



Københavns Universitet

Undersøgelser af store brunalgers udbredelse, biomasse og produktion i Qaqortoq-distriktet, Grønland

Wegeberg, Susse; Bansholt, Jan; Dolmer, Per; Mortensen, Agnes Mols; Pedersen, Poul Møller

Publication date:
2007

Document Version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):
Wegeberg, S., Bansholt, J., Dolmer, P., Mortensen, A. M., & Pedersen, P. M. (2007). Undersøgelser af store brunalgers udbredelse, biomasse og produktion i Qaqortoq-distriktet, Grønland. Museum Tusulanum.



**Undersøgelser af store brunalgers
udbredelse, biomasse og nettotilvækst i
Qaqortoq-distriktet, Grønland**

Slutrapport

www.bi.ku.dk/seaweed

Juni 2007

**Susse Wegeberg, Jan Bangsholt, Per Dolmer,
Agnes Mols Mortensen og Poul Møller Pedersen**

(Fotos: Per Dolmer og Mortan Mols Mortensen)

Indholdsfortegnelse

| | | |
|----|--|----|
| 1. | Introduktion | 3 |
| 2. | Metoder | 4 |
| | 2.1. Feltarbejde | |
| | 2.2. Omregningsfaktorer fra vådvægt til tørvægt | 6 |
| | 2.3. Biomassemålinger | 6 |
| | 2.4. Aldersbestemmelser | 6 |
| | 2.5. Nettotilvækst | 6 |
| | 2.6. Areal-specifik nettotilvækst | 7 |
| | 2.7. Korrelation til økologiske parametre | 7 |
| | 2.7.1. Trinvis regression | 7 |
| | 2.7.2. Definition af eksponeringsgrad | 8 |
| | 2.8. Genvækst- og rekoloniseringsforsøg | 8 |
| | 2.8.1. Kvadrater | 8 |
| | 2.8.2. Cirkler | 9 |
| 3. | Resultater | 9 |
| | 3.1. Artsliste | 9 |
| | 3.2. Omregningsfaktorer fra vådvægt til tørvægt for sublittorale arter | 11 |
| | 3.3. Biomasse | 11 |
| | 3.4. Alder | 12 |
| | 3.4.1. Aldersfordeling | 12 |
| | 3.4.2. Aldersfordelingen i relation til dybden | 13 |
| | 3.5. Nettotilvækst | 14 |
| | 3.6. Estimering af bæredygtig høst fra det undersøgte areal | 15 |
| | 3.7. Evaluering af økologiske faktorer | 15 |
| | 3.7.1. Trinvis regression | 15 |
| | 3.7.2. Biomasse i forhold til eksponeringsgrad | 16 |
| | 3.8. Evaluering af genvækst- og rekoloniseringsforsøg | 16 |
| 4. | Konklusioner | 17 |
| | Appendix 1 | 18 |
| | Appendix 2 | 20 |

1. Introduktion

Nordic Seaweed Projekt (NSP), Københavns Universitet, har nu gennemført en feltundersøgelse om omfanget af den naturlige forekomst af store brunalger i Sydvestgrønland. Undersøgelserne foregik i årene 2004-2006, og formålet med undersøgelsen var at vurdere, hvorvidt tangskovene udgør en tilstrækkelig stor biomasse til en bæredygtig, kommerciel udnyttelse. Projektet blev placeret i Sydvestgrønland af hensyn til samarbejdet med fåreholderne og Landbrugsforsøgsstationen i Upernaviarsuk, idet udgangspunktet var at udnytte tangen til at blande i fårenes vinterfoder.

Der har dog siden vist sig en vifte af muligheder for kommerciel udnyttelse af den grønlandske tang. Tang, høstet eller dyrket, udgør 1) en naturlig ressource, der kan eksporteres eller anvendes lokalt som f.eks. fåre- og/eller fiskefoder, i medicin eller til bioethanolproduktion (se særskilt rapport) og/eller 2) den inorganiske ekstraktionskomponent i integrerede multi-trofiske akvakultur (IMTA) –systemer.

NSP har gennemført et pilotforsøg med dyrkning af *Alaria esculenta* (L.) Greville i storskala på Færøerne (se særskilt rapport). Formålet med dyrkningsforsøget var at undersøge, hvorvidt det er muligt, at dyrke tang i havet i arktisk/temperede egne. I så fald kan tangarter til industriel udnyttelse produceres og metoden kan tillige anvende i forbindelse IMTA. Muligheden for at introducere IMTA i Grønland undersøges i øjeblikket af NSP.

Udnyttelse af tang i form af marin agrikultur i Arktis kan derfor vise sig at være en af nøglefaktorerne for en fremtidig bæredygtig, økonomisk og social udvikling i arktiske samfund. Det er en lettilgængelig ressource, en relativ lille investering og, med en forholdsvis enkel forvaltning, også en bæredygtig ressource.



2. Metoder

2.1 Feltarbejde inklusiv fastlæggelse af stationer

Stationerne blev fastlagt ved hjælp af et elektronisk kort. Undersøgelserne blev begrænset til et område beliggende i Qaqortoq-distriktet, således at det dækker både inden- og udenskærs arealer. Over arealet, som er afgrænset af længdegraderne 60 32 000 N og 60 45 000 N samt breddegraderne 046 00 000 W og 046 15 000 W, blev der lagt et grid bestående af nord-syd transekter med én grads mellemrum. Stationerne blev udvalgt de steder på transektet, hvor dybden var 0 - 20m. Hermed er sikret en tilfældig udvælgelse af stationernes placering i forhold til dybde og eksponeringsgrad indenfor det areal vi af logistiske hensyn har begrænset undersøgelserne til. Ud af de 45 fastlagte stationer på kortet blev der taget prøver på 32 stationer (Tabel 1).

Endvidere er stationerne, der blev besøgt i 2004, blevet genbesøgt og indgår også i den samlede databehandling. Al data er samlet i Appendix 1.

På hver station blev der taget 3 prøver på hver 1 m², hvor al vegetation blev afhøstet. Hver prøve blev sorteret i arter og antallet af individer pr. art talt og vejret samlet. I én prøve blev mindst 10 individer af hver art vejret individuelt og aldersbestemt (se aldersbestemmelser).



