

Muslingeproduktion i Vejle Fjord - muligheder og begrænsninger



DTU Aqua-rapport nr. 295-2015
Af Pernille Nielsen, Kerstin Geitner,
Emma Funk og Jens Kjerulf Petersen

Muslingeproduktion i Vejle Fjord – muligheder og begrænsninger

DTU Aqua-rapport nr. 295-2015

Af Pernille Nielsen, Kerstin Geitner, Emma Funk og Jens Kjerulf Petersen

Projektet er finansieret af:

Den Europæiske Fiskerifond:
Danmark og Europa investerer i bæredygtigt fiskeri og akvakultur

Ministeriet for Fødevarer,
Landbrug og Fiskeri



Den
Europæiske
Fiskerifond

Muslingeproduktion i Vejle Fjord

– muligheder og begrænsninger

DTU Aqua-rapport nr. 295-2015

December 2014

Af Pernille Nielsen, Kerstin Geitner, Emma Funk og Jens Kjeruldt Petersen

Reference: P. Nielsen, K. Geitner, E. Funk og J. K. Petersen. Muslingeproduktion i Vejle Fjord – muligheder og begrænsninger. DTU Aqua-rapport nr. 295-2015. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 50 pp.

Forsidefoto: Jens E.N. Larsen

Udgivet af: Dansk Skaldyrcenter, Institut for Akvatiske Ressourcer, Øroddevej 80, 7900 Nykøbing M

Rekvireres: www.aqua.dtu.dk/publikationer

ISSN: 1395-8216

ISBN: 978-87-7481-205-0

Indhold

1. Introduktion	5
2. Kortlægning af arealanvendelse i Vejle Fjord	7
3. Generel beskrivelse af miljøforholdene i Vejle Fjord	11
4. Generelt om blåmuslinger.....	15
5. Fiskeri efter blåmuslinger i Vejle Fjord.....	16
6. Kulturbanker	28
7. Lineopdræt af muslinger.....	31
8. Sammenfatning	40
Referencer	46

1. Introduktion

Der er mange fordele knyttet til muslingeproduktion som eksempler kan nævnes, udnyttelse af en naturlig ressource, at muslinger er en meget sund spise, at alle former for muslingeproduktion er med til fjerne næringsstoffer fra vandmiljøet, skaber arbejdspladser og indtjening ofte i områder udenfor byerne. Der er altså mange gode grunde til, at der skal foregå muslingeproduktion i Vejle Fjord. Imidlertid er der en ganske stor modstand mod muslingeproduktion blandt borgerne i Vejle Kommune, primært knyttet til muslingefiskeriet i perioden omkring 2007, hvor der var stor utilfredshed med den måde, som muslingefiskeriet foregik på i inderfjorden. Vejle Kommune, herunder politikerne, fik mange klager fra utilfredse borgere, hvorfor Vejle Kommune - på trods af, at det ligger udenfor kommunens ansvarsområde - gik aktivt ind i at få muslingefiskeriet reduceret samt skabe en dialog med NaturErhvervstyrelsen, som er den regulerende myndighed. I den efterfølgende periode fra 2008-2011 har der ikke været muslingefiskeri i hverken Vejle inder- eller yderfjord. I 2012 blev der igen givet tilladelse til muslingefiskeri, men kun i to mindre områder i yderfjorden.

Fordi muslingefiskeriet anvender et skrabende redskab bliver der ofte stillet spørgsmål ved, om muslingefiskeriet er miljømæssigt bæredygtigt. Generelt er opfattelsen, at muslingefiskeri har stor ødelæggende effekt på fx bund og påvirker ålegræsset meget udbredt. Årsagen til dette kan bl.a. skyldes, at man ikke kan se, hvordan fiskeriet foregår og hvor mange skrab, der foretages. Den manglende gennemsigtighed i, hvad der foregår under vandoverfladen kan føre til misforståelser omkring, hvordan muslingefiskeriet egentlig foregår og forvaltes, hvilket giver sig udtryk i klager over muslingefiskeriet. Derfor vil en inddragelse af borgerne i Vejle Kommune samt oplysning omkring, hvordan de forskellige muslingeproduktionsformer foregår, de associerede miljøeffekter (både positive og negative) samt hvordan muslingeproduktionen reguleres kunne bidrage til en konstruktiv og fagligt funderet debat omkring de forskellige muslingeproduktionsformer. Fx er der ikke mange der ved, at i dag er muslingefiskeriet det mest kontrollerede fiskerierhverv i Danmark (pers. kom. Anja Boye Gadgård, specialkonsulent, NaturErhvervstyrelsen), og derfor kan muslingefiskeri for selv ganske få år siden ikke sammenlignes med nutidig fiskeri.

Udover muslingefiskeri har der i Vejle Fjord også været forsøg med opdræt af muslinger på liner. Vejle Amatørfiskerforening forsøgte i miden af 00'erne at etablere lineopdræt som en del af habitatgenopretning. Tanken var, at ved at etablere et muslingeopdrætsanlæg kunne muslingerne vokse sig store uden fare for at blive ædt af krabber og søstjerner, hvorefter de skulle udlægges på bunden. Opdrætsanlægget fungerede godt, men erfaringer med lineopdræt i Vejle Fjord mødte også modstand fra Vejle borgerne. Dette skyldes hovedsageligt de visuelle forstyrrelser, som et opdrætsanlæg forårsagede, hvilket bl.a. var medvirkende til, at et planlagt muslingeopdræt ved Tirsbæk blev skrinlagt (pers. kom. Lasse Mikkelsen, Miljørepræsentant, Vejle Amatørfiskerforening).

Der har og er en grundlæggende modstand mod muslingeproduktion i Vejle Fjord, som hovedsageligt har været rettet mod muslingefiskeriet i inderfjorden, men også muslingeopdræt til habitatrestaurering har mødt modstand fra borgerne i Vejle Kommune. Det er denne grundlæggende interessekonflikt, der har været en vigtig årsag til at bruge Vejle Fjord som "case study" i dette projekt, fordi Vejle Fjord potentielt kan være et værdifuldt

muslingeproduktionsområde med de muligheder det giver i forhold til miljø og arbejdspladser.

Med udgangspunkt i at afklare, hvad den konkrete modstand mod muslingeproduktion i Vejle Fjord bunder i, kortlægge, hvilke områder af fjorden, der bruges af forskellige interessenter samt formidle, hvordan de enkelte muslingeproduktionsformer foregår, forvaltes og hvilke miljøeffekter, der er associeret til dem, har formålet med projektet bl.a. været, at udpege mindre konfliktfyldte områder til forskellige muslingeproduktionsformer. En sådan udpegningen af egnende områder har haft til målsætning at balancere mellem gunstige forhold for muslingeproduktion, ingen påvirkning af ålegræs, begrænset påvirkning af makroalger og bundfauna, friholdelse af arealer anvendt til fritidsaktiviteter samt infrastrukturen herunder badestrande ved Vejle Fjord.

2. Kortlægning af arealanvendelse i Vejle Fjord

Kortlægningen af arealanvendelsen i Vejle Fjord er udarbejdet gennem flere tilgange: indsamling af kortdatamateriale om fx infrastruktur og badestrande, tilkendegivelser og optegnelser fra udvalgte interessenter samt dertilhørende GIS-analyser. Derudover er der indhentet miljødata på makroalger, bundfauna og ålegræs. De interessenter, der er blevet kontaktet i forbindelse med kortlægningen af arealanvendelsen, er hovedsagligt indenfor sport og fritid og fordeler sig på dykning, roning, fiskeri og sejlads. Derudover er der indhentet kommentarer fra Danmarks Naturfredningsforening, Vejle, Hedensted og Fredericia kommuner samt Wittrup Seafood A/S, hvor sidstnævnte bl.a. har foretaget videoundersøgelser til kortlægning af muslingebanker i Vejle Fjord. I de efterfølgende afsnit gennemgås tilkendegivelserne i forhold til de forskellige muslingeproduktionsformer (muslingefiskeri, kulturbanker, lineopdræt og kompensationsopdræt) samt eventuelle begrænsninger tilknyttet den enkelte muslingeproduktionsform.

2.1 Tilkendegivelser fra Wittrup Seafood A/S

Wittrup Seafood A/S har i 2012 og 2014 haft tilladelse til at fiske blåmuslinger i Vejle Fjord. For dem er et centralt element, at fiskeriet kan foregå, når muslingerne er af høj kvalitet. Det er derfor vigtigt, at tilladelsen gives relativt hurtigt efter der er ansøgt om tilladelse til muslingefiskeri. Udover muslingefiskeri på naturlige forekomne muslingebanker, er etableringen af kulturbanker i Vejle Fjord også af interesse for Wittrup Seafood A/S.

2.2 Tilkendegivelser fra Vejle Kommune

Vejle Kommune (pers. kom. Frank Iversen, Teknik og Miljø) har ved tidligere muslingefiskeri i Vejle Fjord modtaget en del klager fra borgere over muslingefiskeriet i inderfjorden og især i badesæsonen. Klagerne fra borgerne drejede sig om fiskeriets visuelle beskæmmelse ved tilstedeværelse af flere både på samme tid, ophvirvling af sedimentet samt påvirkning af bunden. På baggrund af tidligere erfaringer har Vejle Kommune tilkendegivet, at muslingefiskeri, både på naturlige muslinge- og kulturbanker, ikke bør foregå i inderfjorden samt, at muslingefiskeri ikke bør forekomme i badesæsonen (maj-september). Vejle Kommune har ligeledes ønsket at friholde inderfjorden for muslingeopdræt, både til konsum- og kompensationsopdræt, på grund af den visuelle forstyrrelse. I modsætning til muslingefiskeriet vil et muslingeopdrætsanlæg være en permanent installation, som vil være synlig hele året.

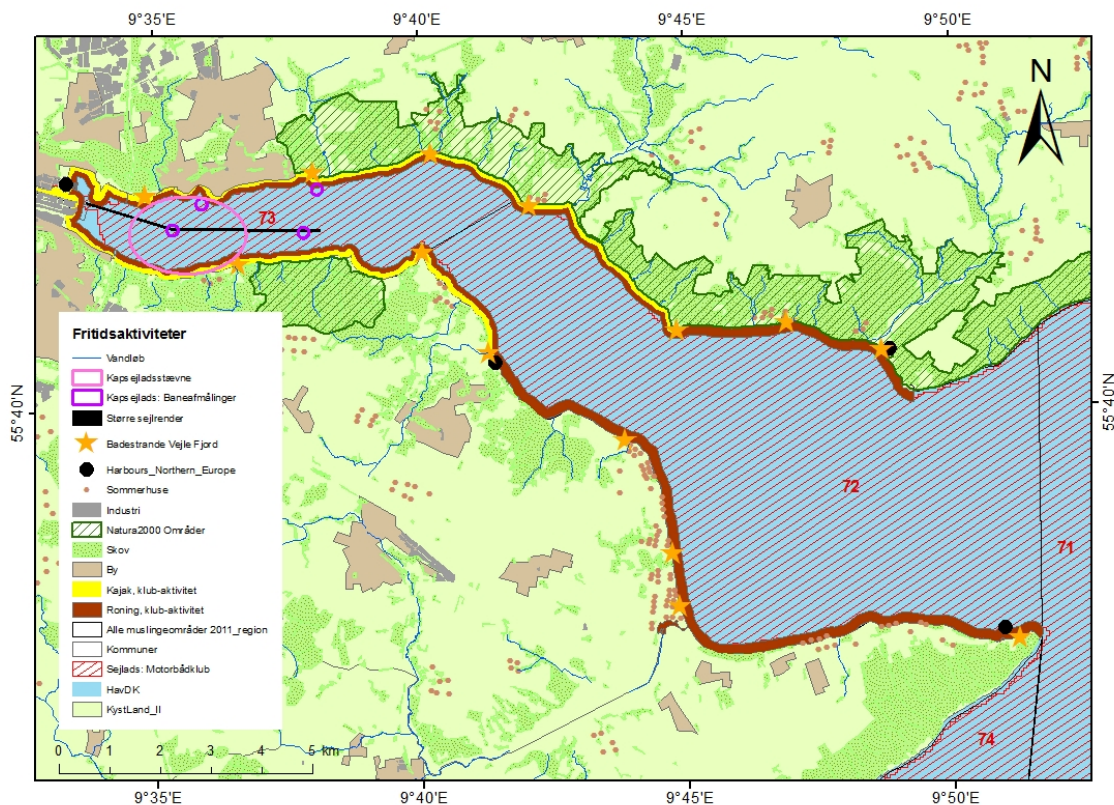
2.3 Tilkendegivelser fra Hedensted og Fredericia kommuner

Problemerne ved tidligere tiders muslingefiskeri i Vejle Fjord har primært været koncentreret om Vejle inderfjord, hvorfor det hovedsageligt er Vejle Kommune, der har modtaget klager fra borgere. I yderfjorden grænser både Hedensted og Fredericia kommuner op til fjorden, hvorfor disse to kommuner også er blevet kontaktet i forhold til forskellige muslingeproduktionsformer i Vejle Fjord. Hedensted Kommune har tilkendegivet følgende grundlæggende holdninger i forhold til muslingeproduktion (mailkorrespondance Niels Rauff, Natur og Miljø). Opdræt af muslinger er mere skånsomt end fiskeri, hvorfor opdræt er at foretrække. Hedensted Kommune udtrykker imidlertid bekymring for, at opdræt kan

forårsage udskygning, hvorved bundvegetationen i Vejle Fjord ikke kan trives, etablere og udvikle sig. Dette betyder ifølge Hedensted Kommune, at muslingeopdræt skal placeres på vanddybder, hvor skyggeeffekten ikke påvirker bundvegetationen eller muligheden for at bundvegetation kan etablere sig. De foreslår derfor, at muslingeopdræt skal placeres mindst 1 sømil (~1,85 km) fra kysten, hvilket også vil tage hensyn til det kystnære friluftsliv og andre interesser i de kystnære farvande. Fredericia Kommune har pt. ikke forholdt sig specifikt til de forskellige muslingeproduktionsformer i Vejle Fjord, hvorfor de ikke har haft konkrete ønsker eller forbehold i forhold til de forskellige muslingeproduktionsformer (Mailkorrespondance Jørgen Grundvad Nielsen, Team Natur og Landbrug).

2.4 Tilkendegivelser fra adspurgte sportsklubber og fritidsforeninger

Der er indsamlet informationer fra otte klubber/foreninger og deres anvendelse af Vejle Fjord er angivet i Figur 1. Der er stor forskel i tilkendegivelserne. Dykkerklubben i Vejle Fjord angiver, at de ikke anvender fjorden, fordi der ifølge dykkerklubben ikke er noget interessant at se i fjorden. Vejle Motorbådsklub anvender derimod stort set hele Fjorden (skraveret område i Fig. 1). Hovedsageligt vil klubbens medlemmer anvende områderne med vanddybder >1 m, men der er også enkelte både, der vil kunne komme ind på vanddybder <1 m.



Figur 1. Kort over tilkendegivet fritidsaktiviteter på Vejle Fjord.

Neptun Sejlklub har udpeget to områder som de anvender ved kapsejladstævner i inderfjorden. De fire lilla cirkler på Figur 1 markerer endepunkterne for kapsejladsbannerne, mens den store pink cirkel generelt anvendes under kapsejladstævnerne.

Vejle roklub anvender de første 200 m fra kystlinjen (Fig. 1, brun bufferzone langs kysten), men det kan ske at nogle medlemmer ror længere ud fra kysten. Der roes fortrinsvis fra sidste weekend i marts til sidste weekend i oktober, selvom der kan være roning om vinteren. De typiske ruter strækker sig maksimalt til Trælde Næs på Sydsiden og til Rosenholm på nordsiden (markeret af endepunkterne for bufferzonerne). Vejle kajakklub anvender også den kystnære del af fjorden, nærmere bestemt de første 100 m fra kystlinjen (Fig. 1, gul bufferzone). Klubbens medlemmer ror oftest langs sydsiden, og der roes maksimalt til Brejning eller Træskohage fyr på nordsiden (endepunkterne for bufferzonerne). Medlemmerne af fritidsfiskerforeningerne i Vejle Fjord området står enten langs kysten og fisker (Saltvandfiskeren) eller fisker primært i åer (Vejle sportsfiskerforening), der kan dog forekomme enkelte medlemmer, der fisker fra både i Vejle Fjord. Vejle Amatørfiskerforenings medlemmer fisker primært kystnært fra både i inderfjorden. Derudover har Vejle Amatørfiskerforening angivet, at de ikke ønsker muslingefiskeri i Vejle inderfjord, da de mener dette påvirker fiskebestanden. Til gengæld ser de ikke nogen hindring for opdræt af muslinger i både inder- og yderfjord.

Vejle Kommune har desuden oplyst, at svømmeklubben Triton i august måned afholder "Vejle Fjordsvøm" i forbindelse med arrangementet "Vild med vand". Her deltager flere hundrede svømmere fra hele landet, som svømmer tværs over fjorden fra Ibæk Strandvej til Albuen (umiddelbart øst for Vejle Fjord broen).

2.5 Tilkendegivelser fra Danmarks Naturfredningsforening

Grundlæggende er Danmarks Naturfredningsforening (DN) imod fiskeri med skrabende redskaber, men har tilkendegivet, at etablering af kulturbanker i Vejle Fjord er at foretrække frem for fiskeri på naturlige forekomster af muslinger. DN kan derfor godt acceptere mindre bundarealer udlagt til kulturbanker, hvis muslingefiskeri på naturligt muslingebanker herved undgås. Derudover angiver DN, at kulturbanker desuden har en fordel at de ikke optager plads i overfladen, og derfor ikke konflikter med andre rekreative interesser.

Opdræt af linemuslinger optager plads i vandoverfladen, hvorfor de er synlige og hindrer fri færdsel på vandet. Derfor skal muslingeopdrætsanlæg ifølge DN placeres 1-2 km fra kysten, hvorfor den indre del af Vejle Fjord udelukkes som opdrætsområde (Mailkorrespondance Uffe Rømer, formand for DN Vejle)

2.6 Potentielle konflikter ved muslingeproduktion baseret på tilkendegivelserne

De forskellige tilkendegivelser viser, at der er mange forskellige forhold, der skal tages stilling til, hvis man ønsker at tilgodese de forskellige brugere af og interessenter ved Vejle Fjord. Desuden afhænger eventuelle interessekonflikter mellem muslingeproduktion og sportsklubber og fritidsforeninger af, hvilken type muslingeproduktion, der er tale om. Generelt er der ingen overlap mellem de områder, hvor muslingefiskeriet må foregå (se afsnit 5.1), og de områder som sportsklubberne (sejl-, ro- og kajakklub) og fiskeforeningerne (Saltvandfiskerne og Vejle sportsfiskerforening) har angivet som særlig interessante for dem, dog med undtagelse af området omkring Prins Frederiks Grund, som Vejle Amatørfiskerforeningen har angivet som særlig interessant. Det må derfor formodes, at en egentlig arealmæssig konflikt mellem muslingefiskeri og sportsklubberne/fritidsforeningerne generelt ikke vil forekomme. En potentiel arealkonflikt kan forekomme mellem muslingefiskeri og Motorsejlkлубben, da Motorklubben har angivet, at de anvender hele Fjorden. Det må

imidlertid antages, at en sådan arealmæssigkonflikt vil være begrænset, da muslingefiskeriet pt. foregår i mindre områder i Fjorden og kun med ét muslingefartøj af gangen (afsnit 5). I forhold til Hedensted Kommunes og DN's ønske om, at opdræt af muslinger skal foregå 1-2 km fra kysten bl.a. for at undgå konflikter med det kystnære friluftsliv, er ikke umiddelbart i overensstemmelse med de interesseområder, som sportsklubberne og fritidsforeningerne har angivet (Fig. 1).

