

Blåmuslingebestanden i det danske Vadehav efteråret 2004

af

Per Sand Kristensen
Niels Jørgen Pihl
og
Rasmus Borgstrøm

Danmarks Fiskeriundersøgelser
Afd. for Havfiskeri
Charlottenlund Slot
DK-2920 Charlottenlund

ISBN: 87-90968-70-0

DFU-Rapport nr. 141-05

Indhold

Forord.	s 2
1. Sammenfatning.	s 3
2. Materialer og Metoder.	s 3
2.1 Indsamlinger af prøver.	s 4
2.2 Luftfotograferinger.	s 5
3. Resultater	s 6
3.1 Størrelsesfordeling af blåmuslinger.	s 6
3.2 Bankarealer med blåmus- linger i september 2004.	s 6
3.3 Biomassen af blåmuslinger i Vadehavet.	s 7
4. Diskussion og konklusion.	s 8
5. English summary.	s 9
6. Referencer.	s 10
7. Ordforklaringer.	s 11
8. Tabeller.	s 12
9. Figurer.	s 17

Forord.

Flere kolleger ved Danmarks Fiskeriundersøgelser har deltaget i projektet. Niels Jørgen Pihl (NJP) har sammen med de lokale fiskere indsamlet prøverne og NJP har oparbejdet alle prøver. I år er der benyttet GIS teknik til beregning af bankearealerne med blåmuslinger. ITT afdelingen (Kerstin Geitner og Rasmus Borgstrøm) har bidraget til dette arbejde. Alle takkes varmt for deres indsats.

1. Sammenfatning.

I ugerne 38 og 40 (2004) gennemførte DFU, Afdeling for Havfiskeri en undersøgelse af blåmuslingebestanden i Vadehavet i samarbejde med de lokale fiskeriforeninger (Havneby og Esbjerg), som stillede både mandskab og fartøjer til rådighed.

I 2004 er der taget luftfotografier af det danske Vadehav, men de er endnu ikke blevet digitaliserede, så de kan anvendes i arealberegningerne. Estimer af bankarealerne er derfor baseret på fotografier fra 2002 (taget i maj måned 2002) leveret af bl.a. COWI a/s.

TAC for 2004 er forhandlet til 3.000 tons (netto). Fiskeriet har ikke opbrugt kvoten. Der er landet en mindre prøvefangst i oktober 2004 (19 tons netto), ellers er der ikke landet blåmuslinger siden januar 2003. Årsagen hertil er, at store mængder af de nuværende muslinger er for små med skallængder på mindre end 5 cm.

Undersøgelserne af blåmuslingebestanden i efteråret 2004 er foretaget med henblik på en fastlæggelse af TAC for blåmuslingefiskeriet i 2005 og 2006. Det anbefales, at TAC for 2005 sættes meget lavt eller måske 0 tons da biomassen i september 2004 var meget lav (5.840 tons). Fødegrundlaget for fugle med blåmuslinger som vigtig fødekilde ligger noget under deres beregnede årlige behov på ca. 10.300 tons.

Undersøgelserne i år har evalueret den gamle teknik ved areal beregningerne og sammenholdt denne teknik og anvendelse af GIS-kortlægning til arealberegninger, som kan udføres digitalt.

1. Materialer og metoder

Undersøgelsens beregning af biomassen af blåmuslinger er traditionelt baseret på luftfotos af samtlige tidevandsområder i Vadehavet og indsamling af kvantitative prøver fra alle tidevandsområder: Grådyb (delt i en sydlig og en nordlig del), Knudedyb og Lister Dyb. Der er anvendt ortooprettede luftfotografier fra 2002 (ortofotos), med en opløsning på 40 x 40 cm.

I beregningerne af biomassen af blåmuslinger i Ho Bugt og Grådyb syd har det i indeværende undersøgelser været nødvendigt at benytte et areal, som repræsenterer hele det område, som skrabeundersøgelserne dækker i 2004. I Ho Bugt er arealet på 11 km² og i Grådyb syd 10 km² (Munch-Petersen og Kristensen, 2001). Årsagen hertil er, at der er blevet skrabet på stationer jævnt fordelt i områderne, og skrabene har derfor ikke kun ligget inden for bankerne med blåmuslinger som i de tidligere år, men også uden for på den rene sandbund.

I denne undersøgelse er der foretaget en arealopgørelse vha. GIS programmet Erdas Imagine, hvor det ved brug af digital billedbehandlingsanalyse er muligt at opgøre arealet med blåmuslinger, som kan identificeres på de anvendte digitale ortofotos. Visuelt indrammes arealer (banker) med blåmuslinger, hvorefter en digital billedanalyse sørger for at skelne mellem pixels indeholdende blåmuslinger og pixels med sand m.m. Herefter kan nettoarealet af blåmuslinger opgøres ved at optælle antallet af pixels klassificeret som værende blåmuslinger og ganges med pixelarealet på 0,16 m².

De udlagte prøvestationer i Vadehavet kan ses på figur 1 a - f (side 17-19).

2.1. Indsamling af prøver

Der er anvendt to forskellige prøvetagningsteknikker:

1. Skrabepróver med kommerciel muslingeskraber (effektiviteten er sat til 100 %, se i øvrigt teksten senere om en muslingeskrabers fangsteffektivitet).
2. Indsamling i ramme (0,25 m²) på litorale banker (med en effektivitet på 100 %).

Skraberens skrabeeffektivitet er sat til 100 % i denne undersøgelse. I DFU's undersøgelser af blåmuslingebestanden i Limfjorden regnes med en skrabeeffektivitet mellem 1 % og 43 % og i gennemsnit 17 % (Dolmer, et al, 1998). Størst effektivitet findes på de banker, der har den største biomasse af muslinger. For prøvetagningen i Vadehavet sættes effektiviteten af skraber til 100 %, da skrabningen foretages med en væsentlig mindre vinkel mellem slæbewire og havbunden end i Limfjorden, derved er skraberens mindre tilbøjelig til at hoppe (se også ordforklaringen side 11). Ved at sætte skrabeeffektiviteten til 100 % vurderes fangsten pr. arealenhed af muslingebanken "forsigtigt".

Der er i oktober 2004 i alt indsamlet 74 prøver med blåmuslinger på de 115 udlagte stationer i den del af Vadehavet, hvor fiskeri efter blåmuslinger er tilladt. Prøverne er fra Ho Bugt, Grådyb syd for Esbjerg (Lundvigs Løb og Kelding Lo), Knudedyb (Ribe Løb og Jørgens Lo) og i den nordlige del af Lister Dyb. Ved beregningen af biomassen af blåmuslinger på de litorale banker i Juvre Dyb er anvendt middelbiomassen for de litorale banker i de øvrige områder (10,953 kg/m²; se tabel 4).

Fiskefartøjets navigator er anvendt til beregning af det befiskede areal, hvor slæbesporets længde måles i fødder. Ved at dividere antallet af fødder med 3,3 fås længden af skrabet i meter. Multipliseres dette med skraberens bredde (1,8 m) fås det befiskede areal i m² (Tab. 1 - 4; s. 13-16). Bruttofangsten (kg) i skrabet skønnes af fisker og DFU's medarbejder i fællesskab. En stikprøve udtages af fangsten og nedfryses til senere analyse i laboratoriet.

Ved hjælp af stikprøvernes indhold af hele "levende" blåmuslinger er nettomængden af blåmuslinger pr. kvadratmeter beregnet for hver muslingebanke (Tab. 1 - 4).

På de banker, der ikke kan nås med fiskerbåd, indsamles prøverne ved hjælp af en firkantet jernramme (0,5 x 0,5 m). Samtlige muslinger og skaller inden for rammen indsamles og lægges i fryser til senere analyse i laboratoriet. Ved indsamlingerne vurderes normalt dækningsgraden af muslinger på banken, som anvendes i beregningen af biomassen (kg/m²). I år er der benyttet GIS til arealberegningen så dækningsgrader (0-prøverne udeladt) er ikke benyttet i dette års beregninger.

En repræsentativ og randomiseret andel af muslinger er målt i skallængde til fastlæggelse af størrelsesfordeling af blåmuslinger i de enkelte tidevandsområder. I undersøgelsen er der blevet målt i alt 6.090 blåmuslinger.

