

Praktisk guideline til ålegræsudplantning og monitering



Foto: Timi Banke



Center for Marin
Naturgenopretning

Ålegræs – Praktisk guideline til ålegræsudplantning og monitorering

Videnskabelig rapport fra Nationalt Center for Marin Naturgenopretning – 2024

Forfatterliste:

Benjamin Nielsen¹, Rasmus A. Kjær¹, Rune Steinfurth¹, Timi L. Banke¹, Anders Høker Petersen¹, Erik Haar Nielsen², Mogens Flindt¹

¹Biologisk Institut, Syddansk Universitet

²Danmarksportsfiskerforbund – Projekt Kysthælper

Kolofon

Titel: **Ålegræs – Praktisk guideline til ålegræsudplantning og monitorering**

Forfattere: Benjamin Nielsen, Biologisk Institut, SDU
Rasmus A. Kjær, Biologisk Institut, SDU
Rune Steinfurth, Biologisk Institut, SDU
Timi L. Banke, Biologisk Institut, SDU
Anders Høker Petersen, Biologisk Institut, SDU
Erik Haar Nielsen, Danmarks Sportsfiskerforbund – Projekt Kysthjælper
Mogens Flindt, Biologisk Institut, SDU

Udgivet: 7. august 2025 – version 2.0

kvalitetskontrol:

Ekstern
kommentering:

Finansieret af: Miljøstyrelsen & Velux Fonden

ISBN:

Forsidefoto: Timi Banke

Udgivet af:



Sammenfatning: Rapporten er en gennemgang af hvordan man i praksis forbereder, gennemfører og monitorer storskala ålegræsudplantninger. Anbefalingerne er erfaringsbaserede med baggrund i udplantninger i danske fjorde og kystområder. Formålet har været at sikre højest mulig succes for fremtidige udplantninger ved at gennemgå processen trin for trin og belyse eventuelle faldgruber. Rapporten behandler alt fra planlægning, høst af ålegræsskud, forberedelse af skud, udplantning og den efterfølgende monitorering af udplantningen.

Indholdsfortegnelse

1. Introduktion	4
1.1 Planlægning af ålegræsudplantning	4
2. Indkøb af udstyr	5
3. Planlægning forud for storskala udplantning	7
3.1 Sikkerhed ved kysten	7
3.2 Udplantningsmønstre	8
4. Høst af ålegræsskud	11
4.1 Ålegræssets opbygning	11
4.2 Bæredygtig høst - Hvor kan der høstes?	12
4.3 Bæredygtig høst – Hvordan skal der høstes og hvordan opbevares skuddene	14
4.3.1 Opbevaring af skud	15
5. Montering af skud på ankre og udplantning	17
5.1 Valg af sunde vegetative skud	17
5.2 Korrekt montering af skud på søm	18
5.3 Udplantning	21
6. Monitering af skududvikling og miljøtilstand	22
6.1 Monitering af test-transplantationer og tilknyttet presfaktorer	23
6.1.1 Epifytter	24
6.1.2 Drivende makroalger	26
6.1.3 Sandorme	26
6.2 Monitering af storskala-transplantationer	27
7. Miljøtilstands-monitering (Videnskabeligt setup)	29
7.1 Definition af monitorings-setup inklusive parametervalg	29
7.2 Vandprøver	29
7.3 Opsætning og drift af loggere	30
8. Dronemonitering af arealudvikling	32
8.1 Dronetype og lovgivning	32
8.2 Planlægning	33
8.3 Kortlægning og monitorering i praksis	33
8.4 Kortfremstilling og klassifikation	34
9. Indberetning af data	35
10. Links	35
11. Litteraturliste	35

1. Introduktion

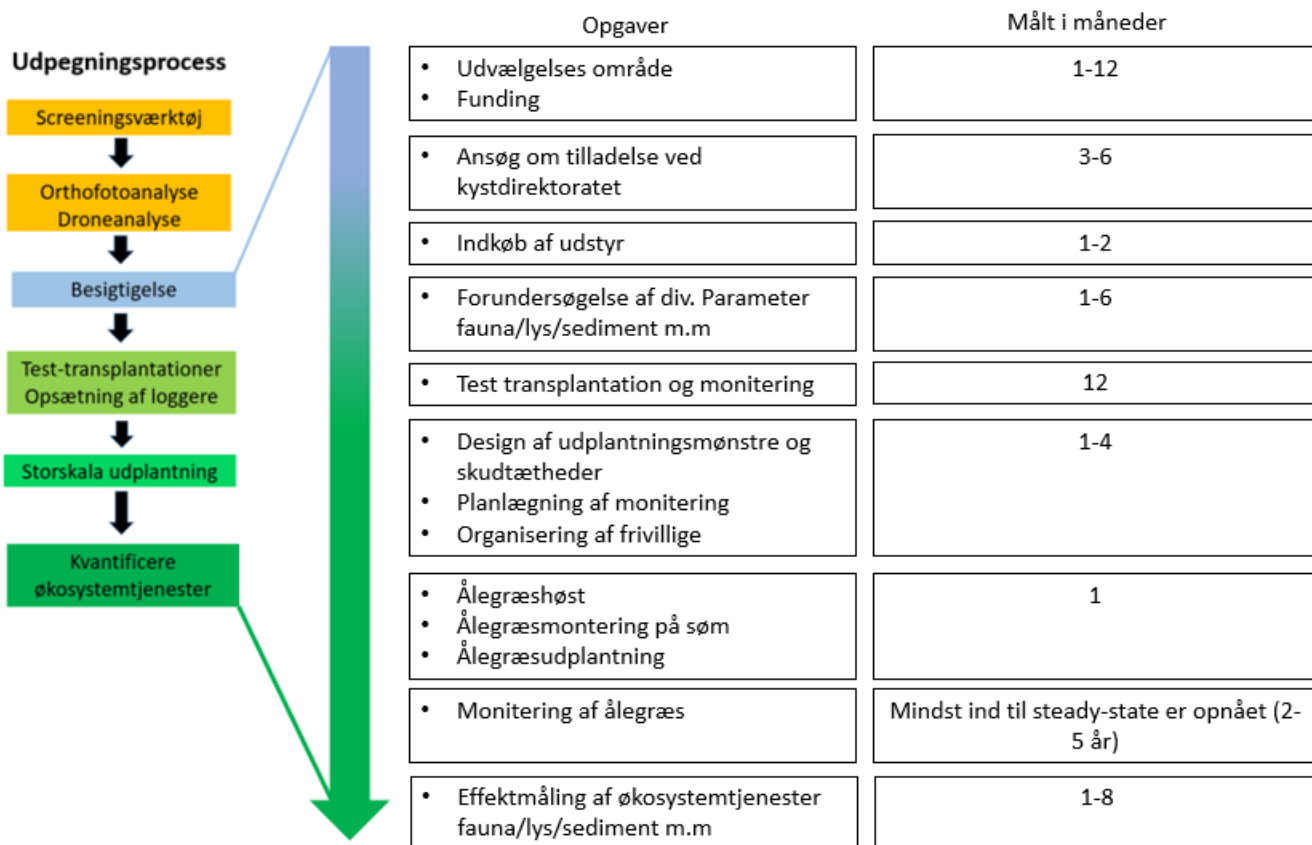
Denne praktiske vejledning (best practice) gennemgår den fulde sæt af aktiviteter som er inkluderet i en bæredygtig storskala udplantning. Beskrivelsen af den praktiske arbejdsproces indeholder forklarende billedmateriale og link til videomateriale. Da Center for Marin Naturgenopretning anbefaler en vidensopsamling af, hvordan reetableringen efterfølgende udvikler sig, er der også indlejret en monitoringsvejledning for udviklingen af transplantationen. Monitoringen af de tilknyttede økosystemfunktioner (e.g., biodiversitet, immobilisering af næringsstoffer) beskrives i den separate guideline "Monitoring af økosystemtjenester" udgivet af Center for Marin Naturgenopretning. Dette er et dokument som opdateres efterhånden, som ny viden indsamles. Hver derfor opmærksom på at det er den nyeste version, der ligger tilgængelig på marinnatur.dk.

Vejledningen her forudsætter at der forud for storskala udplantningen er gennemført de tilstrækkelige forundersøgelser, herunder testudplantninger. Der ligger allerede en vejledning til at finde optimale områder for ålegræsudplantninger på Center for Marin Naturgenopretnings hjemmeside (marinnatur.dk), *Ålegræs guideline til udpegning af optimale storskala udplantningsområder*. Samtidig er det en forudsætning at have læst denne praktiske vejledning før etablering af test-udplantninger, da den praktiske udførsel af selve udplantningen samt anbefalet monitoring beskrives heri. Det anbefales derfor, at man orienterer sig i begge vejledninger før ålegræsprojektet påbegyndes.

Før man kan påbegynde udplantning af ålegræsskud, skal der opnås tilladelse fra Kystdirektoratet. Ansøgning om tilladelse til anlæg på søterritoriet findes på kystdirektoratets hjemmeside (<https://kyst.dk/hav-og-anlaeg/anlaeg-og-aktiviteter-paa-soeterritoriet/ansoeg-om-tilladelse>).

1.1 Planlægning af ålegræsudplantning

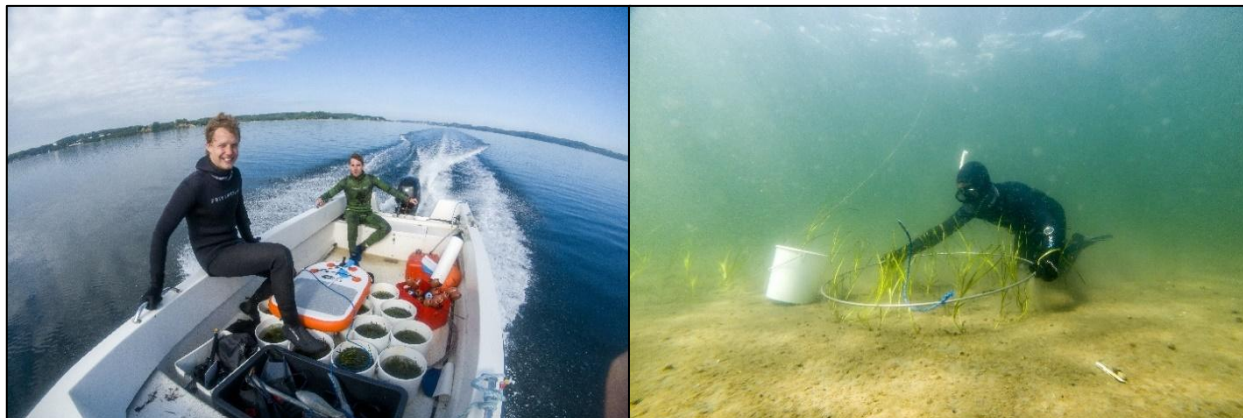
Nedenstående diagram (Figur 1) viser hvordan en projekttidslinje kan se ud, når der skal laves ålegræsudplantning. Diagrammet tager udgangspunkt i "Ålegræs Guideline til udpegning af optimale storskala udplantningsområder" og trinene før storskala udplantning er beskrevet i denne. Diagrammet skal hjælpe med at give en forståelse for, hvilke punkter der skal opfyldes, og hvornår de skal udføres for at opnå succes. Den vil derfor kunne virke som en afkrydsningsliste til at realisere en udplantning af ålegræs.



Figur 1. Projekttidslinje for ålegræsudplantning. Opgaverne før storskala udplantning er inddelt i kasser der beskriver hvor lang tid hver opgave vil tage. De første trin vedrører udvælgelse af lokalitet. Der kan læses mere om udvælgelse af lokalitet i center for marin naturs guideline: "Ålegræs Guideline til udpegning af optimale storskala udplantningsområder".

2. Indkøb af udstyr

Det er vigtigt at have det rigtige udstyr på plads inden udplantning påbegyndes. På nedenstående billede til venstre ses en båd som er pakket med udstyr og ålegræs, der er på vej til udplantningsområdet. Her ses dykkerbøje med alfa flag, spande med ålegræs, markeringsbøjer, samt en kasse udstyr, hvor der er pakket maske, snorkel, skrivebræt m.m. Billedet nederst til højre viser en snorkler som er i gang med at udplante, her ses både plante-ring, spand med ålegræs og line som går op til en dykkerbøje (Figur 2).



Figur 2. Til venstre: Båd pakket med udplantningsgrej. Til højre: Udplantning af ålegræs.

Forneden ses den fulde anbefalede udstyrsliste til anlæg af storskala transplantationer (tabel 1). Listen kan bruges som checkliste under planlægningen.

Tabel 1. Oversigt over nødvendigt udstyr til udplantning af ålegræs

Udplantningen	
Søm	8 x 3,1 mm søm har været brugt af SDU, det vigtigste er at de består af rent jern, som rustner bort indenfor 3-5 år.
Ståltråd	0,5 mm tråd i rent jern – bliver brugt til at fasthæfte ålegræsset på sømmet.
Tang	Til at klippe ståltråden ud i de rigtige længder
Markerings- bøjle	Forankret bøjle – bliver brugt til at markere ålegræsudplantningen.
Snor	Til at forbinde bøjler med ankre.
Kniv	Til at skære snor og reb til i de rigtige længder.
Ankre	Anker skal både bruges til dykkerbøjle og markeringsbøjle.
River	Almindelige haveriver – bruges til nænsom høst af ålegræsskud.
Høstkurv	Plastikkurv (fiskekurv) med huller. > 40 liter er at foretrække, med påmonteret flydeelement (e.g., knallert dækslange), så det nederste af kurven der er under vand, mens toppen flyder.
Høstpose	Høstposen bruges til opbevaring af det høstede ålegræs materiale. Posen skal være så finmasket at der er vandgennemstrømning, men ålegræsset ikke kan komme igennem. Der kan bruges kartoffel/brændesække eller vildtnet/insektnet.
Spande	Bruges under monteringsarbejdet på stranden. Gerne større end 10 liter for at sikre sig at ålegræsset ikke bliver klemmt i spanden.
Vægt til spande	Dette kan være sten eller andet tungt der kan ligges i spandene så de nemmer synker ned til dykkerne under udplantningen og spandene ikke driver væk.
Planteringe	Det kan være "rusebøjler" som er rustfrie metalringe, der kan købes i forskellige diameter – bliver brugt til at plante skud i bestemte mønstre.
Skriveplader	De kan købes i de fleste dykkerbutikker - de gør det muligt at tage noter under vandet, imens man er ude og monitere.
Strips monteret på pløkker	En pløk hvor der er tapet en strips om - Det virker som undervandsmarkeringer, så man kan genfinde udplantningerne også hvis ingen skud overlever. De kan også bruges til at indikere hvilke ringe man vil monitere.

