



Pedersen Line II

Ansøgning om miljøgodkendelse og VVM anmeldelse af Hjelm Hav- brug

Pedersen Line II

Ansøgning om miljøgodkendelse og VVM anmeldelse af Hjelm Hav- brug

Rekvirent	Anders Pedersen
Rådgiver	Orbicon Jens Juuls Vej 16 8260 Viby
Projektnummer	1321600344
Projektleder	Per Dolmer
Udarbejdet	Per Dolmer, Maren M. Lyngsgaard og Jonathan Carl
Kvalitetssikring	Jonathan Carl
Godkendt af	Per Dolmer
Udgivet	28-09-2016

INDHOLDSFORTEGNELSE

INDLEDNING	5
BAGGRUND	8
ANSØGNING OM MILJØGODKENDELSE	10
A. OPLYSNINGER OM ANSØGER OG EJERFORHOLD.....	10
B. OPLYSNINGER OM VIRKSOMHEDENS ART	10
C. OPLYSNINGER OM ETABLERING	11
D. OPLYSNINGER OM VIRKSOMHEDENS BELIGGENHED OG DRIFTTID	12
E. TEGNINGER OVER VIRKSOMHEDENS INDRETNING.	14
F. BESKRIVELSE AF VIRKSOMHEDENS PRODUKTION.	15
G. OPLYSNINGER OM VALG AF TEKNOLOGI – BAT	19
H. OPLYSNINGER OM FORURENING OG FORURENINGSBEGRÆNSENDE FORANSTALTNINGER.....	20
I. FORSLAG TIL VILKÅR OG EGENKONTROL	33
VVM ANMELDELSE	35
1. HAVBRUGETS KARAKTERISTIKA OG DIMENSIONER	35
2. BELIGGENHED	35
3. POTENTIELLE MILJØFORHOLD.....	37
BILAG 1. GENEREL BESKRIVELSE AF MODELVÆRKTØJ.....	39

BILAGSFORTEGNELSE

1. Generel beskrivelse af modelværktøj

INDLEDNING

På vegne af Pedersen Line II søges der hermed om miljøgodkendelse af en årlig netteproduktion på Hjelm Havbrug af ca. 2638 t laksefisk (arten regnbueørred - *Oncorhynchus mykiss*). Havbruget opbygges i etaper (50%, 75% og 100% af nettoproduktion), og et etapeskift vil kun blive gennemført såfremt, der foreligger tilfredsstillende driftsresultater, og en dokumentation, der viser, at havbruget ikke medfører væsentlige påvirkning af havområdet.

Havbrugsproduktionen vil være delt op i fire delproduktioner, der hver vil medføre en maksimal årlig udledning op til 25 t N og 2,6 t P. Hvert delproduktionsområde vil ved afslutningen af en produktion af laksefisk være braklagt i minimum 3 måneder, således at en upåvirket bundtype gendannes. Den samlede årlige udledning vil maksimalt være 100 t N og 10,4 t P. Der søges om tilladelse til produktion hele året.

Ved en etablering af havbrug i Kattegat ved Hjelm SØ for Djursland vil saliniteten være omkring 20 psu, hvilket egner sig til produktion af regnbueørred. Regnbueørred har et temperatur optimum i forhold til vækst på 14-18 °C, og har i øvrigt vist sig at være robust i forhold til høje temperaturer. Kattegat kan i sommerperioden opnå temperaturer på 20 °C, hvor anvendelse af dybe bure vil sikre, at regnbueørrederne i hovedparten af tiden kan opnå optimale betingelser, ved at opholde sig på dybere vand, hvor temperaturen vil være lavere.

En tilladelse til udvidet produktion af regnbueørred, som hidtil har udgjort størstedelen af den danske fiskeproduktion, vil øge værdien af eksport fra dansk akvakultur.

Produktionen af flere regnbueørred vil give nogle forarbejdningmæssige fordele. Produktionstiden af regnbueørreden i havbruget vil være ca. 9-18 måneder fra 400-600 g sættefisk sættes ud til regnbueørred med en vægt på 3,5-5 kg kan høstes. En forøgelse af produktion og afhøstning af regnbueørred vil sikre en mere stabil leverance til forarbejdningsindustrien, hvilket muliggør opbygningen af et godt afsætningsmarked, og dermed en mere fordelagtig prissætning. For regnbueørred er der i dag opbygget et forarbejdningsled og et marked, og en øget afsætning vil i første omgang kunne udnytte denne logistik.

Tilstedeværelse og udslip af regnbueørred fra havbrug kan give anledning til bekymring om smittefare af sygdomme eller potentiel konkurrence til vilde fisk. Alle regnbueørreder, som er brugt i havbrugene i danske farvande, er en domesticeret art, som bruges til opdræt. Arten er underlagt et vaccinationsprogram før de sættes ud i havet og en obligatorisk regelmæssig veterinærkontrol for sygdomme. Ifølge udsagn fra dyrlæger og relevante forskningsinstitutioner er det ikke problematisk med hverken smittefare eller konkurrencen med vilde fisk ved brug af regnbueørreden, da denne laksefisk er en ikke-hjemmehørende art i Danmark. Regnbueørred produceres også således, at der kun er hunfisk i havbrugsburene. Dvs ved rømninger vil der ikke kunne danne sig en reproducerende bestand.

På trods af at regnbueørred således har været opdrættet i Danmark i mere end 100 år, og har været udsat i vandløb, søer og havet, er der ikke etableret selvreproducerende stammer i Danmark. Opdrættede regnbueørreder overlever dårligt i naturen og vil ofte blive opfisket eller dø,

og vil ikke være et væsentligt problem i forhold til at tage pladsen i vandløbet fra de vilde bestande. Undslupne ørreder kan således ikke reproducere sig i naturen og blande sig eller udkonkurrere de vilde bestande af ørred og laks.

Rømninger af laks har i Norge været et væsentligt problem i forhold til genetisk påvirkning af vilde bestande. Men da regnbueørred ikke kan krydses og få levedygtigt afkom med de hjemmehørende laksefisk i Danmark (*Salmo salar* og *Salmo trutta*), er der ingen grund til at frygte såkaldt "genetisk forurening" som følge af undslupne fisk.

Den væsentligste årsag til rømninger i Norge har været fejl på udstyr eller forkert anvendt udstyr. For at reducere rømninger fra norske lakseopdræt er opdrættene derfor underlagt en standard (NS 9415: 2009), der opstiller krav til udstyr og udstyrsanvendelse og som stiller specifikke krav til de enkelte opdrætslokaliteter. Implementeringen af standarden har markant reduceret hyppighed og omfang af rømninger. I forhold til at undgå rømninger fra Hjelm Havbrug vil havbruget blive etableret og drevet, så det følger NS 9415:9009. Det er således forventningen, at rømninger af regnbueørreder fra havbruget vil være på et meget lavt niveau, og ikke vil påvirke den vilde laksefiske bestand i området.

Etablering af havbrug til opdræt af laksefisk vurderes ikke at give væsentlige udfordringer i forhold til lakselus, da saliniteten i det sydlige Kattegat ved Hjelm er omkring 20 psu, hvilket er et minimum for at lakselusen kan udvikle sig (Notat fra DTU Aqua til NaturErhvervstyrelsen, 6. juli 2016).

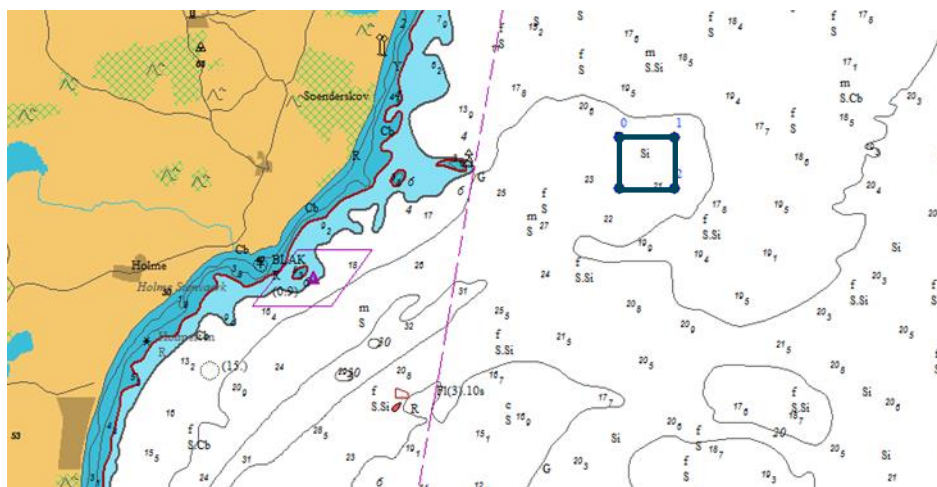
Derudover vil tidlige stadier af lakselusen, der spredes af sydgående strøm ned mod områder med opdræt af laksefisk i de indre dansk farvand, med stor sandsynlighed ikke vil kunne gennemføre en modning og danne stadier, der er parasitiske. At lakselusen i Danmark, bl.a. pga. den lave saltholdighed, ikke giver problemer eller risiko for påvirkning på vilde bestande, er bekræftet af, at i de få tilfælde hvor lakselus forekommer i danske havbrug, er det i et ubetydeligt lavt antal.

Havbrugets placering er vist på tabel 1 og figur 1. Havbrugsområdet for Hjelm Havbrug er placeret SØ for Djursland uden for basislinjen, og dermed uden for område reguleret af vandplan. Ved tab af næringsstoffer ind i nærliggende vandområderne, skal det bemærkes, at der for vandområde 138-139-140 i Kattegat er et råderum på 202,8 t N, og for Århus Bugten syd for havbruget er et råderum på 74,3 t N. Havbruget vil således ikke kunne forhindre målopfyldelse i forhold til gældende Vandområdeplan ved et mindre tab af næringsstoffer ind i disse områder.

Havbruget er placeret i område med gunstige strømforhold, og det kan med stor sikkerhed afvises, at havbruget vil medføre en væsentlig påvirkning af det omgivende havområde, herunder Natura 2000 områder, hvor den nærmeste er mindst 11 km væk.

Tabel 1. Hjørnekoordinater (WG84) for Hjelm Havbrug.

Breddegrad	Længdegrad
56 15.715 N	10 53.560 Ø
56 15.715 N	10 54.540 Ø
56 15.215 N	10 54.540 Ø
56 15.215 N	10 53.560 Ø



Figur 1. Placering af Hjelm Havbrug sydøst for Djursland. Det grønne område angiver havbrugsområdet.

Havbruget vil på sigt have en udledning af op til 100 t N/årligt og 10,4 t P/årligt til det omgivende havområde. Med beslutningen om landbrugs- og Fødevarerpakken i december 2015 er det fastslået at *"Med den nuværende viden skabes der grundlag for at anvende et miljømæssigt råderum på 800 tons kvælstof til havbrugsproduktion."*

Etableringen af et havbrug i Kattegat bør derfor antages dels at være bæredygtigt i forhold til udledning af næringsstoffer til Kattegat og den medførende påvirkning af marine habitater, og dels at understøtte politisk vedtagne mål for udviklingen af akvakultur i Danmark.

Der ansøges om:

Miljøgodkendelse til produktion af laksefisk. Der søges specifikt om tilladelse til:

- i. Produktion af regnbueørred
- ii. Havbrugsproduktion i 12 ringbure af typen med omkreds på <160 m. Burene vil blive udstyret med midtstillede netholdere med en højde over vandoverfladen på 2,5 m.
- iii. Produktionsområdet vil være delt op i fire underområder, og hvert underområde vil efter en produktion er afsluttet være braklagt minimum 3 måneder, således at en upåvirket bundtype gendannes.
- iv. årlig udledning af op til 100 tons kvælstof
- v. årlig udledning af op til 10,4 tons fosfor
- vi. årlig udledning af organisk materiale 286 t BI₅
- vii. dyrelægeordineret medicinering af laksefisk i havbrugsproduktionen.
- viii. Der vil årligt blive anvendt <250 kg kobber i forbindelse med driften af havbruget.
- ix. Havbruget vil blive etableret og drevet efter den norske standard NS 94: 2009, og rømninger af laksefisk vil således være reduceret, og vurderes ikke at medføre påvirkning af de vilde laksefiskbestande.

BAGGRUND

Havbruget vil blive drevet i samarbejde med Hjarnø Havbrug A/S, således at kun miljøgodkendelse af havbrugsdrift og placeringstilladelse opretholdelse af Pedersen Line II. Hjarnø Havbrug A/S driver en stor akvakulturvirksomhed med en samlet omsætning på ca 70 mill kr/år, og med 21 ansatte i hele virksomheden. Virksomheden har sikret produktionsstabilitet ved at håndtere hele værdi- og produktionskæden, fra klækning af regnbueørred, opdræt af ørred i dambrug til portionsørred eller udsætningsfisk (c. 600g), videreopdræt i havbrug (ca. 3-3,5 kg), til slagtning og videresalg. Der opdrættes udelukkende hunner, og rogn udgør en stor del af omsætningen. Hjarnø Havbrug har igennem flere år arbejdet på at udvikle et produktionskoncept hvor produktionen sætter nye standarder for udledning af næringsstoffer og hjælpestoffer. Disse produktionsmetoder, der må betragtes som BAT, vil også blive implementeret i de her ansøgte havbrug.

Markedet for laksefisk er stigende, og allerede nu kan der ikke leveres de mængder af fisk, der efterspørges af kunderne. Hjarnø Havbrug har de senere år investeret betydelige summer i etablering af en miljøskånsom produktion af sættefisk, og størstedelen af produktionen sker i recirkulerede anlæg med meget lav miljøpåvirkning. Ligeledes er der i dag en uudnyttet kapacitet i forhold til slagtning og forarbejdning.

Med henblik på at sikre en fortsat udvikling af virksomheden ansøges der om tilladelse til en produktionsudvidelse. Ansøgningen om miljøgodkendelse omfatter udelukkende anlæg på vand og ikke på land.

Den hårde internationale konkurrence, især fra Norge og Chile, har i stadig højere grad gjort mindre havbrug urentable. Hvis havbruget skal overleve de skærpede markedsvilkår – og samtidig efterleve de særligt strenge danske miljøkrav - er det nødvendigt at etablere store og effektive produktionsenheder. En opretholdelse og fortsat vækst af virksomhedens produktionsmuligheder er således en forudsætning for virksomhedens langsigtede overlevelse.

Med henblik på at opnå en miljøgodkendelse af Hjelm Havbrug er nedenstående ansøgning udarbejdet. Ansøgningen er udarbejdet på baggrund af Godkendelsesbekendtgørelsen (BEK nr 514 af 27/05/2016 – listenummer I205). VVM anmeldelse er udarbejdet på baggrund af BEK 382 af 25. april 2012.

Der er ansøgt om placeringstilladelse til havbrug den 12. september 2016 hos NaturErhvervstyrelsen.

ANSØGNING OM MILJØGODKENDELSE

A. OPLYSNINGER OM ANSØGER OG EJERFORHOLD

1. **Ansøger:**
Pedersen Line II
Nørremarksvej 25
8700 Horsens

2. **Virksomhedens navn:** Identisk med ansøger
(Matr. nr. er ikke relevant)
CVR nummer: 37533114

3. **Ejer:** Britt Pedersen
Nørremarksvej 25
8700 Horsens

4. **Kontaktpersoner:**
Anders Pedersen
Hjarnø Havbrug,
Snaptunvej 57 B,
7130 Juelsminde
Tlf 40 43 3043
Mail: Hjarnø@havbrug.dk

B. OPLYSNINGER OM VIRKSOMHEDENS ART

5. **Listebetegnelse:** Anlægget er omfattet af Godkendelsesbekendtgørelsens Bilag 2, listevirksomhed I 205. Hovedaktivitet Havbrugsdrift.

6. **Kort beskrivelse af ansøgte projekt:** Der ansøges om miljøgodkendelse for et nyt havbrug ved Hjelm Sø for Djursland, der vil blive etableret i marts 2017. Der vil netto blive produceret op til 2600 t regnbueørred i 12 bure (160 m ringe) med en samlet udledning på op til 100 t N og 10,4 t P. Produktionen vil være delt op i fire delområder, hvor udledningen vil være 25 t N og 2,6 t P. Delproduktionsområderne vil have en indbyrdes afstand på ca 500 m, og udledningerne vil således ikke medføre varig påvirkning af havbunden eller væsentlig påvirkning af omgivende havområde. Produktionen vil anvende eksisterende BAT- teknologier i forhold til at reducere anvendelse af antifouling

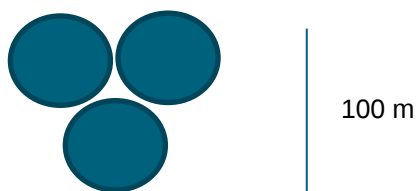
beskyttelse, reducere anvendelse af medicin, braklægning af område, miljø-skånsom anvendelse af fodermidler, og i forhold til placering af havbrug i strømfyldt farvand.

Ejeren Britt Pedersen er vokset op i en familieejet akvakulturvirksomhed, hvor hun har arbejdet mange år indenfor fiskeopdræt, forarbejdning og afsætning af fiskeprodukter, som indebærer hele værdi- og produktionskæden, fra klækning af regnbueørred, opdræt af ørred i dambrug til portionsørred eller udsætningsfisk, videreopdræt i havbrug, til slagtning og videresalg. I den forbindelse har ejeren Britt Pedersen opbygget en omfattende praktisk og udviklingsorienteret viden indenfor fiskeopdræt både i dambrug og havbrug.