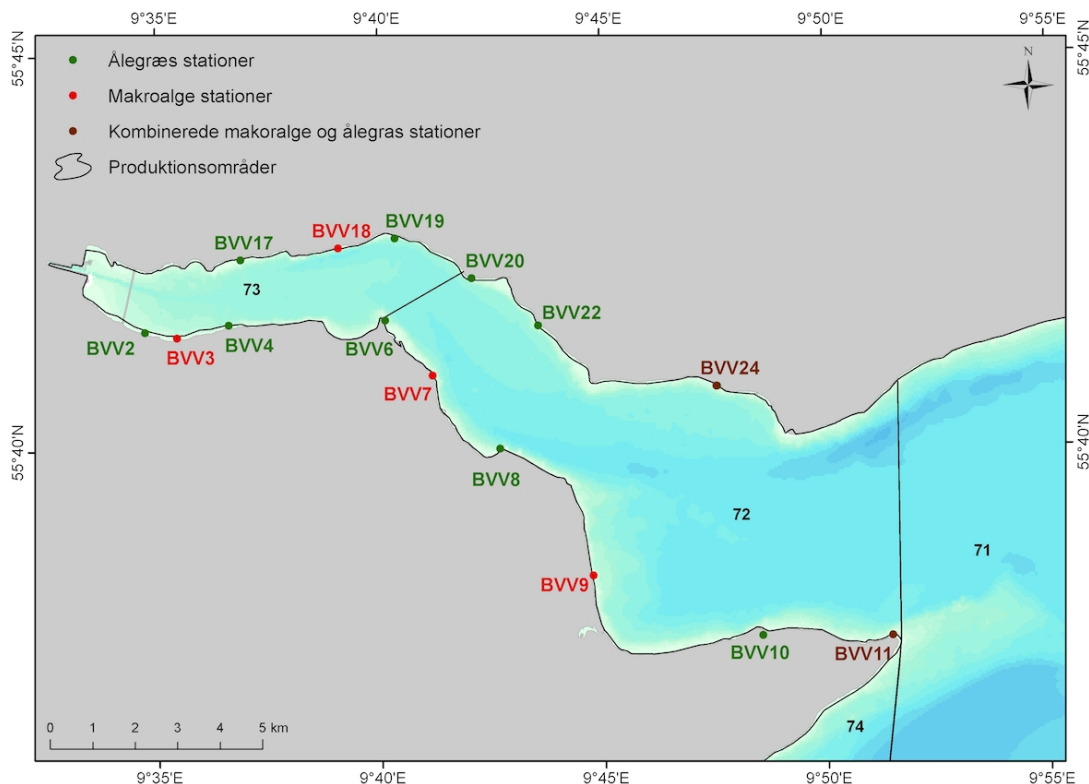
Udover egentlig arealkonflikter mellem de forskellige bruger af Vejle Fjord er der også en række andre områder, hvor der kan opstå interessekonflikter. Dette ses fx af de tilkendegivelser, som Vejle Kommune ytrer på baggrund af deres tidligere erfaringer. De forventer, at muslingefiskeri vil føre til klager fra borgerne fx på grund af visuel beskæmmelse af fjorden, hvilket også vil være gældende for opdrætsanlæggene. Den generelle modstand mod muslingeproduktion er således funderet i, at opdrætsanlæggene kan ses i overfladen og at de optager plads, mens betænkeligheder ved muslingefiskeri, specielt i inderfjorden, giver sig udtryk i bekymring om visuel forurening, påvirkning på bundforhold, herunder ophvirvlning af sediment samt påvirkning af fiskebestande, ålegræs og makroalger.

3. Generel beskrivelse af miljøforholdene i Vejle Fjord

Vejle Fjord er ca. 30 km lang og 2-5 km bred. Middeldybden er 8,3 m og den maksimale dybde er på 21 m. Vandets opholdstid i fjorden er om sommeren estimeret til 35-45 dage. Vejle Fjord munder ud i Lillebælt, hvilket betyder, at hydrografien i fjorden primært styres af forholdene udenfor fjorden i det nordlige Lillebælt (Miljøstyrelsen, 2014). Miljøtilstanden for Vejle Fjord er blevet undersøgt igennem tiden. Miljøundersøgelser i 1989 viste generelt, at inderfjorden var kraftigt eutrofieret og med en lav artsdiversitet af både makroalger og bundfauna (Vejle amt, 1989a og b), mens forekomst af ålegræs i inderfjorden blev observeret på vanddybder fra 1-3,6 m (Vejle amt, 1989a). Vejle yderfjord havde i 1989 ligeledes en lav bundfauna artsdiversitet, hvilket skyldes, at yderfjorden er relativt dyb med deraf følgende øget risiko for iltsvind (Vejle amt, 1989b). Forekomst af makroalger var ret almindelig i yderfjorden, hvor store dele af havbunden langs kysten var dækket af vegetation, og hvor dybdeudbredelse samt artsrigdom forøgedes markant ud af i fjorden (Vejle amt, 1989a). Den observerede dybdegrænse for ålegræs var 4,7 m og dybest i den yderste del af yderfjorden (Vejle amt, 1989a). En nyere tilstandsrapport omfattende data til og med 2010 (Vejle Kommune, 2010) viser, at iltforholdene i Vejle inderfjord generelt er blevet bedre, og at bundfaunaen påvirkes negativt af iltsvindshændelser. De forbedrede iltforhold har således medført, at bløddyr som snegle og muslinger dominerer, hvor det førhen var børsteorme. Dansk Skaldyrcenter, DTU Aquas indhentning af vegetationsdata for makroalger og ålegræs samt bundfaunadata fra Naturstyrelsens miljøovervågningsprogrammer fra perioden 2008-2012 viser, at bundfaunaen stadig er domineret af bløddyr og børsteorme (Tabel 1), og at udviklingen i makroalger i perioden 2009-2012 på hhv. to og fire transekter (Fig. 2) i inder- og yderfjorden er relativt stabil over tid (data ikke vist).

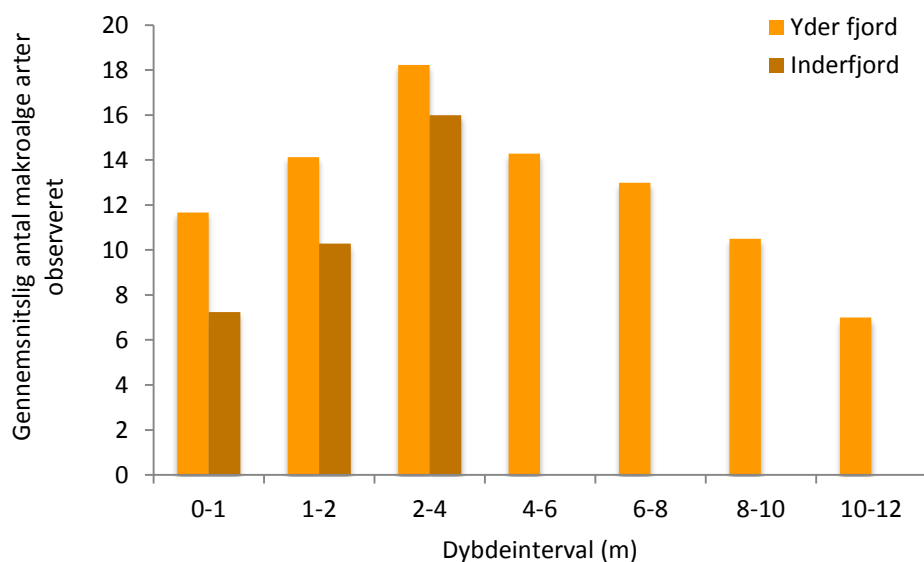
	2008	2009	2010	2011
Muslinger	6	11	6	7
Snegle	3	4	1	1
Pighuder	0	2	0	0
Orme	10	19	13	14
Nældecelledyr	0	1	0	1
Krebsdyr	0	1	0	0

Tabel 1. Antal arter observeret i Vejle Fjord indenfor de respektive grupper i tidsperioden 2008-2011 (Data fra Naturstyrelsens overvågningsprogram).



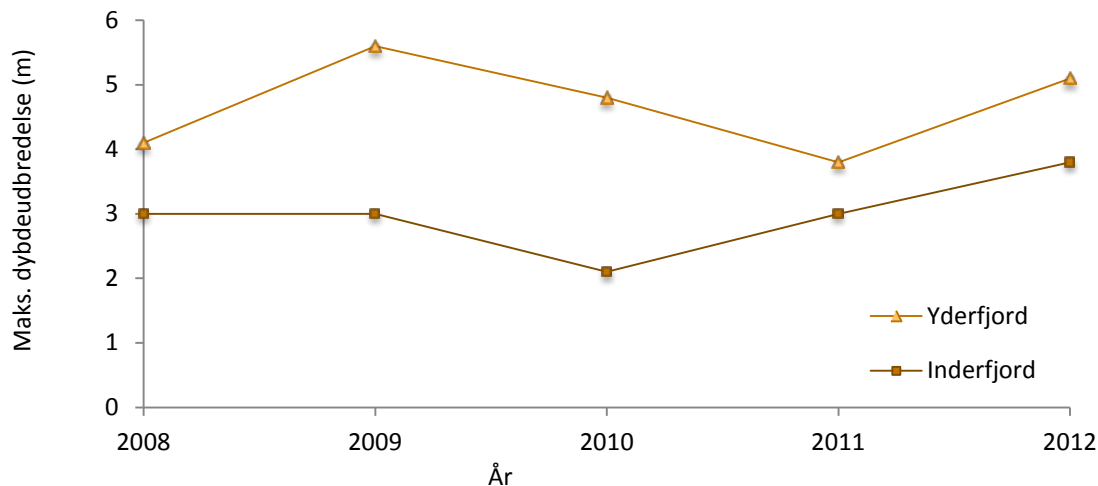
Figur 2. Naturstyrelsens ålegræs og makroalge transekter i Vejle inder- og yderfjord.

Derudover viser resultaterne fra 2009-2012, ligesom undersøgelse fra 1989, at der er observeret færre makroalgearter i inderfjorden sammenlignet med yderfjorden og at dybdeudbredelsen er størst i yderfjorden (Fig. 3).



Figur 3. Gennemsnitlig antal makroalgearter observeret i Vejle inder- og yderfjord indenfor de angivne dybdeintervaller i tidsperioden 2009-2012. Antallet af transekter er hhv. 2 og 4 (Data fra Naturstyrelsens overvågningsprogram).

Den maksimale dybdeudbredelse af ålegræs har i perioden 2008-2012 været undersøgt på fire og syv transekter i hhv. Vejle inder- og yderfjord (Fig. 2). På transekt BVV2 er der i den angivne tidsperiode ikke blevet observeret ålegræs. For de andre transekter har dybdeudbredelsen været relativt konstant over den angivne tidsperiode for både inder- og yderfjord (Fig. 4). I 2012 var den maksimale dybdeudbredelse 3,8 og 5,1 m for hhv. inder- og yderfjord, hvilke er mindre end miljømålene angivet i Vandplanen 2009-2015 Lillebælt/Jylland, som omfatter Vejle Fjord. Minimums dybdeudbredelse af ålegræs er ifølge Vandplanen 6,1 og 8,4 m for hhv. Vejle inder- og yderfjord (Miljøministeriet, 2014).



Figur 4. Maksimal dybdeudbredelse af ålegræs i tidsperioden 2008-2012 for hhv. Vejle inder- og yderfjord (Data fra Naturstyrelsens overvågningsprogram).

Ifølge frivillige indrapporteringer fra fritidsfiskere i de østjyske fjorde (Vejle Fjord, Horsens Fjord og Mariager fjord) har der generelt været en faldende tendens i gennemsnitsfangsterne siden 2005 og antallet af arter fanget med garn har stort set ligget konstant i perioden 2008-2013. Antallet af arter fanget i ruser er steget i perioden 2011-2013 i forhold til 2008-2010. I perioden 2011-2013 er andelen af ålekvabber af den samlede fangst blevet større, mens andelen af skrubbe og torsk er blevet mindre, set i forhold til fangster før 2011. Derudover ser det ud til, at sortkutling er blevet erstattet af trepigget hundestejle (Kristensen et al. 2014). Dette gælder for alle tre Østjyske fjorde, og det har ikke været muligt at finde konkrete opgørelse, der kun omfatter fiskefangster i Vejle Fjord.

3.1 Næringsstofreduktion ifølge Vandplanen

I Vandplanen er Vejle Fjord opdelt i inder- og yderfjord, hvorfor der er specifikke N-reduktionsmål tilknyttet hhv. inder- og yderfjord. For Vejle inderfjord er indsatskravene til N-reduktionen i første vandplansperiode 65 t N år^{-1} , mens den for Vejle yderfjord er 60 t N år^{-1} (Tabel 2). Ovenstående reduktionsmål er gældende under den antagelse, at de forudsat indsatser på hhv. 11 og 14 t N år^{-1} for Vejle inder- og yderfjord er opfyldt (Tabel 2), hvis dette ikke er tilfældet, skal differencen lægges til reduktionsmålene.

Indsats for reduktion af påvirkning af kystvande		
Vandområde og type af påvirkning som skal reduceres	Baseline 2015	Supplerende indsats (reduktion af påvirkning)
	Forudsat indsats N: tons N/år P: kg P/år	Krav til indsats i første planperiode (note 2)
Vejle inderfjord		
• Næringsstofbelastning	N: 11	N: 65 tons/år
• Miljøfarlige forurenende stoffer		Indsats j.fr. kapitel 2.4.3
Vejle yderfjord		
• Næringsstofbelastning	N: 14	N: 60 tons / år
• Miljøfarlige forurenende stoffer		Indsats j.fr. kapitel 2.4.3

Tabel 2. Udklip med krav til indsats for kvælstof-reduktion (N) i Vejle inder- og yderfjord fra Vandplanen 2009-2015. Lillebælt/Jylland (Miljøministeriet, 2014).

I vandplanenerne er der ikke fastsat fosfor-reduktionskrav (P) for de marine områder, hvorfor der ikke forefindes egentlige krav til P-reduktion i Vejle inder- og yderfjord. Ifølge den senest foreliggende belastningsopgørelse for Vejle Fjord, så er fosforbelastningen 31,3 og 22,9 t P år⁻¹ for hhv. inder- og yderfjorden (pers. kom. Stig Eggert Pedersen, Naturstyrelsen Odense). Her er der tale om den årlige fosforbelastning til Vejle Fjord og ikke om reduktionskrav. Ifølge vandplanerne er det vigtigt, at mængden af fosfor i de marine områder reduceres.

4. Generelt om blåmuslinger

Blåmuslingen (*Mytilus edulis*) er den mest almindelige muslingeart i Danmark. Blåmuslinger sidder som regel på sten, pæle, moler, høfder, skaller eller andet hårdt materiale, men de sidder også direkte på den bløde bund i de danske fjorde, hvor de danner muslingebanker (Fig. 5). I 1-2 års alderen er muslingerne kønsmodne og danner kønsvæv (gonader). Alt efter køn producerer gonaderne i løbet af vinteren sperm eller æg, som er klar til gydning om foråret og sommeren. Gydningen sker når æg/sperm frigives fra gonaderne og sendes ud i vandet. Det er ofte millioner af æg/sperm, der gydes, og kun ganske få timer efter befrugtningen af æggene udvikles små muslingelarver på 0,2 mm. Muslingelarven svømmer frit rundt i vandet, men er underlagt de generelle vandbevægelser og føres derfor med strømmen. Når larven er 2-4 uger gammel bundslår den, og kan nu ikke længere svømme, men er blevet fastsiddende. Muslingerne ernærer sig ved at filtrere vandet for mikroalger og filtrationskapaciteten afhænger bl.a. af muslingernes størrelse, vandets temperatur, vandudskiftningen omkring muslingen samt fødekonsentrationen. Middelstore muslinger med gode føde- og temperaturforhold kan filtrere 9 l gr⁻¹ time⁻¹ (Petersen et al. 2004), hvilket bliver til over 356 m³ vand filtreret i løbet af en måned for 1 kg muslinger.

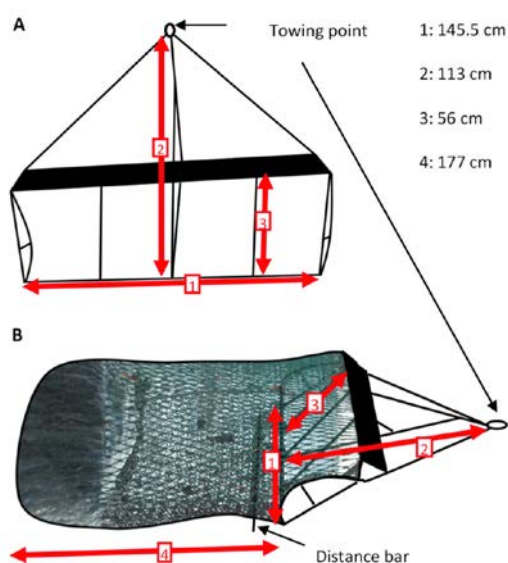


Figur 5. Muslingebanke, hvor muslingerne sidder delvist begravet i bunden (Foto: P. Dolmer).

Produktionen af blåmuslinger i Danmark er kendetegnet ved fiskeri på vilde bestande, hvilket også kendetegner den nuværende muslingeproduktion i Vejle Fjord. Indenfor de sidste 10-12 år er lineopdræt af muslinger begyndt af vinde indpas i danske farvande, hovedsageligt i Limfjorden. I de efterfølgende afsnit gennemgås de forskellige muslingeproduktionsformer: muslingefiskeri, kulturbankedyrkning, lineopdræt og kompensationsopdræt. For hver muslingeproduktionsform vil der desuden være udpeget konkrete områder i Vejle Fjord, som vil være egnet til den pågældende muslingeproduktionsform.

5. Fiskeri efter blåmuslinger i Vejle Fjord

Blåmuslingefiskeriet i Danmark er på årligt 28.000-40.000 t, hvoraf 60-75% fiskes i Limfjorden (NaturErhvervstyrelsen, 2014a). Muslingefiskeri foregår fra relativt små kuttere på max. 300 HK og er som udgangspunkt tilladt hele året i Vejle Fjord. Tilladelse til muslingefiskeri i Danmark gives af NaturErhvervstyrelsen på baggrund af indsendt fiskeplan for et givent område¹. Tilladelsen gives til hvert enkelt fartøj, som vil fiske i området, og i tilladelsen angives der fx hvilke områder, der må fiskes og hvilken periode fiskeriet må foregå, tilladt samlet kvote, ugekvote, dybdegrænse for fiskeri, antal fartøjer i området, krav om funktionsdygtig blackbox (se nedenfor), føring af logbog samt type og antal skrabere, der må anvendes. Tilladelsen er derfor meget stedspecifikke og kan variere fra gang til gang. Fx har muslingefiskeriet i Vejle Fjord i de senere år været begrænset til to mindre områder og for relativt korte perioder, eksempelvis kun februar i 2014. På de seks fartøjer, der pt. har licens til muslingefiskeri på østkysten, herunder Vejle Fjord, anvendes der enten to eller fire skrabere af typen "let muslingeskraber" (Fig. 6). Den lette muslingeskraber er 145,5 cm bred, har en totalvægt på 123,4 kg, hvoraf rammevægten udgør 50 kg. Skrabeposen, hvor muslingerne opsamles, består nederst af en ringbrynje af stålringe til beskyttelse mod slitage, og op ad til af et kraftigt net (Frandsen et al. 2014). Posen har et volumen svarende til 1 t. Det danske muslingefiskeri er MSC-certificeret, hvilket i overordnede termer betyder, at fiskeriet skal være bæredygtigt i forhold til bestanden, at fiskeriet skal foregå på en måde, så økosystemet bevarer sin struktur, produktivitet, funktion og mangfoldighed samt at fiskeriet skal leve op til lokal, national og international lovgivning (Marine Stewardship Council, 2010).