| St.nr. | Koordinater | | Dato | Dybde (m) |
|---------------------------|-------------|------------|----------|--------------|
| | N | W | | |
| 2.1 | 60 32 000 | 046 01 140 | 26.07.05 | 12,0 |
| 2.3 | 60 44 688 | 046 00 774 | 30.07.05 | 5,5 |
| 3.2 | 60 31 910 | 046 01 880 | 26.07.05 | 10,0 |
| 3.3 | 60 32 723 | 046 01 814 | 26.07.05 | 7,8 |
| 3.4 | 60 42 762 | 046 01 494 | 30.07.05 | 11,0 |
| 3.5 | 60 32 959 | 046 01 685 | 26.07.05 | 14,0 |
| 3.6 | 60 32 239 | 046 01 735 | 26.07.05 | 10,2 |
| 4.3 | 60 32 080 | 046 02 840 | 26.07.05 | 10,0 |
| 4.4 | 60 35 297 | 046 02 805 | 21.07.05 | 11,4 |
| 4.5 | 60 35 725 | 046 03 024 | 27.07.05 | 14,7 |
| 4.6 | 60 36 191 | 046 02 951 | 27.07.05 | 8,8 |
| 7.1 | 60 42 800 | 046 05 950 | 22.07.05 | 21,5 |
| 8.1 | 60 32 514 | 046 07 171 | 23.07.05 | 12,7 |
| 8.2 | 60 35 248 | 046 06 991 | 21.07.05 | 5,7 |
| 8.3 | 60 35 751 | 046 07 001 | 21.07.05 | 10,9 |
| 9.2 | 60 43 033 | 046 08 010 | 22.07.05 | 4,2 |
| 9.3 | 60 32 748 | 046 07 999 | 23.07.05 | 12,0 |
| 10.3 | 60 42 808 | 046 08 992 | 22.07.05 | 9,2 |
| 11.2 | 60 37 059 | 046 09 844 | 20.07.05 | 12,0 |
| 11.3 | 60 42 784 | 046 09 953 | 22.07.05 | 15,2 |
| 11.4 | 60 32 754 | 046 10 001 | 23.07.05 | 11,8 |
| 12.1 | 60 43 248 | 046 11 002 | 22.07.05 | 12,7 |
| 12.2 | 60 36 738 | 046 10 978 | 20.07.05 | 15-18 |
| 12.5 | 60 32 686 | 046 10 690 | 23.07.05 | 8,2 |
| 13.2 | 60 40 211 | 046 12 039 | 24.07.05 | 9,7 |
| 13.3 | 60 43 750 | 046 11 990 | 24.07.05 | 20,6 |
| 14.1 | 60 43 699 | 046 12 952 | 22.07.05 | 7,5 |
| 15.3 | 60 43 384 | 046 14 00 | 24.07.05 | 21,0 |
| 15.4 | 60 44 959 | 046 13 998 | 24.07.05 | 9,6 |
| 16.1 | 60 44 729 | 046 14 932 | 24.07.05 | 7,1 |
| 16.2 | 60 43 986 | 046 15 020 | 24.07.05 | 13,7 |
| 16.3 | 60 42 000 | 046 15 000 | 24.07.05 | 8,3 |
| Way point 135 | 60 37 390 | 046 08 522 | 20.07.05 | 12,0 |
| Julianehåb Øst | 60 43 708 | 046 00 235 | 03.08.05 | 7,3 |
| St. 005 (VGS84) | 60 43 351 | 045 55 822 | 29.07.05 | 10,0 |
| Munkebugten | 60 43 208 | 046 06 514 | 30.07.05 | 8,8 |
| Sarfarmiut (VGS84) | 60 38 941 | 045 47 340 | 28.07.05 | 5,9 |
| C1 Mato | 60 43 595 | 046 12 784 | 01.08.05 | 7,5 |
| C2 Sarfarmiut | 60 38 261 | 045 47 699 | 02.08.05 | 10,0 |

Tabel 1. Stationsdata over alle besøgte stationer. Listen inkluderer altså data fra stationer, hvor der er taget prøver både i 2004 og 2005.

2.2. Omregningsfaktorer fra vådvægt til tørvægt

Vådvægten blev fastlagt for de enkelte sublittorale arter på Grønland, hvor alle individer m^{-2} blev vejjet. Hver plante blev pakket individuelt og sendt i frossen tilstand til Danmark, hvor tørvægtsbestemmelserne blev foretaget på Algeafdelingen, Københavns Universitet (KU).

Tørvægten blev bestemt efter tøring i ovn ved 105 °C når vægten var konstant (ca 1 døgn alt efter individets størrelse).

Omregningsfaktorerne for de enkelte arter blev fastlagt ved regression på plot af tørvægt mod vådvægt over gennemsnittet for alle stationerne (se Appendix 1).

2.3. Biomassemålinger

Hver af de 3 prøver på 1 m^2 , blev sorteret efter art og antallet af individer pr. art talt og vejjet samlet.

2.4. Aldersbestemmelser

For de sublittorale arter kan antallet af vækstsæsoner tælles som ringe i tværsnit af stipes (Fig. 1). Det antages at der én vækstsæson pr. år, hvorfor antallet af ringe svarer til individets alder.

I én af de 3 prøver pr station blev mindst 10 individer af hver art vejjet individuelt og aldersbestemt (se aldersbestemmelser). Der er skåret tværsnit af stipes fra mindst 10 individer pr. art på hver station, og alderen er fastlagt ved at tælle årringene i stereolup.

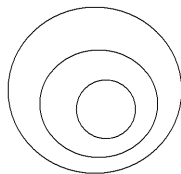


Fig. 1. Tværsnit af stipes, der viser årringe svarende til 3 år.

2.5. Nettotilvækst

Den årlige mertilvækst, der kan beregnes ud fra alder og vægt af de enkelte individer kan anvendes som udtryk for den mængde biomasse, der kan høstes hvert år, uden at der gøres indhug på den stående biomasse. Den kaldes her nettotilvæksten, idet den årlige erosion af de enkelte planter ikke kendes, og dermed ikke den egentlige, årlige produktion.

Ud fra individuel alder og vægt kan nettotilvæksten beregnes pr. individ. Multipliceret med det gennemsnitlige antal individer pr m^2 opnås gennemsnitlige årlig nettotilvækst pr. m^2 :

$$(i) \quad \frac{\text{individual weight (g)}}{\text{age (years)}} \times \text{nos individuals } m^2$$

2.6. Arealsspecifik nettotilvækst

Den arealsspecifikke nettotilvækst er et udtryk for den totale bæredygtige høst beregnet som antal tons pr. år for det undersøgte areal ned til 20 m's dybde. Det forudsættes at al substrat ned til 20 m's dybde er velegnet til makroalgevækst, men da der på alle undersøgte stationer var makroalgevækst, stor eller lille, anses forudsætningen for at være opfyldt.

Den arealsspecifikke nettotilvækst beregnes først ved at fastlægge det dybdespecifikke areal_{10-20m}. Ved at klippe det totale areal indenfor de afgrænsende bredde- og længdegrader, land- og havareal samt havarealer med dybder under 20m ud af et søkort og veje delene kan den %-vise del af havarealet, som er indenfor den undersøgte dybde beregnes:

$$(ii) \quad \text{Dybdespecifikke areal}_{10-20m} (km^2) = \frac{\text{areal}_{10-20m} \times \text{areal}_{total} (km^2)}{\text{areal}_{total} (g)}$$

Når nettotilvæksten ($t \text{ km}^{-2}$) kendes for det givne areal kan den arealsspecifikke nettotilvækst, og dermed den teoretiske årlige bæredygtige høst, for det undersøgte areal, beregnes:

$$(iii) \quad \text{Bæredygtig høst for areal}_{10-20m} (t \text{ år}^{-1}) = \text{dybdespecifikt areal}_{10-20m} (km^2) \times \text{nettotilvækst } (t \text{ km}^{-2} \text{ år}^{-1})$$

2.7. Korrelation til økologiske parametre

Biomassen for de enkelte arter er dels et udtryk for den faktuelle dækningsgrad på de enkelte lokaliteter, og dels, med nettotilvæksten, et udtryk for de økologiske betingelser på den enkelte lokalitet samt den intra- og interspecifikke konkurrence om substrat, lys og næringssalte.

2.7.1. Trinvis regression

Korrelationen mellem total biomasse og nettotilvækst, samt disse værdier for de enkelte arter, blev testet ved trinvis regression med følgende økologiske faktorer: dybde (indenfor de undersøgte 20 m), hvor en evt. specifik dybdefordeling ville kunne afsløres i forhold til lysforhold og eksponeringsgrad, eksponeringsgrad (wind-fetch) i forhold til vindpåvirkning og hældningsgrad, hvilket siger noget om det tilgængelige substrat i forhold til dybde på den pågældende station.

Wind-fetch er beregnet som den totale afstand til land i de 4 verdenshjørner i forhold til stationens beliggenhed (Fig. 2):

$$(iv) \quad \text{Wind-fetch (km)} = d_n + d_e + d_s + d_w$$

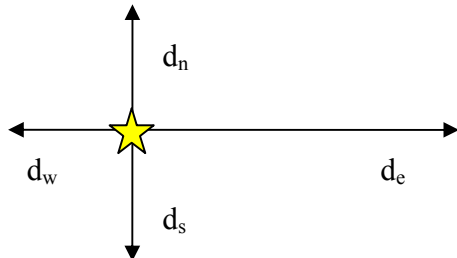


Fig. 2. Wind-fetch beregnet som afstanden fra stionen til de 4 verdenshjørner, stjerne = station.

