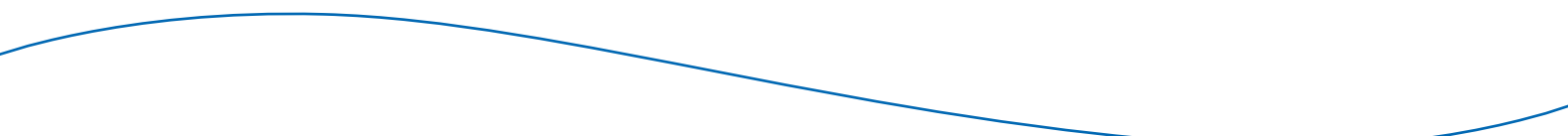


Vannvegetasjon i brakkevann, med
spesiell vekt på Gunneklevfjorden i
Telemark

A decorative blue wavy line that spans the width of the page, starting from the left edge and ending at the right edge. It has a smooth, undulating curve, resembling a stylized wave or a horizon line.

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 brakkvann, med spesiell vekt på Gunneklevfjorden i Telemark	Løpenr. (for bestilling) 6767-2014	Dato 19.12.2014
	Prosjektnr. Undernr. 14194	Sider Pris 23
Forfatter(e) Marit Mjelde	Fagområde Brakkvann	Distribusjon
	Geografisk område Telemark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Norsk Hydro	Oppdragsreferanse Bernt Malme
---------------------------------	----------------------------------

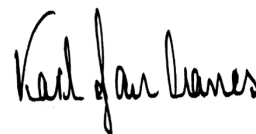
Sammendrag

Formålet med det foreliggende prosjektet har vært å undersøke vannvegetasjon i Gunneklevfjorden, samt foreta en sammenstilling av tidligere data fra kjente brakkvannslokaliteter. Dette har dannet grunnlaget for vurderingen av fjordens verdi og nasjonale betydning. Gunneklevfjorden er en brakkvannsvannforekomst med svært lav saltholdighet. Gruntområdet i søndre deler var preget av tett og frodig vannvegetasjon ut til ca. 2,5 m dyp, mens nordøstre del hadde mer sparsom vegetasjon, først og fremst på grunn av mer brådype strandområder og at steinsubstrat var vanligere. Saliniteten er såpass lav at arter, som vanligvis er knyttet til ferskvann, har gode leveforhold her. Det ble i 2014 registrert 13 arter i vannvegetasjonen. De viktigste artene var langskuddsplantene vasspest og krustjønnaks, samt kransalgen skjørkrans. Den eneste brakkvannsarten som ble registrert var vasskrans. Dette er en rødlisteart og bare driveksemplarer ble funnet. Så lenge saltholdigheten er stabil på det nivå den er i dag, vil de registrerte artene kunne overleve her. Ut fra foreslåtte verdi-settingskriterier for naturtypen «brakkvannsjøer» (truede vegetasjonstyper og rødlistearter i vannvegetasjonen) får Gunneklevfjorden verdi svært viktig eller viktig, avhengig av om rødlistearten vasskrans vurderes som del av vannvegetasjonen eller ikke. Sammenliknet med andre lokaliteter med tilsvarende lav salinitet har Gunneklevfjorden et forholdsvis høyt artsantall, men færre rødlistearter.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Vannvegetasjon	1. Aquatic macrophytes
2. Brakkvann	2. Brackish water
3. Økologisk tilstand	3. Ecological status
4. Verdisetting	4. Habitat valuation



Kristoffer Næs
Prosjektleder



Karl Jan Aanes
Forskningsleder

**Vannvegetasjon i brakkvann
med spesiell vekt på
Gunneklevfjorden i Telemark**

Forord

Norsk institutt for vannforskning har på oppdrag fra Norsk Hydro kartlagt vannvegetasjon i Gunneklevfjorden, og foretatt en sammenstilling av tidligere data for vannvegetasjon i brakkvann. Undersøkelsen er en del av prosjektet «Beslutningsgrunnlag og tiltaksplan for forurensede sedimenter i Gunneklevfjorden», ledet av Kristoffer Næs, NIVA.

Feltarbeidet er utført av Marianne Olsen og Marit Mjelde, og rapporten er skrevet av sistnevnte.

Oppdragsgivers kontaktperson har vært Bernt Malme, Norsk Hydro.

Takk til alle for godt samarbeid.

Oslo, 19.12.2014

Marit Mjelde

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
1. Innledning	7
1.1 Bakgrunn	7
1.2 Formål	7
2. Vannvegetasjon i brakkvann	8
2.1 Generelt om brakkvann	8
2.2 Vannvegetasjon – definisjon	8
2.3 Naturtyper	8
2.4 Truete vegetasjonstyper	9
2.5 Antall arter i vannvegetasjonen	9
2.6 Viktige faktorer for variasjoner i artsmangfold	10
2.6.1 Datamateriale	10
2.6.2 Salinitet	10
2.6.3 Næringstilførsel	13
3. Gunneklevfjorden	14
3.1 Generell beskrivelse	14
3.2 Materiale og metoder	15
3.2.1 Vannkjemisk prøvetaking og analyser	15
3.2.2 Vannvegetasjon	15
3.3 Vannkjemiske forhold	16
3.4 Vannvegetasjon	17
3.4.1 Generell beskrivelse	17
3.4.2 Artsantall og økologisk tilstand	18
3.4.3 Rødlistearter og andre sjeldne arter	18
3.4.4 Svartelistede arter	20
3.4.5 Naturtyper og verdisetting	20
3.5 Sammenlikning med tilsvarende lokaliteter	21
4. Litteratur	22

Sammen drag

Formålet med det foreliggende prosjektet har vært å undersøke vannvegetasjon i Gunneklevfjorden, samt foreta en sammenstilling av tidligere data fra kjente brakkvannlokaliteter. Dette har dannet grunnlaget for vurderingen av Gunneklevfjordens verdi og nasjonale betydning.

Overgangsområdet mellom ferskvann og sjøvann er et økosystem som tradisjonelt har hatt lite fokus i Norge, og kunnskapen om biologiske og vannkjemiske forhold i slike områder er begrenset sammenliknet med det vi vet om limniske og marine områder. Brakkvannlokaliteter er en heterogen gruppe vannforekomster, og inngår i flere naturtyper, først og fremst brakkvannsjøer, poller, og ålegrasenger og andre undervannsenger. I Norge finnes det totalt 124 vannplanter, hvorav 99 karplanter og 25 kransalger. Totalt 32 vannplanter (19 karplanter og 13 kransalger) er også eller bare registrert i brakkvann, mens 5 karplanter også eller bare er registrert i saltvann. Blant de artene som har brakkvann som sitt viktigste habitat finnes det 13 rødlistede arter.

Data for brakkvannsområder fra ulike kilder er sammenstilt i en database. Pr. oktober 2014 inneholdt basen 43 lokalitets-år, hvor det finnes både vannbotaniske data og salinitetsdata. Det er imidlertid store feilkilder knyttet til vurdering av saliniteten i materialet, og vurdering av artsantall og enkeltarters forekomst i forhold til salinitet må derfor oppfattes som foreløpige. Data for næringsinnhold foreligger bare for et lite antall lokaliteter.

Artsantallet i hver lokalitet er ofte høyt ved svakt brakt vann, ved salinitet $<2,5$ psu. Her kan artsantallet komme opp i 17-18 arter, som er omtrent det samme som i middels kalkrike ferskvannlokaliteter. Økende salinitet fører til en nedgang i artsantall, og i lokaliteter med salinitet $>5-6$ psu er artsantallet aldri over 6 arter. Disse områdene er ofte preget av reinbestander av 1-2 arter. Noen arter som er svært vanlige i ferskvann kan forekomme ved salinitet helt opp til 14 psu. Også de artene som har sin største forekomst i brakkvann finnes helst ved salinitet lavere enn 14. Ved salinitet høyere enn 14 psu forekommer de artene som også finnes i saltvann.

Gunneklevfjorden er en brakkvannsvannforekomst med svært lav saltholdighet (2-3 psu). Gruntområdet i søndre deler var preget av tett og frodig vannvegetasjon fra strandkanten ut til ca. 2,5 m dyp, mens nordøstre del hadde mer sparsom vegetasjon, først og fremst på grunn av mer brådype strandområder og at steinsubstrat var vanligere. Saliniteten er såpass lav at arter, som vanligvis er knyttet til ferskvann, har gode leveforhold her. Det ble i 2014 registrert 13 arter i vannvegetasjonen. De viktigste artene var langskuddsplantene vasspest og krustjønnaks, samt kransalgen skjørkrans. Den eneste brakkvannsarten som ble registrert var vasskrans. Dette er en rødlisteart og bare driveksemler ble funnet i Gunneklevfjorden. Så lenge saltholdigheten er stabil på det nivå den er i dag, vil de registrerte artene kunne overleve her. En økning i saliniteten opp til f.eks. 5 psu vil sannsynligvis kunne redusere artsantallet betraktelig.

Alle ålegras- eller undervannsenger som er større enn 0,1 km² anses som svært viktige. Vannvegetasjonen i Gunneklevfjorden dekker sannsynligvis et areal på denne størrelse eller mer og anses derfor som *svært viktig*. Ut fra foreslåtte verdisettingskriterier for naturtypen «brakkvannsjø» (truete vegetasjonstyper og rødlistearter i vannvegetasjonen) får Gunneklevfjorden verdi *svært viktig* eller *viktig*, avhengig av om rødlistearten vasskrans vurderes som del av vannvegetasjonen eller ikke.