Loggere	Bliver brugt til at monitorere miljøfaktorer (bruges primært til videnskabelig monitorering).
Udstyr til planteren	
Våddragt	5-7 mm våddragt
Maske	Maskerne er ofte belagt med et silikonelag på indersiden, som skal fjernes inden den tages i brug. Dette gøres oftest ved at smører tandpasta ind på brilleglasset.
Snorkel	Masker med integreret snorkel er ikke at foretrække (fullface).
Neopren sko	5-7 mm neopren med god sål.
Blybælte/Vest	
Bly	I områder hvor man kan bunde passer det med ca. 14-18 kg bly for en person på 75 kg som har en 7 mm dragt på. Grunden til den store mængde bly er for at sikre, at man kan blive nær bunden og udplante på lavt vand.
Dykkerbøjer	Dykkerbøje med alfaflag (blå/hvid) – Er en essentiel del af sikkerhedsudstyret som synliggør dykkeren for sejlene fartøjer.
Vandflaske	
Neopren handsker	3-7 mm neopren
GPS	GPS er ikke en nødvendighed, men nærmere "nice to have". GPS kan bruges til at finde områder man har markeret som høstbed, udplantningsområdet, monitoringsområder, placering af logger osv. Det kan både være en håndholdt GPS eller et ur med GPS-funktion.
Båd	Til at transportere dykkere og ålegræs til lokaliteten hvor der skal plantes ud.
Udstyr til frivillige arrangement	
Borde	
Stole	
Forplejning	
Parasol/Pavillon	

3. Planlægning forud for storskala udplantning

3.1 Sikkerhed ved kysten

Det er generelt ikke farligt at udplante ålegræs, men det er stadig vigtigt at gøre sig nogle sikkerhedsmæssige overvejelser, når man skal dykke/snorkle eller bare opholde sig i vandet. Nogle generelle anbefalinger er:

- Altid at være minimum to personer i vandet samtidig.
- Aftal hvordan man holder øje med hinanden
- Ved brug af meget bly skal man være opmærksom på, at der kun arbejdes ved dybder hvor dykkerne kan bunde.

- Medbring altid bøje med dykkerflag (alfa flag), når man er i vandet (vigtigt at både kan se en).
- Have lokalt kendskab til havstrøm og vælg dage med roligt vejr.

3.2 Udplantningsmønstre

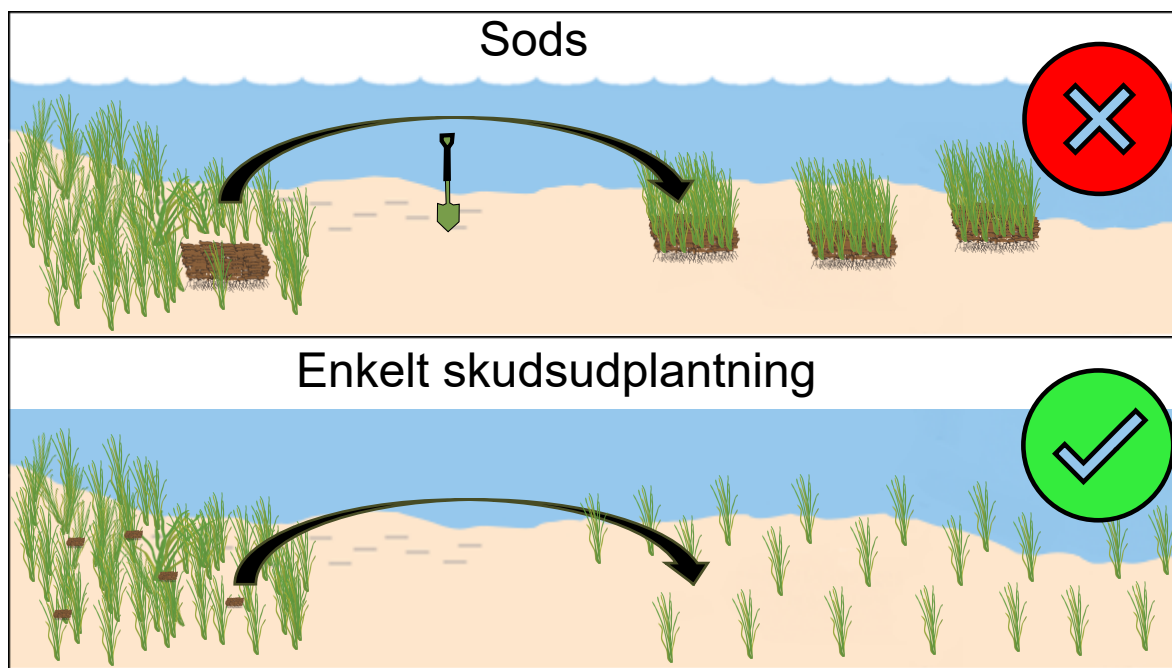
Der findes en række forskellige metoder mht. skudtransplantation, som danner udgangspunktet for følgende anbefalinger.

Inden transplantation påbegyndes skal projektområdet afgrænses med 4 hjørnebøjer og dernæst skal man vælge et udplantningsmønster. Valget af udplantnings-areal og -mønster har betydning for den samlede mængde skud der skal høste fra nærliggende modne donorbede.

Undgå udplantning af sods og plugs

Undgå "1 til 1 udplantninger" (også kaldet sods/plugs), hvor der høstes store sammenhængende måtter af ålegræsskud, rodstængler rødder og sediment, som oftest er over 1 m² og som transplanteres på nye arealer (Figur 3).

Dette er funktionelt bare at flytte et eksisterende ålegræsbed uden en egentlig gevinst i form af mere areal dækket af ålegræs og disse udplantninger slår næsten aldrig an, og ender derfor med give et stort netto-tab af donorbede.



Figur 3. Udplantning af enkelte skud er skånsomt for naturlige ålegræsbede og er mere succesfuldt end udplantning af sods/plugs, som ofte er skadelige for donorbedene og har større risiko for at udplantningen går til.

Der er størst succes med udplantning af individuelle skud med lav skudtæthed. De enkelte skud høstes fra et donorbed og udplantes tyndt i et nyt område i et forudbestemt mønster.

Ålegræsskuddene danner hurtigt en rodstængel som vokser og danner nye skud, hvorved det kommende ålegræsbed både tætnes og vokser ud i nye barbundsområder. Udplantningen skal

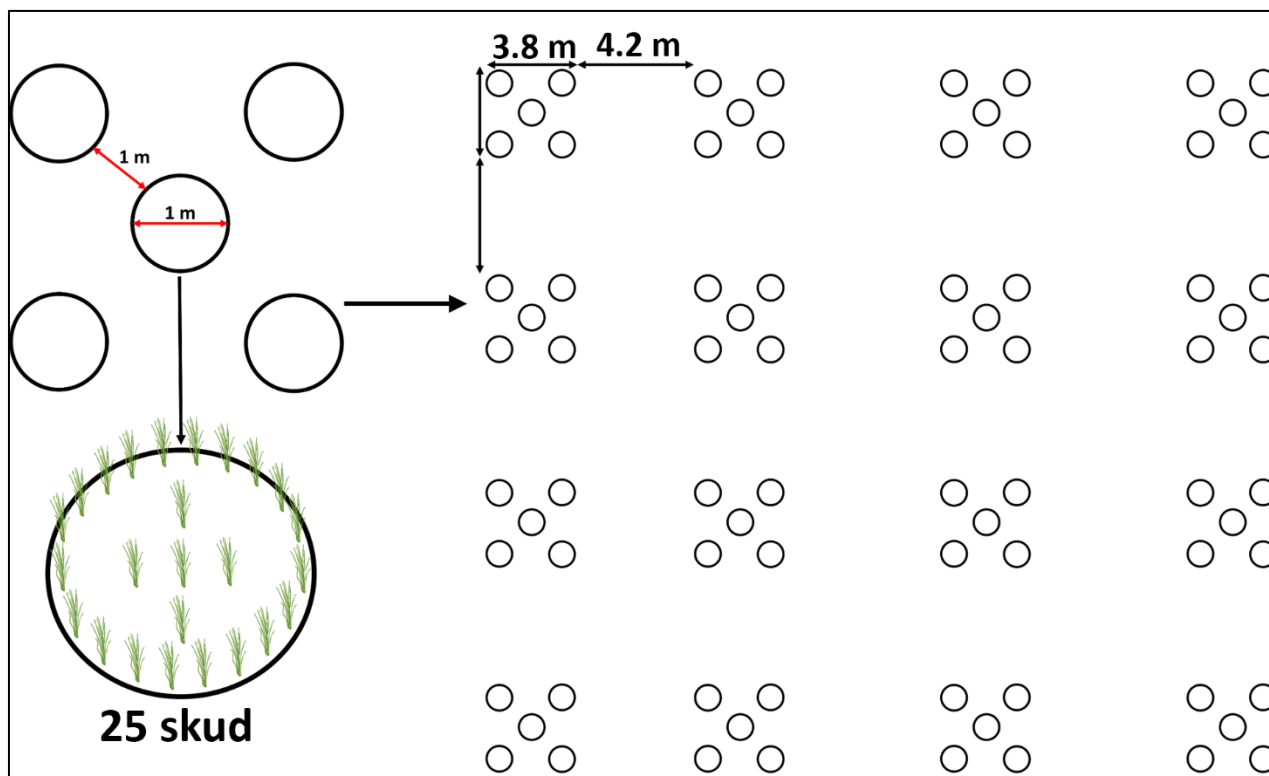
blot have en relativ lille start-pulje af skud for at starte processen. SDU har i en årrække succesfuldt udplantet ålegræsskud med tætheder på 3,6-5,1 skud m^{-2} , hvilket har resulteret i genskabelse af nye robuste bede i Horsens Fjord, Vejle Fjord samt i Lunkebugten, uden at donorbedene er blevet påvirket. Nu testes udplantninger med skudtætheder ned til 1,5 skud m^{-2} , hvilket også foreløbigt ser ud til at fungere. Herved reduceres høstpresset på donorbedene og arbejdsbyrden betragteligt.

Transplantationsdesignet er en balance mellem at opnå minimale anlægsomkostninger ved brug af lave skudtætheder, uden at transplantationen fortyndes i sådan en grad at potentialet for transplantationssucces drastisk minimeres ved manglende selvbeskyttelse. Lave skudtætheder opnås ved at sprede enkelte transplantationsenheder ud i arbejdsområdet, så der opstår bare felter imellem enhederne. Herved skabes der plads til at ålegræsset over en årrække selv kan indtage de bare områder, uden et behov for en yderligere arbejdsindsats. Samtidig kan de enkelte transplantationsenheder laves med så høje skudtætheder, så der hurtigt lokalt opstår en større grad af selvbeskyttelse.

Forskellige transplantationsdesigns er blevet testet i storskala for at kortlægge det mest effektive design. Data indsamles fortsat og det mest effektive design er derfor ikke endeligt bestemt. Resultaterne kan dog bruges til at anbefale nogle mønstre som er på nuværende tidspunkt betragtes som bedste tilgængelige teknik. Her undergennemgås den nuværende anbefaling for transplantationsdesign med udgangspunkt i to forskellige skitser, Figur 4 & Figur 5. I de følgende skitser antages en enhed at være en ring af 1 m diameter med 25 transplanteret skud.

Transplantationsdesign 1 (Figur 4):

