

NOVANA

Teknisk anvisning for marin overvågning

3.1 Bundvegetation m.v.

Dorte Krause-Jensen
Ole Manscher
Afdeling for Marin Økologi

Jens Sund Laursen
Sønderjyllands Amt

Anne Lise Middelboe
Marinbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet

Michael Stjernholm
Afdeling for Ferskvandsøkologi

Miljøministeriet
Danmarks Miljøundersøgelser

3.1	Bundvegetationsundersøgelser	3.1-3
3.1.1	Omgivelsernes indflydelse på bundvegetationen	3.1-3
	3.1.1.1 Substrat og eksponeringsforhold	3.1-3
	3.1.1.2 Saltholdighed	3.1-4
	3.1.1.3 Temperatur	3.1-4
	3.1.1.4 Eutrofiering	3.1-5
	3.1.1.5 Lysforhold og dybdeudbredelse	3.1-6
	3.1.1.6 Faunaeffekter	3.1-7
	3.1.1.7 Fiskeri/muslingskrab	3.1-7
3.1.2	Formål	3.1-7
3.1.3	Baggrund	3.1-8
3.1.4	Oversigt over programmet	3.1-9
	3.1.4.1 Omfang og frekvens	3.1-9
	3.1.4.2 Undersøgelsesernes indhold	3.1-11
	3.1.4.3 Koordinering med andre dele af programmet	3.1-14
3.1.5	Oplysninger om prøvetagningslokaliteten	3.1-14
	3.1.5.1 Oplysninger om stationen	3.1-14
	3.1.5.2 Oplysninger om transektet	3.1-16
	3.1.5.3 Oplysninger om dybdeintervaller	3.1-16
	3.1.5.4 Oplysninger om punkter	3.1-17
3.1.6	Algeundersøgelser	3.1-17
	3.1.6.1 Dykning langs transekter	3.1-17
	3.1.6.2 Oplysninger om substratforhold	3.1-18
	3.1.6.3 Oplysninger om grupper af alger	3.1-20
	3.1.6.4 Oplysninger om arter	3.1-21
	3.1.6.5 Dataanalyser	3.1-22
3.1.7	Ålegræsundersøgelser	3.1-22
	3.1.7.1 Dykning langs transekter	3.1-22
	3.1.7.2 Oplysninger om substratforhold	3.1-23
	3.1.7.3 Oplysninger om blomsterplanter/ kransnålalger	3.1-23
	3.1.7.4 Oplysninger om eutrofieringsbetingede alger	3.1-24
	3.1.7.5 Dataanalyser	3.1-25
3.1.8	Arealundersøgelser af ålegræs og blåmuslinger	3.1-26
	3.1.8.1 Punktobservationer i felten	3.1-26
	3.1.8.2 Flyfotos og billedanalyse	3.1-28
3.1.9	Undersøgelser af ålegræssets biomasse og skudtæthed	3.1-32
	3.1.9.1 Feltarbejde	3.1-32
	3.1.9.2 Laboratoriearbejde	3.1-33
3.1.10	Kvalitetssikring	3.1-33
3.1.11	Indberetning af data fra feltundersøgelser	3.1-36
	3.1.11.1 Oplysninger om vegetationsdatabasen	3.1-36
	3.1.11.2 Struktur for dataindberetningen	3.1-37
3.1.12	Indberetning af billedanalyse og udbredelseskort	3.1-37
3.1.13	Referencer	3.1-39
3.1.14	Bilag	3.1-43
	3.1.14.1 Feltskema - algeundersøgelser	3.1-43
	3.1.14.2 Feltskema - ålegræsundersøgelser	3.1-45
	3.1.14.3 Feltskema - arealundersøgelser	3.1-46
	3.1.14.4 Feltskema-biomasse/skudtæthedsundersøgelser	3.1-47

3.1 Bundvegetationsundersøgelser

3.1.1 Omgivelsernes indflydelse på bundvegetationen

Bundvegetationen indgår som en værdifuld parameter i overvågningen af kystvandene. Planternes forankring på bunden, deres forholdsvis lange levetid og deres påvirkelighed overfor fysiske- og kemiske forhold gør dem velegnede til at afspejle omgivelsernes tilstand og ændringer heri. Tilgængeligheden af næringssalte har vist sig at være en nøglefaktor for artssammensætningen og udbredelsen af bundvegetationen (*Pedersen 1993, Duarte 1995, Nielsen et al. 2002a*), og effekter af Vandmiljøhandlingsplanerne forventes derfor at kunne spores som ændringer i vegetationens sammensætning og udbredelse.

Næringssalte regulerer bundvegetationen i et samspil med en lang række andre faktorer, og for at kunne isolere effekten af næringssalte må vi også kende effekten af de øvrige faktorer. For at en plante kan forekomme på en lokalitet, skal dens krav til substrat, saltholdighed og temperatur være opfyldt. Plantens succes på lokaliteten vil afhænge af balancen mellem dens tilvækst- og tabsprocesser. Tilvæksten reguleres primært af tilgængeligheden af lys, næringssalte og uorganisk kulstof, mens tab af plantebiomasse især styres af skygning, græsning, fysisk forstyrrelse samt ælde og sygdomsangreb.

Dette afsnit fortæller med udvalgte eksempler, hvordan fysiske og kemiske forhold i omgivelserne kan påvirke bundvegetationen. Eksemplerne repræsenterer så vidt muligt danske kystområder og mange af dem er baseret på data, der er indsamlet under vandmiljøplanernes overvågningsprogrammer.

3.1.1.1 Substrat og eksponeringsforhold

Ålegræs og andre rodfæstede bundplanter forekommer i områder med sandet bund. Ålegræssets jordstængler (rhizomer) og rødder danner et tæt net, som stabiliserer sedimentet. Samtidig dæmper en tæt ålegræsvegetation strøm og bølgebevægelse ved sedimentoverfladen. Ålegræsbevoksninger bidrager derfor til at begrænse kysterosion. Hvis ålegræsbestande forsvinder som følge af eutrofiering eller fysisk forstyrrelse, eroderes sedimentet, koncentrationen af partikler i vandet stiger, og lysforholdene forringes. Det giver dårligere vækstforhold for de tilbageværende ålegræsbestande og begrænser muligheden for, at nye bestande kan etablere sig. Reduktioner i ålegræsbestande kan derfor være en selvforstærkende proces (*Duarte 1995*).

Vind- og bølgeeksponering har den største effekt på lavt vand, og kan her begrænse ålegræssets dækningsgrad (*Fonseca 1998, Krause-Jensen et al. 2003*). I visse områder, som fx langs den jyske vestkyst er eksponeringen for voldsom til, at ålegræsbestande kan etableres.

Makroalger kræver et hårdt underlag som fx sten eller skaller for at kunne hæfte sig fast. De fleste danske fjord- og kystområder har sandbund med spredte sten, og makroalgernes udbredelse er derfor mange steder begrænset af velegnet substrat. Klippekyster omkring Bornholm og stenrev med tæt stendække er dog undtagelser.

3.1.1.2 Saltholdighed

De indre danske farvande er et overgangsområde mellem den saltholdige Nordsø (33 ‰) og den mindre salte Østersø (6-10‰). Herudover er der typisk en saltgradient ind gennem fjordene med faldende saltholdighed fra fjordens munding mod de indre fjordafsnit. De danske fjorde repræsenterer derfor et bredt spektrum af saltholdigheder.

Mens nogle bundplanter, som fx ålegræs, har brede tolerancerammer for saltholdighed og saltholdighedsvariationer, kræver andre arter en mere specifik og konstant saltholdighed. Saltholdigheden har derfor afgørende indflydelse på vegetationens sammensætning. Generelt findes der flere saltvandtillpassede arter end brakvandsarter, og det forhold medvirker til, at artsantallet af makroalger falder fra ca. 318 i Kattegat til ca. 79 ved Bornholm (Nielsen et al. 1995, Middelboe et al. 1997a).

I en ferskvandspåvirket fjord falder antallet af rød- og brunalgarter og det totale artsantal typisk fra de ydre mod de indre, mere ferske fjordafsnit. Her er det imidlertid ikke blot saltholdigheden, men også lys-, nærings salt- og dybdeforhold, der bidrager til at regulere artsantallet (Middelboe et al. 1998).

Variationer i saliniteten kan også påvirke vegetationens sammensætning. I Ringkøbing Fjord, hvor saltholdigheden reguleres via en sluse, har det for eksempel vist sig, at ændringer i slusepraksis ændrer dominansforholdet mellem havgræs (*Ruppia spp.*) og børstebladet vandaks (*Potamogeton pectinatus*) (Ringkøbing amtskommune 1997).

Nogle makroalger reagerer på ændrede saltholdigheder ved at ændre habitus. En art som blodrød ribbeblad (*Delesseria sanguinea*) er eksempelvis stor og kraftig i Nordsøen, men lille og spinkel i Østersøen (Lüning 1990). Det er derfor vigtigt at være opmærksom på formvariationen ved artsbestemmelsen.

3.1.1.3 Temperatur

Lavvandede, beskyttede dele af fjordene er karakteriserede ved store døgn- og sæsonmæssige variationer i temperaturen, mens dybere områder med stor vandudveksling har mere konstante temperaturer.

Bundplanterne har forskellig tolerance overfor temperatur og temperaturvariationer, og temperaturen har derfor afgørende indflydelse på arternes forekomst både i rumlig og tidlig (sæsonmæssig) skala (Borum et al. 1994). Således må arter, der forekommer i de indre fjordafsnit, nødvendigvis være tolerante overfor ekstreme og varierende

temperaturer (eurythermale). Arternes sæsonmæssige forekomst er også tildels temperaturbetinget.

Temperaturen påvirker bundplanternes produktivitet og respirationsrate direkte, idet den regulerer hastigheden af biokemiske reaktioner. Høje temperaturer kan hos nogle planter føre til en negativ kulstofbalance, idet respirationen hos eksempelvis ålegræs stiger mere end fotosyntesen, når temperaturen stiger (*Marsh et al. 1986*).

3.1.1.4 Eutrofiering

Eutrofiering påvirker dominansforholdet mellem primærproducenterne (*Sand-Jensen & Borum 1991, Duarte 1995*). Det gælder dels forholdet mellem forskellige plantesamfund: rodfæstede makrofyter, makroalger og fytoplankton. Det gælder også forholdet mellem funktionelle grupper af makroalger: fx store, langsomtvoksende alger med læderagtigt thallus versus små hurtigtvoksende alger med tyndt og fint forgrenet thallus og dermed også forholdet mellem enkeltarter.

Næringsfattige områder har ofte en stabil, flerårig vegetation, hvor langsomtvoksende planter som ålegræs og tykløvede makroalger dominerer og dybdeudbredelsen er stor, mens næringsrige områder ofte har en mere ustabil og kortlivet vegetation, hvor hurtigtvoksende makroalger og fytoplankton dominerer og begrænser bundvegetationens dybdeudbredelse. I meget næringsrige systemer kan bundvegetationen være fuldstændig forsvundet og planteplankton enedominerende.

Eksempelvis falder mængden af hurtigtvoksende makroalger (*Sand-Jensen et al. 1997*) samt mængden af epifytter på ålegræs (*Borum 1985*) fra den indre næringsrige del af fjordene mod de ydre fjordafsnit og parallelt hermed tiltager vegetationens dybdeudbredelse (*Ærtebjerg et al. 2003*). Gennem det 20. århundrede, hvor eutrofieringen er taget til, er vegetationens dybdeudbredelse ligeledes reduceret markant (*Rask et al. 2000, Boström et al. 2003*).

Eutrofiering kan også påvirke makroalgernes artsdiversitet. Fx er der størst artsrigdom af makroalger i de største fjorde, der samtidig er mindst belastede med næringssalte og har højest saltholdighed, og der er flest arter på de stationer i fjordene, der har lavest koncentration af næringssalte, størst sigtdybde, højest saltholdighed og størst andel hård bund (*Middelboe et al. 1998*). Artsrigdommen stiger derfor generelt fra indre fjordafsnit mod åbne kystområder (*Middelboe & Sand-Jensen 2004*).

Til trods for forskydningen i balancen mellem primærproducenter ændres områdernes totale primærproduktion dog ikke væsentligt, når belastningen øges (*Borum & Sand-Jensen 1996*).

Baggrunden for forskydningen i plantesamfundene ved øget eutrofiering er, at plantetyperne har forskellig vækststrategi (*Pedersen 1993*). Algernes vækststrategi er nært knyttet til deres form (*Little &*

Little 1980 Little et al. 1983). Bl.a. varierer algernes "næringshus-holdning" markant mellem forskellige algetyper (*Pedersen 1993*). Hurtigtvoksende arter består næsten udelukkende af væv med aktiv fotosyntese og ved rigelige næringsmængder opnår de hurtigt en stor biomasse og kan udskygge de øvrige arter. Ved lav næringssalttilførsel kan de ikke realisere de høje vækstrater, og da de er attraktive for græssere, risikerer de at blive græsset ned. De langsomtvoksende arter indeholder mere strukturelt væv og har derfor ikke mulighed for at opnå så høje vækstrater. Til gengæld er de bedre beskyttede mod græsning, og kan bedre dække deres næringsstofbehov gennem oplagring og allokering. Derfor har de langsomtvoksende arter en konkurrencemæssig fordel, når næringssalttilførslen er lav.

Næringssaltbelastningen kan også indirekte påvirke vegetationen, idet der er større risiko for, at der opstår iltsvind, når næringssaltbelastningen er stor. Der er mange eksempler på, at ålegræsset er forsvundet fra større arealer efter varme, stille somre med forekomst af iltsvind (*Dahl et al. 1995*). Eksempelvis forsvandt ålegræsset over store arealer i det Sydfynske Øhav under et omfattende iltsvind i forbindelse med en lang varm og stille periode i sommeren 1994 (*Rask et al. 2000*). Under sådanne hændelser driver bladene simpelthen væk, fordi ålegræssets vækstpunkt rådner. Præcist hvad planten dør af, ved man ikke, men der er flere teorier (fx *Holmer & Bondgaard 2001, Greve et al. 2003*): cellerne i vækstpunktet dør enten af iltmangel, af svovlbrinte som frigives fra fjordbunden under iltsvind eller af giftige stofskifteprodukter, som planten selv danner, når den slår om til et iltfrit stofskifte.