Figur 6. A: Den lette muslingeskraber set forfra. B: og fra siden (Frandsen et al. 2014).

Muslingefiskeriet i Vejle Fjord pågår pt. på naturligt forekommende muslingebanker, hvor muslingerne ligger i tætte klumpede forekomster. Fiskeriet foregår ved, at de lette muslingeskrabere trækkes i 2-15 minutter hen over bunden, hvorved blåmuslingerne løsnes

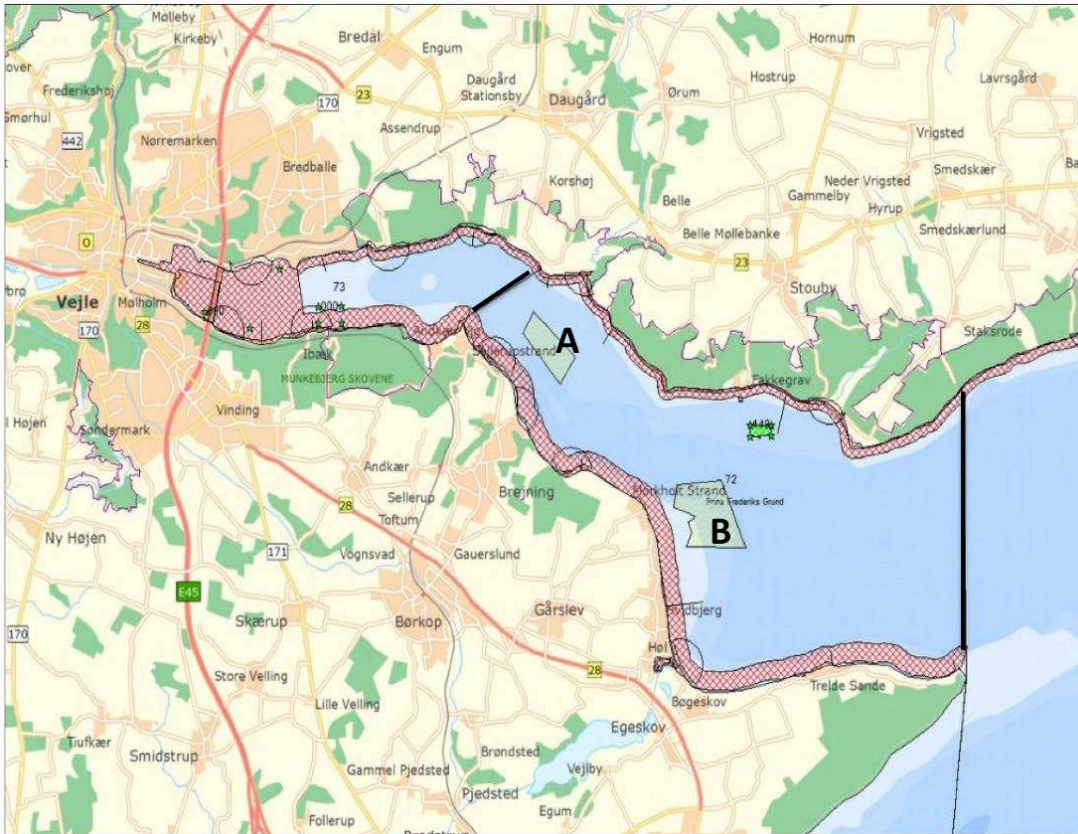
¹ Vejle Fjord er inddelt i to muslingeproduktionsområder. Område 73 (inderfjorden) og 72 (yderfjorden). Af fiskeplanen skal det fremgå, hvilke produktionsområder, der ønskes tilladelse til.

og opsamles i skrabposerne. Når trækket er færdigt, skylles fangsten 5-9 gange i vandet for at fjerne mudder og skaller, inden muslingerne tømmes ud i lasten. Muslingefiskeriet fortsætter enten indtil lasten er fuld eller tætheden og/eller kvaliteten af muslingerne ikke længere giver et fornuftigt udbytte.

5.1 Historisk og nutidig muslingefiskeri i Vejle Fjord

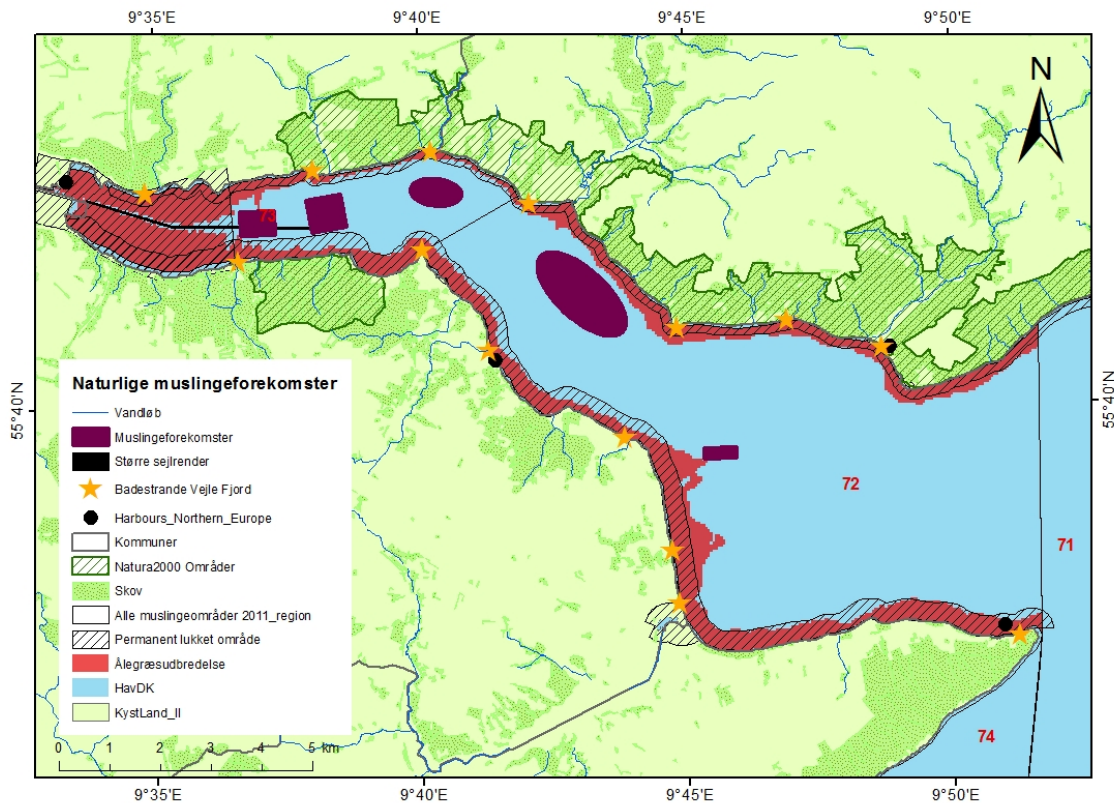
Der er registreret landinger af blåmuslinger fra Vejle Fjord helt tilbage fra 1885 ligesom der i 1939 og 1940 blev dyrket blåmuslinger på pæle i Fjorden. Produktion af blåmuslinger i Vejle Fjord går derfor langt tilbage i tiden og blåmuslinger fra Vejle Fjord har generelt været kendetegnet ved at være af relativ høj kvalitet (Kristensen, 1995). Indenfor de seneste 10 år har der været landet blåmuslinger fra både produktionsområde 73 (inderfjord) og 72 (yderfjord) (Fig. 7). I perioden 2005-2007 er der i område 73 blevet landet 4.152 t, mens der i 2007 blev landet 1.147 t fra produktionsområde 72. Herefter har der ikke været fisket muslinger i Vejle Fjord frem til 2012.

I 2012 gav NaturErhvervstyrelsen tilladelse til muslingefiskeri i yderfjorden (område 72), men kun i to mindre afgrænsede områder (Fig. 7), hvor kun ét fartøj måtte fiske af gangen. I disse to områder blev der samlet landet 206 t blåmuslinger af en kvote på 3.000 t, fordelt på 13 fiskedage i 2012, mens der i 2013 ikke blev fisket efter blåmuslinger i Vejle Fjord. I 2014 har der pt. kun været givet tilladelse til muslingefiskeri i februar måned på Prins Fredriks Grund (område B i Fig. 7), hvor der er blevet landet 121 t af en kvote på 600 t, fordelt på 9 fiskedage. Muslingefiskeriet i Vejle Fjord har siden 2012 været væsentlig mindre både i forhold til landede mængder og fiskeriperiode end tidligere. Dette skyldes bl.a., at NaturErhvervstyrelsen indenfor de seneste år har påbudt, at muslingefiskeriet skal overvåges vha. blackbox (se nedenfor). Kravet om blackbox på muslingefartøjer har gjort det muligt at kontrollere muslingefiskeriet i langt større udstrækning end tidligere, og dermed gjort det lettere at håndhæve muslingefiskeri i afgrænsede områder.



Figur 7. Angivelse af muslingeproduktionsområde 73 (inderfjorden) og 72 (yderfjorden) samt generelle forbudsområder (rødskraverede områder), hvor der ikke må fiskes muslinger ifølge bekendtgørelse 887 af 08/07/2014. Område A og B angiver de to afgrænsede områder, hvor der har været givet tilladelse til fiskeri efter muslinger i 2012 og 2014 (NaturErhvervstyrelsen, 2014).

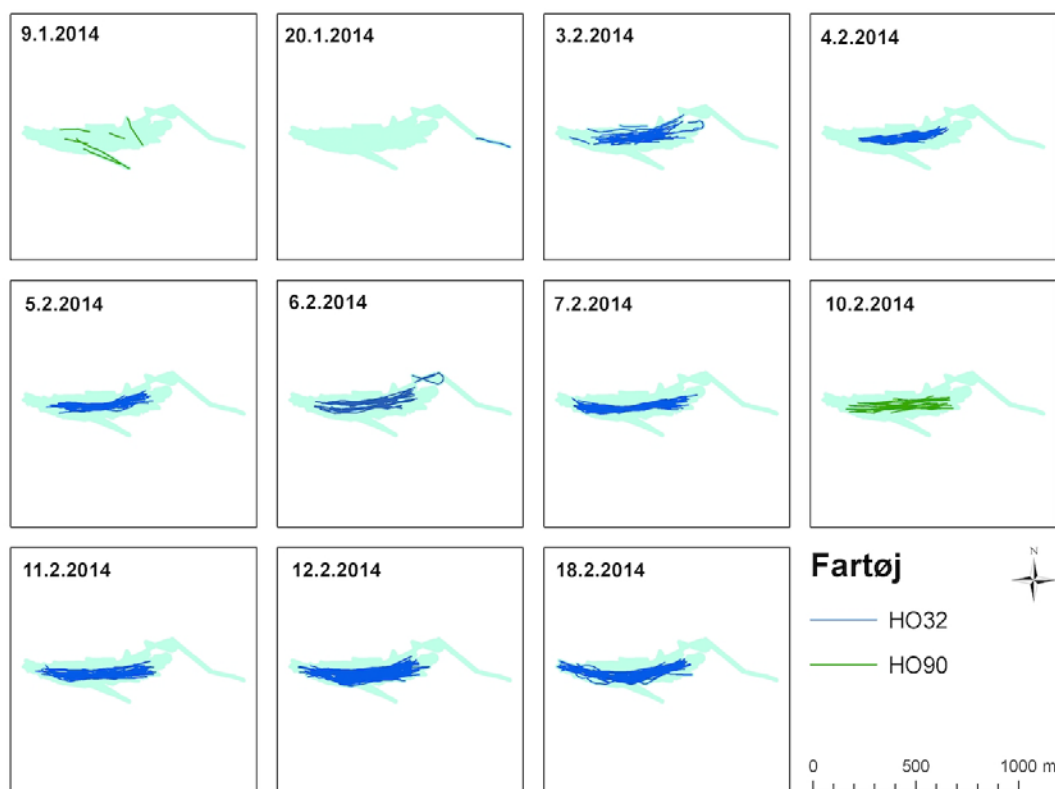
I august måned 2014 foretog Wittrup Seafood A/S en to-dags videomonitoring efter blåmuslinger i Vejle Fjord, som naturligvis ikke har medtaget alle områder. Undersøgelserne viste, at der generelt var få og spredte muslingebanker både i inder- og yderfjorden (Fig. 8). De største forekomster af muslinger blev fundet omkring Prins Fredriks Grund, som er det område, hvor der er blevet fisket muslinger i februar 2014. I dette område blev der observeret tætte muslingebanker af yngre muslinger (pers. obs. Stig Wittrup). På baggrund af ovenstående videomonitoring, er der indenfor en kort årrække ikke umiddelbart udsigt til, at muslingefiskeri på naturlige muslingebanker i Vejle Fjord vil ændre sig nævneværdigt i forhold til det muslingefiskeri, der har været gennemført de seneste tre år.



Figur 8. I de lilla områder er der forekomster af naturlige muslingebanker. Der er imidlertid tale om spredte forekomster i områderne, hvorfor de udpegede områder repræsenterer områder, hvor der er fundet flere muslingebanker indenfor korte afstande. Der er altså ikke tale om, at områderne er fuldt dækket af tætte forekomster af muslingebanker.

5.1.1 Arealpåvirkning ved muslingefiskeri i Vejle Fjord i 2014

Med de påmonterede blackboxe på muslingefartøjerne i Danmark er det muligt at beregne arealpåvirkningen ved muslingefiskeri (Fig. 9). Muslingefartøjer, der fisker i Vejle Fjord, har haft blackbox påmonteret siden 1. September 2013, og det er derfor muligt at beregne den samlede arealpåvirkning ved fiskeriet i 2014. Et samlet fiskeri på 121 t blåmuslinger i februar 2014 har således påvirket et areal på 0,06 km², hvilket svarer til 0,11% af det samlede areal for yderfjorden (område 72) og 0,09% for begge muslingeproduktionsområde i Vejle Fjord (område 72+73).

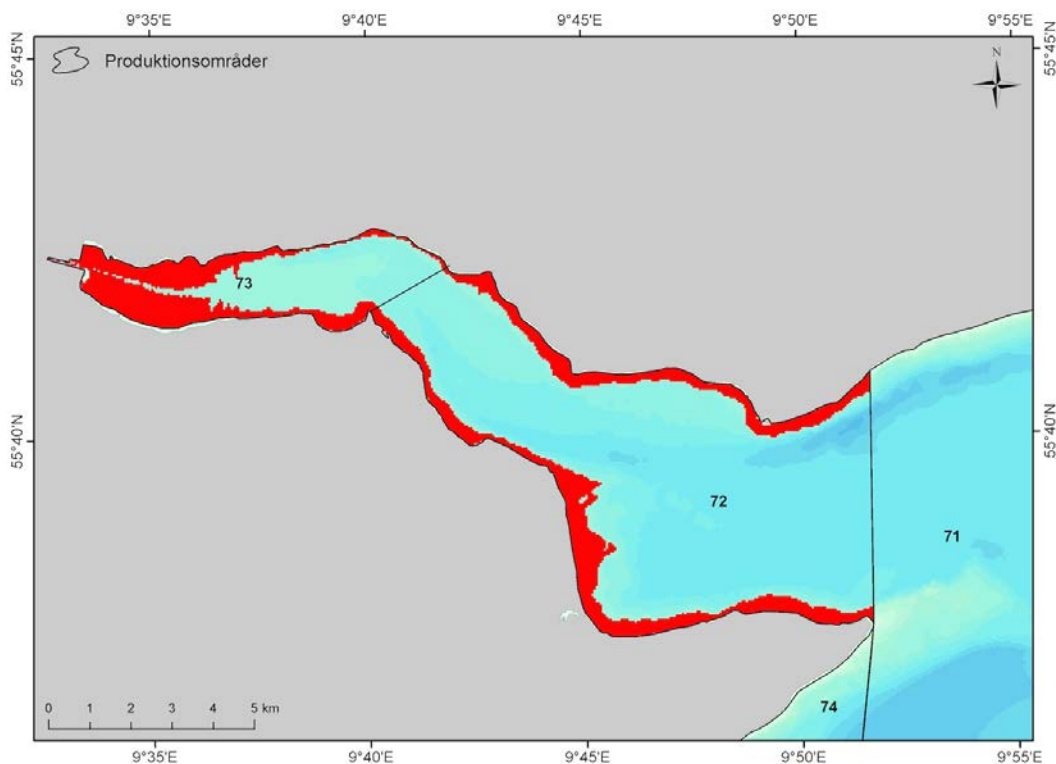


Figur 9. Arealpåvirkningen af muslingefiskeriet på Prins Frederiks Grund i 2014 fordelt på de forskellige fiskedage. Fiskeriet d. 9. og 20. januar 2014 er prøveskrab og begge dages fiskeri indgår i den samlede arealpåvirkning. Den turkise skygge, som forekommer på alle figurerne viser det samlede påvirkede areal og udgør 0,06 km² (se tekst for yderligere forklaring).

5.2 Regulering og kontrol af muslingefiskeri i Vejle Fjord

Fiskeriet efter blåmuslinger i Danmark er reguleret af bekendtgørelse nr. 568 af 21/05/2014 og bekendtgørelse 887 af 08/07/2014. Udover de lovmæssige reguleringer har Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri fastlagt en muslingepolitik, der blev offentliggjort primo juli 2013. Politikken bygger på, at muslingeproduktion skal være bæredygtig og leve op til EU's miljødirektiver (Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og fiskeri, 2013). For Vejle Fjord gælder det, at fiskeri efter blåmuslinger er forbudt i følgende områder: i fjordens nordlige del inden for 200 m fra lavvandslinjen, i fjordens sydlige del, inden for 400 m fra lavvandslinjen og i Vejle inderfjord, vest for en ret linje fra et punkt øst for Brøns Odde, til et punkt på fjordens sydbred ved Ibæks udløb (Fig. 7). Derudover er der et generelt forbud mod muslingefiskeri på vanddybder lavere end 4 m ved Jyllands Østkyst, herunder Vejle Fjord. Dybdegrænsen på 4 m er bl.a. sat for at beskytte ålegræs og vurderes i hvert enkelt tilfælde. Såfremt vegetationsundersøgelser af udbredelsen af ålegræs viser, at ålegræsset forekommer på større dybder i et givent område, vil dybdegrænsen øges tilsvarende, da ålegræs ikke må blive påvirket af muslingefiskeri (Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og fiskeri, 2013). Med udgangspunkt i den faktiske dybdeudbredelse af ålegræs i 2012 i inder- og yderfjorden vil Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua anbefale en dybdegrænse for muslingefiskeri på 5 m og 6

m i hhv. inder- og yderfjorden (Fig. 10). Tilladelsen til fiskeri kan pt. gives for maksimalt 1 år af gangen.



Figur 10. Dansk Skaldyrcenter, DTU Aquas anbefalinger til lukkede områder (røde) for muslingeproduktion baseret på ålegræssets dybdeudbredelse i 2012. De lukkede områder i inderfjorden er områder med vanddybder < 5 m, mens det for yderfjorden gælder for områder < 6 m.

5.2.1 Blackbox

Blackbox består af elektronisk udstyr til opsamling af position, kurs og fart samt fiskeriaktivitet. Hvert 10. sek. logges der informationer om position, sejlhastighed og evt. bevægelse i spillet. Dette sker uagtet om skibet ligger i havn, sejler eller fisker, hvilket resulterer i meget store data-mængder, som sendes elektronisk én gang i døgnet til NaturErhvervstyrelsens web-service. Når data er uploadet, kan fiskerikontrollen kontrollere, om der eventuelt er foregået fiskeri udenfor de tilladte områder eller tidspunkter. Såfremt der forekommer uregelmæssigheder i forhold til tilladelsen undersøges dette nærmere og en eventuel bøde eller staf iværksættes alt efter overtrædelsens omfang.