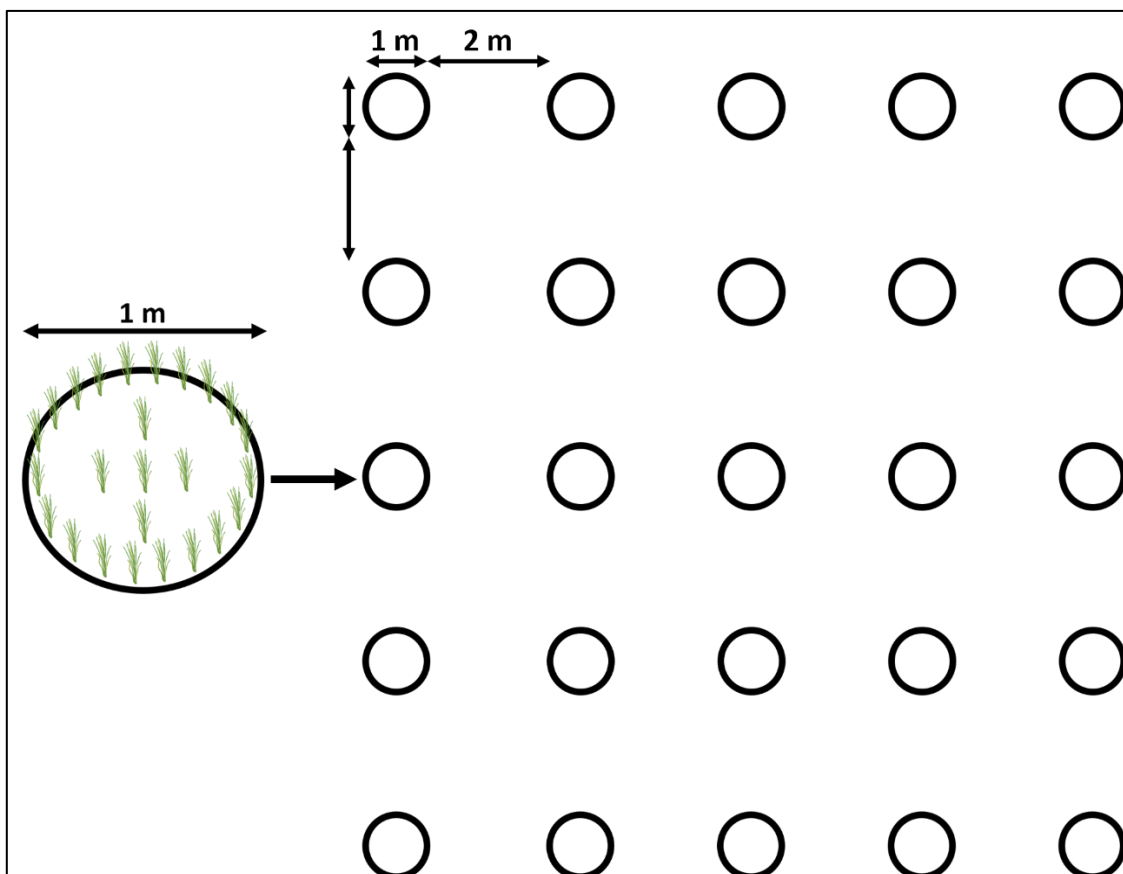
I dette design anlægges transplantationsenhederne i grupperinger af 5 udplantningsringe ("Femkløvere"). En afstand på 1 m mellem enhederne, indenfor disse femkløvere, betyder at femkløveren under gode miljøforhold kan vokse sammen indenfor 1-2 år og derved opnå en større grad af selvbeskyttelse. Indtagelsen af det resterende barbundsareal (4,5 m mellem femkløvere) vil ligeledes opnå fuld dækning indenfor 7-10 år. Ved dette transplantationsdesign opnås en lav skudtæthed på landskabsniveau på ca. 2 skud m^{-2} , hvilket giver et skudbehov på 20.000 skud ha^{-1} . Designet kan frit skaleres efter projektområdets areal og dybdeforhold ved tilføjelse af flere transplantationsenheder. Målene angivet i skitsen er anbefalinger, men i felten kan det være svært at opmåle præcist afhængigt af tilgængeligt udstyr. Målene skal derfor benyttes som en indikation for en optimal spredning af de enkelte transplantationsenheder for at reducere den endelige skudtæthed og derved anlægsomkostningerne. Håndholdte (vandtætte) GPS'er kan med fordel bruges til opmåling af afstande mellem femkløvere. Et billigere, men funktionelt alternativ, er en flydeline med en bestemt længde (f.eks. 8 m, som er afstanden fra midtpunkt til midtpunkt mellem hver femkløver).



Figur 4. Skitse af transplantationsdesign med en skudtæthed på ca. 2 skud m^{-2} på landskabsniveau. Designet består af enkelte enheder med 25 skud indenfor en ring af 1 m diameter. Disse enheder er samlet i større enheder af 5 ringer, som indenfor 1-2 år under gode forhold vokser sammen. Det totale projektområde vil under gode miljøforhold opnå fuld dækning indenfor 7-10 år (med en spredningsrate på 0.32 cm år^{-1}). Designet kan skaleres efter et projektområde ved tilføjelse af flere enheder.

Transplantationsdesign 2 (Figur 5):

I dette design spredtes transplantationsenhederne jævnt ud over projektarealet med en indbyrdes afstand på 2 m. Ved gode miljøforhold kan det forventes at området når fuldt dække indenfor 3-5 år. Dette transplantationsdesign har på landskabsniveau en skudtæthed på ca. $2,8 \text{ skud m}^{-2}$, hvilket giver et skudbehov på $28.000 \text{ skud ha}^{-1}$. Designet kan frit skaleres og udformes efter projektområdet ved tilføjelse af flere transplantationsenheder. Målene angivet i skitsen er anbefalinger, men i felten kan det være svært at opmåle præcist afhængigt af tilgængeligt udstyr. Målene skal derfor benyttes som en indikation for en optimal spredning af de enkelte transplantationsenheder for at reducere den endelige skudtætheder og derved anlægsmkostningerne. I praksis kan mønstret laves ved at sprede enhederne jævnt ud indenfor et afgrænset område (eventuelt markeret med hjørnebøjler). Dette kan gøres ved at udplantningsringen (1 m diameter) benyttes til at opmåle 2 m afstand mellem hver udplantningsenhed, således at der skal være plads til 2 tomme ringe imellem hver ring med ålegræs. Design 2 har et større skudbehov end transplantationsdesign 1 og dermed større anlægsmkostninger. Fordelen ved design 2 er enkeltheden og et mindre behov for opmåling transplantationsprocessen.



Figur 5. Skitse af transplantationsdesign med en skudtæthed på ca. 2.8 skud m^{-2} på landskabsniveau. Designet består af enkelte enheder med 25 skud i hver ring af 1 m diameter. Disse enheder er jævnt spredt ud over projektarealet med en afstand på 2 m mellem hver enhed. Det totale projektområde vil under gode miljøforhold opnå fuld dækning indenfor 3-5 år (med en spredningsrate på 0.32 cm år^{-1}). Designet kan skaleres efter et projektområde ved tilføjelse af flere enheder.

4. Høst af ålegræsskud

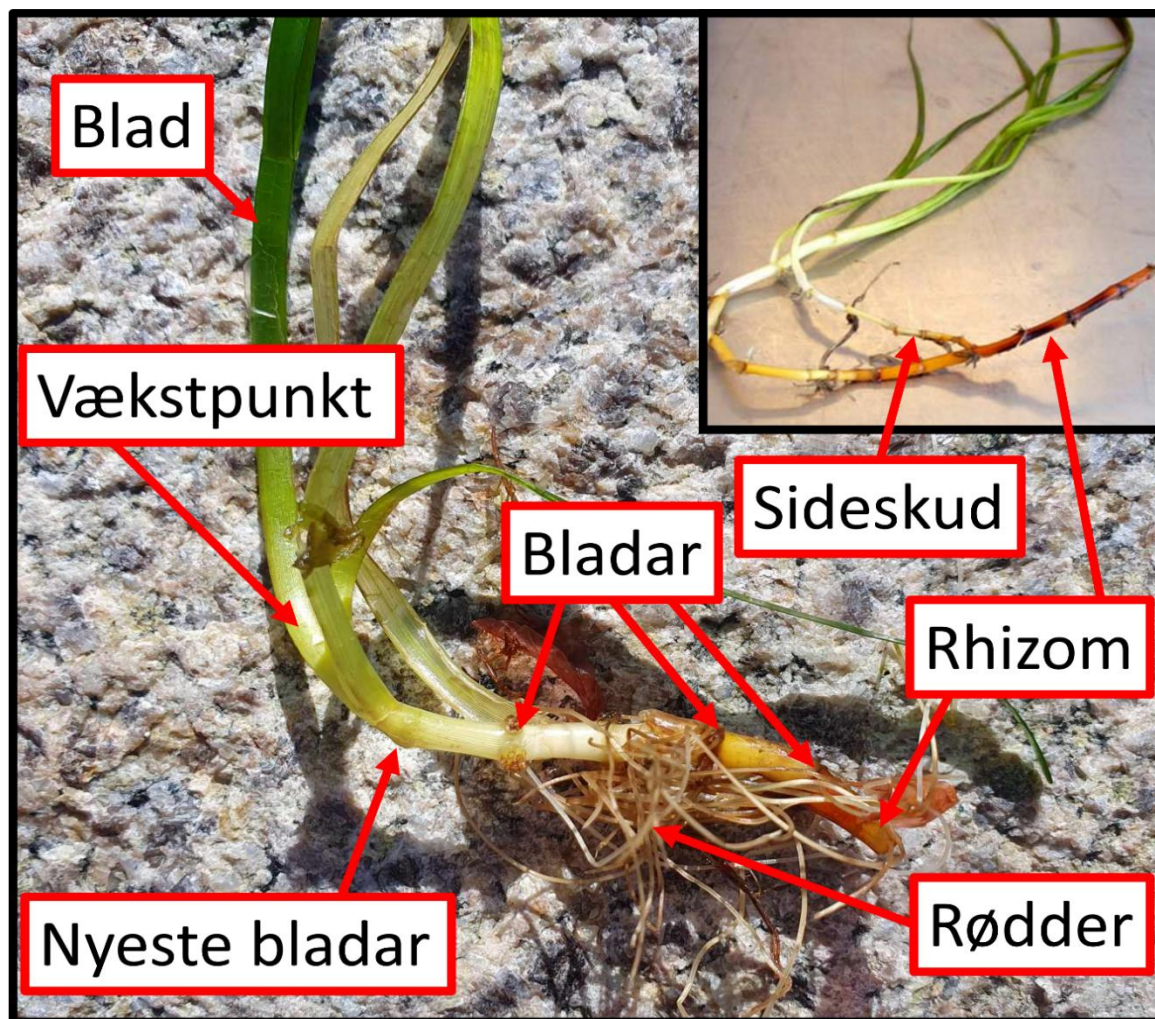
4.1 Ålegræssets opbygning

Ålegræs eller Almindelig bændeltang (*Zostera marina*) er en undervandsplante med 20-200 centimeter lange blade, som gror i lavvandede dele af fjorde og kystområder i fint grus, sand eller mudder. På Figur 6 kan man se ålegræsset opbygning. De 5-6 synlige **blade** er samlet i et skud med en bladskede ved basis. I sedimentet er skuddet dannet af et vækstpunkt på den underjordiske **rodstængel** (rhizomet). Mens de synlige grønne blade strækker sig op i vandet for at få lys, dannes der **rødder** på undersiden af rodstænglen, som vokser videre ned i sedimentet og forankre planten. **Rodstænglen** vokser horisontalt lige under sedimentoverfladen, og sikrer at ålegræsbede kan forblive tætte og vokser også ud i nye barbundsområder. Herved øges ålegræsbedenes areal, hvilket betegnes vegetativ retablering. Rodstængelvæksten med dannelse af **endestillede skud** og **sideskud** er basis for, at vi kan nøjes med at udplante $2-5 \text{ skud m}^{-2}$, for efterfølgende begynder ålegræsset at danne mange nye skud. Typisk vil hvert skud under gode miljøforhold efter udplantning danne 2-8 nye skud i resten af vækstsæsonen, som over de kommende 2-5 år skaber tætte ålegræsbede med op til $600-1000 \text{ skud m}^{-2}$. På de endestillede skud ses **vækstpunktet** som overgangen mellem rodstænglen og skuddet. Området er meget lyst, og der kan anes en begyndende dannelse af nye rodbundter (Figur 6). På afstand af rodstænglens vækstpunkt ses at

rodstænglen er forveddet (brunlig/mørk).

Når skuddet monteres på sømmene, bør man binde forsigtigt ved vækstpunktet, mens den forveddede del af rodstænglen tåler en strammere binding.

Blomsterskud: Når en plante har nået en vis alder (1-7 år) vil den sætte blomsterskud. Når blomsterskuddet har smidt sine frø, vil den gå til, og der vil ikke udvikles mere fra dette rhizom (Figur 11).



Figur 6. Ålegræssets opbygning.

4.2 Bæredygtig høst - Hvor kan der høstes?

Ved høst af ålegræs handler det først og fremmest om at finde egnede donorbede, hvorfra der kan høstes bæredygtigt. Der er en række faktorer, som afgør om et ålegræsbed er egnet som donorbed. Man skal først gøre sig overvejelser om hvor stort et skudbehov man har brug for. Ved test-udplantninger er behovet for skud meget lavt (125-250 skud), hvilket kan høstes i de fleste fjerde. Problemerne opstår typisk, når der skal naturgenoprettes ålegræs i storskala (1-10 ha) i fjerde med sparsomme ålegræsbede.

Eksempel på ålegræsskud behov ved udplantning af 1 ha barbund:

Følges SDU's anbefalede udplantningstætheder på 2-3 skud m^{-2} , som gennemsnit over hele udplantningsområdet, og man ønsker at tilplante 1 ha (10.000 m^2) barbund bliver der behov for en skudhøst på:

$$10.000 \text{ m}^2 \times 3 \text{ skud m}^{-2} = 30.000 \text{ skud}$$

Antages det videre at donorbedenes skudtæthed er 600 skud m^{-2} , og at man maksimalt høster 3% fra tætte donorbede, så er kravet til arealet af tætte modne donorbede:

$$30.000 \text{ skud} \times (100\%/3\%) / 600 \text{ skud m}^{-2} = 1.667 \text{ m}^2 \text{ donorbede.}$$

I nogle fjorde vil der ikke være ålegræsbede med tilstrækkelige store sammenhængende arealer nær udplantningsområdet. Derfor vil det være nødvendigt at høste fra flere lokaliteter i fjordene. Det anbefales at dimensionere naturgenopretnings-aktiviteten i forhold til høstmulighederne, ressourcerne og den ret krævende skudhøst, som et storskala naturgenopretningsprojekt medfører.

Det er vigtigt at ålegræsskud høstes fra samme kyststrækning (vandområde) som udplantningen foretages i. Ved høst af skud langt fra udplantningsområdet risikerer man at introducere invasive arter til nye systemer. Det er derudover til debat om flytning af ålegræsskud fra forskellige systemer potentielt kan påvirke ålegræssets naturlige genetik i området. Af disse grunde er det derfor vigtigt at ålegræsskud så vidt muligt høstes og udplantes i samme fjord eller så tæt på som muligt. "Så tæt på som muligt" kan beskrive en situation, hvor der ikke er tilstrækkeligt ålegræsbede i en pågældende fjord, men at ålegræsskud derfor høstes langs kyststrækninger lige uden for fjorden. Argumentet er her, at der med stor sandsynlighed allerede er genetisk udveksling mellem disse populationer (konnektivitet).

Det er som nævnt meget vigtigt at udvælge egnede donorbede, hvorfra der kan høstes bæredygtigt. For at et ålegræsbed er egnet som donorbed skal det have en tilstrækkelig størrelse. Risikoen for at beskadige et bed ved høst, er størst ved de mindre bede. Bedene skal derfor mindst have en størrelse på 50 m^2 . Det er også vigtigt at vælge nogle bede som har høj skudtæthed og ikke er for presset af andre faktorer så som epifytter (se Figur 7). Når der skal høstes ålegræs, er det vigtigste at donorbedet ikke tager skade. Høsten må ikke gøre mere skade på bedet end det kan nå at genoprette sig selv inden for samme vækstsæson ved den vegetative vækst. Derfor må hullerne man laver maksimalt være 30x30 cm. Hvis der laves for store huller, kan man risikere at kraftigt bølgetryk og strøm kan medføre erosion under bedet, og derved underminere bedet.