3.1.1.5 Lysforhold og dybdeudbredelse

Lysforholdene i vandsøjlen er tæt koblet til næringssaltforholdene, idet en øget tilførsel af næringsalte giver en øget biomasse af plan-teplankton og dermed en reduceret sigtddybde (*Nielsen et al. 2002a,b*). Bundplanternes dybdegrænse afhænger primært af lysforholdene. Data fra og overvågningsprogrammet viser at sigtddybden kan forklare en stor del af variationen i dybdegrænser mellem områder med forskellig sigtddybde, selvom den ikke kan forudsige dybdegrænsen i det enkelte område præcist (*Nielsen et al. 2002a*).

Generelt er blomsterplanternes dybdegrænse mindre end makroalger-ernes, fordi blomsterplanterne kræver ekstra energi til rhizomer og rødder, som ikke er fotosynteseaktive (*Nielsen et al. 2002a*). Imidlertid er makroalgerens dybdegrænse i de danske kystområder ofte sub-stratbegrænset.

Vegetationens dækningsgrad på dybt vand er også i nogen grad koblet til lysforholdene. Det gælder både for ålegræs (*Krause-Jensen et al. 2000a & 2003*) og for makroalgernes samfund (*Henriksen et al. 2001, kap. 27*).

3.1.1.6 Faunaeffekter

Græsning udgør en tabsfaktor for biomassen af makroalger og rod-fæstede makrofyter. Fintløvede makroalger kan fx græsses af invertebrater som tanglopper, tanglus og tangsnegle, og i nogle tilfælde kan græsningshastigheden overstige væksthastigheden. Græsningsaktiviteten kan være koblet til eutrofieringen, så græsningen ned-sættes i de indre, mest eutrofierede fjordafsnit (*Geertz-Hansen et al. 1993*).

Fra det centrale Kattegat er der eksempler på, at tykløvede makroalger græsses af søpindsvin og nøgensnegle (*Jensen et al. 1997*). Ligeledes er der fra Vejle og Kolding Fjord eksempler på, at strandsnegle har nedgræsset *Laminaria* (*Vejle Amt 1995*).

Marin bundvegetation kan også græsses af fugle. På lavt vand kan knortegæs og svaner i stort omfang eksempelvis græsse ålegræs (*Clausen 1994*), mens blishøns græsser betydelige mængder søsalat i Norsminde Fjord (*Århus Amt 1994*).

3.1.1.7 Fiskeri/muslingeskrab

Muslingeskrab og trawlfiskeri kan være en betydelig tabsfaktor for bundvegetationen. Ved denne aktivitet kan ålegræs med rhizomer rykkes op over store områder (*Limfjordsovervågningen 1996*). Oprodnig af havbunden nedsætter også muligheden for, at frøplanter af ålegræs kan etableres. Endelig fjerner muslingeskrab og trawlfiskeri store mængder sten og dermed det i forvejen sparsomme substrat for vækst makroalger.

3.1.2 Formål

Overvågningsprogrammet for bundvegetation skal kunne registrere effekten af de reduktioner i kvælstof- og fosforbelastningen, som er foreskrevet i Vandmiljøplanerne. Som beskrevet i forrige afsnit forventer vi, at reduktioner i nærings saltbelastningen vil betyde en forøget dybdegrænse, dækningsgrad og arealudbredelse af ålegræs og andre rodfæstede planter. For makroalger forventer vi, at en reduktion i nærings saltbelastningen medfører forøget dybdeudbredelse og artsantal, færre eutrofieringsbetingede makroalger og i det hele taget ændret dominansforhold mellem makroalgerne. På den baggrund har vi valgt en række miljøindikatorer for bundvegetationen:

Ålegræssets dybdeudbredelse

Vi forventer at en reduktion i koncentrationen af nærings salte bevirker, at ålegræsset vokser dybere og får større dækningsgrad på dybt vand, fordi lysforholdene er bedre.

Arealudbredelse og dækningsgrad af ålegræsblomsterplanter

Ålegræssets arealudbredelse er relateret til nærings saltforholdene, eftersom ålegræssets dybdegrænse og dækningsgrad på dybt vand er det. Ved faldende nærings saltbelastning forventer vi derfor at ålegræssets arealudbredelse og dækningsgrad stiger.

Makroalgernes dybdeudbredelse

Ligesom for ålegræsset forventer vi, at en reduktion i koncentrationen af næringssalte bevirker, at makroalgerne vokser dybere og får større dækningsgrad på dybt vand, fordi lysforholdene er bedre. Det kræver dog, at der er egnet substrat.

Makroalgernes artsantal

Vi forventer, at en reduktion i koncentrationen af næringssalte bevirker, at antallet af makroalgearter stiger, selvom en række andre faktorer også påvirker artsantallet.

Makroalgernes artssammensætning og dominansforhold

Vi forventer, at en lav belastning med næringssalte favoriserer artsrige makroalgesamfund uden dominans af enkeltarter mens en høj næringsbelastning favoriserer makroalgesamfund, der er præget af få dominerende arter - især hurtigtvoksende makroalgearter.

Makroalgernes funktionelle diversitet

Vi forventer, at lav belastning med næringssalte favoriserer makroalgesamfund, der består af en blanding af store og små alger med forskellige former og funktioner, mens en høj belastning med næringssalte favoriserer en enkelt eller få formgrupper.

3.1.3 Baggrund

Ved NOVA programmets start blev der afholdt en interkalibrering af metoderne for bundvegetationsundersøgelser, som viste, at der var store forskelle mellem bestemmelserne af arternes antal og dækningsgrad, når forskellige personer undersøgte det samme punkt eller transekt (*Middelboe et al. 1997b*). Interkalibreringen gav derfor anledning til at revurdere de hidtil anvendte metoder.

Nye metoder til transektundersøgelser

Danmarks Miljøundersøgelser har derfor gennemført en række tests af nye metoder i samarbejde med dykkere fra Vejle Amt, Sønderjyllands Amt og Århus Amt samt fra Bio/consult og Hedeselskabet. De nye metoder blev testet med hensyn til deres præcision, reproducerbarhed og ressourceforbrug. Gennem denne metodetest fandt vi frem til nye, velegnede metoder til både ålegræs- og algeundersøgelser (*Krause-Jensen et al. 2000b*).

For at kunne anbefale disse nye metoder i overvågningsprogrammet var det nødvendigt at dokumentere dels, at den nye metode er mere reproducerbar og præcis end den gamle, og dels at resultater indsamlet med den nye og den gamle metode kan sammenlignes. Denne dokumentation foreligger nu for både ålegræsundersøgelser (*Krause-Jensen et al. 2000b*) og algeundersøgelser (*Laurson et al. 2000*).

Nye metoder til arealundersøgelser

Evalueringen af det første datasæt over ålegræssets arealudbredelse under NOVA-programmet viste, at undersøgelserne kun i sjældne tilfælde kunne leve op til kravet om 75% sikkerhed på resultaterne. Det var især vanskeligt at opnå tilstrækkelig sikkerhed på resultaterne i områder med blandede vegetations- og bundforhold, så analyserne voldte store problemer i områder, hvor ålegræsset stod mellem

sten-, alge- og muslingeforekomster. Derfor er metoden nu revideret, så arealopgørelserne er baseret på et tæt net af feltundersøgelser suppleret med analyser af flyfotos. Bundfaunaundersøgelserne inden for NOVANA-programmet omfatter en tilsvarende bestemmelse af filtratorernes arealudbredelse i fjordene. Den nye metode til bestemmelse af ålegræssets arealudbredelse kan uden vanskeligheder udvides til også at omfatte blåmuslinger. Metodebeskrivelsen for bestemmelsen af blåmuslingernes arealudbredelse vil derfor tillige fremgå af denne vejledning samt af teknisk anvisning kapitel 4.3 "Filtrerende organismer".

Arealundersøgelserne suppleres med undersøgelser af ålegræssets biomasse og skudtæthed. Disse undersøgelser gennemføres efter omtrent de samme metoder som i Myndighedernes kontrol- og overvågningsprogram for Øresundsforbindelsens kyst-til-kyst anlæg (Krause-Jensen *et al.* 2001).

3.1.4 Oversigt over programmet

3.1.4.1 Omfang og frekvens

Undersøgelsestyper

4 undersøgelsestyper

Bundvegetationsprogrammet er sammensat af 4 undersøgelsestyper:

- algeundersøgelser
- ålegræsundersøgelser mm.
- arealundersøgelser: gns. dækningsgrad, udbredelsesareal og kortlægning af ålegræs/dominerende blødbundsvegetation.
- biomasse/skudtæthedsundersøgelser af ålegræs mm.

Transekter på blød, hård og blandet bund

Transekter – placering og antal

Vegetationsundersøgelserne udføres ved dykning langs transekter. I meget lavvandede områder, som fx Ringkøbing Fjord, kan man dog vade ud fra kysten langs transekterne i stedet for at dykke. Transekterne skal udlægges, så de repræsenterer vegetationen på blød og hård bund i både indre og ydre fjordafsnit og åbne områder. Transekter på blød bund indgår i ålegræsundersøgelser og transekter på hård bund indgår i algeundersøgelser, mens transekter på blandet bund kan indgå i både ålegræs- og algeundersøgelser. Transekterne skal placeres i områder, der ikke er påvirket direkte af punktkilder. Hvis området tidligere er undersøgt, skal de eksisterende transekter opretholdes, hvis de opfylder de beskrevne krav til placering.

Algeundersøgelser

Algeundersøgelser skal omfatte ca. 6 transekter i ydre fjordafsnit, hvor vegetationen er mest kompleks og ca. 4 transekter i indre fjordafsnit, dvs. i alt ca. 10 transekter per fjord/kystområde.

Ålegræsundersøgelser

Ålegræsundersøgelser skal omfatte ca. 5 transekter per fjordafsnit, dvs. ca. 10 transekter per fjord/kystområde.

Arealundersøgelser

Arealundersøgelser omfatter et tæt net af transekter med ca. 1 km mellem hvert transekt. Antallet af transekter afhænger af fjordenes/områdernes størrelse og den rumlige fordeling af ålegræsset. Der skal være knap én kilometer mellem hvert transekt, og transekterne skal være jævnt fordelt i fjorden/området. Vi har estimeret det nødvendige antal transekter på baggrund af en undersøgelse omkring Saltholm, som viser, at man skal undersøge ca. 20 transekter jævnt fordelt om øen for at opnå en sikker bestemmelse af ålegræssets dækningsgrad. Da Saltholm har en omkreds på knap 20 km, svarer dette til en afstand på knap 1 km mellem hvert transekt. I en stor fjord som Vejle, skal man ligeledes benytte ca. 20 transekter per fjordafsnit, dvs. ca. 40 transekter i hele fjorden.

Biomasse/skudtæthedsundersøgelser

Undersøgelserne af ålegræssets biomasse og skudtæthed omfatter 2 transekter i inderfjorde og 2 transekter i yderfjorde. Dvs. i alt 4 transekter per fjord/kystområde.

Undersøgelsestidspunkt og frekvens

Tidspunkt

Undersøgelserne skal finde sted i perioden juni-august. Ålegræsundersøgelser, arealundersøgelser og undersøgelser af biomasse/skudtæthed kan dog også foregå i september, da ålegræsset når sin maksimale årlige udbredelse i august/september.

Frekvens

Både niveau 2 og niveau 2+ områder omfatter ålegræsundersøgelser hvert år og algeundersøgelser hvert andet år (Tabel 3.1.1a og b). Arealundersøgelser og undersøgelser af biomasse/skudtæthed skal derimod kun finde sted hvert 3. år og kun i niveau 2+ områder (Tabel 3.1.1a og b).

Tabel 3.1.1a Undersøgellesprogram for bundvegetation i niveau 2 og niveau 2+ områder. For nogle områder afviger programmet fra denne generelle oversigt idet nogle niveau 2+ områder ikke inddrager flyfotos i arealundersøgelsen.. Antallet af transekter (tr.) per fjord/kystområde er vist.

	Algeundersøgelse	Ålegræsundersøgelse	Arealudbredelse	Biomasse/skudtæthed
	Ca. 10 tr.	Ca. 10 tr.	Ca. 40 tr.	Ca. 4 tr.
Niveau 2+ områder	hvert 2. år	hvert år	hvert 3. år	hvert 3. år
Niveau 2 områder	hvert 2. år	hvert år		

Tabel 3.1.1b Kalender for bundvegetationsundersøgelser. Algeundersøgelser og ålegræsundersøgelser skal foretages både i niveau 2 og niveau 2+ områder, mens undersøgelser af arealudbredelse og biomasse/skudtæthed kun skal foretages i niveau 2+ områder. Antallet af transekter (tr.) pr. fjord/kystområde er vist.

	Alge-undersøgelse	Ålegræs-undersøgelse	Areal-udbredelse	Biomasse/skudtæthed
	Ca. 10 tr.	Ca. 10 tr.	Ca. 40 tr.	Ca. 4 tr.
2004		x		
2005	x	x	x	x
2006		x		
2007	x	x		
2008		x	x	x
2009	x	x		

3.1.4.2 Undersøgelsesernes indhold

Algeundersøgelser

Algeundersøgelser skal kun foretages i områder, hvor der er væsentlige mængder hård bund, så algerne potentielt kan udgøre en væsentlig del af vegetationen. I de udvalgte områder skal man undersøge både indre og ydre fjordafsnit/åbne områder, også selvom inderfjorden har sparsomme områder med hård bund, for gradienterne ind gennem fjordene er nødvendige for at kunne etablere sammenhænge mellem algesamfund og miljøfaktorer.

Indenfor hvert dybdeinterval langs transekterne beskriver dykkeren antallet og dækningsgraden af makroalgearter indenfor 3 punkter à 25 m². Punkterne skal repræsentere hele dybdeintervallet og de skal udlægges tilfældigt indenfor områder med min. 10-20% hård bund. I hvert punkt skal man desuden beskrive bundforholdene (*Tabel 3.1.2*).

Et transekt skal ikke indgå i algeundersøgelser, hvis der er problemer med at opfylde bundkriteriet i mange dybdeintervaller langs transektet. Hvis det kniber med at finde nok egnede transekter i et område, kan man godt benytte et transekt, selvom nogle få dybdeintervaller ikke lever helt op til bundkriteriet. Når et transekt indgår i algeundersøgelser, skal man undersøge samtlige dybdeintervaller langs transektet, så i de få dybdeintervaller, hvor der evt. ikke er nok hård bund, må man vælge punkter med mest mulig hård bund.

Afsnit 3.1.6 giver en detaljeret beskrivelse af algeundersøgelserne i NOVANA-programmet.