Udover at være en egentlig kontrolmulighed giver blackbox data også mulighed for at kortlægge muslingefiskeriets omfang og intensitet i et givent område. Dette kræver imidlertid, at der sker en adskillelse i mellem de forskellige aktiviteter (sejllads og fiskeri). Blackbox data vurderes derfor i forhold til, hvornår der faktisk fiskes ved at analysere de retningsbestemte bevægelser i skibets spil. Hvis data for spillet indikerer bevægelse i den samme retning (med eller mod uret) i et foruddefineret tidsrum (som standard er dette sat til 30 sek.) bliver dette brugt som en indikation for forberedelse til fiskeri. Fiskeriaktiviteter filtreres baseret på to generelle kriterier: Fartøjet sejler med en hastighed i intervallet 1,5-4 knob og aktiviteten skal

have en minimumslængde (fisketid) større end 80 sekunder. Denne information anvendes i kombination med den nuværende fiskeristatus til at afgøre, om en fiskeriaktivitet lige er begyndt eller er blevet afsluttet. Når data er sorteret og data kun omfatter fiskeriaktiviteter, kan fiskeriet for en given dag kortlægges i forhold til, hvor det er foregået (Fig. 9). Sammenholdes disse "fiskelinjer" med antallet af skrabere, der er anvendt under fiskeriet kan det påvirkede areal beregnes. I beregningen af det påvirkede areal medtages arealet af et fisket område én gang i løbet af en fiskesæson, selvom der har været skrabt henover samme sted to eller flere gange (For yderligere detaljer se Nielsen et al. 2014). Det er denne metode, der er anvendt til beregning af arealpåvirkningen ved muslingefiskeri i Vejle Fjord 2014.

5.2.2 *Miljøeffekter ved muslingefiskeri*

Bundtrawl og bundskrab har i mange år være anset for at være en seriøs trussel mod dyreliv og artsdiversitet de steder, hvor de jævnligt bliver udført (Thrush og Dayton 2002). Fiskeri efter blåmuslinger vil have en effekt på havbundens biologiske og fysiske/kemiske struktur (Jennings og Kaiser 1998). Hvor stort omfanget af den pågældende effekt er, afhænger af hvilke andre faktorer, herunder vind, strøm, bundforhold mv. der påvirker et givent område. Således kan effekten være særdeles betydelig i et område, der er præget af fx roligt vand og begrænset strøm, mens effekten kan være ubetydelig i områder, der i forvejen har en høj grad af forstyrrelse. Effekter af muslingefiskeri kan opdeles i to typer effekter: Direkte påvirkning af redskabet og indirekte som følge af ophvirvling af sediment. De direkte effekter omfatter skade på andre organismer fx ålegræs, makroalger og andre dyr associeret til muslingebankerne. De indirekte effekter omfatter permanente forandringer af bundens struktur og effekter associeret til resuspension af mudder enten under skrabningen eller når bifangsten af mudder skylles ud i overfladen, begge dele vil mindske sigtbarheden i vandet.

Direkte påvirkninger: Effekten på infauna og epifauna med bundsløbende redskaber er dokumenteret i en række studier (Lambert et al. 2011, Gislason et al. 2013). Når muslingerne fiskes fjernes en stor andel af muslingerne og tilbage ligger en ren-skrabet bund (Fig. 11). Eventuelle fastsiddende dyr (epifauna) eller langsomt bevægende dyr som fx krabber og snegle associeret til muslingebanken vil således blive fjernet sammen med muslingerne, mens bifangsten af hurtigt bevægende dyr som fx fisk sjældent forekommer i forbindelse med muslingefiskeri (Marine Stewardship Council, 2011). Muslingeskraberen fisker lige i overfladen af sedimentet, hvorfor dyr, der ligger begravet (infauna) i den øverste del af sedimentet, vil blive påvirket af muslingeskrab. Muslingeskraberen efterlader furer i sedimentet (Fig. 12). Undersøgelser af den hollandske skraber (Total vægt: 235,6 kg, Frandsen et al. 2014) viser, at furerne er 2-5 cm dybde (Dolmer et al. 2001), mens der pt. ikke foreligger undersøgelser af dybden af furerne forårsaget af den lette muslingeskraber, som er den skraber, der anvendes i Vejle Fjord. Der er blevet observeret en reduktion i infauna i mindst 40 dage efter et område er blevet skrabet med hollænder skraber (Dolmer et al. 2001).



Figur 11. I venstre side af billedet er der blevet skrabet efter muslinger, mens i højre side, der ligger den uberørte muslingeбанke tilbage (Foto: P. Dolmer).

Udover påvirkning på dyr, så kan muslingeskrab potentielt også have direkte effekter på ålegræs og makroalger. For ålegræs kan muslingeskrab forårsage skade på ålegræsbestande gennem fysisk påvirkning af både voksne planter, skud, frøspirede planter og frøpuljen (Vining 1978, Dayton et al. 1995, Barnette 2001, Morgan and Chuepagdee 2003). Der er ikke foretaget studier af effekter af den lette muslingeskraber på ålegræs. Et målrettet fiskeri med muslingeskraber i tætte ålegræsforekomster er imidlertid ikke særlig sandsynligt. For det første forekommer der sjældent større forekomster af muslinger i tætte ålegræsbede, effektiviteten af skraberen er endvidere meget lav i ålegræsbede, og endelig er det generelt ikke tilladt at fiske efter muslinger på vanddybde, hvor der kan forekomme ålegræs. Der vil derfor generelt ikke forekomme sammenfald mellem muslingefiskeriområder og ålegræsforekomster.



Figur 12. Den lette muslingeskraber fisker i sedimentoverfladen og efter fiskeri ses der skrubespor, hvor nogle er dybere end andre. Pilen angiver, hvor der tydeligt ses en fure forårsaget af den lette muslingeskraber (Foto: P. Dolmer).

Direkte effekter af fiskeri med muslingeskraber på makroalgesamfundene vil være af samme karakter som effekter på ålegræs og de direkte effekter kan opdeles i to typer: tab af biomasse af makroalger ved bortskrabning eller tab af substrat og dermed levested. Muslingeskrab i områder med makroalger medfører bifangst og afskrabning af makroalgerne. Muslingeskrab på eksisterende bestande af makroalger reducerer derfor bestandens tæthed og fjerner som minimum dele af bestanden. Hele bestanden kan fjernes i det skrabeområde, specielt i områder med spredt, tynd makroalgebevoksning, og hvis samme område skrabes gentagende gange. Et fiskeri på tætte eller større forekomster af makroalger er imidlertid ikke sandsynligt, da disse primært findes på større sten og sammenhængende stenrev. I disse områder foregår der af flere årsager ikke fiskeri efter muslinger, bl.a. fordi der her er meget få muslinger og redskaberne ikke kan fiske i stenede områder. Derudover findes tætte forekomster af makroalger ofte på lavere vand < 5 m, hvor det ofte ikke er tilladt at fiske efter muslinger, hvorfor overlap mellem muslingefiskeri og tætte og større forekomster af makroalger ofte er begrænset.

Ved muslingeskrab fjernes fast substrat i form af sten og skaller. Tab af substrat kan være permanent, hvis det fx drejer sig om større sten, men kan også være midlertidigt, hvis det drejer sig om biogene substrater som muslingeskaller. Makroalger er afhængige af forekomsten af fast substrat, idet makroalger kun fasthæfter sig på fast underlag. Fjernelse af faste substrater indenfor dybder, der har lys nok til at understøtte makroalger, vil derfor potentielt reducere mængden af bundvegetation.

Indirekte påvirkninger: Indirekte effekter omfatter permanente forandringer af bundens struktur og effekter associeret til resuspension herunder reduceret lysgennemtrængning samt frigivelse af næringssalte og iltforbrugende materiale. Permanente skader i relation til ålegræs kan potentielt forekomme ved gentagende skrabning, der kan lede til ændringer i

sedimentets kornstørrelsesfordeling (Mercaldo-Allen og Goldberg 2011) således, at lette (mudder-) partikler dominerer i de øverste lag og dermed reducerer forankringsevnen for frøspirende planter samt øger risikoen for forøget naturlig resuspension ved vindhændelser. Karakteren og varigheden af sådanne potentielle effekter på sedimentets sammensætning vil afhænge af forstyrrelsens karakter og rekoloniseringen af infauna (Robinson et al. 2005).

Resuspension ved skrabning kan medføre reduceret lysgennemtrængning og dermed påvirke sigtddybden. Sigtdybde er bestemmende for ålegræssets dybdeudbredelse (Olesen, 1996) og skrabning kan dermed på forskellig vis medvirke til lokalt at mindske vandets klarhed og dermed potentielt forringe levevilkårene for både ålegræs og makroalger. Makroalgernes udbredelse og vækst er ligeledes afhængig af mængden af lys, der når bunden. Dermed er sigtdybde en vigtig parameter for udviklingen af al bundvegetation. Muslingeskrab vil generere resuspension af sediment både ved selve skrabningen (Riemann and Hoffman, 1991, Dayton et al. 1995, Dyekjær et al. 1995, Johnson 2002, Morgan & Chuepagdee 2003, Rheault 2008, Mercaldo-Allen og Goldberg 2011) og efterfølgende ved skylning af skrabeposen, hvilket kan reducere sigtddybden. Derudover er der potentiel også risiko for, at det resuspenderede materiale kan sedimentere på makroalgerne, hvilket er vist, at have negative effekter på sukkertang (Lyngby og Mortensen 1996).

Omfanget af resuspension vil imidlertid afhænge af redskabet. Studier af naturligt suspenderet partikulært materiale i Limfjorden har vist, at ved strømhastigheder på 10-15 cm sek⁻¹, hvilket er i den højere ende i Limfjorden, vil det suspenderede materiale bevæge sig langs bunden ca. 600 m i løbet af omkring to timer før det sedimenterer igen. Foreløbige studier udført af Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua har vist, at visse sedimenttyper fra Limfjorden ved resuspension kan forblive i vandsøjlen i op til 3-4 dage og lede til en spredning fra 300 m til 3,3 km. Derudover har foreløbige undersøgelser gennemført af DTU Aqua vist, at en betydende effekt på lysforholdene, som følge af den kontinuerlige fortynding af det resuspenderede materiale, kun vil forekomme i en afstand af ca. 300 m fra skrabeporet. Ved fiskeri i Vejle Fjord er det påbudt at bruge den lette muslingeskraber. Undersøgelser har vist, at denne skraber fanger 50% mindre mudder sammenlignet med hollænderskraberen (Eigaard et al. 2011), hvilket ikke blot betyder betydelig mindre resuspension ved skylning, men sandsynligvis også vil medføre mindre resuspension under skrabningen. Der er dog imidlertid ingen undersøgelser pt., der dokumenterer den præcise betydning af den lette skraber for resuspension.

5.2.3 Langtidseffekter ved muslingefiskeri

Muslingefiskeri har en række forskelligartede langtidseffekter på det omgivende miljø. Som en positiv effekt kan nævnes fjernelse af næringsstoffer fra vandmiljøet. Fjernelse af næringsstoffer vha. muslinger er hovedsageligt bundet til muslingekødets indhold af næringsstoffer, da skallens indhold kun udgør en lille del af det samlede indhold. Alle bidrag bør dog indgå i den samlede næringsstoffjernelse. På baggrund af en række antagelser om vægt af bløddele, deres indhold af næringsstofferne kvælstof (N) og fosfor (P) er det muligt at beregne størrelsesordenen af den fjernelse af næringsstoffer, som bundmuslinger indebærer (Tabel 3).

	N	P
Indholdet i muslingekød (kg)	4,7	0,3
Indholdet i skaller (kg)	1,7	0,1
Total indhold (kg)	6,4	0,4

Tabel 3. Estimeret indhold (kg) af kvælstof (N) og fosfor (P) i 1 ton levende bundmuslinger (modificeret efter Fødevareministeriet, 2004).

Muslingefiskeriet i Vejle Fjord var i 2014 på 121 t muslinger, hvilket vil fjerne 774 kg N hvilket svarer til 1,3% af det kvælstof, der skal reduceres med i yderfjorden i forhold til vandplanerne (se afsnit 3.1). Dertil skal lægges en reduktion på 48 kg P, som ligeledes bliver fjernet fra yderfjorden. I vandplanerne er der ikke opgjort egentlige fosfor reduktionsmål for hvert delområde. Den samlede P-belastning for Vejle yderfjord er senest opgjort til 22,9 t P år⁻¹ (se afsnit 3.1), hvorfor muslingefiskeriet i 2014 har modsvaret 0,2% af P-belastningen til yderfjorden.

Andre langtidseffekter af muslingefiskeri er påvirkningen af bundfaunaen over tid. Der findes kun få danske undersøgelser, der har undersøgt effekterne af muslingeskrab over længere tid (Hoffmann og Dolmer 2000, Dolmer 2002, Anonym 2014). Ifølge Dolmer (2002) viste undersøgelser i Limfjorden af langtidseffekten af et muslingefiskeri på 4 år, en effekt på epifauna vest for Mors, men ikke i Løgstør Bredning. Studiet af Hoffmann og Dolmer (2000) viste heller ikke nogen langtidseffekt af muslingefiskeriet på antallet af epifauna arter sammenlignet med artssammensætningen i et naboområde, der havde været lukket for muslingefiskeri i 9 år.

Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua har foretaget en analyse af udvikling i bundfauna i et område omkring Agerø i Limfjorden, der har været lukket for fiskeri siden 1989 og sammenlignet med naboområder, hvor der i hele perioden har været fisket efter muslinger. Analysen er baseret på et 25-35 årigt datasæt af prøver indsamlet af de regionale miljømyndigheder samt nye prøver taget af Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua i 2011 og 2013. Analysen viste, at artsdiversiteten af bundfaunaen i de undersøgte områder i Limfjorden generelt var lav, men at der ikke var forskel i den relative udvikling i artsdiversitet mellem et fisket og et ikke-fisket område. Da bundtyperne i alle områderne er egnede til hurtig rekolonisering af bunddyr inden for max. 2-5 år, indikerer undersøgelsen, at muslingefiskeri ikke er den væsentligste parameter for diversitet af bundfauna, men at der er andre faktorer som fx eutrofiering, iltsvind, salinitet og dybde, der har større effekt på udviklingen i diversitet og antallet af arter end muslingeskrab (Anonym 2014).

Muslingefiskeriet i Limfjorden er kendetegnet ved hovedsageligt at foregå i mindre koncentrerede "hotspots" områder, hvor der jævnlige fiskes (enten hvert eller hvert andet år), med relativ store landinger til følge. Det er derfor blevet foreslået, at muslingeskrab resulterer i nye forekomster af blåmuslinger. En undersøgelse, hvor skrabeintensiteten i en sæson og positiv vækst i bestandstætheder året efter indikerer, at påstanden er rigtig, men er ikke endeligt bekræftet (Anonym 2014). Dertil kommer, at der er indikationer på, at der i områder, der bliver lukket for fiskeri, sker et fald eller en stagnation i blåmuslingebiomassen efter fiskeriet ophører i området. Dette ses fx i Limfjorden, hvor der siden 1989 har været lukket for fiskeri i området omkring Agerø. Her er der over en 25-årig periode blevet registreret

færre blåmuslinger i det lukkede område end i de tilstødende områder, hvor der fortsat var muslingefiskeri (Anonym 2014). En tilsvarende tendens ses i Vejle Fjord, hvor der har været lukket for fiskeri siden 2007. Ifølge videomoniteringer foretaget i august 2014, om end den ikke er fyldestgørende, så er der kun observeret få og spredte muslingebanker både i inder- og yderfjorden (Fig. 8). Forekomsten af muslingerne var lav i inderfjorden (område 73) og var præget af gamle individer, mens kun få yngre muslinger blev observeret (pers. obs. Stig Wittrup). I yderfjorden (område 72) specielt omkring Prins Fredriks Grund blev der observeret tætte muslingebanker af yngre muslinger (pers. obs. Stig Wittrup). Forekomsten af store muslinger er tegn på, at der ikke sker en naturlig rekruttering af blåmuslinger i området, hvorfor nye muslingebanker eller rekruttering til eksisterende banker ikke forekommer. Dette medfører, at muslingebankerne langsomt forsvinder, når muslingerne dør naturligt. Lignende forhold er observeret i det hollandske Vadehav. Her viser undersøgelser, at naturlige muslingebanker, som ikke fiskes, forsvinder over tid, og efter 7 år er der ingen forskel i blåmuslingebiomassen mellem ikke-fiskede områder og fiskede områder, altså muslingerne er hhv. forsvundet af sig selv eller pga. fiskeri (pers. kom. AC. Smaal, 2014). Effekten af muslingefiskeri i det hollandske Vadehav er derfor mindre end oprindeligt antaget, da muslingefiskeriet forbedrede overlevelsen hos blåmuslinger på lang sigt (Smaal et al. 2014). Der er altså forskellige indikationer på, at muslingeskrab stimulerer og hjælper med til at opretholde muslingebanker i et område, og hvis området lukkes for fiskeri, vil de naturlige muslingebestande langsomt degenerere og nye muslingebanker vil generelt have svært ved at etablere sig. Alle de nævnte undersøgelser er gennemført i eutrofierede områder, altså områder der allerede er under kraftigt antropogent pres.

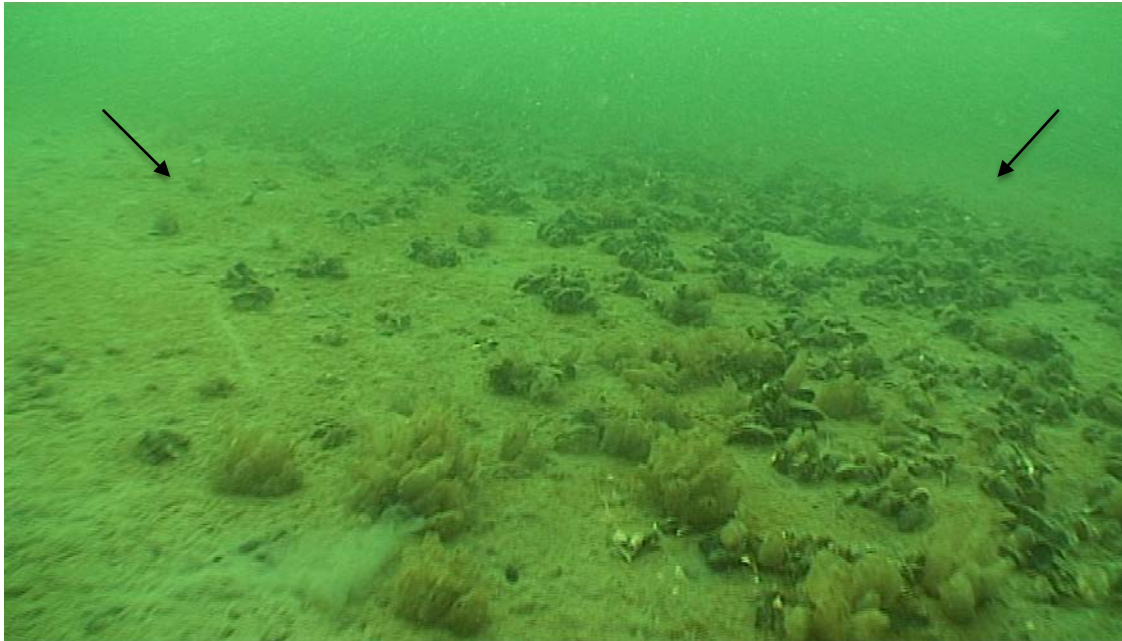
6. Kulturbanker

Betegnelsen kulturbanker dækker over muslingeproduktion på bunden, hvor muslingebanker oprindeligt er etableret af muslingefiskerne selv, typisk ved at flytte muslinger fra et område med dårlige vækstforhold i form af fx iltsvind eller lave fødekonzentrationer til områder med gode vækstforhold. Kulturbanker er en del af regeringens muslingepolitik, hvor der er fokus på udvikling af arealintensive dyrkningsmetoder. Kulturbanker har i en klassisk dansk kontekst været baseret på "genbrug" af undermålsmuslinger fra fiskeriet, med henblik på at blive genfisket, når de når målsstørrelse. I nyere tid er kulturbanker dog som oftest flytning af muslinger til områder med gode vækstforhold, hvor de bliver udlagt i optimale tætheder. Begge former er pt. anvendt praksis i Limfjorden. Derudover kan linemuslinger potentielt bruges som genudlægningsmateriale. Omplantning af muslinger i kulturbanker kan derudover bruges til at etablere helt nye banker, fx i områder, hvor der tidligere har været muslinger. Der findes dog meget sparsom dokumentation for effektiviteten af kulturbanker i danske farvande, og der mangler viden om, hvordan dyrkningspraksis kan optimeres, selvom der pt. foregår studier i et samarbejde mellem Dansk Skaldyrcenter ved DTU Aqua og erhvervet. Det hollandske blåmuslingefiskeri i Vadehavet er derimod i høj grad baseret på kulturbankedyrkning (Smaal, 2002). Hollandske undersøgelser viser en højere muslingebiomassetæthed (kg m^{-2}), samt at muslingerne er større og mere kødfulde på kulturbanker sammenlignet med naturlige banker (Craeymeersch et al. 2013). Derudover er kulturbanker i højere grad "hot spots" for biodiversitet sammenlignet med naturlige muslingebanker (Craeymeersch et al. 2013).