Figur 7. Seks forskellige ålegræsbede inddelt i om man ville bruge dem som donorbede. Set fra øverst til venstre mod højre. 1) Bedet er for tyndt. 2) Der er for mange epifytter. 3) Bedet er både i lav skudtæthed, epifytter og små skud. 4) Bedet er med høj skudtæthed, men arealet af det samlede bed er for lille. 5) Ålegræsset ser sundt ud og med en høj skudtæthed. 6) Et tæt bed med stort areal.

Forudsætningen for at et donorbed kan lukke ”høsthuller” ved vegetativ vækst er at miljøtilstanden i vandområdet er tilstrækkelig god til at donorbedet kan realisere positiv tilvækst i løbet af vækstsæsonen. Dette kan på forhånd afsøges ved en analyse af ortofotos fra de sidste 20 år, der kan bruges til at afklare om eventuelle donorbede har været i fremgang (vokser i størrelse) eller tilbagegang i de seneste år. Har et ålegræsbed været i arealmæssig tilbagegang eller status quo anbefales det ikke at benytte det som donorbed.

Det skal her også påpeges, at der ikke skal høstes ålegræs i NOVANA transekter. I EU’s Vandrammedirektiv benyttes ålegræssets dybdegrænse/udbredelse til at fastlægge miljøtilstanden i mange vandområder. Miljøstyrelsen har derfor anlagt en lang række transekter i danske vandområder, hvor dybdegrænsen/den maksimale udbredelse registreres. Miljøstyrelsen anbefaler, at alle aktiviteter holdes på god afstand (> 100 meter) fra disse transekter for at undgå påvirkninger.

Der forekommer ligeledes registreringer af vandområdernes makroalger som ofte ligger på andre lokaliteter end ålegræstransekterne. Der skal også holdes afstand fra disse. Alle transekterne kan findes på Miljøgis under NOVANA – Det nationale overvågningsprogram, se afsnit 9 links (Link 1).

4.3 Bæredygtig høst – Hvordan skal der høstes og hvordan opbevares skuddene

Når man har fundet et egnet donorbed, kan man begynde at høste skud. Det er vigtigt at få hele ålegræsskud op med rodstængel og rødder. Til høst kan der bruges helt almindelige haveriver (Figur 8). Inden skuddene placeres i høstkurven vaskes mest muligt sediment ud af rødderne, så de

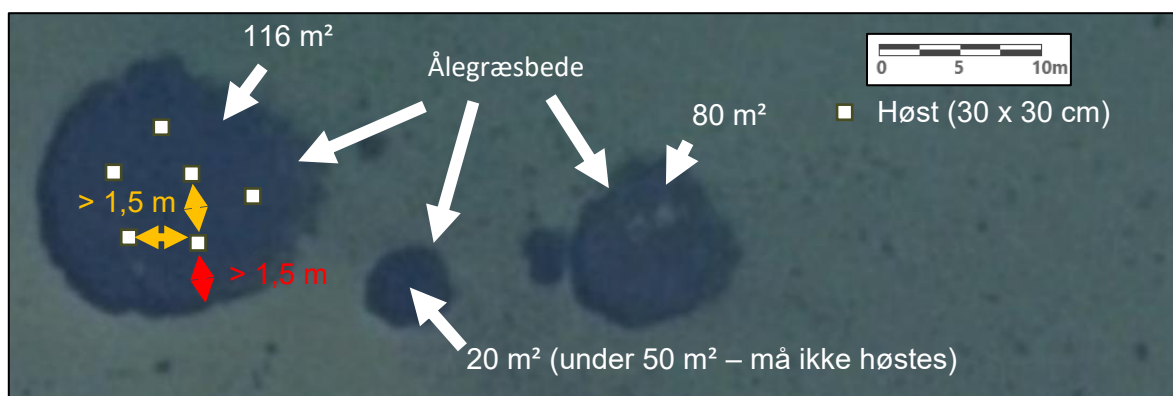
nederste skud i kurven ikke "kvæles", dette øger også kapaciteten i kurven, da kurven ellers hurtigt bliver for tung af sediment og synker.



Figur 8. Ålegræs som er ved at blive høstet.

Når der skal høstes ålegræs, må der aldrig høstes fra kanten af bedet. Der skal mindst holdes en afstand på 1,5 – 2 m fra kanten. Derved sikres det at ålegræsset kan lukke hullet fra alle sider. De høstede områder i bedene må ikke have en bredde der er større end 30 cm, da den gennemsnitlige rodstængelvækst (udbredelse) er 16 - 32 cm om året. Der skal desuden være en afstand mellem de interne "høsthuller" i bedet på mindst 1,5-2 m og der må maksimalt høstes 3% af bedets areal (Figur 9).

Det anbefales, at donorbedene følges i 2 år efter høst. Dette kan gøres ved GPS-registrerede dronebilleder inden, lige efter, 1 og 2 år efter skudhøsten. Alternativt kan undersøgelsen også foretages med snorkel. Dette sikrer bæredygtig omgang med donorbedene.



Figur 9. Anbefalet interne afstande mellem høsthuller

4.3.1 Opbevaring af skud

Efter skudhøst opbevares skuddene i høstposer eller -kurve indtil de skal monteres på søm (Figur 10). Man kan med fordel lade skuddene ligge deri og tage delmængder op til skudbinding, da skuddene holder sig mere friske i havet. Så længe skuddene ligger i net i havet under overfladen, kan de klare sig op til 3 dage. Det er vigtigt at skuddene ikke bliver udtørret under opbevaringen.

For at sikre den bedste overlevelse skal monteringen på søm og efterfølgende udplantning dog ske hurtigst muligt efter høst.



Figur 10. Eksempel på høstpose. Kan også anvendes til at opbevare høstede skud.

Opsummering af ålegræs høstmetode

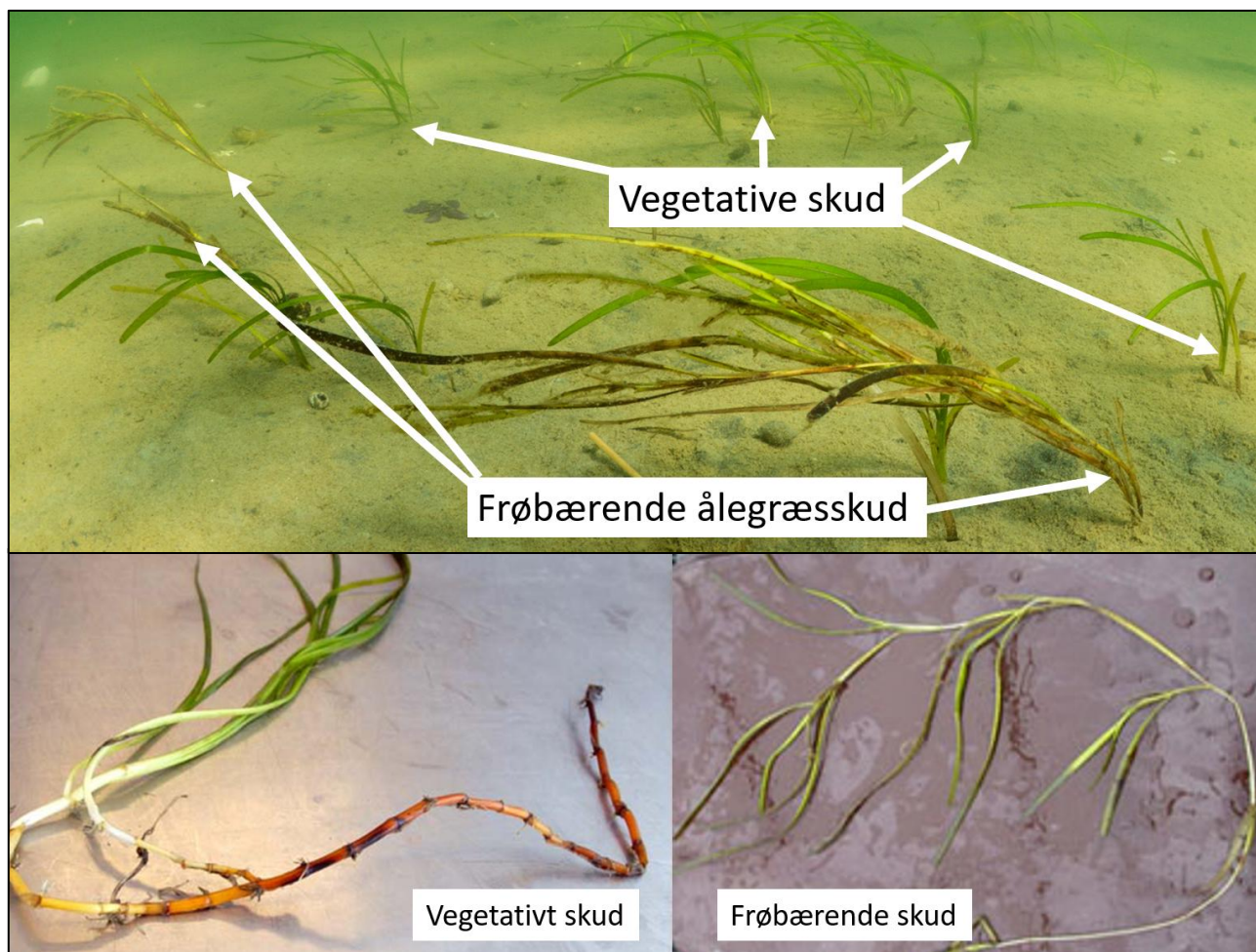
- Opgør skudbehovet på forhånd for at afgøre om der skal bruges ét eller flere donorbede.
- Skud skal høstes fra samme kyststrækning (vandområde) som udplantningen foretages i. Dette skyldes en bekymring i forhold til spredning af invasive eller ikke hjemmehørende arter, samt at påføre områder en genetisk forurening samt. De fleste fjorde huser stadig tilstrækkelige arealer af naturlige donorbede til høst, men er dette ikke muligt bør høsten foregå fra donorbede så tæt på udplantningsstedet som muligt.
- Helt små ålegræsbede er mere følsomme for fragmentering end større bede, da større bede har en højere grad af selvbeskyttelse. Skudhøsten skal derfor være fra donorbede $> 50 \text{ m}^2$.
- Ålegræsbede i arealmæssig tilbagegang eller som ikke kan realisere positiv vækst pga. miljøforholdene bør ikke benyttes som donorbede.
- Der skal ikke høstes inden for 100 m af NOVANA transekter.
- Høsten af skud skal aldrig foregå i kanten af donorbede (mindst 1,5 -2 m fra kanten), da dette øger risikoen for fragmenteringen af bedene.
- Høst skuddene fra centrum af donorbede, således at bedets vegetative vækst i samme vækstsæson kan lukke eventuelle huller efter høsten.
- De høstede områder i bedene må ikke have en bredde der er større end 30 cm, da den gennemsnitlige rodstængelvækst (udbredelse) er 16 - 32 cm om år.
- De interne huller i bedet skal være med en minimumafstand på 1,5-2 m for at undgå fragmentering.
- Maksimalt 3 % af bedet areal må høstes.
- Følg donorbede i 2 år efter skudhøsten, ved brug af GPS-registrerede dronebilleder eller snorkelundersøgelser inden, lige efter, 1 og 2 år efter skudhøsten.
- Opbevar høstede skud i høstpose eller høstkurve i havet.

5. Montering af skud på ankre og udplantning

5.1 Valg af sunde vegetative skud

Når Skuddene skal monteres, er det vigtigt at udvælge sunde friske skud. Det er vigtigt at skuddene ikke har været tørret ud og stadig er friske. Tag små mængder af skud ud af høstkurvene i vandet. Opbevar skuddene i en spand med koldt havvand og udskift vandet, hvis det bliver varmt. Ålegræsskud kan ikke tåle at være uden havvand, så lad ikke skud ligge uden for vandet. Skuddene må ikke være knækket i vækstpunktet. Rhizomet skal være mindst 4 cm og bladene mindst 15 cm.

Ålegræs producerer også frøbærende skud, som ikke skal bruges fordi, deres livscyklus slutter efter de har smidt frøene og dermed ikke vil kunne sprede sig, som de vegetative skud. Frøbærende skud kan ses på Figur 11. Man kan kende forskel på vegetative skud ved at de frøbærende skud har en mere cylindrisk formet stængel, mens de vegetative skud er fladere. De frøbærende skud vil desuden have rigtigt mange forgreninger og ofte vil skuddene være højere end de vegetative skud.



Figur 11. Øverst ses frøbærende skud blandt vegetative skud. Nederst til hhv. venstre og højre ses et vegetativt skud med sideskud og et frøbærende skud.

5.2 Korrekt montering af skud på søm

SDU har testet udplantninger uden forankring, forankring med bambuspinde og forankring med søm. Uforankrede udplantninger kan ikke anbefales, idet bølger og strøm nemt river skuddene op af bunden og giver et stort skudtab. Når man planter med bambuspinde, skubber man skuddene i bunden og efterfølgende fastlåser rodstænglen med en bambuspind som bliver bøjet på midten (Figur 12). Bambuspinden skal forud være opblødt i vand, så den er bøjelig. Der blev ikke set nogen forskel på væksten mellem skud udplantet med søm og bambus under en storskala udplantning i Horsens fjord (Lange et al., 2022). Erfaringer fra andre lokaliteter har dog vist at bambuspinde er upraktiske i områder med mange skaller og sten, da pindene i så fald knækker under udplantningen. Det anbefales at bruge søm fordi det er den letteste metode til at plante skuddene for dykkeren og metoden kan benyttes i alle sedimenttyper.