Størrelsesfordelingen af blåmuslinger i Vadehavet er baseret på samtlige indsamlede prøver i september 2004. Fordelingen af muslinger i prøverne er opgjort i skallængde,

efter deres antal og efter deres vægtandel (middelvægt pr. længdegruppe) i prøven. Forholdet mellem skallængde og vægt er givet ved formlen:

$$W = (0,09076 * L^{2,973726}); \text{ hvor } W = \text{vægten i gram og } L = \text{skallængden i mm.}$$

I beregningerne af biomasserne er der taget højde for vandtabet, der sker ved optøningen af prøverne i laboratoriet (her sat til i middel 14 %).

2.2 Luftfotograferinger.

Ortooprettede luftfotografier optaget i 2002 (2004) er anvendt til estimering af arealerne med blåmuslinger i Ho Bugt og det øvrige Vadehav. Estimeringen af disse arealer afhænger i overvejende grad af om blåmuslingerne er visuelt synlige på ortofotosene. Eksempelvis vil en høj vandstand medføre et mindre samlet blåmuslingeareal, simpelthen fordi mange banker vil være skjult under havoverfladen.

Man kan ikke skelne de mere spredte forekomster af blåmuslinger på luftfotografierne, derfor er der i undersøgelsen anvendt to forskellige principper for opgørelse af arealer med blåmuslinger.

Skrabeteknik. Arealerne for områder med blåmuslinger i Ho Bugt og Grådyb syd er ikke til at registrere på luftfotografier fra 2002. Prøveskrabene er taget på forskellige stationer fordelt tilfældigt inden for det område, som der må fiskes inden for i Ho Bugt og i Grådyb der dækker et areal på h.h.v. 11 km² og 10 km². (se tabel 1 og 2) (Munch-Petersen og Kristensen, 2001). Her indgår alle prøveskrab i beregningen af biomassen af blåmuslinger pr. m² også 0-prøver.

GIS-analyse. Den digitale kortlægning af blåmuslingebestanden ved brug af GIS er baseret på først en manuel tolkning af ortofotosene og dernæst en halvautomatisk digital billedanalyse. Den manuelle del består i en visuel udpegning af de synlige blåmuslingebanker. Denne visuelle identifikation danner basis for at udpege netop de dele af ortofotosene, hvorpå der skal foretages en digital billedanalyse. Ved kun at foretage analysen inden for disse analysemasker optimeres mulighederne for at adskille blåmuslingerne (spektralt set) fra andre klasser, idet der ikke bliver inddraget irrelevante land- og vandområder, som spektralt set kunne minde om blåmuslinger. Herved nedbringes usikkerheden af metoden væsentligt. Den halvautomatiske del af analysen består i en såkaldt superviseret klassifikationsanalyse. Denne analyseform baseres på, at der udpeges nogle pixels, man med sikkerhed ved er blåmuslinger (signaturpixels), og derefter sørger billedanalyseprocessen for at identificere pixels, der spektralt set minder om disse signaturpixels. De identificerede pixels udgør derfor et nettoareal, idet sand og vand beliggende mellem blåmuslingearealerne ikke medtages i den samlede arealopgørelse. Nettoarealet bestemmes ved at optælle antallet af pixels og multiplicere dette antal med pixelarealet på 0,16 m². Der anvendes derfor ikke dækningsgrader i beregningen af biomasse for de litorale blåmuslingebanker.

De forskellige arealer med blåmuslinger er for hvert tidevandsområde angivet i tabellerne 1 - 4.

3. Resultater

3.1. Størrelsesfordeling af blåmuslinger

Størrelsesfordeling (efter skallængde og efter vægt) af blåmuslinger er bestemt for følgende tidevandsområde (se Fig. 2, 3, 4 og 5):

Grådyb nord (Ho bugt), - Grådyb syd, - Knudedyb og - Lister Dyb.

Analyse af længdefordelingen efter frekvens (procentvise fordeling) viser, at det er de yngre årgange af blåmuslinger, som dominerer i bestanden i det danske Vadehav i september 2004. Andelen af yngre årgange < 2 år er i 2004 noget større end i 2002 (Kristensen og Pihl, 2003).

I Ho Bugt er dog omkring 72 % af blåmuslingerne i september 2004 konsumegnede med skallængder $L \geq 50$ mm (Fig. 2, s. 20). Biomassen egnet til fiskeri udgjorde 1.235 tons (Tab 1; s. 13).

Blåmuslingerne i Grådyb syd for Esbjerg er noget mindre end i Ho Bugt med en skallængde på mellem 20 mm og 50 mm (Fig. 3; s. 20). Som for blåmuslingerne i Ho Bugt forskydes middelstørrelsen når størrelsesfordelingen af blåmuslingerne angives efter deres vægt. Mængden af konsum muslinger er kun 50 % og på omkring 903 tons. Den samlede biomasse var 1.873 tons i september 2004.

I Ribe Løb og Jørgens Lo er der i august 2002 blevet omplantet blåmuslinger (116 tons) fra Horns rev. I undersøgelsen i september 2004 blev der kun fundet ca. 6 tons blåmuslinger og næsten alle af konsumstørrelse (Fig. 4; s. 21). De fleste omplantede blåmuslinger er forsvundet fra området - døde eller ført bort med strøm og bølger - i løbet af de to år siden blåmuslingerne blev omplantet (*se særskilt rapport*).

I Lister Dyb er blåmuslingerne mindre end i den øvrige del af Vadehavet og domineres af blåmuslinger med en middelskallængde ~ 30 mm (Fig. 5; s. 21). I undersøgelsen i 2002 var blåmuslingerne større og i gennemsnit ~ 45 mm i skallængde (Kristensen og Pihl, 2003).

3.2 Bankarealer med blåmuslinger i september 2004

Beregningerne af arealer og biomasse af blåmuslinger i år er ændret i forhold til tidligere år. Anvendes arealerne fra luftfotograferingen for bankerne i Ho Bugt, blev det samlede bankareal med blåmuslinger på $3,53 \text{ km}^2$ i 2002 (Kristensen og Pihl, 2003). Ved anvendelse af GIS analyse på ortofotosene fra 2002, fås et nettoareal på ca. $0,033 \text{ km}^2$, svarende til kun ca. 3 % af det samlede bankareal. Her bør det dog nævnes, at det kun er de arealer på luftfotografierne, som er visuelt nemme at identificere som blåmuslingeforekomster, der indgår i beregningerne.

Prøveskrabningen i september 2004 efter blåmuslinger i Ho Bugt har været planlagt som i 2002. Skrabningen i Ho Bugt er sket spredt inden for et samlet areal på 11 km^2 (se Fig. 2 a). Der er blevet skrabt på arealer med blåmuslinger, men også i stor udstrækning på arealer, hvor der ikke har været blåmuslinger. Det befiskede areal repræsenterer derfor både blåmuslingebanker og ren sandbund uden blåmuslinger. Dette store areal er i september 2004 anvendt i beregningen af biomassen af

blåmuslinger i de åbne områder, hvilket medfører at biomassen beregnes til ca. 1.232 tons, hvoraf ca. 883 tons var konsumegnede (≥ 50 mm i skallængde) (Tab. 1). I forhold til biomassen i 2002 er der sket en kraftig reduktion i biomassen fra ca. 11.000 tons til 1.723 tons i 2004 (se Kristensen og Pihl, 2003). I dette tal er inkluderet de litorale forekomster, som i september udgjorde 491 tons. Blåmuslingebestanden i Ho bugt er således på det laveste niveau siden monitoringen af bestanden påbegyndtes i 1986.

I Grådyb syd for Esbjerg og i Knudedyb anvendes et areal på 10 km^2 i forbindelse med skrabemoniteringen (Tab. 2). På luftfotografierne var de litorale banker med blåmuslinger på ca. $0,063 \text{ km}^2$ (Tab. 2). Den samlede biomasse er beregnet til i alt 1.873 tons, hvoraf ca. 903 tons af konsum størrelse. Biomassen her er næsten af samme størrelsesorden som i 2002, hvor der blev målt en biomasse på ca. 1.811 tons.

I biomasseberegningerne i 2002 (Tab. 3) blev der for Lister Dyb anvendt et areal på $1,54 \text{ km}^2$. Bankarealet i 2004 baseret på 2002 luftfotografierne giver for de litorale banker et areal på ca. $0,021 \text{ km}^2$. Biomassen er reduceret til kun 53 tons og i forhold til biomassen i 2002 reduceret med 98 %.