2.7.2. Eksponeringsgradsdefinition

Da der umiddelbart ser ud til at være stor forskel på biomassen af de forskellige arter i forhold til eksponeringsgrad opdeles stationerne i 3 definitioner af eksponering med stigende grad af eksponering ud fra den beregnede wind-fetch (Tabel 2).

| Eksponeringsgradsdefinition | Wind-fetch (km) |
|------------------------------------|-----------------------------------|
| Relativt beskyttet | < 10 |
| Semi-eksponeret | $10 \leq \text{wind-fetch} < 200$ |
| Eksponeret | ≥ 200 |

Tabel 2. Definition af eksponeringsgrad i forhold til wind-fetch.

2.8. Genvækst- og rekoloniseringsforsøg

2.8.1. Kvadrater

I 2004 blev de første genvækst- og rekoloniseringsforsøg påbegyndt. Der blev udlagt 4 transekter ved Qaqortoq, Matô og Safarmiut. På hver transekt blev der placeret 12 kvadrater af 0.25 m^2 , hvor 8 blev afhøstet (Fig. 3). 4 kvadrater fungerede som kontrol. Transektet blev markeret med en wire og ved afhøstningen blev kvadratet fastgjort ved en markering på wiren.

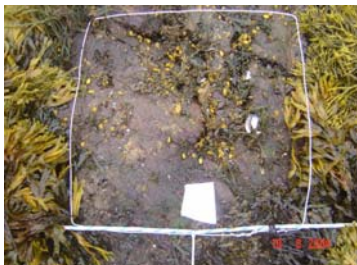


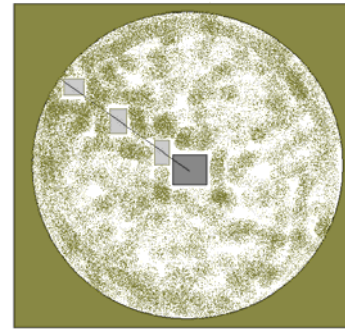
Fig. 3. Et afhøstet kvadrat i littoralzonen. Transektet blev markeret med en wire.

I 2005 blev 4 af de 8 afhøstede kvadrater afhøstet igen for at bestemme genvæksten for første år.

2.8.2. Cirkler

Da det har været utroligt vanskeligt at genfinde felterne til genvækstforsøgene, blev der udlagt to nye felter ved Matô og Sarfamiut. Disse felter er cirkler med en diameter på 6 m, hvor al vegetation blev afhøstet. Her forventes det, at randeffekten vil være minimal. I felterne blev der udlagt fliser på radiustransektet til undersøgelse af genvæksten i forhold til afstand til uberørt vegetation (Fig. 4).

Fig. 4. Afhøstet cirkel (diameter 6 m). Betonsten på transektet skal vise hvor hurtigt rekrutteringen sker i forhold til afstanden fra uberørt vegetation.



3. Resultater

3.1. Artsliste

Det totale artsantal for alle lokaliteterne er 59 (Tabel 3). Grønalgen *Spongomorpha aeruginosa* er et nyt fund for Grønland (Pedersen 1976).

Rhodophyceae (24 arter)

Audouinella membranacea (Magnus) Papenfuss
Bangia atropurpurea (Roth) C. Agardh
Callophyllis cristata (C. Agardh) Kützing
Coccotylus truncatus (Pallas) M.J. Wynne & J.N. Heine
Devaleraea ramentacea (Linnaeus) M. Guiry
Fimbrifolium dichotomum (Lepechin) G. Hansen
Lithothamnion glaciale Kjellman
Meiodiscus spetsbergensis (Kjellman) Saunders & McLachlan
Membranoptera denticulata (Montagne) Kylin
Palmaria palmata (L.) Kuntze
Pantoneura fabriciana (Lyngbye) M.J. Wynne
Phycodrys rubens (Linnaeus) Batters
Phymatolithon tenue (Rosenvinge) L. Düwel & S. Wegeberg
Polysiphonia arctica J. Agardh
Polysiphonia fibrillosa (Dillwyn) Sprengel
Polysiphonia stricta (Dillwyn) Greville
Porphyra amplissima (Kjellman) Setchell & Hus ex Hus
Porphyra miniata (C. Agardh) C. Agardh
Porphyra purpurea (Roth) C. Agardh
Porphyra umbilicalis (Linnaeus) Kützing
Ptilota serrata Kützing

Rhodophyceae (fortsat)

Rhodomela lycopodioides (L.) C. Agardh

Scagelothamnion pusillum (Ruprecht) Athanasiadis

Turnerella pennyi (Harvey) F. Schmitz

Phaeophyceae (23 arter)

Agarum clathratum Dumortier

Alaria esculenta (L.) Greville

Ascophyllum nodosum (L.) Le Jolis

Chordaria chordaeformis (Kjellman) Kawai & S.H. Kim

Chordaria flagelliformis (O.F. Müller) C. Agardh

Desmarestia aculeata (Linnaeus) Lamouroux

Dictyosiphon foeniculaceus (Hudson) Greville

Ectocarpus fasciculatus Harvey

Ectocarpus siliculosus (Dillwyn) Lyngbye

Elachista fucicola (Vellely) Areschoug

Fucus vesiculosus L.

Fucus vesiculosus L. f. *inflatus* Rosenvinge

Isthmoplea sphaerophora (Carmichael ex Harvey) Kjellman

Laminaria nigripes J. Agardh

Saccharina latissima (L.) CE Lane, C Mayes, Druehl & GW Saunders

Petalonia fascia (O.F. Müller) Kuntze

Pylaiella littoralis (L.) Kjellman

Pylaiella varia Kjellman

Punctaria plantaginea (Roth) Greville

Saccorhiza dermatodea (Bachelot de la Pylaie) J. Agardh

Scytosiphon lomentaria (Lyngbye) Link

Sphacelaria arctica Harvey

Sphacelaria plumosa Lyngbye

Chlorophyceae (12 arter)

Acrosiphonia arcta (Dillwyn) J. Agardh

Blidinga minima (Nägeli ex Kützing) Kylin

Chaetomorpha capillaris (Kützing) Børgesen

Chaetomorpha melagonium (F. Weber & D. Mohr) Kützing

Chlorochytrium dermatocolax Reinke

Enteromorpha Link in Nees sp.

Kornmannia leptoderma (Kjellman) Kornmann

Monostroma grevillei (Thuret) Wittrock

Pseudoclonium submarinum Wille

Rhizoclonium tortuosum (Dillwyn) Kützing

Spongomorpha aeruginosa (Linnaeus) Hoek

Ulvaria fusca Ruprecht



Tabel 3. Artsliste over arter fundet i Qaqortoq-distriktet både i 2004 og 2005. * *Saccharina latissima* er det nye navn for *Laminaria saccharina* (L.) J.V. Lamouroux.

3.2. Omregningsfaktorer fra vådvægt til tørvægt for sublittorale arter

Omregningsfaktorer for hver art samt gennemsnit for alle arterne er præsenteret i Tabel 4.

Tørvægten udgør hermed knap 20 % (16 – 29 %) af vådvægten for de 4 sublittorale arter.

| <i>A. clathratum</i> | <i>A. esculenta</i> | <i>L. nigripes</i> | <i>S. latissima</i> | Gennemsnit |
|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|------------|
| 0,1917 | 0,1815 | 0,1590 | 0,1746 | 0,1767 |
| (0,0055) | (0,0024) | (0,0106) | (0,0116) | |

Tabel 4. Omregningsfaktorer fra vådvægt til tørvægt for de enkelte arter fastlagt ved regression samt gennemsnit for alle artene. Værdierne i parentes angiver SE.

