



Miljøministeriet
Miljøstyrelsen

Pedersen Line II ApS
Nørremarksvej 25
8700 Horsens
CVR: 37533114

Virksomheder
J.nr. 2019-1075
2019-938
Ref. jeppj/mschu/suspa
Den 13. marts 2023

Afslag på ansøgning om miljøgodkendelse og ansøgning om placeringstilladelse til Havbruget Blue Ocean

Pedersen Line II ApS har den 12. september 2016 indsendt ansøgning om placeringstilladelse og den 19. oktober 2016 ansøgning om miljøgodkendelse og ansøgning efter miljøvurderingsloven (VVM) til et nyt havbrug ved Hjelm, herefter benævnt "Havbruget Blue Ocean".

Afgørelse

Miljøstyrelsen meddeler hermed afslag på ansøgning om miljøgodkendelse til Havbruget Blue Ocean. Afslaget meddeles med hjemmel i miljøbeskyttelseslovens § 33, jf. indsatsbekendtgørelsens¹ § 8.

Miljøstyrelsen meddeler ligeledes afslag på ansøgning om placeringstilladelse til havbruget. Afslaget meddeles med hjemmel i fiskerilovens² § 66, stk. 1 og havbrugsbekendtgørelsens³ § 1, stk. 1., jf. indsatsbekendtgørelsens § 8.

For en god ordens skyld bemærkes, at med afslaget på miljøgodkendelse er ansøgningen efter miljøvurderingsloven ikke længere relevant.

Sagens oplysninger

Miljøstyrelsen har den 19. oktober 2016 med senere ændringer modtaget ansøgning om miljøgodkendelse til etablering og drift af Havbruget Blue Ocean. Seneste opdatering af ansøgning blev modtaget den 11. december 2021 og indeholdt bl.a. oversigt over bruttotransporter ind i Vandområder.

Projektet omfatter ifølge ansøgningsmaterialet en årlig nettoproduktion på 2172 tons regnbueørreder, et foderforbrug på 2646 tons og en udledning af maksimalt 100 tons kvælstof (N) og 12,3 tons fosfor (P) efter en opstart over tre år. Produktionen vil foregå inden for følgende koordinater⁴:

Breddegrad	Længdegrad
56 11.650 N	10 54.071 Ø
56 11.649 N	10 53.103 Ø
56 11.153 N	10 53.105 Ø
56 11.154 N	10 54.090 Ø

¹ BEK nr. 449 af 11/04/2019 om indsatsprogrammer for vandområdedistrikter (Indsatsbekendtgørelsen)

² LBK nr 261 af 21/03/2019 af lov om fiskeri og fiskeopdræt (fiskeriloven)

³ BEK nr. 1489 af 06/12/2016 om etablering og drift af havbrug

⁴ Fra seneste opdatering af ansøgning, december 2021

Den ansøgte lokalitet er placeret i den sydlige del af Kattegat. Der er ikke lavet en konkret modellering for udledningen af næringsstoffer for havbruget, men der refereres i ansøgningen om miljøgodkendelse til de modelleringer af standardhavbrug, der er foretaget af DHI i 2017 i forbindelse med den udpegning af havbrugszoner i Kattegat, som blev gennemført som led i den politiske aftale om vækst i akvakulturerhvervet under Fødevarer- og Landbrugspakken, og der er desuden indsendt oplysninger om beregnede bruttotransporter ind i vandområder ned til 1 kg N. Det skal hertil bemærkes, at koordinater på det ansøgte havbrug overlapper med det modellerede standardhavbrug i den såkaldte zone G⁵.

Orbicon A/S indsendte på vegne af Pedersen Line II ApS den 12. september 2016 ansøgning om placeringstilladelse med senere ændringer til Havbruget Blue Ocean.

Miljøstyrelsen overtog myndighedskompetencen efter fiskeriloven i forhold til placeringstilladelser i januar 2018.

Den ansøgte aktivitet er omfattet af miljøbeskyttelseslovens punkt I 205 på bilag 2 til bekendtgørelse om godkendelse af listevirksomhed, og aktiviteten er dermed godkendelsespligtig. Den ansøgte aktivitet er desuden omfattet af havbrugsbekendtgørelsen og kræver derfor en placeringstilladelse.

Afslag på ansøgning om miljøgodkendelse

Afslag på ansøgning om miljøgodkendelse skyldes, at havbrugets ansøgte udledning af kvælstof (N) årligt til de vandplanområder, som fremgår af bilag 1, ikke er forenelig med miljømålene for områderne.

Miljøstyrelsen skal ved administrationen af lovgivningen, herunder bl.a. miljøbeskyttelsesloven, forebygge forringelse af tilstanden for overfladevandområder og sikre, at opfyldelsen af de miljømål, der er fastlagt i miljømålsbekendtgørelsen, ikke forhindres, jf. § 8, stk. 1, i indsatsbekendtgørelsen.

§ 8 omfatter alle former for påvirkning, der kan have indvirkning på vandforekomster, dvs. påvirkning af vandforekomsters kemiske og fysisk-kemiske forhold, herunder påvirkningen fra bl.a. næringsstoffer (kvælstof og fosfor).

Efter indsatsbekendtgørelsens § 8, stk. 3 kan Miljøstyrelsen kun træffe afgørelse, der indebærer en direkte eller indirekte påvirkning af et overfladevandområde, hvor miljømålet ikke er opfyldt, hvis afgørelsen ikke medfører en forringelse af overfladevandområdets tilstand og ikke hindrer opfyldelse af det fastlagte miljømål, herunder gennem de i indsatsprogrammet fastlagte foranstaltninger.

Miljøstyrelsen skal derfor vurdere, om drift af havbruget er foreneligt med miljømålene for overfladevandområder i henhold til indsatsbekendtgørelsen, og styrelsen må, jf. § 8, stk. 2 og 3, kun træffe afgørelse, hvis afgørelsen ikke forringer vandforekomsters tilstand eller forhindrer opfyldelse af de konkret fastlagte miljømål.

⁵Miljø- og fødevarerministeriet har med midler fra den Europæiske Hav- og Fiskerifond fået undersøgt hvilke geografiske områder, som er bedst egnede til havbrug i Kattegat. I hvert område (såkaldt havbrugszone) er der på en udvalgt position foretaget modelberegninger af effekten af et havbrug med produktion af regnbueørred, som har en udledning på 100 tons kvælstof.

Ved vurdering af, om afgørelsen vil hindre opfyldelse af det fastlagte miljømål, skal det tages i betragtning, om påvirkningen neutraliseres (udlignes) senere i planperioden og således ikke vil forhindre, at de fastlagte mål nås.

Vandområdeplaner

Det fremgår af DHI's modellering af et standardhavbrug for den relevante zone (zone G), at en havbrugsproduktion svarende til en udledning af 100 tons N vil resultere i en mertilførsel af næringsstoffer til de omgivende vandplanområder. Tilførslen af næringsstoffer til de nærtliggende kystnære vandplanområder er i rapporten opgjort for kvælstof. Der er ikke lavet en opgørelse for fosfor, men Miljøstyrelsen vurderer ikke, at en sådan vil lede til et andet resultat for afgørelsen.

Bruttotransporten af kvælstof fra havbruget Blue Ocean til vandplanområderne er af DHI A/S⁶ beregnet til 53,506 tons ud af de i alt 100 tons kvælstof, som udledes fra havbruget. En fuldstændig oversigt over tilførsel til vandområder findes i bilag 1. Den største bruttotransport på 27,906 ton kvælstof er beregnet for vandplanområdet "140, Djursland Øst". Den næststørste transport er på 5,678 ton til vandplanområde "154, Kattegat Læsø". Det tredjestørste transport er på 5,293 ton til vandplanområde "219, Århus Bugt, syd, Samsø og Nordlige Bælthav".

Den nyeste viden om vandområdernes tilstand findes i udkast til Vandplan 3⁷, som var i høring til 22. juni 2022. I høringsudkastene er der foretaget en samlet klassificering af tilstandene i vandområderne 140, 154 og 219 på baggrund af en tilstandsvurdering for de tre kvalitetselementer fytoplankton, rodfæstede planter og benthiske invertebrater, som ses af tabellen herunder:

Tabel 1. Klassificering af områderne 154, 140 og 219.

Vandplanområde	Bunddyr	Fytoplankton	Rodfæstede bundplanter	Samlet økologisk tilstand
Kattegat Læsø, 154	God økologisk tilstand	Høj økologisk tilstand	Moderat økologisk tilstand	Moderat økologisk tilstand
Djursland Øst, 140	God økologisk tilstand	Moderat økologisk tilstand	Ukendt tilstand	Moderat økologisk tilstand
Århus Bugt, syd, Samsø og Nordlige Bælthav, 219	Moderat økologisk tilstand	Ringe økologisk tilstand	Ringe økologisk tilstand	Ringe økologisk tilstand

Vurdering af påvirkninger af vandområde 140, Djursland Øst

DHI A/S har for ansøger beregnet en bruttotransport på 27,906 ton kvælstof fra havbruget til vandplanområde 140, Djursland Øst. I Vandplan 2⁸ er indsatsbehovet for vandområderne 138, 139 og 140 (samlet) opgjort til minus 202,8 ton N årligt. Det negative indsatsbehov er beregnet under forudsætning af, at alle indsatser i området og de omkringliggende områder bliver realiseret, samt at atmosfæriske depositioner og udenlandske kilder reduceres i forhold til udgangspunktet i planen. I Vandplan 3 er tilstanden for vandområde 140 fortsat vurderet til moderat økologisk tilstand, og der er opgjort et positivt indsatsbehov på 206 ton N årligt.