Ålegræsundersøgelser

Ålegræsundersøgelser omfatter analyser af ålegræs, andre dominerende rodfæstede planter, kransnålalger og løstliggende tråd- og bladformede alger. Undersøgelserne foregår i områder med egnede betingelser for ålegræs og anden blødbundsvegetation; dvs. alle om-

råder bortset fra klippekysterne omkring Bornholm og området nord for Sjælland, der er domineret af stenkyst. Indenfor fjordens/kystområdernes ålegræsområder vurderer dykkeren den procentvise dækningsgrad af vegetation, blåmuslinger samt blød og egnet hård bund i punkter langs transektet (Tabel 3.1.2). Dykkeren vurderer også ålegræssets maksimale dybdegrænse i en række punkter på tværs af transektets hovedretning langs vegetationens yderste grænse.

Afsnit 3.1.7 giver en detaljeret beskrivelse af ålegræsundersøgelserne i NOVANA-programmet.

Tabel 3.1.2 Oversigt over de parametre, der skal indsamles i felten under algeundersøgelser, ålegræsundersøgelser, arealundersøgelser og undersøgelser af biomasse/skudtæthed.

PARAMETER	ALGER	ÅLEGRÆS	AREAL	BIOMASSE
<i>Dybdegrænse</i>				
Ålegræssets max. dybdegrænse		x	x	
Substratforhold ved dybdegrænsen		x	x	
<i>Dækningsgrad</i>				
- af blomsterplanter/kransnålalger (samlet)		x	x	
- af blomsterplanter/kransnålalger (arter)		x	x	
- af løstliggende, eutrofieringsbetingede makroalger (samlet)	x	x	x	
- af løstliggende, eutrofieringsbetingede makroalger (dom. arter)		x		
- af makroalger på hård bund (samlet)	x			
- af makroalger på hård bund (arter)	x			
- af egnet hård bund	x		x	
- af blød bund		x	x	
- af substratfraktioner	x			
- af blåmuslinger			x	
<i>Biomass og skudtæthed</i>				
- biomass og skudtæthed af ålegræs				x
- biomasse af øvrige blomsterplanter/kransnålalger (samlet)				x
- biomasse af løstliggende, eutrofieringsbetingede makroalger (samlet)				x
<i>Flyfotografering</i>				
			x	

Arealundersøgelser

Feltarbejdet i forbindelse med arealundersøgelserne svarer stort set til feltarbejdet ved ålegræsundersøgelserne (Tabel 3.1.2). Men mens ålegræsundersøgelser giver detaljerede oplysninger om dækningsgraden af ålegræs mm. indenfor udvalgte ålegræsområder i fjorden/kystområdet, opgør arealundersøgelser den gennemsnitlige dækningsgrad og samlede arealudbredelse af ålegræs i fjorden/kystområdet som helhed – dvs arealundersøgelsen skal også inkludere områder uden ålegræs. Arealundersøgelserne skal tillige opgøre den gennemsnitlige dækningsgrad og samlede arealudbredelse af blåmuslinger. Denne kvantificering af organismernes forekomst kan benyttes ved sammenligninger af organismernes betydning i forskellige typer af områder. Undersøgelsen af arealudbredelsen viser samtidig, hvor fjordens/kystområdets vigtigste ålegræsforekomster og blåmuslingebestande findes. Opgørelser af områder med egnet hård bund viser desuden hvor de fasthæftede algesamfund kan forekomme.

Ålegræssets og blåmuslingernes gennemsnitlige dækningsgrad og arealudbredelse bestemmes ud fra dykkeranalyser af dækningsgraden langs et tæt net af transekter, som er jævnt fordelt i fjorden/kystområdet. I udvalgte niveau 2+ områder suppleres undersøgelserne med flyfotos, som skal 1) fungere som støtte for feltarbejdet, 2) gennemgå en billedanalyse med henblik på at kortlægge det rumlige udbredelsesmønster af ålegræs og til dels også anden vegetation og blåmuslinger og 3) supplere dykkerundersøgelseernes opgørelse af gns. dækningsgrad og arealudbredelse.

Opgørelserne af ålegræssets og blåmuslingernes gennemsnitlige dækningsgrad i hvert dybdeinterval kombineres med en dybdemodell for området. Bundens areal i de enkelte fjordafsnit multipliceret med dækningsgraden for hhv. ålegræs og blåmuslinger giver et mål for arealudbredelsen af de to komponenter i fjordene/kystområderne.

Kapitel 12.8 giver en detaljeret beskrivelse af arealundersøgelserne under NOVANA-programmet.

Undersøgelser af biomasse og skudtæthed

I forbindelse med arealundersøgelserne skal man undersøge ålegræssets overjordiske biomasse og skudtæthed på 2 af de faste ålegræstransekter i både indre og ydre fjordafsnit/åbne kystområder.

Både biomasse og skudtæthed varierer markant langs dybdegradienten, og parametrene skal derfor bestemmes på flere dybder langs hvert transekt. Begge parametre bestemmes ved at høste vegetationen i små felter med kendt areal og derefter tælle og tørre skuddene.

Undersøgelserne skal – i kombination med opgørelserne af arealdækning - gøre det muligt at estimere områdernes samlede ålegræsbiomasse. Derved kan man estimere hvor stor en næringspulje der er bundet i ålegræsset og anslå ålegræssets produktion. Disse oplysninger kan også indgå i en økologisk modellering af områderne.

Tabel 3.1.3 Oversigt over faste oplysninger om stationen-/transektet. Lagres i databasetabellen "faste stationer".

Faste oplysninger om stationen/transektet
Station
Amt transekt
Institution
Position - ét koordinatsæt
Position - transekt start
Position - transekt slut
Maksimal dybde
Hydrologisk reference
Fjord/kystområde
Lokalitetstype
Landkending, start

Ålegræssets skudtæthed er ligeledes en informativ parameter. Overvågningsprogrammet i forbindelse med Øresundsbroen tyder på, at skudtætheden er den ålegræs-parameter, der tydeligst responderer på ændringer i lysforhold og dermed på ændringer i næringssaltbelastningen (Krause-Jensen *et al.* 2000a og 2001). Vandrammedirektivet foreskriver også, at vegetationens tæthed bestemmes.

3.1.4.3 Koordinering med andre dele af programmet

Da hyppighed og udbredelse af bundvegetationen styres af en række fysiske og kemiske parametre, giver undersøgelserne størst information, når de ses i sammenhæng med supplerende oplysninger om lokaliteten. Oplysninger om bundforhold skal derfor indsamles i forbindelse med vegetationsundersøgelserne, og ved kobling til den nærmeste vandkemistation kan resultaterne desuden sættes i relation til oplysninger om vandkemi og lysforhold.

Vegetationstransekter og vandkemistationer udlægges således, at de hver især repræsenterer de indre og ydre fjordafsnit samt de åbne kystområder.

3.1.5 Oplysninger om prøvetagningslokaliteten

I forbindelse med hver prøvetagning under både algeundersøgelser, ålegræsundersøgelser, arealundersøgelser og biomasse/skudtæthedsundersøgelser er der brug for en række oplysninger om prøvetagningslokaliteten, som fremgår af det følgende.

3.1.5.1 Oplysninger om stationen

For at resultaterne af vegetationsundersøgelserne kan kobles til de øvrige marine undersøgelser i DMU's centrale database, er det nødvendigt, at undersøgelserne tilknyttes en station. Stationen omfatter et enkelt transekt eller et net af punkter (ved stenrevsundersøgelser).

Rent databasemæssigt er det nødvendigt at operere med både et stations- og et transektniveau. Stationsoplysningerne indeholder overordnede informationer om de enkelte programmer (vegetation, fauna, plankton, vandkemi, sediment) samt generelle informationer om området. Transektoplysningerne fortæller derimod specifikt om vegetationsundersøgelserne.

Der er brug for dels en række faste oplysninger, som opgives én gang for alle (Tabel 3.1.3); og dels nogle stations- og transektoplysninger, som registreres ved hver enkelt prøvetagning (Tabel 3.1.5 og 3.1.6).

Stationsoplysninger – registreres én gang for alle

Station: refererer til numrene på de stationer, som indgår i NOVANA programmet. Alle stationsnumre skal registreres i DMU's databasetabel "faste stationer" (Tabel 3.1.3).

Amt_transekt: refererer til det transektnavn, amtet benytter.

Tabel 3.1.5 Udsnit af feltskema til registrering af oplysninger om stationen ved hver prøvetagning. Lagres i databasetabellen "stationsdata".

Oplysninger om stationen
Station
Institution
Position
Dato

Institution: angiver hvilket amt eller anden institution, som er ansvarlig for undersøgelsen. Der benyttes nummerkoder fra kommune-nummersystemet.

Position: Stationens position angives ved ét sæt koordinater, som ligger centralt indenfor stationen. Herudover angives transektets *startposition* (=det ydre/dybeste punkt) og *slutposition* (=det indre/laveste punkt) i de respektive felter. Positionerne skal være de *faste* koordinater, som er beskrevet i NOVANA-programmet. Koordinaterne skal angives som grader, minutter, minutdecimaler i datum WGS-84.

Maksimal dybde: Her angives den maksimale dybde ud for det pågældende transekt.

Hydrologisk reference: Det noteres, hvilket hydrologisk referenceområde, stationen ligger i. Oplysningen skal gives på finest mulige niveau i det hydrologiske referencesystem (dvs. helst niveau 4, fx 5431).

Fjord/kystområde: Her angiver man, om stationen tilhører en yderfjord, inderfjord eller et åbent område.

Lokalitetstype: Angives ud fra tabel 3.1.4.

Landkending: Evt. kendetegn for de enkelte transekters start (fx hofde 47) kan noteres som overordnede oplysninger om stationen.

Tabel 3.1.4 Oversigt over lokalitetstyper.

LOKALITETSTYPER	EKSEMPEL
1 Fjorde/bugter/vige	Århus Bugt, Randers Fjord, Kerteminde Fjord
2 Lukkede lavvandede områder	Ringkøbing Fjord, Nissum Fjord, Kertinge Nor
3 Åbne lavvandede områder	Det Sydfynske Øhav, Smålandsfarvandet
4 Åbne eksponerede områder	Den jyske østkyst, Sjællands nordkyst
5 Gennemstrømningsfarvande	Lillebælt, Øresund
6 Klippekyster	Kysten omkring Bornholm
7 Stenrev/grunde	St. Middelgrund

Stationsoplysninger – registreres ved hver prøvetagning

Ved hver prøvetagning skal man gentage oplysningerne om stationsnummer, leverandør og stationens position (Tabel 3.1.5).

Samtidig skal man angive datoen for prøvetagningen.

Hvis et transekt både er blevet undersøgt ved en ålegræsundersøgelse og en algeundersøgelse, skal man indberette de to datasæt hver for sig; således at der foreligger en komplet dataindberetning for hvert af de to datasæt. Tilsvarende skal man rapportere biomasse/skudtæthedsundersøgelserne særskilt.

Tabel 3.1.6 Oplysninger om transektet/punktnettet. Oplysningerne lagres i databasetabellen "Vegetation_Prøveoplysninger".

Oplysninger om transektet
Prøvetager
Undersøgelsestype
Startposition
Slutposition
Vandkemi_ref
Vandkemi_ref_inst
Beskrivelse

3.1.5.2 Oplysninger om transektet

For det enkelte transekt skal man angive følgende oplysninger ved hver prøvetagning (Tabel 3.1.6):

Prøvetagerens navn.

Undersøgelsestype: Via en standattabel skal man angive, om der tale om en ålegræsundersøgelse, algeundersøgelse, arealundersøgelse eller en biomasse/skudtæthed-undersøgelse.

I niveau 2+ områder indgår de faste ålegræstransektter hvert 3. år både i arealundersøgelsen og i ålegræsundersøgelsen. De faste ålegræstransektter skal dog altid registreres som ålegræsundersøgelser også i de år, hvor de indgår i arealundersøgelsen. De transektter, der kun indgår i arealundersøgelser, markeres derimod som arealundersøgelser.

Start- og slutposition (længde/bredde) angives for transektets *aktuelle* startkoordinater og slutkoordinater. Da positionerne skal fastlægges så præcist som muligt, skal der benyttes satellitnavigation (differential GPS). Positioner skal opgives i datum WGS-84. Der bør altid være et fixpunkt på land, som transektets kan genfindes udfra. For nøjagtigt at genfinde de samme transektter fra år til år, kan man lægge en markering ud på bunden (feks. en jernstang hvis der er stenbund). Hvis man lægger større genstande som betonklodser el. lign. ud, skal man dog have en speciel tilladelse fra kystinspektoret.

Under "*vandkemi_ref*" angiver man den nærmeste NOVANA-vandkemistation.

Under "*vandkemi_ref_inst*" angiver man hvilken institution, der er ansvarlig for den pågældende vandkemistation.

Under "*beskrivelse*" kan man notere supplerende oplysninger om transektet.

Tabel 3.1.7 Hovedintervaller for dybdeinddeling.

Skala for dybdeintervaller
0-1 m
1-2 m
2-4 m
4-6 m
6-8 m
8-10 m
10-12 m
-
-

3.1.5.3 Oplysninger om dybdeintervaller

Dykkeren undersøger vegetationen i dybdeintervaller langs transektterne. Hvert dybdeinterval skal angives med en start- og en slutdybde (se Tabel 3.1.9, øverst). Dybdeintervallerne skal svare til de fastsatte dybdeintervaller (se Tabel 3.1.7). Hvis der er behov for det, kan skalaens nedre grænse forlænges med 2-meters hovedintervaller ud til den maksimale undersøgelsesdybde.

I lavvandede fjordområder kan man med fordel benytte mindre dybdeintervaller. Man kan underinddele hovedintervallerne efter behov, når blot man opretholder hovedintervallernes grænser. Fx kan man underinddele hovedintervallet 2-4 m i intervallerne 2-3 m og 3-4 m.

Man skal fastlægge dybden i forhold til middelvandstanden (Dansk Normal Nul, DNN), således at man korrigerer for lavvande, højvande eller vandstuvning på undersøgelsestidspunktet. Man kan evt.

kontakte de lokale havnemyndigheder, brovagter eller kystinspektoratet for at få oplysninger om den aktuelle vandstand.

For hvert interval kan man desuden skrive en bemærkning.