Pr i dag har vi nok data fra 5 brakkvannlokaliteter i Norge med så lav salinitet som 2-3 psu. På grunn av manglende undersøkelser av brakkvann i Norge vet vi ikke om dette er de eneste av denne type i Norge. Sammenliknet med øvrige lokaliteter med tilsvarende lav salinitet har Gunneklevfjorden et forholdsvis høyt artsantall, men færre rødlistearter.

Summary

Title: Aquatic macrophytes in brackish water, with special focus on the locality Gunneklevfjord, Telemark county.

Year: 2014

Author: Marit Mjelde

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-6502-6

The first part of the report gives a short overview of the present knowledge about aquatic macrophytes in Norwegian brackish water. The second part describes the aquatic macrophytes in the Gunneklevfjord. Ecological status and value for Gunneklevfjord based on macrophytes is suggested. Compared to other similar localities with low salinity, Gunneklevfjord has higher number of species, but fewer red list species.

1. Innledning

1.1 Bakgrunn

Gunneklevfjorden i Porsgrunn kommune har vært resipient for industrielle tilførsler over lang tid og undersøkelser på 1970-tallet viste at fjorden var forurenset, i første rekke fra kloralkalifabrikken og magnesiumfabrikken til Norsk Hydro på Herøya.

Norsk Hydro har bedt NIVA og NGI i fellesskap fremskaffe beslutningsgrunnlag for tiltak mot forurensete sedimenter i Gunneklevfjorden. Arbeidet er organisert i prosjektet *Beslutningsgrunnlag og tiltaksplan for forurensete sedimenter i Gunneklevfjorden* der NIVA har prosjektledelsen (Olsen m.fl. 2014). Prosjektet er sammensatt av mange aktiviteter, hvor *Naturtyper i Gunneklevfjorden* har hatt som målsetning å beskrive naturtyper og økosystem i Gunneklevfjorden som grunnlag for eventuell inndeling i delområder for steds-spesifikk og stedstilpasset tiltaksvurdering (Olsen 2014). Foreliggende undersøkelse av vannvegetasjonen inngår her.

1.2 Formål

Formålet med det foreliggende prosjektet er å undersøke vannvegetasjon i Gunneklevfjorden, inkludert gjennomgang av undervannsbilder fra 2013, samt foreta en sammenstilling av tidligere vegetasjonsdata fra brakkvannslokaliteter. Undersøkelsen og datasammenstillingen skal danne grunnlag for å foreta en vurdering av Gunneklevfjordens verdi og nasjonale betydning.

2. Vannvegetasjon i brakkvann

2.1 Generelt om brakkvann

Overgangsområdet mellom ferskvann og sjøvann er et økosystem som tradisjonelt har hatt lite fokus i Norge, og kunnskapen om biologiske og vannkjemiske forhold i slike områder er begrenset sammenliknet med det vi vet om limniske og marine områder. Brakkvann defineres som vann med salinitet fra 0,5 til 18 psu. I svakt brakkvann kan man finne arter som også forekommer i ferskvann mens enkelte marine arter kan forekomme i brakkvann med høy salinitet. I tillegg finnes det arter som bare lever i brakkvann; langs hele eller deler av salinitetsgradienten 0,5-18 psu.

På grunn av tidevannsvariasjonene og variasjoner i ferskvannstilførsler over året vil viktige økologiske faktorer (f.eks. salinitet, farge, næringsstoffer) kunne variere mye i brakkvannsområdene. Få arter tåler slike variasjoner. Brakkvann anses derfor som et økosystem som er svært følsomt for ulike typer forurensning og klimaendringer.

2.2 Vannvegetasjon – definisjon

Makrovegetasjon kan deles inn i grupper etter livsform: helofytter (sump-planter, semi-akvatiske planter med hoveddelen av fotosyntetiserende organer over vannflata det meste av tida og et velutviklet rot-system), isoetider (kortsukksplanter, inkl. "pusleplantelementet"), elodeider (langsukksplanter), nymphaeider (flytebladsplanter) og lemnider (flytere). De siste fire gruppene, samt kransalgene, omtales som vannvegetasjon, og det er disse gruppene det er fokus på her.

2.3 Naturtyper

Brakkvannslokalteter er en heterogen gruppe vannforekomster, og inngår i flere naturtyper, først og fremst «Brakkvannsjøer», dvs. innsjøer som er påvirket av saltvanntilførsel i større eller mindre grad (Mjelde 2014a), «Poller», dvs. deler av marine områder som er påvirket av ferskvannstilførsler i større eller mindre grad, og «Ålegrasenger og andre undervannsenger» (DN 2007).

Brakkvannsjøer er kystnære innsjøer, tjern og dammer som tilføres saltvann og hvor vannet er brakt (salinitet ca. 0,5-2). Både vannforekomster med direkte kontakt med havet via bekk/elv og vannforekomster uten utløp til havet, men som ligger såpass nært havet at de mer eller mindre jevnlig tilføres saltvann, f. eks. ved uvær, inkluderes.

Brakkvannsjøene ligger ofte i områder som er attraktive for bebyggelse og industri, og antas derfor utsatt for både areal- og tilstandsreduksjon. Naturtypen er blant de mest sjeldne og særpregete i ferskvann, og det eneste leveområde for en del karplanter og kransalger som krever svakt brakt vann. Brakkvannsjøer er sannsynligvis en truet naturtype i Norge, men pga. uklar definisjon og manglende data kunne typen ikke verdivurderes i forbindelse med Norsk Rødliste for naturtyper (Lindgaard & Henriksen 2011), men se omtale av ferskvannstyper i Rødlista (Mjelde 2011). Innsjøer med brakt vann er registrert bl.a. i Nord-Norge og langs kysten av Sør- og Østlandet, men finnes sannsynligvis langs hele kysten, i ulik utstrekning. Flere slekter blant karplanter og kransalger kan inngå, avhengig av saliniteten, både arter som er vanlige i ferskvann og arter som også er vanlig i poller.

Poller er marine bassenger med en innsnevret åpning og grunn terskel (DN 2007). Naturtypen omfatter mindre fjorder, bukter og vikar eller våger med begrenset vannutskiftning på grunn av terskler e.l. Fysiske og biologiske forhold i pollene er avhengig av en rekke faktorer; bl.a. tidevannsamplitude, klimatiske sone, bassengvolum, terskeldyp, ferskvannstilrenning og antropogen belastning. Poller har ofte salinitet <18-20 psu. Typiske vannplanter i poller er karplanter i slektene *Stuckenia* spp., *Ruppia* spp., og *Najas marina*, samt kransalgene *Chara aspera*, *C. canescens*, *C. baltica*, *Tolypella nidifica* og *Lamprothamnium papulosum*.

Ålegrasenger og andre undervannsenger finnes i grunne områder, vanligvis ned til 2-5 m dyp, i sund og beskyttede, langgrunne bukter og tidevannsoner med mer eller mindre brakkvannspåvirkning. De karakteriseres av et fåtall karplanter, først og fremst *Zostera* spp. og *Ruppia* spp. og *Stuckenia pectinata*, men også andre karplanter og visse kransalger kan inngå, særlig ved lavere salinitet.

2.4 Truete vegetasjonstyper

Havstrandstypen undervannseng antas å være den viktigste vegetasjonstypen i brakkvann (tabell 1). I svært svakt brakt vann kan også flere vegetasjonstyper i ferskvann inngå, de antatt viktigste er nevnt i tabellen nedenfor. Alle de nevnte vegetasjonstypene er av Fremstad og Moen (2001) regnet som truete.

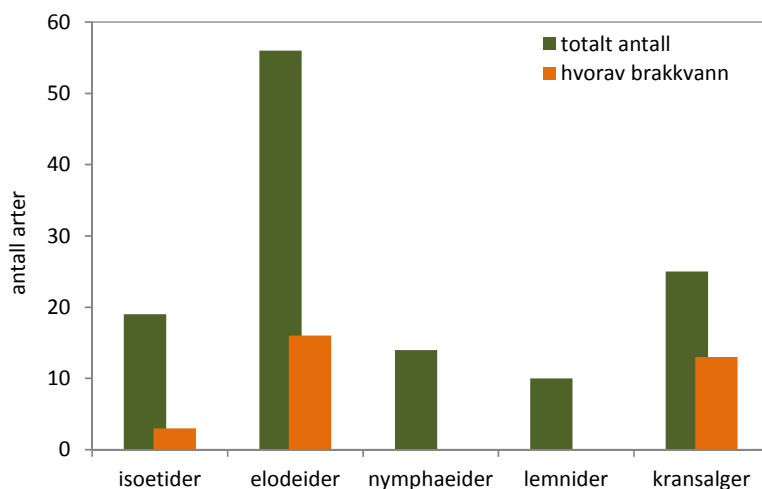
Tabell 1. Truete vegetasjonstyper som kan forekomme i brakkvann. Vegetasjonstyper i henhold til Fremstad (1997), truethet i henhold til Fremstad og Moen (2001). Rødlisterarter er vist ved uthevet skrift.