Etableringen af kulturbanker kan desuden være med til at fjerne næringsstoffer fra vandmiljøet samt øge sigtedybden i området omkring kulturbanker, da muslingerne optager næringsstofferne ved at filtrere vandet for mikroalger. Derved sker der en betydelig rensning af vandet for partikulært materiale, hvilket medfører, at sigtedybden i vandet øges og sedimentationen reduceres på basinskala, hvorved udbredelse af bundlevende blomsterplanter, makroalger og bentiske mikroalger potentielt øges. De negative miljøeffekter af kulturbankeproduktion er de samme som ved fiskeri på naturlige muslingebanker (se afsnit 5.2.2), men fordi muslingefiskerne selv udlægger banker kan miljøeffekterne potentielt reduceres ved strategisk placering af banker.

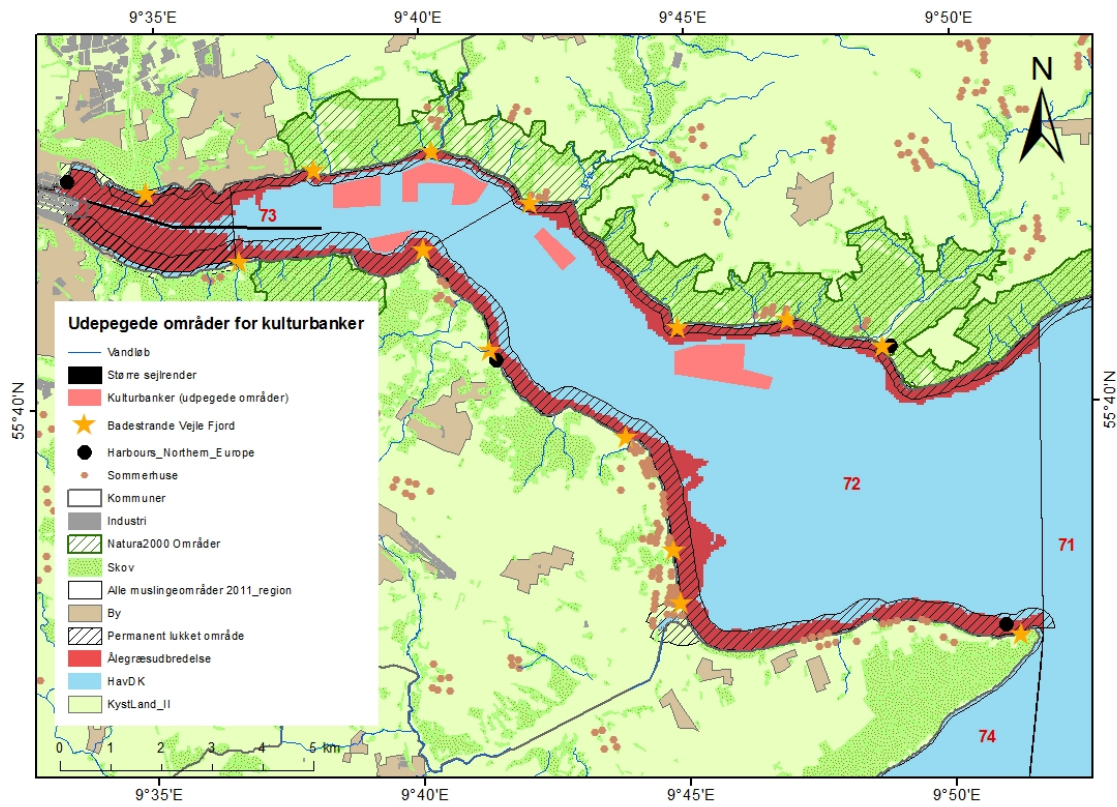
6.1 Egnede områder i Vejle Fjord til kulturbankeproduktion

Tilladelse til at anlægge muslingekulturbanker gives af NaturErhvervstyrelsen, og heri angives, hvilke områder, der må anvendes til udlægning af kulturbanker samt mængden, der må udlægges og hvilken "type" blåmuslinger (fx genudlægning af undermåls muslinger, omplantning eller linemuslinger), der skal udlægges på kulturbanken. Muslingerne udlægges i bånd af nogle meters bredde, og med åbne områder imellem båndene (Fig. 13). Udbredelsen af kulturbanken afhænger af udlægningstætheden samt mængden af muslinger til rådighed, dog altid indenfor det område, NaturErhvervstyrelsen har givet tilladelse til. I Vejle Fjord findes der kun spredte forekomster af naturlige muslingebanker (Fig. 8), og specielt i inderfjorden er muslingerne kendetegnet ved at være gamle og med ringe rekruttering.



Figur 13. Kulturbanker i Venø bugt, Limfjorden. Muslingerne er udlagt, så de ligger i lige bånd af 2-3 meters bredde. Imellem båndene er der områder uden muslinger (markeret med sorte pile) på 10-20 m bredde (Foto: Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua).

Eventuel etablering af kulturbanker i Vejle Fjord vil derfor være en mulighed for at øge muslingeproduktionen i området samt være en potentiel spredningskilde til etablering af naturlige muslingebanker i fjorden. Derudover vil kulturbanker være med til at fjerne næringsstoffer, når de høstes samt forbedre sigtedybden i området. Dansk Skaldyrcenter, DTU Aquas udpegning af egnede områder til kulturbankedyrkning i Vejle Fjord (Fig. 14) er baseret på viden om, hvor der tidligere har været muslinger, hensyntagen til de indsamlede interessenters ønsker samt at etablere kulturbanker i umiddelbar nærhed af naturlige forekomster af muslinger. Områderne er generelt kendetegnet ved at være på vandybder > 5 m og 7 m for hhv. inder- og yderfjord, minimumsafstand på > 200 m til kystlinjen samt 300 m fra offentlige badestrande.

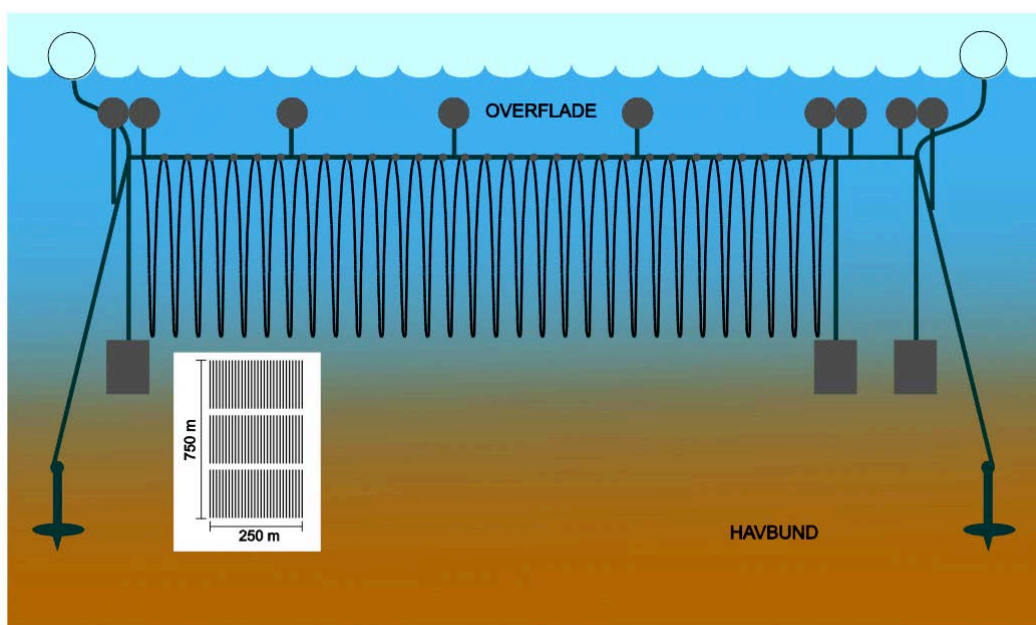


Figur 14. Udpegede arealer egnet til kulturbanker i hhv. Vejle inder- og yderfjord.

7. Lineopdræt af muslinger

Linemuslinger, opdrættede muslinger eller dyrkede muslinger, alle betegnelserne dækker over det samme, nemlig at muslingerne er blevet opdrættet i stedet for at blive fisket. Det overordnede princip i opdræt af blåmuslinger i vandsøjlen er at have et substrat hængende i vandet, hvorpå muslingelarver kan fæstne sig. Dette substrat kan fx være liner, bændler eller net, som er ophængt fra langliner, flydende rør eller platforme. Den efterfølgende vækst til høstmoden størrelse kan foregå på yngelfang, eller der kan være en eller flere mellemliggende håndteringer af muslingerne. De principielle forskelle mellem de mange former for opdræt i vandsøjlen er, hvorvidt anlæggene er overfladebaserede eller undersænkede, og om der foretages en mellemhåndtering af muslingerne. Mellemhåndtering består i, at muslingerne størrelsessorteres og overføres fra yngelfang til out-grow materialer, som muslingestrømper, hvilket øger kvaliteten af muslingerne, hvorfor det er forbundet med opdræt af muslinger til fersk konsum. Opdræt af linemuslinger i Danmark er relativt nyt og tog sine første spæde skridt omkring årtusindskiftet og er hovedsageligt lokaliseret i Limfjorden. Den gennemsnitlige produktion af linemuslinger har indenfor de sidste fem år ligget på 1.500 t år^{-1} (NaturErhvervstyrelsen, 2014b). Den gennemsnitlige årlige produktion af linemuslinger udgør pt. 4-5% af den samlede mængde blåmuslinger landet ved fiskeri.

Et klassisk opdrætsanlæg (Fig. 15) er opbygget ved, at der mellem to ankre med en indbyrdes afstand på ca. 250 m udspændes en langline. Langlinen løftes op i vandsøjlen af bøjler placeret i enderne samt med jævne intervaller i linens udstrækning. Ligeledes placeres et antal vægklodser med jævne intervaller for at holde linen udspændt og nedsænket i ensartet dybde. På et standardanlæg på $250 \times 750 \text{ m}$ (18,8 ha) kan der udlægges 90 langliner af hver ca. 200 m fordelt på tre sektioner.

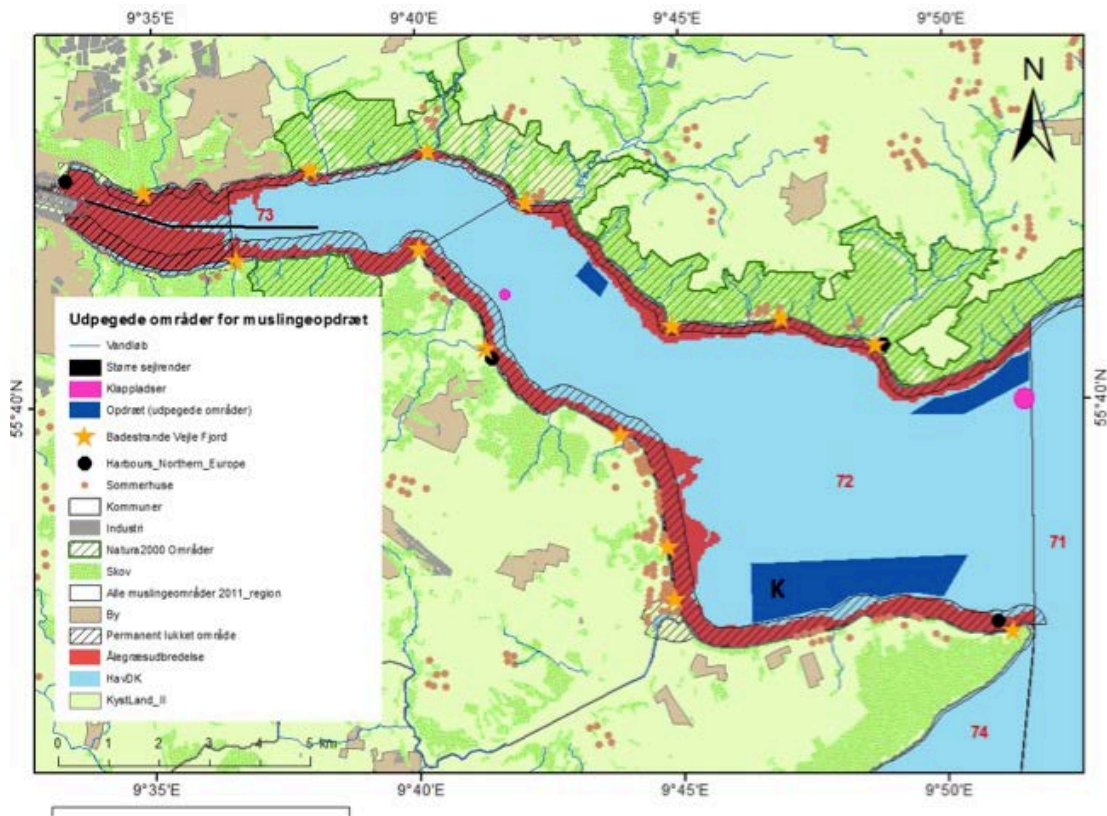


Figur 15. Skematisk fremstilling af klassisk muslingeopdrætsanlæg.

Fra hver langline hænger der yngelfang i kontinuerlige guirlander med en afstand på 40-60 cm mellem hver fold. Hver guirlande er typisk to-tre m, men kan i princippet være længere afhængig af blandt andet vanddybden og de lokale føde- og iltforhold. Ved at justere antallet af bøjler på langlinerne sikres, at langlinen er placeret rigtigt i vandsøjlen i hele vækstperioden, så muslingerne på den ene side er fri af bunden og bøjerne på den anden side ligger lige under vandspejlet, så de ikke bliver fanget i evt. is om vinteren.

Alternative anlæg, som fx bruges i forbindelse med havbrug i Horsens Fjord og Storebælt, kan være Smartfarm™ eller Easyfarm®, som består af op til 120 m lange rør forankret i hver sin ende med skrueankre. På rørene bindes i hele rørets længde net med variabel maskestørrelse og med en højde på tre m. Nettene fungerer som yngelfang, og der bruges specielt udviklede maskiner til høst. På et anlæg kan der være 40-60 rør. Opdrætsanlægget er overfladebaseret, men kan undersænkes ved påfyldning af vand. Denne proces er dog endnu ikke kontrollerbar, og derfor kan man endnu ikke undersænke den slags anlæg kontrolleret, og derved sikre muslingeproduktionen i isvintre.

Ligesom for fiskeri efter muslinger, gives tilladelsen til etablering af muslingeopdrætsanlæg af NaturErhvervstyrelsen. Tilladelsen gælder i 10 år og ved tilladelse til placering af anlæg lægges der vægt på, at den er hensigtsmæssig i forhold til andre aktiviteter og forhold i området, samt at der ikke forefindes forhold fx udledning af spildevand, der kan have negative effekter på muslingeproduktionen. Derudover må placeringen af muslingeopdrætsanlægget ikke have en negativ effekt på ålegræssets dybdeudbredelse. Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua vil derfor anbefale, at der som hovedregel ikke anlægges muslingeopdrætsanlæg på vanddybder <5 m i Vejle inderfjord og <6 m i yderfjorden, medmindre der er foretaget en meget grundig kortlægning af ålegræssets udbredelse i det omkringliggende område, hvor der søges om tilladelse til muslingeopdræt. Ud fra interessenttilkendegivelserne (afsnit 2) og ovenstående anbefalinger i forhold til udbredelsen af ålegræs vil muslingeopdrætsanlæg potentielt kunne placeres i både inder- og yderfjorden. Imidlertid har vi valgt at sætte en minimums afstand på 1,5 km fra muslingeopdrætsanlæg til nærmeste offentlig badestrand for at imødegå eventuelle problemer med visuelle forstyrrelser i nærheden af badestrande. En minimums grænse på 1,5 km fra muslingeopdrætsanlæg til offentlige badestrande betyder imidlertid, at der ikke længere findes områder i inderfjorden, som ikke er underlagt minimum et af ovenstående kriterier. Der er derfor ikke udpeget området til muslingeopdræt i inderfjorden (Fig. 16).



Figur 16. Udpegede arealer egnet til muslingeopdræt i yderfjorden. Området markeret med K er særligt velegnet til kompensationsopdræt.

7.1 Muslingekompensationsopdræt

Princippet i muslingekompensationsopdræt er, at opløste næringsstoffer udledt til det marine vandmiljø bliver bundet i hurtigt voksende mikroalger, som bliver filtreret af muslingerne. I takt med, at muslingerne vokser, bliver der indbygget næringsstoffer i muslingernes væv mm. som herefter bliver fjernet fra vandmiljøet ved at høste muslingerne. Kompensationsopdræt af muslinger dyrkes på samme måde som linemuslinger til konsum, men har fokus på en arealintensiv (biomasse pr. areal) og kosteffektiv (kr. pr. kg N eller P) produktion. Derfor er mellemhåndtering af muslingerne i løbet af sæsonen ikke hensigtsmæssig, da dette er en arbejdskrævende og fordyrende proces, som ikke i sig selv øger biomassen. Udover direkte fjernelse af næringsstoffer ved høst af muslingerne, kan kompensationsopdræt af muslinger også være med til at forbedre lysgennemtrængningen i vandsøjlen (se nedenfor), da muslingerne gennem filtrering fjerner partikler, som gør vandet uklart.