7. Virksomheden er ikke omfattet af bekendtgørelse om kontrol med risikoen for større uheld med farlige stoffer.
8. Aktiviteten er længerevarende min 10 år.

C. OPLYSNINGER OM ETABLERING

9. Projektet indbefatter ikke bygningsmæssige udvidelser eller ændringer. Produktionen foregår i op til 12 cirkulære flyderinge med en omkreds på 160 m og en dybde på ca. 16 m. Burene vil have et gelænder, der er ca. 1,2 m over vandoverfladen. Der vil desuden blive anvendt netholdere med en højde på ca. 2,5 m. Desuden vil der være et mindre antal flydebøjer i vandoverfladen. Burene er udført i sort kunststof og nettene er rødbrune eller sorte. Anlægget er hermed ikke iøjnefaldende fra det omkringliggende land- og havområde. Havbrugsproduktionen vil være delt op i fire delproduktionsområder, hvor der vil blive etableret 3 bure i en matrix, som angivet nedenfor (Figur 2).



Figur 2. havbrugsburene etableres i fire matricer med 3 bure i hver matrice. Matricerne har fælles fortøjning, og udgør en robust produktionsplatform.

Havbrugsproduktionen vil være delt op i fire delproduktioner, der hver vil medføre en årlig udledning af op til 25 t N og 2,6 t P. Hvert delproduktionsområde

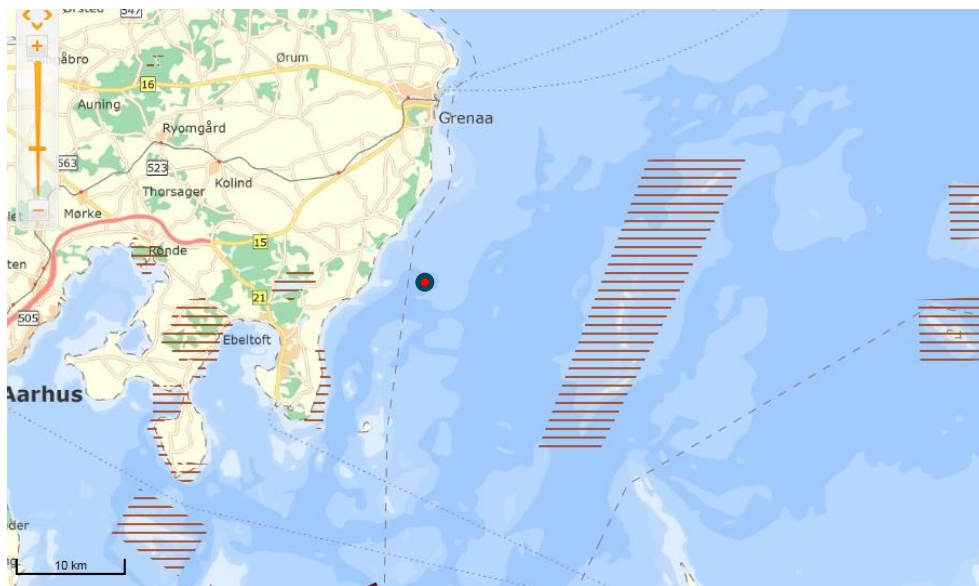
vil ved afslutningen af en produktion af fisk være braklagt i 3 måneder, således at bundforholdene reetableres.

10. Havbruget vil blive påbegyndt etableret i marts 2017, og produktion vil blive iværksat i april 2017.

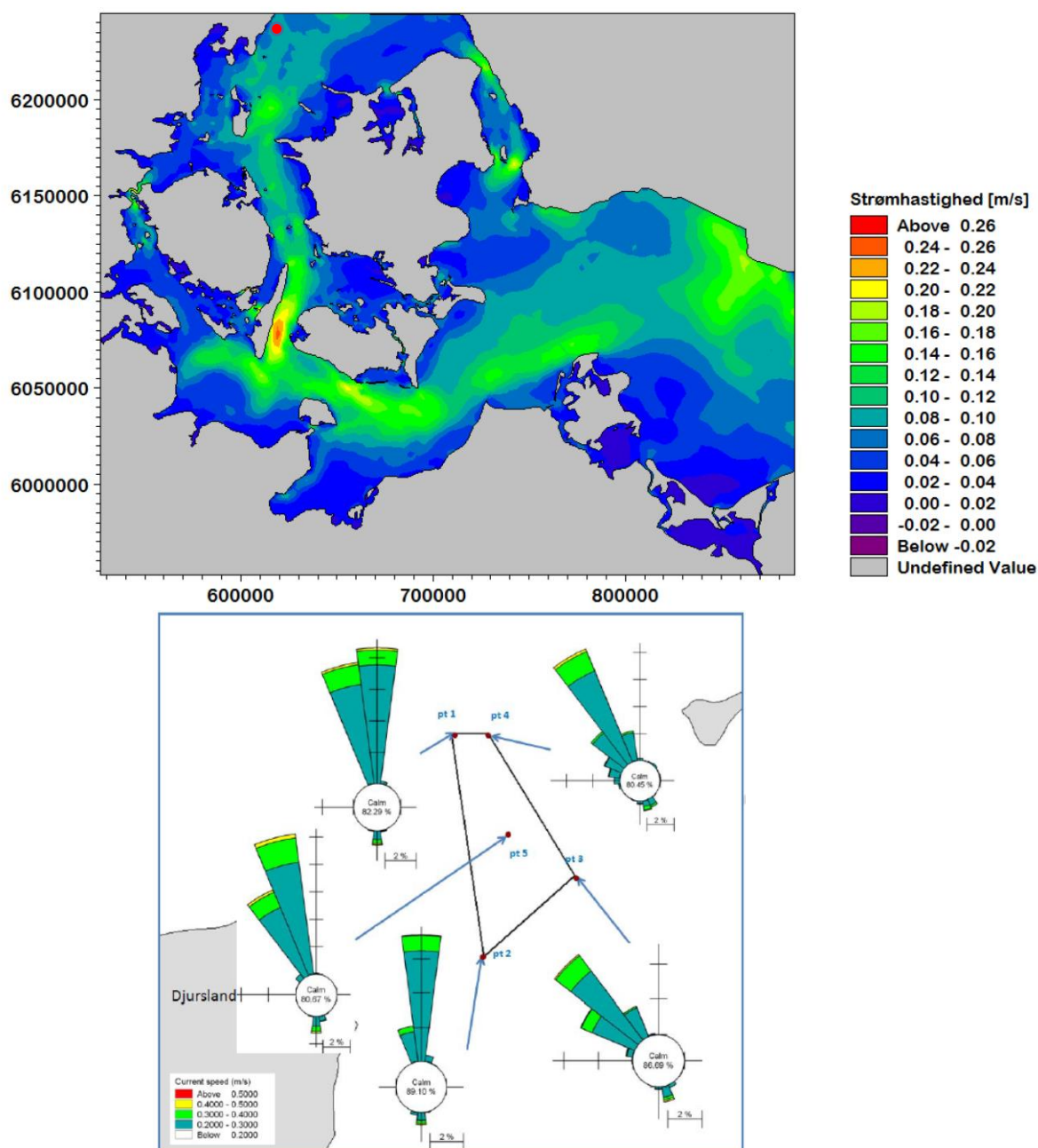
D. OPLYSNINGER OM VIRKSOMHEDENS BELIGGENHED OG DRIFTTID

Hjelm Havbrug er placeret i et område, hvor der forventes gode produktionsbetingelser i forhold til strømforhold, bølgeeksponering og dybde. Den gennemsnitlige strømhastighed i overfladevandet er ca 0,1 m/s, med en nordgående retning, hvilket giver gode produktionsbetingelser for laksefisk (Fig. 3 og Fig. 4).

Desuden er havbruget placeret på en position, hvor der forekommer ingen eller uvæsentlige konflikter med vandplaner, Natura 2000, sejlads og andre brugere af søterritoriet. Havbrug er placeret i område med højt fortyndingspotential, som sikrer at koncentrationsniveauet fra udledning af medicin overholder gældende bekendtgørelse, samt at udledte næringsstoffer spredes over et større område.



Figur 3. Hjelm Havbrug er placeret uden for basislinje for vandområderne. Der forekommer ikke Natura 2000 områder i nærheden af havbruget, som vil blive påvirket af havbrugsdriften. Den røde cirkel angiver havbrugets position.



Figur 4. Hjelms Havbrug er placeret i et område med gunstige strømforhold, og det kan med stor sikkerhed afvises, at havbruget vil medføre en væsentlig påvirkning af det omgivende havområde, herunder Natura 2000 områder eller bilag IV arter. Øverst ses gennemsnitsstrømhastighederne i det sydlige Kattegat og de indre danske farvande. Nederst ses dybdeintegreret oversigt over strømforhold i farvandet mellem Djursland og Anholt. Det ses, at strømmen i området mellem Kattegat havbrug og Anholt har en nordvestlig retning. Den røde cirkel på øverste kort angiver placeringen af havbruget. På nederste kort er havbrug placeret uden for kortet umiddelbart syd for den østlige spids af Djursland

11. Havbrugsproduktionen vil være delt op i fire delproduktioner, der hver vil medføre en årlig udledning af op til 25 t N og 2,6 t P. Hvert delproduktionsområde vil ved afslutningen af en laksefiskproduktion være braklagt i 3 måneder, således at en upåvirket bundtype gendannes.

Den synlige og hørbare aktivitet på anlægget begrænser sig til aktivitet, når der fodres, opsamles døde fisk og føres generelt tilsyn med fisk og anlæg.

12. Logistisk vil produktionen på Hjelm Havbrug medføre følgende aktiviteter: I driftsperioden vil der generelt være én daglig sejlads mellem Grenaa Havn og anlægget. I forbindelse med vedligehold af net, vil der i et par perioder af 1-2 dages varighed være et par ekstra ture til anlægget. Sejladserne giver ikke anledning til nævneværdig støj.

E. TEGNINGER OVER VIRKSOMHEDENS INDRETNING.

13. Produktionen vil foregå i 12 cirkulære netbure med flyderinge med en omkreds på 160 m. Burene er etableret i en matrix, med en samlet fortøjning (se Fig. 2). Produktionsinformationer er givet i Tabel 2.

Tabel 2. Produktionsdata for Hjelm Havbrug.

Placering (farvand):	sydøst for Djursland
Antal bure/Flyderinge	12
Omkreds af bure (m)	160
Dybde af bure (m)	16
Kvælstof (t)	100
Fosfor (t)	10,4
Kobber forbrug (kg/år)	<250 kg
Vanddybde (m)	19-20 m

Der er ikke væsentlig påvirkning fra støj eller vibration fra anlæg.

Der ansøges ikke om godkendelse af bygninger eller andre landfaciliteter. Udledning af nærings- og affaldsstoffer fra fiskeproduktionen sker til omgivende farvand. Døde fisk opsamles og bringes i land dagligt, hvor de behandles inden for gældende tilladelse for landfaciliteter.

Der er ikke faciliteter til oplagring af foder eller hjælpestoffer på anlægget. Dette opbevares på land jf. gældende tilladelse for landfaciliteter.

F. BESKRIVELSE AF VIRKSOMHEDENS PRODUKTION.**14. Produktionskapacitet:** Produktionen vil være af laksefisk.

Sættefisk til produktion af laksefisk – Der gennemføres en 1 eller 2 årig produktion af regnbueørred. Det forventes, at produktionstiden i havbruget vil være 9-18 måneder, hvorefter det enkelte havbrugsområde braklægges i ca 3 måneder.

Udviklingen af havbruget vil være opdelt i tre faser med en 50 % produktion i 2017-2018, en 75 % produktion i 2019, og en 100% produktion fra 2020 (Tabel 2). Udviklingen vil være underlagt en omfattende udvidet egenkontrol af både påvirkning af havmiljø og produktionstekniske forhold. Egenkontrollen vil således kunne anvendes til at klarlægge, om vurderingerne i forhold til miljøpåvirkning er korrekte, samt evt. identificere uforudsete påvirkninger. En øgning i produktionen vil således forudsætte, at det dels kan afvises, at havbruget påvirker vandsøjlen eller bundforholdene, og dels at havbrugsdriften teknisk og økonomisk er hensigtsmæssig.

Tabel 2. Udviklingen af Hjelm Havbrug. En gradvis udvikling sikrer, at udbygningen af produktionen kun gennemføres, hvis der ikke opstår uforudsete væsentlige påvirkninger fra havbrugsdriften eller det omkringliggende havmiljø.

År	Netto fiskeproduktion t/år	Tab af N t/år	Tab af P t/år	Tab af kobber kg/år
2017-2018	1319	50	5,2	<125
2019	1979	75	7,8	<188
2020-	2638	100	10,4	<250

15. Procesforløb: Produktionsprocessen på havbruget består i dagligt at fodre laksefiskene samt at tilse disse og anlægget.

Udledning fra processen består i et tab af næringsstof udskilt fra fisken (fækalier / ammonium) samt evt. spildt foder og tabet sker diffust fra hele anlægget. Det mindst miljøbelastende foder vil blive anvendt. Ammonium vil primært tabes fra fiskene i den øverste del af vandsøjlen, hvorimod fækalier og tabt foder vil sedimentere, og i højere grad omsættes på bunden.

Tab af nærings- og iltforbrugende stoffer: Det specifikke produktionsbidrag i forhold til udledning af N og P er beregnet som angivet i Havbrugsvejledningen (Tabel 3).

Tabel 3. Tab af næringsstoffer på baggrund af beregningsanvisning i Havbrugsvejledningen. Foderkvotient, foderspild og dødelighed er fastlagt på baggrund af de senere års driftserfaringer for regnbueørred.

Beregningspræmisser		
Udsætning af sættefisk (tons)	925.0	
Foder (tons)	2946.0	
Foderkvotient	1.10	
Foderspild (%)	1.5	
Dødelighed (%)	1.5	
Netto foderforbrug	2901.8	
Netto produktion	2638.0	
Brutto produktion incl døde fisk	3563.0	
Døde fisk (tons)	53.4	
Beregnet tab af næringsstoffer til omgivelserne		
	N	P
Tilførte næringsstof med foderet ifølge oplysninger fra BIOMAR (%)	6.1	0.8
Næringsstoffer i opfisket fisk (%)	3%	0.50%
Tilført næringsstof (tons)	179.1	23.6
Fraført næringsstof (tons)	79.1	13.2
Udledning fra havbrug (tons)	100.0	10.4
Tab af næringsstof ifh netto produktion af fisk (kg næringsstof/tons produceret fisk)	37.90	3.93

Udledning af BI_5 er beregnet ved hjælp af DTU Aquas produktionsbidragsmodel for ferskvandsproduceret regnbueørred. Det vurderes, at denne model er den mest præcise i forhold til at beregne udledning af BI_5 . Med en produktion som beskrevet med værdierne ovenfor beregner produktionsbidragsmodellen, at der vil være en udledning af total BI_5 på 286 t, svarende til 108 kg/ tons produceret fisk. Udledningerne af både N, P og BI_5 ligger således væsentligt under de maksimalt tilladte specifikke produktionsbidrag som er henholdsvis 47,5 kg N/t, 6 kg P/t, og 220 kg BI_5 /t - jf. Havbrugsvejledningen.

Udledning af medicin: Medicinering er dyrelægeordineret, og der vil kun blive brugt godkendt medicin i behandlingen. Der kan forventes mellem 0 og 3 behandlinger årligt, der vil være forskudt i tid. Der kan anvendes tre aktive stoffer: oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim. Den daglige dosis per kg fisk er angivet i tabel 4. En evt. behandling vil finde sted over 7 - 10 dage, hvor medicin anvendes som speciel lavet foder.

Ved en behandling vil der over 7- 10 dage blive anvendt 131-188 g oxolinsyre, eller 175-250 g sulfadiazin og 35-50 g trimethoprim pr tons fisk der behandles (Tabel 4).

Tabel 4. Dyrlægeordineret daglig dosis ved behandling med de tre godkendte medicinstoffer. Doser er beregnet for behandling over 7-10 dage per tons fisk.

	Oxolinsyre	Sulfadiazin	Trimethoprim
Dosis aktivt stof (mg/kg fisk)	18.75	25	5
Antal behandlingsdage	7-10	7-10	7-10
Aktivt stof per dag ved behandling af 1 ton fisk (g/t)	18.75	25	5
Aktivt stof over 7-10 dage (g/t)	131-188	175-250	35-50

Ved udsætning vil fiskene være vaccineret mod de mest kendte sygdomme. Ved sygdom vil der blive anvendt medicin efter ordination af dyrlæge og efter gældende regler. Med henvisning til Natur-Miljøklagenævnets afgørelse for Nordby Bugt Havbrug (Sag NMK-10-00069 af 1. juni 2011), søges der om vilkår for koncentration af Oxolinsyre, Sulfadiazin og Trimethoprim i vandet uden for havbrugsområdet, der følger de grænseværdier for VKK og KVKK, der er angivet i Bekendtgørelse nr. 439 fra 2016 (Tabel 5).

Tabel 5. Generelle kvalitetskrav og kortidskvalitetskrav for oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim (jf. Bekendtgørelse nr. 439 fra 2016), som findes i medicin benyttet i havbrug.

	Generelt kvalitetskrav, VKK Marint (µg/l)	Kortids kvalitetskrav, KVKK marint (µg/l)
Oxolinsyre	15	18
Sulfadiazin	4,6	14
Trimethoprim	10	160

Der vil pga den lave saltholdighed og strømforholdene i området ikke være behov for at behandle mod lakselus.

Udledning af kobber: Der vil blive anvendt maksimalt 250 kg kobber til imprægnering af net. Det kan med stor sikkerhed vurderes, at under 20 % af kobberet tabes fra nettene (<50 kg), hvoraf halvdelen tabes til sedimentet og den anden halvdel tabes til vandfasen (DHI, 2008).