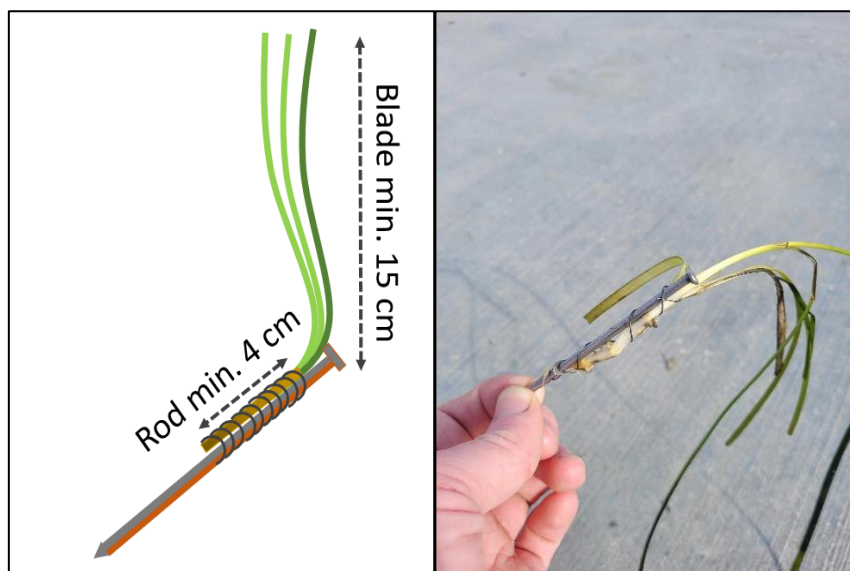


Figur 12. Til venstre forankring med bambuspind. Til højre forankring med søm.

Skuddene bliver monteret til et ugalvaniseret jernsøm (evt. 8 x 3,1 mm, 5 g) med 0,5 mm tykt rent ubehandlet jertråd. Jertråden bør være forberedt på forhånd i stykker af 12-15 cm.

Sømhovedet skal være placeret så det er lige over vækstpunktet. Dette er også indikeret ved et skift af farve fra hvidlig grøn til mørkegrøn (bladfarve). På nedenstående billeder (Figur 13) ses det hvordan et søm er korrekt monteret. Ståltråden skal helst være spundet så tæt om sømmet så det ikke bliver klemt, men samtidig sidde så godt fast at det ikke glider. Sidder det for løst vil skuddet ofte falde af sømmet under transplantationen ([se videoen her](#)).

I nogle situationer er rhizomet på ålegræsskuddet længere end sømmet, her bør rhizomet knækkes så det kun dækker sømmets fulde længde. Hvis rhizomet ikke knækkes vil dette sandsynligvis knække under selve udplantningen og gøre arbejdet sværere for dykkerne. Hvis der er små sideskud på ålegræsset, kan disse med fordel blive siddende som en del af det store skud. Sideskuddet kan potentielt knække af under transplantationsprocessen, men er sandsynligvis for lille til at kunne transplanteres selvstændigt.



Figur 13. Bundet ålegræsskud.

Når skuddene er bundet til sømmet, bliver de placeret i en ny spand med frisk havvand. På varme dage kan det være nødvendigt at skifte vandet løbende i spandene med forankrede skud. Man kan på forhånd placere en tung genstand, f.eks. en større sten, i bunden af spanden under skuddene for at sikre at den bliver på bunden og ikke driver væk, når der plantes. Skuddene kan med fordel placeres så søm og skud peger i den samme retning i spanden. Dette sikrer, at de ikke sammenfiltres og gør det nemmere for dykkeren at transplantere (Figur 14).

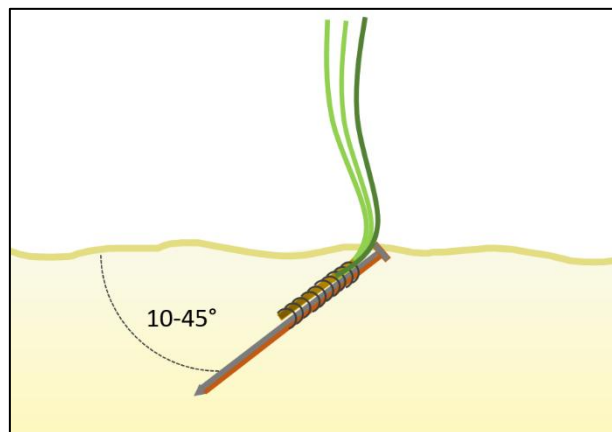


Figur 14. Håndfuld med bundne skud. Når skuddene placeres i samme retning i spanden, er det nemt for dykkeren at tage en håndfuld ad gangen.

Der skal max placeres ~100 skud pr. spand (10 L) for at forhindre at de bliver overfyldte og skuddene beskadiget. Når en spand med forankrede skud er klar, bør den sættes ud i havet evt. forankret med en hegnspæl (Figur 16 C). Klargjorte skud kan under normale omstændigheder holde sig friske i 2-3 dage i spanden, men bør udplantes hurtigst muligt. Husk at sikre at spandene med skud står tilstrækkeligt dybt til at de ikke bliver blotlagte ved lavvande. Hvis der grundet ugunstige vejrforhold går længere end 2-3 dage før skuddene transplanteres, bør skuddene hældes ud på havbunden og spredes let ud. På denne måde kan skuddene potentielt holde sig friske i en forlænget periode, men bør fortsat hurtigst muligt transplanteres.

5.3 Udplantning

Ved udplantningen er det vigtigt, at sømmet bliver skubbet i bunden, så den naturlige bøjning fra ålegræsset peger lodret op i vandsøjlen (som det ville stå naturligt) oftest vil det være i en vinkel mellem 10-45 grader (Figur 15). Ålegræsset skal så langt i bunden, så vækstpunktet, er lige under sedimentet, så alle kommende rødder er dækket ([se videoen her](#)). SDU anbefaler at transplantere indenfor ringe. Her benyttes ringe med 1 m diameter, hvori der transplanteres 25 skud. Her transplanteres 20 skud jævnt fordelt langs yderkanten og 5 i midten. Ringene fordeles som planlagt baseret på transplantationsmønstret (se afsnit 3.2).



Figur 15. Korrekt vinkling af det sømforankrede ålegræsskud.

Alt afhængigt af ens setup vil der være stor forskel på hvor mange dykkere, som det er nødvendigt for at plante skuddene ud. Meget erfarne folk vil kunne udplante 400 skud pr. time i vandet. Mens nye folk typisk vil plante et sted mellem 50-200 pr. time.

Opsummering af ålegræs montering på søm og udplantning

Montering på søm:

- Sørg for at spande med ålegræs altid er fyldt med koldt havvand (udskift løbende).
- Lad ikke ålegræsskud ligge uden for havvand.
- Anvend kun friske og ikke knækkede skud.
- Anvend kun skud, hvor bladet er mindst 15 cm og rhizomet er mindst 4 cm.
- Anvend ikke frøbærende skud, da disse dør og ikke vækster vegetativt.
- Brug søm og ståltråd af rent jern.
- Placer sømhovedet lige over vækstpunktet.
- Spind ståltråden, så skuddet sidder fast, men ikke er klemt.
- Knæk evt. overskydende rhizom af, hvis det er længere end sømmet.
- Placer en større sten i bunden af spanden til bundne skud, for sikre at spanden altid synker.
- Max ca. 100 bundne skud i en spand.
- Sørg for at udplantningen af bundne skud sker hurtigst muligt – skuddene kan dog overleve op til 3 dage, hvis de står i havet.

Udplantning:

- Skuddet plantes med en hældning på 10-45 grader ned i sedimentet.
- Skuddet plantes, så skuddets naturlige bøjning peger opad over bunden.
- Sømmet presset helt ned i sedimentet, hvorved skuddets nye vækstpunkt er dækket af sediment så alle de kommende rødder opnår forankring i bunden.

6. Monitering af skududvikling og miljøtilstand

Det anbefales, at der foretages monitering af det udplantede ålegræs. Dette er først og fremmest vigtigt, for at finde ud af om udplantningen overlever og for at finde ud af om et område er egnet til fremtidige udplantninger. En mere grundig monitering kan tilmed give information om, hvorfor en lokalitet eventuelt fejler. Monitering er derfor også et vigtigt redskab til at få viden om lokaliteter og hvilke parametre, som gør en lokalitet egnet.

Forneden beskrives den anbefalede tilgang til monitering af henholdsvis test-transplantationer og storskala-transplantationer. Metoden for moniteringen er grundlæggende ens for test- og storskala transplantationer, men test-transplantationer kan med fordel følges mere højfrekvent med det formål at kortlægge potentielle presfaktorer og miljøtilstand, som kan have indflydelse på vurderingen af området egnethed til større udplantninger.

6.1 Monitoring af test-transplantationer og tilknyttet presfaktorer

Testtransplantationerne udplantes på udvalgte lokationer. Proceduren for stedudvælgelse er beskrevet i guidelinen "Ålegræs Guideline til udpegning af optimale storskala udplantningsområder". Monitoringen af testtransplantationer er essentiel for at kortlægge udviklingen og egnetheden af området til en større udplantning.

Monitoringen kan foregå, som en detaljeret monitoring eller en minimumsmonitoring. Den detaljerede monitoring er meget højintens i monitoringen for at kunne afgøre, hvilke initiale presfaktorer der påvirker transplantationens vækst. Dermed vil man kunne forklare, hvorfor en udplantning eventuelt fejler. Minimums monitoringen er mindre intensiv, og giver primært information om en lokalitet er egnet til storskala udplantning afhængigt af testudplantningens vækst efter 1 år.

Med et frivilligt setup vil man typisk gå efter minimumsmonitoringen. Det forventes ikke ved minimumsmonitoringen at der bliver monitoreret mellem november til april, hvor vandet stadig er meget koldt.

<u>Minimum monitoring</u>	<u>Den detaljerede monitoring</u>
• Monitoring lige efter testen er anlagt. • 1 måned efter anlæg • I efteråret (oktober) • Til foråret (april-maj) for at se om udplantningen har overlevet vinteren.	Første 2-3 måneder monitoreres 1-3 gange om måneden (første gang lige efter udplantningen). Herefter monitoreres der 1 gang om måneden ind til oktober. Monitoreres igen til foråret for at se om udplantningen har overlevet vinteren. Hvis muligt kan inddrages en ekstra monitoring i januar-februar for bedre at belyse vinter- relateret tab.

Det anbefales at monitoringen udføres snoklende på de lavvande lokaliteter, mens de dybere vil kunne udføres med SCUBA, fridykkende eller med undervandsoptagelser/kamera (undervandsdrone, ROV).

De udvalgte monitoringsområder bliver markeret med enten bøjle eller GPS-markering, så det er muligt at genfinde området. Hvis der bruges en bøjle, er det vigtigt at bøjen holdes på tilstrækkelig afstand, så bøjelinen ikke kan ramme og slide ålegræsset (selv ved lavvande). På bunden bliver der lavet en markering, f.eks. i form af en farverig strips fastsat på en pløk i bunden. Markeringen placeres i midten af udplantningsenheden (udplantningsringen), hvorved det samme monitoringspunkt kan genfindes. Markeringen på bunden er meget vigtig for efterfølgende at kunne identificere transplantationsområdet. I tilfælde af at ålegræsudplantningen går tabt, kan dette entydigt konkluderes, da stripen fortsat vil markere arealet.

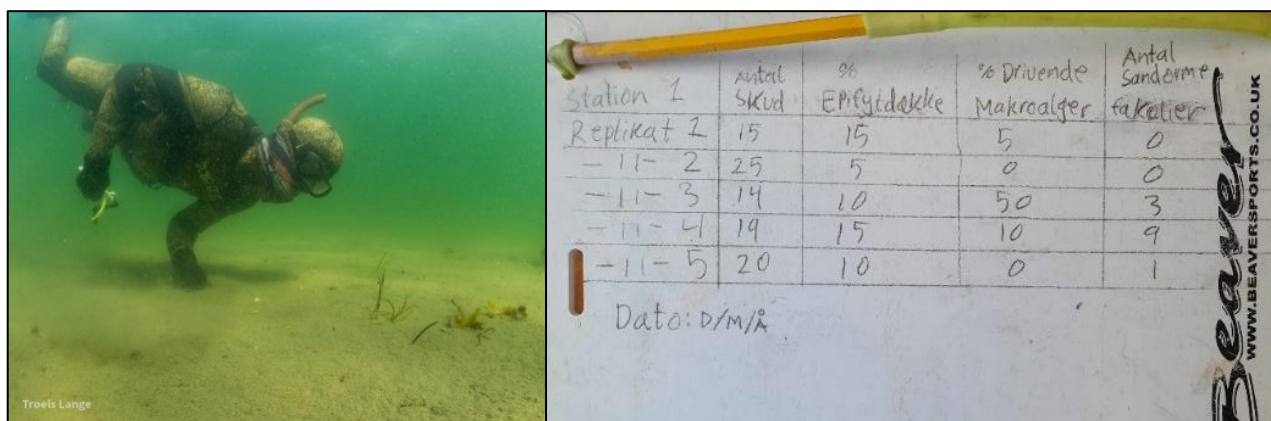
Til monitoring af test-transplantationer bruges en relativt stor monitoringsring med en diameter på 1 m, hvori skudtæthed og presfaktorer kan vurderes (se forinden). Markeringen af monitoringspunktet kan benyttes til at sikre at monitoringsringen placeres ens ved hvert besøg,

ved at placere ringen så markeringen er placeret i midten under monitoringen.

Hovedformålet med monitoringen er at tælle ålegræsskuddene. Her skal man være opmærksom på at det er skud man monitorer og ikke bare blade. Et skud vil have et fælles vækstpunkt, hvorfra 4-6 blade udspringer (Figur 6). Skuddet kan derved nemt genkendes ved at mærke efter med fingrene ved skuddets udspring fra sedimentoverfladen.

Udover skudantallet i ringen monitoreres en række stressorer, som kan hjælpe med at belyse miljøtilstanden og give forklaringsværdi til eventuelle tab af ålegræsskud (Figur 17).