7.1.1 Fjernelse af kvælstof og fosfor ved hjælp af muslingekompensationsopdræt

Muslingeopdræt vil ligesom muslingefiskeri være med til at fjerne næringsstoffer fra vandmiljøet i det øjeblik muslingerne høstes. Principperne bag dyrkning af blåmuslinger til fjernelse af næringsstoffer fra vandmiljøet er tidligere blevet vurderet både nationalt (Bråten et al. 2002, Møhlenberg 2007, 2008, Petersen et al. 2010) og internationalt (Haamer 1996, Edebo et al. 2000, Lindahl et al. 2005, Stybel et al. 2009, Carmichael et al. 2012). Fælles for

de omtalte studier er, at de er baseret på teoretiske modelstudier og/eller pilotforsøg. Der er til vores kendskab på nuværende tidspunkt kun gennemført ét fuldskalaforsøg med kompensationsopdræt af muslinger. Forsøget er gennemført i Danmark og i regi af et forskningsprojekt under Det Strategiske Forskningsråd. Derudover har både Hjarnø Havbrug A/S og Musholm Lax A/S igangsat muslingekompensationsopdræt associeret med fiskeopdræt, men der foreligger endnu ikke offentligt tilgængelig data om effektivitet og omkostninger. Fuldskalaforsøget med kompensationsopdræt havde til henblik at vurdere og optimere fjernelsespotentialet og omkostningseffektiviteten på et standard opdrætsanlæg (18,8 ha) i Skive Fjord. Resultaterne er dokumenteret i Petersen et al. (2014) og viste, at den maksimale muslingebiomasse for tre forskellige høst-tidpunkter (december 2010, marts 2011 og maj 2011) var 700-1100 t (våd vægt). Indholdet af kvælstof (N) og fosfor (P) varierede mellem kød, skal og byssus (muslingernes fasthæftningsmateriale), og bidrag fra alle tre komponenter skal medregnes i den samlede mængde kvælstof og fosfor der fjernes på høsttidspunktet (Tabel 4).

	Meat		Shells		Byssus		Total	
	N	P	N	P	N	P	N	P
December 2010	7	0.5	2.6	0.01	1.3	0.01	11	0.5
March 2011	6	0.5	2.5	0.01	1.8	0.01	10.5	0.5
May 2011	9	0.7	4	0.02	3	0.02	16	0.7

Tabel 4. Estimeret mængde (tons) nitrogen (N) og fosfor (P) indbygget i hhv. kød, skal og byssus på tre forskellige høsttidspunkter (december 2010, marts 2011 og maj 2011). Fra Petersen et al. 2014.

I studiet fra Skive Fjord var det gennemsnitlige N-indhold målt i tørvægt for kød, byssus og skaller relativt konstant over året (Petersen et al. 2014), men lå lidt under, hvad der tidligere er blevet rapporteret i andre nationale og internationale studier (se fx Smaal & Vonck 1997, Fødevareministeriet 2004, Jansen et al. 2012), mens P-indholdet stemte overens med andre studier (se fx Smaal & Vonck 1997, Fødevareministeriet 2004, Jansen et al. 2012). Den største mængde N og P fjernet, blev opnået i maj og var hhv. 16 t og 0,7 t (Tabel 4) ved en muslingebiomasse på 1100 t (vådvægt). Fødeforholdene i anlægget viste imidlertid, at bærekapaciteten ikke var nået, hvorfor der kunne have været produceret en større biomasse ved optimering af anlægget med fx tættere afstand mellem langlinerne (Nielsen 2014), hvilket vil øge næringsstoffjernelsen.

7.1.2 *Potentialet for muslingekompensationsopdræt i Vejle Fjord*

Vejle Fjord er tidligere blevet klassificeret som værende egnet til kompensationsopdræt af muslinger (Petersen et al. 2013b). Klassifikationen baserer sig på både fysiske og biologiske parametre, som anses for at være af størst betydning for muslingeproduktionen og dermed potentialet for næringsstoffjernelse. De valgte parametre er vanddybde (≥ 5 m), fødebetingelser i form af koncentration af mikroalger (≥ 3 μg klorofyl l^{-1}), saltholdighed (≥ 10 PSU), forekomst af edderfugle (< 10 individer km^{-2}) og rekrutteringsgrundlag for muslingelarver (tilstedeværelse af blåmuslinger).

Ifølge Vandplanen er N-reduktionskravene sat til 65 og 60 t N år⁻¹ for hhv. inder- og yderfjorden (se afsnit 3.1). Hvis reduktionskravene skulle dækkes 100% ved muslingekompressionsopdræt vil det kræve fire anlæg af 18,8 ha i inderfjorden og fire anlæg i yderfjorden, hvilket svarer til 76 ha i både inder- og yderfjorden, hvis N-fjernelsepotentialet var 16 t N per anlæg som for Skive Fjord (Tabel 4). Dette svarer til, at 5,6% af område 73 (inderfjorden) afsættes til muslingekompressionsopdræt, mens det for område 72 er 1,4%. Hvis der anlægges fire kompensationsopdrætsanlæg i både inder- og yderfjord, vil der således også blive fjernet 2,8 t P år⁻¹ i inder- såvel som yderfjorden. Dette svarer til 8,9% og 12,2% af den samlede årlige fosfor-belastning til hhv. inder- og yderfjorden. Anlæggelse af kompensationsopdræt i Inderfjorden vil imidlertid betyde, at disse skal anlægges indenfor en afstand på mindre end 1,5 km fra offentlig badestrand.

Det reelle næringsstoffjernelsepotentiale i Vejle Fjord vil naturligvis afhænge af muslingernes væksthastighed, som den aktuelle fødekonzentration giver mulighed for. Ved fødekonzentrationer over 6 µg Chl. a l⁻¹ er det vist, at vækstpotentialet hos blåmuslinger stort set er mættet (Riisgård et al. 2013). Ligeledes vil kombinationen af lokale strømforhold og konfiguration af opdrætsanlægget kunne lede til udtømning af fødekonzentrationen inde i anlægget (se fx Petersen et al. 2008), hvilket ved tilstrækkelig høj grad af udtømning kan resultere i reduceret muslingevækst i visse områder af et anlæg. Ligeledes kan prædation fra fx edderfugle og søstjerner resultere i et lavere udbytte og dermed en reduceret N-fjernelse. Med en kombination af testliner og modelberegninger er det muligt at reducere usikkerheden på det forudbestemte estimat af N-fjernelsepotentiale for Vejle Fjord, men under alle omstændigheder bør den endelige N- og P-fjernelse basere sig på konkrete målinger af høstudbyttet og næringsstofindholdet i muslingerne. Eventuel muslingekompressionsopdrætsanlæg vil kunne placeres i de samme områder, hvor opdræt af konsum muslinger kan foregå (Fig. 16). Størst effekt ved opdræt af kompensationsmuslinger vil være i området ved Bøgeskov, hvor spildevand ledes ud via Spang Å (område K på Fig. 16), hvorfor det formodes, at fødekonzentrationerne er høj.

7.2 Miljøeffekter ved muslingeopdræt

I forbindelse med opdræt (både kompensations- og til konsum) af muslinger vil der forekomme andre afledte effekter på havmiljøet. En omfattende sammenfatning af påvirkningen fra opdræt af en bred vifte af muslingearter og lande har vist, at ud af 62 økosystemer fordelt over meget forskellige områder er der i fire økosystemer (7%) fundet vedvarende signifikante påvirkninger fra store, intensive anlæg til opdræt af muslinger. I de resterende 93% har der været enten ubetydelige eller kun lokale, under anlæggene, bivirkninger forårsaget af opdræt af muslinger (Burkholder & Shumway 2011). Effekter af opdræt af muslinger på det omgivende miljø er stedspecifikke og især afhængig af hydrografien (vandudskiftningen) samt tætheden af muslinger i opdrætsanlægget, hvilket bl.a. afspejler sig i, at de områder, hvor der er rapporteret om vedvarende signifikante påvirkninger på økosystemniveau, er kendetegnet ved dårlig vandudskiftning og høj tæthed af muslingekulturer (Burkholder & Shumway 2011). Miljøpåvirkninger for et givent område kan være minimal, middel eller kraftig, afhængigt af en række faktorer som fx baggrundssedimentation, sedimentsammensætning og porøsitet, hydrografiske forhold, dybde, vandudskiftning og muslingedensitet i opdrætsanlægget. Det er derfor vanskeligt at beskrive generelle miljøeffekter af muslingeopdræt for et givent område, da disse afhænger

af de fysiske og biologiske forhold som kendetegner området. Overordnet set kan det konkluderes, at virkningerne af muslingeopdræt på det omgivende miljø er stedspecifik (Chamberlain et al. 2001) og at miljøkonsekvenserne hovedsagelig er lokaliseret til området omkring anlægget (Burkholder og Shumway 2011 og referencer heri). I nedenstående gennemgås nogle af de dokumenterede miljøeffekter, som kan forekomme ved muslingeopdræt.

7.2.1 Sedimentation under og omkring muslingeopdræt

Sedimentationen af muslingefækalier påvirker hovedsageligt området under og i umiddelbar nærhed af et opdrætsanlæg og kan potentielt påvirke de biogeokemiske stofkredsløb (Carlsson et al. 2009, 2010, 2012, Holmer et al. 2014). Ved fortrinsvis at anvende undersøgelser fra Skandinavien og under antagelse af naturligt forekommende fødekonzentrationer varierer absorptionseffektivitet mellem 50-80% (Kjørboe et al. 1980, Riisgård & Randløv 1981, Loo 1992) og med en middel effektivitet på 65%. Det betyder, at 35% af den indtagne føde bliver udskilt som fækalier, som vil sedimentere til bunden. Forholdsvis høje faldhastigheder af fækalierne (Callier et al. 2006, Carlson et al. 2010) medfører, at sedimentationen oftest er direkte under eller i umiddelbart nærhed (< 50 m) af muslingeopdrætsanlægget (Hartstein & Stevens 2005, Callier et al. 2006). Sedimentationen afhænger imidlertid af vanddybde og strømhastighed i området.

Den forøgede sedimentation under et muslingeopdrætsanlæg, og dermed organisk berigelse af sedimentet under anlægget, vil potentielt kunne påvirke sedimentet i form af øget remineraliseringshastigheder, øget denitrifikation, lokalt øget iltforbrug samt ændringer i sedimentets kemiske sammensætning (Christensen et al. 2003, Carlsson et al. 2009, 2012, Nizzoli et al. 2011). Effekter af den relativt forøgede sedimentation under anlægget vil imidlertid afhænge af en række faktorer, fx strømhastighed/eksponering, eutrofieringsgrad, redox-forhold og baggrundssedimentation, som vil influere på, om der kan detekteres negative miljøeffekter under et muslingeopdræt og størrelsen af disse. Studier fra et meget eutrofieret område som Skive Fjord viser, at høje niveauer af baggrundssedimentation medfører, at de miljømæssige konsekvenser ved muslingeopdræt er begrænsede (Holmer et al. 2014). Andre studier har beskrevet betydelige lokale effekter på det underliggende område og/eller et begrænset område omkring opdrætsanlæggene (Se tabel 7.1 og 7.3 i Burkholder & Shumway 2011). Der eksisterer meget få målinger af baggrundssedimentation i danske farvande. Det kan imidlertid antages, at koncentrationen af mikroalger i et givent område vil kunne bruges som proxy for sedimentationen.

7.2.2 Regenerering af næringsstoffer i vandsøjlen

Muslinger filtrerer vandet for klorofyl, og partikulært organisk stof, mens de til gengæld ekskretorer ammonium, orthofosfat, og silikat (Dame et al. 1991, Prins & Smaal 1994). Da ammonium er en let tilgængelig kvælstofkilde for mikroalgerne og ofte er begrænsende for deres vækst, kan muslingernes ekskretion i sig selv være stimulerende for mikroalgernes vækst (Jansen et al. 2011, Stadmark & Conley 2011). Regenerering af næringsstoffer i vandsøjlen forårsages enten ved direkte udskillelse af opløste næringsstoffer fra muslingerne (Holmer et al. 2014, van Broekhoven et al. 2014) eller fra nedbrydning af organisk materiale associeret til muslingerne (Jansen et al. 2011, Nizzoli et al. 2011). Det er således dokumenteret, at intensiv opdræt af muslinger kan påvirke næringsstoffsammensætningen i

det lokale miljø negativt via regenerering af næringsssalte i vandsøjlen. Det er derfor blevet foreslået, at muslingeopdræt kan øge næringsstoffilgængeligheden i et område bl.a. som følge af regenereringen af næringsssalte (Baudinet et al. 1990, Stadmark & Conley 2011). Det er imidlertid vigtigt at understrege, at på trods af både regenerering af næringsstoffer i vandet og nedbrydning af fækalier i vandsøjlen og på bunden, frigives der ikke flere næringsstoffer end der ville være blevet, hvis mikroalgerne havde sedimenteret og efterfølgende var blevet nedbrudt direkte uden at have passeret igennem muslingerne (Newell 2004, Petersen et al. 2012).

7.2.3 Sigtedybde effekter forbundet med muslingeopdræt

Ud over at fjerne næringsstoffer fra vandmiljøet, når de høstes, har muslingeopdræt yderligere en effekt, da vandets klarhed (sigtedybden) forbedres (Stybel et al. 2009), og dermed potentielt kan fremme udbredelsen af ålegræs og makroalger. Muslinger filtrerer ca. $9 \text{ l gr}^{-1} \text{ time}^{-1}$ (fx Petersen et al. 2004), hvilket bliver til ca. $0,4 \text{ km}^3$ i løbet af en måned for et anlæg med 1100 t muslinger, men varierer alt efter muslingernes størrelse, vandets temperatur og vandudskiftningen i og omkring anlægget. Filtrationskapaciteten har derfor betydning for vandets klarhed og kan potentielt have stor betydning for lysforholdene på bassinskala (Petersen et al. 2010). Modelberegninger af bl.a. sigtedybden i Kiel Fjord har vist, at sigtedybden over længere perioder øges, og øgning i sigtedybden ikke kun begrænser sig til selve muslingeopdrætsanlægget. Derudover viser modelberegningerne, at sigtedybden i de omkringliggende områder øges med stigende muslingebiomasse i anlægget (Schröder et al. 2014). Alt efter placeringen af muslingeopdrætsanlægget vil en øgning i sigtedybden potentielt kunne strække sig ind til kystlinjen og dermed vil selv en lille forbedring i sigtedybden kunne øge den potentielle dybdegrænse af ålegræs og makroalger (Schröder et al. 2014). Samme forhold er også observeret under danske forhold, hvor modelscenarier har vist sigtedybdeforbedringer i et område som er op til 14 gange større end muslingeopdrætsanlægget og pga. opdrætsanlæggets placering strækker sigtedybdeforbedringen sig helt ind til kystlinjen (pers. kom. K. Timmerman, senior forsker, Århus Universitet).

7.2.4 Fødefordeling mellem bund- og linemuslinger

I et givent område er der en vis mængde føde til rådighed for de forskellige organismer som fx muslinger, søpunge, eller børsteorme, som lever af mikroalgerne. I det tilfælde, at filtrationskapaciteten i området stiger, fx pga. linemuslinger, vil det betyde øget konkurrence om føden, som kan betyde, at områdets bærekapacitet overskrides og dermed forringes vækstbetingelsen for organismene i området. Muslinger er fastsiddende organismer, som derfor er afhængige af, at der sker en konstant tilførsel af føde. Som følge af aftagende strømhastighed mod bunden og lavere koncentrationer af mikroalger i de nederste dele af vandsøjlen, hvor lyset er begrænsende for væksten, er fødekonzentrationerne på bunden generelt lavere end i vandsøjlen. Muslinger opdrættet i vandsøjlen vil derfor generelt set have en konkurrencefordel ift. bundmuslinger. Sammenholdt med, at naturligt forekommende muslinger lever i tætte banker på bunden, hvor risikoen for re-filtrering af vand filtreret af andre muslinger er stor, har bundmuslinger generelt set lavere væksthastigheder sammenlignet med opdrættede muslinger (Maar et al. 2010). Tilførsel af føde til bundmuslingerne er primært drevet af opblandingen enten genereret af strøm eller bølger. I danske farvande, der generelt er karakteriseret ved små tidevandsforskelle og lave

strømhastigheder, er tilførslen af føde til bundmuslinger i en vis udstrækning drevet af bølgegenereret nedbrydning af vandets lagdeling (fx Petersen et al. 2013a). Den ofte forekommende lagdeling af vandsøjlen i danske farvande betyder imidlertid også, at muslinger på bunden og muslinger i vandsøjlen generelt fødesøger på forskellige vandmasser og en direkte konkurrence om føden forekommer derfor generelt set ikke mellem bundmuslinger og opdrættede muslinger. Til gengæld vil der under opblandede forhold potentielt kunne opstå konkurrence mellem bund- og linemuslinger om føden. Effekter på vækst hos bundmuslinger eller andre filtrerende, bentiske invertebrater kræver imidlertid, at områdets samlede bæreevne er overskredet.

Koncentrationen af mikroalger i Vejle Fjord er generelt høj ($> 3 \mu\text{g Chl a l}^{-1}$) (Petersen et al. 2013b), hvorfor en eventuel begrænsning af muslingernes fødeindtag (både bund- og linemuslinger) i disse områder skyldes manglende tilførsel af ny føde fx som følge af lave strømhastigheder. En eventuel konkurrence om føden mellem bund- og linemuslinger i Vejle Fjord, hvor fødekonzentration er høj og strømhastigheden lav, vil derfor være af minimal betydning set i forhold til bundmuslingernes generelle fødebegrænsning forårsaget af manglende fødetilførsel.

7.2.5 Ændringer i algesamfundet

Muslingers filtration kan påvirke strukturen af algesamfundet, fordi de selektivt frafiltrerer partikler herunder mikroalger, der er større end $4 \mu\text{m}$. Dette kan potentielt medføre favorisering af små, hurtigt voksende arter (picoalger). Undersøgelser foretaget i laboratoriet og i felten har vist, at muslingerne ikke alene reducerer den totale mængde af alger, men også påvirker sammensætning af alger således, at fraktionen af picoalger stiger (Riemann et al. 1988, Olsson et al. 1992, Noren et al. 1999, Cranford et al. 2008, Petersen et al. 2008). Hvorvidt disse ændringer er detekterbare i et større geografiske område udenfor anlæggene vides pt. ikke. Ligeledes vides det heller ikke, hvilken betydning årstidsvariationer i algesamfundene og mellem områder har for en eventuel effekt forårsaget af lineopdræt. Eventuelle effekter på algesamfundet forårsaget af muslingeopdræt vil derfor være stedspecifikke og bl.a. afhænge af størrelsen af muslingeproduktionen, vandområdets størrelse samt vandudskiftningen i området.

7.2.6 Andre effekter ved muslingeopdræt

Muslingeopdrætsanlæg er baseret på systemer, som alle er synlige i vandoverfladen (Fig. 17), hvorfor de kan opfattes som visuel forurening i området.

På den anden side vil muslingeopdrætsanlæggene kunne øge den lokale biodiversitet, idet muslingelinjerne danner en 3D-revstruktur i vandet, som kan udgøre levesteder for smådyr og pelagiske fisk. Dette kan fx også udnyttes til rekreative formål som snorkling, dykning, undervandsjagt, kajakroning eller formidlingsture.



Figur 17. Billede af et muslingeopdrætsanlæg med overfladebaseret bøjer (Foto: Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua).