⁶ DHI A/S rapportvedrørende bruttotilførsel af kvælstof fra havbrugenes ansøgte lokaliteter til alle

vandområder i kg/år, 01-12-2021

⁷ Vandområdeplanerne 2021-2027

⁸ Vandområdeplanerne 2015-2021

Et negativt indsatsbehov i Vandplan 2 kan ifølge vejledningen til den gældende indsatsbekendtgørelse ses som en mulighed for øget belastning/potentielt råderum. Det skal dog bemærkes, at indsatsbehovet er teoretisk beregnet under forudsætning af, at alle planlagte indsatser i de tilstødende vandområder opfyldes, samt at de nærliggende vandområder også kommer i god økologisk tilstand. Af vejledningen til bekendtgørelse om indsatsprogrammer for vandområdedistrikter⁹ fremgår det: *”Råderummet vil alene kunne anvendes, såfremt det sker under hensyntagen til, at målbelastningen ikke overskrides (også i andre vandområder), at det vurderes, at der ikke vil ske en tilstandsforringelse for et eller flere kvalitetselementer, samt at det ikke hindrer opfyldelse af det fastlagte miljømål ved udgangen af planperioden. I den forbindelse kan det være relevant at inddrage nyeste overvågningsdata med henblik på at understøtte vurderingen, særligt hvis der er forløbet flere år efter vandområdeplanernes offentliggørelse”*

For de tilstødende vandområder – vandområde 138, Hevring Bugt, og 219, Århus Bugt syd, Samsø og Nordlige Bælthav - er tilstanden for begge ringe økologisk tilstand, jf. den seneste tilstandsvurdering¹⁰ i forbindelse med Vandplan 3. Dette var også tilfældet ved tilblivelsen af Vandplan 2. Afgørelsen tager udgangspunkt i de gældende vandplaner, dvs. vandplan 2, men det skal dog bemærkes, at der i udkast til Vandplan 3 er planlagt indsatser på 49,7 ton kvælstof i område nr. 219, og der er ikke et indsatsbehov for område nr. 138, men forudsætningen for, at området kan komme i god økologisk tilstand er, at de planlagte indsatser opstrøms i Randers fjord realiseres.

Nedenstående tabel 2 er udarbejdet på baggrund af tilstandsvurderingerne fra Vandplan 2 til Vandplan 3 og viser udvikling i tilstanden fra Vandplan 2 til Vandplan 3.

Tabel 2.

Vandplanområde	Bunddyr	Fytoplankton (klorofyl)	Rodfæstede bundplanter	Samlet økologisk tilstand
Hevring Bugt, 138	moderat -> moderat	God -> moderat	Ringe -> ringe	Ringe -> Ringe
Djursland Øst, 140	Ukendt -> god	Moderat -> moderat	Ukendt -> ukendt	Moderat -> moderat
Århus Bugt, syd, Samsø og Nordlige Bælthav, 219	Ukendt -> moderat	Moderat -> ringe	Ringe -> ringe	Ringe -> ringe

Ved vurderingen af det ansøgte projekts forenelighed med indsatsbekendtgørelsens § 8 har Miljøstyrelsen lagt følgende til grund:

1. Den samlede økologiske tilstand for områderne 138, 140 og 219 er uændret i forhold til 2015, hvor Vandplan 2 blev udarbejdet. Tilstanden for de enkelte kvalitetselementer er derimod enten uændret eller faldet i perioden. For kvalitetselementet ”fytoplankton” går tilstanden fra god til moderat i vandområderne 138 og 140, mens den går fra moderat til ringe i vandområde 219.

⁹ Vejledning til bekendtgørelse om indsatsprogrammer for vandområdedistrikter, juli 2017

¹⁰ <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3hoering2021>

Der er således ikke mulighed for at anse det negative indsatsbehov som et råderum for yderligere udledning til område 140, Djursland Øst, i Vandplan 2.

2. Miljøstyrelsen har taget udgangspunkt i de gældende vandplaner, dvs. Vandplan 2, men vurderingen understøttes af, at der også i Vandplan 3 er beregnet et indsatsbehov i områderne 140 og 219. Planen er ikke vedtaget endnu, men viser, at der fortsat er et behov for reduktioner i kvælstofudledningen til disse to områder, for at områderne opnår god økologisk tilstand, som er målsætningen.

Vandplanområde 140, Djursland Øst, ligger tættest på havbrugets placering, men som det fremgår af bilag 1, vil havbruget udlede kvælstof til en række områder, hvor målsætningen om god økologisk tilstand endnu ikke er opnået, og hvor målopfyldelsen forudsætter reduktioner i kvælstofbelastningen i Vandplan 3.

3. For så vidt angår spørgsmålet om eventuel neutralisering senere i planperioden, har Miljøstyrelsen ikke kendskab til indsatser ud over de allerede planlagte indsatser i vandområdeplanerne.

Miljøstyrelsens vurdering og konklusion

Indsatsbekendtgørelsens § 8, stk. 3 indebærer, at der ikke kan meddeles tilladelse til merudledning af kvælstof til kystvandområder i forhold til den faktiske udledning på tidspunktet for afgørelsen, når der ikke er målopfyldelse i området på grund af kvælstofbelastning, og der er opgjort et kvælstofreduktionsbehov, idet vandområderne ved planperiodens udløb herved ville have en ringere tilstand eller et højere belastningsniveau end forudsat med fastlæggelsen af indsatsprogrammerne.

Som det fremgår af ovenstående, vurderer Miljøstyrelsen ikke, at der kan tillades en merudledning til område 140, Djursland Øst. I Vandplan 2 er der ikke angivet et positivt indsatsbehov for kvælstof, men forudsætningerne for at udnytte det beregnede negative indsatsbehov er ikke til stede.

Derudover fremgår det af udkast til Vandplan 3, at vandområde 140 er i moderat økologisk tilstand, og der er således ikke målopfyldelse. Hertil kan det bemærkes, at der er planlagt indsatser på i alt 206 ton kvælstof for at nå målbelastningen i området. En mertilledning på 27,906 ton kvælstof vil dermed forudsætte, at udledningen neutraliseres senere i planperioden, for at målbelastningen i 2027 fortsat kan nås. Miljøstyrelsen har imidlertid ikke kendskab til indsatser, som sikrer, at påvirkningen neutraliseres senere i planperioden. Miljøstyrelsen vurderer på den baggrund, at projektet vil medføre, at målbelastningen heller ikke kan nås i Vandplan 3, hvilket er en forudsætning for målopfyldelse.

For vandområde 219 fremgår det desuden af udkast til Vandplan 3, at vandområde 219 er i ringe økologisk tilstand. Der er planlagt indsatser på 49,7 ton kvælstof. Miljøstyrelsen vurderer på den baggrund, at det ansøgte projekt vil betyde, at målbelastningen ikke kan nås i området, og at en mertilførsel på 5,293 ton kvælstof til vandområde 219 derfor vil hindre målopfyldelse i vandområdet.

Herudover vil der ske mertilledning til en række andre vandområder i mængder, som også ville forudsætte neutralisering, jf. bilag 1.

Det er på baggrund af ovenstående Miljøstyrelsens samlede vurdering, at det ansøgte projekt indebærer en mertilledning til vandområder, hvor der ikke er

målopfyldelse, jf. denne afgørelses bilag 1, og som ikke neutraliseres senere i planperioden, hvorfor det vurderes, at påvirkningen fra det ansøgte havbrug vil hindre målopfyldelse. Ansøgningen om miljøgodkendelse kan derfor ikke imødekommes, jf. indsatsbekendtgørelsens § 8, stk. 3.

Miljøstyrelsen noterer sig, at det i ansøgningen på side 22 beskrives, at det negative indsatsbehov udgør et råderum for merudledning, og at mertilførsler af N fra havbrugsprojektet derfor ikke hindrer opnåelse af god økologisk tilstand i de enkelte vandområder. Miljøstyrelsen er dog, som det også fremgår af ovenstående, ikke enig i, at forudsætningerne er til stede for at betragte det negative indsatsbehov som et råderum for merudledning.