3.1.5.4 Oplysninger om punkter

Dykkeren undersøger vegetationen i punkter indenfor hvert dybdeinterval. Ved algeundersøgelser undersøger dykkeren 3 punkter per dybdeinterval. Punkterne skal repræsentere hele dybdeintervallet og være jævnt fordelt indenfor dette. Dykkeren registrerer dybden for hvert punkt (se *tabel 3.1.9* øverst og *afsnit 3.1.6.1*). Ved ålegræsundersøgelser og arealundersøgelser registrerer dykkeren dækningsgraden løbende, således at der er mindst 7-10 jævnt fordelte punkter per 1m's dybdeinterval (se *tabel 3.1.10* øverst, og *afsnit 3.1.7.1*), og for hvert punkt registreres dybde og position sammen med oplysninger om vegetation.

Man skal korrigere dybderne i forhold til DNN.

3.1.6 Algeundersøgelser

Afsnit 2.1.4.2 viste en oversigt over programmet for algeundersøgelser, mens dette afsnit gennemgår programmet i detaljer. Gennemgangen omfatter en metodebeskrivelse samt oversigter over hvilke oplysninger, der skal registreres, og hvor de skal lagres i databasen.

Feltskemaet i bilaget viser en samlet oversigt over de oplysninger, der skal registreres ved algeundersøgelserne.

3.1.6.1 Dykning langs transekter

Rent dykkermæssigt er det en fordel at undersøge transekterne fra den største dybde, hvor der forekommer vegetation, og ind mod land. Herved bliver det samtidig lettere at sejle mod en evt. landkending.

Dykkeren undersøger vegetationen i 3 punkter af 25 m² i hvert dybdeinterval. Punkterne skal udlægges tilfældigt indenfor områder med min. 10% hård bund. Det kan være nødvendigt at lade transektlinien zigzagge svagt mellem områder med hårdt substrat i dybdeintervallerne, men transektets bredde må ikke overstige 25 m.

Hvert undersøgelsepunkt defineres på følgende måde: Dykkeren har en pløk med en snor på 2,8 m, pløkken plantes i bunden, og dykkeren undersøger vegetationen indenfor den cirkel, som den udstrakte snor afgrænser.

3.1.6.2 Oplysninger om substratforhold

Tabel 3.1.8 Inddeling af sedimenttyper.

SEDIMENTTYPER	
1	Sten: >60 cm
2	Sten: 30-60 cm
3	Sten: 10-30 cm
4	Sten: 5-10 cm
5	Sten: 2-5 cm
6	Grus
7	Sand
8	Siltet sand (fast bund)
9	Silt (mudret bund)
10	Ler
11	Skaller
12	Blåmuslinger
13	Kalksten
23	Hestemuslinger

Substratets beskaffenhed

For hvert punkt beskriver dykkeren substratets beskaffenhed ud fra kategorierne i Tabel 3.1.8. Man angiver udbredelsen af de enkelte sedimenttyper i procent af bundarealet. Oplysningerne noteres i feltskemaet fx. ved at angive den enkelte sedimenttypes nr efterfulgt af den procentvise dækning af den pågældende sedimenttype (Tabel 3.1.9). Under feltet "Bemærkninger" kan man notere detaljer om sedimentets beskaffenhed, herunder evt. i hvilken udstrækning sedimentet forekommer oxideret eller reduceret.

Hård bund

Makroalger har brug for hårdt substrat som fasthæftningssted. Men kun en del af den hårde bund er egnet substrat. Substratets stabilitet afgør hvilke substratfraktioner, der udgør det egnede substrat. Stabiliteten bestemmes af områdernes eksponeringsgrad. I beskyttede områder er selv mindre sten relativt stabile, og kan udgøre et egnet substrat. I eksponerede områder er det større stenfraktioner, som udgør det egnede substrat.

Egnet hård bund defineres som substrat egnet til vækst af flerårige makroalger. For hvert punkt angives udbredelsen af den stabile hårde bund, som skønnes egnet for vækst af flerårige makroalger. Udbredelsen af den egnede hårde bund angives i procent af punktets samlede bundareal. Selvom blåmuslinger og hestemuslinger kan udgøre et substrat for flerårige makroalger, skal blåmuslinger/hestemuslinger ikke medtages i kategorien "egnet hårdt substrat".

Dykkeren noteres oplysningerne i feltskemaet (se Tabel 3.1.9).

Tabel 3.1.9 Udsnit af feltskema med eksempel på hvordan man rapporterer oplysninger om sedimentet. Sedimenttyperne udfyldes ved fx. at angive den enkelte sedimenttypes nr (se Tabel 3.1.8) efterfulgt af den procentvise dækning af den pågældende sedimenttype Oplysningerne om sedimenttyper registreres under rubrikken: "Vegetation_dybde_substrat", mens oplysninger om egnet hård bund registreres under rubrikken "vegetation_dybde_parametre" i DMU's vegetationsdatabase, se afsnit 3.1.11.

FELTSKEMA FOR ALGEUNDERSØGELSER							
Stationsoplysninger				Transektoplysninger			
Station:				Position (WGS84)			
				N-bredde/E-længde:			
Institution:				Position (WGS84)			
				N-bredde/E-længde:			
Position (WGS84)				Prøvetager:			
N-bredde/E-længde:							
Dato:				Beskrivelse:			
Dybdeinterval	0-1m			1-2m			....fortsættes
Punkt dybde	0,5	0,6	0,8	1,2	1,5	1,5	....
Punkt position: N- bredde							....
Punkt position: E- længde							....
Sedimenttyper:	1/40	2/20	2/30	1/50	2/30	3/60	....
	4/40	4/10	3/10	4/20	3/20	7/40	
	6/20	7/70	7/60	6/30	7/50		
Egnet hård bund (%)	40	20	40	50	50	60	....
Sub.spec.dæk.gr. på egnet hård bund (%)							.
Dæk.gr. eutrofieringsbet. løstliggende makroalger (%)							.
Arters dækningsgrad (%):							
.....							

3.1.6.3 Oplysninger om grupper af alger

Samlet dækningsgrad af alger

Den samlede substratspecifikke dækningsgrad af makroalgerne er den andel (i %) af det egnede substrat, som er dækket af alger. Man bestemmer den samlede substratspecifikke dækningsgrad ved at projicere løvets omrids lodret ned på overfladen af det egnede substrat og vurdere løvets procentvise dækning af substratet.

For hvert punkt vurderer dykkeren den samlede substratspecifikke dækningsgrad for algerne som helhed på den egnede hårde bund. Den samlede substratspecifikke dækningsgrad kan maksimalt være 100%; dette gælder også, hvis substratet er bevokset af alger i flere etager, som hver især dækker substratet 100%.

Oplysningerne registreres i feltskemaet. (Oplysningerne indberettes til tabellen: "Vegetation_dybde_parametre" i DMU's vegetationsdatabase, se afsnit 3.1.11).

Eutrofieringsbetingede alger

For hvert punkt registrerer dykkeren udbredelsen af eutrofieringsbetingede løstliggende makroalger. Værdien angives i procent af det samlede bundareal.

Betegnelsen "eutrofieringsbetingede alger" omfatter alger, som favoriseres af stor næringsstofftilførsel. Det gælder for eksempel:

- *Chaetomorpha linum*
- *Cladophora sp.*
- *Enteromorpha sp.*
- *Ulva lactuca*
- *Ulvaria fusca.*
- *Ectocarpus sp.*
- *Pilayella sp.*

Herudover er der nogle arter, som ikke hører til de typiske eutrofieringsbetingede arter, men som under nogle omstændigheder kan danne masseforekomster, og inkluderes i kategorien:

- *Bonnemaisonia hamifera*
- *Ceramium nodulosum*
- *Desmarestia viridis*

Man kan notere tykkelsen af laget af eutrofieringsbetingede alger i feltet "bemærkninger".

Løstliggende alger er ikke nødvendigvis eutrofieringsbetingede. Det kan dreje sig om sammenskyl af alger revet løs fra andre områder. S sammenskyl af fx *Fucus*-arter, *Laminaria*-arter eller rødalger (fx af slægterne *Delesseria*, *Odonthalia* eller *Membranoptera*) kan eksempelvis ikke betegnes som eutrofieringsbetingede og registreres ikke under denne kategori.

Oplysningerne registreres i feltskemaet. (Oplysningerne indberettes til tabellen: "Vegetation_dybde_parametre" i DMU's vegetationsdatabase, se afsnit 3.1.11).

3.1.6.4 Oplysninger om arter

Identifikation af arter

Man skal kun registrere arter, der med sikkerhed vokser på lokaliteten. Dvs. man skal ikke registrere enkeltforekommende, løsrevne arter.

Arter som dykkeren kan identificere i felten, indfører han/hun i feltskemaet under dykningen.

Arter, som kræver laboratoriebestemmelse, kan man notere i feltskemaet som fx "art X" med en tilknyttet dækningsgrad. Man tager så arten med til laboratoriet, bestemmer den til art, og erstatter betegnelsen "art X" i feltskemaet med artsnavnet. Hvis man er i tvivl om artsbestemmelsen, skal man altid tage algen med til laboratoriet. Artsbestemmelsen skal følge *Nielsen et al. (1995)*. Hvis der også i laboratoriet er tvivl om artsbestemmelsen, sender man arten til bestemmelse hos en ekspert. Det er en fordel at sende det friske eksemplar; algen kan sendes i en plasticpose med lidt vand.

Generelt skal alle alger bestemmes til art. Nogle alger er imidlertid så vanskelige at artsbestemme, at det er nødvendigt at slække på ambitionsniveauet. For eksempel skal man blot henregne skorpeformede arter til kategorierne "røde kødskorper" (artskode: 'RED CRU'), "røde kalkskorper" (artskode: 'CALC CRU') og "brune skorper" (artskode: 'BROW CRU'). I nogle tilfælde kan det vise sig at det, man i felten troede var en art, faktisk er to forskellige arter, fx kan begge *Ectocarpus* arter eller 2 forskellige *Cladophora* arter, eller både *Coccotylus truncatus* og *Phyllophora pseudoceranooides* forekomme i samme dybdeinterval. I sådanne tilfælde skal man registrere de to arter samlet som fx. *Ectocarpus* sp. eller *Coccotylus/Phyllophora*-komplekset, og anføre den samlede dækningsgrad af de to i feltskema og database.

For hver enkelt art angiver man i feltskemaet med "j" for ja og "n" for nej, om arten er feltbestemt.

Arternes substratspecifikke dækningsgrad

En arts substratspecifikke dækningsgrad er den del af det egnede substrat, som den pågældende art dækker. Man vurderer dækningsgraden ved at projicere løvets omrids ned mod overfladen af det egnede substrat og angiver dækningsgraden i procent af det egnede substrat (og altså ikke som tidligere efter en skala for dækningsgrad).

Dækningsgraden af store arter, som eksempelvis *Laminaria*, vurderer man ligeledes ved at projicere løvets omrids ned på det egnede substrat under løvet. Dækningsgraden omfatter altså ikke kun den del af substratet, som fasthæftningsorganet dækker.

Flere forskellige arter kan hver især have en dækningsgrad på 100% på det samme substrat, hvis de vokser i flere etager.

Resultaterne noteres i feltskemaet. Oplysningerne indberettes til DMU's databasetabel "Vegetation_dybde_arter".

I det omfang man ønsker det, kan man desuden registrere de enkelte makroalgarters dybdegrænser, men dette er ikke et krav.

3.1.6.5 Dataanalyser

Paradigmaet for bundvegetationsundersøgelser giver en grundig gennemgang af analyserne.

3.1.7 Ålegræsundersøgelser

Afsnit 12.4.2 viste en oversigt over programmet for ålegræsundersøgelser, mens dette afsnit gennemgår programmet i detaljer. Gennemgangen omfatter en metodebeskrivelse samt en oversigt over hvilke oplysninger, der skal registreres, og hvor oplysningerne skal lagres i databasen.

Feltskemaet i bilaget viser en samlet oversigt over de oplysninger, der skal registreres ved ålegræsundersøgelser.

3.1.7.1 Dykning langs transekter

Ålegræstransekterne skal være T-formede: Dykkeren svømmer langs en transektlinie fra kysten og ud til ålegræssets maksimale dybdegrænse og registrerer undervejs ålegræssets dækningsgrad i punkter indenfor et smalt bælte på ca. 2 m's bredde. På tværs af denne transektlinie registrerer dykkeren ålegræssets maksimale dybdegrænse i en række punkter.

Dykkeren undersøger en række punkter langs transektet. Ved hvert punkt registrerer han/hun position, dybde og vegetationsoplysninger (se senere). Registreringerne skal ske med hyppige, jævne intervaller gennem hele transektet. Der skal være mindst 7-10 registreringer per 1m's dybdeinterval, og afstanden mellem observationerne bør højst være 15-20 m. Det er vigtigt, at også 0-dækningsgrader bliver registreret.

Hvis transekterne er meget lange, således at metodikken ville give væsentligt flere end 10 observationer per 1m's dybdeinterval, kan man foretage observationerne med længere mellemrum mellem hver. I ekstreme tilfælde som fx på de lange, flade strækninger i det Sydfynske Øhav eller i Vadehavet kan det blive nødvendigt at begrænse undersøgelserne til 'transektstykker' fordelt jævnt indenfor dybdeintervallet. De udvalgte transektstykker undersøges da hver især ved hyppige, jævnt fordelte punktobservationer.

Når datasættet består af jævne, hyppige observationer langs transektet, kan man beregne ålegræssets gennemsnitlige dækningsgrad i

hvert dybdeinterval som et simpelt gennemsnit af observationerne uden at korrigere for den strækning, de enkelte dækningsgrader repræsenterer (dækningsgraderne skal dog transformeres, inden beregningerne foretages, se paradigma).

På lavt vand og i områder med god gennemsigtighed i vandet kan man foretage en del af observationerne med vandkikkert. I andre områder vil det være en fordel at gennemføre undersøgelserne ved paravanedykning og evt. vha. videooptagelser.

Ved paravanedykning bliver dykkeren trukket efter båden medens han/hun løbende rapporterer om vegetationsforholdene. Dette forudsætter dog, at position, dybde og tid bliver logget løbende via bådens navigationsudstyr. Tilsvarende skal tiden (hh:mm:sek) registreres sammen med vegetationsoplysningerne således, at man efterfølgende kan knytte vegetationsoplysningerne til den korrekte position.

