



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

Testing av ålegras for sjukeorganismar

NIBIO RAPPORT | VOL. 10 | NR. 87 | 2024



Martin Pettersson, May Bente Brurberg & Venche Talgø

Divisjon for Bioteknologi og Plantehele

TITTEL/TITLE

Testing av ålegras for sjukdomsorganismer
Testing eelgrass for presence of disease-causing organisms

FORFATTER(E)/AUTHOR(S)

Martin Pettersson, May Bente Brurberg & Venche Talgø

DATO/DATE:	RAPPORT NR./ REPORT NO.:	TILGJENGELIGHET/AVAILABILITY:	PROSJEKTNR./PROJECT NO.:	SAKSNR./ARCHIVE NO.:
22.08.2024	10/87/2024	Åpen	53874, 53962	24/00561, 24/00918
ISBN:		ISSN:	ANTALL SIDER/ NO. OF PAGES:	ANTALL VEDLEGG/ NO. OF APPENDICES:
978-82-17-03547-3		2464-1162	20	0

OPPDRAUGSGIVER/EMPLOYER:

NIVA

KONTAKTPERSON/CONTACT PERSON:

Kristina Øie Kvile

STIKKORD/KEYWORDS:

Zostera marina, skadegjørere, *Phytophthora*,
Halophytophthora, *Pythium*, akvatisk miljø,
Oslofjorden

Zostera marina, plant pathogens, *Phytophthora*,
Halophytophthora, *Pythium*, aquatic
environment, the Oslofjord

FAGOMRÅDE/FIELD OF WORK:

Plantesjukdommer

Plant diseases

SAMMENDRAG:

Ålegras (*Zostera marina*) er en blomstrende undervannsplante som danner store enger på bunnen mange steder langs norskekysten. Ålegras spiller en nøkkelrolle i akvatiske økosystemer langs kysten, og mange arter er helt avhengig av habitatet ålegraset tilbyr. Dessverre er mange ålegraspopulasjoner i kraftig tilbakegang i Norge og verden forøvrig, og derfor pågår flere restaureringsprosjekter. Det er da viktig å bruke plantemateriale fra friske ålegrasenger. I den forbindelse ble NIBIO bedt om å kontrollere ålegrasenger i Oslofjorden for skadegjørere innen artsgruppen oomyceter fordi det nylig er gjort funn av disse flere steder i Norge. I utgangspunktet gjaldt dette to ålegrasenger, men da de første engene ikke var friske, ble ytterligere fire enger undersøkt for skadegjørere, samt bunnsedimentet på to plasser der ålegraset etter planen skal transplanteres til. Denne rapporten inneholder resultatene fra disse undersøkelsene, samt tidligere funn i Norge og våre anbefalinger.



NIBIO

NORSK INSTITUTT FOR
BIOØKONOMI

LAND/COUNTRY: Norge
FYLKE/COUNTY: Viken
KOMMUNE/MUNICIPALITY: Ås
STED/LOKALITET: Ås

GODKJENT /APPROVED



BIRGITTE HENRIKSEN, AVDELINGSLEDER

PROSJEKTLEDER /PROJECT LEADER



MARTIN PETERSSON, FORSKER



Innhold

English summary	5
Testing eelgrass for presence of disease-causing organisms	5
1 Innledning.....	6
1.1 Bakgrunn.....	6
2 Metoder og materialer	9
2.1 Prøveuttak og analyser i mai 2024	9
2.2 Prøveuttak og analyser i juni 2024	9
3 Resultat og diskusjon.....	10
3.1 Symptomer på plantene	10
3.2 Bunnsламprøvene.....	10
3.3 Planteprøvene fra de tiltenke donorengene	10
4 Anbefalinger	17
5 Litteraturreferanse	18

English summary

Testing eelgrass for presence of disease-causing organisms

Eelgrass (*Zostera marina*) is a flowering aquatic plant that forms large meadows on the seabed at numerous locations along the entire Norwegian coast. Eelgrass plays a key role in coastal water ecosystems and many species are completely dependent on the habitat the eelgrass provides. Unfortunately, many eelgrass populations are in sharp decline in Norway and worldwide and therefore several restoration projects are ongoing or planned. It is important to use material from healthy meadows in order to succeed with restoration. Hence, NIBIO was asked to investigate eelgrass plants for presence of disease-causing oomycetes, particularly *Phytophthora* and *Halophytophthora*, which have recently been found in several eelgrass meadows in Norway. Initially, two eelgrass meadows were included in the investigation, but since they were both contaminated with oomycetes, four more meadows were examined, as well as the bottom sediments of the two places where the eelgrass is meant to be transplanted to.

The results of the investigations showed that the bottom sediments of the planned recipient fields were free of oomycetes. However, the eelgrass from all six intended donor-meadows were full of oomycetes, both oomycetes that are known from previous investigations as well as new species for this area. At the first two meadows, two *Phytophthora* species (*P. inundata* and *P. gemini*), a *Halophytophthora* sp. and a *H. sp. thermoambigua*-like were found. From the other four eelgrass meadows three *Phytophthora*-species (*P. chesapeakeensis*, *P. gemini* and *P. inundata*), two or more *Halophytophthora*-species (*H. lusitanica*, *H. sp. lusitanica*-like, *H. thermoambigua*, *H. sp. thermoambigua*-like and *Halophytophthora* sp.), a number of *Pythium*-species (*Py. flevoense*, *Py. grandisporangium*, *Py. myophilum*, *Py. sp. sulcatum*-like and *Pythium* sp.), and *Globisporangium cystogenes* were found.