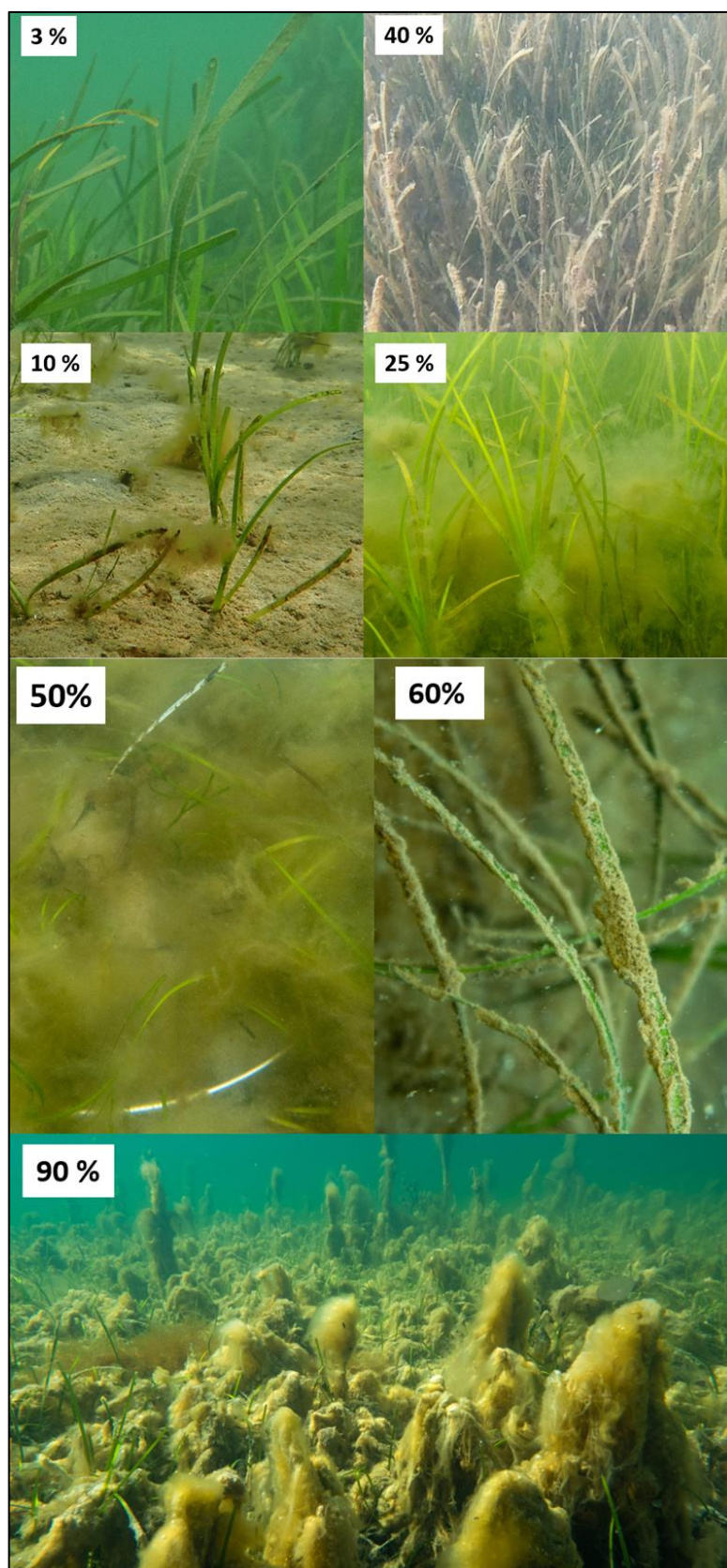
- **Epifytter** – tælles som samlet % dækning på ålegræsbladene.
- **Drivende makroalger** - tælles som % dækning indenfor ringen.
- **Sandorme fækallier** – tælles som antal.



Figur 17. Til Venstre billede viser en person som er i gang med at tælle ålegræs skud. Til højre ses skrivepladen efter transplantationerne er blevet monitoreret.

6.1.1 Epifytter

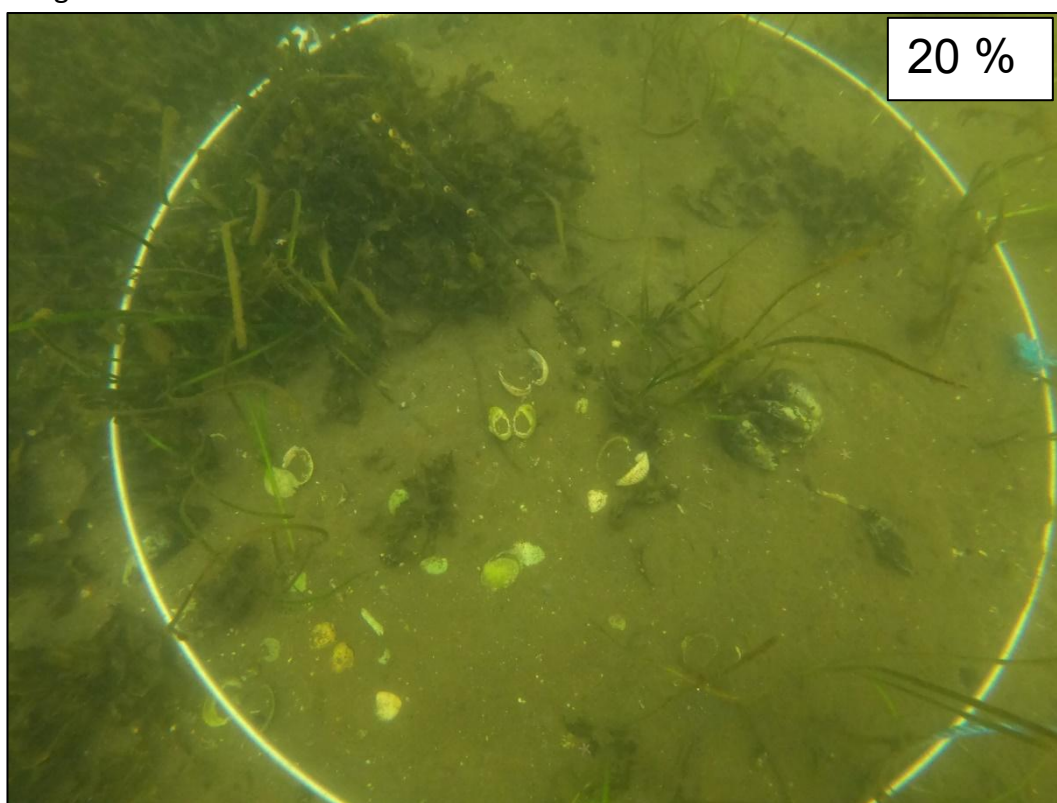
Når der skal monitoreres epifytter, er det vigtigt at skelne mellem hurtigt voksende 1-årige alger (opportunistiske makroalger) og epifytter. Epifytter gror direkte på ålegræssets blad, mens de opportunistiske makroalger akkumuleres inde i bedet, da deres fysiske strukturer kan være med til at fastholde dem. Epifytdække skal derfor måles som, mængden af epifytter der skygger for ålegræsbladet (procentvis reduceret bladareal) og ikke det der dækker bund arealet (Figur 18).



Figur 18. Eksempler på epifytdække på ålegræssets blade.

6.1.2 Drivende makroalger

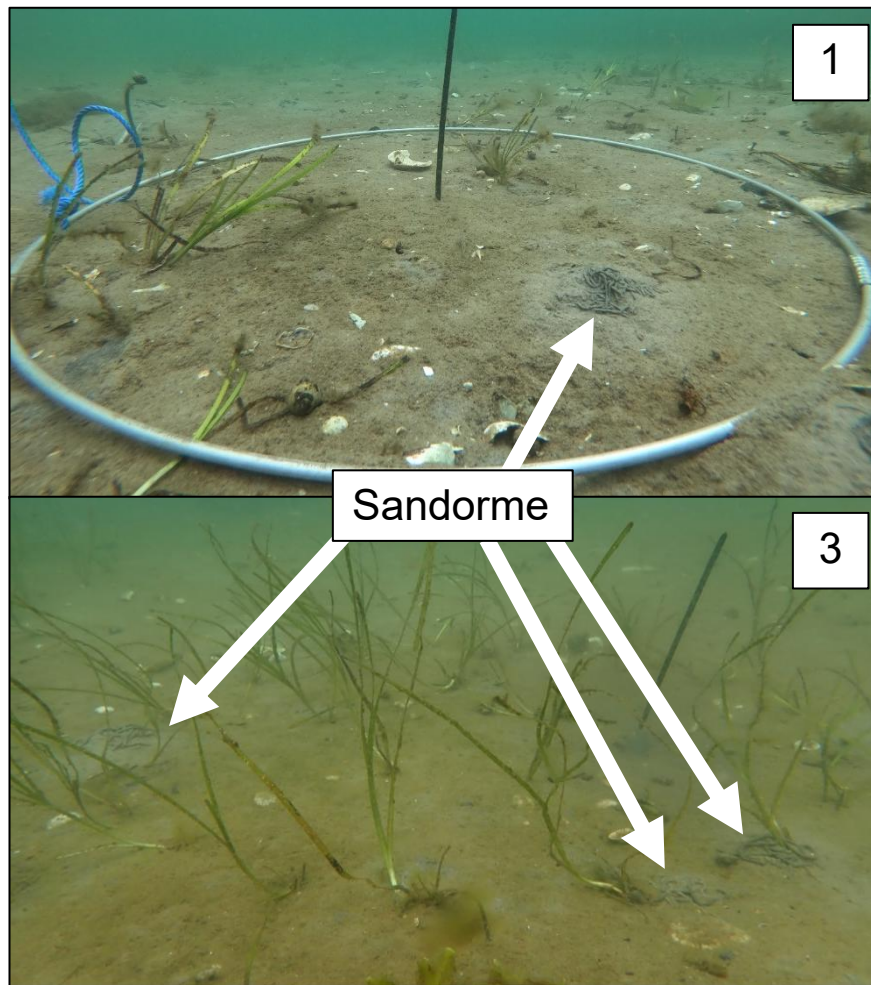
Moniteringen af drivende makroalger, som f.eks. blæretang eller opportunistiske hurtigt voksende alger (f.eks. søsalat og fedtmøg) sker ved visuelt at vurdere bunddækket af drivende makroalger, som en procentsats af ringens areal (Figur 19). Drivende makroalger er fysisk stressor på ålegræsset, da det mekanisk kan beskadige ålegræsset ved at kure over bunden, især hvis det er fasthæftet til sten. Herudover kan store mængder også have en skyggende effekt, der derved "kvæler" ålegræsset.



Figur 19. I dette eksempel er ca. 20 % af ringens areal dækket af drivende makroalger.

6.1.3 Sandorme

Moniteringen af sandorme sker ved at tælle antallet af deres fækalier inden for ringen (Figur 20). En for stor tæthed af sandorme kan medføre så meget forstyrrelse af sedimentet, at ålegræsset direkte begravelses eller løsriveres fra sedimentet. Det er fundet at tætheder af sandorme på over 29 individer m^{-2} markant reducere sandsynligheden for retablering, men negative effekter ses allerede ved lavere tætheder (Banke et al., 2025).

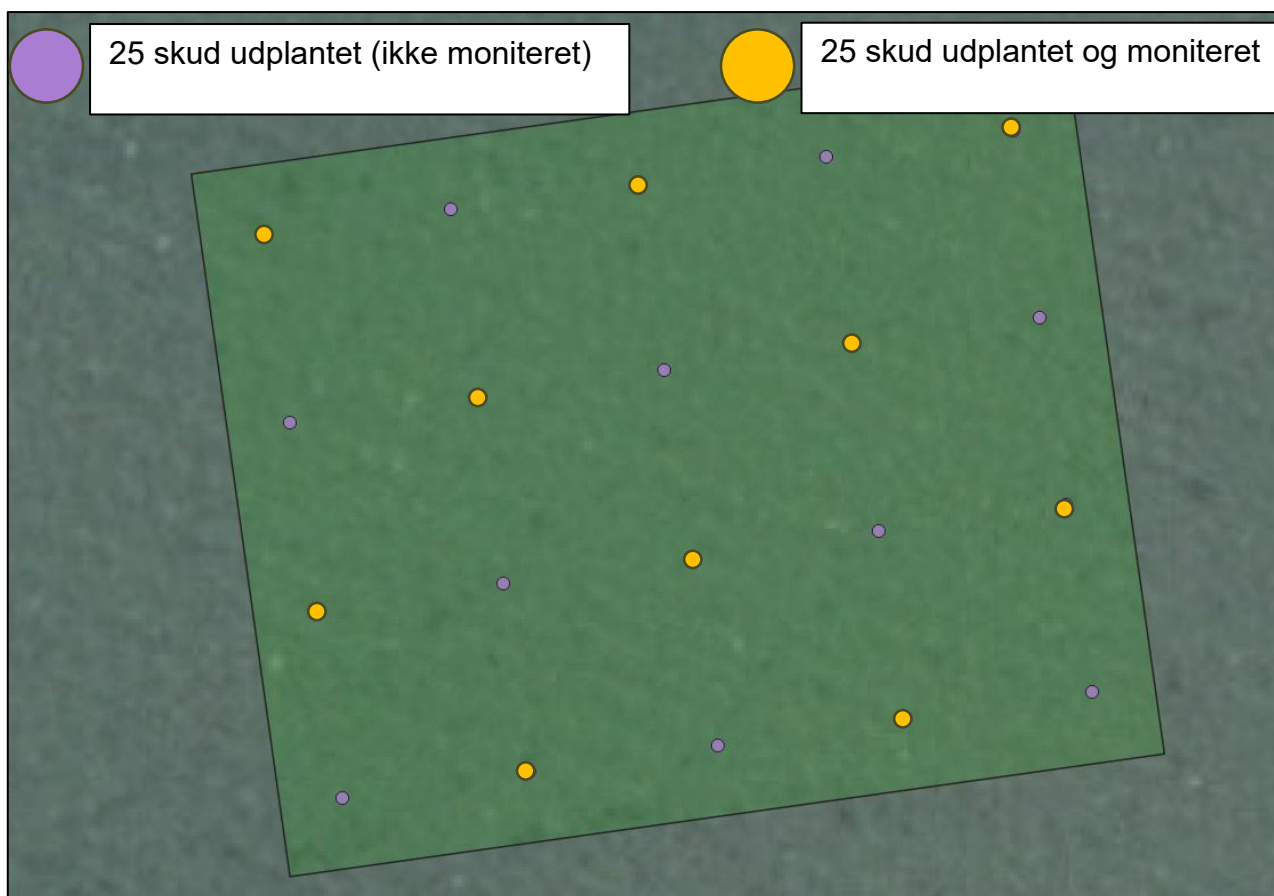


Figur 20. Eksempler på sandorme fækallier inden udplantningsenheden.