Miljøstyrelsen noterer sig desuden, at DHI konkluderer¹¹ på side 82: *"Modelberegninger påviser ingen ændringer i vandplanområdernes vandkvalitet (næringsstoffer, primærproduktion, klorofyl, sigtdybde og iltforhold), og ingen berigelse af sedimentet i områderne på grund af havbrugsdriften. På baggrund af undersøgelsesresultaterne og diskussionen ovenfor forventes der derfor ikke ændringer i vandområdernes økologiske tilstand mht. de kvalitetselementer, som potentielt kunne påvirkes (klorofyl, bundfauna og ålegræs)".*

Miljøstyrelsen vurderer, at transporten af kvælstof fra havbrugsprojektet til vandområderne vil udgøre en væsentlig hindring i forhold til at begrænse den samlede udledning til vandområder, så målbelastningerne ikke overskrides. Det er en forudsætning for at opnå målopfyldelse, at målbelastningerne ikke overskrides. Det er således ikke tilstrækkeligt til at opnå miljøgodkendelse, at projektet i sig selv ikke medfører en ændring i tilstandsklasse for en af de tre kvalitetselementer, når der er behov for indsatser, for at vandplanområdet kan opnå målopfyldelse.

Det fremgår af indsatsbekendtgørelsens § 8, stk. 4, at ministeren i særlige tilfælde og efter en konkret vurdering kan tillade, at myndigheden meddeler tilladelse til den pågældende udledning. Miljøstyrelsen vurderer imidlertid ikke, at det ansøgte projekt udgør et sådant særligt tilfælde, hvorfor en forelæggelse for miljøministeren ikke vil føre til et andet resultat.

Afslag på ansøgning om placeringstilladelse

Afslag på ansøgning om placeringstilladelse skyldes i lighed med afslaget på miljøgodkendelse, at havbrugets ansøgte udledning af kvælstof (N) årligt til de vandplanområder, som fremgår af bilag 1, ikke er forenelig med miljømålene for områderne.

Der henvises til begrundelsen ovenfor i forbindelse med afslaget på ansøgning om miljøgodkendelse.

Høring

Miljøstyrelsen sendte den 30. maj 2022 udkast til afgørelse om afslag på ansøgning om miljøgodkendelse og placeringstilladelse til Havbruget Blue Ocean i partshøring hos ansøger, Pedersen Line II ApS.

¹¹ Modellering af lokaliteter til havbrug, Vurdering af miljøeffekter, Standardhavbrug G i havbrugszone G, DHI 2017

Pedersen Line II ApS har hhv. den 30. juni 2022, 20. oktober 2022, og 25. november 2022 sendt høringssvar til Miljøstyrelsen, som i de væsentligste detaljer er gengivet i det følgende. Herudover har Kromann Reumert på vegne af Pedersen Line II ApS den 21. februar 2023 sendt det endelige høringssvar til Miljøstyrelsen.

Kromann Reumert oplyser i høringssvaret, at Pedersen Line II fik udarbejdet nye beregninger af spredning af kvælstof med en beregningspræcision på kg/år, ligesom Havbruget Blue Ocean blev flyttet, så det har en placering på den lokalitet, der indgår i DHI's modelleringer af standardhavbrug i Kattegat. Pedersen Line II indsendte opdateret ansøgningsmateriale i december 2021.

Miljøstyrelsen bemærker hertil, at styrelsen modtog en ansøgning om miljøgodkendelse til Hjelm havbrug (nu Blue Ocean) den 19. oktober 2016. Placeringen til havbruget blev efterfølgende justeret i dialog med den tidligere myndighed for placeringstilladelser, og ansøger fremsendte denne justerede placering til Miljøstyrelsen den 2. juni 2017, hvilket er den samme placering som i den justerede ansøgning af 11. december 2021 og som behandles i denne afgørelse.

Kromann Reumert oplyser endvidere, at Pedersen Line II i en e-mail af 30. juni 2022 fremsendte L&F's høringssvar om Vandplan III, der beskriver usikkerheder og manglende præcision for modelleringskapacitet i forbindelse med fastsættelse af reduktionskrav i vandplanen. Det understreges på grundlag af modtaget miljøteknisk bistand, at dokumenterne fra L&F's høringssvar også er gældende for Vandplan II, idet forvaltningsregimet for Vandplan II bygger på de samme principper og modeltyper.

Miljøstyrelsen bemærker hertil, at de fremsendte dokumenter omhandler L&F's høringssvar om Vandplan II, men ikke Vandplan III. Miljøstyrelsen bemærker desuden, at Vandplan II allerede er vedtaget, og at Miljøstyrelsen i denne sammenhæng ikke kan gå ind i en diskussion af denne plan og grundlaget for denne.

Kromann Reumert påpeger endvidere, at Vandplan II har en afskæring på 0,1 t N i de opstillede belastningsvurderinger og reduktionskrav for de marine vandområder. Pedersen Line II ApS har fået oplyst, at det ud fra en miljøfaglig/-teknisk vinkel er uklart, på hvilken miljøfaglig baggrund Miljøstyrelsen vælger en anden tilgang ved godkendelsen af havbruget "Blue Ocean". Pedersen Line II skal i den forbindelse bemærke, at tilførslen af N fra havbruget er opgjort som brutto-tilførsler, hvorimod tillædningerne, der indgår i Vandplan II, som udgangspunkt er netto-udledninger. Pedersen Line II vil således påpege, at der er manglende transparens i forvaltningspraksis.

Miljøstyrelsen har tidligere forholdt sig til beregningen af kvælstoftilførsel til vandplanområder. Dels har det været drøftet med erhvervet som en del af den almindelige vejledningspligt, og dels har det været adresseret i forbindelse med et MOF alm. del spørgsmål, MOF Alm. del (2016-2017) nr. 863 af 22. juni 2017¹².

Svaret på MOF 863 fastslår, at beregningen af næringsstoftilførsel til vandplanområder skal ske på baggrund af brutto-tilførsel. Dette er fortsat Miljøstyrelsens vurdering.

¹² <https://www.ft.dk/samling/20161/almindel/mof/spm/863/svar/1423101/1786334.pdf>

Kromann Reumert fastholder, at Miljøstyrelsen i sin afgørelse bør redegøre for, ved hvilken N-mængde en tilladning fra havbruget til et vandområde afskæres. Dette afskæringsniveau bør understøttes af det miljøfaglige modelarbejde, der danner grundlag for Vandplan II, herunder specielt præcisionen af de anvendte modeller.

Miljøstyrelsen skal hertil bemærke, at det er Miljøstyrelsens generelle praksis ved godkendelse af virksomheder, at udledningen af kvælstof til vandplanområderne beregnes så præcist som muligt, dvs. på kg-niveau eller lavere. Det følger desuden af indsatsbekendtgørelsens § 8, stk. 3, at der ikke kan meddeles tilladelse til merudledning af kvælstof til kystvandområder, hvor miljømålet ikke er opfyldt. Indsatsbekendtgørelsen opererer ikke med et afskæringskriterie. Forbuddet mod at tillade en merudledning skal forstås som enhver merudledning, uanset størrelsen. Der eksisterer således ikke et afskæringsniveau for udledningerne i en godkendelsessituation.

Klagevejledning

Afgørelsen, der omhandler både afslag på miljøgodkendelse efter miljøbeskyttelsesloven og afslag på placeringstilladelse efter fiskeriloven, kan påklages til Miljø- og Fødevareklagenævnet, jf. miljøbeskyttelseslovens § 91, stk. 1 og fiskerilovens § 110a.

Fiskeriloven angiver ikke nærmere om klageberettigelse. Dette spørgsmål hører derfor under Miljø- og Fødevareklagenævnets kompetence.

Følgende kan klage over afslaget på miljøgodkendelse til Miljø- og Fødevareklagenævnet

- afgørelsens adressat
- enhver, der har en individuel, væsentlig interesse i sagens udfald
- kommunalbestyrelsen
- Styrelsen for Patientsikkerhed
- landsdækkende foreninger og organisationer i det omfang, de har klageret over den konkrete afgørelse, jf. miljøbeskyttelseslovens §§ 99 og 100.
- lokale foreninger og organisationer, der har beskyttelse af natur og miljø eller rekreative interesser som formål, og som har ønsket underretning om afgørelsen jf. miljøbeskyttelseslovens § 100, stk. 1.

Hvis du ønsker at klage over afgørelserne, kan du klage til Miljø- og Fødevareklagenævnet. Du klager via Klageportalen, som du finder et link til på forsiden af www.naevneneshus.dk. Klageportalen ligger på www.borger.dk og www.virk.dk. Du logger på www.borger.dk eller www.virk.dk, ligesom du plejer, typisk med NEM-ID/MitID.

Klagen sendes gennem Klageportalen til Miljøstyrelsen. En klage er indgivet, når den er tilgængelig for Miljøstyrelsen i Klageportalen. Når du klager, skal du betale et gebyr på kr. 900 for private og kr. 1800 for virksomheder og organisationer. Du betaler gebyret med betalingskort i Klageportalen.

Du kan læse mere om gebyrordningen og klage på Miljø- og Fødevareklagenævnets hjemmeside (<https://naevneneshus.dk/start-din-klage/miljoe-og-foedevareklagenaevnet/>).

Miljø- og Fødevareklagenævnet skal som udgangspunkt afvise en klage, der kommer uden om Klageportalen, hvis der ikke er særlige grunde til det. Hvis du ønsker at blive fritaget for at bruge Klageportalen, skal du sende en begrundet anmodning til den myndighed, der har truffet afgørelse i sagen. Miljøstyrelsen videregiver herefter anmodningen til Miljø- og Fødevareklagenævnet, som træffer afgørelse om, hvorvidt din anmodning kan imødekommes.