Based on these results, we strongly recommend that no plants from any of the six intended donor-meadows that were examined in the Oslofjord in the summer of 2024 are used for restoration projects. They all carry oomycetes that could potentially prevent establishment at the intended sites for restoration.

1 Innledning

1.1 Bakgrunn

Ålegras - beskrivelse og sjukdomsstatus

Ålegras (*Zostera marina*) er en blomstrende undervannsplante med tykk, krypende underjordisk rotstengel (rhizom). Den horisontale rotstengelen har mange nodier (leddknuter) der den kan forgrene seg og sende ut nye røtter som forankrer den til bunnsedimentene, eller vertikale stilker som vokser opp og utvikler grønne blader og blomster (Figur 1). Det er noen centimeter mellom hvert nodium. Ålegraset danner nye rotskudd (lyst, ungt vev – se Figur 1B) i den ene enden samtidig som de dør i den andre enden (mørkt, eldre og råttent vev) (Figur 1C). De grønne bladene er 3-10 mm brede, båndlignende med avrundede spisser og kan bli over 1 m lange. Ålegras vokser på grunn sand- eller mudderbunn ned til 10 meters dyp regnet fra nedre tidevannssone, hvis vannet er klart.

Ålegras er vidt utbredt over den nordlige halvkule og vokser langs hele norskekysten på egnede lokaliteter. Ålegras kan danne store enger hvor røttene lager et sammenfiltret, tykt teppe på bunnen, noe som stabiliserer sediment, reduserer erosjon og gjør vannet klarere. Arten spiller en nøkkelrolle i kystøkosystemer. Bladene danner til sammen en «undervannsskog» som utgjør et svært viktig habitat for mange arter av fisk, reker, krabber, muslinger, grønnalger, sjøfugler m.m. Yngel av mange kommersielt og rekreasjonsmessig viktige fiskearter, som torsk og sjøørret, er ofte å finne blant de beskyttende ålegrasbladene. Ålegras binder også klimagassen karbondioksyd (CO₂). Ålegrasengene omtales ofte som havets «regnskog».

Ålegras er sensitivt for forstyrrelser som for eksempel eutrofiering (overgjødning), og regnes som en indikatorart som i noen tilfeller kan fortelle oss hvordan statusen i slike økosystemer er (Krause-Jensen mfl. 2008). I flere tiår har ålegraspopulasjoner vært på kraftig tilbakegang verden over (Orth mfl. 2006, Waycott mfl. 2009, Boström mfl. 2014). Det skyldes flere ulike faktorer som alle er forårsaket av mennesker, f.eks. forverret/dårlig vannkvalitet, ødeleggelse av leveområder og introduksjon av sjukdomsorganismer (patogener) (Boström mfl. 2014). Dårlig vannkvalitet skyldes forurensning (eutrofiering) etter avrenning og utslipp fra jordbruk, kloakk, fabrikker, båter m.m. og fører til blant annet periodevis algeoppblomstringer, som øker med økende havtemperaturer forårsaket av klimaendringer. Dette gir både økt turbiditet (mengde partikler i vannet) og sedimentering, som påvirker ålegrasbestandene negativt. Overfiske bidrar også til dårlig tilstand for ålegraset fordi næringskjeden blir ubalansert (Valentine & Duffy 2006). Fysiske inngrep som utbygging av havner, mudring o.a. går også utover ålegrasenger.

Ålegras kan bli rammet av diverse sjukdomsorganismer. På 1930-tallet skjedde en dramatisk, storskala tilbakegang av ålegrasbestandene i Nord-Atlanteren (Muehlstein mfl. 1989). Over 90 % av ålegraset døde av det som ble kalt «wasting disease», og årsaken ble fastslått til angrep av *Labyrinthula zosterae* (Muehlstein mfl. 1991), en art i det gule riket (Chromista) som inkluderer kiselalger, brunalger og oomyceter. Gjenstående ålegraspopulasjoner ser ut til å kunne sameksistere med *L. zosterae* da den er funnet som epifytt, dvs. den kan isoleres fra grønt, tilsynelatende friskt plantevev (Jakobsson-Thor mfl. 2018, 2020). På 2000- og 2010-tallet ble et antall *Phytophthora*- og *Halophytophthora*-arter knyttet til ålegras som var under tilbakegang (Govers mfl. 2016). Slekten *Phytophthora* består hovedsakelig av plantepatogene arter, og de fleste er kjent fra skader de forårsaker på landbaserte planter, både med ødeleggelse av landbruksavlinger og skader på skjøre økosystemer (Jung mfl. 2018). *Halophytophthora* er en akvatisk slektning av *Phytophthora*, og de deler mange egenskaper, både når det gjelder livsstil og rent morfologisk. Arter av *Halophytophthora* er oftest beskrevet som saprofytter (organismer som lever av dødt materiale), mens *Phytophthora*-arter for det meste regnes som patogener. Ny forskning tyder derimot på at begge slektene kan være involvert i tilbakegangen av ålegras (*Zostera marina*), som fortsatt skjer i mange områder verden over (Man in 't Veld mfl. 2011, 2019; Govers mfl. 2016, Maia mfl. 2022).