3.3. Biomasse

Den totale gennemsnitlige biomasse m^{-2} svarer til godt 3.5 kg. *Agarum clathratum*, *Alaria esculenta* og *Saccharina latissima* udgør hver især en stor andel af biomassen med ca 1 $kg\ m^{-2}$, mens *L. nigripes* har en halv så stor biomasse på ca $\frac{1}{2}$ kg. *L. solidungula* og *Saccorhiza dermatodea* udgør en ganske lille del af biomasse (tilsammen ca 1 %) (Tabel 5 og Fig. 5).

| Biomasse ($g\ m^{-2}$) | Gennemsnit | % |
|--------------------------|------------|-----|
| Total | 3699,07 | |
| <i>A. clathratum</i> | 1057,19 | 29 |
| <i>A. esculenta</i> | 1116,13 | 30 |
| <i>L. nigripes</i> | 551,91 | 15 |
| <i>S. latissima</i> | 915,96 | 25 |
| <i>L. solidungula</i> | 9,76 | 0,3 |
| <i>S. dermatodea</i> | 48,11 | 1 |

Tabel 5. Den totale biomasse ($g\ m^{-2}$) og arternes gennemsnitlige biomasse samt procent af totalen.

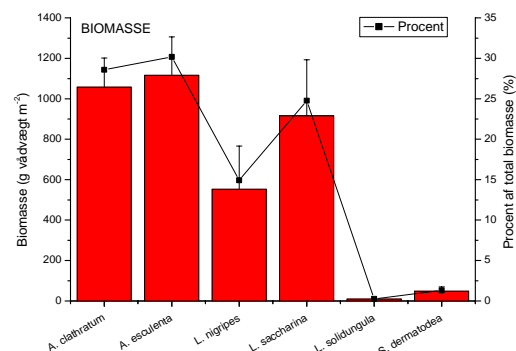


Fig. 5. Arternes gennemsnitlige biomasse i søjlediagram samt arternes procentvise andel af totalen.

I overensstemmelse med biomassen ses at *A. clathratum*, *A. esculenta* og *S. latissima* også har højst individantal m^{-2} svarende til mellem 7-9 individer, som hver igen udgør omkring 25 % af alle individer m^{-2} . *L. nigripes* udgør også individantalmæssigt ca 15 % og *L. solidungula* og *S. dermatodes* under 2 %. Heraf kan man se, at arterne er relativt jævnt fordelt størrelsesmæssigt (Fig. 6).

Til at bekræfte billedet af *A. clathratum*, *A. esculenta* og *S. latissima* som dominerende arter både med hensyn til biomasse og individantal, ses disse arter også hyppigst, idet de er fundet på op til omkring 80 % af de undersøgte stationer. *L. nigripes* er fundet på ca 60% af stationerne, mens *L. solidungula* og *S. dermatodea* er fundet på henholdsvis ca 20 og 35% (Fig. 7).

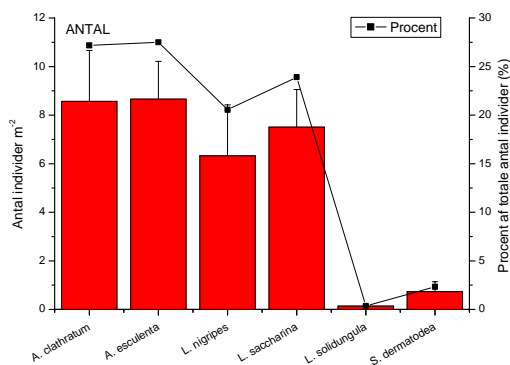


Fig. 6. Antal individer m⁻² samt den enkelte arts procentvise andel af det totale antal individer.

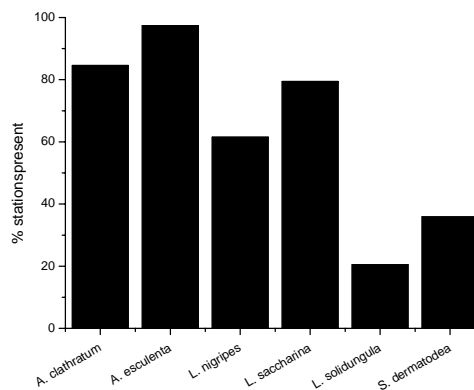


Fig. 7. Procentvis tilstedeværelse af arterne på stationerne.

3.4. Alder

3.4.1. Arternes aldersfordeling

Gennemsnitsalderen for de enkelte arter er præsenteret i Fig. 8. Her kan det ses af *Alaria esculenta* har den højeste gennemsnitsalder på godt 3 år. *Agarum clathratums* gennemsnitsalder er næsten 3 år, mens de øvrige arters gennemsnitsalder er ca 2 år.

De to arter, der har den højeste gennemsnitsalder er også de arter, der havde størst biomasse og individantal m⁻², hvilket understreger at disse arter er veletablerede.

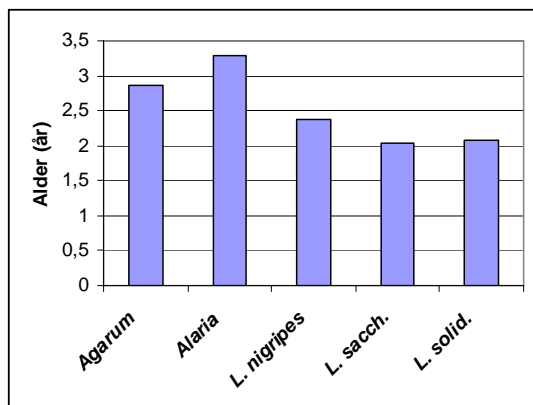


Fig. 8. Arternes gennemsnitsalder (år)
Agarum clathratum 2,87
Alaria esculenta 3,29
Laminaria nigripes 2,38
Saccharina latissima 2,04
Laminaria solidungula 2,08

3.4.2. Aldersfordelingen i relation til dybden

Fodelingen af planternes alder idnefor de enkelte arter udviser ikke umiddelbart noget mønster. Dog er individernes alder generelt under 2½ år indenfor de første 5 m. (Fig. 9)

