguleringen.

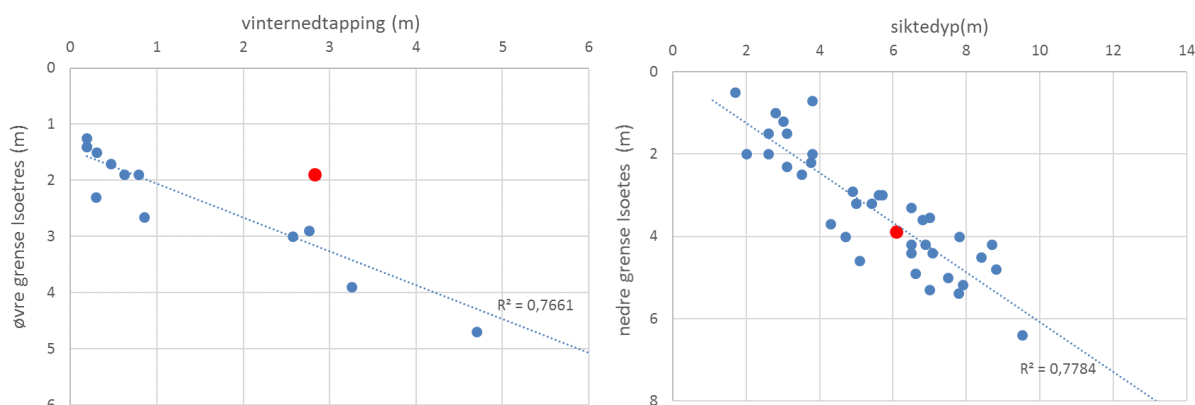
3.3.4 Bestandsgrenser for *Isoetes lacustris*

Kortskuddsarten *Isoetes lacustris* (stivt brasmegras) er en av de vanligste artene i nordiske kalkfattige, oligotrofe innsjøer (Rørslett & Brettum 1989), og danner her ofte nedre dybdegrens for karplantene. Arten er registrert ned til 7-8 m dyp i Norge, og nedre grense bestemmes av lysforholdene (Rørslett & Brettum 1989, Brettum m.fl. 1999). Den er sensitiv for erosjon og tørrelegging og finnes derfor ikke på helt grunt vann. Den finnes heller ikke i reguleringssona i kraftig regulerte innsjøer. På denne bakgrunn er arten vurdert som sensitiv både overfor eutrofiering og vassdragsreguleringer, og benyttes derfor i flere indekser for å vurdere økologisk tilstand (Mjelde 2015, Mjelde et al. 2013).

I Hurdalssjøen dannet *Isoetes lacustris* bestander på 7 av de 8 lokalitetene hvor nedre grense ble undersøkt ved hjelp av undervannsvideokamera. Bestands-grensene varierte noe fra lokalitet til lokalitet, basert på lokale forhold (tabell 6). Midlere øvre dybdegrens for bestandene var 1,9 m, mens nedre dybdegrens var 3,9 m. Det er en klar sammenheng mellom vannstandsvariasjon over året, illustrert ved vinternedtapping (forklaring, se kap. 3.1), og øvre grense for *Isoetes*-bestandene. I Hurdalssjøen går bestandene noe grunnere enn det som er vanlig i andre regulerte innsjøer. Lysforholdene i vannet er den viktigste faktoren for utbredelsen av *Isoetes lacustris* mot dypet, og det er en klar sammenheng mellom siktedyp og nedre grense for bestander av *Isoetes lacustris* i norske innsjøer. Forholdene i Hurdalssjøen stemmer godt overens med tidligere analyser (se figur 8), og liknende vurderinger som tidligere er gjort i Hurdalssjøen (Rørslett (1998).

Tabell 6. Øvre og nedre grenser for tett og spredt bestand av *Isoetes lacustris* i Hurdalssjøen 2016.

Bestandsgrenser	øvre	nedre
Midlere bestandsgrense	1,9	3,9
min	1,3	2,3
maks	2,0	4,4



Figur 8. Sammenhengen mellom øvre grense for bestander av *Isoetes lacustris* og vinternedtapping i norske innsjøer (venstre) og mellom nedre grense for bestander og siktedyp (høyre). Både regulerte innsjøer og naturlige innsjøer er inkludert. Rød sirkel: Hurdalssjøen 2016.