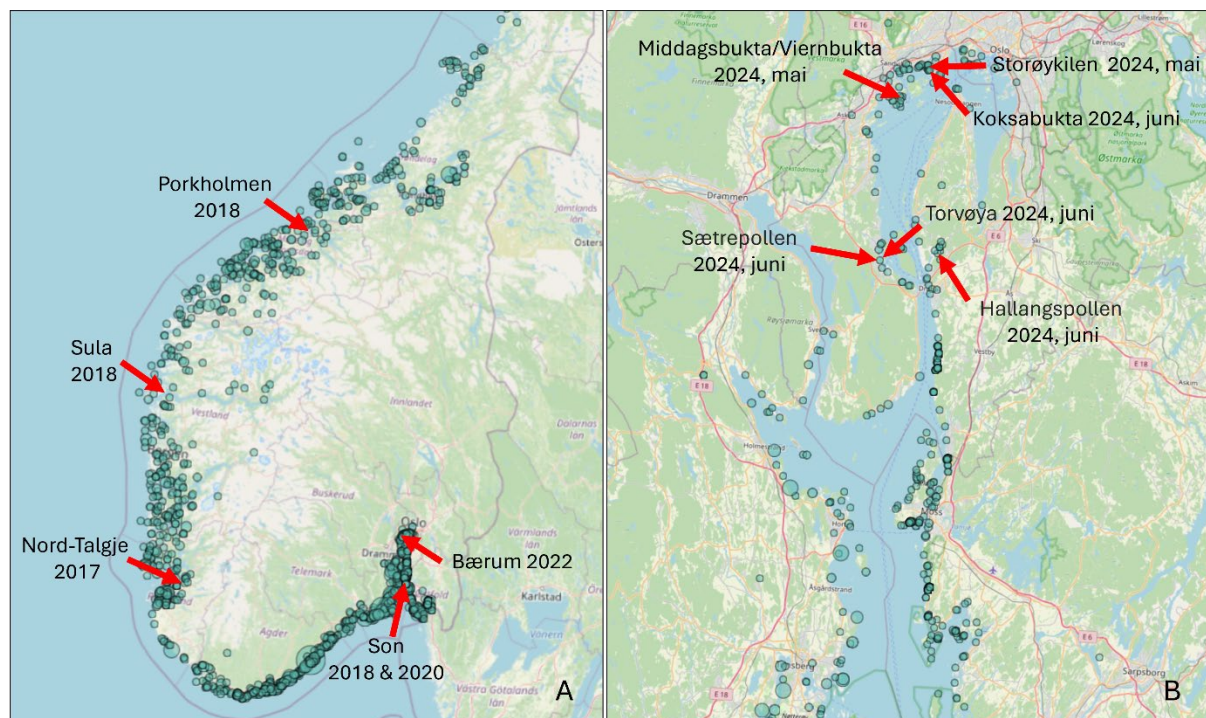
På grunn av den dårlige tilstanden til ålegras, pågår restaureringsprosjekt i flere land. Restaurering er mulig ved å bruke frø eller flytte hele planter med rotstengel. Dessverre er restaureringssuksessen ganske lav (Cronau mfl. 2023). Flytting av hele planter ser ut til å fungere bedre enn frø (Cronau mfl. 2023). Restaurering i Norge er i testfasen. Det er viktig er å bruke plantemateriale fra friske ålegrasenger. NIBIO har nylig påvist tre *Halophytophthora*- og tre *Phytophthora*-arter på ålegras ved lokaliteter langs kysten i Sør-Norge (Tabell 1; Figur 2A) (Talgø mfl. 2022 & 2024), og ble derfor kontaktet for å undersøke ålegrasenger for skadegjørere i forbindelse med et prosjekt der det skal plantes ut ålegras i indre Oslofjord.



Figur 1. Ålegras (*Zostera marina*) fra Koksabukta (Bærum) i Oslofjorden tatt ut i juni 2024. Disse var noen av de siste plantene som ble analysert for tilstedeværelse av oomyceter. Bildene ble tatt syv dager etter at de ble fisket opp, samtidig som prosessen med isolering av oomyceter ble startet opp. I mellomtiden ble de oppbevart på kjølerom; A - grønne blader, rotstengler og finrøtter fra tre av fem planter som inngikk i den siste prøven (12/24-60); B - langsgående snitt gjennom ung rotstengel som viser rødlig utside og mer lyst, rødaktig vev innvendig. C - langsgående snitt gjennom eldre rotstengel med mørkt (svart) vev utvendig og mørkt, rødbrunt vev innvendig. Foto: Martin Pettersson

Tabell 1. Uttakssted og arter av *Phytophthora* (*P*) og *Halophytophthora* (*H*) isolert fra blad, rotstengel og/eller finrøtter av ålegras (*Zostera marina*) langs kysten i Sør- og Midt-Norge i perioden 2017-2022 (- = ingen funn).

Lokalitet	År	Plantedel(er) undersøkt	Art (isolert fra plantedel)
Nord-Talgje	2017	blad	-
Son	2018	blad	<i>H. avicennae</i> (blad)
Son, Sula og Porkholmen	2018	blad	<i>H. lusitana</i> (blad)
Son, Sula og Porkholmen	2018	blad	<i>H. lateralis</i> (blad)
Son	2020	blad, rotstengel, finrøtter	<i>P. chesapeakensis</i> (rotstengel & finrøtter)
Son	2020	blad, rotstengel, finrøtter	<i>P. gemini</i> (finrøtter)
Son	2020	blad, rotstengel, finrøtter	<i>P. inundata</i> (finrøtter)
Bærum	2022	blad, rotstengel, finrøtter	-



Figur 2. Utbredelse av ålegras (*Zostera marina*) langs kysten i Sør- og Midt-Norge, indikert med grønne dotter (fra Artsdatabanken). Lokaliteter hvor prøver av ålegras ble undersøkt for sjukeorganismer er indikert med røde piler. A - perioden 2017-2022; B – 2024 i Oslofjorden.