Klager over afslaget på miljøgodkendelse skal være modtaget senest den 11. april 2023. En frist, der udløber på en lørdag eller søndag, forlænges til den følgende hverdag.

Klager over afslaget på placeringstilladelse skal være modtaget senest den 11. april 2023.

Søgsmål

Hvis man ønsker at anlægge et søgsmål om afgørelsen ved domstolene, skal det ske senest 6 måneder efter, at Miljøstyrelsen har meddelt afgørelsen.

Offentliggørelse

Miljøstyrelsens afgørelse annonceres og offentliggøres udelukkende digitalt. Materialet kan tilgås på www.mst.dk.

Offentligheden har adgang til sagens øvrige oplysninger med de begrænsninger, der følger af lovgivningen.

Med venlig hilsen

Mette Schultz
AC-tekniker, Virksomheder
mschu@mst.dk

Kopi til:

Danmarks Naturfredningsforening, dn@dn.dk
Danmarks Sportsfiskerforbund, post@sportsfiskerforbundet.dk
Friluftsrådet, fr@friluftsradet.dk
Greenpeace, hoering.dk@greenpeace.org
Danmarks Fiskeriforening, mail@dkfisk.dk

Bilag 1.

Område/nr/N-kg	Vandområde ID	N-belastning i kg	Bunddyr (bentiske invertebrater)	Fytoplankton (klorofyl)	Rodfæstede bundplanter (eks. Ålegræs og vandaks)	Samlet økologiske tilstand
Djursland Øst	140	27906	God økologisk	Moderat økologisk	Ukendt	Moderat økologisk
Kattegat Læsø	154	5678	God økologisk	Høj økologisk	Moderat økologisk	Moderat økologisk
Århus Bugt, syd, Samsø og Nordlige Bælthav	219	5293	Moderat økologisk	Ringe økologisk	Ringe økologisk	Ringe økologisk
Anholt	139	4472	God økologisk	Høj økologisk	Ukendt	God økologisk
Kattegat Nordsjaelland	200	3017	God økologisk	God økologisk	Ukendt	Moderat økologisk
Kattegat Ålborg Bugt	222	2591	Moderat økologisk	Høj økologisk	Dårlig økologisk	Dårlig økologisk
Nordlige Kattegat Ålbæk Bugt	225	1113	Moderat økologisk	Moderat økologisk	Ringe økologisk	Ringe økologisk
Hevring Bugt	138	886	Moderat økologisk	Moderat økologisk	Ringe økologisk	Ringe økologisk
Kattegat Nordsjaelland /Kalundborg Fjord	29	631	Moderat økologisk	Moderat økologisk	Ringe økologisk	Ringe økologisk
Sejerø Bugt	28	558	God økologisk	God økologisk	Ringe økologisk	Ringe økologisk
Storebælt SV	95	301	Ukendt	Ringe økologisk	Ringe økologisk	Ringe økologisk
Smålandsfarvandet, åbne del	206	271	Ringe økologisk	Moderat økologisk	Moderat økologisk	Ringe økologisk
Jammerland Bugt og Musholm Bugt	204	243	God økologisk	Moderat økologisk	Moderat økologisk	Moderat økologisk
Storebælt NV	96	239	Moderat økologisk	Moderat økologisk	Moderat økologisk	Moderat økologisk
Skagerrak	221	138	God økologisk	God økologisk	Ikke anvendelig	God økologisk
Nordlige Øresund	6	92	Moderat økologisk	God økologisk	God økologisk	Moderat økologisk
Langelandsbælt Øst/Langelandssundet	90	24	Ringe økologisk	Moderat økologisk	Moderat økologisk	Ringe økologisk
Køge Bugt	201	17	Moderat økologisk	Moderat økologisk	Moderat økologisk	Moderat økologisk
Femerbælt	208	14	Ukendt	Moderat økologisk	Moderat økologisk	Moderat økologisk
Lillebælt Syd	216	6	Ringe økologisk	Ringe økologisk	Ringe økologisk	Ringe økologisk
Det sydfynske Øhav	214	6	Ringe økologisk	Ringe økologisk	Ringe økologisk	Ringe økologisk
Fakse Bugt.	46	5	God økologisk	Moderat økologisk	Moderat økologisk	Moderat økologisk
Østersøen, Bornholm	56	4	God økologisk	Ringe økologisk	Ringe økologisk	Ringe økologisk

Pedersen Line II

Ansøgning om miljøgodkendelse af "Havbruget Blue Ocean"

Opdateret dokument i forhold til dokument
indsendt den 28-09-2016

INDHOLDSFORTEGNELSE

INDHOLDSFORTEGNELSE	2
BILAGSFORTEGNELSE	3
INDLEDNING.....	4
BAGGRUND	7
ANSØGNING OM MILJØGODKENDELSE.....	9
A. OPLYSNINGER OM ANSØGER OG EJERFORHOLD.....	9
2. Virksomhedens navn: Identisk med ansøger	9
4. Kontaktpersoner: Britt Pedersen,	9
B. OPLYSNINGER OM VIRKSOMHEDENS ART	9
C. OPLYSNINGER OM ETABLERING	10
D. OPLYSNINGER OM VIRKSOMHEDENS BELIGGENHED OG DRIFTTID	10
E. TEGNINGER OVER VIRKSOMHEDENS INDRETNING.	11
F. BESKRIVELSE AF VIRKSOMHEDENS PRODUKTION.	13
G. OPLYSNINGER OM VALG AF TEKNOLOGI – BAT	17
H. OPLYSNINGER OM FORURENING OG FORURENINGSBEGRÆNSENDE FORANSTALTNINGER	18
I. FORSLAG TIL VILKÅR OG EGENKONTROL	26

BILAGSFORTEGNELSE

1. DHI miljøundersøgelse af område G
2. DHI notat vedrørende bruttotilførsel af kvælstof fra havbrugets ansøgte lokalitet til alle vandområder

INDLEDNING

På vegne af Pedersen Line II søges der hermed om miljøgodkendelse af en årlig nettoproduktion på Havbruget Blue Ocean af ca. 2172 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. Havbrugsdriften vil således ikke blive opskaleret til fuld produktion såfremt der dokumenteres negative effekter ud over de effekter, der med modellering er vurderet sandsynlige i den miljøvurdering, der danner baggrund for miljøgodkendelse. Miljøvurderingen er baseret på DHI's grundige modelbaserede miljøundersøgelse af område G der er udført for den ansøgte position og med den samme planlagte produktion (se bilag 1). Miljøundersøgelsen er endvidere suppleret med beregninger af bruttotransporter af kvælstof (kg år^{-1}) fra det planlagte havbrug, og ind i de forskellige vandområder (Bilag 2).

Havbrugsproduktionen vil pågå i periode fra april til december, og vil i denne periode medføre en udledning af 100 t kvælstof. For at omsætte produktionsbidraget på 100 ton kvælstof (N) til et tilsvarende fosforbidrag, er der antaget et foderspild på 1,5 % og en foderkvotient på 1,2, hvilket giver et årligt produktionsbidrag på 12,3 ton fosfor (P). Området vil være braklagt i perioden januar til marts, hvor området forventes at gendanne en upåvirket status, eller en status med mindre grad af påvirkning.

Ved en etablering af havbrug på lokalitet 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 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 forarbejdningsmæssige fordele. Produktionstiden af regnbueørreden i havbruget vil være ca. 9 måneder fra 600 g sættefisk sættes ud til regnbueørred med en vægt på 3,5 kg kan høstes. En forøgelse af produktion 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 bruge 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 rømminger 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.

Rømminger af laks har i Norge været et væsentligt problem i forhold til genetisk påvirkning af vilde bestande. Men da de udsatte regnbueørred dels er all-female, og dels 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 rømminger i Norge har været fejl på udstyr eller forkert anvendt udstyr. For at reducere rømminger fra norske lakseopdræt er opdrættene derfor underlagt en standard (NS 9415:2021), 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 rømminger. I forhold til at undgå rømminger fra Havbruget Blue Ocean vil havbruget som udgangspunkt blive etableret og drevet, så det følger NS 9415:2021. Nye erfaringer fra udstyrsbranchen om havbrug i strøm og bølgeeksponerede farvande vil ligeledes blive inddraget. Det er således forventningen, at rømminger af regnbueørreder fra havbruget vil være på et meget lavt niveau.

Etablering af havbrug til opdræt af regnbueørred 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 danske farvande, 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.