Registreringerne af vegetationsforholdene kan desuden ske ved at videooptage hele transektet med et kamera med tidskode. Videokameraet skal være ca. 0,5-1 m over bunden og være vendt i sejlretningen i ca. 30 ° vinkel ned mod bunden. Når man registrerer videoens vegetationsoplysninger, kobler man videoens tidskoder med de positionsoplysninger, der blev logget under sejladsen. Ved gennemsyn af videooptagelserne vurderer man dækningsgraden som et gennemsnit af hver ca. 5 sekunders videosekvens. Metoden er udelukkende checket for videooptagelser, der er foretaget af en dykker, der blev trukket i paravane langs transektet, mens han optog videoen som beskrevet ovenfor, og det er derfor foreløbig kun denne metode, vi kan anbefale (*Krause-Jensen et al. 2000b*).

3.1.7.2 Oplysninger om substratforhold

Blød bund

For hvert punkt angiver dykkeren den procentvise andel af blød bund.

3.1.7.3 Oplysninger om blomsterplanter/kransnålalger

Arternes substratspecifikke dækningsgrad

Dykkeren vurderer dækningsgraden af de enkelte arter af blomsterplanter og kransnålalger i hvert punkt i procent af den bløde bund. Man bestemmer den samlede substratspecifikke dækningsgrad ved at projicere løvets omrids lodret ned på overfladen af den bløde bund og vurdere løvets procentvise dækning af bunden. Ålegræs er ofte klumpet fordelt, idet det typisk vokser i bestande, dvs. små 'øer' af ålegræs fordelt på den bløde bund. Bestandene kan have en helt tæt eller mere spredt bevoksning. Dykkeren skal give en samlet vurdering af ålegræssets dækningsgrad således, at dækningsgradsestimatet både afspejler hvor stor en del af den bløde bund, ålegræsbestan-

dene dækker og samtidig afspejler dækningsgraden af ålegræs indenfor bestandene.

Eksempel 1: Hvis ålegræsbestande dækker 50% af den bløde bund og dækningsgraden af ålegræs i bestandene er 100%, så er ålegræssets substratspecifikke dækningsgrad 50% ($0,5 \times 1,0 \times 100\%$).

Eksempel 2: Hvis ålegræsbestande dækker 50% af den bløde bund og dækningsgraden af ålegræs i bestandene er 50%, så er ålegræssets substratspecifikke dækningsgrad 25% ($0,5 \times 0,5 \times 100\%$).

Samlet dækningsgrad af blomsterplanter/kransnålalger

Dykkeren oplyser den samlede substratspecifikke dækningsgrad af blomsterplanter og kransnålalger for hvert punkt i procent af den bløde bund.

Den samlede substratspecifikke dækningsgrad er lig med summen af dækningsgraderne af de enkelte arter af blomsterplanter og kransnålalger. Det er en fordel at summere dækningsgraderne efter parvanetrækket, så dykkeren skal give færre oplysninger for hvert punkt.

Dybdegrænser

Dykkeren registrerer den maksimale dybdegrænse for de enkelte arter af blomsterplanter. Ålegræssets dybdegrænse er den maksimale dybde, hvor der vokser ålegræs uanset, om det er frøplanter eller flerårige skud. Man fastlægger dybdegrænsen på baggrund af 7-10 observationer af vegetationens maksimale dybde på tværs af transektets længderetning. Hver observation skal tilknyttes en position.

Man skal angive, om dybdegrænsen er substratbestemt eller falder sammen med områdets maksimale dybde eller en evt. sejlrønde.

3.1.7.4 Oplysninger om eutrofieringsbetingede alger

Dækningsgrad af arter af eutrofieringsbetingede alger

Dykkeren vurderer dækningsgraden af dominerende arter af eutrofieringsbetingede, løstliggende alger i hvert punkt i procent af hele bunden.

Samlet dækningsgrad af eutrofieringsbetingede alger

Man skal oplyse den samlede dækningsgrad af eutrofieringsbetingede, løstliggende alger for hvert punkt i procent af hele bunden.

Oplysningen opnås ved at summere dækningsgraderne af de enkelte arter af eutrofieringsbetingede, løstliggende alger; den maksimale substratspecifikke dækningsgrad er dog 100%. Det er en fordel at summere dækningsgraderne efter parvanetrækket, så dykkeren skal give færre oplysninger for hvert punkt.

Tabel 3.1.10 Eksempel på hvordan man udfylder feltskemaet for ålegræsundersøgelser. (Oplysninger om dybdegrænser registreres i databasetabellen "dybdegrænser_arter", oplysninger om dækningsgrader af vegetationsgrupper registreres i databasetabellen: "vegetation_dybde_parametre", oplysninger om arters dybdegrænser registreres i databasetabellen "vegetation_dybde_arter".) Oplysningerne, der beskriver om dybdegrænsen er bestemt af substratet, områdets maksimale dybde eller sejlrenden, gemmes i databasetabellen "vegetation_parametre").

FELTSKEMA FOR ÅLEGRÆSUNDERSØGELSER			
Stationsoplysninger		Transektoplysninger	
Station:		Startposition (WGS84)	
Institution:		Slutposition (WGS84)	
Position (WGS84) N-bredde/E-længde:		Prøvetager:	
Dato:		Beskrivelse:	

Dybdegrænse (7-10 obs.). Art:		
Position Nordl .bredde , Østlig længde	Kl. Hh:mm:sek	Dybde- grænse
...	14:20:05	6,2
...	14:20:40	7
...	14:21:10	5,9
...	14:21:35	6,5
...	14:22:00	6,5
...	14:22:30	6,3
...	14:23:00	6,7

Er dybdegrænsen bestemt af områdets max dybde, substratforhold eller sejlrende? (ja/nej):

Position Nordl .bredde , Østlig længde	Kl. Hh:mm:sek	Dybde	Dækningsgrader (%)			
			Ålegræs	Andre pl. /kransnålag.	Eutr. Bet. Alg.	Blød bund
...	14:10:05	0,6	50	0	Ulva: 10	100
...	14:10:40	0,6	60	0	Ulva: 5	95
...	14:11:10	0,6	60	0	Ulva: 0	100
...	14:11:35	0,7	50	0	Ulva 10	100

3.1.7.5 Dataanalyser

Paradigmaet for bundvegetationsundersøgelser giver en grundig gennemgang af analyserne.

3.1.8 Arealundersøgelser af ålegræs og blåmuslinger

Afsnit 3.1.4.2 viste en oversigt over programmet for arealundersøgelser, mens dette afsnit gennemgår programmet i detaljer. Gennemgangen omfatter en metodebeskrivelse samt en oversigt over hvilke oplysninger, der skal registreres, og hvor oplysningerne skal lagres i databasen.

Metoden kombinerer to forskellige typer af data for at bestemme arealudbredelsen af ålegræs og blåmuslinger:

- Punktobservationer i felten
- Flyfotografier og billedanalyse

Begge metoder er beskrevet i det følgende.

3.1.8.1 Punktobservationer i felten

Punktobservationerne skal bruges til at beregne den gennemsnitlige dækningsgrad og den samlede arealudbredelse af ålegræs, evt. anden dominerende vegetation og blåmuslinger.

Planlægning

O-observationer opnås fra flybilleder

Man tegner transekterne ind på et kort. Det gælder dels de faste ålegræstransekter og dels de supplerende transekter der kun indgår i arealundersøgelser. Transekterne skal være jævnt fordelt i fjorden/kystområdet, så man sikrer, at undersøgelsen repræsenterer området som helhed – dvs. både områder med ålegræs og områder med bar bund. Efterfølgende lægger man et flybillede (se specifikationer i næste afsnit) over kortet og noterer hvilke transekter, der ligger i områder med bar bund. Derved kan man i mange tilfælde opnå en række nul-observationer ud fra flybillederne, som det ville have været tidskrævende at indsamle ved feltundersøgelser. Samtidig målretter man feltundersøgelserne ved at koncentrere dem om områder med ålegræs/blåmuslinger. Man kan evt. udlægge enkelte kontrol-observationer i områder med bar bund.

Transekterne skal være de samme fra arealundersøgelse til arealundersøgelse og man skal undersøge både de faste ålegræstransekter og de supplerende transekter som beskrevet nedenfor:

Dykning

Arealundersøgelserne er stort set identiske med de årlige ålegræsundersøgelser (Tabel 3.1.2). I de områder, hvor det er relevant at undersøge blåmuslinger, skal arealundersøgelserne dog fortsætte til større dybde, så de dybere blåmuslingeforekomster også inkluderes i beskrivelsen. I disse tilfælde omfatter arealundersøgelser i modsætning til ålegræsundersøgelser altså også en registrering af dækningsgraden af blåmuslinger.

Desuden skal man registrere dækningsgraden af egnet hård bund. Denne kan man beregne som 100 minus dækningsgraden af blød bund med mindre der er større forekomster af ustabil bund såsom grus og småsten.

Derimod skal man ikke registrere dækningsgraden af arter af eutrofi-eringsbetingede alger, men kun den samlede dækningsgrad af disse alger.

Data fra disse arealundersøgelser skal indberettes på samme måde som data fra ålegræsundersøgelser.

Det er meget vigtigt også at rapportere data fra eventuelle nul-transekter, samt punkter med nul-observationer langs de øvrige transekter, da de skal indgå i beregningerne af den gennemsnitlige dækningsgrad og arealudbredelse.

Feltskemaet i bilaget viser en samlet oversigt over de oplysninger, der skal registreres ved feltdelen af arealundersøgelserne.

Beregning af ålegræssets og blåmuslingernes gennemsnitlige dækningsgrad

Ud fra det tætte net af punktobservationer af ålegræssets og blåmuslingernes dækningsgrad beregner man den gennemsnitlige dækningsgrad af hver af de to komponenter for de enkelte dybdeintervaller (0-1 m, 1-2 m og derefter 2 meters dybdeintervaller) og for fjordene/kystområderne som helhed.

Hvis der er andre dominerende vegetationstyper (anden rodfæstet vegetation/løstliggende alger) på den bløde bund beregner man deres gennemsnitlige dækningsgrad på samme måde. Eksempelvis dominerer havgræs ofte på lavt vand, og i Ringkøbing Fjord dominerer havgræs og børsteblandet vandaks vegetationen.

Endelig beregner man den gennemsnitlige dækningsgrad af egnet hård bund i fjordene/kystområderne på tilsvarende vis.

Beregningsmetodikken er beskrevet i paradigmet.

Beregning af ålegræssets og blåmuslingernes arealudbredelse

Ud fra en god dybdemodel for områderne kan man beregne bundens samlede areal i dybdeintervaller og i fjorden/kystområdet som helhed. Ålegræssets og blåmuslingernes arealudbredelse kan man da beregne ved, at man for hvert dybdeinterval (0-1 m, 1-2 m og derefter 2 meters dybdeintervaller) beregner et samlet gennemsnit for dækningsgraden på baggrund af samtlige enkelt-observationer i fjorden. Denne dækningsgrad multipliceres med arealet af det givne dybdeinterval. Herved beregner man arealudbredelsen af hhv. ålegræs og blåmuslinger i hvert dybdeinterval og ved en addition af bidragene fra de enkelte dybdeintervaller finder man arealudbredelsen for fjorden som helhed..

Hvis der er andre dominerende vegetationstyper (anden rodfæstet vegetation/løstliggende alger) på den bløde bund beregner man deres arealudbredelse på samme måde. Det samme gælder arealudbredelsen af egnet hård bund i fjordene/kystområderne.

Paradigmaet beskriver, hvordan man skal rapportere data.

Dybdemodell

Der er behov for en dybdemodell dels i beregningen af ålegræssets og blåmuslingernes arealudbredelse ud fra feltdata og dels i forbindelse med analysen af flyfoto, hvor man underinddeler billederne i dybdeintervaller. Man kan beregne dybdemodellen ud fra digitale dybde-data fra farvandsvæsenets A-blade, AIS-projektets TIN-dybdemodell (*Nielsen et al. 2000*) og ny-registrerede dybde-data fra sejlads langs vegetationstransekterne samt under sejlads mellem transekterne. Man kan evt. kombinere disse opmålinger med eksisterende dybde-data for området. Man skal være opmærksom på, at data for dybdekurver på kort og fra dele af AIS-dybdemodellen, dels kan være af ældre dato, dels kan være domineret på data fra større dybde. Man skal også være opmærksom på, at man skal korrigere nye dybde-data, som man opsamler i forbindelse med feltarbejdet, til DNN inden man benytter dem i dybdemodellen. Vi beder om, at de korrigerede registreringer af dybde og position bliver indrapporteret som enkelt-punkter, så de kan blive integreret i AIS dybdemodellen.

3.1.8.2 Flyfotos og billedanalyse

Information i flyfotos

Flyfotos bidrager til undersøgelsen af vegetationens arealudbredelse på 3 måder:

- De leverer baggrundsinformation for feltundersøgelserne (se ovenfor).
- Rå flybilleder viser beliggenheden af områder med mørk bund, der karakteriserer enten ålegræs, blåmuslinger eller alge- og stenforekomster, mens tolkede flybilleder viser den sandsynligste fordeling af ålegræs, blåmuslinger, alger og bar bund i de enkelte dele af billedet. Flybillederne giver dog ikke mulighed for at skelne mellem ålegræs- og blåmuslingebestande på større dybde eller at registrere de dybeste muslingeforekomster.
- De supplerer dykkerundersøgelsesernes opgørelse af dækningsgrad og arealudbredelse af vegetation og blåmuslinger.

Optagelse af flyfotos

NOVANA-programmets flyovervågning forudsætter flyfotos, der er specielt målrettede mod at vise strukturer på havbunden.

Tidspunkt for optagelsen

Det er en fordel at optage flybilleder umiddelbart før feltundersøgelserne, da de så viser den aktuelle situation og dermed udgør det bedste input til feltundersøgelserne og det bedste fundament for de efter-

følgende analyser af vegetationens rumlige udbredelsesmønster og arealudbredelse.

Ålegræsset når generelt sin maksimale udbredelse i august/september, og det er derfor en fordel, at undersøgelsen finder sted i denne periode. Det er imidlertid helt afgørende for tolkningen af flybillederne, at de er optaget i en periode med god sigtbarhed i vandet, så hvis sigtbarheden i et område plejer at være dårlig i august/september, kan flyfotograferingen gennemføres i en mere gunstig periode tidligere i vækstsæsonen.

Billeddækning

Man skal planlægge optagelserne, så de dækker hele ålegræssets potentielle udbredelsesområde i fjorden/kystområdet. Man skal sikre en komplet billeddækning af arealet under hensyntagen til både flyets bevægelser og, at solreflektioner i den sydlige del af billederne kan gøre tolkning umulig.