Nr	Vegetasjonstype - beskrivelse
Havstrandstyper:	
U1	Ålegras/algeundervannseng; karakterisert av <i>Zostera marina</i> .
U2a	Havgras/tjønnaks-undervannseng: skruhavgras-utforming; karakterisert av <i>Ruppia maritima</i> og <i>R. chirrhosa</i>
U2b	Havgras/tjønnaks-undervannseng: vasskrans-utforming; karakterisert av <i>Zannichellia palustre</i>
U2c	Havgras/tjønnaks-undervannseng: havfrugras-utforming; karakterisert av <i>Najas marina</i>
U2d	Havgras/tjønnaks-undervannseng: busttjønnaks-utforming; karakterisert av <i>Stuckenia pectinata</i>, <i>S. filiformis</i>
U2e	Havgras/tjønnaks-undervannseng:Kors-/brakkhesterumpe-utforming; karakterisert av <i>Hippuris x lanceolata</i>, <i>H. tetraphylla</i>
U2f	Havgras/tjønnaks-undervannseng: kransalge-utforming. Viktige arter her er <i>Chara canescens</i>, <i>C. baltica</i>, <i>Tolypella nidifica</i>, <i>Lamprothamnium papulosum</i> .
U2g	Havgras/tjønnaks-undervannseng: dvergålegras-utforming; karakterisert av <i>Zostera noltii</i>
U2h	Havgras/tjønnaks-undervannseng: kortskuddsplante-undervannseng/forstrandutforming; med viktige arter som:
U2i	<i>Eleocharis acicularis</i>, <i>E. parvula</i>, <i>Elatine hydropiper</i>, <i>E. orthosperma</i>., <i>Limosella aquatica</i>, <i>Ranunculus reptans</i>, <i>Callitriche brutia</i>, <i>C. palustris</i>, <i>C. stagnalis</i>, <i>Elatine hexandra</i> og <i>Crassula aquatica</i>.
Ferskvannstyper:	
O1b	Kortskuddsstrand, rik utforming (pusleplanteeng), med viktige arter som: <i>Crassula aquatica</i>, <i>E. hydropiper</i>. <i>E. orthosperma</i>, <i>E. triandra</i>, <i>E. hexandra</i>, <i>Limosella aquatica</i>, <i>Lythrum portula</i> .
P1b	Langskuddsvegetasjon, kalkrik tjønnaks-utforming. Eksempler på viktige arter: <i>Callitriche hermaphroditica</i>, <i>Ceratophyllum demersum</i>, <i>Elodea canadensis</i>, <i>Myriophyllum spicatum</i>, <i>Potamogeton friesii</i>, <i>P. obtusifolius</i>, <i>Stuckenia pectinata</i> m.fl.
P5c	Kransalge-sjøbunn, vanlig kransalge-utforming (både vanlig kransalge, <i>Chara globularis</i> , og den nærstående skjørkrans, <i>C. virgata</i> , inkluderes).

2.5 Antall arter i vannvegetasjonen

Hvor mange arter som kan knyttes til brakkvann er uklart, men artsantallet antas å være betraktelig lavere enn i hhv. ferskvann og marine miljøer (se bl.a. Remane 1934).

Totalt i Norge er det registrert 124 vannplanter (karplanter og kransalger, helofytter ikke inkludert). Av disse er 99 karplanter (inkludert de viktigste hybridene) og 25 kransalger (jfr. Mjelde 2013, Langangen 2007), hvorav henholdsvis 19 og 13 også eller bare registrert er i brakkvann, mens 5 karplanter også eller bare er registrert i saltvann (figur 1). Blant artene som har brakkvann som sitt viktigste habitat er det 13 rødlistede arter (Kålås m.fl. 2010); 7 karplanter (*Eleocharis parvula*, *Hippuris tetraphylla*, *H. x lanculeolata*, *Najas marina*, *Stuckenia pectinata*, *Zannichellia palustre* og *Zostera noltii*) og 6 kransalger (*Chara baltica*, *C. canescens*, *C. polyacantha*, *Lamprothamnium papulosum*, *Tolypella nidifica* og *T. normaniana*).



Figur 1. Antall vannplanter i Norge, fordelt på livsformgrupper (basert på egne erfaringer, litteratur og generelle opplysninger fra floraer o.l.). Oransje farge: andel som også eller bare finnes i brakkvann (noen av disse finnes også i saltvann). I tillegg kan andre ferskvannsararter forekomme sporadisk i svakt brakkvann.

2.6 Viktige faktorer for variasjoner i artsmangfold

2.6.1 Datamateriale

Vi har stilt sammen data for brakkvannsområder fra ulike kilder; dels samlet inn av NIVA i forbindelse med ulike prosjekter og dels hentet fra litteratur. Foreløpig har vi bare inkludert undersøkelser der vannvegetasjonen er registrert i hele eller det meste av vannforekomsten, og hvor det foreligger data på salinitet og/eller vannkjemi.

De fleste salinitetsmålingene er øyeblikksmålinger, dvs. målt samtidig med de botaniske registreringene. Hvorvidt disse målingene er i nærheten av en midlere årlig salinitet eller ikke vet vi ingenting om. Enkelte målinger stammer fra midtjords-områder. Det vil kunne være store forskjeller i saliniteten her i forhold til strandnære områder. Det er altså store feilkilder knyttet til vurdering av saliniteten i dette materialet, og vurdering av artsantall og enkeltarters forekomst i forhold til salinitet må derfor oppfattes som foreløpige. Data for næringsinnhold foreligger bare for et lite antall lokaliteter.

De vannbotaniske dataene er samlet i en database sammen med data for salinitet og vannkjemi. Pr. oktober 2014 inneholder databasen 64 lokalitets-år, hvorav 43 lokalitets-år har både vannbotaniske data og data for salinitet. Sammen med en foreløpig gjennomgang av tilgjengelig nasjonal og internasjonal litteratur om enkeltarter utgjør dette p.t. datagrunnlaget for analyser av miljøforholdene for vannplanter i brakkvann. Den foreliggende rapporten inkluderer en første analyse av dataene.

2.6.2 Salinitet

Salinitet antas å være den viktigste faktoren for variasjon i artssammensetning i brakkvannsområder (eks. Haller et al. 1974), og økt salinitet regnes som den viktigste faktoren for ødeleggelse av ferskvannsystemer i Australia (James et al. 2003). Planter som blir utsatt for jevnt økende saltholdighet vil kunne overleve høyere saltholdighet enn om saltholdigheten øker raskt (Haller et al. 1974). Dette betyr sannsynligvis at arter som lever i et stabilt brakt miljø (eks. Østersjøen) vil kunne tolerere høyere saltholdighet enn arter som lever i miljøer med svært varierende saltholdighet, som i flere norske lokaliteter med årstidsvariasjoner i ferskvannstilførsler og i forhold til tidevannsvariasjoner gjennom døgnet.

Floraen i norske brakkvannlokaliteter er generelt dårlig undersøkt, men generell kunnskap om hvilke arter som kan påtreffes i sterkt brakkvann i forhold til svakt brakkvann finnes, delvis basert på ulike havstrand-

undersøkelser fra 1970-tallet (f.eks. Elven & Johansen 1983, Elven m.fl. 1988, Lundberg & Rygren 1994). Det er imidlertid sjelden at det er foretatt salinitetsmålinger eller innhentet vannprøver i forbindelse med disse registreringene. Vi vet derfor lite om hvor høy (evt. lav) salinitet de enkelte norske artene tåler, eller hvor store variasjoner i saliniteten de tåler. Enkelte undersøkelser finnes dog, hvor man har både botaniske data, salinitet og vannkjemi fra samme lokaliteter, f.eks. Mjelde og Hvoslef (1985a), Gitmark (2006), Mjelde (2014b) og Edvardsen (2014).

For å få bedre kunnskap om salinitetskrav og -tålegrenser er det behov for målinger over døgnet og over året, knyttet til strandnære områder der plantene vokser, eller foreta eksperimentelle undersøkelser. Det finnes noen sammenstillinger og data fra vekstforsøk for enkeltarter i andre land (eks. Haller et al. 1974, Twilley & Barko 1990, James et al. 2003), se tabell 2.

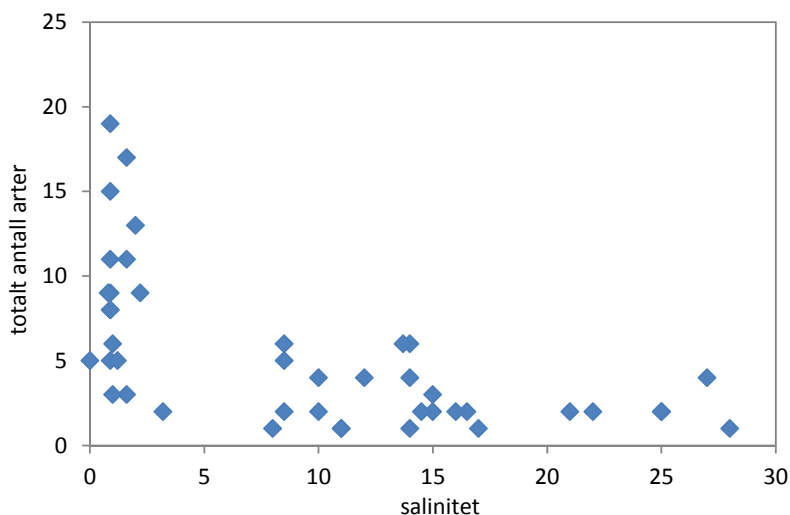
Tabell 2. Noen øvre salinitetsgrenser for arter av vannplanter som også finnes i Norge (både i ferskvann og brakkvann). Data hentet fra litteratur (ikke utfyllende).