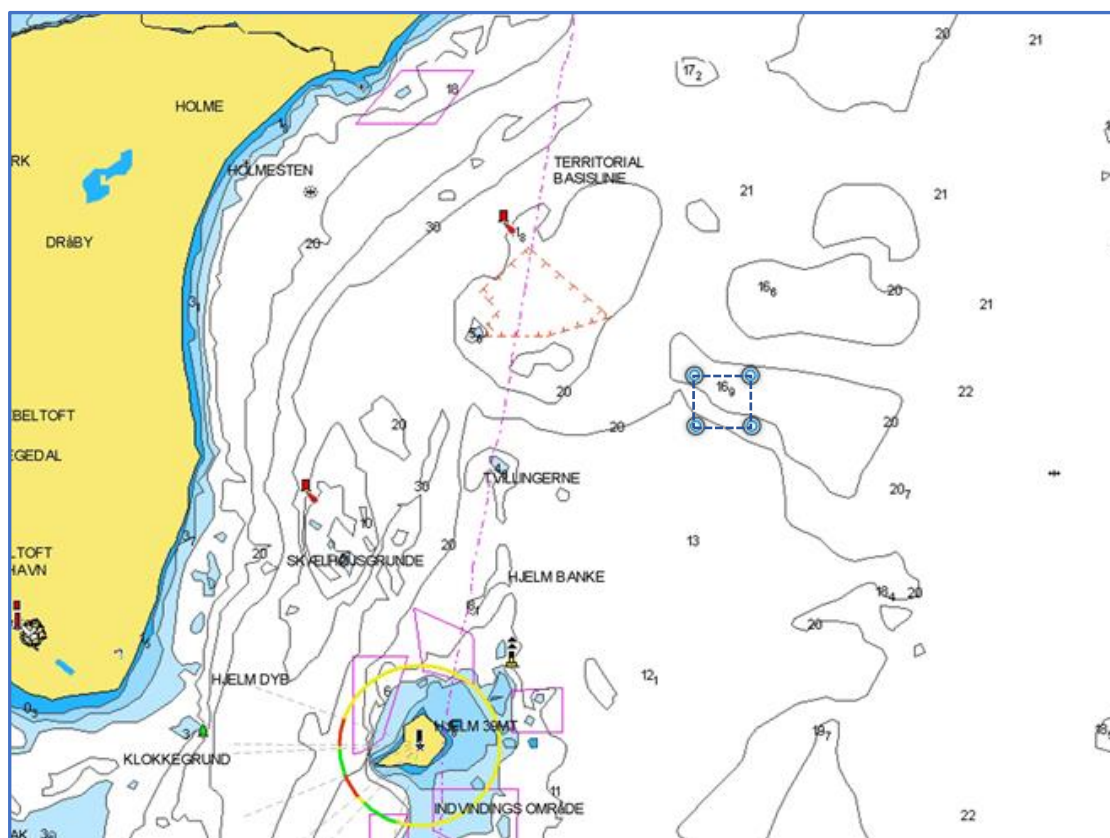
Havbrugets placering er vist på tabel 1 og figur 1. Havbrugsområdet for Havbruget Blue Ocean er placeret SØ for Djursland uden for basislinjen, og dermed uden for område reguleret af vandplan.

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 de nærmeste er mindst 9 km væk (Natura 2000 område 231), og 14 km væk (Natura2000 område 204).

Tabel 1. Hjørnekoordinater (WG84) for Havbruget Blue Ocean.

Breddegrad	Længdegrad
56 11.650 N	10 54.071 Ø
56 11.649 N	10 53.103 Ø
56 11.153 N	10 53.105 Ø
56 11.154 N	10 54.090 Ø



Figur 1 Placering af Havbruget Blue Ocean sydøst for Djursland. Det firkantede område afgrænset af en stiplede linje angiver havbrugsområdet.

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 regnbueørred. Der søges specifikt om tilladelse til:

- i. Produktion af regnbueørred
- ii. Havbrugsproduktion i 15 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. Havbrugsproduktionen vil foregå i perioden fra april til december, og havbrugsområdet vil være braklagt minimum 3 måneder fra januar til marts, således at en upåvirket bundtype gendannes.
- iv. årlig udledning af op til 100 tons kvælstof
- v. årlig udledning af op til 12,3 tons fosfor
- vi. årlig udledning af organisk materiale 157,2 t C som fækalier og detritus.
- vii. dyrelægeordineret medicinering af regnbueørred i havbrugsproduktionen.
- viii. årlig udledning af 250 kg kobber i forbindelse med driften af havbruget.
- ix. Havbruget vil som udgangspunkt blive etableret og drevet efter den norske standard NS 9415:2021, og rømninger af regnbueørred vil således være reduceret, og vurderes ikke at medføre påvirkning af de vilde laksefiskbestande.

BAGGRUND

Pederensen Line II er del af en større akvakulturorganisation, der driver en stor akvakulturvirksomhed. 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. Pedersen Line II 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 regnbueørred er stigende, og allerede nu kan der ikke leveres de mængder af fisk, der efterspørges af kunderne. Virksomheden har de senere år investeret betydelige summer i etablering af en miljøskånsom produktion af sættefisk. 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 med etablering af nyt offshore havbrug. 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 Virksomheden 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 Havbruget Blue Ocean er nedenstående ansøgning udarbejdet. Ansøgningen er udarbejdet på baggrund af Godkendelsesbekendtgørelsen (BEK nr 2080 af 15/11/2021 – listenummer I205).

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
Snaptunvej 57B, Snaptun
7130 Juelsminde
2. **Virksomhedens navn:** Identisk med ansøger
(Matr. nr. er ikke relevant)
CVR nummer: 37533114
3. **Ejer:** Britt Pedersen
4. **Kontaktpersoner:** Britt
Pedersen,
Snaptunvej 57 B,
7130 Juelsminde
Tlf 5364 7376
Mail: Britt@pedersenline.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 SØ for Djursland, der vil blive etableret i marts 2023 Der vil netto blive produceret op til 2172 t regnbueørred i 15 bure (160 m ringe) med en samlet udledning på op til 100 t N og 12,3 t P. Produktionen vil anvende eksisterende BAT- teknologier i forhold til at reducere anvendelse af antifouling beskyttelse, reducere anvendelse af medicin, braklægning af område, miljøskånsom 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 ikke tidsbegrænset

C. OPLYSNINGER OM ETABLERING

9. Projektet indbefatter ikke bygningsmæssige udvidelser eller ændringer. Produktionen foregår i op til 15 cirkulære flyderinge med en omkreds på 160 m og en dybde på ca. 15 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. Udviklingen af havbruget vil være opdelt i tre faser med en 50 % produktion i 2023-2024, en 75 % produktion i 2025, og en 100% produktion fra 2026
10. Havbruget vil blive påbegyndt etableret i marts 2023, og produktion vil blive iværksat i april 2023. Udviklingen af havbruget vil være opdelt i tre faser med en 50 % produktion i 2023-2024, en 75 % produktion i 2025, og en 100% produktion fra 2026. Se nærmere under pkt 15.

D. OPLYSNINGER OM VIRKSOMHEDENS BELIGGENHED OG DRIFTTID

Havbruget Blue Ocean er placeret i et område, hvor der forventes gode produktionsbetingelser i forhold til strømforhold, bølgeeksponering og dybde.

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 fortyndingspotentiale, som sikrer at koncentrationsniveauet fra udledning af medicin overholder gældende bekendtgørelse, samt at udledte næringsstoffer spredes over et større område. Produktionsbetingelser på lokalitet i beskrevet nærmere i bilag 1 fra DHI.

11. Oversigtsplan

Se kortmateriale Figur 1

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.

Havbruget vil have en lav visuel effekt. Med en maksimalhøjde på 2,5 m vil man ved en højde over havoverfladen på 2,5 m (sejlbåd) kunne se det øverste af netholderne i en afstand på 11,4 km. Selve gelændersystemet vil tilsvarende kunne ses 9,6 km væk og vil således ikke være synlige på stranden inde på kysten. Da der forholdsvis tæt på kysten ligger bakkeformationer på over 50 m højde, vil havbruget være synlige fra disse punkter på klare dage.

12. Logistisk vil produktionen på Havbruget Blue Ocean medføre følgende aktiviteter:

I driftsperioden vil der generelt være én daglig sejlad 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. I perioden med slagtning (oktober til december) vil der være 2-3 daglige sejladser til anlægget.

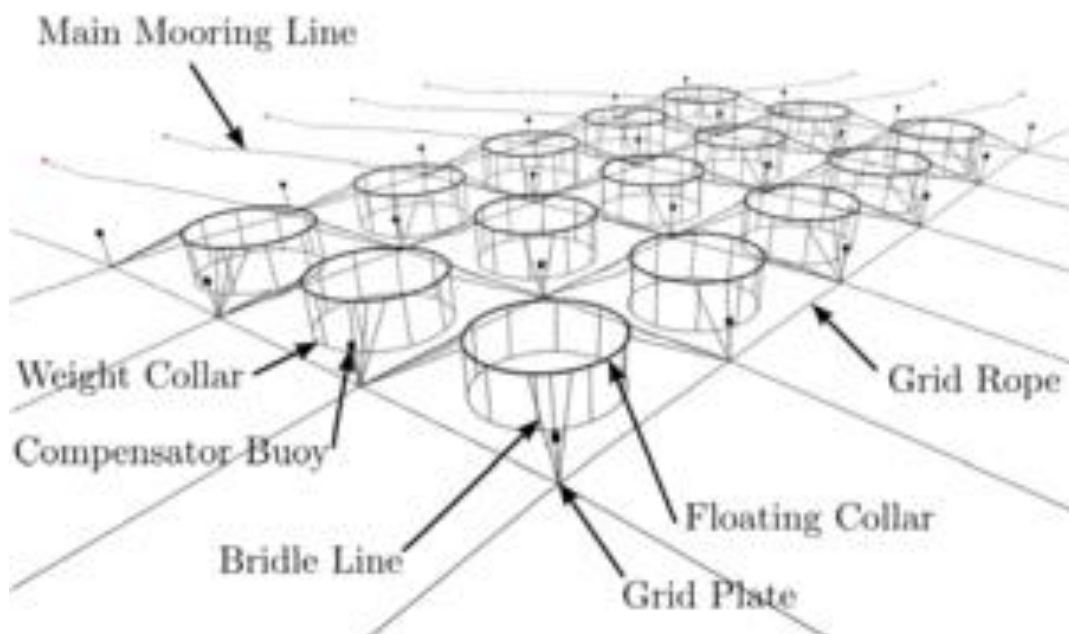
13. Til og fra kørselsforhold Ikke relevant, da anlæg etableres til havs.