Vinkel

Flybillederne skal være optaget enten vertikalt eller med en klart defineret og registreret vinkel, med henblik på at minimere solglimt fra havoverfladen i billederne.

Målestok

Flybillederne skal optages i en målestok, som gør, at de senere kan scannes til en pixelstørrelse på 1 m x 1 m uden oversampling. Dette vil oftest betyde en billedmålestok på 1:10.000 - 1:20.000.

Kamera

Man kan optage billederne som enten diapositiver med et format på minimum 6 cm * 6 cm eller som digitale flyfotooptagelser. Hvis man benyttes digitale kameraer, skal de opfylde målsætningen om rumlig opløsning på 1 m og farveopløsning på mindst 24 bit. Digitale kameraer vil ofte give mulighed for et større følsomhedsområde, og vil dermed give en bedre kontrast på dybere vand. Billeder der er digitaliseret fra video-systemer, har på nuværende tidspunkt en relativt lav opløsning. Derfor kan vi ikke uden forudgående aftale acceptere at man bruger denne type billeder.

Belysningsforhold

Ved optagelserne skal man lægge vægt på gode belysningsforhold, hvilket primært betyder, at fx cumuluskyer eller tågedis ikke bør optræde, mens et højtliggende tyndt og jævnt skydække kan være en fordel. Der må ikke optræde tydelige skyer eller skygger af skyer i billederne. Bølger vil være forstyrrende for den efterfølgende analyse. Man skal derfor undgå at optage billeder ved bølgehøjder over ca. 0,5 meter, og brydende bølger er helt uacceptable. Vindhastigheder ved overfladen må ikke være højere end 5 sekund meter. Billederne skal optages på et tidspunkt, hvor vandets sigtdybde er optimal. I sommerperioden skal man undgå at foretage optagelser mellem kl. 11-13, hvor refleksionerne fra vandoverfladen er størst. Tidspunkterne 9-10 og 14-16 giver de bedste optagelsesforhold.

Oplysninger om billederne

For hvert billede skal man registrere oplysninger om billednummer, tidspunkt, position, højde, kurs. Man skal også registrere billedernes orientering (roll - pitch -yaw af flyet/kameraet), med mindre billederne indeholder passende fordelte paspunkter med kendte koordi-

nater, man kan benytte ved opretningen. Man skal som minimum registrere positioner med differential GPS.

Koordinater skal rapporteres i UTM zone 32 (Bornholm dog zone 33) på basis af WGS-84.

Orthofotos

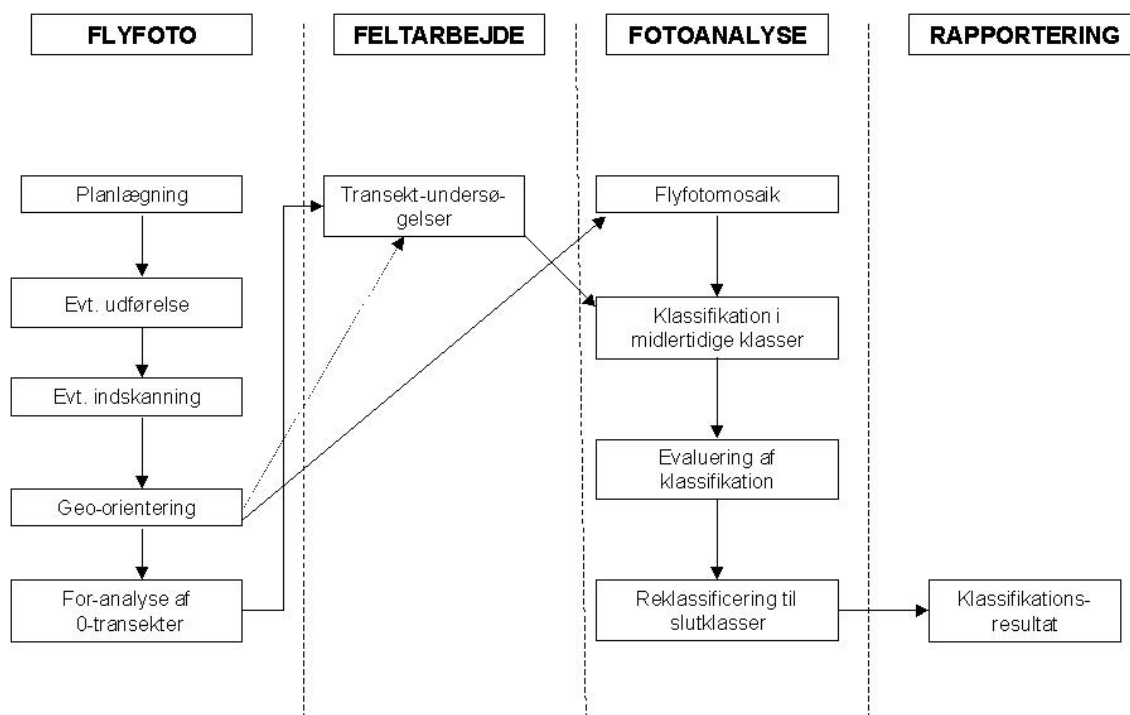
Hvis man ønsker at benytte eksisterende orthofotoserier skal man være specielt opmærksom på, at billedmaterialet skal opfylde kravene om:

- Farveopløsning på min. 24 bit uden tab af detaljer fra fx ECW (Enhanced Compressed Wavelet) komprimering
- Tilstrækkelig dækning ud fra kysten
- Optagelse i samme år som punktundersøgelse og på et egnet tidspunkt i forhold til både ålegræssets sæsonudvikling og vandets klarhed
- Billederne skal indeholde tilstrækkelig kontrast til at fremhæve detaljer på bunden.

Digital billedanalyse

Man skal analysere flybillederne med henblik på at opnå udbredelseskort over ålegræs og blåmuslinger for vanddybder omtrent ud til sigtddybden. Analysen giver hermed også et bud på arealudbredelsen af de to komponenter på vanddybder ud til sigtddybden, som kan supplere dykkerundersøgelsernes opgørelser. Fremgangsmåden for billedanalysen er beskrevet herunder og illustreret i *figur 3.1.1*:

1. Hvis man benytter diapositiv-film skal man skanne de fremkaldte billeder ind til et digitalt billedformat, fx TIFF, i en geometrisk opløsning på 1 m og med en farveopløsning på minimum 24 bit ukomprimeret.
2. Man skal geo-orientere billederne med UTM som koordinatsystem. Geo-orienteringen kan fx ske ved hjælp af de registrerede orienterings-data fra optagelsen eller paspunkter fundet i TOP10-DK (eller eventuelt bedre kortgrundlag) samt fælles punkter fundet i overlappet mellem de enkelte billeder, hvor dette er muligt. Hvis man benytter de registrerede orienterings-data fra optagelsen, bør man reducere fejlen herved ved også at benytte fx udjævning baseret på fællespunkter fundet i overlappet mellem billeder. Ved geo-orienteringen skal man stræbe mod en punktnøjagtighed der er bedre end 5 meter.
3. Fra de geo-orienterede foto udvælger man de bedste dele af billederne ud fra kriterier som ensartet fremtræden uden direkte solrefleksioner og dækning af transekt data.
4. Fra transektundersøgelserne udvælger man observationer, der dækker de karakteristiske overflader i billedet. Omkring positionen for hver observation udvælges 15-25 træningspunkter i billedet. RGB signalet for hvert træningspunkt gemmes i en datafil sammen med feltdata (dybde, art, dækningsgrad, bundtype) og billednummer.



Figur 3.1.1 Oversigt over de enkelte trin i bestemmelsen af ålegræssets udbredelsesareal ud fra flyfotografier.

5. Til den overvågede klassifikation skal man etablere relationer mellem billedernes RGB-signal og ålegræssets/øvrige dominerende blomsterplanters udbredelse i passende dybdeintervaller (se Tabel 3.1.7). Man grupperer træningspunkterne i midlertidige klasser med en ensartet fremtræden. En given slut-klasse kan godt bestå af flere midlertidige klasser, der først efter den automatiserede klassifikation samles til slut-klassen. Klassifikationen kan ske på flere måder. Enten benytter man algoritmer bestemt vha. multipel regressionsanalyse; en såkaldt "maximum likelihood klassifikation". Alternativt benytter man regel-baseret klassifikation. Det kan evt. være hensigtsmæssigt først at foretage en klassifikation, med henblik på at bestemme den "mørke" del af bunden (blomsterplanter/blå muslinger/sten med alger). Efterfølgende foretager man en klassifikation alene af den mørke del af bunden i arts-/dækningsgrads klasser. På dybere vand vil det oftest ikke være muligt at differentiere mellem klasserne ud fra billeddata, så her vil dykker-observationerne alene karakterisere fordelingen mellem arter.
6. Delbillederne, der blev udvalgt under punkt 3, samles til en mosaik. Efter hvert skridt i klassifikationsproceduren skal man sikre sig, at klassifikationen er udført fornuftigt ved at foretage en visuel sammenligning af flymosaikker og klassifikationsresultat. Der bør være opnået en sikkerhed bedre end 80% på opdelingen mellem bar sandbund og den mørkebund, før man går videre med underopdelingen.

7. Når klassifikationen er udført dokumenteres klassifikationsusikkerheden ved hjælp af usikkerhedsmatricer ("confusion matrix") for hvert dybdeinterval. Man skal benytte mindst 50 (og helst flere) tilfældigt fordelte punkter fra hver dækningsklasse. Punkterne må ikke have været benyttet til træning af klassifikationen.'
8. På baggrund af klassifikationen kan vi nu udarbejde kort, der viser ålegræssets og blåmuslingernes rumlige udbredelsesmønstre. Hvis der er en god sikkerhed på klassifikationen, kan man desuden beregne det samlede udbredelsesareal af ålegræs og blåmuslinger og sammenligne estimatet med resultatet baseret på feltundersøgelserne.

3.1.9 Undersøgelser af ålegræssets biomasse og skudtæthed

Afsnit 3.1.4.2 viste en oversigt over programmet for biomasse/skudtæthedsundersøgelser, mens dette afsnit gennemgår programmet i detaljer. Gennemgangen omfatter en metodebeskrivelse samt en oversigt over hvilke oplysninger, der skal registreres, og hvor oplysningerne skal lagres i databasen.

Feltskemaet i bilaget viser en samlet oversigt over de oplysninger, der skal registreres ved biomasse/skudtæthedsundersøgelserne.

3.1.9.1 Feltarbejde

Dykkeren høster biomasseprøverne på dybder, der repræsenterer hvert 2-meters dybdeinterval langs transekterne. Hvis ålegræsset eksempelvis vokser ud til 6 meters dybde, skal prøverne repræsentere dybdeintervallerne 0-2m, 2-4m og 4-6m og indsamles midt i dybdeintervallerne dvs. på 1, 3 og 5 meters dybde.

På hver dybde høster dykkeren 6 delprøverne tilfældigt indenfor den tætteste ålegræsvegetation. Dykkeren benytter en cirkulær ramme med et indvendigt areal på $0,0625 \text{ m}^2$ ($=1/16 \text{ m}^2$), som han/hun presser ned over vegetationen. Man skal høste al overjordisk vegetation inden for rammen.

Dykkeren placerer de enkelte prøver i netposer og transporterer dem til overfladen, hvor sand, skaller og epifyter bliver fjernet, før prøverne bliver mærket og lagt i en køletaske.

På hver dybde vurderer dykkeren ålegræssets gennemsnitlige dækningsgrad for prøvetagningsområdet som helhed (D_u) og registrerer den i feltskemaet. D_u vil være den samme for alle 6 delprøver. Dækningsgraden registreres i procent. Hvis prøverne indeholder andre dominerende vegetationstyper (anden rodfæstet vegetation eller løstliggende alger) vurderer man dækningsgraden for disse på samme måde.

For hver delprøve skal man desuden registrere ålegræssets dækningsgrad (i %) indenfor prøvetagningsrammen (D_i). Selvom prøverne skal tages indenfor områder med dækkende ålegræsvegetation, kan D_i variere mellem delprøverne. Hvis prøverne indeholder andre dominerende vegetationstyper (anden rodfæstet vegetation eller løstliggende alger) vurderer man dækningsgraden for disse på samme måde.

3.1.9.2 Laboratoriearbejde

I laboratoriet skal man skylle prøverne og fjerne rester af sand mm. man tørrer derefter prøverne ved 105 °C i 24 timer. Man skal opbevare prøverne køligt i laboratoriet indtil de tørres, og hvis man ikke kan behandle dem indenfor et par dage, skal de straks fryses ned til -18 °C for at forhindre, at plantematerialet bliver nedbrudt.

Man opgør ålegræssets biomasse i g tørvægt m^{-2} . Hvis andre makrofytter end ålegræs dominerer, opgør man deres biomasse på samme måde.

Skuddene i hver ålegræsprøve skal tælles, inden prøven tørres. Skudtætheden opgøres som antal skud m^{-2} .

Ved indberetning til DMU oplyser man størrelsen af prøvetagningsrammen og antallet af delprøver. For hver delprøve angiver man desuden den målte biomasse i den tætteste vegetation (B_m) i gm^{-2} , den målte skudtæthed i den tætteste vegetation (S_m), dækningsprocenten indenfor rammen (D_i) og dækningsprocenten udenfor rammen (D_u).

Beregningen af områdernes samlede biomasse er beskrevet i paradigmaet.

3.1.10 Kvalitetssikring

Det overordnede formål med kvalitetskontrollen er at sikre, at:

- vegetationsundersøgelserne følger de metoder, der er foreskrevet i retningslinierne
- vegetationsundersøgelserne gennemføres i de områder og med den frekvens, der er angivet i NOVANA-programmet
- vegetationsundersøgelserne foretages ensartet i alle områder/hele landet
- resultaterne af feltundersøgelserne når frem til databasen og rapportererne i fejlfri form
- undersøgelsesmetoderne løbende optimeres samtidig med, at sammenligneligheden til tidligere undersøgelser sikres.

Derfor skal der foretages kvalitetskontrol af de forskellige delopgaver i overvågningsprogrammet:

- Planlægning - på landsplan og regionalt
- Feltarbejde
- Laboratoriearbejde
- Databehandling - på landsplan og regionalt
- Dataoverførsel
- Rapportering - på landsplan og regionalt.

Det er vigtigt, at der for hver delopgave er en person, som er hovedansvarlig for, at delopgaven løses korrekt.