Art	Salinitet	Referanse
<i>Chara globularis</i>	3	Garcia 1999 (ref i James et al 2003)
<i>Chara virgata</i>	2	Garcia 1999 (ref i James et al 2003)
<i>Nitella</i> spp. ¹	5	Garcia 1999 (ref i James et al 2003)
<i>Myriophyllum spicatum</i>	13,3	Haller et al 1974
<i>Myriophyllum spicatum</i>	15	Twilley & Barko 1990
<i>Najas quadalupensis</i> ²	13,3	Haller et al 1974
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	12	Twilley & Barko 1990
<i>Potamogeton perfoliatus</i>	11,2	Bourn 1932 (ref. i Twilley & Barko 1990)
<i>Lemna minor</i>	6,7	Haller et al 1974
<i>Lamprothamnium papulosum</i>	31	Martin et al. 2002

1: usikker på om disse inkluderer arter som også finnes i Norge,

2: arten finnes ikke i Norge, men muligens samme grenser som *N. marina*.

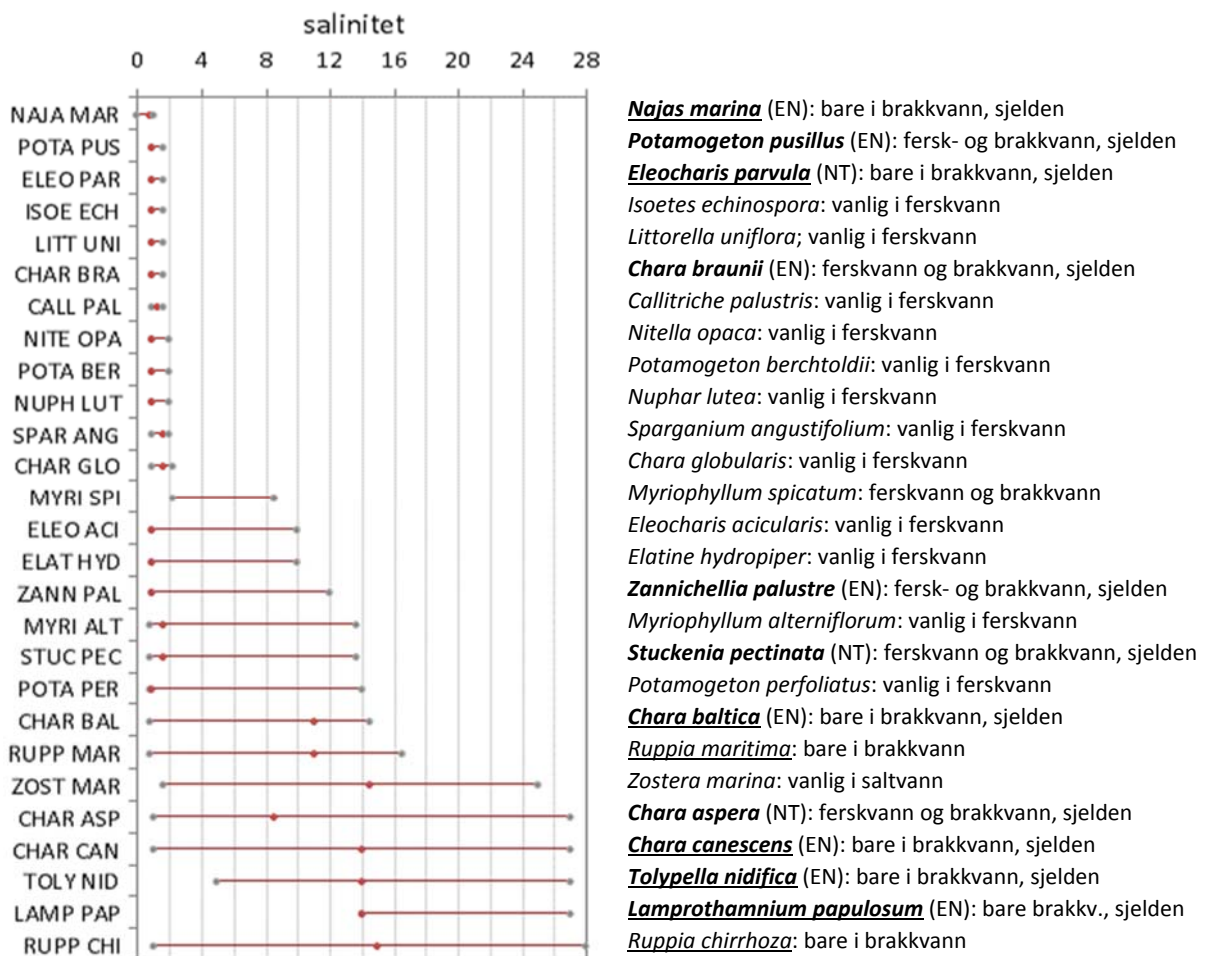
Analysen av det foreliggende norske datamaterialet viser at artsantallet pr lokalitet ofte er høyt i svakt brakt vann, hvor saltholdigheten er mindre enn ca. 2,5 psu (figur 2). Artsantallet i slike svakt brakke lokaliteter kan komme opp i 17-18 arter, som er omtrent det samme som i middels kalkrike ferskvannslomaliteter (Mjelde 1997).



Figur 2. Totalt antall arter i vannvegetasjonen i forhold til salinitet, gitt pr lokalitet (totalt 43 lokalitets-år).

Økende salinitet fører til en nedgang i artsantall, og i lokaliteter med salinitet mer enn 5-6 psu er artsantallet aldri over 6 arter. Disse områdene er ofte preget av reinbestander av 1-2 arter (Fremstad og Moen 2001, Often 2006, Mjelde 2014b).

En foreløpig oversikt over enkeltartenes preferanser i forhold til salinitet er vist i figur 3. Vi ser det samme som i figur 2 at flere vannplanter kan tåle svakt brakt vann, salinitet opp til 2-2,2 psu. Dette er arter som er vanlige i ferskvann (Mjelde 1997, 2013). Ved økende salinitet forsvinner mange arter, men også ved saliniteter fra ca. 2,5 og opp til 14 psu finner vi arter som både er svært vanlige i ferskvann (eks. *Myriophyllum alterniflorum*, *Potamogeton perfoliatus*), eller som er sjeldne i ferskvann og har sin største forekomst i brakkvann (eks. *Stuckenia pectinata*, *Zannichellia palustre*). I sterkt brakkvann, dvs. salinitet >14 psu, forekommer arter som også finnes i saltvann (eks. *Ruppia spp.*, *Zostera marina*, *Tolypella nidifica*, *Lamprothamnium papulosum*). *Chara aspera* er den eneste av disse artene som er like vanlig i ferskvann. For enkelte sjeldne obligate brakkvannsarter (dvs. arter som bare finnes i brakkvann), først og fremst *Tolypella normanniana* og *Zostera noltii*, er datamaterialet for salinitet svært mangelfullt. Disse er derfor ikke inkludert i figuren nedenfor.



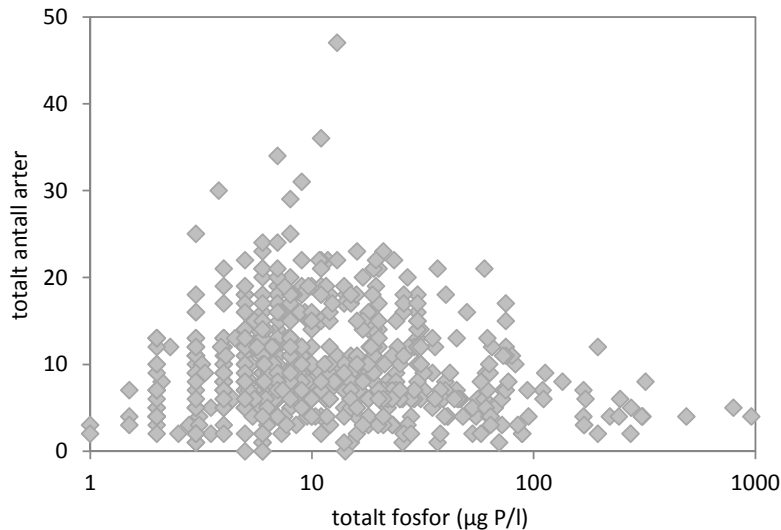
Figur 3. Forekomst av enkeltarter i forhold til salinitet, gitt som median, min- og maks-verdier. Bare arter hvor det foreligger data fra 3 eller flere lokaliteter er inkludert. Datamaterialet dekker en salinitetsgradient fra 0,5 til 28 psu, totalt 43 lokalitets-år. Til høyre: generelt om artens forekomst, basert på NIVAs totale datamateriale, floraer og annen litteratur. **Uthevet**: sjelden, understreket: kjent bare fra brakkvann (evnt. også saltvann). Rødlisterstatus i parentes: NT=nær truet, EN=sterkt truet.

Det er viktig å være oppmerksom på at salinitetsgrensene som framkommer i denne figuren er basert på et forholdsvis lite datamateriale med svært varierende kvalitet på salinitetsmålingene. Imidlertid ser det ut til

at artsgruppene og omtrentlige grenser stemmer med tidligere vurderinger og forsøk (Haller et al 1974, James et al. 2003, Langangen 2007, Schubert & Blindow 2003).