Økende reguleringshøyde vil skyve øvre bestandsgrense nedover mot dypere vann, mens dårligere siktedyp skyver nedre bestandsgrense opp mot grunnere vann. Dette betyr at dersom siktedypet i Hurdalssjøen forverres f.eks. til 3,8-4 m, mens reguleringshøyden beholdes som før, vil man, ut fra sammenhengen i

figur 8, kunne anta at bestandene av *Isoetes lacustris* forsvinner. Tilsvarende vil en økning av vintervedtappingen til f.eks. 4 m føre til bortfall av bestandene.

Selv om reguleringshøyden er 3,6 m er midlere vintervedtapping, dvs. forskjellen mellom laveste vannstand på våren og høyeste vannstand på høsten, de siste 10 år beregnet til 2,8 m. Det er særlig tappingen på våren som enkelte år har vært mindre enn tillatt. Dette er sannsynligvis en viktig årsak til at vannvegetasjonen har god tilstand. Tappingen er også bestemmende for hvor langt opp bestandene av *Isoetes lacustris* kan forekomme, og for å opprettholde de livskraftige bestandene med *Isoetes lacustris* bør tappingen ikke økes nevneverdig. Det er også viktig å holde vannstanden forholdsvis stabil utover sommeren.

3.3.5 Tidsendringer

Vannvegetasjonen i Hurdalssjøen er lite undersøkt. Forrige undersøkelse ble foretatt i 1927 (Braarud 1928) Reguleringshøyden var tilsvarende som i dag, så disse dataene representerer ingen førtilstand.

I 1927 ble det registrert 22 arter i innsjøen. Alle artene, unntatt *Limosella aquatica* og *Hippuris vulgaris*, ble gjenfunnet i 2016. *Limosella aquatica* er en ettårig pusleplante og forekomsten kan variere fra år til år. Den er tolerant overfor vannstandsreguleringer og er sannsynligvis fortsatt i innsjøen. *Hippuris vulgaris* er senere bare registrert på én lokalitet, i sørøstre del av Hurdalssjøen (Artskart; K.M. Olsen 2002). Muligens ble disse registreringene gjort i helofyttvegetasjonen, områder som ikke ble besøkt av oss i 2016. Det er ingen grunn til at denne arten skal ha forsvunnet fra innsjøen. Larsen m.fl. (2004) omtaler forekomst av rødlistearter i enkelte kroksjøer i deltaområdet i nord (Åsand nord, jfr. Naturbase): kransalgen *Nitella muconata* og karplanten *Utricularia australis*. Dette området faller utenfor foreliggende undersøkelse og ble derfor ikke undersøkt i 2016. Det er knyttet noe usikkerhet til et belegg av *Potamogeton friesii* fra Hurdalssjøen 1936 (jfr. Artskart). Arten er knyttet til mer kalkrike og næringsrike vannforekomster og Hurdalssjøen er ikke noen typisk lokalitet for denne arten.

Basert på artsdataene fra 1927 er TIC-indeksen beregnet til 76,2, dvs. svært god tilstand, mens WIC-indeksen er beregnet til 4,8, dvs. god tilstand.

Nedre grense for *Isoetes lacustris*-bestandene ble oppgitt for 2 stasjoner i 1927 (Braarud 1928), mens øvre grense er oppgitt bare for én stasjon. Midlere nedre grense var 4,3 m dyp, mens øvre grense på den ene stasjonen var 2,5 m dyp. Grensene er gitt i forhold til 0-vannstand, dvs. tilnærmet lik medianvannstand den gang. Det ser altså ut til å være lite endring i dybdeutbredelse av bestandene i perioden.

Tabell 5. Vannvegetasjon i Hurdalssjøen 2016. Forekomst: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerer lokaliteten. x=forekommer. Rødlistestatus iht. Henriksen & Hilmo (2015): NT=nær truet. Arter som er vurdert som sensitive eller tolerante i forhold til eutrofiering (T) eller vannstandsregulering (W) er vist til venstre i tabellen.