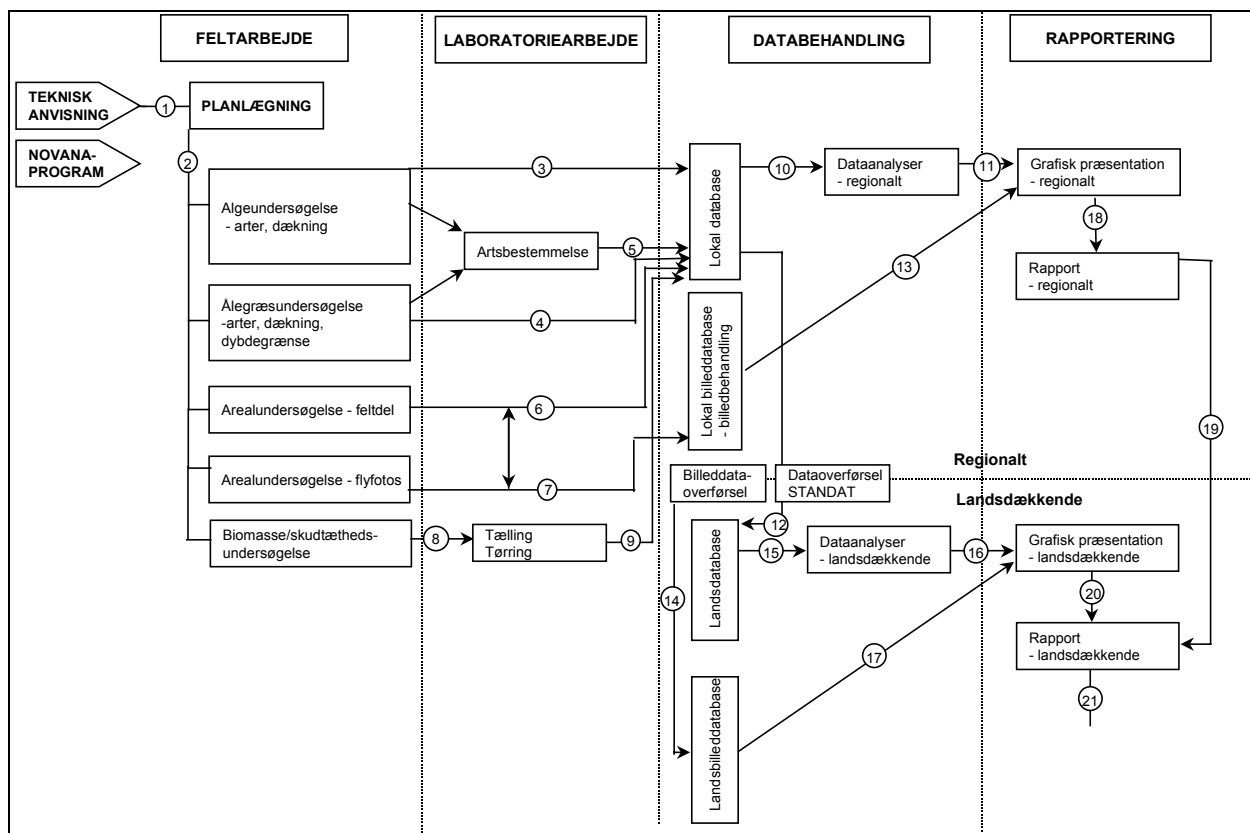
Kvaliteten af den enkelte delopgave skal først kontrolleres gennem en egenkontrol og dernæst kontrolleres af personale, der ikke har været direkte involveret i den pågældende delopgave.

Det overordnede indhold af kvalitetssikringen fremgår af flowdiagrammet (*Figur 3.1.2*). Punkterne nedenfor refererer til numrene i flowdiagrammet. For hvert punkt skal man definere, hvem der skal gennemføre kvalitetssikringen.

1. Kvalitetssikring (KS) af retningslinierne: Dokumentation af metodens anvendelighed gennem regelmæssige interkalibreringer. Man skal løbende optimere metoden samtidig med, at man sikrer sammenligneligheden med tidligere data. Ansvarlig: DMU.
2. KS af den lokale felt-planlægning: Kontrol af undersøgelsestype, undersøgelsesfrekvens og undersøgelseslokaltet i forhold til programmet. Kontrol af navigationsudstyr og dybdemåler bl.a. gennem interkalibreringer. Man skal også kontrollere, at navigationen benytter datum WGS-84, der er foreskrevet i NOVANA-programmet. Ansvarlig: Amt.
3. KS af algeundersøgelse: Kontrol af at feltskemaerne er korrekt udfyldt. Evt. foto- eller videodokumentation fra lokaliteten. Ansvarlig: Amt
4. KS af ålegræsundersøgelse: Kontrol af at feltskemaerne er korrekt udfyldt. Evt. foto- eller videodokumentation fra lokaliteten. Ansvarlig: Amt
5. KS af artsbestemmelse. Kontrol af artsliste. Dokumentation af arter gennem oprettelse af herbarier for de enkelte lokaliteter. Evt. kan man sende eksemplarer til check hos Botanisk Museum. Deltagelse i eventuelle årlige kurser i artsbestemmelse og bestemmelsesniveau (arrangeres af DMU). Ansvarlig: Amt.
6. KS af feltdata fra arealundersøgelser. Kontrol af at feltskemaerne er udfyldt korrekt. Ansvarlig: Amt.

7. KS af flyfotografering: kontrol af kvaliteten af flyfotos (farve, skarphed, billedoverlap) og de opsamlede data inkl. de geografiske positioner af det fotoregistrerede område sammenlignet med vegetationstransekterne. Ansvarlig: Amt.
8. KS af biomasse/skudtætheds-undersøgelser: kontrol af at feltskemaer er korrekt udfyldt. Ansvarlig: Amt.
9. KS af laboratoriebestemmelser af skudtæthed og biomasse. Kontrol af at skuddene i alle delprøverne er talt, tørret og vejjet. Kontrol af omregning til skud per m² og biomasse per m².
10. KS af dataindtastning fra feltskemaerne. Ansvarlig: Amt
11. KS af data analyser. Check af dataudtræk og statistik (regionalt). Ansvarlig: Amt.
12. KS af dataoverførsel fra lokal database til lands database via STANDAT. Kontrol af at lokaliteter, frekvenser og undersøgelsestidspunkt og parametre er i overensstemmelse med aftalen. Gennemføres vha. kvalitetssikringsprogram fra DMU. Ansvarlig: Amt.
13. KS af billedanalyse for arealudbredelse og arealdækning (regionalt). Check af algoritmer mellem billedernes farvemætning og vegetationstype. Ansvarlig: Amt.
14. KS af dataoverførsel af billeddata. Kontrol af at frekvenser og undersøgelsestidspunkt og indhold er i overensstemmelse med aftalen. og at dataoverførslen sker i overensstemmelse med DMU's retningslinier. Ansvarlig: Amt.
15. KS af feltdata i landsdatabase. Kontrol af at lokaliteter, frekvenser og undersøgelsestidspunkt og parametre er i overensstemmelse med aftalen. Kontrol af, at værdierne ligger indenfor acceptable grænser. (Kontrolleres af indlæsningsprogram) Ansvarlig: DMU
16. KS af data analyser (landsdækkende). Check af dataudtræk og statistik. Ansvarlig: DMU.
17. KS af billeddata i landsdatabase. Kontrol af at lokaliteter, frekvenser og undersøgelsestidspunkt er i overensstemmelse med aftalen. Kontrol af opløsning, tolkning. Ansvarlig: DMU.
18. KS af grafisk præsentation (regional). Check illustrationernes akser og enheder samt data. Ansvarlig: Amt.
19. KS af rapport (regional). Check at indholdet følger paradigmaet. Check delafsnit og konklusioner. Ansvarlig: Amt.
20. KS af grafisk præsentation (landsdækkende). Check illustrationernes akser og enheder samt data. Ansvarlig: DMU.
21. KS af rapport (landsdækkende). Check at indholdet følger paradigmaet. Check delafsnit og konklusioner. Send til ekstern kvali-

tetskontrol og til høring hos amtskommuner/Skov- og Naturstyrelsen/Miljøstyrelsen. Ansvarlig: DMU.



Figur 3.1.2 Flowdiagram over kvalitetssikringen af bundvegetationsprogrammet.

3.1.11 Indberetning af data fra feltundersøgelser

Feltskemaerne i bilaget viser en samlet oversigt over de data, man skal indberettes fra alge- og ålegræsundersøgelser, feltdelen af arealundersøgelserne samt biomasse/skudtæthedsundersøgelser. Man rapporterer datasættene til DMU's bundvegetationsdatabase, som er en del af DMU's samlede database. Den samlede databasestruktur fremgår af en særskilt rapport. I det følgende viser vi strukturen i dataindberetningen for vegetationsundersøgelserne.

3.1.11.1 Oplysninger om vegetationsdatabasen

Opbygningen af databasen er baseret på den tekniske anvisning for bundvegetationsundersøgelser, og er således beregnet på at kunne modtage og lagre data fra amternes monitoring af bundvegetation. Beskrivelsen kan derfor bruges som udgangspunkt for at opbygge tilsvarende databaser i amterne.

Databasen er opbygget således, at man kan registrere resultaterne af den type målinger, programmet omfatter, d.v.s. algeundersøgelser, ålegræsundersøgelser, feltdelen af arealundersøgelser samt biomasse/skudtæthedsundersøgelser.

For at sikre kompatibilitet i data fra amterne samt DMU's egne undersøgelser, er der tilknyttet faste kodelister til en del af datafelterne. Disse kodelister er fra det fælles udvekslingssystem Standat. Det gælder fx artsliste, parameterliste, enheder, dybdeintervaller, dækningsgrader m.m. Oversigten henviser til de relevante Standat kodeliste numre. Kompatibiliteten sikres yderligere ved at benytte Standat som udvekslingsformat. Databasedesignet forudsætter desuden, at man overholder de fælles retningslinier, som er beskrevet i denne publikation.

Databasen er en relationsdatabase, hvor data er grupperet i tabeller. Tabellerne sammenknyttes logisk v.h.a. primærnøgler og fremmednøgler. Primærnøglerne definerer de enkelte poster i hver tabel, mens fremmednøglerne henviser til en post (primærnøglen) i en anden tabel. På fagdatacenterets hjemmeside er der en vejledning til indrapportering som viser en oversigt over tabellerne i databasen og deres indhold. Vejledningen beskriver de enkelte tabeller i databasen og forklarer hvordan man udfylder felterne. Desuden viser vejledningen en oversigt over kodelister.

Denne databasebeskrivelse er offentlig, og kan uden videre bruges af alle til opbygning af bundvegetations-databaser.

3.1.11.2 Struktur for dataindberetningen

Se fagdatacenterets hjemmeside:

http://www.dmu.dk/1_Om_DMU/2_Tvaerfunkt/3_fdc_mar/programgrundlag/vejledning/Vegetation.asp

3.1.12 Indberetning af billedanalyse og udbredelseskort

Originale billeddata

Man leverer de geo-refererede billedmosaikker fra typeområderne enten som 24-bit TIFF eller GEOTIFF ukomprimeret format. Såfremt data er registreret med en større farveopløsning end 24-bit, bibeholder man denne større opløsning. Hvis man leverer billederne som TIFF, skal man også aflevere en fil for hver mosaik der beskriver koordinaten til øverste venstre hjørne, pixelstørrelse og dimensionerne af mosaikken samt et kort over området, der angiver positionen for hvert billede. UTM projektionen er som tidligere nævnt grundlag for geo-orienteringen. Generelt forventer vi, at man leverer data på CD-ROM, men af hensyn til den tekniske udvikling kan dette dog senere justeres efter aftale.

Meta-data: I forbindelse med billedmosaikker skal man levere en oversigt over delbillederne, der indgår i mosaikken med billednummer, placering og størrelse.

Man skal også levere en oversigt over de indberettede filer. Oversigten skal beskrive filernes navne og indhold samt angive hvilket kodesystem, der er anvendt for tolkede data.

For hvert område skal man desuden levere oversigter over flyoperator, flyvehøjder, vejret som VMC vejr, estimeret sigtddybde, samt datoer og tidspunkter for optagelserne.

Oversigterne bedes leveret både i udskrift og som database filer.

Tolkede data for arealudbredelse

Man skal levere de tolkede data i enten TIFF eller GEOTIFF format - ligesom billedmosaikkerne . Billeddybden vil dog kun være 8-bit. Man skal også levere den samme type af geo-orienteringsdata som beskrevet for billedmosaikkerne.

Man skal orientere og placere billedmosaikker og tolkede data således, at de dækkede arealer stemmer overens.

I arealudbredelseskortet skal man anvende følgende kodeværdier:

Billedværdi	Klasse
1	Land
2	Bar sandbund
4	Alegræs/Blomsterplanter
8	Blåmuslinger
16	Hård bund/Fastsiddende alger
32	(Løstliggende alger)
64	Uspecificeret mørk bund
128	Området kan ikke tolkes

Man angiver overlap mellem klasser ved at addere billedværdierne for de aktuelle klasser.

Metadata: Man skal altid medsende en dokumentation af den klassifikationsmetode, der er anvendt på de tolkede data.

Sikkerhed på bestemmelserne

Man skal dokumentere sikkerheden på tolkningen som usikkerhedsmatricer ("Confusion matrix") for hvert dybde interval. Man skal angive sikkerheden dels for opdelingen mellem bar sandbund og den mørke bund og dels for de enkelte slutklasser inklusiv den bare bund. Som kontrolpunkter anvender man dykkerobservationer, der ikke har været benyttet ved træningen af klassifikationen. Man skal altid angive hvor mange kontrolpunkter, der har været benyttet.

Registrerede dybde data

Såfremt amtet ønsker at indrapportere de målte dybde data, med henblik på integration i AIS dybdemodellen, kan dette ske i filer med

et simpelt ASCII format med et enkelt punkt angivet med X, Y og Z værdi på hver linie.

Øverst i hver fil bedes angivet hvilket koordinat format der er anvendt, hvilket datum der er anvendt, samt en bekræftelse af, at data er korrigeret til DNN (Dansk Normal Nul).

Såfremt man har benyttet brudlinier ved etableringen af egne dybde-modeller, kan disse medsendes i separate filer, igen med et punkt på hver linie og hver brudlinie separeret af en linie med ordet "END".

3.1.13 Referencer

Borum, J. (1985): Development of epiphytic communities on eelgrass (*Zostera marina*) along a nutrient gradient in a Danish estuary. *Marine Biology* 87:211-218.