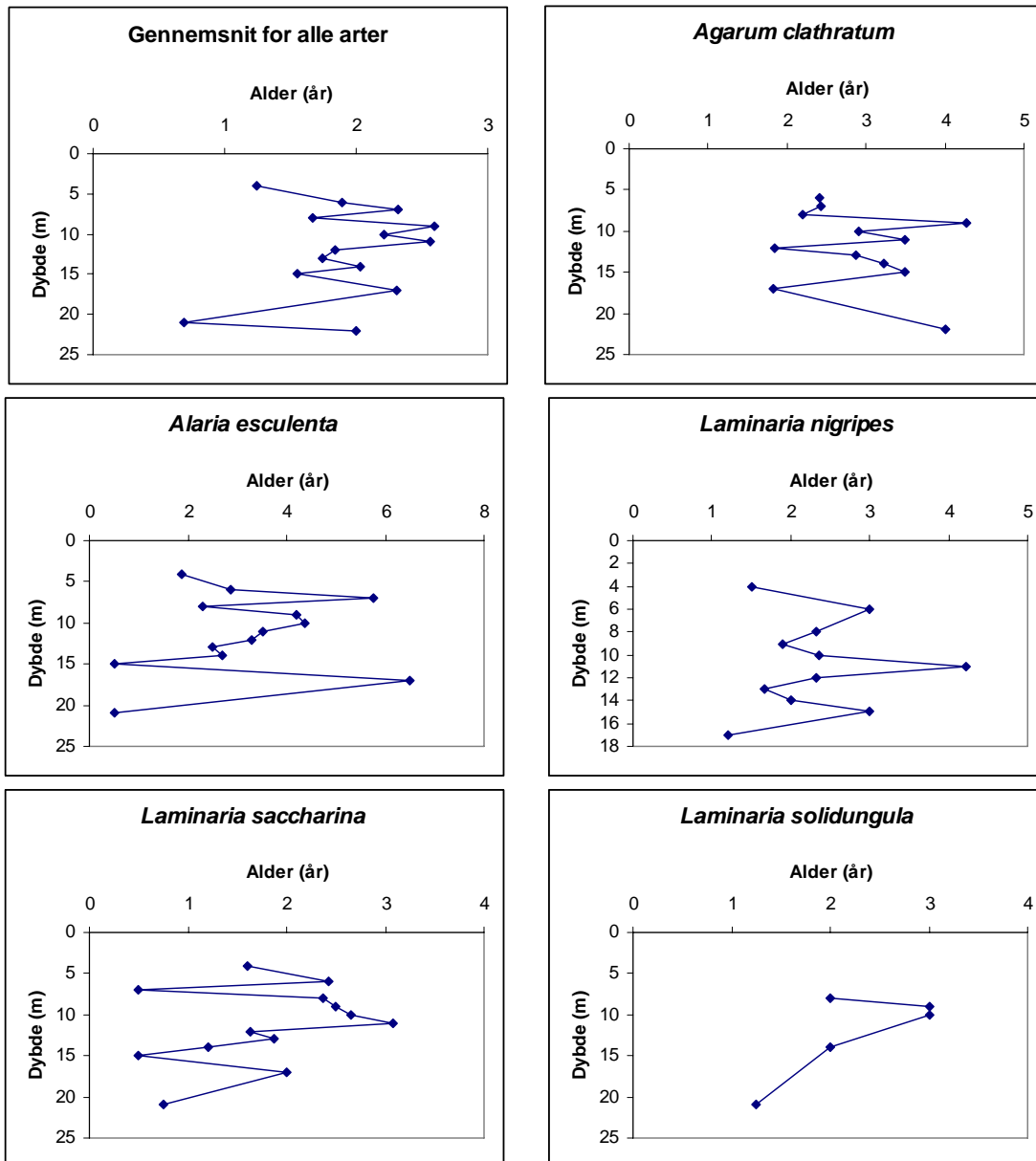


Fig. 9. Alder som funktion af dybde for de enkelte arter.

3.5. Nettotilvækst

Den årlige totale nettotilvækst m^{-2} udgør ca $1\frac{1}{2}$ kg (Tabel 6) svarende til 1500 tons km^{-2} , forudsat at hele arealet havde tilsvarende vegetationsdække. *Alaria esculenta* og *Saccharina latissima* har den største nettotilvækst, omkring 30 % af den totale, mens *Agarum clathratum* og *L. nigripes* har knap 20 %.

| Nettotilvækst ($\text{g m}^{-2} \text{år}^{-1}$) | Gennemsnit | % |
|--|------------|-------|
| Total | 1419,37 | |
| <i>A. clathratum</i> | 314,12 | 19,12 |
| <i>A. esculenta</i> | 475,03 | 28,91 |
| <i>L. nigripes</i> | 287,13 | 17,47 |
| <i>S. latissima</i> | 513,48 | 31,25 |
| <i>L. solidungula</i> | 5,34 | 0,32 |
| <i>S. dermatodea</i> | 48,11 | 2,93 |

Tabel 6. Den årlige gennemsnitsnettotilvækst for alle samt de enkelte arter i g m^{-2} , den procentvise andel af nettotilvæksten pr. art samt hele biomassens og de enkelte arters turn-overtid.

Disse tal er visualiseret i Fig. 10 og 11.

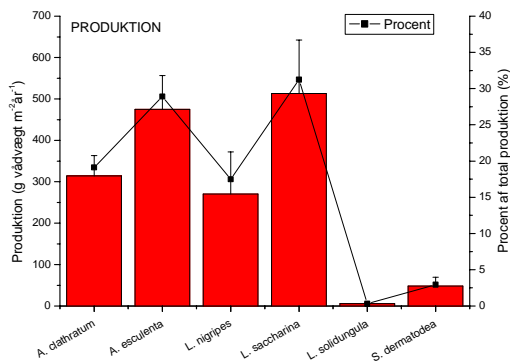


Fig. 10. Den årlige gennemsnitsnettotilvækst for de enkelte arter (g m^{-2}) og deres procentvise andel af nettotilvæksten.

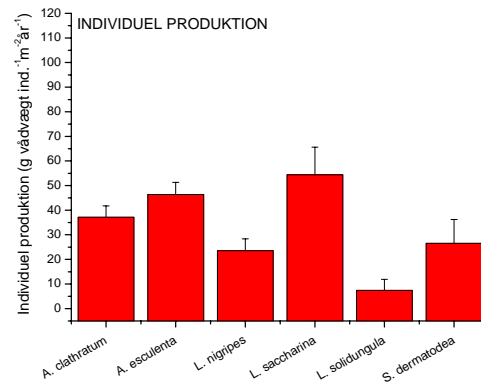


Fig. 11. De enkelte arters individuelle årlige nettotilvækst (g m^{-2})

Til fastlæggelse af nettotilvæksten hos *Fucus vesiculosus* blev 100 individer, på et transekt fra land til dybere vand ved Sarfarmit, mærket ved lavvande. Der blev klippet huller i 5 skudspidser pr. plante 1 cm fra skudspidsen. Det er så muligt til næste år at afklippe og veje et års tilvækst.

3.6. Estimering af bæredygtig høst fra det undersøgte areal

Dybder ≤ 20 m udgør ca. 8.5 % af det totale undersøgte areal, hvilket svarer til knap 30 km² (Tabel 7). Dermed udgør det teoretiske, bæredygtige høstudbytte for et areal på knap 330 km²:

$$28,18 \text{ (km}^2\text{)} \times 1419,37 \text{ (t km}^{-2}\text{ år}^{-1}\text{)} = 39.991,96 \text{ t år}^{-1}$$

| | Totalt areal (km ²) | Total vægt (g) | Vægt (g) | % | Areal (km ²) |
|-----------------|---------------------------------|----------------|----------|----------|--------------------------|
| 0-20m | 328,576 | 4,1562 | 0,3564 | 8,575141 | 28,17585 |
| > 20m | 328,576 | 4,1562 | 2,3345 | 56,1691 | 184,5582 |
| Land | 328,576 | 4,1562 | 1,4653 | 35,25576 | 115,842 |

Tabel 7. Fastlæggelse af sø- og landareal ved vejning af udklip af de forskellige komponenter fra søkort.

3.7. Evaluering af økologiske faktorer

2.7.1. Trinvis regression

Regressionsanalyser viser at der er signifikant sammenhæng ($p=0.001$) mellem den totale biomasse og wind-fetch og ligeså for *Agarum clathratum* ($p<0.05$), hvor der er negativ korrelation, og *Alaria esculenta* og *Laminaria nigripes* ($p<0.001$), hvor korrelationen er positiv (Appendix 2).

Denne sammenhæng mellem eksponeringsgrad og biomassefordelingen fremgår også af GIS-fremstillingen af arternes biomasse på de enkelte stationer for *A. clathratum*, *A. esculenta* og *L. nigripes* (Fig. 7) (se også næste afsnit).

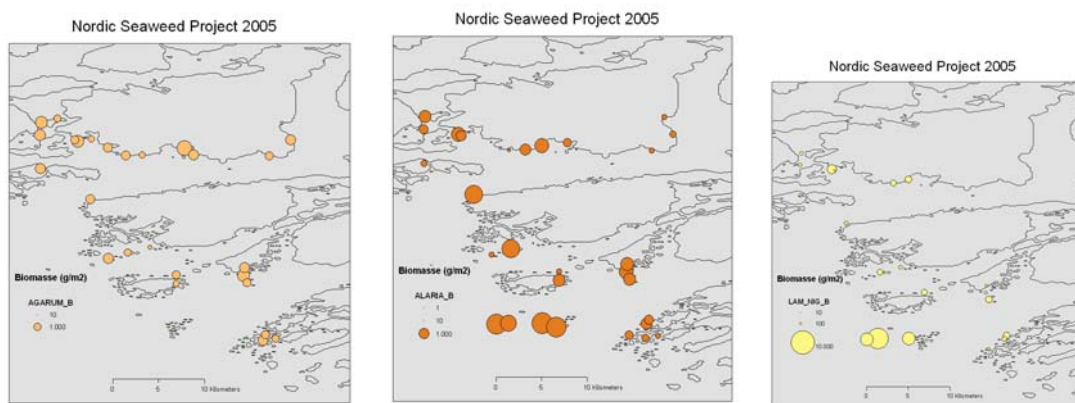


Fig. 7. GIS-kort over biomassen for *A. clathratum*, *A. esculenta* and *L. nigripes* (g m⁻²) på stationerne. *A. clathratum* er negativt korreleret med wind-fetch, mens *A. esculenta* and *L. nigripes* er positivt korreleret.