Arealet i Juvre Dyb blev i 2002 målt til $2,13 \text{ km}^2$. Ved beregningerne af arealet i 2004 er det reduceret til ca. $0,2 \text{ km}^2$ (Tab. 4). NB! Biomassen er beregnet til ca. 2.191 tons i 2004 som er noget højere end i 2002 hvor biomassen blev beregnet til 1.617 tons. NB! *Der er ikke indsamlet prøver i Juvre Dyb i 2004.*

Det samlede bankareal med muslinger i beregningerne fra 2002 var omkring $24,7 \text{ km}^2$ (Kristensen og Pihl, 2003). I beregningen af biomassen af blåmuslinger i september 2004 er der anvendt et areal på samlet $21,3 \text{ km}^2$ (Tab. 5; s. 16). Her i er inkluderet et beregnet areal med litorale blåmuslinger på ca. $0,316 \text{ km}^2$ beregnet vha. GIS analysen. Der skal gøres opmærksom på, at det lille areal opmålt på luftfotografierne fra 2002 skal multipliceres med det høje biomasse tal ($10,953 \text{ kg/m}^2$), hvilket giver en samlet biomasse på ca. 3.700 tons blåmuslinger på de litorale banker. Hertil skal så lægges biomassen af de mere spredte forekomster, hvor biomassen kun er ca. $0,102 \text{ kg/m}^2$. Den samlede biomasse for de spredte bestande er således ca. 2.150 tons. Den samlede biomasse er således på ca. 5.850 tons. Det er dog ikke et udtryk for det faktuelle areal med blåmuslinger i september 2004 var på $21,3 \text{ km}^2$. Det store areal er kun benyttet i biomasse beregningerne for Ho Bugt (11 km^2) og Grådyb syd (10 km^2), da skrabepøverne har været planlagt på samme måde som i 2002 undersøgelsen.

3.3 Biomassen af blåmuslinger i Vadehavet

I undersøgelsen blev der målt biomasser (kg/m^2) af blåmuslinger på mellem $0,0 \text{ kg}$ (flere stationer) og $23,39 \text{ kg}$ (se Tab. 1 - 3).

På bankerne for de spredte bestande i Ho Bugt blev den gennemsnitlige biomasse pr. m^2 af hele levende blåmuslinger målt til $0,112 \text{ kg} \pm 0,078 \text{ kg/m}^2$ (95 % konfidensinterval; Tab. 1), hvilket i forhold til biomassen i 2002 er et betydeligt fald, hvor den var $1,00 \pm 0,45 \text{ kg/m}^2$. På de tætte litorale banker i Ho Bugt var biomassen på $15,018 \pm 2,934 \text{ kg/m}^2$ (95 % konfidensinterval; Tab. 1). Anvendes de to areal er på h.h.v. $11,0$ og $0,0327 \text{ km}^2$ bliver den samlede middelbiomasse af levende blåmuslinger i Ho Bugt i september 2004 på 1.723 tons mod i middel 10.953 tons i 2002 (Kristensen og

Pihl, 2003). Der er således sket et kraftigt fald i biomassen fra 2002 til 2004. Indenfor 95 % konfidensinterval ligger bestanden af blåmuslinger i oktober 2002 på mellem 772 tons og 2.674 tons (Tab. 4).

Andelen af blåmuslinger, som i september 2004 i Ho Bugt var egnet til fiskeri og over lovens mindstemål (5 cm i skallængde), er på 1.235 tons mod 6.733 tons i 2002. der er således tale om en kraftig nedgang i bestanden i Ho bugt på, trods af der kun er landet 19 tons i oktober 2004 (fra februar 2003 til oktober 2004 er der ikke landet blåmuslinger fra det danske Vadehav). Nedgangen i biomassen kan således ikke henføres til fiskeriet.

I Grådyb syd for Esbjerg målt i september 2004 i skrabepøverne en middelbiomasse pr. m² på $0,092 \pm 0,058$ kg (95 % konfidensinterval) (Tab. 2) mod $0,180 \pm 0,130$ kg i oktober 2002, hvilket som i Ho Bugt er en drastisk nedgang i biomassen. Ved anvendelse af den nye opmålingsteknik af blåmuslinger på de litorale banker fås et areal på ca. 0,063 km². Biomassen af blåmuslinger inden for dette areal er målt til $15,292 \pm 6,655$ kg (95 % konfidensinterval) (Tab. 2). I lighed med vurderingen af biomassen i Ho Bugt anvendes ved beregningen af biomassen inden for det skrabede areal på 10 km² (Tab. 2). Samlet var bestanden af levende blåmuslinger i efteråret 2004 på 1.873 tons mod 1.811 tons i efteråret 2002 (Kristensen og Pihl, 2003). Den andel af biomassen, som størrelsesmæssigt egnede sig til fiskeri, var 903 tons, svarende til ca. 50 % af bestanden i området (Fig. 3). Inden for 95 % konfidensinterval lå biomassen af blåmuslinger mellem 875 tons og 2.870 tons i september 2004.

Middelbiomassen af blåmuslinger i Lister Dyb var i september 2004 på 53 tons (Tab. 3), hvilket er et stort fald i forhold til oktober 2002, hvor biomassen var 2.220 tons. I september 2004 var biomassen af blåmuslinger i Lister Dyb primært placeret på litorale banker, og ikke egnet til fiskeri (Fig. 5).

Den beregnede biomasse af blåmuslinger i Vadehavet er på omkring 5.840 tons pr. september 2004. Ved anvendelse af en produktionsfaktor på 0,5 ($P/B = 0,5$; efter Munch-Petersen og Kristensen, 2001) fører det til en årsproduktion på omkring 2.920 tons blåmuslinger frem til september 2005. Den samlede biomasse vil således pr. september 2005 være omkring 8.760 tons (Tab. 5).

Med en nødvendig biomasse til fuglene på 10.334 tons vil der ikke være plads til et antal fugle svarende til omkring 13 millioner fugledage, og der vil således kun være grundlag for et lille eller intet fiskeri i 2005.

4. Diskussion og konklusion

I september 2004 blev der taget prøver i tre af fire tidevandsområder i det danske Vadehav: I Ho Bugt, Grådyb syd for Esbjerg, Knudedyb og i Lister Dyb. Hvorledes blåmuslingeforekomsterne er fordelt i tidevandsområderne i Vadehavet i september 2004 vises på figur 10 (s. 23).

Den beregnede middelbiomasse af blåmuslinger i det danske Vadehav var i september 2004 på ca. 5.840 tons mod ca. 16.600 tons i oktober 2002. Der er således tale om det mest drastiske fald i biomassen af blåmuslinger i det danske Vadehav de seneste år. Et fald der ikke er set siden 1996 - 1997.

Det litorale areal med blåmuslinger i det danske Vadehav beregnet vha. af GIS analysen var i maj 2002 på 0,316 km². Der findes nyere luftfotografier fra 2004, men disse er endnu ikke tilgængelige på digital form. De forventes først at være tilgængelige i løbet af februar måned 2005. Så snart data er tilstede, tager det ca. fire uger at foretage beregningerne af arealerne med litorale blåmuslinger i Vadehavet.

Den gennemsnitlige biomasse for samtlige tidevandsområder var på 0,27 kg/m² i september 2004 mod 0,76 kg/m² i oktober 2002, 4,67 kg/m² i oktober 2000 og 6,59 kg/m² i 1998. Der er således tale om et fald på 281 % i biomassen mellem 2002 og 2004. Fiskerne har oplyst, at mængden af tara (tomme skaller) stadig er meget høj i 2004. Dette afspejler sig også i de prøver, DFU har indsamlet i september, hvor middel tara mængden var på 77 %.

I 2004 var andelen af biomassen af blåmuslinger egnet til fiskeri på ca. 2.143 tons ud af den samlede estimerede bestand på ca. 5.840 tons (ekskl. bestanden i Juvre Dyb, som er lukket for fiskeri). Med en produktion på ca. 2.920 tons vil biomassen frem til efteråret 2005 være på ca. 8.760 tons, hvilket er omkring 1.500 tons under den gennemsnitlige biomasse fuglene i Vadehavet har behov for i form af blåmuslinger. Der er således kun grundlag for at tildele en lav TAC til fiskeriet i 2005. Eventuelt bør det overvejs om, der skulle tildeles en TAC på 0 tons.

5. English summary

Samples of mussels were collected in September 2004 from three of the four tidal areas in the Danish Wadden Sea, in Ho Bight, Grey Deep South of Esbjerg, Knude Deep and in Lister Deep. The distribution of mussels in the different tidal zones is shown in Figure 10 (GIS-Map). Two sampling principles have been used:

1. Dredge samples using the commercial dredge applied by the fishermen in Wadden Sea (dredge efficiency 100 %).
2. Samples collected in a frame (0.25 m²) on inter tidal mussels beds (sample efficiency 100 %).