Nettene i burene vil være lavet af Dyneema fiber eller fiber med tilsvarende egenskaber. Dyneema er en ny type net bestående af et stærkere og mere smidigt materiale. Netene er dermed bedre egnet til at modstå vind/vejr og prædatorer. Dyneema net vejer en tredjedel af et traditionelt polyamidnet, hvilket medfører fordele i forhold til produktion, arbejdsforhold og miljø. Da overfladen på nettene er mindre, medfører det en mindre modstand og dermed en bedre vandudskiftning i netburene, hvilket vil give bedre iltforhold i burene, og dermed bedre forhold for fiskene. Anvendelse af Dyneema net kan give en væsentlige reduktion i tab af kobber (DHI, 2008).

16. **Energiforsyning:** Ikke aktuelt. Energiforbruget udgøres alene af bådenes forbrug af dieselolie. Tilladelse til opbevaring af brændstof er dels omfattet af godkendelser af fartøjer og dels af godkendelse af landanlæg.

17. **Driftsforstyrrelser og uheld**

Algeopblomstring af giftige alger: Giftige alger kan streske fiskene og medføre manglende ædelyst, sygdom og i værste fald fiskedød. For at minimere risiko for giftige alger følges algeforekomst herunder temperatur, saltholdighed, klorofylindhold, strømforhold meget nøje både før udsætning og i produktionsperioden. Ved forekomst af giftige alger vil udsætning forsinkes, eller hvis fiskene allerede er sat ud, vil fodringen nedsættes. Sygdomme søges forebygget gennem vaccinationsprogrammer og løbende tilsyn med fiskene. Døde fisk fjernes løbende fra anlægget og udgør derfor ikke en trussel mod havmiljøet.

Havari eller/og fiskeudslip: Der kan potentielt ske udslip af fisk i forbindelse med skader på anlægget forårsaget af hårdt vejr, påsejlinger eller hærverk. Skader på anlægget i forbindelse med hårdt vejr søges forebygget gennem forebyggende vedligeholdelse af anlægget, udskiftning af slidte dele og almindeligt dagligt tilsyn i sæsonen. Påsejlinger forebygges vha. lovpligtig afmærkning af anlægget. Hærverk er i sagens natur vanskeligt at forebygge. Havbruget vil blive etableret og drevet efter den norske standard NS 94: 2009, og rømninger af fisk vil således være reduceret, og vurderes ikke at medføre påvirkning af den vilde laksefiskbestande.

Havarier med både kan give anledning til bl.a. olieudslip, tab af foder eller medicinske stoffer. Havarier forebygges gennem uddannelse af besætning og vedligeholdelse af bådene, der også er underlagt myndighedernes tilsyn.

Havari og udslip af fisk fra havbruget vil hurtigst muligt blive meddelt de relevante myndigheder.

G. OPLYSNINGER OM VALG AF TEKNOLOGI – BAT

18. DTU Aqua har i Maj 2013 udarbejdet et notat om BAT for havbrugsproduktion, hvor Kattegat Havbrug anvender samtlige af de BAT teknologier, der er tilstrækkeligt udviklet.

Net: Net til havbrugsbure er normalt lavet af nylon / polyamid, men Hjarnø Havbrug anvender en ny type net, Dyneema som er tyndere, men stærkere end traditionelle net. Det tyndere net giver en betydelig reduktion i tab af kobberholdige stoffer til omgivelserne. Trods behandlingen af nettene er det normalt nødvendigt at skifte dem en gang i løbet af sæsonen. Ved udskiftningen anvendes net, der ikke er imprægneret til den aktuelle sæson. Herved reduceres mængden af antibegroningsmiddel. På nuværende tidspunkt kan kobber ikke substitueres eller udelades, men der holdes løbende øje med de nyeste teknikker inden for området. Nye forbedrede teknikker vil blive implementeret, når disse er tilgængelige.

Medicinering: Medicinforbruget søges begrænset mest muligt via avl, vaccination, minimering af stress og optimering af fodringsstrategier. Ved udsætning vil fiskene være vaccineret mod de mest almindelige sygdomme.

Brancheorganisationen Dansk Akvakultur deltager pt. i et projekt med henblik på optimering af vacciner specielt tilpasset behovet i danske havbrug. Såfremt der udvikles nye produkter eller forbedrede metoder vil disse blive implementeret.

Der anvendes udelukkende fabriksfremstillet foderlægemiddel, hvorved tabet af medicin til havvandet minimeres.

Foder: Det anvendte foder er udviklet i samarbejde med foderproducenterne. Det er megen fokus på at optimere fiskenes optagelse af næringsstoffer, både a.h.t. økonomien og til tabet af næringsstoffer til miljøet. Foderfabrikkerne ser dette som en væsentlig konkurrenceparameter. Med det formål at rette foderudviklingen direkte mod behovet i danske havbrug har foderproducenten Bio-Mar for nyligt etableret et forsøgshavbrug i Storebælt. Resultaterne herfra vil løbende blive iagttaget.

Med henblik på at styre udviklingen i fiskenes vækst udarbejdes løbende planer for den daglige fodring af fiskene. Foderplanerne tager hensyn til de aktuelle vandtemperaturer og vejrforhold, fiskenes sundhedsstatus m.m. Selve fodringen af fiskene udføres af erfarne medarbejdere, der har rutine i at vurdere fiskenes aktivitet og bemyndigelse til at tilpasse fodringen, så foderspild minimeres.

Braklægning: Havbrugsproduktionen vil være delt op i fire delproduktioner, der hver vil medføre en årlig udledning af op til 25 t N og 2,6 t P. Hvert delproduktionsområde vil ved afslutningen af en produktion af fisk være braklagt i 3 måneder, således at en upåvirket bundtype gendannes.

Placering i strømfyldt farvand: Havbrugets placering i et strømfyldt farvand sikrer, at der er en høj opblanding og fortynding af udledte næringsstoffer samt medicin og hjælpestoffer. Dermed vil sedimentet under havbruget og de omgivende vandmasser ikke i væsentligt omfang blive påvirket. De gode strømforhold samt anvendelse af Dyneema net vil sikre en god gennemstrømning i netbure, og dermed sikrer gode forhold for fiskene og dermed god foderudnyttelse.

H. OPLYSNINGER OM FORURENING OG FORURENINGSBEGRÆNSENDE FORANSTALTNINGER

20-22. Luftforurening: Havbruget vil ikke medføre væsentlig luftforurening.

23. Spildevandsudledning: Spildevandsudledningen fra havbruget vil bestå af fire komponenter, der udledes direkte til havmiljøet, a) nærings- og organisk stof fra foder og fisk, b) medicin fra medicinering og behandling mod lakselus, c) ved tab fra fisk og d) kobberholdige stoffer fra net.

Der søges om miljøgodkendelse af:

- 100 tons kvælstof
- 10,4 tons fosfor
- Dyrelægeordineret medicinering
- <250 kg kobber

Udledning af næringsstof vil blive beregnet som angivet i Havbrugsvejledningen.

Udledningen sker direkte til omkringliggende hav.

Havbrug skal ikke tilsluttes spildevandsforsyningsselskabs spildevandsanlæg. Produktionsprocesser på land, herunder slagtning og forarbejdning af fisk, imprægnering og håndtering af net er underlagt godkendelse af landanlæg.

Udledning af nærings- og iltforbrugende stoffer

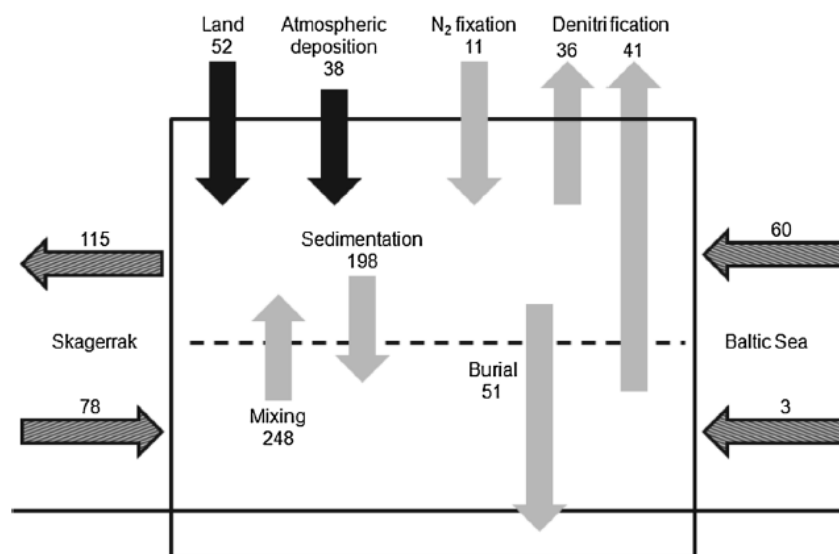
Eutrofiering kan være en trussel mod marine naturtyper. Havbrugets placering i et strømfyldt farvand sikrer, at der er en høj opblanding og fortynding af udledte næringsstoffer samt medicin og hjælpestoffer. Dermed vil sedimentet under havbruget og de omgivende vandmasser ikke i væsentligt omfang blive påvirket. De gode strømforhold samt anvendelse af Dyneema net vil sikre en god gennemstrømning i netbure, og dermed sikre gode forhold for fiskene og dermed god foderudnyttelse. En skiftende andel af havbrugsområdet vil regelmæssigt være braklagt, således, at der ikke over årene vil ske en opbygning af medicin, hjælpe- eller næringsstoffer.

Det vil være sandsynligt, at udledning af næringsstoffer fra Hjelm Havbrug i sommerperioden, vil stimulere planteplankton vækst (primærproduktion), da kvælstof er begrænsende for primærproduktionen i området om sommeren. Vandmasserne er lagdelt sommeren igennem, og det vil hovedsagligt være i den øverste del af vandsøjlen (fra overfladen og ned til springlaget), hvor det ekstra kvælstof vil give anledning til øget vækst. Størst stimuleringen af primærproduktionen vil altså være på det tidspunkt, hvor det meste af nærings-saltene er brugt op af forårsopblomstringens kiselalger. Størstedelen af den let forhøjede produktion vil således blive omsat i den øverste del af vandsøjlen og hvad der måtte nå bunden, vil fungere som føde for filtrerende organismer på bunden.

Den ekstra producerede planteplankton i de øverste vandlag, vil ikke lede til eutrofieringsproblemer, da området i forvejen har en relativ lav produktion og fordi fødekæden vil kunne omsætte den ekstra mængde organiske materiale. Tidligere studier i området viser, at der for hver procent kvælstoftilførslen stiger, vil der være en stigning i middelværdi for primærproduktionen i den øverste del af vandsøjlen på omkring 0,45%.

Hjelm Havbrug vil tilføre de omkringliggende vandmasser ca. 100 t kvælstof årligt. Jørgensen, Markager og Maar (2012) har opstillet et budget for kvælstof i Kattegat og Bælterne i forhold til tilførsel fra land, gennemstrømning og atmosfærisk deposition. Budgettet er opstillet for total Kvælstof og for den biotilgængelige kvælstof, der umiddelbart kan omsættes. For den biotilgængelige kvælstof tilføres der 52.000 t N årligt fra land, og 38.000 t tilføres som atmosfærisk deposition (Fig. 5). Der er stor forskel på hvor biotilgængeligt kvælstoffet er, alt efter hvilke former kvælstoffet kommer i, og hvor længe det har opholdt sig i vandet. Det mest biotilgængelige vil komme fra land og fra havbruget i form af ammonium (NH_4^+) hovedsageligt. En tilførsel på 100 tons N fra havbruget svarer til en øgning i den samlede tilførsel af landbase-rede N tilførsel på 0,2 %. Denne øgning i kvælstof vil generere en stigning i primærproduktionen på omkring ca 0,1 % (nuværende primærproduktion ligger omkring de 120-140 g C m⁻² år⁻¹) altså 0,12-0,14 g C m⁻² år⁻¹. Stigning i klorofyl koncentration er svær at forudse, da advektion (horisontal transport

af vandmasser) og zooplankton aktivitet bestemmer hvor meget af det producerede planteplankton der bliver tilbage i vandet og kan påvirke sigtdybden. Middelværdier for indre danske farvande fra perioden 1998-2012, viser højeste primærproduktionsværdier om sommeren sammenhørende med et højt græsningstryk og lave klorofylværdier, hvilket viser, at der ikke tilbageholdes meget af det producerede plantemateriale i vandmasserne i dette område. Samlet set vurderes den ekstra mængde organiske materiale genereret ud fra Kattegat Havbrugs N og P udledning, ikke at have skadelige effekter på havmiljøet i det gældende vandområde.



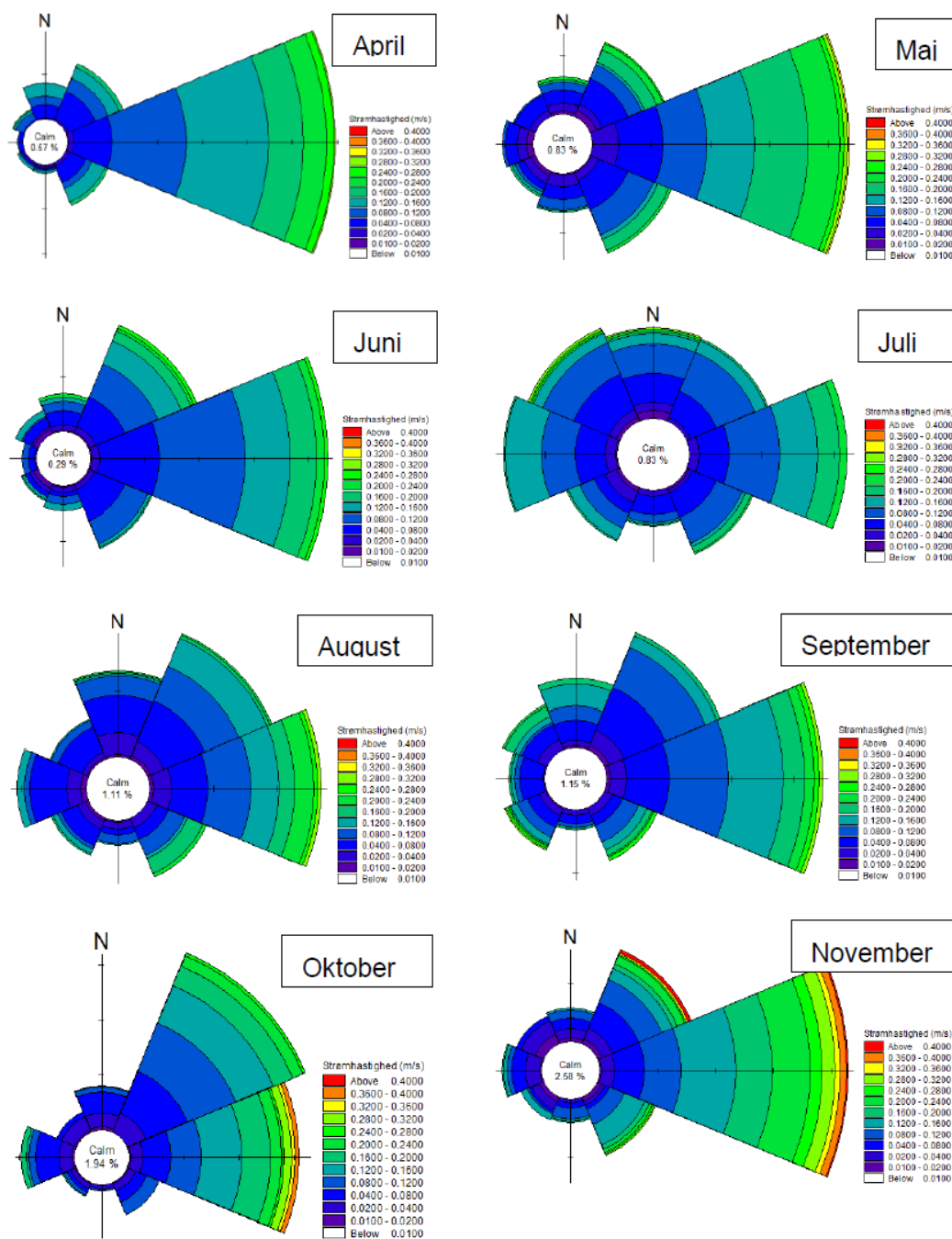
Figur 5. Kvælstof for biotilgængeligt kvælstof i Kattegat og bælteerne. Budget er opstillet af Jørgensen, Markager og Maar (2012). Mængderne er angivet som 1000 t N.

En udledning af 100 t N fra Hjelm Havbrug, der vil fordele sig i Kattegat og i Bælteerne, vil dels være tidsbegrænset og dels kun udgøre 0,07 promille af det beregnede referenceinput for områderne (HELCOM 2013). Tilsvarende vil tilførslen af 10,9 t P være tidsbegrænset og udgøre 3,3 promille af beregnet referenceinput. I begge områder er de internationalt aftalte reduktionsmål (HELCOM BAP) opnåede, og der er væsentlige råderum for etablering af akvakultur.