2.7.2. Biomasse i forhold til eksponeringsgrad (Tabel 8)

Når biomassen for total og de enkelte arter opdeles efter eksponeringsgrad ses et mønster, der er i overensstemmelse med de trinvis regressionsanalyser. Biomassen er generelt dobbelt så stor på de eksponerede stationer. *A. clathratum*'s biomasse påvirkes ikke af stigende eksponeringsgrad før wind-fetchen er større end 200 km. Her ophører tilstedeværelsen af den pågældende art. For *A. esculenta* og *L. nigripes* ses en stigning i biomasse med stigende eksponering i fuld overensstemmelse med den signifikante korrelation med wind-fetch. For *A. esculenta* 3-dobles biomassen, mens den 7-dobles for *L. nigripes*! *S. latissima* ser ud til at foretrække det semi-eksponerede miljø med et svagt fald i biomasse på relativt beskyttede stationer, og et markant fald på eksponerede stationer. Dette mønster er i overensstemmelse med hvor arten findes i andre lande (f.eks. Færøerne).

| | Antal st. | Total | <i>A. clathratum</i> | <i>A. esculenta</i> | <i>L. nigripes</i> | <i>S. latissima</i> |
|--------------------|-----------|-------|----------------------|---------------------|--------------------|---------------------|
| Gennemsnit | 39 | 3.7 | 1.1 | 1.1 | 0.6 | 0.9 |
| Relativt beskyttet | 28 | 3.0 | 1.1 | 0.8 | 0.2 | 0.7 |
| Semi-eksponeret | 8 | 4.5 | 1.2 | 1.2 | 0.3 | 1.8 |
| Eksponeret | 3 | 8.2 | 0 | 3.5 | 4.4 | 0.2 |

Tabel 8. Biomassefordelingen i forhold til eksponeringsgrad. For eksponeringsgradsdefinitioner se Tabel 2.

Den gennemsnitlige biomasse indenfor de enkelte definitioner kan anvendes til en evt. mere artsspecifik høst. Endvidere antyder biomassefordelingen i forhold til eksponeringsgraden, at den større biomasse findes under mere vanskeligt tilgængelige områder. Afhøstningen af disse arealer, der selv ved svag vind er påvirket af store dønninger, kræver således mere avanceret udstyr (større båd, kran m.m.)

3.8. Evaluering af genvækst- og rekoloniseringsforsøg

Der er kun blevet afhøstet i 2005 for genvækst og rekolonisering efter ét år i 4 kvadrater på hver af de 4 transekter. De to cirkler ved Matô og Sarfarmiut afventer stadig at blive genhøstet første gang.

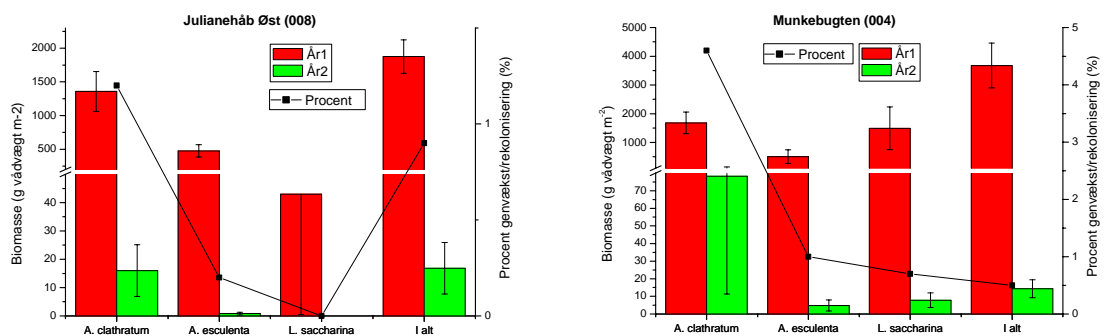


Fig. 8. Genvækst efter ét år af *A. clathratum*, *A. esculenta* og *S. latissima* på de 4 stationer (fortsættes).

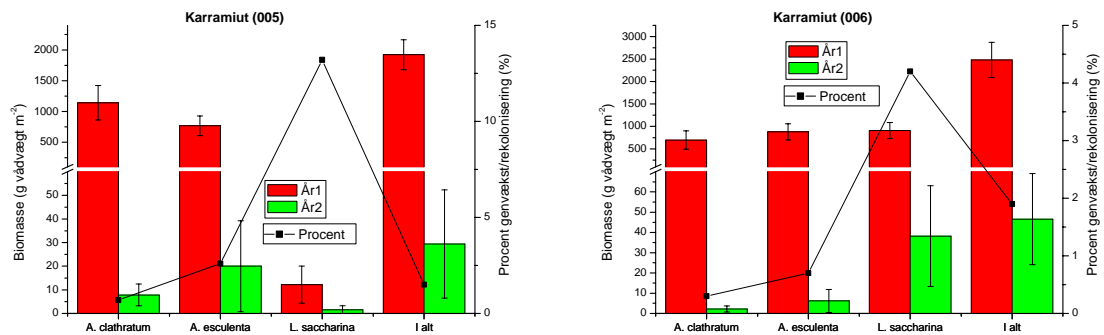


Fig. 8. Fortsat.

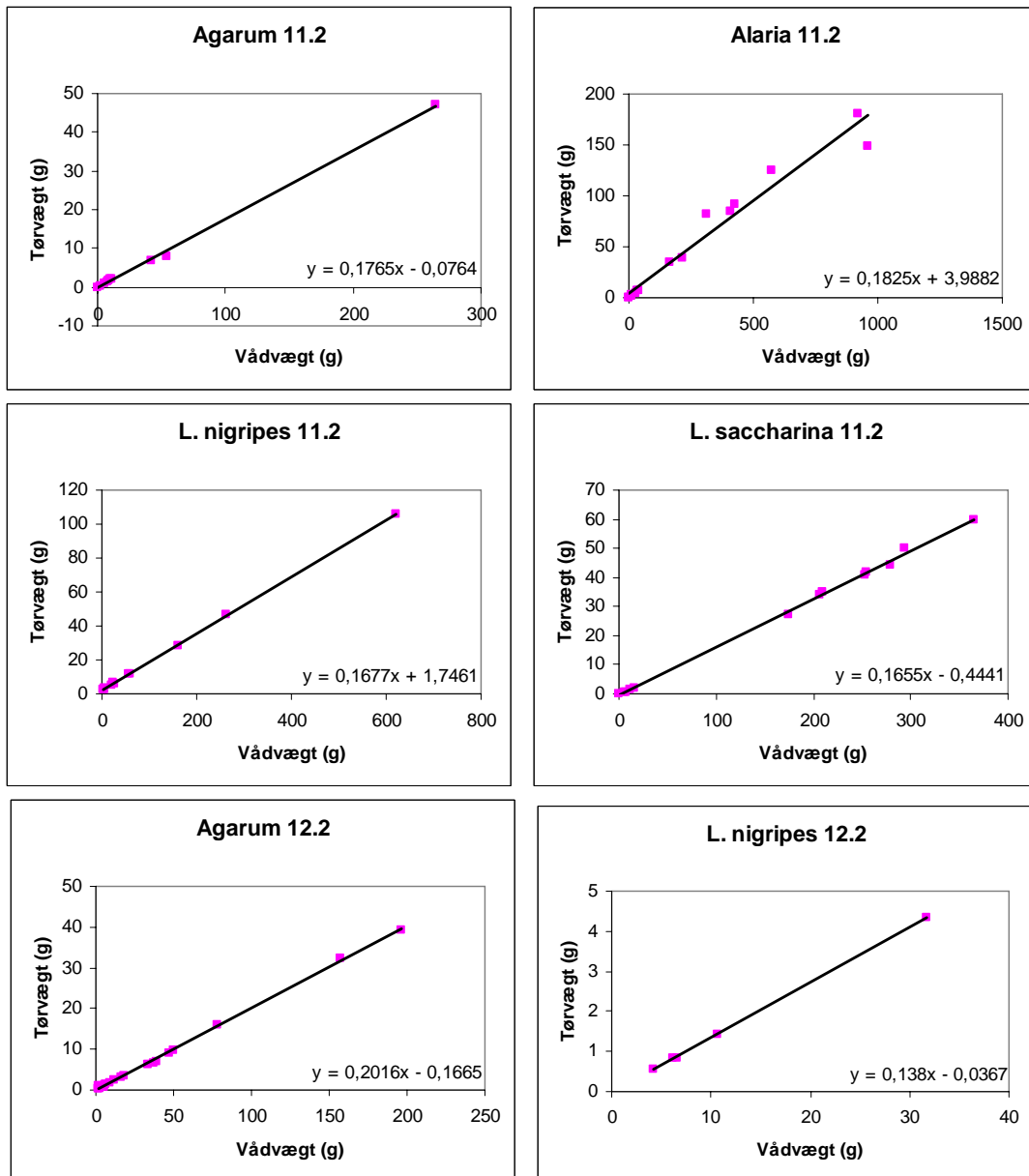
Andet års høst af kvadrater har ført til følgende konklusioner: Genvæksten er minimal, generelt <1 %, dog er genvæksten for *Agarum clathratum* i Munkebugten og *Saccharina latissima* ved Karramiut (st. 005) ca. 5 % og for *S. latissima* ved Karramiut (st. 006) 15 % (Fig. 8). Der er dog også vækst af den opportunistiske, en-årige art, *Saccorhiza dermatodea*.