The mean biomass of mussels in the Danish Wadden Sea was in September 2004 approximately 5,607 tonnes which compared to the biomass found in October 2002 (16,600 tonnes) only was 1/3. A reduction in the biomass by 66 % over 2 years.

A new method in the estimation of areas with mussels has this year been employed; GIS analysis based on aerial photos. The inter tidal beds with mussels have been estimated to around 0.316 km². As in 2002 the samples taken by dredging was done within areas of 11 km² in the Ho Bight and in the areas South of Esbjerg was 10 km². Thus, the investigated area for mussels in the Danish Wadden Sea was in September 2004 in total 21.3 km².

The average biomass in all the tidal areas were in September 2004 0.27 kg/m² and around 281 % lower than in October 2002 (0.76 kg/m²)

The amount of fishable mussels was 1,847 tonnes of the standing stock of approximately 5,840 tonnes in September 2004, equal to $\frac{1}{3}$ of the stock, and a bit lower than in 2002.

There is no or only a little TAC recommended for the mussel fishery in 2004, due to a very low biomass. The production over the next twelve month and resulting biomass will be below the annual demand of the mussel eating birds in the Danish Wadden Sea.

6. Referencer

Dolmer, P., P.S., Kristensen, and E. Hoffmann (1998).

Dredging of blue mussels (*Mytilus edulis* L.) in a Danish sound: Stock size and fishery-effects on mussel population dynamic. Fisheries Research. **838**: 1-8.

Kristensen P.S. og N. J. Pihl, (2003).

Blåmuslingebestanden i det danske Vadehav efteråret 2002. *DFU- Rapport nr. 122-03*. pp 35.

Munch-Petersen, S. and, P.S. Kristensen. (2001).

On the dynamics of the stocks of blue mussels (*Mytilus edulis* L.) in the Danish Wadden Sea. In: G. Burnell (ed.), Coastal Shellfish – A Sustainable Resource. Hydrobiologia **465**: 31-43.

7. Ordforklaringer

Biomasse:	Samlet vægt af hele levende blåmuslinger.
GIS:	Geografiske Informations Systemer. GIS er et system som kan analysere og præsentere data, som er bundet til en rumlig udbredelse.
Konfidensinterval:	Et statistisk begreb, som fortæller noget om den usikkerhed, hvormed biomassen af blåmuslinger er beregnet. D.v.s. at inden for visse grænser (konfidensintervallet) ligger biomassen af blåmuslinger på xxx antal tons.
Litoral:	Den litorale del af vaden i Vadehavet er den del, som frilægges ved lavvande.
Ortofoto:	Ortofotos er luftfotos, som er korrigeret, således at de har kortets nøjagtighed og er indarbejdet i et koordinat-system.
Rammeprøver:	Danmarks Fiskeriundersøgelser anvender en stålramme på 0,5 * 0,5 m ² til indsamling af muslingeprøver på de litorale vader. Alle muslinger og skaller m.m. inden for rammen indsamles og analyseres i laboratoriet for at bestemme mængden af rene hele levende blåmuslinger.
Skrabeeffektivitet:	En muslingeskraber fisker med en variabel effektivitet, idet redskabet "hopper" hen over bunden, hvorved den kommer til at fiske uregelmæssigt og med varierende effektivitet. Fyldes skraberens hurtigt, vil den ikke fange (indsamle) muslinger længere, hvis skrabningen fortsætter, men blot skubbe muslinger ud til siden. Den varighed skrabet har, betyder således virkeligt meget for skrabeeffektiviteten. DFU har undersøgt en muslingeskrabers fiskerieffektivitet, når den "virkelige eller sande" blåmuslingebestand (biomasse) skal beregnes.
Sublitoral:	Den sublitorale del af Vadehavet er den, del der ikke frilægges for vand ved ebbe.
TAC:	Engelsk forkortet som betyder: total – tilladte - fangst. Der forhandles hvert eneste år mellem Fødevareministeriet og Energi- og Miljøministeriet.

8. Tabeller

- Tabel 1. Beregning af blåmuslingebestanden (*tons*) i Grådyb nord (Ho Bugt + Hobo Dyb) i september 2004, baseret på et areal på 11 km² (skrabepøver) og 0,0327 km² (rammeprøver) inden for hvilket der er taget prøve i 2004.
- Tabel 2. Beregning af blåmuslingebestanden (*tons*) i Grådyb syd for Esbjerg og i Knude Dyb i september 2004 baseret på et areal på 10 km² inden for hvilket der er taget prøveskrab og 0,0626 km² (rammeprøver).
- Tabel 3. Beregning af blåmuslingebestanden (*tons*) i Listerdyb i september 2004 er baseret på luftfotografier fra maj 2002 og opmåling af biomassen (kg/m²) af blåmuslinger i Listerdyb ved indsamling i ramme (0,25 m²).
- Tabel 4. Beregning af blåmuslingebestanden (*tons*) i Juvre Dyb i september 2004 er baseret på luftfotografier taget i maj 2002. Der er anvendt en middelbiomasse (kg/m²) af blåmuslinger for de øvrige tidevandsområder.
- Tabel 5. Produktionsniveau og fiskeritryk i Vadehavet sæsonen 2005/2006 baseret på arealer og arealvægtede middelbiomasser af blåmuslinger i september 2004. Produktionen (P) er baseret på litteraturværdier på 0,5 (Munch-Petersen og Kristensen, 2001). Mængder af blåmuslinger i produktionen (P) til fugle er anført ved h.h.v. en fiskerikvote på 1.000 tons og 0 tons for 2005.

Tabel 1

Estimat af blåmuslingebiomassen i Grådyb nord (Ho Bugt) i september 2004:								Total middel biomasse tons	
	st nr.	Fangst i kg	Prøve metode	Befisket areal m ²	Blåmuslinger kg/m ²				
alle prøver er skrabeproøver hvor der skrabs på både banker med blåmuslinger og unden for bankerne derfor de lave biomasser	1	0,000	Skraber	660,60	0,00			1.232	
	2	4,137	Skraber	504,00	0,01				
	3	0,000	Skraber	462,60	0,00				
	4	25,074	Skraber	577,80	0,04				
	5	4,363	Skraber	482,40	0,01				
	6	93,067	Skraber	401,40	0,23				
	7	60,373	Skraber	448,20	0,13				
	8	27,512	Skraber	430,20	0,06				
	9	12,282	Skraber	426,60	0,03				
	10	89,658	Skraber	295,20	0,30				
	11	85,849	Skraber	401,40	0,21				
	12	13,067	Skraber	421,20	0,03				
	13	37,751	Skraber	300,60	0,13				
	14	35,466	Skraber	464,40	0,08				
	15	45,313	Skraber	527,40	0,09				
	16	0,000	Skraber	694,80	0,00				
	17	144,041	Skraber	554,40	0,26				
	18	90,589	Skraber	959,40	0,09				
	19	0,000	Skraber	889,20	0,00				
	20	0,000	Skraber	504,00	0,00				
	21	26,263	Skraber	1002,60	0,03				
	22	48,790	Skraber	878,40	0,06				
	23	70,673	Skraber	703,80	0,10				
	24	75,174	Skraber	964,80	0,08				
	25	83,492	Skraber	1173,60	0,07				
	26	107,918	Skraber	552,60	0,20				
	27	0,000	Skraber	615,60	0,00				
	28	26,471	Skraber	23,58	1,12				
	29	0,000	Skraber	648,00	0,00				
	30	0,000	Skraber	455,40	0,00				
Areal i km²: 11						Midd. biom. (kg/m ²):	Standard error.	1.232	
						0,112	0,078		
						Middel:	1.232		
Areal i km²: 0,032706	Blåmuslinger på de littorale vader oktober 2004 (ramme prøver) (NB areal udmåling v.h.a. GIS beregninger (tælling af pixels)) 0-prøver er derfor ikke taget med i beregningerne					max:	2.087	491	
						min:	377		
Her er kun de tætte banker med blåmuslinger talt med 0-prøverne udeladt!	38	0,000	Ramme	0,25	13,66	Midd. biom. (kg/m ²):	Standard error.	491	
	39	3,416	Ramme	0,25		15,018	2,934		
	40	0,000	Ramme	0,25					
	41	4,352	Ramme	0,25	17,41	Middel:	491		
	42	0,000	Ramme	0,25		max:	587		
	43	3,496	Ramme	0,25		min:	395		
						All Middel:			1.723
						max:	2.674		
						min:	772		