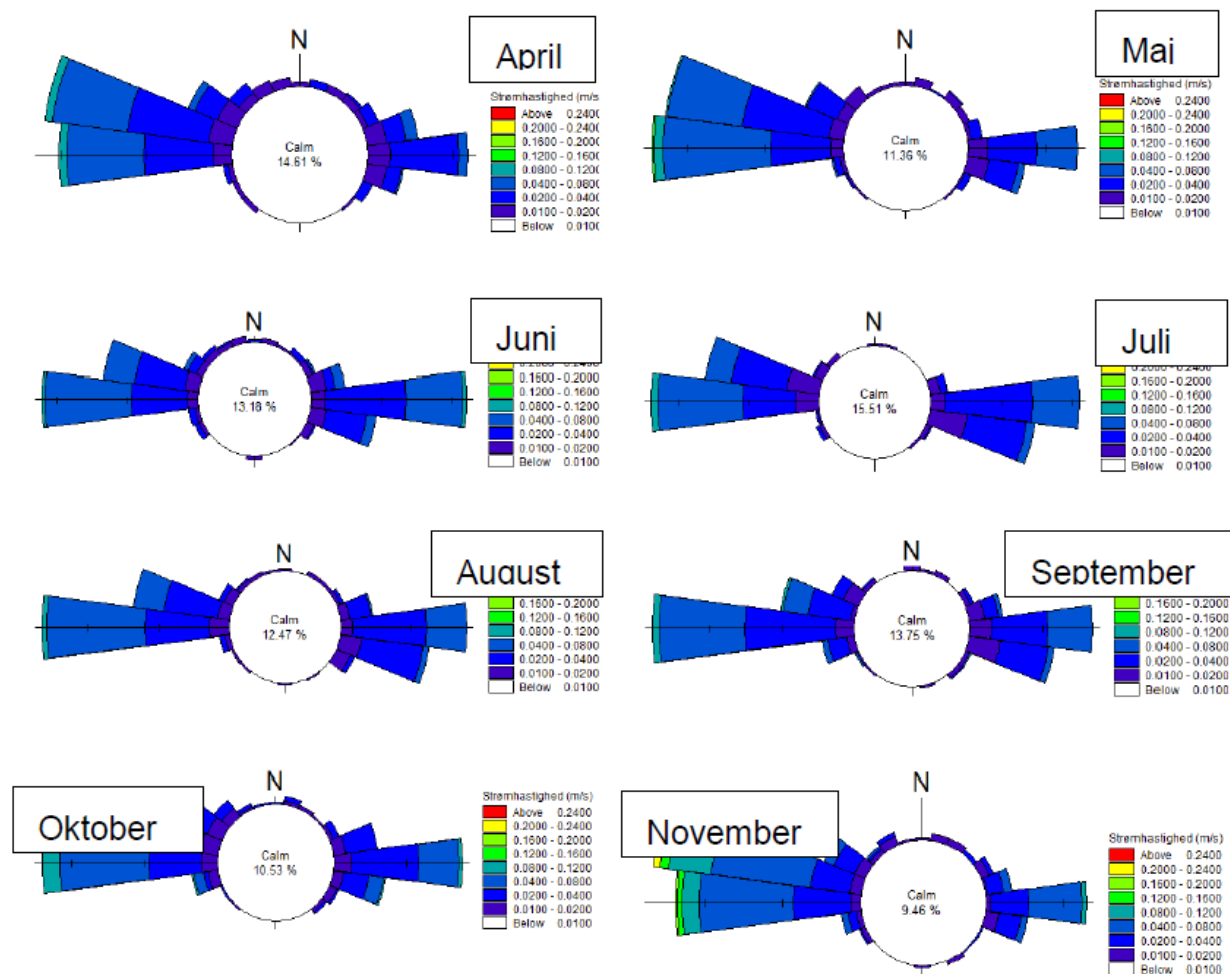
Modellering af effekt af udledning fra havbrug med Endelave Havbrug som model

Modelleringen af udledningen af 100 t N og 12,6 t P fra Endelave Havbrug kan anvendes som model for effekten af Hjelm Havbrug, hvor der fra hver af de fire delproduktionsområder vil blive udledt 25 t N og 2,6 t P – i alt 100 t N og 10,4 t P. Strømforholdene ved Endelave Havbrug er modelleret for april til november 2005 for vandstrøm i overfladen (Fig. 6) og i bundlaget (Fig. 7).

Den gennemsnitlige strømhastighed er ved Hjelm Havbrug ca. dobbelt så stor som ved Endelave Havbrug, og i bundvandet er den gennemsnitlige strømhastighed ca. 2-3 gange større ved Hjelm Havbrug, når der sammenlignes med strømforholdende ved Endelave Havbrug (Se fig. 4,6 og 7). Dette havbrug kan således anvendes som en konservativ og forsigtig model for, hvilke effekter der kan forventes på økosystemet fra Hjelm Havbrug. Det skal bemærkes, at der ved anvendelse af Endelave Havbrug ligeledes er modelleret effekter af fangkultur. Disse effekter er ikke relevante ift Hjelm Havbrug, og holdes derfor ude af nærværende ansøgning.



Figur 6. Strømforholdene i overfladen ved Endelave havbrug i 2005. Endelave Havbrug anvendes som model for påvirkningen af Hjelm Havbrug, der er placeret i område med kraftigere strømforhold, og hvor påvirkningen af havbruget derfor vil være mindre.



Figur 7. Strømførholdene i bundvandet ved Endelave havbrug i 2005. Endelave Havbrug anvendes som model for påvirkningen af Hjelm Havbrug, der er placeret i område med kraftigere strømførhold, og hvor påvirkningen af havbruget derfor vil være mindre.

DHI har modelleret effekten af miljøpåvirkningen af havbruget Endelave Havbrug. Modelværktøjerne er beskrevet i bilag 1. Modellen anvender modelåret 2005, som Natur- og Miljøklagenævnet (NMKN) i afgørelse om Endelave Havbrug den 23. december 2014 opfatter som repræsentativt for 2001-2012. Derfor vurderes modellen også til at udgøre et sikkert grundlag for 2017. NMKN vurderer endvidere, at denne model har mangler i forhold til kalibrering af iltindhold ved sedimentoverfladen og af skillefladedynamik. Disse vurderinger kan tilbagevises, idet begge forhold indgår i modellens opsætning. Der er afholdt møde med deltagelse af Miljøstyrelsen, Hjarnø Havbrug A/S, DHI Group og Orbicon, hvor modelgrundlag er afklaret. Orbicon har fremsendt notat til Miljøstyrelsen den 25. marts 2015, der redegør for modellen, herunder spørgsmål som Miljøstyrelsen har rejst på baggrund af Natur- og Miljøklagenævnets afgørelse om Endelave Havbrug den 23. december 2014.

Der indgår i modellen etablering af fangkultur med blåmuslinger i As Vig. Denne fangkultur vil ikke være en del af nærværende projekt. I analysen af havbrugets påvirkning er det dog tydeligt hvilken påvirkning, der kan tilskrives havbruget, og hvilken påvirkning der kan tilskrives fangkultur.

Modelleringen beskriver påvirkningen fra udledningerne af næringsstoffer, iltforbrugende stoffer og medicin i forhold til følgende:

1. Modellering af driften af Havbruget i forhold til øget koncentration af opløst næringsstof (ammonium), primærproduktion, sigtdybde samt klorofyl i vandfasen i forhold til basistilstanden. Ændringerne i vandfasen er målt som gennemsnit over produktionsåret i forhold til en basistilstand. Påvirkninger, der er større end 0,1 % i forhold til basistilstanden, er analyseret nærmere, og vurderes i forhold til om de medfører en påvirkning af området. Såfremt påvirkninger ligger inden for den naturlige variation for måleparametrene, vil der ikke være tale om en væsentlig påvirkning, og ofte anvendes 1 % kriteriet som grænsen for en væsentlig påvirkning af udpegningsgrundlaget for bl.a. Natura 2000 områder (Bl.a. Femern Bælt). Det skal bemærkes, at påvirkningerne fra udledningen af næringsstoffer og iltforbrugende stoffer er reversible, således at en påvirkning vil ophøre, når kilden til påvirkning fjernes.
2. En modellering af driften af Havbruget i forhold til ændringer af sedimentets indhold af C, N, P og iltforbrug i forhold til basistilstand. Ændringen i bundsedimentet er modelleret som påvirkningen ved afslutningen af produktionen i forhold til en basistilstand. Påvirkninger, der er større end 0,1 % i forhold til basistilstand, er analyseret nærmere, i forhold til om de medfører en væsentlig påvirkning af området.
3. Spredning af medicin ift. til KVKK og VKK er modelleret som gennemsnitskoncentrationer og maksimalkoncentrationer ved en ordineret medicinering af sulfadiazin, trimethoprim og oxylynsyre. Der er modelleret en samtidig behandling af 2105 t fisk med en 8 dages behandling i periode med høj temperatur- og lav strømstyrke ud fra 2005-data (8-15. august).

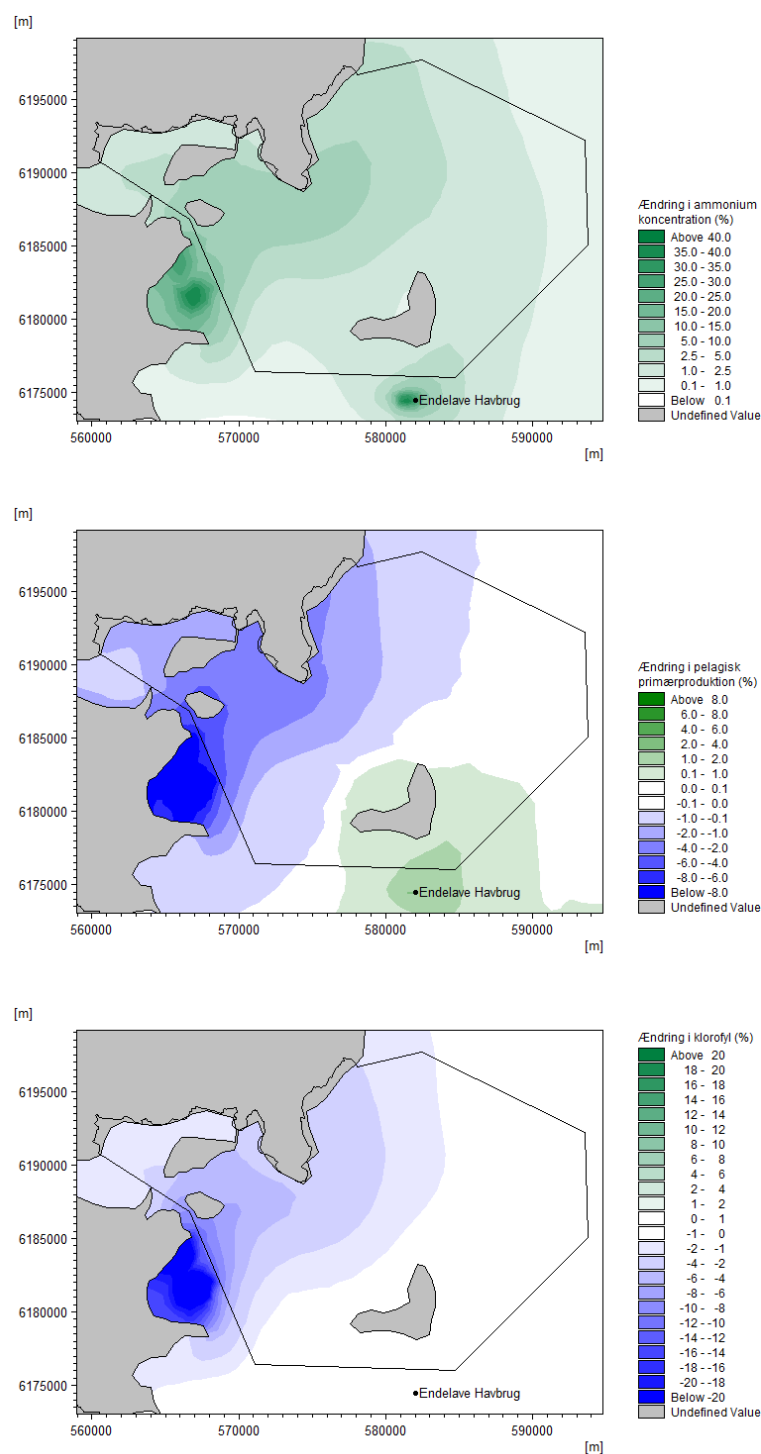
Påvirkning af udledning af næringsstoffer og organisk materiale på vandkvalitet og sedimentforhold

I forhold til at vurdere påvirkning af projektet på vandkvaliteten og sedimentforholdene, er effekten af havbrugsdriften modelleret. Den modellerede påvirkning er fra en havbrugsproduktion, der er 4 gange større end den her ansøgte produktion i delproduktionsområderne og 100 % af den samlede produktion i havbrugsområdet. Modelresultaterne er således konservative i forhold til at vise havbrugsprojektets effekt i de 4 delproduktionsområder. Et areal vurderes påvirket i analyserne i dette modelarbejde, hvis der sker en ændring i forhold til basistilstanden på over 0,1 % i forhold til parametre for vandkvalitet og sediment. I denne analyse ligger der således en yderligere

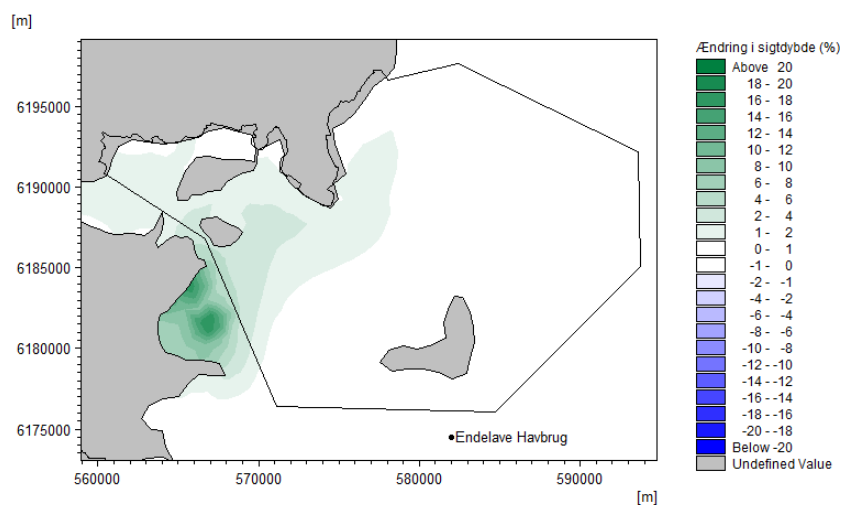
forsigtighed på en faktor 10 i forhold til ved en sædvanlig analyse med en afskæringsgrænse på 1 %. Procentuelle ændringer skal ses i forhold til baggrundsniveau for NH_4 , klorofyl a, pelagisk primær produktion, sigtdybden i vandsøjlen i produktionsperioden, samt ændring i sediment forhold for kulstof (C), kvælstof (N) og fosfor (P) i fuldskala drift over et år, inklusiv braklægnings-periode efter produktionssæson under fuld fiskeproduktion. For iltindholdet i sedimentet er dette vurderet i forhold til produktionsperioden.

Påvirkningen af Endelave Havbrug på det omgivende havområde er vist i figur 8-10. Figur 8 viser, at der i vandsøjlen sker en tilførsel af NH_4 fra havbruget til det omgivende havområde, samt at der sker en øget primær produktion ved havbruget. Det vises endvidere, at udledningen af NH_4 medfører en uændret biomasse af planteplankton, målt som klorofyl a (Fig. 8) og sigtdybde (Fig. 9).

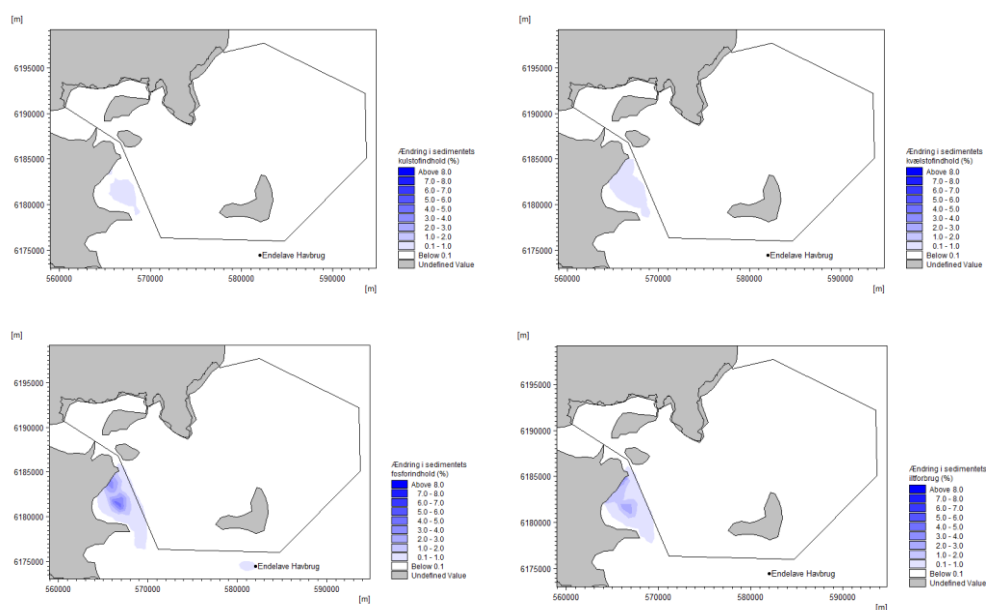
I sedimentet (Fig. 10) ses ingen arealmæssig påvirkning af en øgning i koncentration af kulstof- eller kvælstofindhold. Der ses ligeledes ingen ændring i sedimentets iltforbrug. Der ses lokalt en lille ophobning af fosfor i sedimentet.