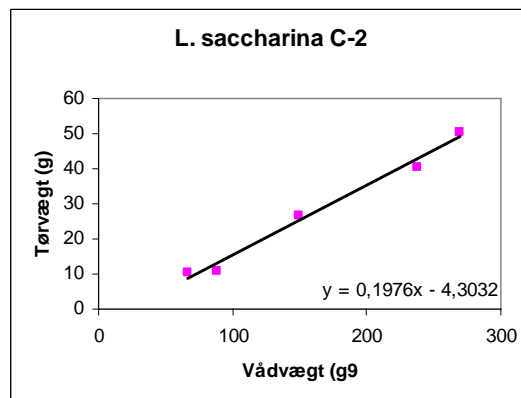
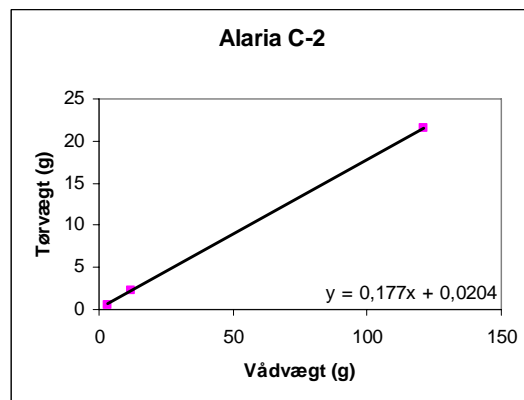
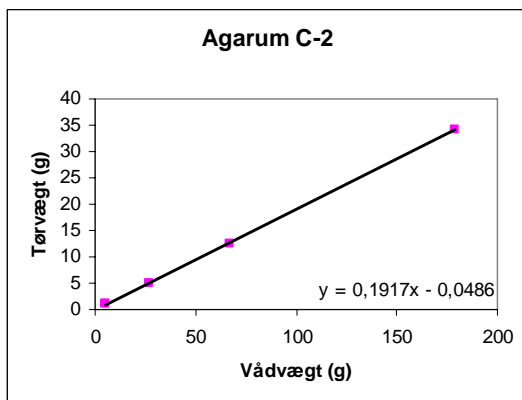
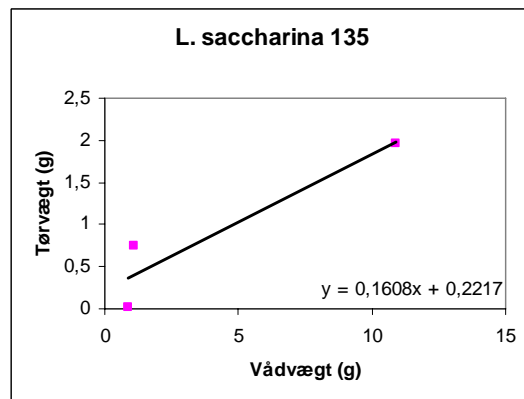
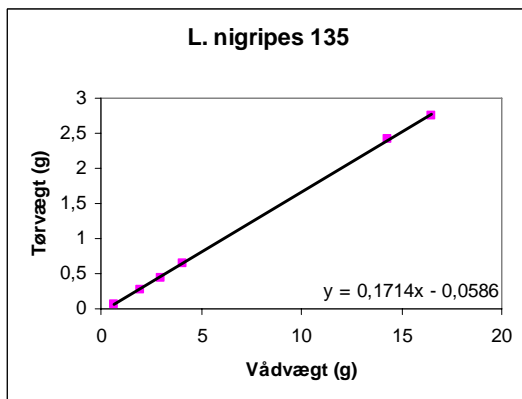
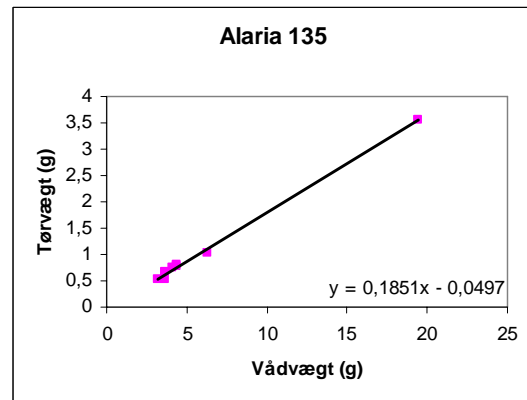
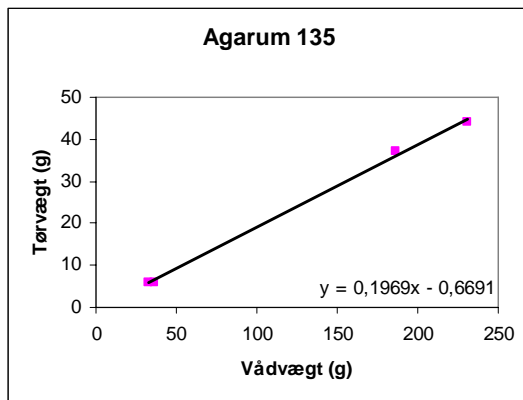
4. Konklusioner

- Konklusionerne bygger på et sikkert datagrundlag med 3 replikater fra hver af de i alt 39 besøgte stationer
- Artslisten omfatter 59 arter, hvoraf 24 er rødalger, 23 brunalger og 12 er grønalger
- Omregningsfaktorerne for sublittorale arter er fastlagt svarende til 0.18 i gennemsnit, hvilket vil sige at tørvægten udgør knap 20 % af vådvægten
- Det teoretiske, bæredygtige høstudbytte for det undersøgte areal på knap 330 km² udgør 39.991, t år⁻¹
- Wind-fetch har signifikant, positiv effekt på biomassen generelt



Appendix 1. Tørvægt som funktion af vådvægt: Regressioner til fastlæggelse af omregningsfaktorer