Tabel 2

Estimat af blåmuslingeblomassen i Grådyb syd for Esbjerg og Knude Dyb i september 2004								Total middel biomasse tons
	st nr.	Fangst i kg	Prøve metode	Befisket areal m ²	Blåmuslinger kg/m ²			
Areal i km ² : 10,00	31	0,000	Skraber	1038,60	0,00			916
	32	144,150	Skraber	885,60	0,16			
	33	105,692	Skraber	545,40	0,19			
	34	19,804	Skraber	720,00	0,03			
	35	116,850	Skraber	338,40	0,35			
	36	86,193	Skraber	495,00	0,17			
	37	2,641	Skraber	338,40	0,01			
	54	10,669	Skraber	862,20	0,01			
	55	4,404	Skraber	916,20	0,00			
	56	6,004	Skraber	766,80	0,01			
alle prøver er skrabeprøver hvor der skræbes på både banker med blåmuslinger og uden for bankerne derfor de lave blomasser	57	16,019	Skraber	1220,40	0,01	Midd. blom. (kg/m ²):	Standard error	916
	58	0,000	Skraber	1418,40	0,00	0,092	0,058	
	59	37,363	Skraber	669,60	0,06	Middel	916	
	60	29,398	Skraber	502,20	0,06	Max:	1.496	
	61	1,743	Skraber	405,00	0,00	Min:	335	
	62	123,552	Skraber	365,40	0,34			
	63	75,502268	Skraber	502,20	0,15	Midd. blom. (kg/m ²):	Standard error	
						15,292	6,655	
						Middel	957	
	Her er kun de tætte banker med blåmuslinger talt med 0-prøverne udeladt!	64	5,848	Ramme	0,25	23,39	Max:	
65		0,000	Ramme	0,25		Min:	541	
66		2,625	Ramme	0,25	10,50	All Middel:		
67		3,827	Ramme	0,25	15,31	max:	2.870	
68		2,992	Ramme	0,25	11,97	min:	875	

Tabel 3

Estimat af blåmuslingebiomassen i Listerdyb i september 2004								Total middel biomasse tons
	st nr.	Fangst i kg	Prøve metode	Befisket areal m ²	Blåmuslinger kg/m ²			
Areal i km ² : 0,020812	69	1,625	Ramme	0,25	6,50			53
	70	0,206	Ramme	0,25	0,82			
	71	0,082	Ramme	0,25	0,33			
	72	0,000	Ramme	0,25				
	73	0,000	Ramme	0,25				
Her er kun de tætte banker med blåmuslinger talt med 0-prøverne udeladt! Da der kun er rammeprøver i dette tidevandsområde benyttes det "lille" areal i beregningen af biomassen	74	0,000	Ramme	0,25		Midd. biom. (kg/m ²):	Standard error	53
	75	0,000	Ramme	0,25		2,551	4,849	
						Middel:	53	
						Max:	154	
						Min:	(48)	

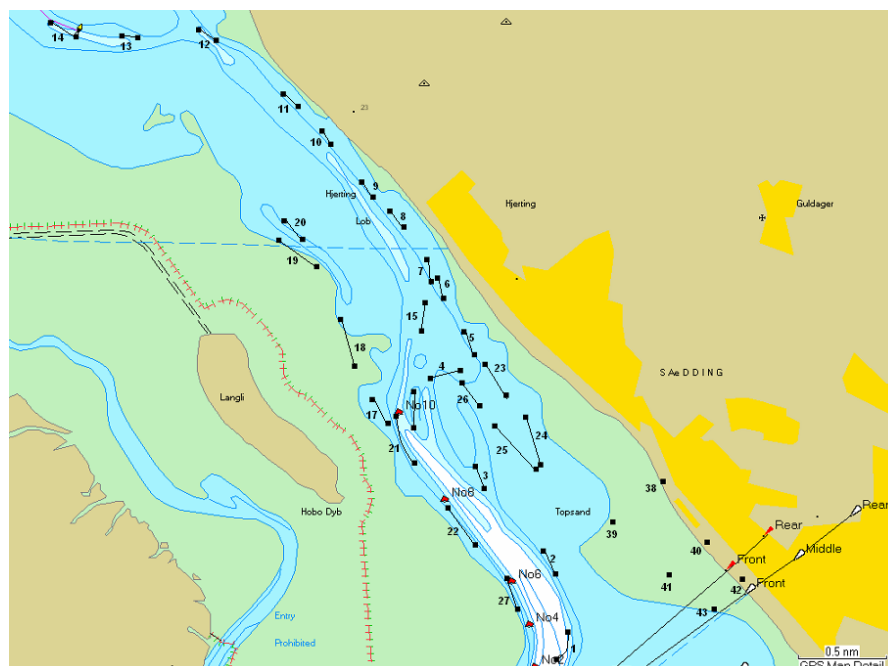
Tabel 4

Estimat af blåmuslingebiomassen i Juvredyb i september 2004								Total middel biomasse tons
	st nr.	Fangst i kg	Prøve metode	Befisket areal m ²	Blåmuslinger kg/m ²			
Areal i km ² : 0,200011	NB: Ingen prøvetagning i september 2004. Middeltal for de øvrige rammeprøver							
Da der kun her er ét areal i dette tidevandsområde benyttes det "lille" areal i beregningen af biomassen gange med middel biomassen for rammeprøverne						Midd. biom. (kg/m ²):	Standard error	2.191
						10,953		
						Middel:	2.191	
						Max: Min:	2.191 2.191	

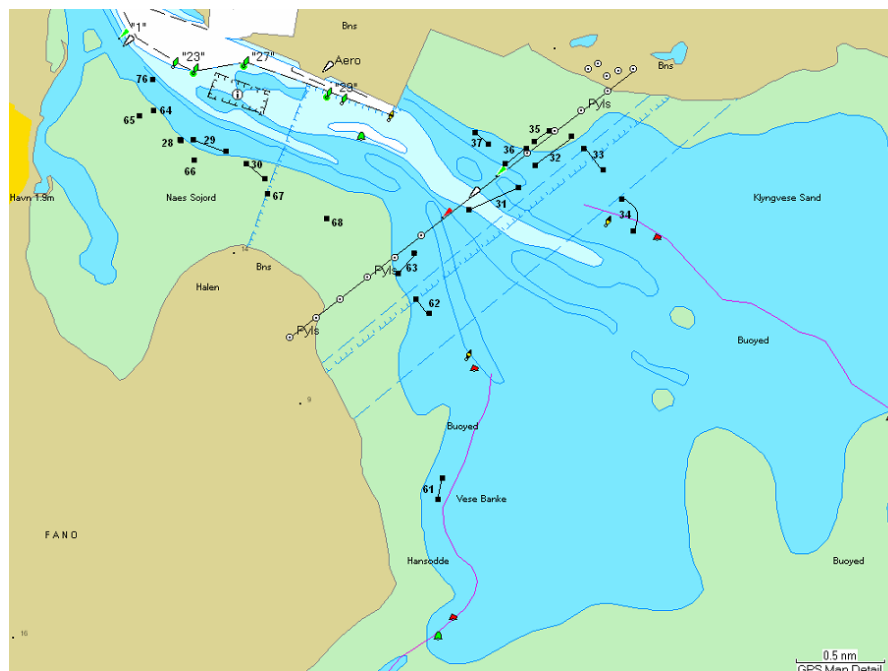
Tabel 5.