E. TEGNINGER OVER VIRKSOMHEDENS INDRETNING.

14. Produktionen vil foregå i 15 cirkulære netbure med flyderinge med en omkreds på 160 m. Burene er etableret i en matrix, med en samlet fortøjning (se Fig. 2).

Hver havbrugsring vil være monteret med GPS tracker med alarm, så drift af system hurtigt kan registreres.

Produktionsinformationer for havbrug er givet i Tabel 2.



Figur 2 De 15 bure forankres i en matrix med 20 ankre

Tabel 2. Produktionsdata for Havbruget Blue Ocean.

Placering (farvand):	sydøst for Djursland
Antal bure/Flyderinge	15
Omkreds af bure (m)	160
Dybde af bure (m)	15
Kvælstof (t)	100
Fosfor (t)	12,3
Kobber udledning (kg/år)	<250 kg
Vanddybde (m)	16-20 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.

15. Produktionskapacitet: Produktionen vil være af regnbueørred.

Sættefisk til produktion af regnbueørred – Der gennemføres en 1 årig produktion af regnbueørred. Produktionstiden i havbruget vil være 9 måneder fra april til december, hvorefter det enkelte havbrugsområde braklægges i ca 3 måneder.

Udviklingen af havbruget vil være opdelt i tre faser med en 50 % produktion i 2023-2024, en 75 % produktion i 2025, og en 100% produktion fra 2026 (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, ved et faseskift vil således forudsætte, at de miljøvurderinger, der danner grundlag for, at en miljøgodkendelse er retvisende, således at det med stor videnskabelig sikkerhed kan afvises, at havbruget skader forhold i vandsøjlen eller bundforholdene. Endvidere vil en faseopdeling sikre at havbrugsdriften teknisk og økonomisk er hensigtsmæssig.

Tabel 2. Udviklingen af Havbruget Blue Ocean. 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	Forbrug af foder	Tab af N t/år	Tab af P t/år	Tab af kobber kg/år
2023-2024	1085	1323	50	6,2	<125
2025	1628	1984	75	9,3	<188
2026-	2172	2646	100	12,3	<250

16. Procesforløb: Produktionsprocessen på havbruget består i dagligt at fodre fiskene 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 (kg)	925.000	
Foder (kg)	2.646.000	
Foderkvotient	1,2	
Dødelighed	1,5	
Foderspild (kg)	39.690	
Netto foderforbrug (kg)	2.606.310	
Netto produktion (kg)	2.171.925	
Brutto produktion incl døde fisk (kg)	3.096.925	
Dødefisk	46.454	
Beregnet tab af næringsstoffer til omgivelserne	N	P
Tilførte næringsstof med foderet ifølge oplysninger fra BIOMAR	0,062	0,008
Næringsstoffer i opfisket fisk	0,0295	0,0041
Tilført næringsstof (kg)	191340	24998
Fraført næringsstof (kg)	91359	12821
Udledning fra havbrug (kg)	99980	12176
Udledningstilladelse (kg)	100000	12300
Uforbrugt ift udledningstilladelse (kg)	20	124

Udledning af BI_5 er beregnet ved hjælp af DTU Aquas produktionsbidragsmodel for rognfisk (regnbueørred 800-4000 g) i saltvand.. 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 247 t, svarende til 94 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 korttidskvalitetskrav for oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim (jf. Bekendtgørelse nr. 439 fra 2016), som findes i medicin benyttet i havbrug.

	Generelt kvalitetskrav, VKK Marint (µg/l)	Korttids 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).

17. **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.

18. **Driftsforstyrrelser og uheld**

Algeopblomstring af giftige alger: Giftige alger kan stresse 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 hærværk. 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. Hærværk er i sagens natur vanskeligt at forebygge. Havbruget vil som udgangspunkt blive etableret og drevet efter den norske standard NS 9415:2021, 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

19. DTU Aqua har i Maj 2013 udarbejdet et notat om BAT for havbrugsproduktion, hvor Havbruget Blue Ocean anvender samtlige af de BAT teknologier, der er tilstrækkeligt udviklet.

Net: Net til havbrugsbure er normalt lavet af nylon / polyamid, men Havbruget Blue Ocean 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 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. Der udtages månedligt prøver af fisk i produktionen, med henblik på at kontrollere, at fiskenes vækst følger den forventede vækstkurve, og således udnytter den udfordring, der er gennemført. En høj udnyttelse af foderet er en forudsætning for overholdelse af udledningskrav, og derfor indgår prøvetagningen af produktionsfisk også i en egnekontrol af overholdelsen af miljøgodkendelsen. 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: Efter hver produktionsperiode fra april til december vil produktionsområdet være braklagt i min. 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 FORURENINGSBEGRÆSENDE 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
- 12,3 tons fosfor
- Dyrelægeordineret medicinering
- 250 kg kobber

Udledning af næringsstof er 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.

Miljøeffekt af udledning er således analyseret i BILAG: DHI miljøundersøgelse af havbrugszone G. DHI har miljøvurderet udledningen af N, P og organisk materiale, samt medicin og hjælpestoffer for havbrug. Ved brug af komplekse kalibrerede modeller er udledningernes effekt på det omgivende miljø grundigt undersøgt.

DHI har modelleret et standarthavbrug på en position 3,7 nm syd for den ansøgte position. Det ansøgte havbrug er placeret i zonen. DHI vurderer, at *Havbrugszone G kan overordnet betegnes som homogen mht. hydrodynamiske forhold i overfladen (saltholdighed, vandtemperatur og overfladestrøm (Tabel 3-1). De beregnede ændringer i pelagiske vandkvalitetsforhold (eutrofiering, medicin og kobber) for Standardhavbrug G kan således betragtes som repræsentative for zonen. Dog vil transport af næringsstoffer til vandplansområder og ændringer i Natura 2000 områder afhænge af afstanden til disse områder og derved af den eksakte placering af en alternativ havbrugslokalitet inden for zonen.*

Modelleringen viser at:

- at ændringerne i vandkvalitet overordnet er beskedne, især fordi strømhastigheden og fortyndingen af de udledte næringsstoffer ved havbruget er stor. Havbrugsproduktionen giver en tilførsel af organisk stof til havbunden og i perioder med lav bundstrøm og høj deposition af organisk materiale øges koncentrationen af svovlbrinte i sedimentet og der opbygges en iltgæld, som påvirker bunddyrssamfundet inden for havbrugsområdet. Beregningerne viser, at iltgælden forsvinder inden for måneder efter fiskebestanden er høstet. Ændringerne forekommer i selve havbrugsområdet (under havbruget), men vil

gentages i hver produktionssæson. Derfor kan bunddyrs-samfundet under selve havbruget ikke forventes at kunne re-etablere sig i fuldt omfang inden en næste produktionssæson.

- at ændringer i klorofyl, sigtdybde og fosfor må forventes at ligge under detektionsgrænserne, mens øgning i uorganisk kvælstof vil kunne måles i en afstand op til 500 m fra midten af havbruget.
- at der ikke sker ændringer i hverken koncentrationen af planktonalger (klorofyl) eller sigtdybden, som ellers kunne påvirke lysforholdene ved bunden i en grad, så bundplanternes lysbetingede vækstvilkår forringes.
- at sedimentet beriges med organisk kulstof, kvælstof og fosfor i løbet af produktionssæsonen, og at denne berigelse vil være helt omsat og/eller borttransporteret inden starten af næste sæson. Berigelsen af sedimentet medfører et øget iltforbrug og en øget iltgæld i sedimentet under havbruget. I begyndelsen af marts måned i den efterfølgende brakperiode er den ekstra iltgæld fra havbrugsdriften "indløst", og ved den nye produktionssæsons begyndelse er ilt- og sedimentforhold på basisniveau.
- at havbunden ikke udsættes ikke for ilt-sænkninger under 4 mg O₂/L og havbrugsdriften ændrer ikke på dette forhold, hverken lokalt (50 m) eller længere væk (500 – 1000 m) fra havbruget.
- at hverken kobber eller de tre typer antibiotika, oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim vil overskride miljøkravene fastsat af Miljø- og Fødevareministeriet.