2 Metoder og materialer

2.1 Prøveuttak og analyser i mai 2024

Den 14. mai (vindstille og sol) ble ålegras tatt opp fra to tiltenkte donor-enger i Oslofjorden. Dykkere plukket opp ålegras med rotstengel [pluss en prøve av småhavgras (*Ruppia maritima*)] fra en eng ved Storøykilen (1-1.5 m dypt, 19 °C vanntemperatur) og en eng ved Middagsbukta/Viernbukta (1.5-2 m dypt, 17 °C). Det ble tatt ut 20 prøver fra hver av engene. En prøve inkluderte fem planter med blad og rotstengler. Plantene ble skyllet rene for bunnslam i sjøvannet. Det var ikke mulig å fokusere på planter med symptomer på bladene da ålegraset var dekket med kiselalger og/eller lurv (trådaktige alger). Kiselalger og lurv ble fjernet i vannet ved å stryke forsiktig over bladene før plantene ble tatt opp i båten, pakket i plastposer, merket med prøvenummer og lagt i kjølebokser.

I laboratoriet til NIBIO ble små biter fra blad, rotstengler og finrøtter skåret ut og lagt på det kunstige vekstmediumet CMA-PARPH (Corn Meal Agar tilsatt antibiotika). CMA-PARPH er en selektiv agar for *Phytophthora* som også fungerer for *Halophytophthora*. Hvis det var sjukdomssymptomer på plantene ble det skjært ut vevsbiter fra overgangen mellom friskt og sjukt vev, ellers ble tilfeldige stykker kuttet ut fra tilsynelatende sunne partier (dette gjaldt hovedsakelig de grønne bladene). Isolasjonsprosessen tok to dager (15-16 mai). Over en periode på to uker ble skålene sjekket for vekst av hyfer eller mycel. Mer enn halvparten av prøvene hadde hyfer som lignet på *Phytophthora*. Partier fra hyfeveksten ble overført og rendyrket på CV8 agar (Clarified V8 juice agar). For hver prøve ble det gjort et utvalg av skåler der veksten hadde ulik utseende (morfologi). Disse kulturene fikk isolatnummer og ble identifisert til art ved hjelp av DNA-analyse (sekvensering av ITS fra ribosomalt DNA-område).

2.2 Prøveuttak og analyser i juni 2024

Da det i de to undersøkte donor-engene Storøykilen og Middagsbukta/Viernbukta ble påvist både *Phytophthora* og *Halophytophthora*, ble den planlagte flyttinga av ålegraset i juni 2024 avlyst. I stedet ble det den 18. juni tatt opp sediment-prøver fra de to lokalitetene, Gressholmen og Frognerkilen, hvor ålegraset etter planen skulle plantes. Bunnslammet ble tatt opp ved bruk av et sedimentrør (~3 dl) som ble stukket ned til 15 cm i sedimentet på fem forskjellige steder. Disse utgjorde en samleprøve fra hver lokalitet. De to samleprøvene ble rørt ut i deionisert vann den 19. juni og inkubert over natta for bunnfelling av partikler. Dagen etter ble unge blad fra rododendron (*Rhododendron* 'Cunningham white') og bøk (*Fagus sylvatica*) lagt på vannoverflata med undersida ned. Slike blader vil fange opp eventuelle svermesporer fra oomyceter hvis de er til stede.

I tillegg til sedimentprøvene ble det den 19. og 20. juni undersøkt ålegras fra fire nye tiltenkte donor-enger i Oslofjorden (Figur 2). Den 19. juni var det sol og en del vind da dykkerne plukket opp ålegras med rotstengler (pluss en prøve av småhavgras) fra Sætrepollen (1.5-2 m dypt, 18 °C), Torvøya (2-2.5 m dypt, 17 °C) og Hallangspollen (1.5-2 m dypt, 19 °C). Den 20. juni (sol) ble ålegras tatt opp fra Koksabukta (1.3-2 m dypt, 19 °C). Det ble denne gangen tatt 15 prøver fra hver eng, der en prøve inkluderte fem planter. Ålegraset var denne gangen ikke dekket med kiselalger eller lurv. Derfor kunne plantene enkelt skylles rene for bunnslam i sjøvannet før merking og pakking i kjølebokser. Det var denne gang heller ikke mulig å fokusere på planter med symptomer på bladene da det var dårlig sikt (maks 0,5 m den 19. juni).

Denne gangen tok det en hel uke at få isolert fra alle prøvene (21-27 juni). Det kunstige vekstmediumet var denne gangen selektiv CV8-PARP med 50 % sjøvann [Clarified V8 Juice Agar (basert på åtte grønnsaker) med tillegg av antibiotika]. CV8-PARP med 50 % sjøvann er en modifisert versjon av det mediet som ble brukt i mai for å la et bredere spekter av akvatiske oomyceter vokse ut. Utveksten ble rendyrket på CV8 med 50 % sjøvann, og et utvalg av skåler basert på forskjellig morfologi ble gjort for hver prøve. Disse fikk som sist isolatnummer og ble identifisert til art ved hjelp av DNA-analyse.

3 Resultat og diskusjon

3.1 Symptomer på plantene

Majoriteten av ålegraset hadde grønne, tilsynelatende friske blader, men det var nesten alltid noen blader med symptomer i form av mørke flekker eller brune blader med dødt vev fra de fem plantene i hver prøve (Figur 3). Det var også noen finrøtter med brune rotspisser, og til lengre bak på rotstengelen dess mørkere ble vevet (jf. Figur 1B). For mange av plantene manglet den eldre mørke delen av rotstengelen. Dykkerne som plukket opp ålegraset ved å ta tak i blad og rotstengel, sa at det var vanskelig å få med seg hele rotstengelen. Rotstenglene var sprø og brakk veldig lett, så det som ofte skjedde var at den eldre delen av stengelen ble igjen på bunnen. Spesielt vanskelig var det i Hallangspollen.