2.6.3 Næringstilførsel

Eutrofiering fører til endringer både i artsantall, artssammensetning og dekningsgrad. I innsjøer er artsantallet generelt størst i mesotrofe innsjøer og reduseres med økende næringsinnhold, se illustrasjon for **innsjøer**, figur 4. Dette skyldes hovedsakelig at enkeltartene har ulike næringskrav, samt ulik toleranse overfor reduserte lysforhold som følge av økt planteplanktonbiomasse (bl.a. Mjelde 1997).



Figur 4. Illustrasjon på sammenhengen mellom artsantall og total fosfor i **innsjøer**
Data fra NIVAs database.

Selv om antall arter i brakkvannsområder er mye lavere enn det som er registrert i ferskvann, antar vi at det også her vil være en liknende fordeling i forhold til næringsinnhold. Vannkjemiske data for brakkvannslokaliteter er imidlertid alt for sparsomme til å kunne foreta slike analyser.

3. Gunneklevfjorden

3.1 Generell beskrivelse

Den generelle beskrivelsen er stort sett hentet fra Ottesen m.fl. (2001): Gunneklevfjorden (Porsgrunn kommune) ligger mellom Hydros anlegg på Herøya og Porsgrunn by. Fjorden ligger 1 moh. og har et areal på 0,8 km² (tabell 3). Den er jevnt over 3-6 m dyp, men med et område på 10 m dyp i nordenden (figur 5). I nordenden fører en smal kanal inn fra Skienselva. Saltvann driver fra Frierfjorden inn langs bunnen av Skienselva og inn i Gunneklevfjorden i nord, men tilførselen av saltvann hindres sannsynligvis av flere terskler i innløpsområdet. I perioder med høy vannføring i Skienselva strømmer det inn ferskvann i fjorden. I sør går en grunn, smal og kunstig kanal, Herøyakanalen, ut til Frierfjorden.

Bunnen i fjorden består av fin gjørme. Bunnsedimentene er meget forurenset av miljøgifter, spesielt kvikksølv, der de øverste 50 cm av sedimentene er estimert å inneholde 25 tonn kvikksølv. De aller øverste lagene har imidlertid blitt renere etter at utslippene ble stanset (Skei 1989). Berggrunnen i området består av kalkstein og skifer (www.ngu.no).



Figur 5. Dybdekart over Gunneklevfjorden. Laget av Trine Bekkby, NIVA.

Gunneklevfjorden er en oligohalin vannforekomst (salinitet 0,5-5 psu). Denne vanntypen eksisterer ikke i klassifiseringen av kystvann i Norge (Pedersen, pers.medd.). Basert på ferskvannskriterier (kalsium og farge) kan Gunneklevfjorden karakteriseres som en middels kalkrik, humøs vannforekomst (type 202) (jfr. Direktoratgruppen 2013) (tabell 3).

Tabell 3. Gunneklevfjorden. Generelle data og vanntyper (iht. klassifikasjonsveilederen, Direktoratgruppen 2013).

Navn	Kommune	Areal (km ²)	Hoh (m)	Vanntype ferskvann ¹	Vanntype kystvann ²
Gunneklevfjorden		0,8	1	(202)	-

1) innsjøtyper utviklet for vannplanter i ferskvann, basert på kalsium og farge, salinitet er ikke inkludert i karakteriseringen i ferskvann.

2) kystvann inkluderer bare vann med salinitet >5.

3.2 Materiale og metoder

3.2.1 Vannkjemisk prøvetaking og analyser

Ved hjelp av CTD (YSI-sonde) ble temperatur, oksygeninnhold, pH, konduktivitet, turbiditet og salinitet målt i hele vannsøylen midt i fjorden (N: 59 07 449, Ø: 9 38 427) den 18. august 2014. Samtidig ble siktedyp målt. Den 15. oktober ble det samlet inn en enkelt vannprøve, fra ca. 0,2 m dyp ved lokalitetens dypeste punkt. Vannprøven ble analysert på total fosfor (Tot-P), total nitrogen (Tot-N), kalsium og farge ved NIVAs kjemilaboratorium.

I ferskvann benyttes parametrene kalsium og farge til å fastsette vanntyper, mens bl.a. saltholdighet (grad av ferskvannspåvirkning) er viktig for inndeling av vanntyper i kystvann, se klassifiseringsveilederen (Direktoratsgruppa 2013). Siktedyp gir en indikasjon på lysforholdene i vannet. De vannkjemiske eutrofieringsparametrene og siktedyp benyttes som støtteparametre ved tilstandsvurderingen. Karakterisering og klassifisering av brakkvann er ikke inkludert i vannforskriften (www.vannportalen.no).

3.2.2 Vannvegetasjon

Definisjon

Vannplanter (makrovegetasjon/makrofytter) er planter som har sitt normale habitat i vann. De deles ofte inn i helofytter ("sivvegetasjon") og "ekte" vannplanter. Det er kun de «ekte» vannplantene som er undersøkt i Gunnekleivfjorden. Det er disse som brukes ved klassifisering av økologisk tilstand for vannvegetasjon i Norge.

Vannplantene vokser helt neddykket eller har blader flytende på vannoverflata og kan deles inn i 4 livsformgrupper: *isoetider* (kortsukksplanter), *elodeider* (langsukksplanter), *nymphaeider* (flytebladsplanter) og *lemnider* (frittflytende planter). I tillegg inkluderes kransalgene. Ytterligere beskrivelse og oversikt over vannplanter i Norge er gitt i Mjelde (2013).

Feltregistreringer

Undersøkelse av vannvegetasjonen ble foretatt 18. august 2014. Registreringene ble foretatt i henhold til standard prosedyre; ved hjelp av vannkikkert og rive/kasterive fra båt (jfr. Mjelde 2013), i tillegg til vading i gruntområder. Undersøkelsen dekket hele dybdesona fra vannkanten og ned til vegetasjonens nedre grense. 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 dybdegrensene for livsformgrupper/viktige arter notert. 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).

Økologisk tilstand

I henhold til vannforskriften (jfr. klassifiseringsveilederen, Direktoratsgruppa 2013) er vannvegetasjonen et av de biologiske elementene som benyttes for å vurdere effekter av eutrofiering i innsjøer, mens det i kystvann bl.a. brukes indekser for artssammensetning av marine alger. Det er ikke utviklet tilsvarende indekser for brakkvann. For å vurdere økologisk tilstand av vannvegetasjonen i Gunnekleivfjorden har vi derfor brukt trofi-indeksen for innsjøer (TIC). Indeksen er basert på forholdet mellom antall sensitive og tolerante arter, og beregner som regel én verdi for hver innsjø. Verdien kan variere mellom +100, dersom alle tilstedeværende arter er sensitive, og -100, hvor alle er tolerante. TIC-indeksen er basert på forekomst-fravær-data og alle artene teller likt uansett hvilken dekning de har. Videre beskrivelse er gitt i Direktoratsgruppa (2013). Indeksen er ikke testet ut på brakkvannsområder så det er fortsatt usikkert om tilstandsvurderingene blir riktige for brakkvann. Resultatet må derfor bare oppfattes som veiledende.

3.3 Vannkjemiske forhold

Vurderingene av fysiske og vannkjemiske forhold er basert på målinger og vannprøve tatt på ett tidspunkt. Resultatene gir derfor bare en indikasjon på vannkvaliteten ved prøvetakingstidspunktet.

Gunneklevfjorden har svakt brakt vann, med salinitet på 2-3 psu i dybdeområdet 0-3 m (tabell 4), som er det dybdeområdet vannvegetasjonen forekommer.

Tabell 4. Resultater for pH, konduktivitet, salinitet og oksygen i Gunneklevfjorden 18. august 2014.

Lokalitetsnavn	Dyp (m)	temp gr C	pH *	kond mS/m	turb FNU	salinitet psu	oksygen % metn
Gunneklevfjorden	1	16,99	8,3	366	0,8	1,9	108,3
	2	17,04	8,04	397	0,8	2,1	108,5
	3	17,96	8,05	622	0,9	2,8	107,8
	5	18,44	8,0	514	1,0	3,4	98,4

Saliniteten varierer med tidevannet (døgnvariasjoner) og årstid (ferskvannstilførsel). I april og juni 2001 ble det foretatt målinger av konduktivitet i perioder med både flo og fjære sjø (Ottesen m.fl. 2001). Disse målingene viste totale variasjoner på 109-631 mS/m (middelverdi 162 mS/cm) i dybdeområdet 0-3m (noe høyere verdier ble registrert i de dypeste områdene). Konduktivitetsvariasjonene tilsvarer saliniteter på ca. 0,1-4,1 psu (middelverdi ca. 0,5 psu).

Verdiene for total fosfor og siktedyp (tabell 5) antyder god vannkjemisk tilstand, både i forhold til ferskvann og kystvann, mens total nitrogen-verdien antyder dårlig tilstand, i forhold til kystvann (i vannforekomster med salinitet >5psu) (Direktoratsgruppa 2013).

Tabell 5. Vannkjemiske forhold for Gunneklevfjorden. Basert på én stikkprøve, tatt 15. oktober 2014.