Produktionsestimater baseret på opnået arealer og arealvægtet middeldbiomasse:									
Areal med blåmuslinger		Vægtet gennemsnitlig biomasse kg/m ² :		0,27					
21,3 km ²		21,3 km ²		kg/m ²		Middeld biomasse:			
		0,27				max biomasse:			
Biomassen oktober 2004						min biomasse:			
B:		#		5.840 tons		Variation omkring middeldbiomassen: 35 %			
Arproduktion									
P:		(B*0,5)		2.920 tons					
(Munch-Petersen og Kristensen, 2001)									
Eksempel 1:				Fuglstøde:		P: til fugle 1.920			
TAC 1.000 tons i 2005						B: til fugle 5.840			
11,9 % af B og 35,7 % af P; På basis af B pr. september 2005						I alt til fugle 7.759			
Eksempel 2:						P: til fugle 1.920			
TAC 0 tons i 2005						B: til fugle 5.840			
0 % af B og 0 % af P; På basis af B pr. september 2005						I alt til fugle 7.759			

9. Figurer



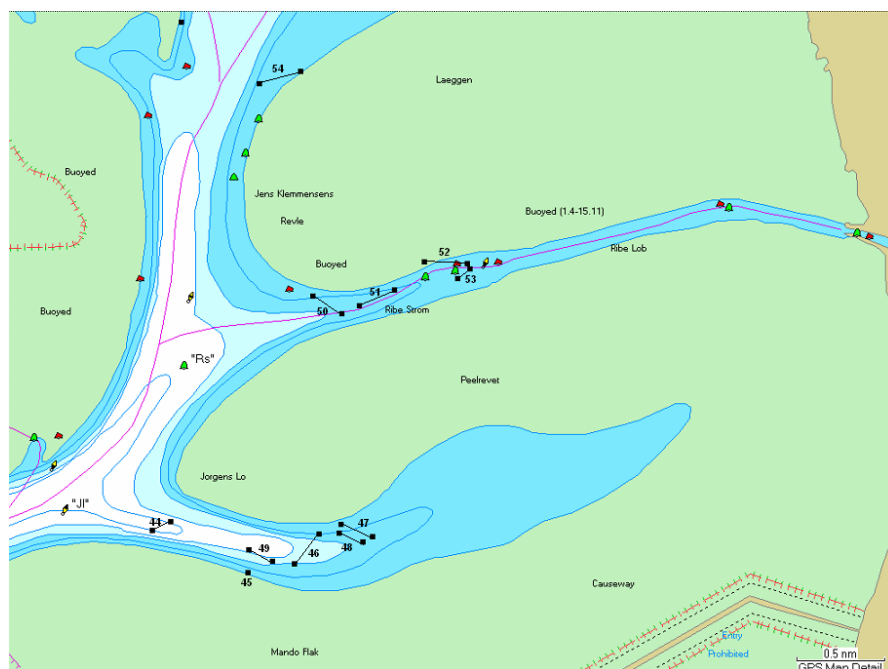
Figur 1a. Prøvetagningsstationerne (■) ($n=36$) for blåmuslinger (*M. edulis*) i Hjerding Løb september 2004. (Skrabespor og rammeprøver).



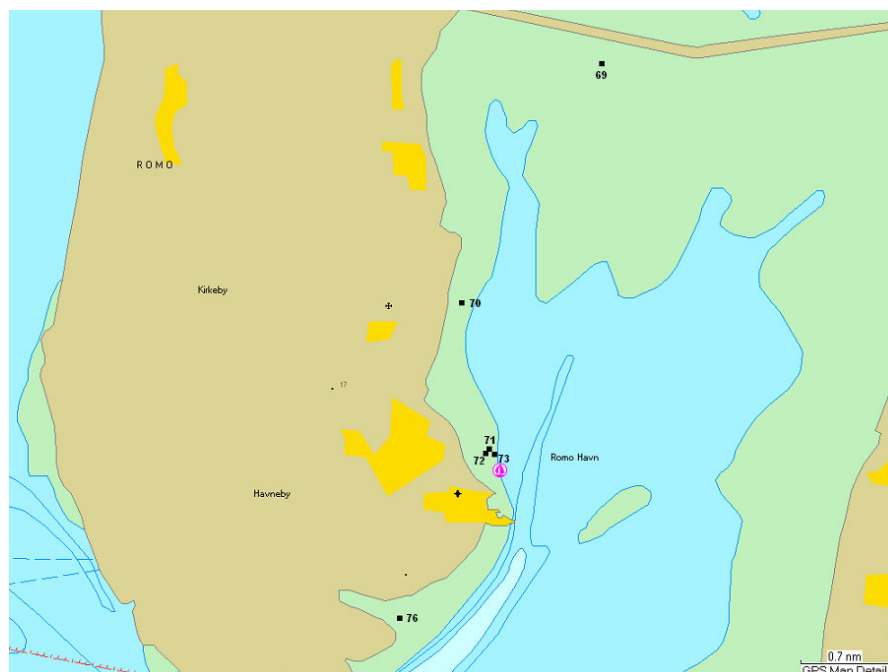
Figur 1b. Prøvetagningsstationerne (■) ($n=19$) for blåmuslinger (*M. edulis*) i Grådyb syd i september 2004. (Skrabespor og rammeprøver).



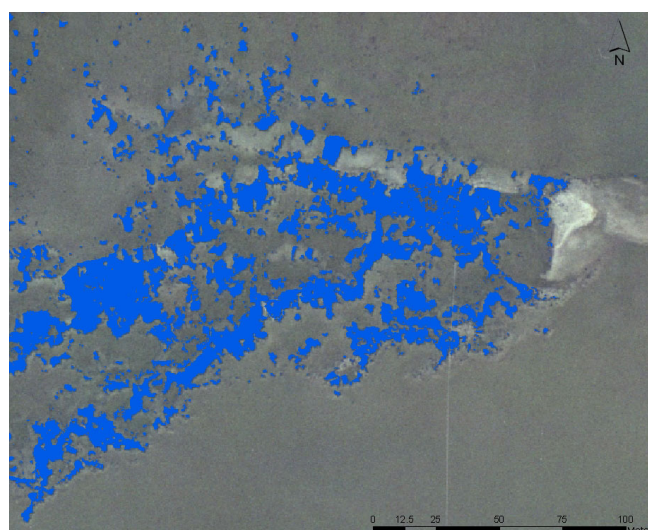
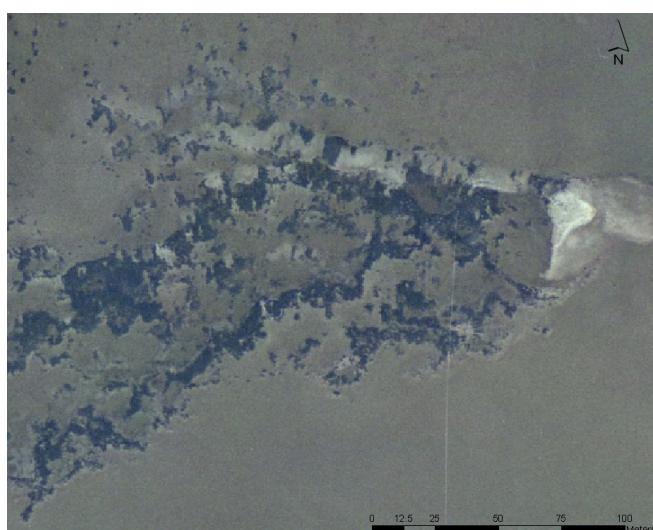
Figur 1c. Prøvetagningsstationerne (■) ($n=7$) for blåmuslinger (*M. edulis*) i Kelding Lo og Ludvigs Løb i september 2004. (Skrabespor).



Figur 1d. Prøvetagningsstationerne (■) ($n=10$) for blåmuslinger (*M. edulis*) i Jørgens Lo og Ribe Strøm september 2004. (Skrabespor og rammeprøver).

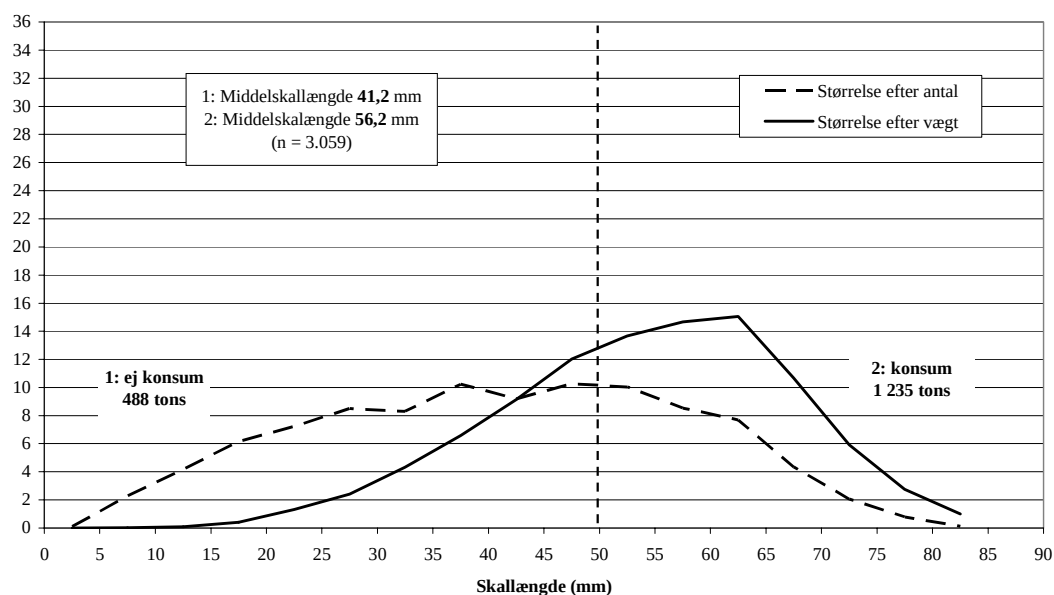


Figur 1e. Prøvetagningsstationerne (■) ($n=6$) for blåmuslinger (*M. edulis*) i Listerdyb i september 2004. (Rammeprøver)