3.2 Bunnslamprøvene

Bunnslamsprøvene som ble tatt opp fra Gressholmen og Frognerkilen var frie for oomyceter, hvilket ikke er helt uventet da bunnen manglet vegetasjon som eventuelle patogener kunne angripe.

3.3 Planteprøvene fra de tiltenke donorengene

Det ble funnet oomyceter fra alle ålegrasengene. Fra prøveuttaket i mai der det ble brukt CMA-PARPH vekstmedium, ble det funnet to *Phytophthora*-arter, *P. inundata* og *P. gemini*, samt *Halophytophthora* sp. og *H. sp. thermoambigua*-like (Tabell 2). Det var utvekst av oomyceter fra 24 av 40 prøver (60%). Det var betydelig mer utvekst fra ålegraset fra Storøykilen (90%) enn ålegraset fra Viernbukta/Middagsbukta (30%). Majoriteten av utveksten var fra rotstengler [19 av 40 prøver (47,5%)] og finrøtter [10 av 40 prøver (25%)], og bare 2 av 40 (5%) fra blad.

Fra prøveuttaket i juni, der det ble brukt CV8-PARP med 50 % sjøvann, ble det funnet tre *Phytophthora*-arter (*P. chesapeakeensis*, *P. gemini* og *P. inundata*), noen arter av *Halophytophthora* (*H. lusitanica*, *H. sp. lusitanica*-like, *H. thermoambigua*, *H. sp. thermoambigua*-like og *Halophytophthora* sp.), noen arter av *Pythium* (*Py. flevoense*, *Py. grandisporangium*, *Py. myophilum*, *Py. sp. sulcatum*-like og *Pythium* sp.), samt *Globisporangium cystogenes* (Tabell 3). Mest sannsynlig var det endringen i vekstmedium som gav utvekst fra en større andel av prøvene samt andre slekter (*Pythium* og *Globisporangium*) enn ved første isolering. Det er svært lite forskning og kunnskap om akvatiske *Pythium*-arter, men vi vet at *Pythium* og *Globisporangium* er utbredt i hele verden, som *Phytophthora*. Det er beskrevet rundt 200 arter av *Pythium* (Uzuhashi mfl. 2010), og generelt er de plantepatogener, noen mer nekrotrofiske (dvs. dreper vertsceller for å få næringsstoffer) og andre mer opportunistiske (dvs. forårsaker vanligvis ikke sykdom dersom plantene ikke er stresset). Mange *Pythium*-arter har et bredt vertsplantespekter, men noen arter er vertsspesifikke. *Pythium*- og *Globisporangium*-arter er ikke spesielt aggressive på treaktige planter, men er et betydelig større problem på urteaktige planter, ikke minst i veksthuskulturer.

Totalt var det vekst av oomyceter fra alle 60 prøver tatt i juni. Representasjonen av oomycet-arter var ganske lik mellom de forskjellige ålegrasengene (Tabell 3). Utveksten fra rotstengler var for juni på 41 av 60 prøver (68,3%), fra finrøtter på 49 av 60 prøver (81,6%) og fra blad på 14 av 60 prøver (23,3%).

Tabell 2. Arter av *Phytophthora* (*P*) og *Halophytophthora* (*H*) isolert fra blader, rotstengler og finrøtter av ålegras (*Zostera marina*) fra to enger i Oslofjorden, Storøykilen (Bærum) og Viernbukta/Middagsbukta (Asker) i mai 2024 [prøve nr. 7/24-20 var fra både ålegras og småhavgras (*Ruppia maritima*)].

Prøve nr. 7/24-	Lokalitet	Vann temp (°C)	Vanndybde (m)	Plantedel ¹	Oomycetes-art ²
1	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	rotstengel, finrøtter	<i>P. inundata</i> , <i>P. gemini</i>
2	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	rotstengel	<i>P. inundata</i>
3	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	rotstengel	<i>P. inundata</i>
4	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	blad, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>P. gemini</i>
5	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	finrøtter	<i>P. inundata</i>
6	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	finrøtter, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>H. sp. thermoambigua</i> -like
7	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	rotstengel	<i>P. inundata</i>
8	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	finrøtter, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>P. gemini</i>
9	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	rotstengel	<i>P. inundata</i>
10	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	rotstengel	<i>P. inundata</i>
11	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	finrøtter, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>P. gemini</i>
12	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	rotstengel, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>P. gemini</i>
13	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	rotstengel	<i>P. inundata</i>
14	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	rotstengel	<i>P. inundata</i>
15	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	rotstengel	<i>P. inundata</i>
16	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	finrøtter	<i>P. inundata</i>
17	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	-	-
18	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	-	-
19	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	finrøtter	<i>P. inundata</i>
20	Storøykilen (Bærum)	19	1-1,5	finrøtter (ålegras) [stengel av småhavgras]	<i>P. inundata</i> [<i>H. sp. thermoambigua</i> -like]
21	Viernbukta (Asker)	17	1,5-2	-	-
22	Viernbukta (Asker)	17	1,5-2	-	-
23	Viernbukta (Asker)	17	1,5-2	-	-