6.2 Monitoring af storskala-transplantationer

Hvis testtransplantationerne viser positive signaler kan man gå videre til at lave en storskala udplantning. Når storskalaen er færdigudplantet, skal det monitoreres. I storskala udplantninger monitoreres de samme parametre som beskrevet for test-transplantationer.

Det anbefales at lave faste monitoringspunkter, så det er de samme udplantninger man altid følger. Det betyder at man udvælger nogle tilfældige ringe som er blevet udplantet som et monitoringspunkt. Alt afhængigt af størrelsen på storskalaen, skal der være et passende antal monitoringspunkter. En storskala udplantning vil ofte have 10 - 15 monitoringspunkter, fordelt på hele området. Figur 21 viser et eksempel på hvordan et sådan setup kan se ud.



Figur 21. Eksempel på hvordan et monitorings setup kan se ud. Orange punkter viser monitorings punkter. Lilla punkter er udplantninger som ikke bliver monitoreret.

Hvis storskala-transplantationen er succesfuld vil skudtætheden vokse til den når et maksimum, hvor skudtætheden er tilsvarende et naturligt bed og ikke længere kan sprede sig inden for monitoringspunktet. Her vil der derfor blive skiftet til drone monitorering for at se på den arealmæssige udvikling (udbredelse) frem for tætheden (Se afsnit 8). Det vil dog stadig være fornuftigt at beholde en årlig monitorering af skudtætheden i august-september, hvor tætheden er højest, for at kontrollere at denne forbliver.

Hvert monitoringspunkt bør have sit egen navn / kode, for at sikre sig skudtæthederne bliver indskrevet under det samme monitoringspunkt, hver gang. Efterfølgende vil det være muligt at følge udviklingen for hvert af punkterne, der vil kunne være med til at synliggøre specifikke presfaktorer. Eksempelvis, hvis der måles faldende skudtætheder i den dybe del af udplantningen, mens den lavvandede del har skudtilvækst, vil det sandsynligvis skyldes lysmangel på den dybere del af transplantationen.

Monitorering bør ligeledes udføres sideløbende på et nærtliggende naturligt bed som reference for udviklingen og den naturlige skudtæthed under de givne lokale miljøforhold. Herudover, kan det også give information om eventuelle tab i transplantationen også afspejles i de naturlige bede. Da skudtætheden er høj (ofte 400 – 1.000 skud m^{-2}) i de naturlige bede bør disse monitoreres med en mindre ring. Husk at notere størrelsen på ringen så skudtætheden (skud m^{-2}) kan beregnes.

7. Miljøtilstands-monitoring (Videnskabeligt setup)

7.1 Definition af monitorings-setup inklusive parametervalg

Monitoring af transplantationer kan understøttes af vandmålinger og måleudstyr der måler miljøparametre i et mere videnskabeligt setup. Dette er især vigtigt ved anlæg og monitoring af test-transplantationer, hvor miljøparametre hvis tilgængeligt kan være forklarende for hvorfor transplantationen er en succes eller fejler. Det vil typisk være temperatur, ilt, lys, salinitet, kvælstof (N) og fosfor (P) der måles. Hvis der ikke er mulighed for at have alle parametrene med, er man nødt til at vælge hvilke metoder man prioritere. Det vil derfor være smart at finde ud af hvilke parameter der kan være den begrænsende faktor for ålegræsset udbredelse i det givende område, og dermed de vigtigste at have med. Miljøparametrene er relevante for at forstå de lokale kystnære tilstande, og kan i sidste ende kan være med til at forklare hvorfor udplantningen har udviklet som den har.

Næringssalte (N & P): koncentrationen af næringssalte viser eutrofieringsniveauet. Høje koncentrationer giver anledning til opblomstringer af opportunistiske makroalger og planteplankton, og er ofte associeret med ringe lysforhold.

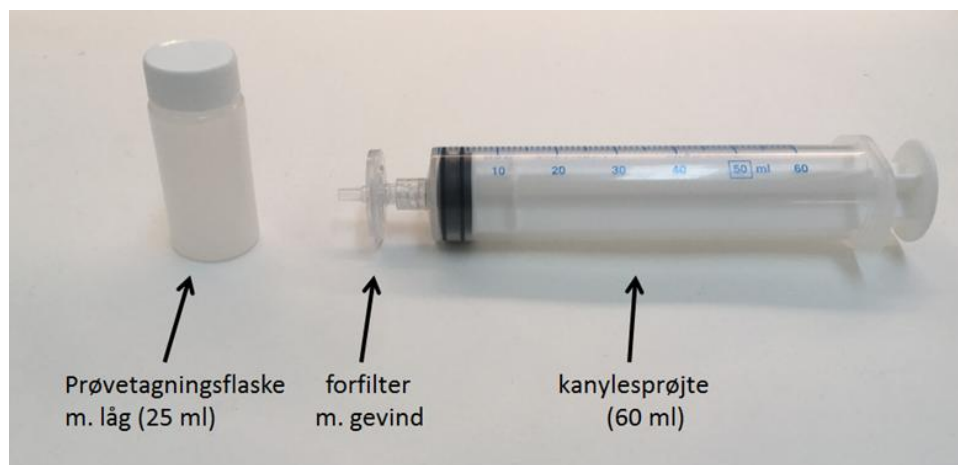
Lys: kan være en begrænsende faktor i områder med store opblomstringer af planteplankton eller områder med fint sediment og højt organisk indhold, hvor partikler nemt bliver ophvirvlet fra bunden. Lysintensitetsdata er vigtige, da disse giver indikation af ålegræssets vækstpotentiale. Oftest har ny-udplantet ålegræs et større lysbehov end eksisterende bede, hvilket skyldes at planterne skal retablere nye rødder og en funktionel rodzone. Enkelt udplantede ålegræsskud er også udsat for mere miljøpres og har derfor højere tabsrater end veletablerede bede. Dette pres kompenseres ved, at lysforholdene er gode, så skudtilvæksten bliver høj.

Ilt: Lavt iltindhold kan have skadelig påvirkning på ålegræsset og den tilknyttede fauna. Over længere perioder med kraftigt iltsvind ($<2 \text{ mg O}_2/\text{l}$) vil ålegræsset gå til.

Salinitet: Salinitet kan være en vigtig parameter især til at sammenholde med iltmålingerne. Ved at sammenholde salinitetsmålinger med iltmålinger er det muligt, at afgøre om et evt. iltsvind er lokalt skabt (ingen ændring i salinitet) eller importeret fra dybere vandmasser (stort udsving i salinitet.)

7.2 Vandprøver

- Opløste N- og P-næringssalte samt saltholdighed måles med vandprøver som bliver filtreret igennem et $22 \mu\text{m}$ GF/F filter (glasfiber filter). Vandprøverne behøver ikke være større end 50 ml, før det er muligt at måle både N og P (Figur 22).
- **Prøvetagningsfrekvens:** Prøvetagning foretages ugentligt-månedligt afhængig af formålet og opholdstiden i fjorden/kystområdet.



Figur 22. Viser prøvetagningsflaske forfilter og kanylesprøjte som benyttes til vandprøvetagninger.

Før prøvetagning: Stations-identifikation og dato skrives med tusch på de syreskyllede prøveflasker (25ml).

Prøvetagning:

1. Sprøjten skylles med vandet fra stationen ved at kanylesprøjten fyldes og tømmes et par gange (uden filter monteret), så vand fra tidligere stationer ikke påvirker prøven.
2. Derefter tages vanprøven med kanylesprøjten.
3. Herefter monteres forfilteret på sprøjten. De første 5 ml som presses igennem filteret smides væk.
4. Resten af vandprøven presses gennem filteret ned i prøveflasken. (Filtreringen sikrer korttidskonservering af prøverne, da de fleste levende organismer tilbageholdes af filteret).

Efter hjemkomst: Prøverne kan analyseres eller placeres i fryser.

7.3 Opsætning og drift af loggere

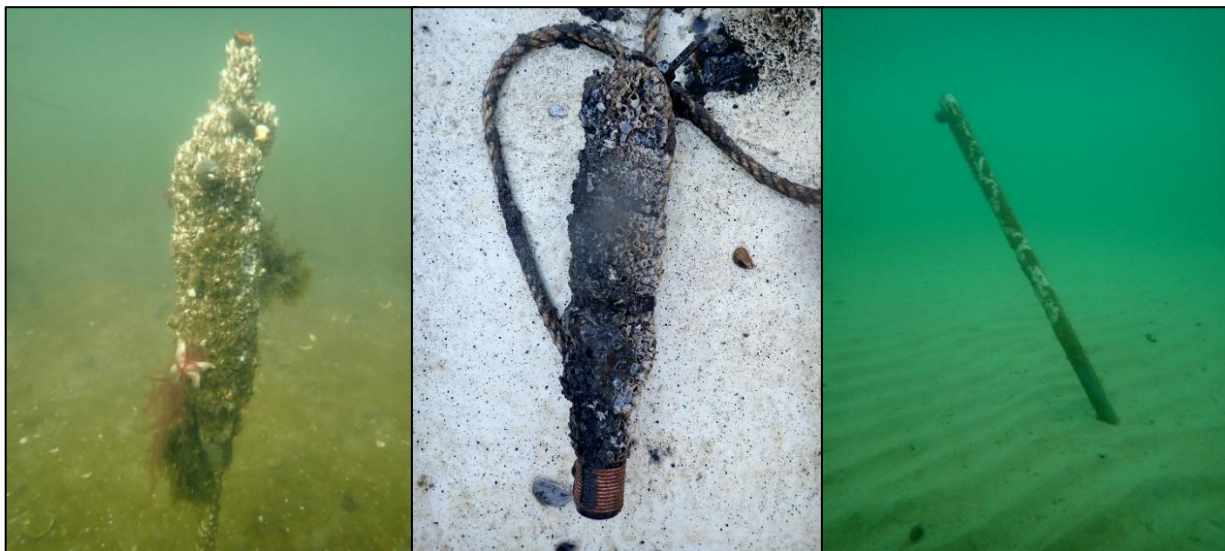
Statiske loggere kan give højopløselig og præcis data om specifikke miljøparametre. Der findes mange loggerløsninger på markedet med et stort udvalg af mulige parametre. Tilknyttet ålegræstransplantationer anbefales PAR- (Photosynthetic Active Radiation, Lys), ilt- og salinitetsloggere.

Opsætning af loggere: Loggerne skal opsættes efter producentens forskrift. For lys-, salinitet- og iltloggere er det oftest lettest at banke en hegnspæl i havbunden som loggeren kan monteres på med strips (Figur 24). En anden løsning er at lave et nedsænkkeligt fundament de kan sættes fast på, som kunne være en betonklods med en påmonteret stang.

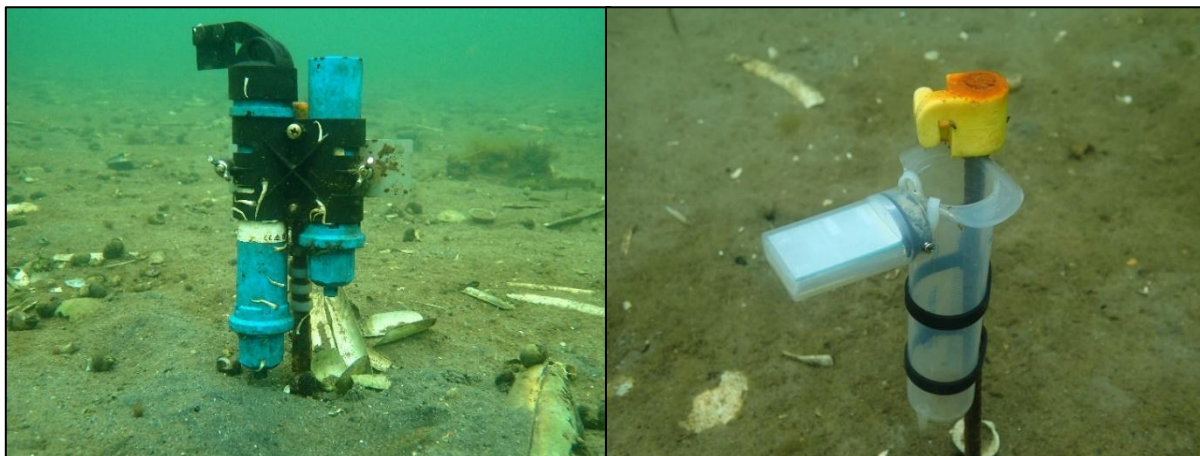
Vedligeholdelse af logger: For at sikre pålidelige data er det essentielt at loggerne løbende vedligeholdes (Figur 23). Det er vigtigt at notere hver gang loggerne bliver rensed, da rensningsdatoerne kan være med til at identificere perioder med pålidelige data, som kan bruges til validering af den resterende data. F.eks. hvis der pludselig er et stort spring i datasættet efter loggerne er blevet rensed, betyder det at sensoren har været for påvirket til at give pålidelige data og der skal sorteres i datasættet.