Lokalitetsnavn	Farge mg Pt/l	Kalsium mg Ca/l	Total fosfor µg P/l	Total nitrogen µg N/l	Siktedyp m
Gunneklevfjorden	85,7	19,3	11	550	4,7

I april 2001 ble det tatt vannprøver fra 0-3 m dyp på 5 stasjoner i fjorden (Ottesen m.fl. 2001). Midlere verdier for total fosfor og total nitrogen var hhv. 11 µg P/l og 927 µg N/l, noe som tilsvarer hhv. god og moderat tilstand i forhold til ferskvannskriteriene (moderat kalkrik, humøs innsjø), og hhv. god og svært dårlig tilstand i forhold til kystvannskriteriene (i vannforekomster med salinitet >5psu) (Direktoratsgruppa 2013). Siktedypet på samme tid ble målt til 3 m, noe som indikerer dårlig tilstand både i ferskvann og kystvann.

3.4 Vannvegetasjon

3.4.1 Generell beskrivelse

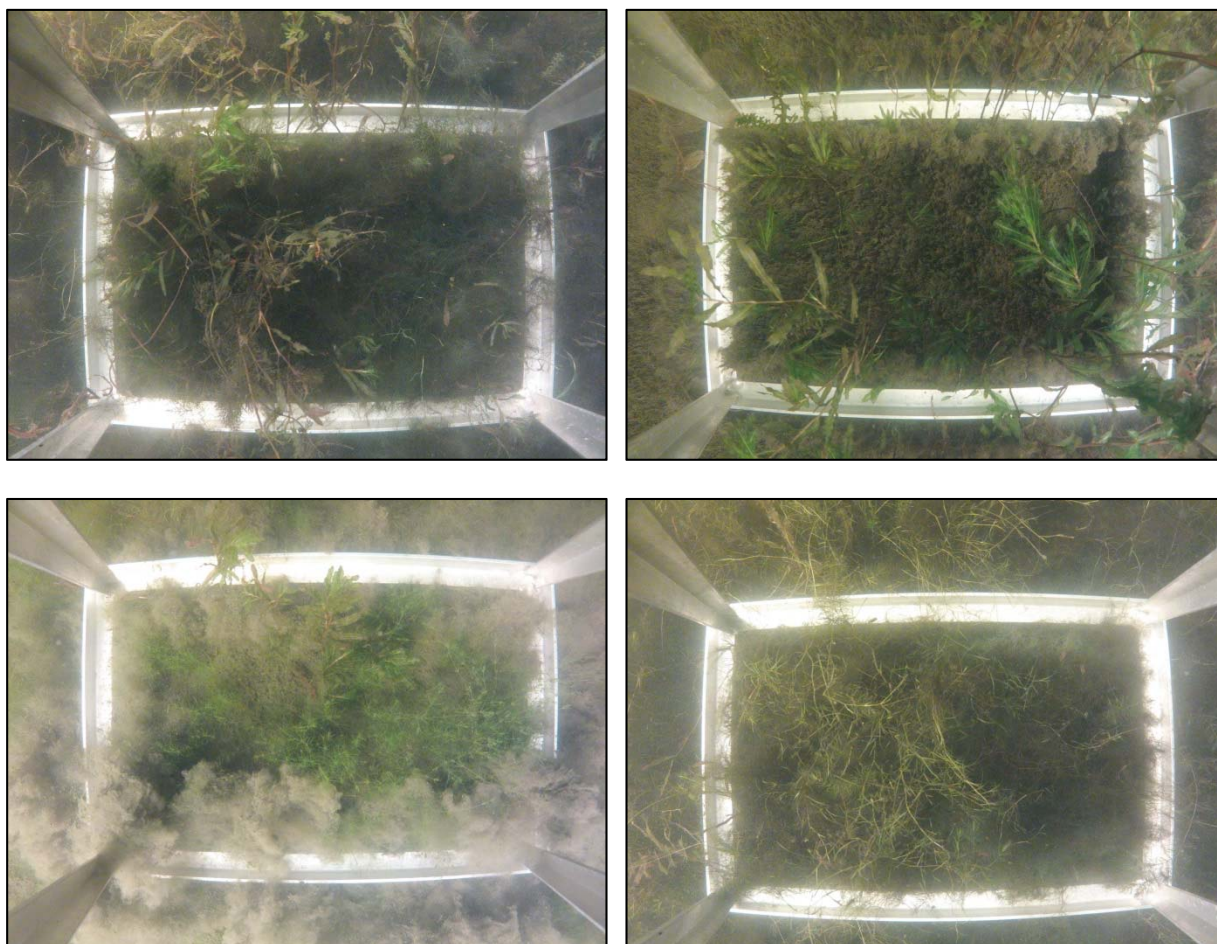
Gruntområdet i søndre deler av Gunneklevfjorden var preget av tett og frodig vannvegetasjon fra strandkanten ut til ca. 2,5 m dyp. Nordøstre del av fjorden hadde mer sparsom vegetasjon, først og fremst på grunn av mer brådype strandområder og steinsubstrat. Gruntområdet utenfor Herøya i nordvest var helt uten vannvegetasjon. Substratet her er svært løst (M. Olsen, pers. medd.). Dette, samt høye konsentrasjoner av tungmetaller, er nok årsaken til manglende vegetasjon i dette området.

Vannvegetasjonen var dominert av «ferskvannsarter», dels arter som er vanlig forekommende i mange typer ferskvann og dels av arter som er forholdsvis sjeldne. De viktigste artene var langskuddsplantene *Elodea canadensis* (vasspest) og *Potamogeton crispus* (krustjønnaks), samt kransalgen *Chara virgata* (skjørkrans) (tabell 6). Den eneste av de registrerte artene som har brakkvann som sitt hovedhabitat er *Zannichellia palustre* (vasskrans). Dette er en rødlisteart og bare driveksemlarer ble registrert i Gunneklevfjorden. Vi vet derfor ikke om den forekommer fastsittende i fjorden eller bare er kommet med drivet fra Skienselva eller Frierfjorden, hvor den tidligere er registrert (jfr. www.artsdatabanken.no).

Tabell 6. Vannvegetasjon i Gunneklevfjorden 2014. Forekomst: 1=sjelden, 2=spredt, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerer lokaliteten, +: driveksemlar.

Latinske navn	Norske navn	forekomst	kommentar
ISOETIDER			
<i>Elatine hydropiper</i>	korsevejblom	2-3	
<i>Eleocharis acicularis</i>	nålesivaks	3	
ELODEIDER			
<i>Ceratophyllum demersum</i>	hornblad	2-3	
<i>Elodea canadensis</i>	vasspest	4	Svartelistet art
<i>Myriophyllum alterniflorum</i>	tusenblad	3	
<i>Potamogeton alpinus</i>	rusttjønnaks	1	
<i>Potamogeton berchtoldii</i>	småtjønnaks	2-3	
<i>Potamogeton crispus</i>	krustjønnaks	4	
<i>Zannichellia palustris</i> ^{EN}	vasskrans	+	Rødlisteart: EN (sterkt truet).
NYMPHAEIDER			
<i>Nuphar lutea</i>	gul nøkkerose	2	
<i>Sparganium angustifolium</i>	flotgras	1	
KRANSALGER			
<i>Chara virgata</i>	skjørkrans	5	
<i>Nitella opaca</i>	mattglattkrans	3	
Totalt antall arter		13	

De artene som var vanligst i 2014 var de samme artene som ble fotografert i 2013 (se figur 6). Den gang hadde imidlertid flere arter bestander helt oppe i vannoverflata (M. Olsen, pers.medd.), noe som ikke ble registrert i 2014. Årsakene til variasjoner i bestandshøydene er ikke vurdert nærmere, men kan skyldes at registreringene ble foretatt på forskjellig tidspunkt i sesongen, at vannstandsforholdene var noe forskjellige, eventuelt endring i økologiske forhold.



Figur 6. Undervannsbilder fra Gunneklevfjorden 2013. Øverst til venstre: dominans av *Potamogeton crispus*. Øverst til høyre: *P. crispus*, med *Elodea canadensis* øverst i venstre hjørne og sannsynligvis *Chara virgata* som undervegetasjon. Nederst til venstre: *P. crispus* og *Chara virgata*. Nederst til høyre: dominans av *Potamogeton bertholdii*. Alle foto: Frithjof Moy.

3.4.2 Artsantall og økologisk tilstand

Artsantall

I Gunneklevfjorden ble det registrert 13 arter i vannvegetasjonen (tabell 6). I forhold til moderat kalkrike innsjøer av samme størrelse er dette noe lavt, men som brakkvannlokalitet er Gunneklevfjorden forholdsvis artsrik.

Økologisk tilstand

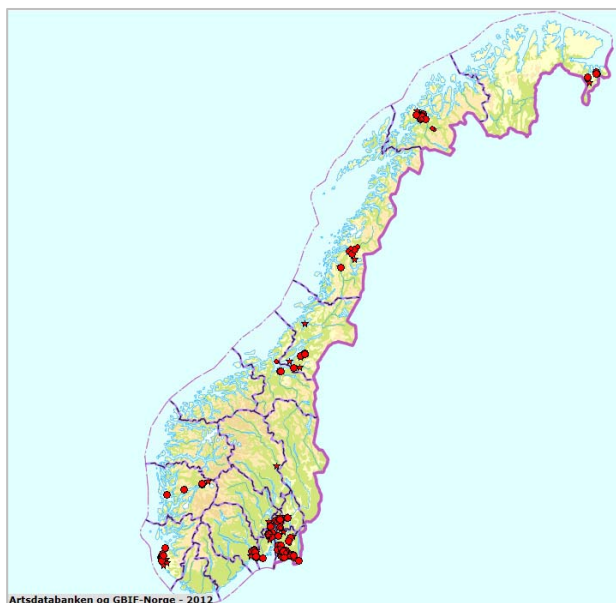
Basert på trofi-indeksen T_{IC} (utviklet for innsjøer, se kap. 3.2.2) kan økologisk tilstand for vannvegetasjonen karakteriseres som moderat i Gunneklevfjorden (T_{IC}=15). Det er imidlertid viktig å være klar over at vurderingene av de ulike artenes sensitivitet i forhold til eutrofiering er basert på data for ferskvann. Før man får utviklet indekser for brakkvann må man derfor legge mindre vekt på vurderingen av økologiske tilstand.