Figur 8. Modellering af effekt af Endelave Havbrug på vandsøjlen i forhold til ændring af koncentration af NH_4 (øverst), koncentration af Klorofyl a (midten), ændring i pelagisk primær produktion (nederst), og vandsøjlels sigtdybde (nederst). Værdierne er beregnet for havbrugets produktionssæson.



Figur 9. Modellering af effekten af Endelave Havbrug på vandsøjlen i forhold til ændring af sigt dybde.



Figur 10. Modellering af effekt af Endelave Havbrug på sediment i forhold til ændring af koncentration af kulstof (øverste TV), koncentration af kvælstof (øverste TH), koncentration af fosfor (nederste TV), og sedimentets iltforbrug (nederste TH). For Kulstof, kvælstof og fosfor er beregningerne for et år. For iltindhold er beregningen for produktionssæson.

Modellen for Endelave Havbrug viser, at i området ved havbruget beregnes modellen en stigning i koncentration af NH_4 og primærproduktionen i vand-søjlen (Figur 8), sammenholdt med en uændret biomasse af planteplankton målt som Klorofyl a (Figur 8), og en uændret sigtdybde (Figur 9). På grund af strømforholdene ved Endelave Havbrug kan små lokale forøgelser i primærproduktionen, baseret på tilførsel af næringsstoffer fra havbruget, ikke forventes at medføre nogen væsentlig forøgelse i biomassen af planteplankton hverken lokalt ved havbruget eller i omgivende havområde. Ved fuldskala drift af Endelave Havbrug vil langt hovedparten af primærproduktionen i området stadig være baseret på andre naturlige næringsstofkilder (omsætning og frigivelse af næringsstoffer i havbunden og i de frie vandmasser). Modelleringen beregner ingen påvirkninger af sedimentets indhold af kulstof, kvælstof og fosfor, ligesom der ikke ses et væsentligt øget iltforbrug i sedimentet (Figur 10). Havbruget har således i sig selv ikke en væsentlig påvirkning på vandkvaliteten eller sedimentforholdene i havområdet. Modellen vil ligeledes være gyldig for påvirkningen af Hjelm Havbrug, både i forhold til påvirkningen af delområderne og ved den samlede påvirkning af hele havbruget. Dette skyldes, at strømforholdene ved Hjelm Havbrug er mere gunstige end ved Endelave Havbrug, samt at der i den statistiske vurdering af Endelave Havbrug er indlagt en forsigtighed på en faktor 10.

Påvirkning af Havbrugets udledning af medicin

Der er for Endelave Havbrug modelleret en spredning af medicin, der er vurderet i forhold til KVKK og VKK.

Udledningen af medicin er modelleret som gennemsnitskoncentrationer og maksimalkoncentrationer ved en ordineret medicinering af sulfadiazin, trimethoprim og oxylynsyre. Det bemærkes, at anvendelse af oxylynsyre er modelleret med en ordineret på 10 mg pr kg fisk pr dag og IKKE med 18,75 mg pr kg fisk pr dag, som anvendes ved ordineret til saltvandsfisk. For sulfadiazin og trimethoprim er der modelleret med en anvendelse af henholdsvis 25 og 5 mg pr kg fisk pr dag. Der er modelleret en samtidig behandling af 2105 t fisk med en 8 dages behandling i periode med høj temperatur- og lav strømstyrke ud fra 2005-data (8-15. august). Spredningen af medicin i forbindelse med en medicinering er beregnet som gennemsnitlige koncentrationer inden for behandlingsperioden i forhold til at vurdere, om en overholdelse af VKK er varetaget. I forhold til at vurdere om KVKK overholdes ved en medicinering er den maksimale døgnmiddelkoncentration inden for behandlingsperioden beregnet.

Modelleringen viser, at både VKK og KVKK bliver overholdt ved behandling af de tre godkendte medicintyper oxylynsyre – sulfadiazin - trimethoprim med

en faktor 6-1000 ved en total produktion på 2600 t fisk (2105 t nettoproduktion), svarende til en udledning på 100 t N (Tabel 6). Modelleringen viser, at en behandling af denne population ikke vil medføre overskridelser af VKK eller VKK, og dette gælder derfor også Hjelm Havbrugs planlagte produktion.

Tabel 6. Spredningsprognose for modelberegningerne og den maksimale belastning ifølge beregninger af middel og maksimalkoncentrationer af medicinrester oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim ved havbruget i drift samt udledningens relative størrelse i forhold til de tilladte vandkvalitetskrav. For Oxylinsyre indgår, at der er modelleret en dosering på 10 mg/kg fisk og ikke 18,75 mg/kg fisk. VKK og KVKK er angivet i Tabel 5.

Medicintype	Middel ($\mu\text{g l}^{-1}$) generelt tab beregninger	Udledningens relative størrelse ift VKK	Maks ($\mu\text{g l}^{-1}$) kortids tab beregninger	Udledningens relative størrelse ift KVKK
Oxolinsyre	0,25-1,0	0,9 -3,4 %	2,0-6,0	5,8-17,5 %
Sulfadiazin	0,38-0,46	2,3-2,8 %	2,0-6,0	4,0-12,2 %
Trimethoprim	0,08-0,1	0,2-0,3 %	0,8-1,07	0,1-0,2 %

Udledning af kobber

Nettene i burene vil være lavet af Dyneema fiber eller tilsvarende produkt, der er en ny type net bestående af et stærkere og mere smidigt materiale. Netene er dermed bedre egnet til at modstå vind/vejr og prædatorer. Dyneema net vejer en tredjedel af et traditionelt polyamidnet, hvilket medfører fordele i forhold til produktion, arbejdsforhold og miljø. Da overfladen på nettene er mindre, medfører det en mindre modstand og dermed en bedre vandudskiftning i netburene, hvilket vil give bedre iltforhold i burene, og dermed bedre forhold for fiskene. Anvendelse af Dyneema net giver en væsentlige reduktion i tab af kobber.

I forhold til anvendelsen af <250 kg kobber til beskyttelse mod fouling viser DHI modellering (2013) bla. ved Endelave Havbrug, at hverken de generelle vandkvalitetskrav eller korttidskravene blev overskredet, selv ikke indenfor havbrugsområdet. Påvirkningen ligger minimum en faktor 300 under VKK og en faktor 60 under KVKK. En anvendelse af 250 kg vil således ikke medføre en overskridelse af VKK eller KVKK.

24. Der er ikke stillet yderligere krav om dokumentation

Da virksomheden ønsker at udlede mere end 22 tons kvælstof eller 7,5 tons fosfor pr. år eller derover til vandløb, søer eller havet, er ansøgningen tillige ledsages af de oplysninger, der fremgår af gældende spildevandsbekendtgørelse (BEK nr 726 af 01/06/2016): Spildevandsbekendtgørelse § 27. Ansøgning om tilladelse til udledning af kvælstof og fosfor efter dette kapitel skal være skriftlig og ledsages af følgende oplysninger, dog med de afvigelser, som følger af den enkelte virksomheds eller det enkelte spildevandsanlægs karakter:

- 1) *Redegørelse for det valgte projekt til fjernelse eller nedbringelse af kvælstof og fosfor i udledningen af spildevandet. Der skal herunder redegøres for de grænseværdier for og mængder af kvælstof og fosfor, som udledningen kan nedbringes til. Desuden skal der redegøres for de foranstaltninger, virksomheden agter at foretage for at opnå de lavest mulige grænseværdier og mængder.*

Den ansøgte havbrugsproduktion er til produktion af regnbueørred med en årlig udledning af maksimalt 100 tons N og 10,4 tons P. Hjarnø Havbrug A/S arbejder målrettet på at reducere udledningen af næringsstoffer ved anvendelse af BAT. Der anvendes en højkvalitets fodertype, der giver et lavt næringsstof udslip, og der håndfodres af erfaren fodermester, hvilket sikrer et lavt foderforbrug. Endelig er havbruget placeret optimalt i strømfyldt farvand, hvilket sikre en god vandkvalitet, høj vækst af fiskene og dermed en god foderudnyttelse.

- 2) *Oplysninger om det valgte projekts forhold til de på området eksisterende alternative teknologier samt oplysninger om de afledte økonomiske virkninger med henblik på en begrænsning af udledningen af kvælstof og fosfor.*

Alle relevante BAT teknologier er implementeret i havbrug

- 3) *Redegørelse for mulighederne for teknisk udviklingsarbejde med henblik på forbedrede muligheder for fjernelse af eller yderligere nedbringelse af kvælstof og fosfor.*

Hjarnø Havbrug har deltaget i projekt om udvikling af fodertyper, der reducerer næringsstof udledningen fra havbrug. BAT teknologi bliver løbende implementeret

- 4) *Redegørelse for mulighederne for at nedbringe eller fjerne udledningen af kvælstof og fosfor, herunder ved ændret råvareanvendelse, reduktion eller fjernelse af den pågældende produktion fra virksomheden.*

Hjarnø Havbrug har deltaget i projekt om udvikling af fodertyper, der reducerer næringsstof udledningen fra havbrug. BAT teknologi bliver løbende implementeret

- 5) *I fornødent omfang sådanne økonomiske eller regnskabsmæssige oplysninger vedrørende virksomheden og dennes drift, som kan danne grundlag for tilladelsesmyndighedens vurdering af, hvilke foranstaltninger der kan gennemføres for at fjerne eller nedbringe udledningen af kvælstof og fosfor.*

Med en placering af havbrug i åbent farvand, er der valgt en lokalitet hvor der kan forventes øgede driftsomkostninger men en reduceret miljøpåvirkning.

- 25-26. Støj:** Havbruget vil ikke medføre væsentlige gener i form af støj og vibrationer.

- 27-28. Affald:** Foder opbevares i container på havnen eller på en fodringsbåd. Der anvendes således ikke dunke, sække eller andet til foderopbevaring, der vil frembringe affald.

Evt. døde fisk opsamles dagligt i lufttæt container og afhændes til genanvendelse på biogasanlæg.

Evt. andet affald herunder olie og kemikalier bortskaffes efter kommunes regulativ for erhvervsaffald. Der produceres under 25 kg olie-kemikalie affald om året.

- 29. Jord og grundvand:** Beskyttelse af jord og grundvand - ikke relevant.

I. FORSLAG TIL VILKÅR OG EGENKONTROL

30. Egenkontrol

Egenkontrolprogrammet vil fokusere på, at der ikke må ske ophobning af hverken kulstof, kvælstof og fosfor, kobber eller medicinrester i sedimenterne umiddelbart i forbindelse med havbruget, hvorfor egenkontrolprøver bør udtages i foråret inden udsætning af fisk.

Jf. rapport fra DHI "Sediment prøver ved danske havbrug" (2013) anbefales, at der udtages prøver om foråret, da evt. sæsonbetingede overkoncentrationer alligevel reduceres hver vinter. I rapporten anbefales det, at analyserne gennemføres i puljede delprøver (mindst 6), som udtages med haps ved nedpresning af rør (8 cm indre diameter) i sedimentet. På større dybde eller hård bund kan prøverne tages med grab fra overfladen. De 6 delprøver udtages inden for et areal på 5 x 5 m. Overfladeprøver (0-3 cm) fra de 6 rør puljes og

sendes til analyse. Forstyrrede prøver med ophvirvling af overfladesediment i rørene anvendes ikke.

Der udtages analyser på fem positioner i hvert delproduktionsområde hvert forår. To prøver tages inden for produktionsområdet, 1 prøve 50 m opstrøms og 1 prøve 50 m nedstrøms anlægget samt en prøve fra en aftalt referencestation ca. 500 m fra anlægget. Alle prøvetagninger vil følge den gældende NOVANA teknisk anvisning for marin overvågning af miljøfarlige stoffer i sedimentet. Prøvetagningspositioner aftales med de relevante myndigheder før prøvetagning påbegyndes.

Bundprøverne vil blive analyseret for tørstof, glødtab, N(total), P(total) og kobber

Driftsjournal

Egenkontrol vil blive lavet i forbindelse med driftsjournal, hvor flg. dagligt rapporteres i driftsjournalen:

- Tilgang og afgang af fisk, herunder vaccinationsstatus.
- Fiskemængde
- Døde fisk
- Fodring, mængde og type
- Medicin evt. anvendelse af medicin inkl. dyrlægeordinering.
- Evt. vedligeholdelse og reparation af anlægget.

Produktionsplan

Forud for hver sæson vil der til miljømyndigheden blive indsendt information om:

- Hvordan sæsonen er planlagt i forhold til udsætningstidspunkt, bestand og foderanvendelse,
- Redegørelse for hvilke skridt der er gjort for anvendelse af BAT. evt. forslag til ændret egenkontrol, såfremt der opnås ny viden i forhold til forbedret egenkontrol.

VVM ANMELDELSE

1. HAVBRUGETS KARAKTERISTIKA OG DIMENSIONER

Se ansøgning om miljøgodkendelse vedr. fiskeart, der påtænkes opdrættet, anlæggets dimensionering, anvendelse af foder, medicin og hjælpepestoffer, anvendelse af udstyr og BAT, Forurening og risiko og gener.

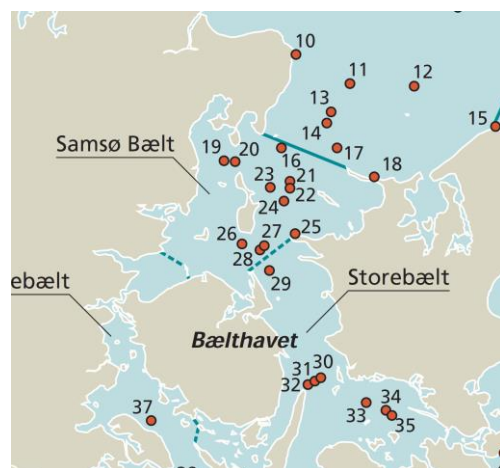
Der vil ikke være kumulative effekter i samspil med andre projekter.

2. BELIGGENHED

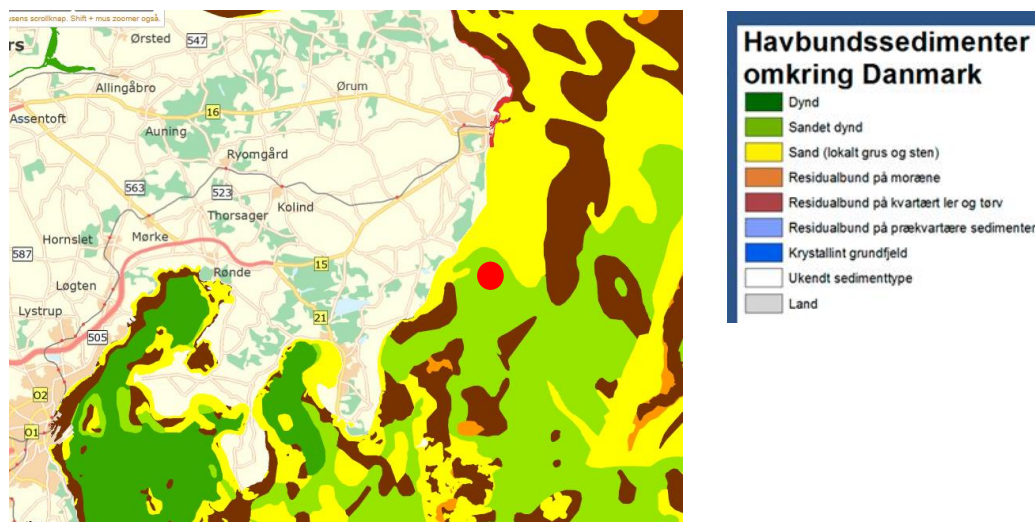
Se ansøgning om miljøgodkendelse vedr. anlæggets placering, afstand til kysten, fiskeart, der påtænkes opdrættet, anlæggets dimensionering, anvendelse af foder, medicin og hjælpepestoffer, anvendelse af udstyr og BAT, forurening og risiko og gener.

Vadehavsområder
ikke forekommende

Habitatområder
Der er ikke kortlagte stenrevsforekomster i området for havbrugslokalitet (Fig. 11). Havbruget er lokaliseret på en havbundstype med sandet dynd (Fig. 12), og forekomst af stenrev er derfor ikke sandsynlig.



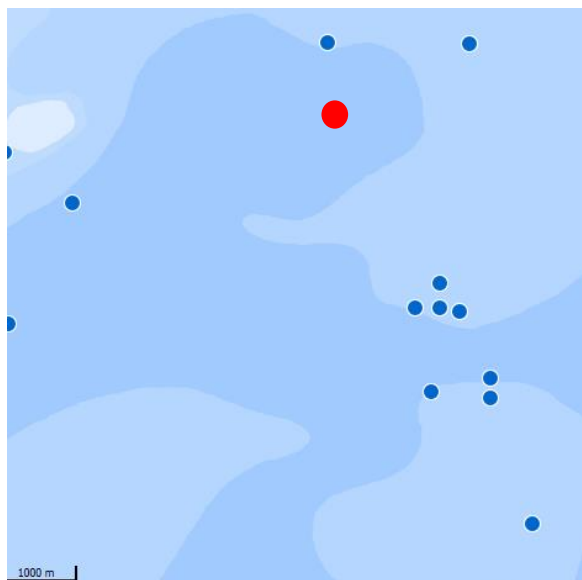
Figur 11. Stenrev i indre danske farvande. Stenrev undersøgt af DCE og Naturstyrelsen



Figur 12. Marine sedimenttyper. Havbruget er placeret på en lokalitet med sandet dynd.

Arkæologiske/historiske forhold

Ifølge Kulturstyrelsens database over fund og fortidsminder findes der ingen fredede eller ikke fredede fortidsminder i området, hvor havbruget er placeret. Der er observeret ikke-fredet fortidsminde ca. 500 m N for havbrugsområde (Fig. 13).