Indsatsbekendtgørelsen

I Miljøstyrelsen har meddelt, at styrelsen skal foretage en individuel vurdering af ansøgningerne efter indsatsbekendtgørelsens § 8. Der er derfor behov for oplysninger om næringstilførslen til vandplanområderne fra de ansøgte havbrug. Pedersen Line II, har derfor anmodet DHI om på baggrund af modelleringen af havbrug på position G (Bilag 1), at beregne bruttotabet af N til de forskellige vandområder med en opløsning på kg/år. DHI har foretaget denne beregning, der er angivet i Bilag 2.

Tabel 6 Tab af kvælstof til danske vandområder ved en havbrugsproduktion, med en samlet udledning på 100 t N. De mørkegrøn markerede områder angiver vandområder, hvor der tilføres N, men hvor der er et negativt indsatsbehov, der betyder at en tilførsel af N ikke medfører, at havbrugsprojektet ikke hindre opnåelse af god økologisk tilstand i de enkelte vandområder. For vandområder markeret med en lysere grøn farve er tilførslen af N mindre end 100 kg/år, og dermed lavere end den opløsning, der arbejdes med i Vandplanerne. Udledninger til disse områder vi derfor heller ikke hindre opnåelse af god økologisk tilstand i disse vandområder. I vandområder markeret med gult er der risiko for at udledningen af N fra havbrug kan hindre en opnåelse af god økologisk tilstand i de pågældende områder.

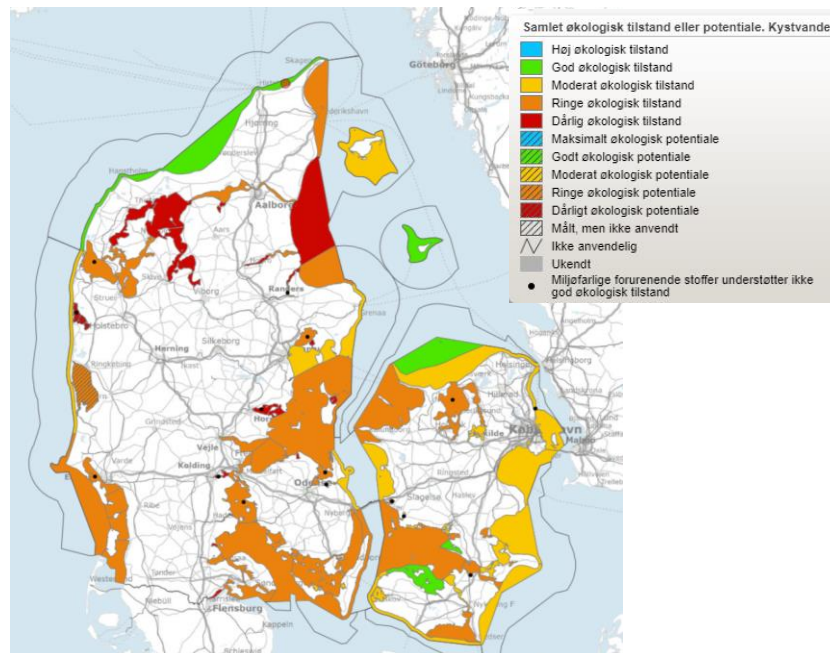
Område/Havbrug	Tab af N fra havbrug (Kg/år)	Vandplanens indsatsbehov (kg/år)	Bemærkninger
Anholt, 139	4472	-208.800	Indsatsbehov er samlet for vandområde 138, 139, 140
Skagerrak, 221	138	+186.300	
Kattegat Ålborg Bugt, 222	2591	-518.700	Indsatsbehov er samlet for vandområde 154,222,225
Kattegat Læsø, 154	5678	-518.700	Indsatsbehov er samlet for vandområde 154,222,225
Hevring Bugt, 138	886	-208.800	Indsatsbehov er samlet for vandområde 138, 139, 140
Djursland Øst, 140	27906	-208.800	Indsatsbehov er samlet for vandområde 138, 139, 140
Kattegat Nordsjaelland, 200	3017	-7.000	
Kattegat_Nordsjaelland_29	631	-8.200	
Århus Bugt, syd, Samsø og Nordlige Bælthav, 219	5293	-56.400	
Sejerø Bugt, 28	558	-71.400	Indsatsbehov er samlet for vandområde 28, 204
Nordlige Øresund, 6	92	+269.800	Indsatsbehov er samlet for vandområde 6, 9
Jammerland Bugt og Musholm Bugt, 204	243	-71.400	Indsatsbehov er samlet for vandområde 28, 204
Storebælt NV, 96	239	+10.700	Indsatsbehov er samlet for vandområde 95, 96
Køge Bugt, 201	17	+73.100	
Lillebælt Syd, 216	6	+219.800	Indsatsbehov er samlet for vandområde 216, 217, 224
Oestersøen_Bornholm_64	0		
Fakse Bugt., 46	5	+22.400	
Storebaelt SV, 95	301	+10.700	Indsatsbehov er samlet for vandområde 95, 96
Det sydfynske Øhav, 214	6	+72.400	
Smålandsfarvandet, åbne del, 206	271	+146.900	
Østersøen, Bornholm, 56	4	-78.100	Indsatsbehov er samlet for vandområde 56, 57
Langelandsbælt Øst, 90	24	+77.800	

Femerbælt, 208	14	-29.800	Indsatsbehov er samlet for vandområde 44, 208
Nordlige Kattegat Ålbæk Bugt, 225	1113	-518.700	Indsatsbehov er samlet for vandområde 154,222,225

Tabel 6 viser brutto tab af kvælstof til danske vandområder ved en havbrugsproduktion, med en samlet udledning på 100 t N på Blue Ocean. De mørkegrøn markerede områder angiver vandområder, hvor der tilføres N, men hvor der er et negativt indsatsbehov, der betyder at en tilførsel af N ikke medfører, at havbrugsprojektet ikke hindre opnåelse af god økologisk tilstand i det enkelte vandområde: For vandområder markeret med en lysere grøn farve i tabel 6 er tilførslen af N mindre end 100 kg/år, og dermed lavere end den opløsning, der arbejdes med i Vandplanerne. Udledninger til disse områder vil derfor heller ikke hindre opnåelse af god økologisk tilstand i det enkelte vandområde. Ifølge indsatsbekendtgørelsen (BEK nr 449 af 11/04/2019) sker der således ikke en forringelse af tilstanden for overfladevandområder ved etablering af havbruget, for de områder der er markeret med grøn i tabel 6, og projektet forhindrer ikke opfyldelse af de miljømål, der er fastlagt i bekendtgørelse om miljømål for overfladevandområder og grundvandsforekomster.

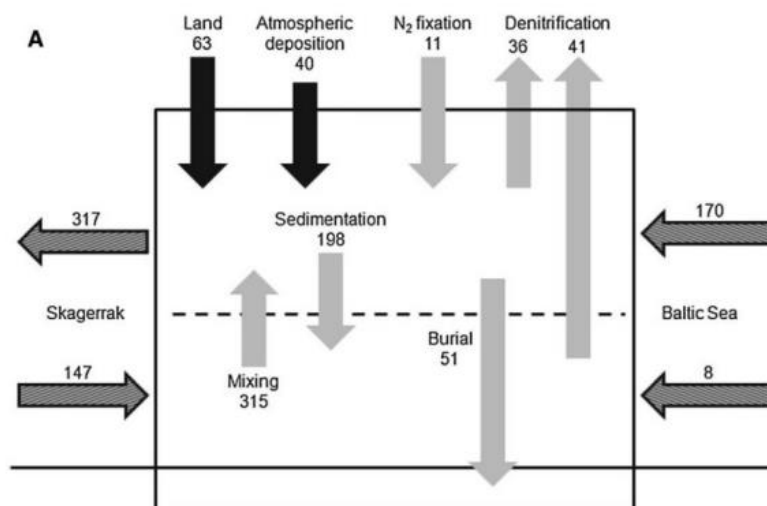
For vandområde Skagerrak, 221 er det i basisanalyse for 2021-2027 vurderet at området har en god økologisk tilstand (Fig 3). Baseline belastningen for 2021 er 1.349,3 t N og der er ikke udskudt en indsats til efter 2021. En udledning af 138 kg N svarer til en udledning af 0,1 promille af den planlagte udledning og tilførslen af 138 kg N vil ikke have medføre en forringelse af vandområdets tilstand.

For vandområde Smålandsfarvandet, 206 er der et reduktionsbehov på 149,9 t, og der er udsat en indsats på 93.3 t til næste vandplanperiode. Tilstanden i området vurderes i næste periode at være ringe, og yderligere tilførsel af N vil ikke være i overensstemmelse med indsatsbekendtgørelsen. Der er i vandområdet etableret 6 havbrug med udledninger af N i vandområde 206. Der vil blive indgået aftale med en af disse havbrug om at regulere produktionen, så udledningen reduceres med 271 kg N. Etablering af havbrug vil således ikke forringe området tilstand eller forhindre opnåelse af god økologisk tilstand.