3.4.3 Rødlistearter og andre sjeldne arter

Det er registrert én rødlistearter i Gunneklevfjorden; *Zannichellia palustris*, sannsynligvis er dette underarten *Z. palustris* ssp. *polycarpa*. Hovedarten er regnet som sterkt truet (EN) i Norge, mens *Z. palustris* ssp.

polycarpa er regnet som kritisk truet (CR) (Kålås m.fl. 2010). *Zannichellia palustre* er en langskuddsplante. Den er regnet som kosmopolitt og finnes over hele landet, men med svært fragmentert utbredelse (figur 7).

Zannichellia palustre (inkludert begge underartene) er registrert på ca 85 lokaliteter i 14 fylker; hvorav de aller fleste (ca 70) er brakkvannlokaliteter. Imidlertid er de fleste registreringene i brakkvann gamle og de siste 30 årene er arten bare registrert i halvparten så mange lokaliteter. Arten er registrert på totalt 16 ferskvannlokaliteter (stilleflytende elver og innsjøer). Underarten *Z. palustris* ssp. *polycarpa* ser ut til å være sterkt knyttet til brakkvann, hvorav bare et fåtall registreringer de siste 30 år. Den er foreløpig bare registrert i én ferskvannforekomst; Skienselva ved Borgerstad (i 1880). *Z. palustris* ssp. *palustris* er registrert i både ferskvann og brakkvann.



Figur 7. Norsk utbredelse av *Zannichellia palustris* (inkl. begge underarter). Kartet er hentet fra Artskart (www.artsdatabanken.no) og inkluderer alle lokalitetene hvor arten er registrert, også de der det ikke foreligger gjenfunn.

Andre sjeldne arter som ble registrert i Gunneklevfjorden var *Potamogeton crispus*, *Elatine hydropiper* og *Ceratophyllum demersum*.

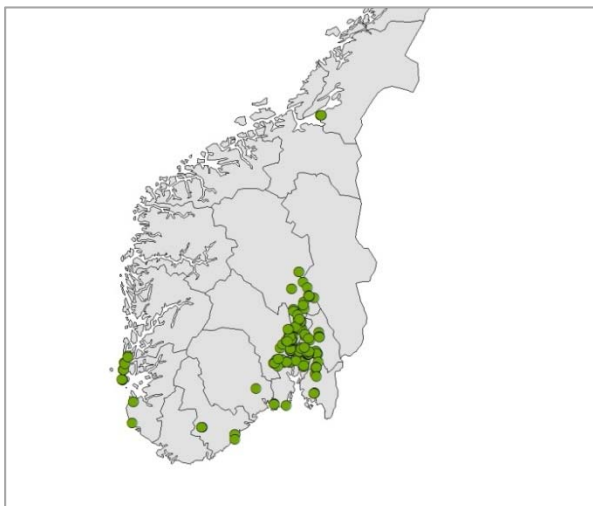
Potamogeton crispus er en langskuddsplante. Den har en begrenset utbredelse i Norge, og både her i landet (www.artsdatabanken.no) og i Sverige (www.slu.se/artdatabanken) ser den ut til å være sterkt knyttet til boreonemoral sone. Arten er registrert i ca. 55 vannforekomster med hovedutbredelse på Jæren. Den er tidligere bare registrert i 2 brakkvannlokaliteter, Gillsvatn (VA) og Rennesøy (RO). Arten antas å være tolerant overfor eutrofiering både i Norge og i andre land. Den ser imidlertid ut til å ha dårlig spredning, særlig på Østlandet. *P. crispus* er tidligere funnet i Skienselva oppstrøms Gunneklevfjorden.

Elatine hydropiper er en ettårig kortskuddsplante (pusleplante). Den har en spredt utbredelse i Norge, med hovedvekt på Østlandet. Den lever i vannkanten eller på grunt vann og finnes både i ferskvann og brakkvann, og er tidligere registrert i eller i nærheten av Gunneklevfjorden, samt i Skienselva og Frierfjorden ([www.artsdatabanken](http://www.artsdatabanken.no)).

Ceratophyllum demersum er en langskuddsplante. Den har forholdsvis begrenset utbredelse i Norge, med hovedforekomstene på Østlandet og Jæren (www.artsdatabanken.no). Arten er registrert i ca. 70 vannforekomster, først og fremst i ferskvann. Gullaugbukta og Linnestranda i Indre Drammensfjord er de eneste brakkvannforekomstene utenom Gunneklevfjorden hvor arten er registrert.

3.4.4 Svartelistede arter

Elodea canadensis er sjelden funnet i brakt vann, men ifølge Josefsson (2011) er den registrert i kunstige innhegninger i bukter både langs den svenske og den finske kysten av Bottenviken. Selv om *E. canadensis* ble funnet nederst i Drammenselva i 1983 (Mjelde og Hvoslef 1985b), er den ennå ikke registrert i Drammensfjorden (Haugen m.fl. 2009), hvor saltholdigheten i de øvre vannlagene i indre deler av fjorden kan variere mellom 0 og 5 promille gjennom året. Slike variasjoner i saltholdighet er sannsynligvis ugunstig for arten. Tidligere eksperimenter og undersøkelser viser at *E. canadensis* kan tåle saltholdighet opp mot 2,5 psu (bl.a. Luther 1951, Mjelde & Hvoslef 1985b, Sand-Jensen 2000). Saliniteten i Gunneklevfjorden er altså på grensa til hva arten kan tåle.



Figur 8. Lokalteter hvor vasspest (*Elodea canadensis*) er registrert (fra Mjelde m.fl. 2012).

3.4.5 Naturtyper og verdsetting

Vannvegetasjonen i Gunneklevfjorden havner innenfor naturtypen «ålegrasenger og andre undervannsenger» (DN 2007). Alle ålegras- eller undervannsenger som er større enn 0,1 km² anses som svært viktige (A). Vannvegetasjonen i Gunneklevfjorden dekker sannsynligvis et areal på denne størrelse eller mer og får derfor verdi A.

På grunn av den lave saliniteten kan vi karakterisere Gunneklevfjorden som en brakkvannsjø (naturtype i ferskvann med en viss salinitet). Verdsettingen av naturtyper i ferskvann er under revisjon, men foreløpig faktaark for naturtypen (Mjelde 2014a) foreslår en verdsetting basert på truede vegetasjonstyper og rødlistearter av vannvegetasjon (se tabell 7).

Tabell 7. Foreslått verdsetting for brakkvannsjøer (fra Mjelde 2014a). Rødlistekategorier: DD=datamangel, NT=nær truet, VU=sårbar, EN=sterkt truet, CR=kritisk truet (jfr. Kålås m.fl. 2010).

Parameter	Lav vekt	Middels vekt	Høy vekt
Vannvegetasjon:			
Truede vegetasjonstyper	1) <i>spredte</i> forekomster av en eller flere truede vegetasjonstyper og forekomst av NT/DD-arter	1) <i>små</i> bestander av en eller flere truede vegetasjonstyper og NT/DD-arter	1) <i>store</i> bestander av en eller flere truede vegetasjonstyper og NT/DD-arter
Rødlistearter	<u>ELLER</u> 2) <i>små</i> bestander av truede vegetasjonstyper uten rødlistearter	<u>ELLER</u> 2) <i>store</i> bestander av en eller flere truede vegetasjonstyper uten rødlistearter <u>ELLER</u> 3) ingen truede vegetasjonstyper, men VU-arter	<u>ELLER</u> 2) forekomst av EN/CR-arter

Retningslinjer for samlet verdi: Lokalt viktig (C): lav vekt av vannvegetasjon, Viktig (B): middels vekt av vannvegetasjon, Svært viktig (A): høy vekt av vannvegetasjon.

Den mest aktuelle truete vegetasjonstypen i brakkvann er Havgras/tjønnaks-undervannseng, med undertyper. Ved lav salinitet vil de truete vegetasjonstypene Kortskuddsstrand, rik utforming, Langskuddsvegetasjon, kalkrik tjønnaks-utforming, og Kransalge-sjøbunn, vanlig kransalge-utforming også være aktuelle (se nærmere omtale i kap. 2.4). Alle de nevnte vegetasjonstypene finnes i Gunneklevfjorden.

Det er usikkert om rødlistearten *Zannichellia palustris* er rotfast i Gunneklevfjorden eller kommer fra vassdraget oppstrøms (se kap. 3.4.1). Dersom vi antar at den vokser der vil Gunneklevfjorden bli vurdert som svært viktig (A) i henhold til foreløpig faktaark for «brakkvannssjøer» (Mjelde 2014a), på grunn av store bestander av en eller flere truete vegetasjonstyper og rødlistearter (jfr. tabell 7). Dersom rødlistearten ikke vokser der vil verdien bli viktig (B).