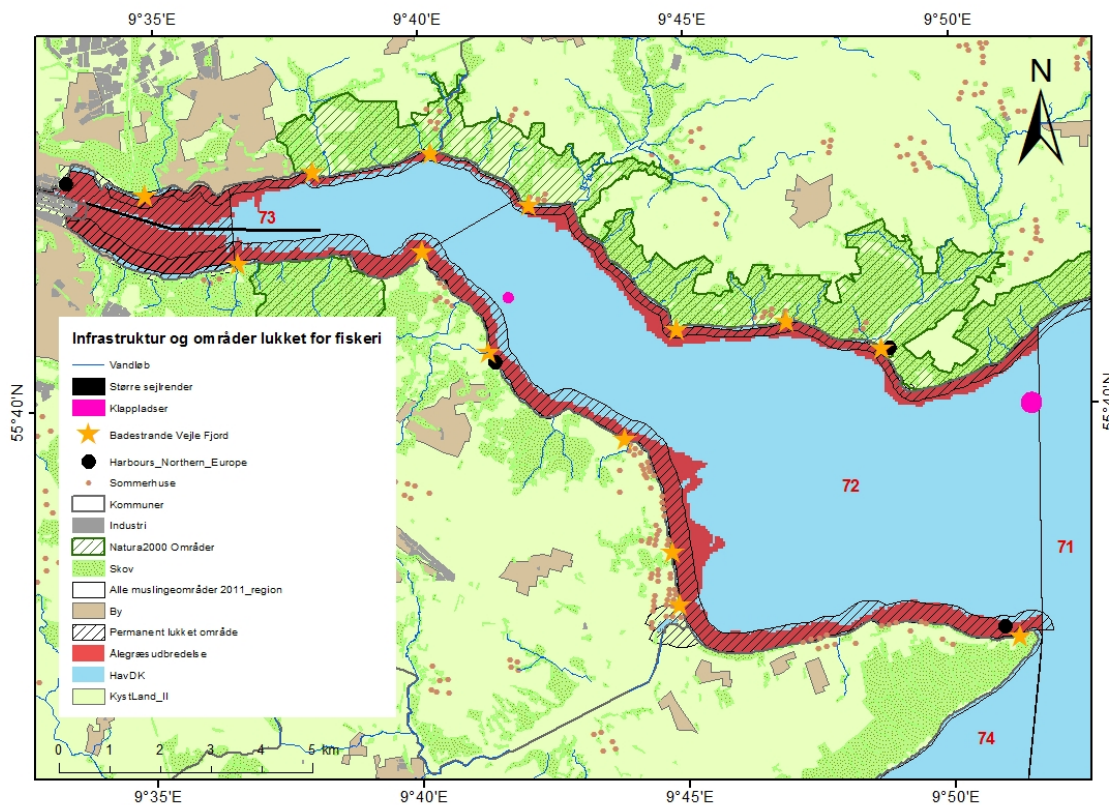
8. Sammenfatning

Udpegningen af egnede områder til de forskellige muslingeproduktionsformer i Vejle inder- og yderfjord er influeret af forskellene mellem de to områder i forhold til biologiske og fysiske forhold, infrastruktur, fritidsaktiviteter og forvaltningsmæssige aspekter. Fælles for alle muslingeproduktionsformerne er, at når muslingerne fjernes fra vandet, fjernes der også næringsstoffer fra vandmiljøet. Hvor store mængder næringsstoffer, der fjernes, varierer mellem produktionsformerne ligesom andre afledte miljøeffekter afhænger af produktionsformen.

8.1 Forholdene i Vejle inderfjord

På grund af den generelt højere næringsstofbelastning i inderfjorden, og deraf højere koncentrationer af mikroalger, er de biologiske forhold for muslingeproduktion som udgangspunkt bedre i inder- end i yderfjorden. Det betyder, at muslingerne uanset produktionsform må forventes at have en hurtigere og større vækst i inderfjorden sammenlignet med yderfjorden, hvorfor området er mere interessant for muslingeerhvervene. Ligeledes vil effekten af muslinge kompensationsopdræt være større i inderfjorden sammenholdt med yderfjorden, og dermed have større effekt i forhold til vandplanernes miljømål.

De fysiske og forvaltningsmæssige begrænsninger for muslingeproduktion i inderfjorden skyldes primært ålegræssets dybdeudbredelse, der udelukker den inderste del af inderfjorden for alle typer af muslingeproduktion (Fig. 18). Derudover udgør sejltrenden en fysisk foranstaltning, som er begrænsende for muslingeproduktionen i den indre del af inderfjorden. Arealer anvendt til fritidsinteresser ligger hovedsageligt indenfor ålegræssets dybdeudbredelse samt i generelle forbuds zoner for muslingefiskeri, hvorfor arealmæssige konflikter, i princippet burde være minimal. Der kan dog forekomme arealkonflikter, hvis arealet, som Neptun Sejlklub anvender til stævner, anvendes til muslingeopdræt.



Figur 18. Kortlagte områder med forbudsområder for muslingefiskeri samt ålegræssets dybdeudbredelse, som Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua anbefaler friholdes for muslingproduktion.

Uafhængig af hvilken muslingeproduktionsform, der eventuelt vil blive etableret i Vejle inderfjord, så er intensiteten af fritidsaktiviteter i inderfjorden relativ høj (alle adspurgte interessenter har tilkendegivet tilstedeværelse), dertil skal lægges, at området er præget af boligområder, rekreative formål og naturbeskyttelsesområder, hvorfor det må forventes, at etablering af muslingeproduktion i inderfjorden vil kunne skabe generelle interessekonflikter mellem muslingerhvervene og fjordens brugere. Tillades produktion i inderfjorden, kan det for at undgå konflikter derfor anbefales, at der er et højt informationsniveau til brugerne af Vejle inderfjord omkring de forskellige forhold ved og bevæggrunde for (fx regulering, og miljøeffekter) etablering af forskellige muslingeproduktionsformer. Indsamling af information om brug af fjorden og interessetilkendegivelser fra de forskellige brugergrupper har således vist, at vidensgrundlaget omkring muslingeproduktion er meget variabelt, og at der er opstået en del misforståelser.

8.2 Forholdene i Vejle yderfjord

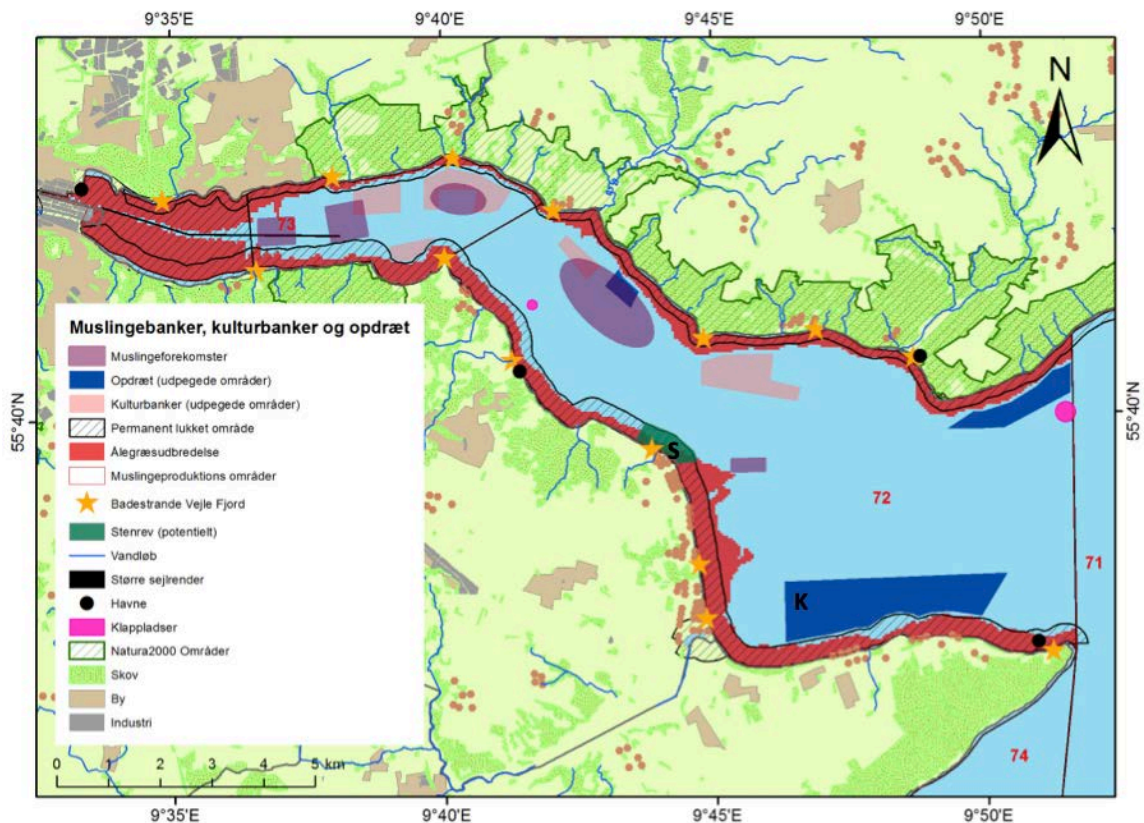
I Vejle yderfjord byder de fysiske forhold både på muligheder og udfordringer i forhold til muslingeproduktion. Næringsstofkoncentrationen i yderfjorden er mindre end i inderfjorden, hvorfor koncentrationen af mikroalger generelt er mindre end inderfjorden. Til gengæld vil en højere grad af vandudskiftning kunne forbedre fødeforholdene for muslingerne. Derudover er yderfjorden også vejræssigt mere udsat, ligesom dele af området ikke egner sig til muslingeproduktion pga. for store vanddybder.

I yderfjorden er der ikke ligeså mange aktiviteter og andre hindringer for muslingeproduktion som i inderfjorden (Fig. 18). De fysiske og forvaltningsmæssige begrænsninger består af to klappladser, en sejladshindring og ålegræssets dybdeudbredelse. Arealkonflikter med fritidsaktiviteter er primært ift. sejlads og lystfiskeri, som foregår i hele fjorden, da roklubbens interesseområder ligger indenfor ålegræssets dybdeudbredelse. Yderfjorden omfatter et stort geografisk område, hvor det smalleste tværsnit er omkring 2,2 kilometer, hvorfor egentlige konflikter mellem fritidsfartøjer og de forskellige muslingeproduktionsformer må forventes at kunne undgås. Et potentielt område, hvor der kan opstå konflikt er omkring Prins Frederiks Grund, som Vejle Amatørfiskerforening ønsker friholdt for muslingeproduktion, da den faste bund egner sig til deres fiskeri. Derudover har Vejle Kommune udpeget et område (område S i Fig. 19), hvor der fremadrettet kunne etableres stenrev, men pt. er der ingen konkrete beslutninger om en sådan etablering.

Områderne langs Vejle yderfjord er mod syd præget af områder med sommerhuse og rekreative formål, mens områderne mod nord er Natura 2000 område. Ud fra de tidligere erfaringer fra Vejle Kommune med muslingeproduktion i inderfjorden, må det forventes, at der vil være mest modstand mod muslingeproduktionen på sydsiden, da både muslingefiskeri og opdrætsanlæg eventuelt vil blive opfattet som visuel forurening af nogle af husejerne og brugerne af de rekreative områder. På nordsiden langs Natura 2000 området er der mindre bebyggelse og dermed potentiel mindre lokal modstand mod muslingeproduktion fra beboere. Det må desuden antages, at Natura 2000 området i høj grad bliver brugt til rekreative formål, og derfor kan muslingeproduktionen langs den nordlige del af yderfjorden møde modstand fra brugerne af området.

8.3 Muslingefiskeri

Muslingefiskeri i Vejle inderfjord har tidligere mødt stor modstand fra borgerne i Vejle Kommune, og der har siden 2008 ikke været fisket muslinger i inderfjorden, da der ikke er blevet ansøgt om fiskeri i området siden 2007. I Vejle yderfjord har der både i 2012 og 2014 været muslingefiskeri i mindre områder, og der har i den forbindelse ikke været klaget til NaturErhvervstyrelsen. Ifølge de videoundersøgelser, som er foretaget i august 2014, blev der ikke fundet muslinger af fiskerimæssig interesse i inderfjorden, mens nogle af muslingebankerne i yderfjorden var af mindre fiskerimæssig værdi pt. (pers. kom. Stig Wittrup). På kort sigt er der altså ikke umiddelbart udsigt til, at der vil være et muslingefiskeri på naturlige muslingebanker i inderfjorden, mens der potentielt er mulighed for et mindre fiskeri i yderfjorden (Fig. 19). Den aktuelle mangel på egentlige muslingebanker i inderfjorden vil ikke nødvendigvis være permanent, da muslingelarverne i princippet bundslår tilfældigt. Det er derfor ikke muligt at udpege områder i inderfjorden, der på lang sigt vil være egnet til muslingefiskeri. Et fremtidigt muslingefiskeri på naturlige muslingebanker i Vejle Fjord vil i høj grad være styret af, hvor der er muslinger. Ved tilladelser til fiskeri vil der således altid skulle tages konkret stilling til eventuelle arealmæssige konflikter. Det er Dansk Skaldyrcenter, DTU Aquas vurdering, at et eventuelt fremtidigt muslingefiskeri i både inder- og yderfjord vil kunne foregå i mindre afgrænsede områder og tidsperioder, som det har været tilfældet for yderfjorden i 2012 og 2014.



Figur 19. Kortlagte områder, der er egnet til de forskellige muslingeproduktionsformer. Lilla = områder med naturlige forekomster af blåmuslinger. Lyserrød = områder egnet til kulturbanker. Blå = området egnet til lineopdræt, herunder kompensationsopdræt (område K). Grøn = område potentielt egnet til etablering af stenrev (område S).

8.4 Kulturbanker

Der har ikke tidligere været kulturbankedyrkning i Vejle Fjord. Kulturbanker etableres af muslingefiskeren, indenfor det område, der er givet tilladelse til. Det er derfor muligt at kontrollere, hvor disse skal etableres, uden at kulturbanker dog vil udgøre en fast synlig installation som et muslingeopdrætsanlæg eller forhindre andre aktiviteter over kulturbanken. De udpegede områder til kulturbankedyrkning i inderfjorden (Fig. 19) er karakteriseret ved, at der tidligere er blevet fisket muslinger, er udenfor ålegræssets dybdeudbredelsesområde, ikke er i konflikt med områder anvendt til fritidsaktiviteter og ikke er i umiddelbar nærhed af offentlige badestrande (> 300 m) eller å udløb (> 500 m). Det samlede udpegede areal egnet til kulturbankedyrkning er 1,4 km² i inderfjorden (muslingeproduktionsområde 73) og 1,5 km² i yderfjorden (område 72) (Tabel 5).

Det formodes, at eventuelle interessekonflikter med borgerne i Vejle, Hedensted og Fredericia kommuner potentielt også kan forekomme ved kulturbankedyrkning, da det foregår på samme måde som muslingefiskeri på naturlige muslingebanker, ligesom Vejle Kommune har tilkendegivet, at de ikke støtter kulturbankedyrkning i inderfjorden. Imidlertid vil den kontrollerede udpegning af områder til kulturbanker, potentiel øget arealintensitet, kontrol via blackbox, næringsstoffjernelse samt øget rekruttering til naturlige muslingebanker være forhold, som vil kunne bidrage positivt til opfattelsen af en eventuel

kulturbankedyrkning i Vejle Fjord. Samtidig vil kun et begrænset antal både benytte kulturbanken. Derudover har Danmarks Naturfredningsforening tilkendegivet, at de kan acceptere mindre områder med kulturbanker i Vejle Fjord, hvis det betyder, at fiskeri på naturlige muslingebanker reduceres/ophører.

	Inderfjord		Yderfjord	
	km ²	%	km ²	%
Samlet areal udpeget til kulturbanker	1,4	10	1,5	3
Samlet areal udpeget til lineopdræt	0	0	4,8	9
Total areal udpeget til muslingeproduktion	1,4	10	6,3	11

Tabel 5. Samlet opgørelse for udpeget areal til hhv. kulturbanker og lineopdræt i Vejle inder- og yderfjord opgjort i km² og procentvis andel af inderfjorden, muslingeproduktionsområde 73 (13,5 km²) og yderfjorden, muslingeproduktionsområde 72 (55,5 km²).

8.5 Opdræt af linemuslinger og kompensationsopdræt

Opdræt af linemuslinger kræver visse fysiske forudsætninger bl.a. minimums vanddybder på 4-5 m, for at kunne holde linerne fri fra bunden og samtidig give mulighed for at undersænke anlægget i tilfælde af isvintre. Dybdegrænsen for ålegræssets udbredelse er 3,8 m i inderfjorden og 5,1 m i yderfjorden, hvorfor Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua anbefaler, at der ikke anlægges muslingeopdrætsanlæg på vanddybder <5 m i inderfjorden og <6 m i yderfjorden. Derudover har vi sat en minimums afstand på 1,5 km fra muslingeopdrætsanlæg til nærmeste offentlig badestrand. Sammensættes de to kriterier, betyder det, at der ikke findes områder i inderfjorden, som ikke er underlagt minimum et af disse kriterier. Der er derfor ikke udpeget områder til muslingeopdræt i inderfjorden. I yderfjorden er de udpegede områder til lineopdræt (Fig. 19) karakteriseret ved at være udenfor ålegræssets dybdeudbredelsesområde, ikke i konflikt med områder anvendt til fritidsaktiviteter, minimum 1,5 km til nærmeste offentlig badestrand og i god afstand til å udløb (>500 m). Det samlede udpegede areal egnet til lineopdræt i yderfjorden er 4,8 km², hvilket udgør 9% af muslingeproduktionsområde 72 (Tabel 5).

Lineopdræt opfattes generelt af de grønne organisationer (fx Danmarks Naturfredningsforening), som værende mere bæredygtigt end traditionel muslingefiskeri, men skal ikke anlægges indenfor 1-2 km fra kysten (Se afsnit 2.5). I udpegningen af egnede arealer til muslingeopdræt sættes afstanden til badestrande til 1,5 km, hvilket betyder, at inderfjorden friholdes for muslingeopdrætsanlæg. Dette er ikke hensigtsmæssig set i relation til N-fjernelse i inderfjorden samt at væksten af muslingerne, og dermed fjernelsen af næringsstoffer, forventes at være større i Vejle inder- kontra yderfjord. Muslingeopdrætsanlæg har en ulempe i forhold til muslingefiskeri, da opdrætsanlæg vil være en permanent visuel forstyrrelse for beboerne langs og brugerne af Vejle Fjord. Derudover vil de områder, hvor der anlægges opdrætsanlæg, være lukkede for andre fritidsaktiviteter. Der ligger imidlertid potentielt en mulighed i at udnytte opdrætsanlæg til rekreative formål som snorkling, dykning, undervandsjagt, kajakroning eller formidlingsture. Sådanne aktiviteter kan være med til at skabe interesse for muslingeopdræt og derigennem danne grobund for at oplyse om produktionsforholdene og miljøeffekterne ved muslingeopdræt. Det vil dog kræve

at opdrætteren er indstillet på trafik i anlægget og deraf følgende potentielle skader på anlægget, samt at de forsikringsmæssige konsekvenser er afklarede.

8.6 Konklusion

Det er Dansk Skaldyrcenter, DTU Aquas vurdering, at det er muligt at udvide den nuværende muslingeproduktion i Vejle Fjord til at omfatte andre muslingeproduktionsformer end muslingefiskeri, som er den eneste nuværende muslingeproduktionsform i fjorden. En udvidelse af muslingeproduktionen i Vejle Fjord vil betyde, at andre og større arealer af fjorden vil blive brugt til muslingeproduktion i forhold til i dag. Anvendes samtlige udpegede arealer 100% til muslingeproduktion vil det berøre omkring 11% af hele Vejle Fjords samlede areal (muslingeproduktionsområde 72+73). Det er imidlertid usandsynligt, at samtlige udpegede arealer, og hele arealet indenfor de udpegede områder, vil blive anvendt til muslingeproduktion, hvorfor det reelle areal anvendt i fremtidig muslingeproduktion må formodes at være væsentligt lavere.