Figur 13. Forekomst af ikke-fredede fortidsminder i området omkring havbrug, Der er ikke forekomst af fredede fortidsminder i området.

Æstetiske forhold:

Området ligger 4,5 km fra nærmeste kyst og er kun begrænset synligt over vandoverfladen idet havbruget er konstrueret i materialer med lav synlighed. Havbruget vil derfor ikke have væsentlig visuel påvirkning.

3. POTENTIELLE MILJØFORHOLD

Se ansøgning om miljøgodkendelse vedr. påvirkningens omfang ift. udledning af næringsstoffer, medicin og hjælpestoffer, støj og anden påvirkning.

Natura 2000 området H231 Kobberhage Kystarealer, der er beliggende 11 km syd for havbrugsområdet har et udpegningsgrundlag, der i forhold til marine naturtyper og arter, kun omfatter Sandbanker (1110) og Rev (1170). Natura 2000 området H204 Schultz og Hastens Grund samt Briseis Flak er beliggende 15 Km øst for havbruget. Udpegningsgrundlaget omfatter kun Sandbanker (1110) og Rev (1170).

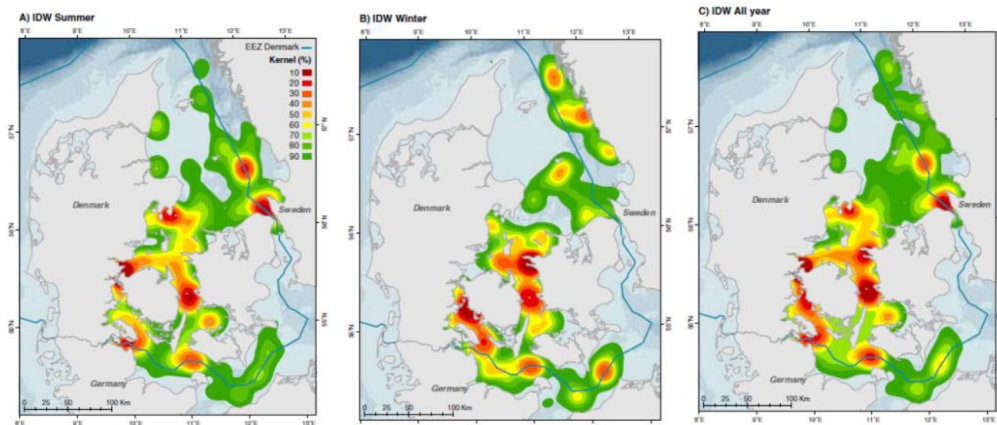
Det kan pga. stor afstand og hydrografiske forhold med høj opblanding af vandmasserne udelukkes, at havbruget vil medføre en påvirkning af områder udpeget som Natura 2000 områder. Der vil ikke være effekter på Bilag IV arter (se også nedenfor).

Havbruget ligger ligeledes uden for basislinien for vandområderne (Fig. 2).

Miljøpåvirkning vil ikke have grænseoverskridende karakter.

De potentielle miljøvirkninger vil have en lav kompleksitet. Påvirkningen vil være reversibel og vil ophører når havbrugsproduktionen indstilles. Havbruget vil blive opbygget gradvist i 3 faser, og iværksættelse af fase 2 og 3 kan tilpasses såfremt der observeres uhensigtsmæssigheder, der ikke er forudset i forbindelse med miljøgodkendelse eller VVM tilladelse.

Forstyrrelse af hvaler, sæler og fugle:



Figur 14. Kernel density kort (Densitetskort) over marsvins-områder i indre danske farvande. (IDW= Inner Danish Waters). Data er baseret på 37 marsvin, som er mærket i de indre Danske farvande mellem 1997-2007 (DMU, 2008).

Der er en lav forekomst af marsvin i havbrugsområdet, som dog forekommer i høj tæthed syd for havbrugsområdet (Fig. 14).

Sejlads i forbindelse med etablering og drift af Havbrug vil være af et begrænset omfang. I driftsperioden vil der generelt være én daglig sejlads mellem Grenaa Havn og anlægget. I forbindelse med vedligehold og udskiftning af net, vil der i to perioder af 1-2 dages varighed være et par ekstra besøg på anlægget.

I forbindelse med udsætning af fisk vil der være op til 3 daglige sejladser mellem havn og anlægget, ligesom der ved optag af fisk kan være op til 3 daglige sejladser med brøndbåde og arbejdsbåde mellem havbruget og Grenaa Havn. Den ekstra sejlads i området mellem Havbruget og Grenaa vurderes at være uden betydning i forhold til den generelle skibstrafik i området. Det kan udelukkes, at forsøgshavbruget påvirkning af forekomst eller udbredelse af marsvin, andre hvaler eller fugle.

Samlet konklusion

Det kan udelukkes, at der vil være påvirkning i form af eutrofiering af marine naturtyper og arter, herunder bilag IV arter, i eller udenfor Natura 2000 områderne i nærheden af Hjelm Havbrug. Ligeledes kan det udelukkes, at forstyrrelser fra aktiviteter på havbruget og ved sejlads i forhold til etablering og drift vil medføre påvirkning af fugle og marine pattedyr i området.

BILAG 1. GENEREL BESKRIVELSE AF MODELVÆRKTØJ.

Modelgrundlag

Grundlaget for den anvendte model er DHI's MIKE 3 modelsystem med fleksibel netafstand.

Modelsyste­met består af et hydraulisk modul (beregner vandstand, vandstrømme, temperatur, salinitet og densitet i tre dimensioner) samt et eutrofieringsmodul (EU), ref. /1/, som er udvidet til også at beskrive sedimentation og resuspension af fint sediment, mudder samt fiske- og muslingefæk­alier.

Modu­let kaldes i det følgende for EU-MT modu­let ref. /2/.

Det økologiske modul beregner koncentrationen af planteplankton, klorofyl, dyreplankton, dødt organisk partikulært materiale samt N- og P-næringsstoffer i vandet og alle biologiske komponenter. En liste over tilstandsvariable, differentialligninger og processer er vist i sidst i dette Appendiks.

Det benthiske system indeholder biomasse af rodfæstet vegetation, biomasse af makroalger samt mikrobenthiske alger på sedimentoverfladen. I sedimentet inkluderer modellen en beskrivelse af sedimentets puljer af organisk kulstof, kvælstof og fosfor, samt en pulje af PO₄ adsorberet til oxideret jern (Fe³⁺). Hertil kommer mindre puljer af NH₄, NO₃ samt PO₄ i sedimentets porevand.

Den anvendte økologiske model inkluderer filtration fra bundlevende muslinger (abundans og biomasse opgjort under det nationale overvågningsprogram). Disse data er konverteret baseret på standardværdier en beskrivelse som blev indført i forbindelse med modelberegninger på Ringkøbing Fjord, ref. /5/.

Den økologiske model er blevet udvidet, så den beskriver transporten af fint organisk og uorganisk sediment med en kornstørrelse under 63 µm, dvs. sedimentets silt, lerfraktionen samt organisk stof. Grunden hertil er, at resuspension af det fine sediment i lavvandede fjorde og kystvande har betydning for lysnedtrængningen til bunden og dermed betydning for udbredelsen af den rodfæstede bundvegetation. I forbindelse med havbrugsproduktion er det vigtigt at kunne beskrive skæbnen af fiskenes fæk­alier, der initielt sedimenterer under og omkring fiskeburene, men hvis den kritiske grænse for resuspension overskrides vil fæk­alierester blive transporteret med strømme til dybere områder. Tilsvarende kan mikrobenthiske alger forøge sedimentets kritiske kraft der skal til fra strøm og bølger før sedimentet begynder at resuspendere.

Både den rodfæstede vegetation og de mikrobenthiske alger er afhængige af, at der er lys på bunden for at gro. Reduceres sigt­dybden, fordi der nærigstofbelastningen stiger og planktonalger opbygger højere koncentrationer, vil de rodfæstede planter og de mikrobenthiske alger forsvinde fra de dybere dele af kystvandene.

Resuspension af fint sediment, den kritiske forskydningsspændings afhængighed af de mikrobenthiske alger samt de beskrevne processer af biomasse af den rodfæstede vegetation er inkluderet dynamisk i modellen.

I de følgende afsnit beskrives stofomsætningen i vandet og i bunden mere detaljeret.

Pelagisk stofkredsløb

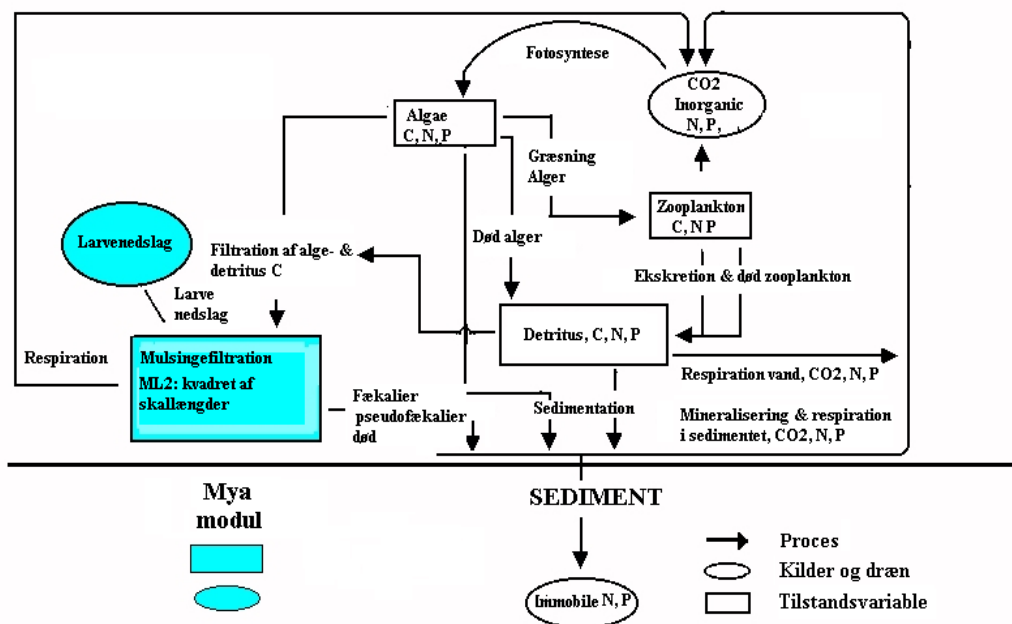
Stofkredsløbet for kulstof (C), kvælstof (N) og fosfor (P) i vandet er illustreret i figur D-1.

Algerne vokser ved fotosyntese, der er bestemt af lys, temperatur samt adgang til næringssalte. Algerne kan blive græsset af hhv. zooplankton, muslinger (naturlige populationer på bunden eller opdrættede muslinger på tove) eller blot henfalde. Ved død og græsning af zooplankton indgår det tiloversblevne døde C, N og P i vandets pulje af dødt partikulært materiale også kaldet detritus. Dette kan nedbrydes i vandet eller sedimentere til bunden. Når havbrug inkluderes i modellen vil ikke-assimileret C, N og P fra føden blive tilført som detritus til bunden. En mere detaljeret beskrivelse af den del af modellen, som beskriver omsætningen i vandfasen og sedimentet, findes i ref. /1/.

Muslingemodellen er bygget op på den måde, at filtrationen er proportional med skalarealet pr. m². Skal-arealet er beskrevet som en arealspecifik parameter i modellen, dvs. at brugeren laver et kort over skalarealet ud fra foreliggende målinger.

Muslingerne filtrerer vandet og sorterer den lødige del af det organiske materiale fra og spiser dette. Den lødige del består for 80-90% vedkommende af alger; den resterende del af det filtrerede organiske og uorganiske materiale afleverer muslingerne som fækalier til sedimentet, se figur 3.2. Muslingerne respirerer omkring 30% af det organiske materiale (C, N og P), som de assimilerer.

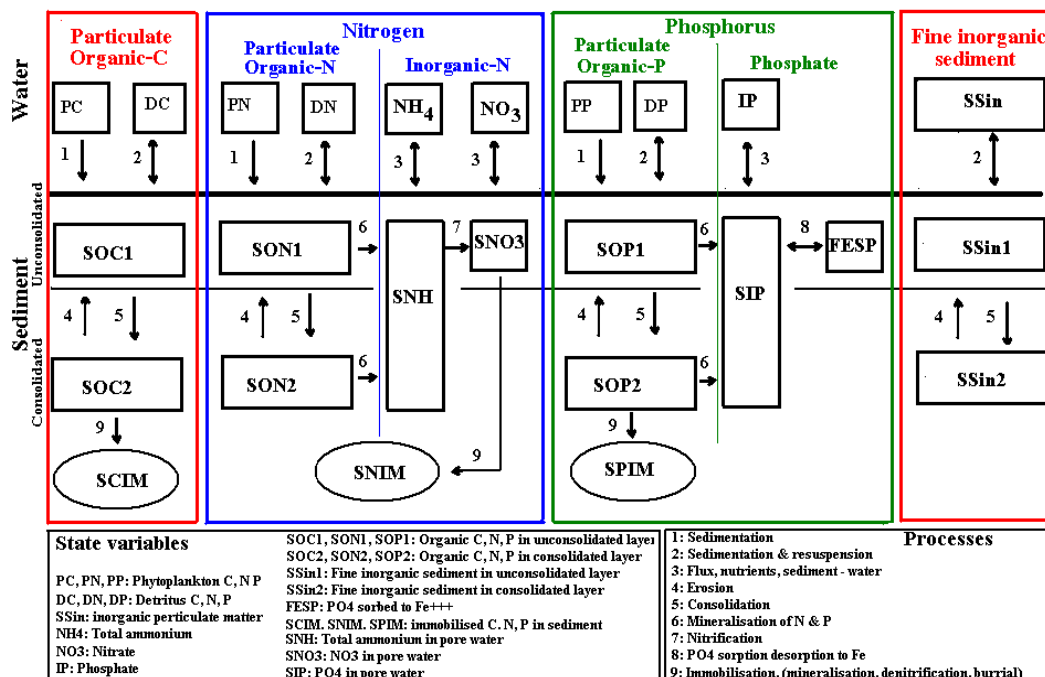
Modellen opererer ikke med biomassen af muslinger som tilstandsvariabel; hvorfor det antages, at biomassen af muslingerne er konstant. Det betyder, at nettoproduktionen af muslingekød sættes lig med døden.



Figur D-1. C, N og P cyklus i vandfasen af det økologiske modul inklusiv filtration fra bundlevende muslinger.

Stofkredsløb i og på sedimentet

EU-MT modulet indeholder en beskrivelse af sediment i to lag, et øvre ukonsolideret lag og et nedre konsolideret lag. I hver af disse lag indgår fint uorganisk sediment (SSin), organisk kulstof (SOC1 & 2), organisk kvælstof (SON1 & 2) og organisk fosfor (SOP1 & 2), se figur D-2.



Figur D-2 Diagram over sediment delen af den kombinerede EU-MT modul.

Organisk stof i form af algekulstof (PC) og detritus kulstof (DC) kan sedimentere til sedimentoverfladen, hvor det indgår i den ukonsoliderede organiske kulstof pulje (SOC1). Der sker til stadighed en konsolidering af sedimentet, hvilket i modellen er beskrevet som en konstant proces, hvor SOC1 flyttes til puljen af det konsoliderede organiske materiale (SOC2).

Resuspension - sedimentation

Det organiske materiale i begge lag kan blive resuspenderet ved påvirkning af bølger og strøm. De kræfter, som påvirker sedimentoverfladen, beregnes ud fra strømha-stigheden samt ud fra bølgenes påvirkning. En bølge kan betragtes som en cirkulær vandbevægelse, der bevæger sig fremad i vandet med en given hastighed. EU-MT modulet indeholder en beskrivelse af vindgenererede bølgers cirkulære vandbevægelse (orbital hastighed) over sedimentet, som kan omsættes til en kraftpåvirkning på sedimentoverfladen, se ref. /2/. Bølgenes kraftpåvirkning beregnes ud fra kendt vindhastighed og retning samt ud fra områdets bathymetri. Ved en given vindretning vil der blive dannet små bølger på læsiden af kysterne, som efterhånden vil vokse sig større, når de kommer ud på dybt vand, og som vil blive brudt, når de kommer ind på lavt vand ved kysternes vindeksponeerede side. Bølgenes kræfter på sedimentoverfladen beregnes for hvert beregningspunkt i modellen, hvilket betyder, at sedimentet udsættes for en større forskydningsspænding i den vindeksponeerede side af fjorden end på læsiden. Overskrider forskydningsspændingen sedimentets kritiske forskydnings-spænding, sker der en resuspension af organisk materiale, organisk bundet N og P samt fint uorganisk sediment og (SOC, SON, SOP & SSin). Det betyder, at modellen

kan beskrive en lokal resuspension af sediment i den vindeksponerede del af modelområdet. Sediment transporteres rundt i fjorden med strømmen, inden det enten sedimenteres ud på læsiden, på dybt vand eller transporteres ud af fjorden. Hvis det ukonsoliderede lag er eroderet bort, sker resuspensionen fra det konsoliderede lag.

Den kritiske forskydningsspænding for det konsoliderede lag er imidlertid højere end for det ukonsoliderede lag.

Sedimentets kritiske forskydningsspænding er en variabel størrelse, som i de fleste modeller er beskrevet ud fra rent fysisk-kemiske forhold. Det kan måske gå i højenergisystemer, dvs. havområder påvirket af store bølger og tidevand. Danske fjorde og mange østvendte kystvande er imidlertid kendetegnede ved at være lavenergisystemer, idet tidevandspåvirkningen er begrænset, og bølgerne ikke kan nå at blive store, inden de kommer ind på lavt vand igen.