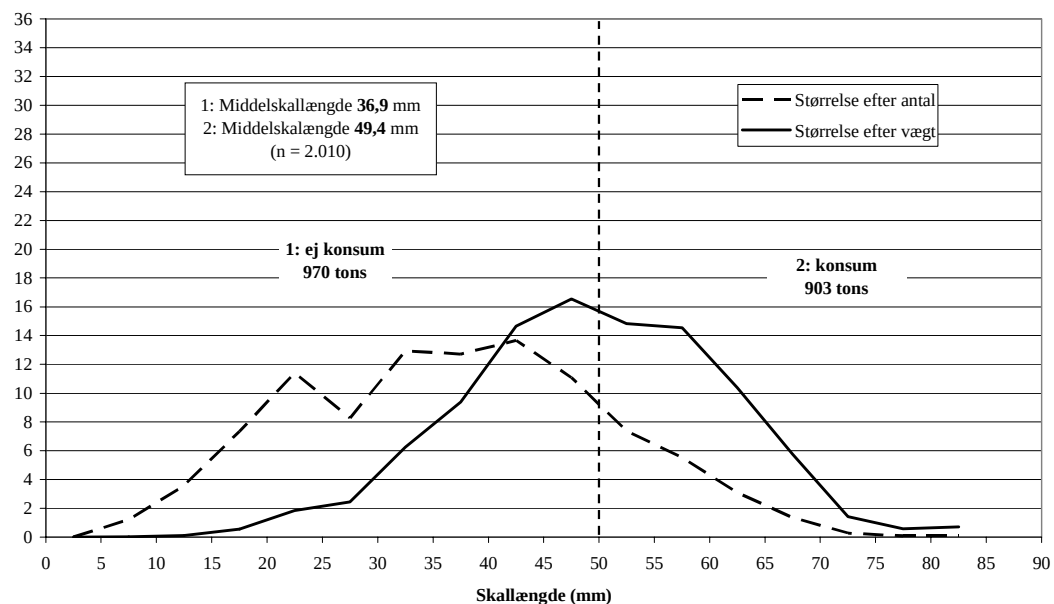
Figur 1f. Eksempel på kortlægning af blåmuslinger ved brug af GIS. Blåmuslingebanke ved Lister Dyb, vadehavet 2002. De blå områder på figuren til højre, er de områder som er blevet klassificeret som blåmusling arealer i den digitale billedanalyse.

Frekvens (%)

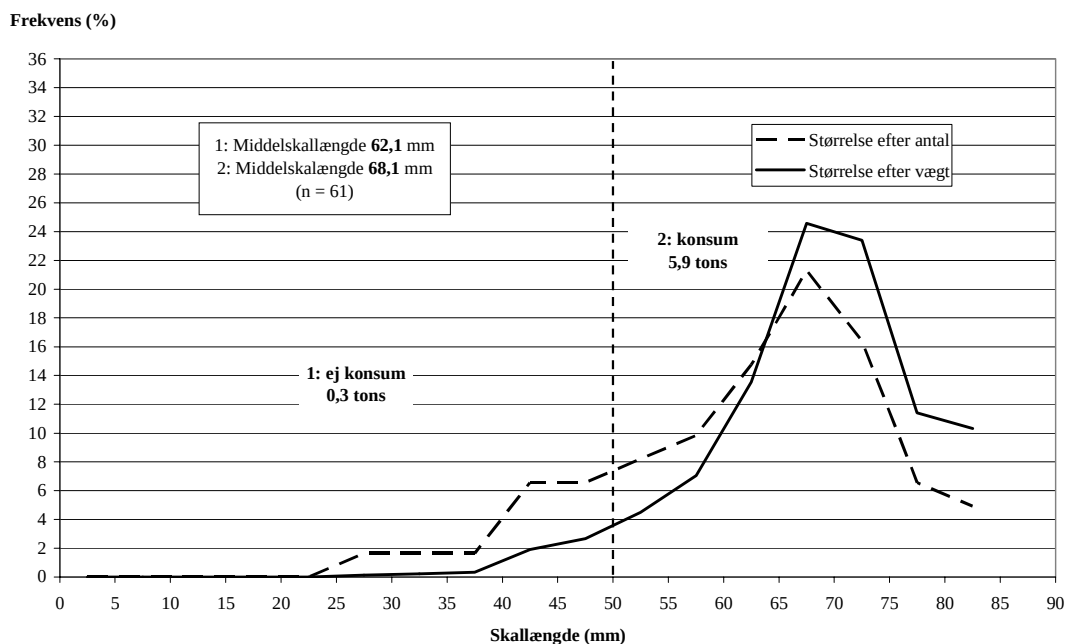


Figur 2. Størrelsesfordelingen (i %) af blåmuslinger (*M. edulis*) i Ho Bugt i september 2004 efter antal (---) og efter vægt (—). Andelen egnet til fiskeri (konsum) er anført på figuren. Antal muslinger målt $n = 3.059$.

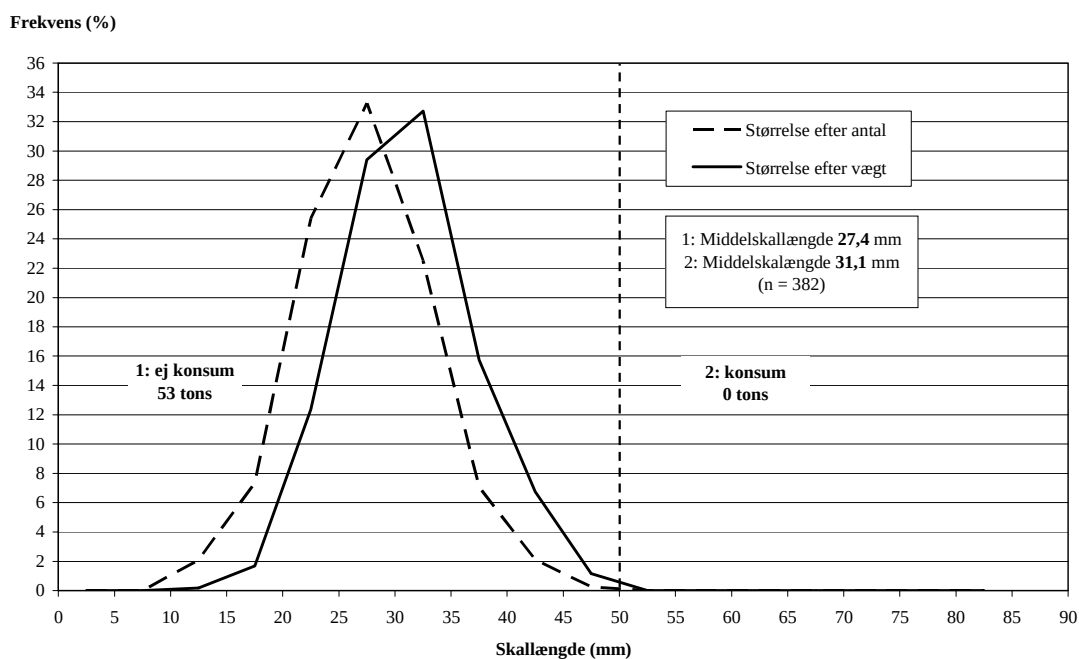
Frekvens (%)



Figur 3. Størrelsesfordelingen (i %) af blåmuslinger (*M. edulis*) i Grådyb syd for Esbjerg og Knudedyb i september 2004 efter antal (---) og efter vægt (—). Andelen egnet til fiskeri (konsum) er anført på figuren. Antal muslinger målt $n = 2.010$