24	Viernbukta (Asker)	17	1,5-2	-	-
25	Viernbukta (Asker)	17	1,5-2	-	-
26	Viernbukta (Asker)	17	1,5-2	-	-
27	Viernbukta (Asker)	17	1,5-2	-	-
28	Viernbukta (Asker)	17	1,5-2	-	-
29	Viernbukta (Asker)	17	1,5-2	-	-
30	Viernbukta (Asker)	17	1,5-2	-	-
31	Viernbukta (Asker)	17	1,5-2	-	-
32	Viernbukta (Asker)	17	1,5-2	rotstengel	<i>P. inundata</i>
33	Middagsbukta (Asker)	17	2	finrøtter	<i>P. inundata</i>
34	Middagsbukta (Asker)	17	2	-	-
35	Middagsbukta (Asker)	17	2	finrøtter	<i>P. inundata</i>
36	Middagsbukta (Asker)	17	2	-	-
37	Middagsbukta (Asker)	17	2	-	-
38	Middagsbukta (Asker)	17	2	rotstengel	<i>P. inundata</i>
39	Middagsbukta (Asker)	17	2	rotstengel	<i>P. inundata</i>
40	Middagsbukta (Asker)	17	2	rotstengel, blad	<i>P. inundata</i> , <i>H. sp.</i>

¹ Plantedel der hyfer som lignet på *Phytophthora* vokste ut. (- = ingen utvokst fra rotstengel, finrøtter eller blad)

² Identifisert ved sekvensering av ITS rDNA. (- = ingen funn)

Tabell 3. Arter av *Phytophthora* (*P*), *Pythium* (*Py*) og *Halophytophthora* (*H*) isolert fra blad, rotstengel og finrøtter av ålegras (*Zostera marina*) fra fire enger i Oslofjorden, Sætrepollen nordvest (Asker), Torvøya-Killingholmen (Asker), Hallangspollen (Frogn) og Koksabukta (Bærum) i juni 2024 [prøve nr. 12/24-63 var fra småhavgras (*Ruppia maritima*)].

Prøve nr 12/24-	Lokalitet	Vann temp (°C)	Vann-dybde (m)	Plantedel ¹	Oomycetes-art ²
1	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	finrøtter, finrøtter	<i>Py. grandisporangium</i> , <i>P. inundata</i>
2	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	finrøtter, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>P. inundata</i>
3	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	blad, finrøtter, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>P. gemini</i> , <i>P. inundata</i>
4	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	finrøtter, rotstengel, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>H. sp.</i> , <i>Py. grandisporangium</i> , <i>P. inundata</i>
5	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	rotstengel, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>P. gemini</i>
6	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	blad, finrøtter, finrøtter	<i>Py. myophilum</i> , <i>Py. grandisporangium</i> , <i>P. inundata</i>
7	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	finrøtter, rotstengel	<i>P. gemini</i> , <i>P. inundata</i>
8	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	finrøtter, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>H. sp.</i>
9	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	finrøtter, finrøtter	<i>P. inundata</i> , <i>P. gemini</i>
10	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	blad, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>P. inundata</i>
11	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	blad, finrøtter, finrøtter	<i>H. sp.</i> , <i>P. gemini</i> , <i>P. inundata</i>
12	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	blad, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>P. inundata</i>
13	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	finrøtter, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>P. inundata</i>
14	Sætrepollen nordvest (Asker)	18	1.5-2	finrøtter	<i>P. inundata</i>
15	Sætrepollen nordvest (Asker)	17	2-2.5	blad, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>P. inundata</i>
16	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	finrøtter	<i>P. inundata</i>
17	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	rotstengel	<i>P. inundata</i>

18	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	finrøtter	<i>P. inundata</i>
19	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	finrøtter	<i>P. inundata</i>
20	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	finrøtter, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>H. sp. lusitanica</i> -like
21	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	finrøtter, rotstengel	<i>H. sp. lusitanica</i> -like, <i>P. inundata</i>
22	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	blad, finrøtter, rotstengel	<i>Py. grandisporangium</i> , <i>H. lusitanica</i> , <i>P. inundata</i>
23	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	finrøtter, rotstengel	<i>H. thermoambigua</i> , <i>P. inundata</i>
24	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	finrøtter, rotstengel	<i>Py. sp.</i> , <i>P. inundata</i>
25	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	rotstengel, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>P. inundata</i>
26	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	finrøtter, finrøtter	<i>Py. grandisporangium</i> , <i>P. inundata</i>
27	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	finrøtter	<i>P. inundata</i>
28	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	blad, finrøtter, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>Py. sp.</i> , <i>P. inundata</i>
29	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	rotstengel	<i>P. inundata</i>
30	Torvøya-Killinghomen (Asker)	17	2-2.5	finrøtter, rotstengel	<i>H. sp. lusitanica</i> -like, <i>P. inundata</i>
31	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	blad, finrøtter, finrøtter, finrøtter, rotstengel, rotstengel, rotstengel	<i>Py. sp.</i> , <i>Py. sp.</i> , <i>P. chesapeakeensis</i> , <i>H. sp. lusitanica</i> -like, <i>Py. sp.</i> , <i>P. inundata</i> , <i>Globisporangium cystogenes</i>
32	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	blad, finrøtter, rotstengel	<i>P. chesapeakeensis</i> , <i>Py. grandisporangium</i> , <i>P. chesapeakeensis</i>
33	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	finrøtter, finrøtter, rotstengel	<i>P. chesapeakeensis</i> , <i>Py. sp.</i> , <i>Py. sp.</i>
34	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	(seed), rotstengel	<i>Py. sp.</i> , <i>Py. sp.</i>
35	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	(seed), blad, finrøtter, rotstengel	<i>Py. sp.</i> , <i>Py. sp.</i> , <i>Py. grandisporangium</i> , <i>P. inundata</i>
36	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	finrøtter, rotstengel, rotstengel	<i>Py. grandisporangium</i> , <i>P. gemini</i> , <i>Py. sp.</i>