I de danske fjorde og kystvande påvirker biologien i form af bunddyr og planter sedimentets kritiske forskydningsspænding. Det har man vidst i mange år, men at sætte tal på har været vanskeligt. Nogle bunddyr, f.eks. dyndsnegle, reducerer den kritiske forskydningsspænding, hvorimod mikrobenthiske 'algemåtter' forøger forskydningsspændingen ved at udskille polysakkarider, der kitter sedimentkornene sammen, ref. /3/, /4/ & /5/. Hertil kommer den rodfæstede vegetation, som dæmper strøm og bølgers påvirkning af sedimentet. EU-MT modulet indeholder en beskrivelse af de mikrobenthiske alger samt af den rodfæstede vegetation, hvorfor deres påvirkning af den kritiske forskydningsspænding ligeledes er inkluderet i modulet.

Sedimentets N-kredsløb

EU-MT modellen indeholder en beskrivelse af omsætningen af organisk N og P. Organisk bundet N tilføres sediment ved sedimentation af alger, detritus samt via muslingernes produktion af fækalier, pseudofækalier samt muslingernes død, se figur D-3.

En del af dette N mineraliseres på sedimentoverfladen, resten tilføres en pulje af organisk bundet N, som kan mineraliseres (SON1 & 2) i sedimentet.

Sedimentets C:N forhold er styrende for mineraliseringshastigheden af det organiske stof i sedimentet. Kommer C:N forholdet over en tærskel (12-14), stopper nedbrydningen, og det resterende organiske bundne C, N og P vil herefter blive begravet (immobiliseret) i sedimentet.

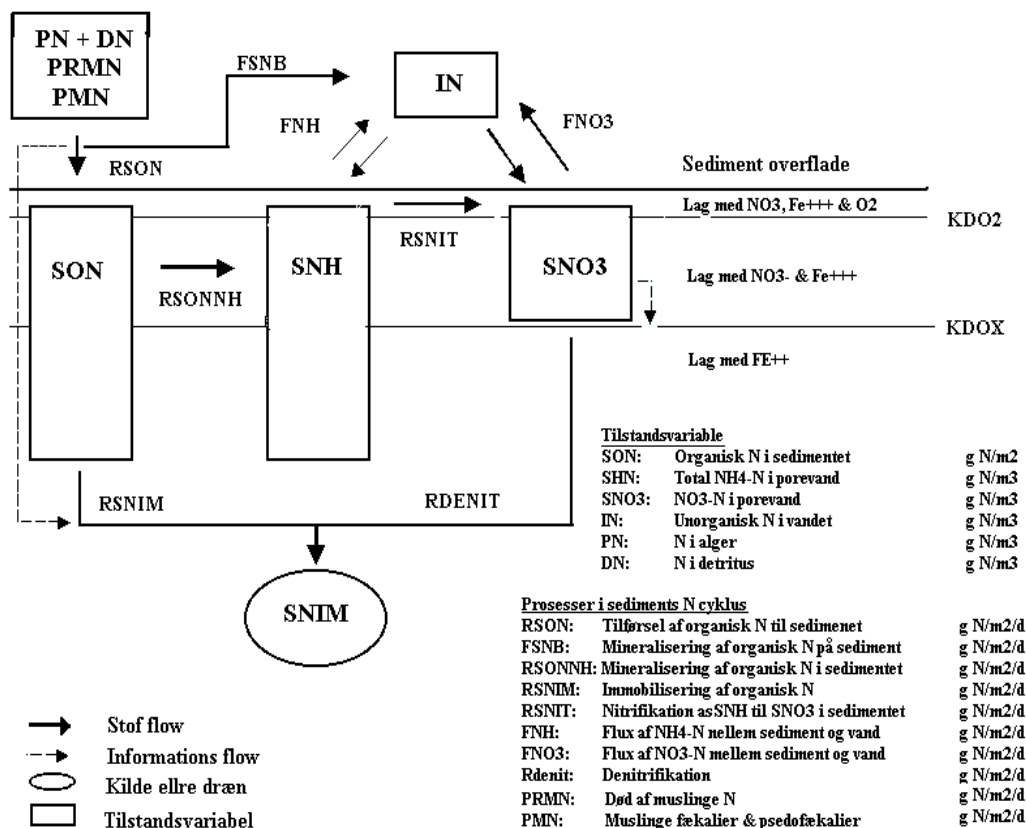
Total ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) frigives fra den organiske N pulje ved ammonifikation til porevandet (SNH). Hvis der er ilt i vandet over sedimentet, kan ammonium nitrificeres til nitrat (NO_3) i sedimentets øverste lag (KDO2), der typisk er mellem 0-5mm tykt. Nitraten kan enten transporteres ned i den iltfrie del af sedimentet, hvor det kan denitrificeres til N_2 , eller transporteres op i vandet. Transporten af næringssalte mellem vand

og sediment er dog afhængig af koncentrationsforskellen mellem porevandet og vandet over sedimentet.

I den iltfrie del af sedimentet bruges nitraten af mikroorganismer til omsætning af organisk materiale ved denitrifikation eller nitratrepiration. Under den dybde, hvor nitratkoncentrationen er 0 (KDOX), antages sedimentets omsætning i højere grad at være domineret af sulfatreduktion med produktion af sulfid til følge.

Oxidation og reduktion af jern og mangan er ikke direkte beskrevet i modellen. Det antages, at grænselaget mellem oxideret (Fe^{3+}) og reduceret jern (Fe^{2+}) er sammenfaldende med dybdenedtrængning af nitrat (KDOX), samt at dette grænselag følger KDOXs bevægelser op eller ned i sedimentet. Såvel ilt nedtrængningen (KDO₂) som nedtrængningen af nitrat (KDOX) er variable, som er uafhængige af sedimentets konsoliderings lag beskrevet i Figur D-2.

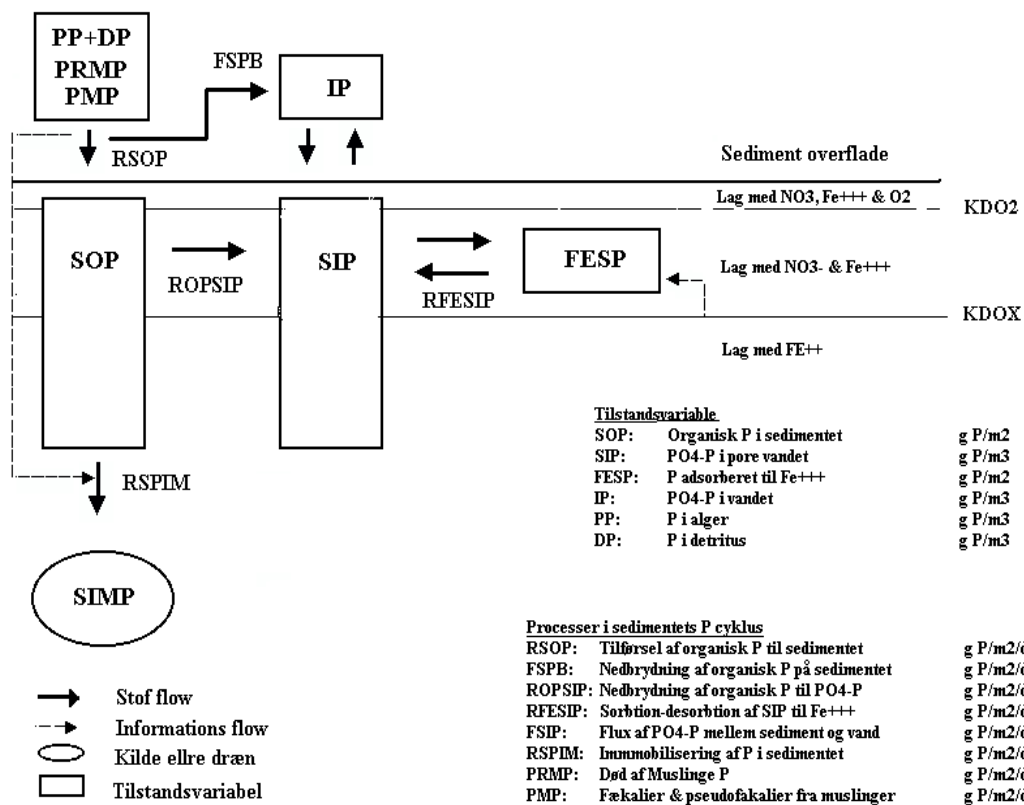
Mængden af oxideret jern har betydning for beregning af puljen af PO_4 bundet til oxideret jern (FESP). Målinger i forbindelse med HAV90 undersøgelserne i Århus Bugt har imidlertid vist, at grænsefladen mellem oxideret og reduceret jern normalt ligger lidt under (0-1cm), den dybde man kan måle nitrat i sedimentet. Dette kompenseres der for ved at regulere det oxiderede jerns P-bindingskapacitet, således at puljen af FESP pr m^2 svarer til målte puljer.



Figur D-3 Modellens N-omsætning i sedimentet.

Sedimentets P-kredsløb

Sedimentets P-cyklus er præsenteret i Figur D-4. Sedimentet modtager organisk bundet P på overfladen ved sedimentation af plankton, detritus, samt ved at modtage fækalier og pseudofækalier fra muslinger. En mindre del omsættes på sedimentoverfladen, en anden del af det organiske P antages at blive immobiliseret ved binding til kalk eller ved at være svært nedbrydeligt organisk P. Resten indgår i sedimentets organisk bundne P-pulje (SOP). SOP kan nedbrydes af bakterier, hvorved der frigives fosfat til porevandet (SIP). Fosfatet kan enten blive transporteret op i vandet, eller det kan blive bundet til oxideret jern (FESP). Mængden af oxideret jern i sedimentet bestemmes i modellen af nitratnedtrængningen (KDOX). Hvis KDOX mindskes, frigives der fosfat fra puljen af FESP; øges KDOX, optages der fosfat fra porevandet til FESP puljen.



Figur D-4 Modellens P-omsætning i sedimentet.

Kobling mellem sediment og vand

Der sker en udveksling mellem vandets og sedimentets næringssalte gennem en transport over sedimentoverfladen. I modellen styres denne transport af en diffusionskonstant, koncentrationsforskellen mellem porevandet og vandet over sedimentet, samt af forskydningsspændingen fra strøm og bølger. En høj forskydningsspænding medfører således en forøget diffusion. "Diffusionen" dækker i denne sammenhæng over samtlige processer, som er med til at transportere opløst stof mellem porevand og vandet over sedimentet, inklusive molekylær diffusion samt bunddyrenes aktivitet i sedimentet.

Det er omtalt ovenfor, at PO₄ kan adsorberes og desorberes til partikulært oxideret jern, hvilket medfører, at resuspenderet partikulært jern kan virke som en buffer på PO₄ koncentrationen i vandet, ved at frigive PO₄ til vandet ved lave PO₄ koncentrationer og optage PO₄ ved høje koncentrationer. Denne mekanisme er inkluderet i EU-MT modellen ved at antage, at der til det uorganiske fine sediment er knyttet jern i et fast forhold (Fe/SS_{in}), som kan sorbere og desorbere PO₄. Det sorberede PO₄ (IP_{sin}) kan sedimentere og indgå i puljen af jernbundet PO₄ (FeSP) i sedimentet. Omvendt kan en del af FeSP puljen blive resuspenderet til vandet, se Figur D-4.

Planter på bunden

Modellen indeholder en beskrivelse af bentiske makroalger, f.eks. søsalat, samt rodfæstet vegetation som ålegræs. Makroalgernes vækst er afhængig af, hvor meget lys der kan trænge end på bunden samt af adgangen til næringssalte fra vandet.

Makroalgernes vækst er desuden afhængig af iltkoncentrationen i bundlaget, idet væksten reduceres ved koncentrationer lavere end 2 mg O₂/l. Der findes i modellen ingen beskrivelse af transport og drift af disse alger, hvorfor modellen viser, hvor algerne gror, men ikke hvor de evt. flytter sig hen som funktion af strøm og vind.

De rodfæstede planter (ålegræs) er i modellen beskrevet som værende afhængige af lysnedtrængningen til bunden samt ved at kunne optage næringsstoffer fra vandet eller fra porevandet i sedimentet. Planternes rizomer og rødder trænger adskillige cm ned i sedimentet, hvorfra de kan hente næringsstoffer i porevandet. Det betyder, at de rodfæstede planter i modsætning til makroalgerne vil kunne vokse, selv om der er lave næringsstofkoncentrationer i vandet, ved at optage næringsstofferne fra sedimentet. De rodfæstede planters vækst er ligesom makroalgernes vækst gjort afhængig af iltkoncentrationen i bundvandet. Væksten reduceres desuden, hvis nedtrængningen af NO₃ i sedimentet er mindre end 1 cm. Døden af rodfæstede planter er beskrevet som en funktion af dybden, bundvandets iltmætning samt hvor tæt sulfidfronten i sedimentet er på sedimentoverfladen udtrykt ved nedtrængningen af NO₃ i sedimentet.

Dybden er brugt som parameter, der beskriver bølgenes afrivning af planter fra bunden. Den resulterende nettovækst betegner i det følgende den potentielle vækst, idet andre forhold, som f.eks. de enkelte arters tolerancer for salinitet samt svingninger i saliniteten, ikke er inkluderet i modellen.

Bentiske mikroalger kan være vigtige primærproducenter i lavvandede systemer. De ligger som et tæppe på sedimentet eller i de øverste mm og kan dels få næringsstoffer fra vandet over sedimentet og dels næringsstoffer, som siver op fra det underliggende sediment. EU-MT modellen beskriver puljerne af PO₄, NH₄ og NO₃ i porevandet (g/m²), ud fra hvilke en gennemsnitlig koncentration (g/m³) kan beregnes. I EU-MT modellen får de mikrobenthiske alger 'tilbudt' næringsstoffer (PO₄, NO₃ & NH₄) fra vandet over sedimentet samt fluksen (g/m²/d) af NH₄ og PO₄ fra det underliggende sediment. Væksten af de mikrobenthiske alger er gjort afhængig af iltkoncentrationen og nedtrængningen af NO₃ i sedimentet på samme måde som for de rodfæstede planter. De mikrobenthiske alger betragtes i modellen som stationære, dvs. de transporteres ikke rundt i fjorden som følge af resuspension.

Datagrundlag for modellen

Modellen behøver en række drivdata samt data til kalibrering og verifikation. Den hydrauliske model behøver et kort over bathymetrien samt informationer om ferskvandstilstrømningen fra åer og kanaler, til- og fraførsel af saltvand, meteorologiske data i form af vindhastighed og retning, nedbør, lufttemperatur samt solindstråling. Hertil skal

lægges målinger af vandstande, temperatur og salinitet i modelområdet, som bruges til kalibrering af den hydrauliske model.

Den økologiske model behøver informationer om belastning af næringsstoffer fra alle åer, der udleder vand til modelområdet, tilførslen over modelrandene (Lillebælt, Storebælt, Øresund, randen i det nordlige Kattegat) samt informationer om det atmosfæriske nedfald af næringsstoffer.

Da modellen inkluderer en beskrivelse af sedimentets N og P omsætning, samt resuspension af fint sediment, organisk stof (C, N & P), behøves initialkort over overfladesedimentets indhold af fint sediment, organisk C, N & P, jernbundet P, samt sedimentets indhold af oxiderbart jern.

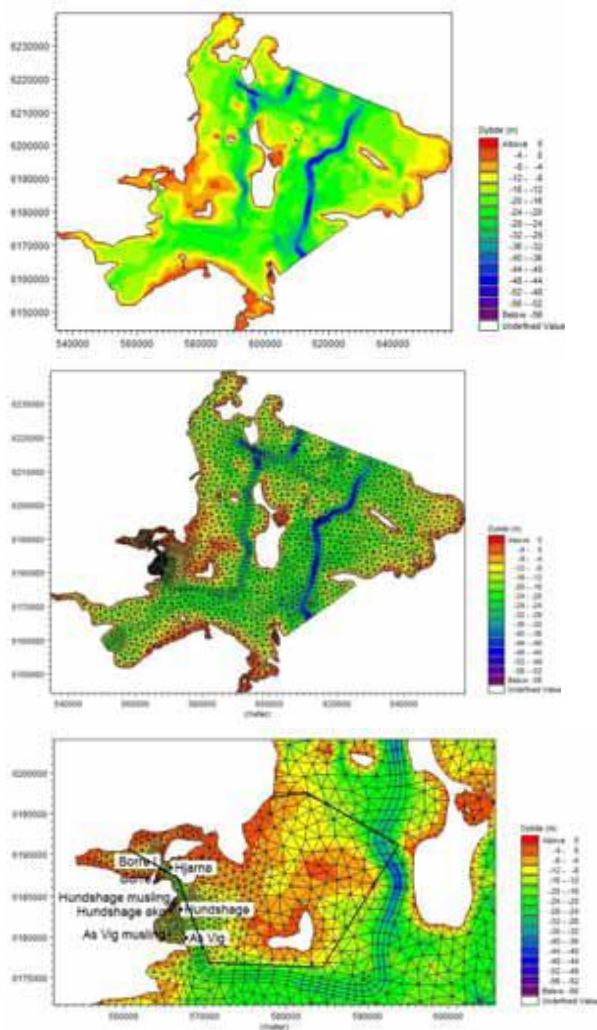
Med undtagelse af Horsens Fjord er bestanden af bundlevende muslinger i modelområdet kun dårlig kendt, men der forventes at være den samme dybdeafhængighed som i Horsens Fjord men med en maksimale biomasse på 25% af i Horsens Fjord. I det følgende præsenteres de væsentligste drivdata.