Appendix 2. Step-wise regressioner til evaluering af økologiske faktorer

BIOMASSE

| Samlet biomasse | 1. R ² = 0,248 | | 2. R ² = 0,293 | | 3. R ² = 0,302 | | | |
|----------------------|---------------------------|--------|---------------------------|--------|---------------------------|--------|---------------------------|-------|
| | Coefficient | P | Coefficient | P | Coefficient | P | | |
| Wind fetch | 24,488 | 0,001 | 24,421 | 0,001 | 26,814 | 0,001 | | |
| Dybde | | | -141,137 | 0,137 | -147,722 | 0,125 | | |
| Hældning | | | | | -413,071 | 0,500 | | |
| A. <i>clathratum</i> | 1. R ² = 0,127 | | 2. R ² = 0,136 | | 3. R ² = 0,137 | | | |
| | Coefficient | P | Coefficient | P | Coefficient | P | | |
| Wind fetch | -5,861 | 0,026 | -6,661 | 0,025 | -6,678 | 0,027 | | |
| Dybde | | | | | 5,093 | 0,885 | | |
| Hældning | | | 137,900 | 0,537 | 141,276 | 0,535 | | |
| A. <i>esculenta</i> | 1. R ² = 0,351 | | 2. R ² = 0,393 | | 3. R ² = 0,404 | | | |
| | Coefficient | P | Coefficient | P | Coefficient | P | | |
| Wind fetch | 12,866 | <0,001 | 12,838 | <0,001 | 13,990 | <0,001 | | |
| Dybde | | | -59,988 | 0,123 | -63,158 | 0,109 | | |
| Hældning | | | | | -198,808 | 0,427 | | |
| L. <i>nigripes</i> | 1. R ² = 0,733 | | 2. R ² = 0,734 | | 3. R ² = 0,734 | | | |
| | Coefficient | P | Coefficient | P | Coefficient | P | | |
| Wind fetch | 20,966 | <0,001 | 20,960 | <0,001 | 20,829 | <0,001 | | |
| Dybde | | | -11,729 | 0,681 | -11,369 | 0,696 | | |
| Hældning | | | | | 22,579 | 0,904 | | |
| S. <i>latissima</i> | 1. R ² = 0,029 | | 2. R ² = 0,063 | | 3. R ² = 0,063 | | | |
| | Coefficient | P | Coefficient | P | Coefficient | P | | |
| Wind fetch | | | | | -0,752 | 0,898 | | |
| Dybde | | | -78,038 | 0,266 | -77,668 | 0,276 | | |
| Hældning | -421,421 | 0,296 | -463,977 | 0,252 | -437,544 | 0,340 | | |
| L. <i>solidung.</i> | 1. R ² = 0,036 | | 2. R ² = 0,082 | | 3. R ² = 0,100 | | 4. R ² = 0,100 | |
| | Coef. | P | Coef. | P | Coef. | P | Coef. | P |
| Wind f. | | | | | | | -0,434 | 0,941 |
| Dybde | | | | | -59,136 | 0,407 | -58,977 | 0,415 |
| Hældn. | | | -537,360 | 0,188 | -554,151 | 0,177 | -538,615 | 0,248 |
| Alder | 475,350 | 0,246 | 585,372 | 0,159 | 507,334 | 0,234 | 505,854 | 0,243 |
| S. <i>derma.</i> | 1. R ² = 0,013 | | 2. R ² = 0,025 | | 3. R ² = 0,031 | | 4. R ² = 0,031 | |
| | Coef. | P | Coef. | P | Coef. | P | Coef. | P |
| Wind f. | | | -0,273 | 0,504 | -0,368 | 0,427 | -0,371 | 0,430 |
| Dybde | -3,721 | 0,495 | -3,744 | 0,495 | -3,482 | 0,533 | -3,644 | 0,530 |
| Hældn. | | | | | 16,436 | 0,648 | 17,312 | 0,641 |
| Alder | | | | | | | -4,383 | 0,899 |

NETTOTILVÆKST

| <i>A. cribosum</i> | 1. $R^2 = 0,127$ | | 2. $R^2 = 0,136$ | | 3. $R^2 = 0,137$ | |
|---------------------|------------------|--------|------------------|--------|------------------|--------|
| | Coefficient | P | Coefficient | P | Coefficient | P |
| Wind fetch | -5,861 | 0,026 | -6,661 | 0,025 | -6,678 | 0,027 |
| Dybde | | | | | 5,093 | 0,885 |
| Hældning | | | 137,900 | 0,537 | 141,276 | 0,535 |
| <i>A. esculenta</i> | 1. $R^2 = 0,144$ | | 2. $R^2 = 0,251$ | | 3. $R^2 = 0,266$ | |
| | Coefficient | P | Coefficient | P | Coefficient | P |
| Wind fetch | | | 2,445 | 0,056 | 2,940 | 0,045 |
| Dybde | -44,023 | 0,035 | -44,337 | 0,027 | -44,973 | 0,026 |
| Hældning | | | | | -85,279 | 0,451 |
| <i>L. nigripes</i> | 1. $R^2 = 0,712$ | | 2. $R^2 = 0,719$ | | 3. $R^2 = 0,722$ | |
| | Coefficient | P | Coefficient | P | Coefficient | P |
| Wind fetch | 8,851 | <0,001 | 8,830 | <0,001 | 8,521 | <0,001 |
| Dybde | | | -12,258 | 0,371 | -11,128 | 0,428 |
| Hældning | | | | | 50,813 | 0,600 |
| <i>S. latissima</i> | 1. $R^2 = 0,079$ | | 2. $R^2 = 0,130$ | | 3. $R^2 = 0,130$ | |
| | Coefficient | P | Coefficient | P | Coefficient | P |
| Wind fetch | | | | | -0,326 | 0,934 |
| Dybde | -50,028 | 0,107 | -55,176 | 0,075 | -54,895 | 0,084 |
| Hældning | | | -266,726 | 0,188 | -259,500 | 0,246 |

TURN-OVERTID

| <i>A. cribosum</i> | 1. $R^2 = 0,052$ | | 2. $R^2 = 0,059$ | | 3. $R^2 = 0,059$ | |
|---------------------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|-------|
| | Coefficient | P | Coefficient | P | Coefficient | P |
| Wind fetch | | | -0,0181 | 0,658 | -0,0176 | 0,683 |
| Dybde | 0,0903 | 0,245 | 0,0971 | 0,228 | 0,0976 | 0,239 |
| Hældning | | | | | 0,0205 | 0,961 |
| <i>A. esculenta</i> | 1. $R^2 = 0,021$ | | 2. $R^2 = 0,025$ | | 3. $R^2 = 0,026$ | |
| | Coefficient | P | Coefficient | P | Coefficient | P |
| Wind fetch | | | 0,00212 | 0,755 | 0,00221 | 0,750 |
| Dybde | | | | | -0,0168 | 0,877 |
| Hældning | 0,364 | 0,440 | 0,285 | 0,598 | 0,277 | 0,616 |
| <i>L. nigripes</i> | 1. $R^2 = 0,035$ | | 2. $R^2 = 0,217$ | | 3. $R^2 = 0,221$ | |
| | Coefficient | P | Coefficient | P | Coefficient | P |
| Wind fetch | 0,00416 | 0,427 | 0,0167 | 0,050 | 0,0177 | 0,064 |
| Dybde | | | | | -0,0346 | 0,792 |
| Hældning | | | -1,656 | 0,063 | -1,773 | 0,084 |
| <i>S. latissima</i> | 1. $R^2 = 0,145$ | | 2. $R^2 = 0,229$ | | 3. $R^2 = 0,243$ | |
| | Coefficient | P | Coefficient | P | Coefficient | P |
| Wind fetch | 0,143 | 0,067 | 0,176 | 0,029 | 0,186 | 0,027 |
| Dybde | | | | | -0,0559 | 0,548 |
| Hældning | | | 0,921 | 0,144 | 0,917 | 0,152 |