37	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	finrøtter, finrøtter, rotstengel, rotstengel, rotstengel	<i>Py. grandisporangium</i> , <i>P. chesapeakeensis</i> , <i>Py. grandisporangium</i> , <i>P. inundata</i> , <i>Py. sp.</i>
38	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	finrøtter	<i>P. inundata</i>
39	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	finrøtter, finrøtter	<i>P. gemini</i> , <i>P. chesapeakeensis</i>
40	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	finrøtter	<i>P. gemini</i>
41	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	finrøtter, rotstengel, rotstengel	<i>Py. flevoense</i> , <i>P. inundata</i> , <i>P. chesapeakeensis</i>
42	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	rotstengel	<i>P. gemini</i>
43	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	rotstengel	<i>P. gemini</i>
44	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	finrøtter, rotstengel	<i>Py. flevoense</i> , <i>P. inundata</i>
45	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	finrøtter	<i>Py. sp. sulcatum</i> -like
46	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	finrøtter, finrøtter, finrøtter, rotstengel, rotstengel	<i>P. gemini</i> , <i>Py. grandisporangium</i> , <i>H. sp. lusitanica</i> -like, <i>P. inundata</i> , <i>H. sp. lusitanica</i> -like
47	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	finrøtter, finrøtter, rotstengel	<i>Py. grandisporangium</i> , <i>Py. sp.</i> , <i>P. gemini</i>
48	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	blad, finrøtter, finrøtter	<i>H. sp. lusitanica</i> -like, <i>H. sp. lusitanica</i> - like, <i>Py. grandisporangium</i>
49	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	rotstengel, rotstengel, rotstengel	<i>P. gemini</i> , <i>H. sp. lusitanica</i> -like, <i>P. inundata</i>
50	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	finrøtter	<i>Py. grandisporangium</i>
51	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	finrøtter, finrøtter, rotstengel, rotstengel	<i>Py. grandisporangium</i> , <i>P. gemini</i> , <i>P. inundata</i> , <i>H. sp. lusitanica</i> -like
52	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	blad, finrøtter, rotstengel, rotstengel	<i>H. sp. lusitanica</i> -like, <i>Py.</i> <i>grandisporangium</i> , <i>P. inundata</i> , <i>Py. grandisporangium</i> , <i>H. sp.</i>
53	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	blad, finrøtter, finrøtter, finrøtter	<i>Py. sp.</i> , <i>P. inundata</i> , <i>P. gemini</i> , <i>Py. grandisporangium</i>
54	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	finrøtter, finrøtter	<i>H. sp. lusitanica</i> -like, <i>Py.</i> <i>grandisporangium</i>
55	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	finrøtter, finrøtter, rotstengel	<i>H. sp. lusitanica</i> -like, <i>Py.</i> <i>grandisporangium</i> , <i>P. gemini</i>
56	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	finrøtter, finrøtter, finrøtter, rotstengel	<i>P. gemini</i> , <i>P. inundata</i> , <i>Py.</i> <i>grandisporangium</i> , <i>H. sp. lusitanica</i> -like
57	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	blad, finrøtter, finrøtter, rotstengel	<i>P. gemini</i> , <i>P. gemini</i> , <i>Py.</i> <i>grandisporangium</i> , <i>P. inundata</i>

58	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	finrøtter, rotstengel, rotstengel	<i>Py. grandisporangium</i> , <i>P. inundata</i> , <i>H. sp. lusitanica</i> -like
59	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	finrøtter, finrøtter, finrøtter, rotstengel	<i>P. inundata</i> , <i>Py. grandisporangium</i> , <i>H. sp. lusitanica</i> -like, <i>H. sp. lusitanica</i> -like
60	Koksabukta (Bærum)	19	1.3-2	finrøtter, finrøtter, finrøtter	<i>P. inundata</i> , <i>Py. sp.</i> , <i>Py. grandisporangium</i>
61	Gressholmen (Oslo)	-	1	[sediment]	-
62	Frognerkilen (Oslo)	-	1	[sediment]	-
63	Hallangspollen (Frogn)	19	1.5-2	[stengel av småhavgras]	[<i>H. thermoambigua</i> , <i>H. sp. lusitanica</i> -like, <i>Py. sp. sulcatum</i> -like]

¹ Plantedel der hyfer som lignet på *Phytophthora* vokste ut.

² Identifisert ved sekvensering av ITS rDNA. (- = ingen funn).



Figur 3. Blad av ålegras (*Zostera marina*) med symptomer på mulig sjukdom. Bildet ble tatt syv dagers oppbevaring på kjølerom samtidig som isoleringsprosessen ble påbegynt.

4 Anbefalinger

Basert på resultatene som framkommet i denne rapporten, vil vi klart anbefale at det ikke brukes planter fra noen av de seks ålegrasengene som ble undersøkt i Oslofjorden i 2024. De bærer alle på smitte som potensielt kan hindre etablering ved de tiltenkte lokalitetene for restaurering. Både Gressholmen og Frognerkilen ser nemlig per i dag ut til å være frie for smitte, selv om man ikke kan utelukke at sporer av oomyceter finnes i vannet.

På land kjenner vi til at flere arter innen artsgruppen oomyceter er alvorlige plantepatogener, men vi vet lite om de marine artene. Det er derfor stort behov for mer forskning på arter innen både *Phytophthora*, *Halophytophthora* og *Pythium*. Deres rolle i marine økosystemer er uklar, og det er nødvendig å avklare deres skadepotensiale.