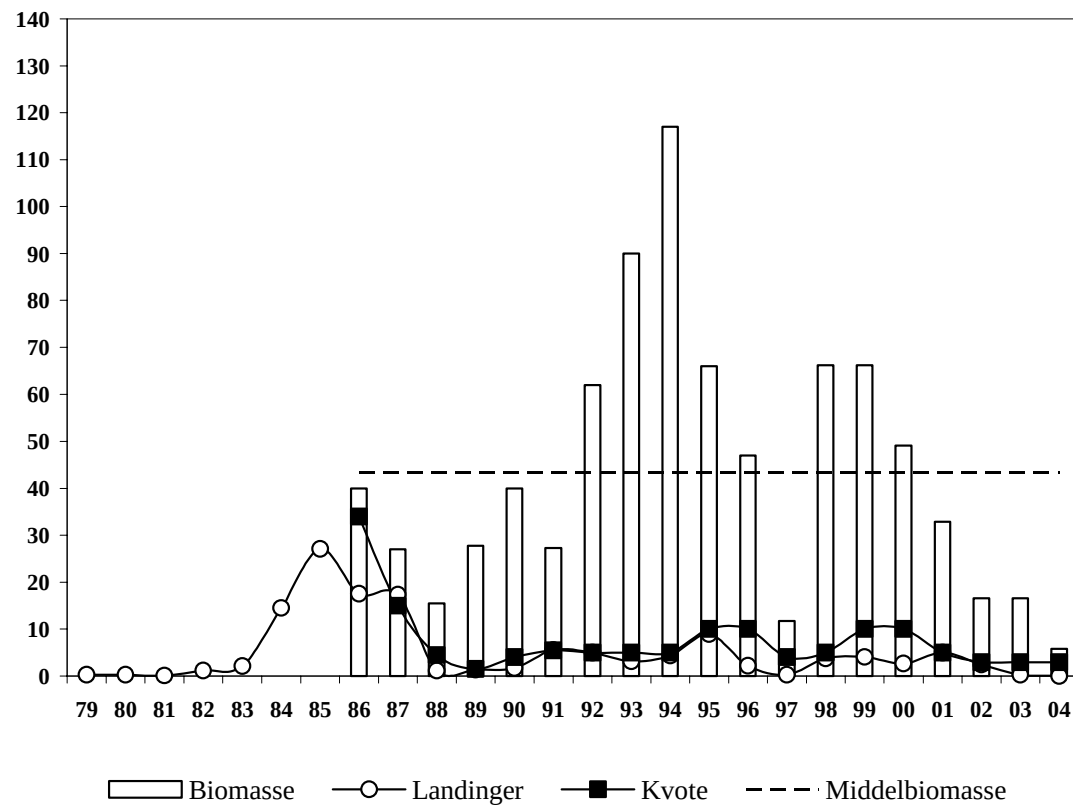


Figur 4. Størrelsesfordelingen (i %) af blåmuslinger (*M. edulis*) i Jørgens Lo og Ribe Strøm i september 2004 efter antal (---) og efter vægt (—). Andelen egnet til fiskeri (konsum) er anført på figuren. Antal muslinger målt $n = 61$.



Figur 5. Størrelsesfordelingen (i %) af blåmuslinger (*M. edulis*) i Listerdyb i september 2004 efter antal (---) og efter vægt (—). Andelen egnet til fiskeri (konsum) er anført på figuren. Antal muslinger målt $n = 382$.

Tusinde tons



Figur 6. Landingerne af blåmuslinger (*M. edulis*) fra det danske Vadehav, bestandsudviklingen og de årlige kvoter i perioden 1979 til 2004. *Middelbiomassen i perioden 1986-2004 er anført og er 5.000 tons mindre end i perioden 1986-2003 (se Kristensen og Pihl, 2003).*



Figur 10. Fordelingen af blåmuslinger i de forskellige tidevandsområder i Vadehavet i september 2004. *NB! Ingen prøver fra Juvredyb og derfor ingen opgørelse over fordelingen af blåmuslinger i dette tidevandsområde.*

DFU-rapporter – index

Denne liste dækker rapporter udgivet i indeværende år samt de foregående to kalenderår. Hele listen kan ses på DFU's hjemmeside www.dfu.min.dk, hvor de fleste nyere rapporter også findes som PDF-filer.

- | | |
|------------|---|
| Nr. 120-03 | Danmarks Fiskeriundersøgelser. Ramme- og aktivitetsplan 2003-2006 |
| Nr. 121-03 | Genudlagte blåmuslinger (<i>Mytilus edulis</i> L.) på vækstbanker i Limfjorden 2002. Per Sand Kristensen og Nina Holm |
| Nr. 122-03 | Blåmuslingebestanden i det danske Vadehav efteråret 2002. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl |
| Nr. 123-03 | Blåmuslinger (<i>Mytilus edulis</i> L.) i Århus Bugt 2002. Forekomster og fiskeri. (fiskerizonerne 24, 25, 26, 30, 31 og 34). Per Sand Kristensen |
| Nr. 124-03 | Forebyggelse af YDS (yngeldødelighedssyndrom) og begrænsning af medicinforbrug i æg- og yngelopdræt i danske dambrug. Per Aarup Jensen, Niels Henrik Henriksen, Kaare Michelsen, Dansk Dambrugerforening og Lone Madsen, Inger Dalsgaard, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Fiskepatologisk Laboratorium |
| Nr. 125-03 | Laksens gydevandring i Varde Å-systemet. Radiotelemetri-undersøgelse. Niels Jepsen, Michael Deacon og Mads Ejby Ernst |
| Nr. 126-03 | DFU's standardtrawl: Konstruktion og sammenlignende fiskeri. Ole Ritzau Eigaard, Josianne Støttrup, Erik Hoffmann, Holger Hovgård og Søren Poulsen |
| Nr. 127-03 | Status and Plans. DIFRES November 2003. Tine Kjær Hassager (Ed.) |
| Nr. 128-03 | Udsætninger af pighvar ved Nordsjællands kyst fra 1991-1997. Claus R. Sparrevohn og Josianne Støttrup |
| Nr. 129-03 | Fiskebestande og fiskeri i 2004. Sten Munch-Petersen |
| Nr. 130-04 | Bestanden af blåmuslinger i Limfjorden 1993 til 2003. Per Sand Kristensen og Erik Hoffmann. |
| Nr. 131-04 | Udsætningsforsøg med ørred (<i>Salmo trutta</i>) i Gudenåen og Randers Fjord, gennemført i 1982-83, 1987-89 og 1994-96. Stig Pedersen og Gorm Rasmussen |
| Nr. 132-04 | En undersøgelse af muligheder for etablering af måleprogram på såkaldte modeldambrug. Lars M. Svendsen og Per Bovbjerg Pedersen |
| Nr. 133-04 | Udnyttelse af strandkrabber. Knud Fischer, Ole S. Rasmussen, Ulrik Cold og Erling P. Larsen |
| Nr. 134-04 | Skjern Å's lampretter. Nicolaj Ørskov Olsen og Anders Koed |

- Nr. 135-04 Undersøgelse af biologiske halveringstider, sedimentation og omdannelse af hjælpestoffer og medicin i dam- og havbrug, samt parameterfastsættelse og verifikation af udviklet dambrugsmodel. Lars-Flemming Pedersen, Ole Sortkjær, Morten Sichlau Bruun, Inger Dalsgaard & Per Bovbjerg Pedersen
- Nr. 135a-04 Supplerende teknisk rapport (Anneks 1 – 8) til DFU-rapport nr. 135-04. Undersøgelse af biologiske halveringstider, sedimentation og omdannelse af hjælpestoffer og medicin i dam- og havbrug, samt parameterfastsættelse og verifikation af udviklet dambrugsmodel. Lars-Flemming Pedersen, Ole Sortkjær, Morten Sichlau Bruun, Inger Dalsgaard og Per Bovbjerg Pedersen
- Nr. 136-04 Østersfiskeri i Limfjorden – sammenligning af redskaber. Per Dolmer og Erik Hoffmann
- Nr. 137-04 Hjertemuslinger (*Cerastoderma edule*) på fiskebankerne omkring Grådyb i Vadehavet, 2004. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 138-04 Blåmuslinger (*Mytilus edulis* L.) og molboøsters (*Arctica islandica* L.) i det nordlige Lillebælt i 2004 (fiskerizone 37 og 39). Forekomster og fiskeri. Per Sand Kristensen
- Nr. 139-05 Smoltdødeligheder i Årslev Engsø, en nydannet Vandmiljøplan II-sø, og Brabrand Sø i foråret 2004. Kasper Rasmussen og Anders Koed
- Nr. 140-05 Omplantede blåmuslinger fra Horns Rev på bankerne i Jørgens Lo og Ribe Strøm 2002-2004. Per Sand Kristensen og Niels Jørgen Pihl
- Nr. 141-05 Blåmuslingebestanden i det danske Vadehav efteråret 2004. Per Sand Kristensen, Niels Jørgen Pihl og Rasmus Borgstrøm