T	W	Latinske navn	Norske navn	stasjoner															
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
		ISOETIDER																	
s		<i>Crassula aquatica</i> ^{NT}	firling								2							2	
s		<i>Elatine orthosperma</i> ^{NT}	nordlig evjebloom										2						
s	T	<i>Eleocharis acicularis</i>	nålesivaks	3							2	2						2	
s		<i>Isoetes echinospora</i>	mjukt brasmegras	2	2-3	2	1				2	2		4				2-3	
s	S	<i>Isoetes lacustris</i>	stivt brasmegras	1	4	4	2	3	4	3			2	4	4	4		5	
s	S	<i>Lobelia dortmanna</i>	botngras	2	5	4	2	1	2	4	3	4	1	2	1			4	5
s	T	<i>Ranunculus reptans</i>	evjesoleie	4	5	4	2		2	4	4	4			1			4	4
s	T	<i>Subularia aquatica</i>	sylblad	2	4	4				2	2	2	2					4	2
		ELODEIDER																	
s	T	<i>Callitriche palustris</i>	småvasshår			3							2					1	1
s	T	<i>Juncus bulbosus</i>	krypsiv	3-4						2	1			x		5	2	2	
s	S	<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	tusenblad			1		x							x	3		1	
s		<i>Potamogeton gramineus</i>	grastjønnaks													1			
s	S	<i>Ranunculus peltatus</i>	storvasssoleie													1			
s		<i>Utricularia intermedia</i>	gytjeblererot			x										1			
		NYMPHAEIDER																	
s		<i>Nupha lutea</i>	gul nøkkerose	4	4														
s		<i>Nymphaea alba</i> coll.	hvit nøkkerose	2	2	1					4								
T	S	<i>Persicharia amphibia</i>	vasslirekne			3					3	3						3	
s		<i>Potamogeton natans</i>	vanlig tjønnaks		1						2								1
s	T	<i>Sparganium angustifolium</i>	flotgras	2	2	1					3	2							2
		CHARACEER																	
s		<i>Nitella opaca</i>	mattglattkrans							1				x	x				
		Totalt antall arter		10	9	11	4	3	4	8	11	8	2	5	5	6	9	9	

4. Litteratur

Braarud, T. 1928. Den høiere vegetasjon i Hurdalen. Særtrykk av Nyt magasin for Naturvidenskabene B: LXVII.

Brettum, P. Berge, D. Løvik, J.E. Mjelde, M. Saltveit, Svein (LFI) Brabrand, Åge (LFI) Bremnes, Trond (LFI). 1999. Undersøkelse av vannkvalitet og økologiske forhold i Østmarka berørt av lekkasjene til Romeriksporten NIVA-rapport lnr. 4016.

Direktoratsgruppen 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013, revidert 2015.

Henriksen S. og Hilmo O. (red.) 2015. Norsk rødliste for arter 2015. Artsdatabanken, Norge. ISBN: 978-82-92838-41-9.

Langangen, A. 2007. Kransalger og deres forekomst i Norge. Saeculum Forlag, Oslo.

Larsen, B. H., Olsen, K. M., Gaarder, G. & Blindheim, T. 2004. Biologisk mangfold i Hurdal kommune. Miljøfaglig Utredning Rapport 2004-69: 1-37 + vedlegg.

Lid, J. & Lid, D.T. 2005. Norsk flora. Det Norske Samlaget. 6. utg. ved Reidar Elven.

Mjelde, M. 2015. Vannplanter. I: Direktoratets gruppa vanddirektivet 2015. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013. Revidert 2015.

Mjelde, M., Edvardsen H. 2015. Vannvegetasjon i Mjøsa 2014. NIVA-rapport lnr 6866-2015.

Mjelde, M., Hellsten, S., Ecke, F. 2013. Water level drawdown index for aquatic macrophytes in Nordic lakes Hydrobiologia vol 704 (1): 141-151.

Pedersen H. B., Oppegård B. og Wilberg J. H. 1990. Aksjon 88 - forurensingssituasjonen i Akershus. Rapport fra Akershus Jeger- og Fiskerforbund og Fylkesmannen i Oslo og Akershus. 84 ss + vedlegg.

Rørslett, B., Brettum, P. 1989. The genus *Isoetes* in Scandinavia: an ecological review and perspectives. Aquatic Botany 35: 223-261.

Rørslett, B. 1998. Konsekvensvurderinger i samband med forslag til manøvreringsreglement for Hurdalssjøen. NIVA, upublisert rapport, 15.4.1998.

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 samfunnsniv.



Norsk institutt for vannforskning

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