Komplikationer der kan opstå:

- **Begroning af alger:** Opportunistiske alger og epifytter vil ofte være et problem fra april til november, hvor det vil være værst om sommeren. Derfor vil det være om sommeren at loggerne oftest skal tilses. Det vil derfor være nødvendigt at besøge loggerne ofte så de kan blive rensset. Rengøring og rensning af sensoren skal følges producenten forskrifter, men kan oftest gøres med en svamp, klud eller børste.
- **Muslinger og rur.** Det vil især være nedslag af muslinge- og ruryngel som kan være problematisk. Det vil derfor være nødvendigt at rense sensoren forsigtigt, selvom de i nogle tilfælde kan sidde rigtig godt fast. Hvis der går længere tid imellem rensningerne, vil de blive endnu svære at få rene, og det kan være nødvendigt at hjemtage loggerne til vedligeholdelse.
- **Befæstelse.** Loggeren kan have mistet sin befæstelse så loggeren er faldet af.
- **Sandmobilitet.** Efter kraftig storm eller strøm kan der være sket en sandpålægning, som kan resultere i at loggeren er blevet tildækket. Det kan især være et problem for tilt-loggere (strømmålere), som ikke længere vil have mulighed for at bevæge sig frit og opsamle data.
- **Fysisk overdækning.** Der kan opstå fysisk overdækning, hvis loggeren bliver presset ned eller overdækket af f.eks. drivende makroalger eller søstjerner. Dette kan være svært at gennemskue i data, men vil typisk kunne ses på en lyslogger ved at der f.eks. er et pludseligt fald i lys.
- **Fejl på loggeren.** Der kan opstå fejl i selve loggeren, som man kun vil have mulighed for at se når man tømmer loggeren for data. Det kan derfor anbefales at man ofte tømmer loggere for data, for at se om alt er som det skal være.



Figur 23. Tre eksempler på misvedligeholdte loggere. Til venstre hvis en logger som er blevet overgroet af rur. I midten ses et billede af en logger som er røget af sin hegnspæl, samt også med meget tilgroning af ruer og muslinger. Til højre vises en tilt logger, som er blevet begravet af sand og ikke længere kan bevæge sig frit.



Figur 24. Til venstre ses en PAR-logger med wiper, en enhed som hjælper med at rense sensoren. Til højre ses en HOBOLYS-logger, det er vigtigt at placere lysloggeren så den altid peger mod syd, for at undgå skygge fra pælen.

8. Dronemonitoring af arealudvikling

En af de mest basale, men essentielle, elementer i ålegræsmonitorering er opmåling af den arealmæssige udbredelse. Traditionelt er en kombination af videoslæde og dykkerundersøgelser ofte blevet brugt til kortlægning af ålegræs' udbredelse. Begge metoder har dog flere begrænsninger, særligt i forhold til den spatiale opløsning. En mere moderne tilgang er at benytte droner til kortlægning og klassifikation af interesseområder. I denne vejledning refereres der til luftbårne ubemandede luftfartøjer (UAV'er) og ikke undervandsdroner (ROV'er), som dog også kan have mange praktiske anvendelser indenfor marin overvågning.

8.1 Dronetype og lovgivning

Til monitorering og kortlægning af ålegræs bruges især multirotor- eller fastvingedroner, som hver især har deres fordele.

Multirotordroner er det ideelle valg til monitorering af mindre områder >150 ha, samt til indsamling af billeder til ground truthing. Den store fordel ved multirotordroner er, at de er brugervenlige, relativt billige og fleksible i deres anvendelse.

Fastvingedroner er et noget dyrere valg, men kan afhængigt af modellen kortlægge større arealer op til ca. 1500 ha om dagen, og er derfor et oplagt valg, når der skal monitoreres større områder.

Uanset dronetype, skal dronen være monteret med et kamera. Til kortlægning af ålegræs og marine områder generelt, vil et standart RGB-kamera med 20MP være tilstrækkeligt til at opnå en brugbar billedkvalitet.

Uanset dronetypen skal droneføreren som minimum erhverve sig et A1/A3-dronecertifikat forud for flyvning. I Danmark reguleres dronflyvning af Trafikstyrelsen, som stiller krav om tilladelser, registrering og visse operative begrænsninger afhængigt af flyvningens karakter og lokalitet. Ved flyvning i nærheden af beskyttede naturområder skal der tages hensyn til potentielle forstyrrelser af fugleliv og øvrige beskyttede arter. Desuden skal eventuelle undersøgelser i Natura 2000-områder ske i samråd med relevante myndigheder, herunder Miljøstyrelsen eller Kystdirektoratet. Regler i forbindelse med dronflyvning beskrives ikke nærmere i denne vejledning, da

lovgivningen løbende ændres. Information om gældende lovgivning kan bl.a. findes på www.droneregler.dk. Det er altid droneførerens ansvar at overholde gældende lovgivning.

8.2 Planlægning

Forud for kortlægning af et område, laves en præ-screening af interesseområdet. Denne kan med fordel tage udgangspunkt i det seneste eller tidligere års nationale ortofoto. Her identificeres de interessepunkter, der skal monitoreres, og hele områdes opmåles digitalt, så flyvningen/ kortlægning kan planlægges bedst muligt. Sørg altid for at pakke nok batterier til at udføre hele kortlægningen på samme dag, samt 1-2 ekstra.

Planlægning af selve flyvedagen udføres ud fra forskellige parametre:

Formålet: Tidspunktet for monitoreringen afgøres primært ud fra formålet. Hvis formålet er at kortlægge udbredelsen af ålegræs, vil august – september måned være et godt tidspunkt, da ålegræsset her typisk har opnået den maksimale biomasse for det pågældende år og derfor er mest synligt fra luften.

Vejret: De fleste droner tåler ikke regn, tæt tåge og kraftig vind. Derudover vil vinden ofte skabe bølger, som sænker billedkvaliteten, særligt ved pålandsvind. Vind og tidligere dages regn kan desuden øge turbiditeten i vandet, hvilket kan kraftigt sænke billedkvaliteten. Optimalt set vælges en dag uden regn, med lav vind og høj sigtbarhed, både i vand og luft, da det vil give det bedste udgangspunkt for høj billedkvalitet.

Lysindfald: Solens lys kan give refleksioner i vandoverfladen, der forstyrrer billedet. Dette kan minimeres ved at foretage kortlægningen når solen står lavt på himmelen, typisk først på dagen.

Hyppigheden: Ålegræs vokser relativt langsomt, hvorfor ændringer i udbredelsen med fordel kan udføres én gang årligt omkring august - september. Kigges der derimod på eksempelvis opblomstring af opportunistiske makroalger gennem vækstsæsonen, vil en mere hyppig monitorering være nødvendig

8.3 Kortlægning og monitorering i praksis

Når relevante tilladelser er indhentet og planlægningen er udført, kan den egentlige kortlægning gå i gang. Kortlægningen kan udføres i forskellige flyvehøjder (typisk mellem 50-120 m) afhængig af den ønskede detaljegrad. 100 meters højde er et godt udgangspunkt, hvilket med et 20 MP, eller bedre, kamera typisk vil give en GSD (ground sample distance) på < 3 cm. Dette er en fin opløsning til genkendelse af ålegræs, og sikrer samtidig en effektiv kortlægning.

Området kortlægges ved systematisk at tage billeder af hele området med et overlap på omkring 70-80% mellem de enkelte billeder, hvilket sikrer tilstrækkeligt overlap til at genere et sammenhængende ortofoto. Det er en god ide at tage billeder i en "bufferzone" rundt om ens interesseområde, da kanterne på generede ortofotos ofte bøjes/forvrænges, hvilket potentielt kan forringe kvaliteten af billedet.

Den overordnede kortlægning suppleres gerne med såkaldt "ground truthing" – billeder fra lav flyvehøjde (2-5 m) eller dykker/ kamera observationer fordelt over området. Disse bruges til præcis genkendelse af de forskellige elementer og bekræfte identifikationen af strukturerne synlige på den overordnet kortlægning.

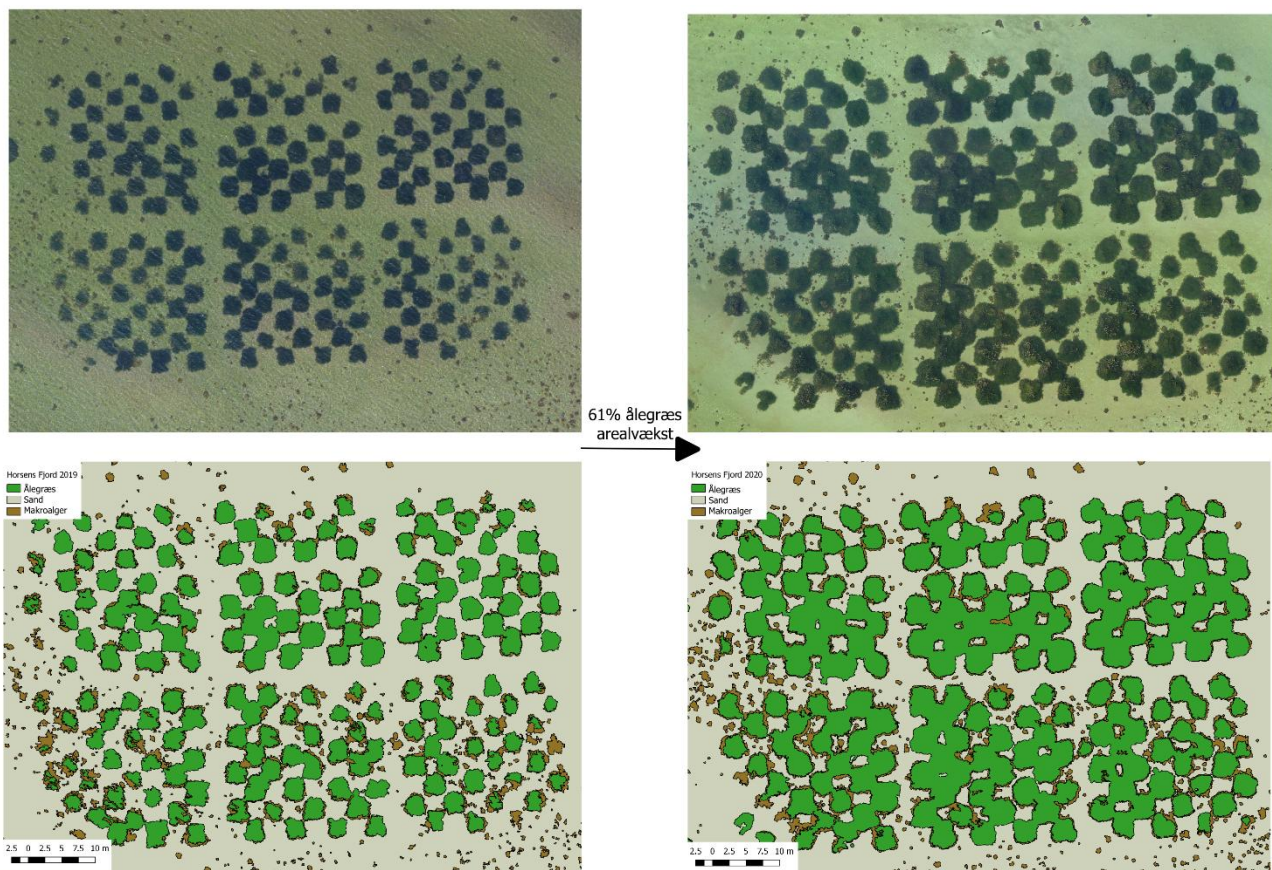
8.4 Kortfremstilling og klassifikation

Fremstillingen af ortofotos ud fra rå-billederne udføres i relevant software, eksempelvis Agisoft Metashape eller Pix4Dmapper.

På det færdige ortofoto bestemmes/ klassificeres og opmåles ålegræs og evt. andre interesseelementer. Den mest simple analyse af det færdige kortmateriale kan udføres i GIS-software, hvor der håndtegnes polygoner rundt om ålegræsbedene, hvormed arealet kan bestemmes.

En mere automatisk analyse af kortmaterialet kan udføres i relevante billedanalyseprogrammer, hvor ortofotoet først segmenteres og efterfølgende klassificeres ud fra Object Based Image Analysis (OBIA) metodikken. Et eksempel på et ortofoto med ålegræs, klassificeret med OBIA-metodikken, kan ses i figur 25.

Ud fra de klassificerede billeder kan arealet af ålegræsudbredelsen udtrækkes, og der kan ligeledes vurderes dækningsgrader indenfor bedene. Dette suppleres gerne med lavhøjde- ground truth billeder og evt. dykkerundersøgelser, for en mere præcis vurdering.



Figur 25. Dronebilleder (øverst) af et transplanteret ålegræsbed i Horsens Fjord for år 2019 (venstre) og 2020 (højre). Nedenunder ses samme billeder med klassifikation af ålegræs (grøn), sand (beige) og makroalger (brun). Arealudtræk fra klassifikationen viser ålegræsvækst på 61% mellem de to år.

Arealudbredelsen over flere år bruges til at vurdere frem- eller tilbagegangen af bestemte ålegræsbede, og er en vigtig metode til monitorering af reetablerede ålegræsbede. Arealudbredelsen er ligeledes vigtig i forbindelse med kvantificering af de tilknyttet økosystemfunktioner/tjenester. Kvantificering af økosystemtjenester er beskrevet i en separat guideline tilgængelig på Center for Marin Naturgenopretnings hjemmeside (marinnatur.dk).

9. Indberetning af data

Det er Center for Marin Naturgenopretnings anbefaling at naturgenoprettet arealer efterfølgende monitoreres for at lave vidensopbygning og understøtte udviklingen af de mest optimale naturgenopretningstilgange. Det er intentionen at der udvikles en platform til indberetning af data, som forventes at blive en integreret del af miljøportalen. Når platformen er tilgængelig, opdateres denne guideline med en beskrivelse af proceduren.

10. Links

Link 1: Miljøgis: NOVANA - Det nationale overvågningsprogram. Aktiver lag "Hav og Fjord – Blomsterplanter og makroalger". <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=novana>

Link 2: Hvordan bindes et ålegræsskud. <https://limfjordsraadet.dk/media/72655/binding-aalegraes.mp4>

Link 3: Udplantning af ålegræsskud. <https://limfjordsraadet.dk/media/72653/udplantning-aalegraes.mp4>

11. Litteraturliste

- Banke, T.L., Steinfurth, R.C., Canal-Vergés, P., Lange, T., and Flindt, M.R. (2025). Threshold of lugworm (*Arenicola marina*) densities for successful transplantation of eelgrass (*Zostera marina*). *Restoration Ecology*.
- Lange, T., Oncken, N.S., Svane, N., Steinfurth, R.C., Kristensen, E., and Flindt, M.R. (2022). Large-scale eelgrass transplantation: a measure for carbon and nutrient sequestration in estuaries. *Marine ecology. Progress series (Halstenbek)* 685, 97-109.