Ud fra et biologisk og forvaltningsmæssigt synspunkt er det muligt at finde egnede arealer i både inder- og yderfjord til alle muslingeproduktionsformer. Imidlertid vil en minimumsafstand på 1,5 km fra opdrætsanlæg til offentlige badestrande udelukke inderfjorden til opdræt af både konsum- og kompensationsmuslinger. Set ud fra et perspektiv, hvor ønsket er, at opnå den mest arealintensive og kosteffektive næringsstoffjernelse fra vandmiljøet, så vil netop kompensationsopdræt være at foretrække i inderfjorden frem for yderfjorden, da reduktionskravene i inderfjorden er størst pga. højere næringsstofkoncentrationer.

På trods af, at de udpegede området til de forskellige muslingproduktionsformer har haft til målsætning at balancere mellem gunstige forhold for muslingeproduktion, ingen påvirkning af ålegræs, begrænset påvirkning af makroalger og bundfauna, friholdelse af arealer anvendt til fritidsaktiviteter samt infrastrukturen i og omkring Vejle Fjord kan muslingeproduktionen i Vejle Fjord også i fremtiden sandsynligvis møde modstand, specielt i forbindelse med eventuel muslingeproduktion i inderfjorden. Derfor anbefaler Dansk Skaldyrcenter, DTU Aqua, at oplysningsaktiviteterne om de forskellige produktionsformer samt regulering og kontrol heraf bliver styrket. Her er det vigtigt, at den seneste faglige viden på området bliver videreformidlet, da viden om forholdene omkring de forskellige muslingproduktionsformer konstant bliver bedre og mere omfattende.

Referencer

- Anonym (2014). Effekter af fiskeri på bundfauna. <http://forskning.skaldyrcenter.dk/media/45598/Effekter-af-fiskeri-paa-bundfauna.pdf>
- Barnette MC (2001). A review of the fishing gear utilized within the Southeast Region and their potential impacts on essential fish habitat. NOAA Tech. Memo. NMFS-SEFSC-449: 62 p.
- Baudinet D, Alliot E, Berland B, Grenz C, Plante-Cuny MR, Plante R, Salen-Picard C (1990). Incidence of a mussel culture on biogeochemical fluxes at the sediment water interface. *Hydrobiologia* 207:187–196.
- Vejle Kommune (2010). Vejle Fjord. Tilstandsrapport 2005-2010 og opfølgning på Habitatrestaureringsprojekt ved Munkebjerg af B. Behnsen.
- Bråten S, Larsen JE, Petersen JK, Højer F (2002). Muslingebrug i Mariager Fjord. Et statusnotat til handlingsplan for Mariager Fjord fra arbejdsgruppen for muslingebrug. Nordjyllands Amt & Århus Amt. pp. 48.
- Burkholder JM, Shumway SE (2011). Bivalve shellfish aquaculture and eutrophication. In Shumway SE (ed). *Shellfish aquaculture and the environment*. Wiley-Blackwell, UK: 155-215.
- Callier MD, Weise AM, McKindsey CW, Desrosiers G (2006). Sedimentation rates in a suspended mussel farm (Great-Entry Lagoon, Canada): biodeposit production and dispersion. *Marine Ecology Progress Series* 322: 129–141.
- Carlsson MS, Holmer M, Petersen, JK (2009). Seasonal and spatial variations of benthic impacts of mussel longline farming in a eutrophic Danish Fjord, Limfjorden. *Journal of Sea Research* 28: 791–801.
- Carlsson MS, Glud RN, Petersen JK (2010). Degradation of mussel (*Mytilus edulis*) fecal pellets released from hanging long-lines upon sinking and after settling at the sediment. *Canadian Journal of Fisheries and Aquaculture Science* 67: 1376–1387.
- Carlsson, MS, Engström P, Lindahl O, Ljungqvist L, Petersen JK, Svanberg L, Holmer M (2012). Effects of mussel farms on the benthic nitrogen cycle on the Swedish west coast. *Aquaculture Environment Interactions* 2: 177–192.
- Carmichael RH, Walton W, Clark H (2012). Bivalve-enhanced nitrogen removal from coastal estuaries. *Can J Fish Aquat Sci.* 69: 1131-1149.
- Chamberlain J, Fernandes TF, Read P, Nickell TD, Davies IM (2001). Impacts of biodeposits from suspended mussel (*Mytilus edulis* L.) culture on the surrounding surficial sediments. *International Council for the Exploration of the Sea* 58:411–416.
- Christensen PB, Glud RN, Dalsgaard T, Gillespie P (2003). Impacts of longline mussel farming on oxygen and nitrogen dynamics and biological communities of coastal sediments. *Aquaculture* 218: 567–588.

Craeymeersch JA, Jansen JM, Smaal AC, van Stralen M, Meesters E, Fey F (2013). Impact of mussel seed fishery on subtidal macrozoobenthos in the western Wadden Sea. Wageningen University. Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies. Report Nr. C003/13 PR7. 35 pp + bilag.

Cranford PJ, Li X, Strand Ø, Strohmeier T (2008). Phytoplankton depletion by mussel aquaculture: high resolution mapping, ecosystem modeling and potential indicators of ecological carrying capacity. ICES CM/H12: 1-5.

Dame RF, Dankers N, Prins TC, Jongsma H, Smaal AC (1991). The influence of mussel beds on nutrients in the western Wadden Sea and eastern Scheldt. *Estuaries* 14:130–138.

Dayton PK, Thrush SE, Agardy MT, Hofman RJ (1995). Environmental effects of marine fishing. *Aquat. Conserv. Mar. Freshwat. Ecosyst* 5:205-232.

Dolmer P (2002). Mussel dredging: impact on epifauna in Limfjorden, Denmark. *J. Shellfish Res.* 21: 529-537.

Dolmer P, Kristensen T, Christiansen ML, Petersen MF, Kristensen PS, Hoffmann E (2001). Short-term impact of blue mussel dredging (*Mytilus edulis* L.) on a benthic community. *Hydrobiologia* 465:115-127.

Dyckjær SM, JK Jensen, Hoffmann E (1995). Mussel dredging and effects on the marine environment. ICES C.M. 1995/E:13 ref K, 18 s.

Eigaard OR, Frandsen RP, Andersen B, Jensen KM, Poulsen LK, Tørring D, Bak F, Dolmer P (2011). Udvikling af skånsomt redskab til muslingefiskeri. DTU Aqua-rapport 238.

Edebo L, Haamer J, Lindahl O, Loo LO, Piriz L (2000). Recycling of macronutrients from sea to land using mussel cultivation. *Int J Environ Pollut* 13(1-6): 190-207.

Frandsen RP, Eigaaard OR, Poulsen LK, Tørring DB, Stage B, Lisbjerg D, Dolmer P (2014). Reducing the impact of blue mussel (*Mytilus edulis*) dredging on the ecosystem in shallow water soft bottom areas. *Aquatic Conserv: Mar. Freshw. Ecosyst*. DOI: 10.1002/aqc.2455.

Fødevarerministeriet 2004. Muslingeudvalget. Rapport II. Beskrivende afsnit samt bilag.

Gislason H, Dalskov J, Dinesen GE, Egekvist E, Eigaard OR, Jepsen N, Larsen F, Poulsen LK, Sørensen TK (2013). Miljøskånsomhed og økologisk bæredygtighed i dansk fiskeri. DTU Aqua notat til NaturErhvervstyrelsen.

Haamer J (1996). Improving water quality in a eutrophied fjord system with mussel farming. *Ambio*. 25: 356-362.

Hartstein ND, Stevens CL (2005) Deposition beneath long-line mussel farms. *Aquacult Eng* 33:192–213.

Hoffmann E, Dolmer P (2000). Effect of closed areas on the distribution of fish and benthos. *ICES J. Mar. Sci.* 57: 1310-1314.

Holmer M, Thorsen SW, Carlsson MS, Petersen JK (2014). Pelagic and Benthic Nutrient Regeneration Processes in Mussel Cultures (*Mytilus edulis*) in a Eutrophic Coastal Area (Skive Fjord, Denmark). Estuaries and Coasts. DOI 10.1007/s12237-014-9864-8

Jansen H, Strand Ø, Strohmeier T, Krogness C, Verdegem M, Smaal AC (2011). Seasonal variability in nutrient regeneration by mussel *Mytilus edulis* rope culture in oligotrophic systems. Marine Ecology Progress Series 431: 137–149.

Jansen HM, Strand Ø, Verdegem M, Smaal A (2012). Accumulation, release and turnover of nutrients (C-N-P-Si) by the blue mussel *Mytilus edulis* under oligotrophic conditions. JEMBE 416-417: 185-195.

Jennings S, Kaiser M J (1998). The effects of fishery on marine ecosystems. Adv Mar Biol 34: 201-352.

Johnson KA (2002). A review of national and international literature on the effects of fishing on benthic habitats. NOAA Tech. Memo. NMFS-F/SPO-57:72 pp.

Kjørboe T, Møhlenberg F, Nøhr O (1980). Feeding, particle selection and carbon absorption in *Mytilus edulis* in different mixtures of algae and resuspended bottom material. Ophelia 19:193-205.

Kristensen PS (1995). Blåmuslinge- og ålegræsbestanden I Horsens, Vejle og Kolding fjorde, 1994. DFH-rapport nr. 490.

Kristensen LD, Støttrup JG, Andersen SK, Degel H (2014). Registrering af fangster i de danske kystområder med standardredskaber. Nøglefiskerrapport 2011-2013. DTU Aqua-rapport nr. 286-2014. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet, 100 p. + bilag.

Lambert GI, Jennings S, Kaiser MJ, Hinz H, Hiddink JG (2011). Quantification and Prediction of the Impact of Fishing on Epifaunal Communities. Marine Ecology Progress Series 430. 71-86.

Lindahl O, Hart R, Hernroth B, Kollberg S, Loo LO, Olrog L, Rehnstam-Holm A, Svensson J, Svensson S, Syversen U (2005). Improving marine water quality by mussel farming: A profitable solution for Swedish society. Ambio 34(2): 131-138.

Loo LO (1992). Filtration, assimilation, respiration and growth of *Mytilus edulis* L. at low temperatures. Ophelia 35:123-131.

Lyngby JE, Mortensen SM (1996). Effects of dredging activities on growth of *Laminaria saccharina*. Marine Ecology, 17(1-3):345-354.

Maar M, Timmermann K, Petersen JK, Gustafsson KE, Storm LM (2010). A model study of the regulation of blue mussels by nutrient loadings and water column stability in a shallow estuary, the Limfjorden. J Sea Res 64:322–333.

Marine Stewardship Council (2010). MSC Fishery Standard: Principles & Criteria and Criteria for Sustainable Fishing. http://www.msc.org/documents/scheme-documents/msc-standards/MSC_environmental_standard_for_sustainable_fishing.pdf

Marine Stewardship Council (2011). MSC Assessment Report for Isefjord and East Jutland Danish Blue Shell Mussel Fishery. http://www.msc.org/track-a-fishery/fisheries-in-the-program/certified/north-east-atlantic/isefjord_east_jutland_danish_blue_shell_mussel/assessment-downloads-1/23.08.2011_Isefjord_East_Jutland_Mussels_Revised_PCDR.pdf

Mercaldo-Allen R, Goldberg R (2011). Review of the ecological effects of dredging in cultivation and harvest of moluscan shellfish. NOAA technical memorandum NMFS-NE-220.

Miljøministeriet (2014). Vandplan 2009-2015. Lillebælt/Jylland. Hovedvandopland 1.11 Vanddistrikt: Jylland og Fyn. Miljøministeriet, Naturstyrelsen. ISBN nr. 978-87-7091-657-8.

Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri (2013). Målsætninger og forvaltningsprincipper for muslingeskrab og øvrig muslingeproduktion i Natura 2000 områder. <http://naturerhverv.dk/fiskeri/erhvervsfiskeri/muslinger-og-oesters/muslingepolitikken/#c6898>

Morgan LE, Chuenpagdee R (2003). Shifting gears: Addressing the collateral impacts of fishing methods in US waters. PEW Science Series, Washington, (DC): Island Press: 42 p.

Møhlenberg F, Holtegård LE, Hansen FT (2008). Miljøneutral udvidelse af havbrugsproduktion - Undersøgelse af rentable muligheder for dyrkning og høst af muslinger som kompensation for tab af næringsstoffer fra havbrug. Rapport til Dansk Akvakultur.

Møhlenberg SJ (2007). Blue mussel cultivation for nitrogen removal in fjords. Assessment of an alternative measure to comply with the Water Framework Directive using Odense Fjord as a case study. Master thesis. Faculty of Life Sciences, University of Copenhagen.

NaturErhvervstyrelsen (2014a). Udtræk af landingsstatistik for blåmuslinger i perioden 2010-2014 fra: http://fd-statweb.fd.dk/muslingerapport/muslingerapport__page. Udtræk foretaget d. 30/10-2014.

NaturErhvervstyrelsen (2014b). Produktionsmængde af blåmuslinger i perioden 2010-2014 fra: <http://naturerhverv.dk/fiskeri/fiskeristatistik/akvakulturstatistik/#c9707>. Udtræk foretaget d. 30/10-2014

Newell RE (2004). Ecosystem influences of natural and cultivated populations of suspension-feeding bivalve molluscs: A review. J. Shellfish Res. 23(1):51-61.

Nielsen P (2014). Future challenges and possibilities for the Danish long-line production of blue mussels, *Mytilus edulis* (L) – with special focus on filtration and bioenergetics. PhD afhandling. Det Naturvidenskabelige Fakultet, Københavns Universitet.

Nielsen P, Canal-Vergés P, Geitner K, Nielsen CF, & Petersen JK (2014). Konsekvensvurdering af fiskeri på blåmuslinger og søstjerner i Løgstør Bredning 2014/2015. DTU Aqua-rapport nr. 285-2014. 66 pp + bilag.

Nizzoli D, Welsh DT, Viaroli P (2011). Seasonal nitrogen and phosphorus dynamics during benthic clam and suspended mussel cultivation. Marine Pollution Bulletin 62: 1276–1287.

Noren F, Haamer J, Lindahl O (1999). Changes in the plankton community passing a *Mytilus edulis* mussel bed. Mar. Ecol. Prog. Ser. 191:187-194.

- Olesen B (1996) Regulation of light attenuation and eelgrass *Zostera marina* depth distribution in a Danish embayment. MEPS 134: 187-194.
- Olsson P, Graneli E, Carlsson P, Abreu P (1992). Structuring of a postspring phytoplankton community by manipulation of trophic interactions. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 158:249-266.
- Petersen JK, Bougrier S, Smaal AC, Garen P, Robert S, Larsen JEN, Brummelhuis E (2004). Intercalibration of mussel *Mytilus edulis* clearance rate measurements. Mar Ecol Prog Ser 267:187-194.
- Petersen JK, Nielsen TG, van Duren L, Maar M (2008). Depletion of plankton in a raft culture of *Mytilus galloprovincialis* in Ría de Vigo, NW Spain I. Phytoplankton. Aquat Biol 4:113-125.
- Petersen JK, Maar M, Holmer M (2010). Muslinger som virkemiddel – et pilot studie. By- og Landskabsstyrelsen, Miljøministeriet 38 sider.
- Petersen JK, Timmerman K, Carlsson MS, Maar M, Lindahl O (2012). Mussel farming can be used as a mitigation tool – A reply. Marine Pollution Bulletin Vol. 64(2):452-454.
- Petersen JK, Maar M, Ysebaert T, Herman PMJ (2013a). Near-bed gradients in particles and nutrients above a mussel bed in the Limfjorden: influence of physical mixing and mussel filtration. Mar Bio Pro Ser 490:137-146.
- Petersen JK, Timmerman K, Holme M, Hasler B, Göke G, Zandersen M (2013b). Miljømuslinger. Muslinger som supplerende virkemiddel. Notat fra DCE – National Center for Miljø og Energi. 38 sider.
- Petersen JK, Hasler B, Timmermann K, Nielsen P, Tørring DB, Larsen MM, Holmer M (2014). Mussels as a tool for mitigation of nutrients in the marine environment. Marine Pollution Bulletin 82: 137–143.
- Prins TC, Smaal AC (1994). The role of the blue mussel *Mytilus edulis* in the cycling of nutrients in the Oosterschelde estuary (The Netherlands). Hydrobiologia 282/283:413– 429.
- Rheault RB (2008). Review of the environmental impacts related to the mechanical harvest of cultured shellfish, prepared for Cashin Associates for the Suffolk County Shellfish Aquaculture Environmental Impact Study, 24 p.
- Riemann B, Nielsen TG, Horsted SJ, Bjørnsen PK, Pock-Steen J (1988). Regulation of phytoplankton biomass in estuarine enclosures. Mar. Ecol. Prog. Ser. 48:205-215.
- Riemann B, Hoffmann E (1991). Ecological consequences of dredging and bottom trawling in the Limfjord, Denmark. Mar Ecol Prog Ser 69:171-178.
- Riisgård HU, Randløv A (1981). Energy budgets, growth and filtration rates in *Mytilus edulis* at different algal concentrations. Mar. Biol. 61:227-234.
- Riisgård HU, Pleissner D, Lundgreen K, Larsen PS (2013). Growth of mussels *Mytilus edulis* at algal (*Rhodomonas salina*) concentrations below and above saturation levels for reduced filtration rate. Mar Bio Res 9(10):1005-10017.

Robinson JE, Newell RC, Seiderer LJ, Simpson NM (2005). Impacts of aggregate dredging on sediment composition and associated benthic fauna at an offshore dredge site in the southern North Sea. *Marine environmental research* 60: 51-68.

Schröder T, Stank J, Schernewski G, Krost P (2014). The impact of a mussel farm on water transparency in the Kiel Fjord. *Ocean & Coastal Management*. DOI:10.1016/j.ocecoaman.2014.04.034

Smaal, AC (2002). European mussel cultivation along the Atlantic coast: production status, problems and perspectives. *Hydrobiologia*, 484, 89–98.

Small AC, Vonck APMA (1997). Seasonal variation in C, N and P budgets and tissue composition of the mussel *Mytilus edulis*. *Mar Ecol Prog Ser* 153: 167-179.

Smaal AC, Wijsman J, Drent J, van Stralen M, (2014). Biomass and Biodiversity of Sublitoral Mussel Culture Plots in Comparison with Wild Beds. Presentation by AC. Smaal, European Aquaculture Society meeting. San Sebastian, 14-17. September 2014.

Stadmark J, Conley DJ (2011). Mussel farming as a nutrient reduction measure in the Baltic Sea: consideration of nutrient bio-geochemical cycles. *Marine Pollution Bulletin* 62: 1385–1388.

Stybel N, Fenske C, Schernewski G (2009). Mussel Cultivation to Improve Water Quality in the Szczecin Lagoon. *Journal of Coastal Research* (SI 56 (ICS 2009)), pp. 1459-1463.

Thrush SF, Dayton PK (2002). Disturbance to Marine Benthic Habitats by Trawling and Dredging: Implications for Marine Biodiversity. *Annual Review of Ecology and Systematics* 33. 449-473.

van Broekhoven W, Troost K, Jansen H, Smaal AC (2014). Nutrient regeneration by mussel *Mytilus edulis* spat assemblages in a macrotidal system. *Journal of Sea Research* 88: 36–46.

Vejle Amt (1989a). Overvågning af kystvande 1989. Vandmiljø i Vejle Amt Vegetationsundersøgelser Horsens Fjord, Vejle Fjord, Kolding Fjord, Endelave. Vejle Amt, udvalget for teknik og miljø.

Vejle Amt (1989b). Overvågning af kystvande 1989. Vandmiljø i Vejle Amt. Næringsalte, biologi og iltvind. Horsens Fjord, Vejle Fjord, Kolding Fjord, Endelave. Vejle Amt, udvalget for teknik og miljø.

Vining R (1978). Final Environmental Impact Statement for the Commercial Harvesting of Subtidal Hardshell Clams with a Hydraulic Escalator Shellfish Harvester. WA Dep. Fish. Dep. Nat. Resour., 55 p.