3.5 Sammenlikning med tilsvarende lokaliteter

Gunneklevfjorden er en brakkvannsvannforekomst med svært lav saltholdighet. Saliniteten er såpass lav at arter, som vanligvis er knyttet til ferskvann, har gode leveforhold her. Også den fremmede arten *Elodea canadensis*, som kan tåle salinitet opp til 2,5 psu, kan overleve her.

Foreløpige analyser av vannvegetasjon i brakkvannsområder generelt i Norge (se kap. 2.6.2) og diverse internasjonal litteratur har vist at forholdsvis mange arter av vannplanter kan overleve i områder med saltholdigheter opp til 2-2,5, særlig hvis saltholdigheten er forholdsvis stabil. Det betyr at så lenge saltholdigheten i Gunneklevfjorden er stabil på det nivå den er i dag, vil de registrerte artene kunne overleve her. En økning i saliniteten opp til f.eks. 5 psu vil sannsynligvis kunne redusere artsantallet betraktelig.

Salinitetsnivået er helt klart en av de viktigste bestemmende faktorene for forekomst av enkeltarter. For å vurdere hvor høyt artsantallet i Gunneklevfjorden er i forhold til andre brakkvannsvannforekomster, må vi sammenlikne med lokaliteter med tilsvarende lav salinitet. Pr i dag har vi nok data fra 5 brakkvannsvannlokaliteter i Norge med slik lav salinitet (tabell 8). På grunn av manglende undersøkelser av brakkvann vet vi ikke om dette er de eneste av denne type i Norge.

Sammenliknet med øvrige lokaliteter med tilsvarende lav salinitet har Gunneklevfjorden et forholdsvis høyt artsantall, men færre rødlistearter. Bare Indre Drammensfjorden har flere arter, men dette skyldes nok at Drammensfjorden har et mye større areal enn Gunneklevfjorden. Gunneklevfjorden har imidlertid bare én (eller ingen) rødlistearter. De øvrige lokalitetene i denne sammenlikningen har 2 eller flere rødlistearter.

Ingen typiske brakkvannsvannarter, unntatt *Zannichellia palustris*, er registrert i Gunneklevfjorden. Dette kan tyde på at spredningsenheter til Gunneklevfjorden først og fremst kommer fra ferskvann (Skienselva), og ikke fra fjordområdene utenfor.

Tabell 8. Totalt antall arter og antall rødlistearter i Gunneklevfjorden sammenliknet med tilsvarende lokaliteter.

Lokalitet	fylke	salinitet		tot.ant.		referanser
		psu	arter	RL-arter	arter	
Gunneklevfjorden	TE	2	13	(1)		foreliggende rapport
Indre Drammensfjorden	BU	1-2	23	5		Mjelde og Hvoslef 1985a, Edvardsen 2014
Gaustadvågen	MR	2,2	9	2		Mjelde 2014b
Gillsvatn	VA	0,8	9	3		Gitmark 2006
Dam på Tromlingane	AA	1	6	4		Mjelde m.fl. (upubl. notat)

4. Litteratur

- Direktoratsgruppa 2013. Veileder 02:2013 Klassifisering av miljøtilstand i vann.
- DN 2007. Kartlegging av marint biologisk mangfold. DN håndbok 19-2001. Revidert i 2007. Direktoratet for naturforvaltning.
- Edvardsen, H. 2014. Registrering av vannvegetasjon ved Engersand havn Syd – naturmangfold – badeplass. Notat 8. september 2014.
- Elven, R. og Johansen, V. 1983. Havstrand i Finnmark. Flora, vegetasjon og botaniske verneverdier. Miljøverndepartementets rapport T-541. 357 s.
- Elven, R., Alm, T., Edvardsen, H., Fjelland, M., Fredriksen, K.E. og Johansen, V. 1988. Botaniske verdier på havstrender i Nordland. B. Beskrivelser for regionene Nord-Helgeland og Salten. Økoforsk rapport 1988: 2B. 418 s.
- Fremstad, E. 1997. Vegetasjonstyper i Norge. NINA temahefte 12: 1-279.
- Fremstad, E. & Moen, A. (red.) 2001. Truete vegetasjonstyper i Norge. – NTNU Vitenskapsmuseet Rapp. Bot. Ser. 2001-4: 1-231.
- Gitmark, J. 2006. Den bentiske algevegetasjonen i Drangsvann, en brakkvannlokalitet ved Kristiansand, Vest-Agder. Masteroppgave, Universitetet i Oslo.
- Haller, W.T.; Sutton, D.L.; Barlowe, W.C. 1974. Effects of salinity on growth of several aquatic macrophytes. Ecology, 55 (4): 891-894.
- Haugen, T. O., E. Lund, T. Bækken, M. Mjelde, og K. Nordling. 2009. Biologisk undersøkelse av indre Drammensfjord -med spesielt fokus på gruntvannsområdene. NIVA-rapport lnr 5798.
- James, K.R., Cant, B. & Ryan, T. 2003. Responses of freshwater biota to rising salinity levels and implications for saline water management: a review. Australian Journal of Botany 51:703-713.
- Josefsson, M. 2011. NOBANIS - Invasive Species Fact Sheet – *Elodea canadensis*, *Elodea nuttallii* and *Elodea callitrichoides* – NOBANIS www.nobanis.org,
- Kålås, J.A., Viken, Å., Henriksen, S og Skjeseth, S. (red.) 2010. Norsk rødliste for arter 2010. Artsdatabanken, Norge.
- Langangen, A. 2007. Kransalger og deres forekomst i Norge. Saeculum Forlag, Oslo.
- Lid, J. & Lid, D.T. 2005. Norsk flora. Det Norske Samlaget. 6. utg. ved Reidar Elven.
- Lindgaard, A. og Henriksen, S. (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim.
- Lundberg, A. og Rydgren, K. 1994. Havstrand på Sørlandet. Regionale trekk og botaniske verider. NINA Forskningsrapport 59: 1-127.
- Luther, H. 1951. Verbreitung und ökologie der höheren Wasserpflanzen im Brackwasser. II. Spezieller Teil. – Acta bot. fenn. 50:1-370.

- Martin, A., Carvalho, L. & Downie, A.J. 2002. Rare charophytes in Schotland's coastal saline lagoons. *Botanical Journal of Schotland* 54 (1): 23-35.
- 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. 2011. Ferskvann. – I: Lindgaard, A. og Henriksen, S. (red.) 2011. Norsk rødliste for naturtyper 2011. Artsdatabanken, Trondheim.
- Mjelde, M. 2013. Vannplanter. I: Direktoratgruppen 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013.
- Mjelde 2014a. Faktaark: Brakkvannssjø. Revidert veileder for kartlegging, verdisetting og forvaltning av naturtyper på land og i ferskvann. Utkast pr. 30.11.2014 (upubl.).
- Mjelde, M. 2014b. Vannvegetasjon i Sjøvågen og Gaustadvågen, Møre og Romsdal. NIVA-rapport lnr. 6742.
- Mjelde, M., Berge, D., Edvardsen, H. 2012. Kunnskapsgrunnlag for handlingsplan mot vasspest (*Elodea canadensis*) og smal vasspest (*Elodea nuttallii*) i Norge. NIVA-rapport 6416-2012.
- Mjelde, M., Hvoslef, S. 1985a. Undersøkelser i Drammensfjorden 1982-84. Delrapport: Høyere vegetasjon. NIVA-rapport lnr. 1818.
- Mjelde, M., Hvoslef, S. 1985b. Undersøkelser i Drammenselva 1982-84. Fagrapport: Høyere vegetasjon. NIVA-rapport lnr. 1766.
- Often, A. 2006. Skruhavgras *Ruppia cirrhosa* i Oslo og Akershus. *Firbladet* 19 (2): 8-10.
- Olsen, M. 2014. Naturtyper i Gunneklevfjorden. Delrapport fra Aktivitet 1. Beslutningsgrunnlag og tiltaksplan for forurensede sedimenter i Gunneklevfjorden. NIVA-rapport lnr. 6675-2014
- Olsen, M., Schaanning, M., Næs, Kristoffer, Eek, E. 2014. Underlag tfor beslutning og tiltaksplan mot forurensede sedimenter i Gunneklevfjorden. Gjennomføring av aktiviteter i 2014-2015, med tilhørende budsjett og justert framdriftsplan. NIVA-brev 2.5.2014, jnr. 0323/14, saksnr. O-12354.
- Ottesen, P., Bækken, T., Aagaard, K. 2001. Fjærmygg ved Gunneklevfjorden – problemer og mulige årsaker. Rapport for Porsgrunn kommune, Miljørettet helsevern. Statens institutt for folkehelse, rapport 11.10.2001.
- Remane, A. 1934. Die Brackwasserfauna. *Zool. Anz.* 7 (Suppl): 34-74.
- Sand-Jensen, K. 2000. An introduced vascular plant – the Canadian waterweed (*Elodea canadensis*). In: Weidema, I. (ed.). 2000 Introduced species in the Nordic countries. NordTema 2000:13 pp. 96-100.
- Schubert, H. & Blindow, I. (eds.) 2003. Charophytes og the Baltic Sea. The Baltic Marine Biologists Publication No. 19. Alfried Krupp von Bohlen und Halbach-Stiftung.
- Skei, J. 1989. Miljøgifter i Gunneklevfjorden. Oppsummering. NIVA-rapport lnr 2198.
- Twilley, R.R. & Barko, J.W. 1990. The Growth of Submerged Macrophytes under experimental Salinity and Light Conditions. *Estuaries* 13(3): 311-321.

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