5 Litteraturreferanse

- Boström, C., Baden, S., Bockelmann, A. C., Dromph, K., Fredriksen, S., Gustafsson, C., ... & Rinde, E. (2014). Distribution, structure and function of Nordic eelgrass (*Zostera marina*) ecosystems: implications for coastal management and conservation. *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems*, 24(3), 410-434.
- Cronau, R. J., de Fouw, J., van Katwijk, M. M., Bouma, T. J., Heusinkveld, J. H., Hoeijmakers, D., ... & van der Heide, T. (2023). Seed-versus transplant-based eelgrass (*Zostera marina* L.) restoration success in a temperate marine lake. *Restoration Ecology*, 31(1), e13786.
- Govers, L. L., Man in 't Veld, W. A., Meffert, J. P., Bouma, T. J., van Rijswijk, P. C., Heusinkveld, J. H., ... & van der Heide, T. (2016). Marine *Phytophthora* species can hamper conservation and restoration of vegetated coastal ecosystems. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 283(1837), 20160812.
- Jakobsson-Thor, S., Toth, G. B., Brakel, J., Bockelmann, A. C., & Pavia, H. (2018). Seagrass wasting disease varies with salinity and depth in natural *Zostera marina* populations. *Marine Ecology Progress Series*, 587, 105-115.
- Jakobsson-Thor, S., Brakel, J., Toth, G. B., & Pavia, H. (2020). Complex interactions of temperature, light and tissue damage on seagrass wasting disease in *Zostera marina*. *Frontiers in Marine Science*, 7, 575183.
- Jung, T., Pérez-Sierra, A., Durán, A., Jung, M. H., Balci, Y., & Scanu, B. (2018). Canker and decline diseases caused by soil-and airborne *Phytophthora* species in forests and woodlands. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 40(1), 182-220.
- Krause-Jensen, D., Sagert, S., Schubert, H., & Boström, C. (2008). Empirical relationships linking distribution and abundance of marine vegetation to eutrophication. *Ecological Indicators*, 8(5), 515-529.
- Maia, C., Jung, M. H., Carella, G., Milenković, I., Janoušek, J., Tomšovský, M., ... & Jung, T. (2022). Eight new *Halophytophthora* species from marine and brackish-water ecosystems in Portugal and an updated phylogeny for the genus. *Persoonia-Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi*, 48(1), 54-90.
- Man in 't Veld, W. A., Rosendahl, K.C. H., Brouwer, H., de Cock A. W. A. M. (2011). *Phytophthora gemini* sp. nov., a new species isolated from the halophilic plant *Zostera marina* in the Netherlands. *Fungal biology*, 115(8), 724-732
- Man In 't Veld, W. A., Karin, C. H., van Rijswijk, P. C. J., Meffert, J. P., Boer, E., Westenberg, M., et al. (2019). Multiple *Halophytophthora* spp. and *Phytophthora* spp. including *P. gemini*, *P. inundata* and *P. chesapeakeensis* sp. nov. isolated from the seagrass *Zostera marina* in the Northern hemisphere. *European Journal of Plant Pathology*, 153, 341-357.
- Muehlstein, L. K. (1989) Perspectives on the wasting disease of eelgrass *Zostera marina*. *Diseases of Aquatic Organisms* 7: 211–221.
- Muehlstein, L.K., Porter, D., Short, F.T. (1991) *Labyrinthula zosterae* sp. nov., the causative agent of wasting disease of eelgrass, *Zostera marina*. *Mycologia* 83: 180–191.
- Orth, R. J., Carruthers, T. J., Dennison, W. C., Duarte, C. M., Fourqurean, J. W., Heck, K. L., ... & Williams, S. L. (2006). A global crisis for seagrass ecosystems. *Bioscience*, 56(12), 987-996.
- Talgø, V., Jung, T., Milenković, I., Corcobado, T., Pettersson, M., & Brurberg, M. B. (2024). Ålegras (*Zostera marina*) forsvinner langs norskekysten. *Naturen*, 148(1), 22-32.
- Talgø, V., Jung, T., Milenković, I., Corcobado, T., Pettersson, M., & Brurberg, M. B. (2022). Sjukdom på ålegras påvist flere steder langs norskekysten. NIBIO POP. 8(2), 1-8.
- Uzuhashi, S., Kakishima, M., & Tojo, M. 2010. Phylogeny of the genus *Pythium* and description of new genera. *Mycoscience* 51(5), 337-365.
- Valentine, J. F., & Duffy, J. E. (2006). The central role of grazing in seagrass ecology. *Seagrasses: Biology, Ecology and Conservation*, 463-501.
- Waycott, M., Duarte, C. M., Carruthers, T. J., Orth, R. J., Dennison, W. C., Olyarnik, S., ... & Williams, S. L. (2009). Accelerating loss of seagrasses across the globe threatens coastal ecosystems. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106(30), 12377-12381.

Norsk institutt for bioøkonomi (NIBIO) ble opprettet 1. juli 2015 som en fusjon av Bioforsk, Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning (NILF) og Norsk institutt for skog og landskap.

Bioøkonomi baserer seg på utnyttelse og forvaltning av biologiske ressurser fra jord og hav, fremfor en fossil økonomi som er basert på kull, olje og gass. NIBIO skal være nasjonalt ledende for utvikling av kunnskap om bioøkonomi.

Gjennom forskning og kunnskapsproduksjon skal instituttet bidra til matsikkerhet, bærekraftig ressursforvaltning, innovasjon og verdiskaping innenfor verdikjedene for mat, skog og andre biobaserte næringer. Instituttet skal levere forskning, forvaltningsstøtte og kunnskap til anvendelse i nasjonal beredskap, forvaltning, næringsliv og samfunnet for øvrig.

NIBIO er eid av Landbruks- og matdepartementet som et forvaltningsorgan med særskilte fullmakter og eget styre. Hovedkontoret er på Ås. Instituttet har flere regionale enheter og et avdelingskontor i Oslo.