Hydraulisk grundlag

Formålet med den hydrodynamiske model er at danne basis for en økologisk model af det nordlige Lillebælt og området mellem Jyllands østkyst og Samsø. Modellen skal være i stand til at beskrive overordnede vand- og stoftransporter i modelområdet i det valgte modelår 2005.

Modelbathymetri og rumlig modelopløsning

Modelbathymetrien er baseret på dybedata som oprindeligt er leveret fra Farvandsvæsenet og som også anvendes i den operationelle model Vandudsigten. Den horisontale netvidde varierer mellem 80 m (omkring havbrugene) og til en netviddede på 1 sømil ved modelrandene (Storebælt og nordlige Kattegat). Den vertikale opløsning er fleksibel i overfladen (såkaldte sigmakordinater) med et konstant antal lag i de øverste 8 m, mens lagtykkelsen under 8 m er konstant på 1m. Bathymetrien og det horisontale modelnet for modelområdet samt for nærområdet omkring Horsens Fjord er vist i Figur D-5.



Figur D-5. Dybdeforhold (bathymetri), og horisontalt modelnet i centrale Kattegat og i nærområdet udfor Horsens Fjord

Ferskvandstilførsel

Modelområdet tilføres ferskvand fra afstrømningsområde 43 (især via Horsens Fjord) og franedbør direkte på overfladen indenfor modelområdet. Modsat fjernes der ferskvand fra modelområdet (incl. Horsens Fjord) ved fordampning. I modellen anvendes afstrømningen for de opmålte oplande direkte, mens de ikke-opmålte oplande er bestemt forholdsmæssigt, således at den totale afstrømning er i overensstemmelse med totalværdierne for afstrømningsområde 43. Data er leveret af DMU.

Vind

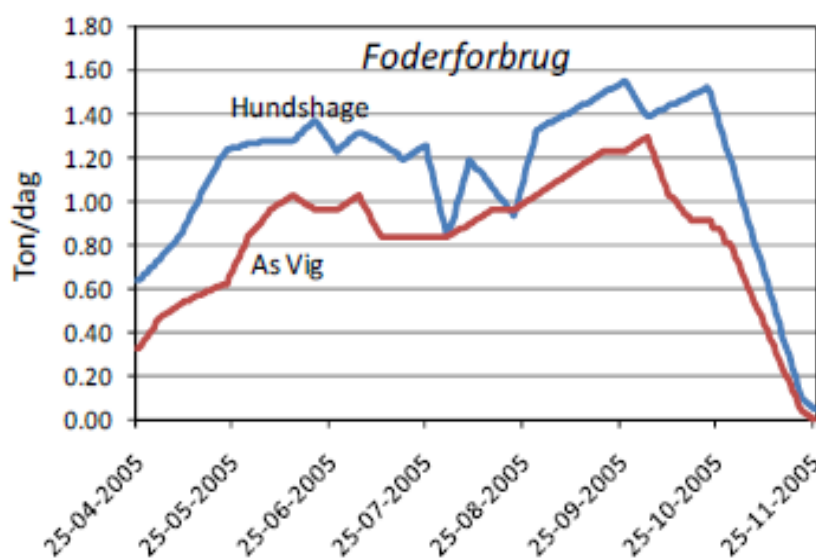
Modelleret vind i 20 x 20 km net er oprindelig leveret af Vejr-2, som også leverer driv-data til den operationelle model Vandudsigten.

Datagrundlag økologisk model

Drivdata til EU-MT modellen består af et hydraulisk grundlag, belastninger af næringsstoffer fra land, lysindstråling af fotosyntese, aktivt lys samt kort over sedimentet puljer af fint sediment, organisk materiale samt næringsstoffer.

Tilførsel af næringsstoffer

Tilførsel af næringsstoffer fra åer og umålt opland til modelområdet er hentet fra farvandsmodellen (der igen er baseret på data fra det nationale overvågningsprogram). Ca. 90% af N-belastningen og 40-50% af P-belastningen er domineret af bidrag fra det åbne belastning med suspenderet stof og organisk stof. Tilførslen af næringsstoffer fra den nuværende havbrugsproduktion ved As Vig, Hundshage, Borre I & II samt Hjørnø Havbrug i form af opløste N og P forbindelser samt sedimenterede fækalier indgår også. Figur D-6 viser det anvendte foderforbrug Ved As Vig og Hundshage i 2005.



Figur D-6. Registreret foderforbrug i 2005 ved Hundshage og As Vig Havbrug

Modellen beskriver omsætningen af dødt partikulært kulstof (detritus C) samt suspenderet uorganisk fint sediment. I den forbindelse skal belastningerne af hhv. detritus C (DC) og suspenderet uorganisk stof (SSin) defineres for den nuværende tilstand og tilstanden efter udvidelse af havbrugsproduktionen.

Detritus C beregnes ud fra total N ved at fratrække uorganisk N og antage et C:N forhold på 5:1 på vægtbasis.

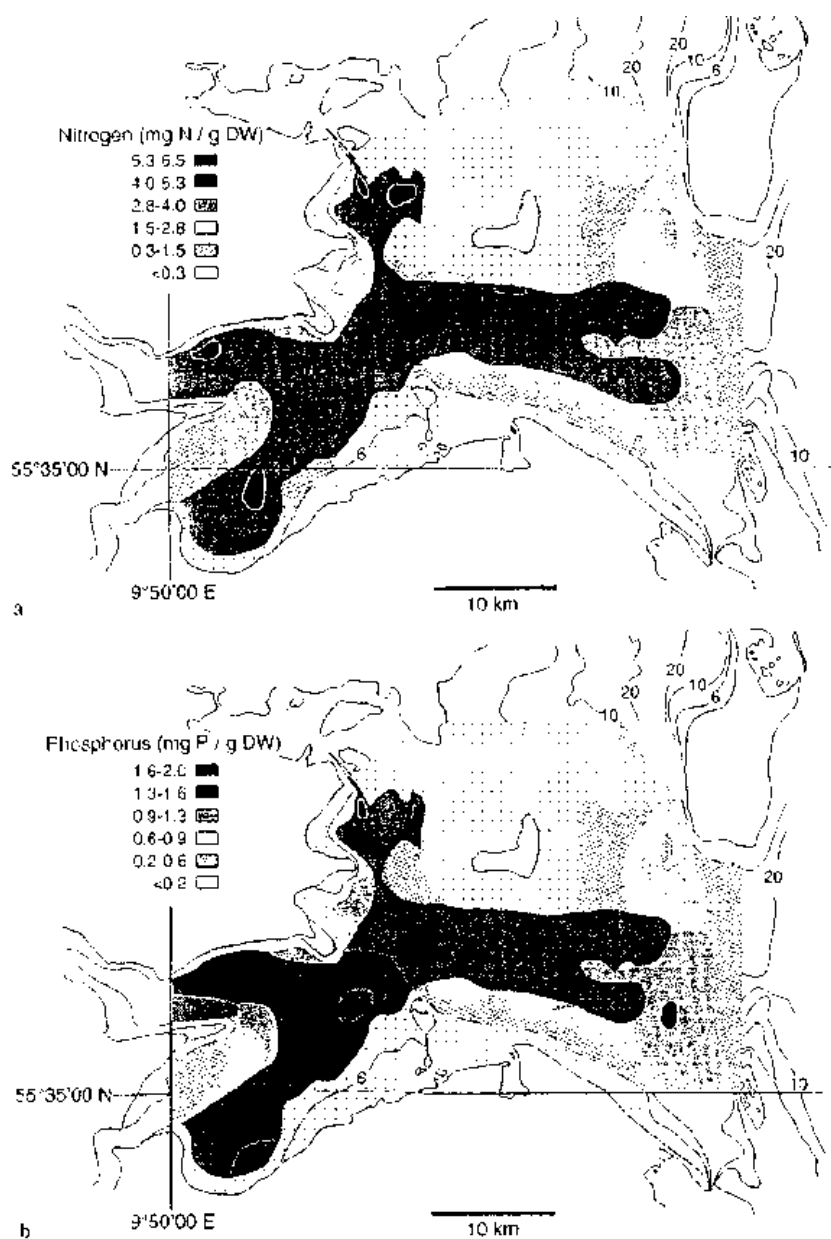
Fotosynteseaktivt lys (PAR)

Den økologiske model behøver en tidsserie af den fotosynteseaktive del af lysindstrålingen over den centrale del af Kattegat. Disse data er udtrukket af drivdata til Vandudsigten.

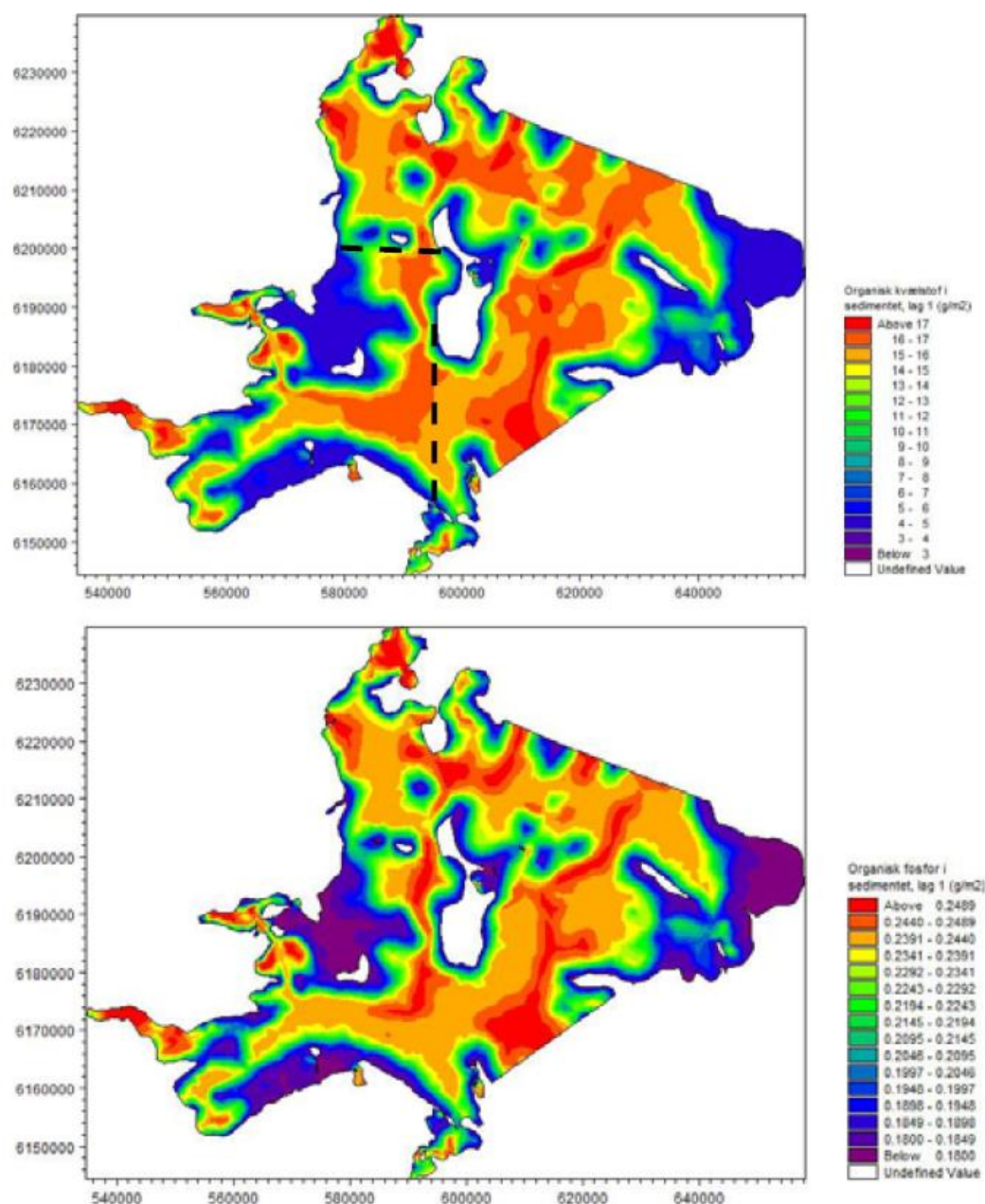
Sedimentpuljer af næringsstoffer

Modellen inkluderer en beskrivelse af resuspenderbare puljer af fint sediment, organisk C, N og P samt en pulje af PO₄-P adsorberet til oxideret jern. Det indebærer, at der skal tilvejebringes initialværdier for disse puljer i sedimentet. Dette er udført med baggrund i sedimentkort etableret for det nordlige Lillebælt ud fra målinger samt modellering af sedimentation og resuspension og publiceret af Christiansen et al. Ref. /6/, se Figur D-7.

Kort fortalt er sedimentpuljerne bestemt ved en kombination af statistik og dynamisk modellering, hvor vanddybde, vindretning, styrke og vindens frie stræk er korreleret med målte sedimentværdier på positioner og hvor interpolation mellem målestationer er sket på basis af modelleret forskydningsspænding på sedimentoverfladen.



Figur D-7. Fordeling af kvælstof og fosfor i overfladesediment i nordlige Lillebælt og sydvestlige Kattegat.
Kort fra ref. /6/.

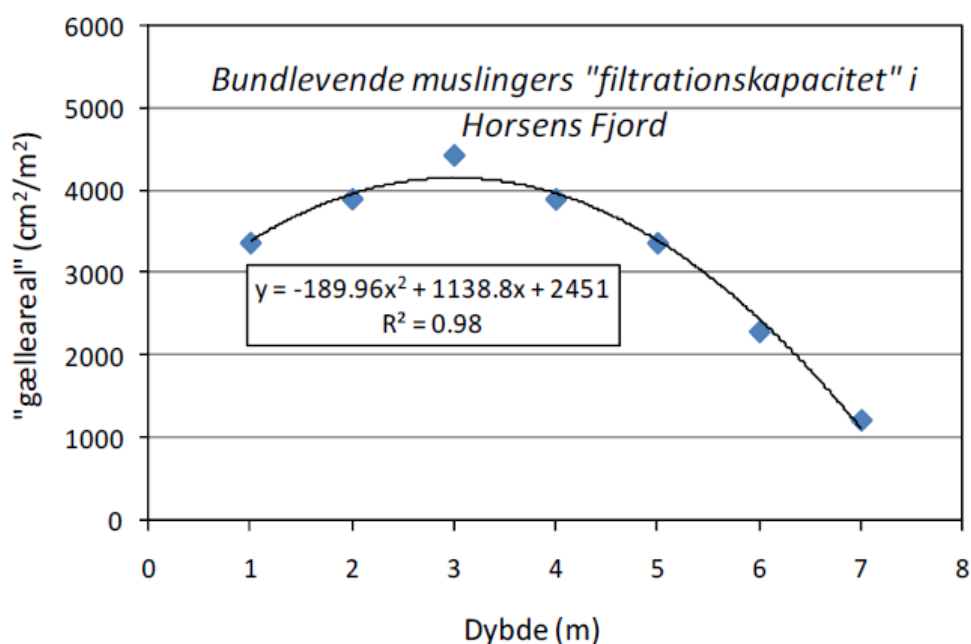


Figur D-8 Beregnet fordeling af kvælstof og fosfor i overfladesediment i nordlige Lillebælt og sydvestlige Kattegat.

Puljerne af organisk N, labilt (organisk + jernbundet-P), anvendt som initialbetingelser ved modelkørslerne er vist i Figur D-8.

Bundlevende filtratorer

Modellen indeholder en beskrivelse af muslingefiltrationen af planktonalger (og klorofyl), hvortil der bruges et 'kort' over summen af kvadratet på de enkelte muslingers skallængde som input til modellen. Et sådant kort er udarbejdet på grundlag af bestandsopgørelser af filtrerende muslingerne fra årene 1994-2004. Figur D-9 viser den relation som er anvendt til beregning af det samlede 'gælleareal' hos filtrerende muslinger i Horsens Fjord. I modelområdet udenfor fjorden er der antaget den samme relative dybdeafhængighed blot 60% lavere værdier. Reduktionen er baseret på bundfaunadata fra overvågningsområdet BVF 15 (se Figur 6-11 og Figur 6-12).



Figur D-9. Relation mellem muslingernes potentielle filtrationskapacitet (udtrykt ved skallængden i 2 potens) og dybden i Horsens Fjord.

Referencer til Appendiks

/1/ MIKE 21/3 EU, Eutrophication Module. A scientific description. DHI water and environment Release 2005.

/2/ MIKE 3 FLOW MODEL Mud Transport Module User Guide. DHI Water & Environment. Release 2005.

/3/ Andersen TJ & MPEirup (2000) Biological mediation of the settling velocity of bed material eroded from an intertidal mudflat, the Danish Wadden Sea. Estuarine, Coastal and Shelf Science, vol 54 pp 737-745.

/4/ Austen I, Andersen TJ & K Edelvang (1999) The influence of benthic diatoms and invertebrates on the erodibility of intertidal mudflat, the Danish Wadden Sea, Estuarine, Coastal and Shelf Science Vol 49 pp 99-111.

/5/ James WF, Barko JW & MG Butler (2004) Shear stress and sediment resuspension in relation to submersed macrophyte biomass. *Hydrobiologia* 515 pp 181-191.

/6/ Christiansen C, Gertz F, Laima MJC, Lund-Hansen LC, Vang T & C Jørgensen (1997) Nutrient (P, N) dynamics in the southwestern Kattegat, Scandinavia: sedimentation and resuspension effects. *Environmental Geology* 29: 66-7