Borum, J. Pedersen, M.F., Kær, L. & Pedersen, P.M. 1994: Vækst- og næringsstoffdynamik hos marine planter. – Havforskning fra Miljøstyrelsen nr. 41.

Borum, J. & Sand-Jensen, K. 1996: Is total primary production in shallow coastal marine waters stimulated by nitrogen loading? – *Oikos* 76: 406-410.

Boström, C., Baden, S. & Krause-Jensen, D. (2003): The Seagrasses of Scandinavia and the Baltic Sea. In Green, E.P., Short, F.T., Spalding, M.D. (Eds) *World Atlas of Seagrasses: Present status and future conservation*. In press.

Clausen, P. 1994: Vandfugles rolle som primærkonsumenter i lavvandede fjordområder. PhD-rapport, Danmarks Miljøundersøgelser. 126 s.

Dahl, K., Ærtebjerg, G., Jensen, J.N., Nielsen, T.G., Lisbjerg, D., Krause-Jensen, D. & Christensen, P.B. 1995: Marine Områder - Fjorde, kyster og åbent hav. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1994. Danmarks Miljøundersøgelser. – Faglig rapport fra DMU 142: 123 s.

Duarte, C. M. (1995): Submerged aquatic vegetation in relation to different nutrient regimes. *Ophelia* 41: 87-112.

Fonseca, M. S., Bell, S. S. (1998): Influence of physical setting on seagrass landscapes near Beaufort, North Carolina. *Marine Ecology Progress Series* 171: 109-121.

Geertz-Hansen, O., Sand-Jensen, K., Hansen, D.F., Christiansen, A. (1993): Growth and grazing control of abundance of the marine macroalga, *Ulva lactuca* L. in a eutrophic Danish estuary. *Aquatic Botany* 46: 101-109.

Greve, T.M., Borum, J., Pedersen, O. (2003): Meristematic oxygen variability in eelgrass (*Zostera marina*). *Limnology and Oceanography* 48: 210-216.

Henriksen, P., Andersen, J., Carstensen, J., Christiansen, T., Conley, D.J., Dahl, K., Dahllöf, I., Hansen, J.L.S., Josefson, A.B., Larsen, M.M., Lundsgaard, C., Markager, S., Nielsen, T.G., Pedersen, B., Rasmussen, B., Strand, J., Ærtebjerg, G., Fossing, H., Krause-Jensen, D., Middelboe, A.-L., Risgaard-Petersen, N., Ellermann, T., Hertel, O., Amelas Skjøth, C., Ovesen, N.B., Glasius, M., Pritzl, G. & Gustafson, B.G. 2001: Marine områder 2000 - Miljøtilstand og udvikling. NOVA 2003. Danmarks Miljøundersøgelser. – Faglig rapport fra DMU 375: 110 s. (elektronisk).

Holmer, M. & Bondgaard, E.J. 2001: Photosynthetic and growth response of eelgrass to low oxygen and high sulfide concentrations during hypoxic events. *Aquatic Botany* 70: 29-38.

Jensen, J.N., Ærtebjerg, G., Rasmussen, B., Dahl, K., Levinsen, H., Lisbjerg, D., Nielsen, T.G., Krause-Jensen, D., Middelboe, A.L., Svendsen, L.M. & Sand-Jensen, K. 1997: Marine områder - Fjorde, kyster og åbent hav. Vandmiljøplanens Overvågningsprogram 1996. Danmarks Miljøundersøgelser. – Faglig rapport fra DMU 213: 124 s.

Krause-Jensen, D., Middelboe, A.L., Sand-Jensen, K. & Christensen, P.B. 2000a: Eelgrass, *Zostera marina*, growth along depth gradients: upper boundaries of the variation as a powerful predictive tool. *Oikos* 91: 233-244.

Krause-Jensen, D., Laursen, J.S., Dahl, K., Hansen, J. & Larsen, S.E. 2000b: Test af metoder til marine vegetationsundersøgelser - Test of Methods for Investigations of Marine Vegetation. Afdeling for Sø- og Fjordøkologi, Afdeling for Havmiljø og Afdeling for Vandløbsøkologi. 120 s.- Faglig rapport fra DMU 323. (Findes også på: http://www.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/default.asp)

Krause-Jensen, D., Middelboe, A.L., Christensen, P.B., Rasmussen, M.B. & Hollebeek, P. 2001: Myndighedernes kontrol- og overvågningsprogram for Øresundsforbindelsen kyst-til-kyst anlæg. Bentisk vegetation. Tilstandsrapport 2000. 117 pp.

Krause-Jensen, D., Pedersen, M.F. & Jensen, C. 2003: Regulation of eelgrass *Zostera marina* cover in Danish coastal waters. *Estuaries* 26: 866-877.

Laursen, J.S., Krause-Jensen, D. & Larsen, S.E. 2000: Interkalibrering af metode til undersøgelser af bundvegetation i marine områder. Danmarks Miljøundersøgelser. – Faglig rapport fra DMU 329: 34 s. (elektronisk).

Limfjordsovervågningen 1996: Vandmiljø i Limfjorden 1995. 164 pp.

Littler, M.M., Littler, D.S. 1980a: The evolution of thallus form and survival strategies in benthic marine macroalgae: field and laboratory tests of a functional form model. *American Naturalist* 116: 25-44.

Littler, M.M., Littler, D.S. 1980b: Evolutionary strategies in a tropical barrier reef system: functional form groups of marine macroalgae: *Journal of Phycology* 19: 229-237.

Lüning, K. 1990: *Seaweeds - their Environment, Biogeography, and Ecophysiology*. John Wiley and Sons, Inc.

Marsh, J.A., Dennison, W.C. & Alberte, R.S. 1986: Effects of temperature on photosynthesis and respiration in eelgrass (*Zostera marina* L.). – *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 101: 257-267.

Middelboe, A.L., Sand-Jensen, K. & Brodersen, K. 1997a: Patterns of macroalgal distribution in the Kattegat-Baltic region. – *Phycologia* 36(3): 208-219.

Middelboe, A.L., Krause-Jensen, D., Nielsen, K. & Sand-Jensen, K. 1997b: Interkalibrering af bundvegetationsundersøgelser. Danmarks Miljøundersøgelser. – Faglig rapport fra DMU 220: 34 s.

Middelboe, A.L., Sand-Jensen, K. & Krause-Jensen, D. 1998: Patterns of macroalgal species diversity in Danish estuaries. – *Journal of Phycology* 34: 208-219.

Middelboe, A.L. & Sand-Jensen, K. 2004: Patterns of species number and abundance in macroalgal communities in coastal waters. – *Hydrobiologia* 511: 173-183.

Nielsen, K., Stjernholm, M., Olsen, B.Ø., Müller-Wohlfeil, D.-I., Madsen, I.-L., Kjeldgaard, A., Groom, G., Hansen, H.S., Rolev, A.M., Hermansen, B., Skov-Petersen, H., Kvist Johannsen, V., Hvidberg, M., Egholm Jensen, J., Bacher, V. & Larsen, H. 2000: Areal Informations Systemet - AIS. Danmarks Miljøundersøgelser. 110 s. + 5 CD-ROM. Findes på: <http://ais.dmu.dk>

Nielsen, R., Kristiansen, Aa, Mathiesen, L., Mathiesen, H. (1995): Distributional index of the benthic algae of the Baltic Sea area. *Acta Botanica Fennica* 155: 1-51.

Nielsen, S.L., Sand-Jensen, K., Borum, J., Geertz-Hansen, O. (2002a): Depth colonization of eelgrass (*Zostera marina*) and macroalgae as determined by water transparency in Danish coastal waters. *Estuaries* 25: 1025-1032.

Nielsen, S.L., Sand-Jensen, K., Borum, J., Geertz-Hansen, O. (2002b): Phytoplankton, nutrients, and transparency in Danish coastal waters. *Estuaries* 25, 930-937.

Pedersen, M. F. (1993): Vækst og næringsstoffdynamik hos marine planter. Licentiaafhandling, Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet.

Rask, N., Bondgaard, E.J., Rasmussen, M.B. & Laursen, J.S. 2000: Ålegræs – udbredelse før og nu. – Vand og Jord 2: 51-54.

Ringkjøbing Amtskommune 1997: Indberetning for havet - Ringkjøbing Fjord, Nissum Fjord og Vesterhavet 1996. Ringkjøbing Amt, Vandmiljøafdelingen. 205 sider + bilag.

Sand-Jensen, K. & Borum, J. 1991: Interactions among phytoplankton, periphyton, and macrophytes in temperate freshwaters and estuaries. – Aquatic Botany 41: 137-175.

Sand-Jensen, K., Middelboe, A.L., Krause-Jensen, D., Christensen, P. B. & Nielsen, K. 1997: Artsdiversitet af makroalger. –Vand og Jord 4: 138-141.

Vejle Amt 1995: Overvågning af kystvande 1995. Vejle Amt, Teknik og Miljø. 121 sider + bilag.

Ærtebjerg, G., Andersen, J.H. & Schou Hansen, O. (eds.) 2003: Nutrients and Eutrophication in Danish Marine Waters. A Challenge for Science and Management. National Environmental Research Institute. 125 pp.

Århus Amt 1994: Norsminde Fjord 1992.

3.1.14 Bilag

3.1.14.1 Feltskema - algeundersøgelser

FELTSKEMA FOR ALGEUNDERSØGELSER							
Stationsoplysninger				Transektoplysninger			
Station:				Startposition (WGS84)			
Institution:				Slutposition (WGS84)			
Position (WGS84)				Prøvetager:			
N-bredde/E-længde:							
Dato:				Beskrivelse:			
Dybdeinterval	0-1m			1-2m			....fortsættes
Punkt dybde							....
Punkt position: N- bredde							....
Punkt position: E- længde							....
Substratfraktioner:							....
Egnet hård bund (%)							....
Sub.spec.dæk.gr. på egnet hård bund (%)							.
Dæk.gr. eutrofieringsbet. løstliggende makroalger (%)							.
Arters dækningsgrad (%):							
<i>Bryopsis hypnoides</i>							
<i>Bryopsis plumosa</i>							
<i>Callithamnion corymbosum</i>							
<i>Ceramium diaphanum</i>							
<i>Ceramium rubrum</i>							
<i>Ceramium tenuicorne</i>							
<i>Chaetomorpha linum</i>							
<i>Chaetomorpha melagonium</i>							
<i>Chondrus crispus</i>							

<i>Chorda filum</i>							
<i>Chordaria flagelliformis</i>							
<i>Cladophora rupestris</i>							
<i>Cladophora sericea</i>							
<i>Corallina officinalis</i>							
<i>Cystoclonium purpureum</i>							
<i>Dasya baillouviana</i>							
<i>Delesseria sanguinea</i>							
<i>Derbesia marina</i>							
<i>Desmarestia aculeata</i>							
<i>Desmarestia viridis</i>							
<i>Desmotrichum undulatum</i>							
<i>Dictyosiphon foeniculaceus</i>							
<i>Dumontia contorta</i>							
.....							
.....							
.....							

3.1.14.2 Feltskema - ålegræsundersøgelser

FELTSKEMA FOR ÅLEGRÆSUNDERSØGELSER			
Stationsoplysninger		Transektoplysninger	
Station:		Startposition (WGS84)	
Institution:		Slutposition (WGS84)	
Position (WGS84)		Prøvetager:	
N-bredde/E-længde:			
Dato:		Beskrivelse:	

Dybdegrænse (7-10 obs.). Art:		
Position Nordl .bredde , Østlig længde	Kl. Hh:mm:sek	Dybdegrænse
...	14:20:05	6,2
...	14:20:40	7
...	14:21:10	5,9
...	14:21:35	6,5
...	14:22:00	6,5
...	14:22:30	6,3
...	14:23:00	6,7

Er dybdegrænsen bestemt af områdets max dybde, substratforhold eller sejlrænde? (ja/nej):

Position Nordl .bredde , Østlig længde	Kl. hh:mm:sek	Dybde	Dækningsgrader (%)			
			Ålegræs	Andre pl. /kransnål- alg.	Eutr. Bet. Alg.	Blød bund

3.1.14.3 Feltskema - arealundersøgelser

FELTSKEMA FOR AREALUNDERSØGELSER			
Stationsoplysninger		Transektoplysninger	
Station:		Startposition (WGS84)	
Institution:		Slutposition (WGS84)	
Position (WGS84)		Prøvetager:	
N-bredde/E-længde:			
Dato:		Beskrivelse:	

Dybdegrænse (7-10 obs.). Art:		
Position Nordl .bredde , Østlig længde	Kl. Hh:mm:sek	Dybdegrænse
...	14:20:05	6,2
...	14:20:40	7
...	14:21:10	5,9
...	14:21:35	6,5
...	14:22:00	6,5
...	14:22:30	6,3
...	14:23:00	6,7

Er dybdegrænsen bestemt af områdets max dybde, substratforhold eller sejlrænde? (ja/nej):

			Dækningsgrader					
Position Nordl .bredde , Østlig længde	Kl. hh:mm:sek	Dybde	Ålegræs	Andre pl./ kransnåalg.	Eutrof. Makro- alg.	Blåmusl.	Blød bund	Egnet hård bund

3.1.14.4 Feltskema-biomasse/skudtæthedundersøgelser

FELTSKEMA FOR BIOMASSE/SKUDTÆTHEDS - UNDERSØGELSER

Stationsoplysninger		Transektoplysninger						Høstede prøver				
Station:		Startposition (WGS84):						Rammens areal (m2):				
Institution:		Slutposition (WGS84):						Bemærkninger:				
Position (WGS84), N-bredde/E-længde:		Prøvetager:										
Dato:		Beskrivelse:										
Dybde		3 m						...fortsættes				
Position												
Delprøve	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
<i>Ålegræs</i>												
- Dækning udenfor rammen (Du)												
- Dækning i rammen (Di)												
- Antal skud i prøven												
- Antal skud per m2												
- Overj. biomasse i prøven												
- Overj. biomasse per m2 (Bm)												
<i>(Andre rodfæstede)</i>												
- Dækning udenfor rammen (Du)												
- Dækning i rammen (Di)												
- Antal skud i prøven												
- Antal skud per m2												
- Overj. biomasse i prøven												
- Overj. biomasse per m2 (Bm)												
<i>(Løstliggende eutfrieringsbetingede alger)</i>												
- Dækning udenfor rammen (Du)												
- Dækning i rammen (Di)												
- Antal skud i prøven												
- Antal skud per m2												
- Overj. biomasse i prøven												
- Overj. biomasse per m2 (Bm)												