Figur 3 Samlet økologisk tilstand for danske vandområder ifølge tilstandsdata fra juli 2021

Vandområderne Storebælt NV, 96 og Storebælt SV, 95 udgør vestsiden af Storebælt. Etableringen af havbruget medfører en tilførsel af henholdsvis 301 kg N og 271 kg N. Indsatsbehovet er samlet set 10,7 t N for de to vandområder, og der er ikke udskudt en indsats til næste vandplansperiode.



Figur 4 Årligt budget for kvælstof i Kattegat, med transport mellem Østersøen og Skagerrak. Mængden af kvælstof er angivet i 1000 t. Dvs. transporten af kvælstof fra Østersøen er 178.000 t kvælstof. Fra Jørgensen et al. (2013).

Storebælt udgør det vigtigste farvand for udvekslingen af næringsstoffer mellem Østersøen og Skagerrak. Ferskvandstilstrømningen fra floder til Østersøen resulterer i en udstrømning gennem de danske stræder på ca. 15.000 m³ s⁻¹ (Skogen et al. 1998; Edelvang et al. 2002), hvoraf omkring 25 % af den samlede vandgennemstrømning sker gennem Øresund, omkring 65 % gennem Storebælt og omkring 10 % gennem Lillebælt (Jakobsen & Ottavi 1997). Det ses på Figur 4, at transporten fra Østersøen og ind i Bælterne og Øresund samlet set er 178.000 t, hvoraf størstedelen derfor vil blive transporteret gennem Storebælt (ca 115.000 t). Langt hovedparten af kvælstoffet (totalt 170.000 t) transporteres i de øverste vandmasser, hvor de således lettere vil opblandes med kystvandene herunder vandområde 95 og 96. Med denne store næringsstofflux gennem Storebælt, som samlet set er ca 200.000 gange større end det N, der vil blive tilført Storebælt i forbindelse med havbrugsprojektet, må det konkluderes at etablering af havbrug ikke vil forringe områdets tilstand eller forhindre opnåelse af god økologisk tilstand.

Samlet set vurderes det, at etableringen af havbruget Blue Ocean ikke vil forringe vandplansområdets tilstand eller forhindre opnåelse af god økologisk tilstand i disse. En miljøgodkendelse af havbruget vil således være i overensstemmelse med indsatsbekendtgørelsen.

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 2292 af 30/12/2020):
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 12,3 tons P. Virksomheden 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 fodermeister, 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.*

Virksomheden 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.*

Virksomheden 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.



Pedersen Line ApS
Snaptunvej 37 B
7130 Juelsminde
Denmark

DHI A/S
Agern Allé 5
DK-2970 Hørsholm

Telefon +45 4516 9200

dhi@dhigroup.com
www.dhigroup.com

CVR-nr.: 36466871

Ref:
11094503

Init:
mbi

Dato:
01-12-2021

Vedrørende bruttotilførsel af kvælstof fra havbrugenes ansøgte lokaliteter til alle vandområder i kg/år

Produktion på Standardhavbrug i Kattegat vil resultere i en mertilførsel af næringsstoffer til de omgivende vandområder, jf. Vandrammedirektiv. Tilførslen af næringsstoffer til de nærtliggende kystnære vandområder er opgjort for kvælstof. Dette notat vedrører bruttotransport ind i vandområder fra havbrug G.

Beregningerne af bruttotransport ind i vandområder er udført med den koblede hydrodynamiske og økologiske model anvendt ved projektet "Modellering af lokaliteter til havbrug" med fokus på potentielle nye lokaliteter i Kattegat. Detaljer vedr. modellering og de specifikke havbrugslokaliteter fremgår af rapporterne nederst i notatet (findes på Miljøstyrelsens hjemmeside). Bruttotransporten er en opgørelse af hvor meget kvælstof, der er transporteret ind i et vandområde uden hensyn til de processer, som 'taber' kvælstoffet igen, fx at kvælstoffet føres ud af området igen, eller omsætte i vandområdet.

Størrelsen af bruttotransporten til de forskellige vandområder afspejler primært den herskende strømretning i områderne mellem standardhavbruget og de enkelte vandområder samt afstanden mellem havbruget og de forskellige vandområder - jo kortere afstand i strømretning fra havbrug jo større bruttotransport.

Det vurderes at bruttotransport beregnet for den udpegede havbrugslokalitet i en havbrugszone, er repræsentativt for hele zonen. Det vurderes endvidere at bruttotransporten er skalerbar, således at en opgjort bruttotransport ved udledning af 100 ton N, vil være den dobbelte ved udledning af 200 ton N.

Beregne bruttotransport ind i åbne kystnære vandområder fremgår af Tabel 1.

Tabel 1 Oversigt over de beregnede bruttotransporter ind i vandområder (kg år⁻¹), uden hensyntagen til transporten ud af området og det interne tab. Beregninger er baseret på udledning af 100 ton N.

Område/Havbrug	G
Anholt, 139	4472
Skagerrak, 221	138
Kattegat Ålborg Bugt, 222	2591
Kattegat Læsø, 154	5678
Hevring Bugt, 138	886
Djursland Øst, 140	27906
Kattegat Nordsjaelland, 200	3017
Kattegat Nordsjaelland 29	631
Århus Bugt, syd, Samsø og Nordlige Bælthav, 219	5293
Sejerø Bugt, 28	558
Nordlige Øresund, 6	92
Jammerland Bugt og Musholm Bugt, 204	243
Storebælt NV, 96	239
Køge Bugt, 201	17
Lillebælt Syd, 216	6
Oestersøen Bornholm 64	0
Fakse Bugt., 46	5
Storebælt SV, 95	301
Det sydfynske Øhav, 214	6
Smålandsfarvandet, åbne del, 206	271
Østersøen, Bornholm, 56	4
Langelandsbælt Øst, 90	24
Femerbælt, 208	14
Nordlige Kattegat Ålbæk Bugt, 225	1113
Total	53506

Havbrugsrapporter

https://mst.dk/media/147851/dhi2017_standardhavbruga.pdf

https://mst.dk/media/147855/dhi2017_standardhavbrugb.pdf

https://mst.dk/media/147853/dhi2017_standardhavbrugc.pdf

https://mst.dk/media/147850/dhi2017_standardhavbrugd.pdf

https://mst.dk/media/147854/dhi2017_standardhavbrugge.pdf

https://mst.dk/media/147858/dhi2017_standardhavbrugf.pdf

https://mst.dk/media/147857/dhi2017_standardhavbrugg.pdf

https://mst.dk/media/147859/dhi2017_standardhavbrugh.pdf



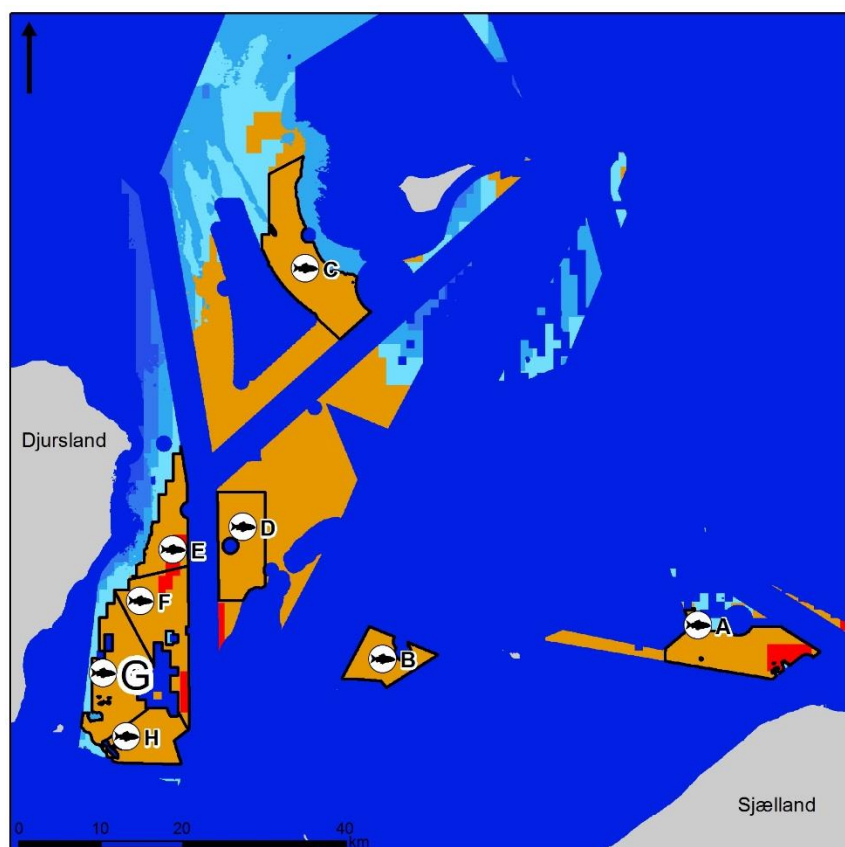
Den Europæiske Union
Den Europæiske Hav- og Fiskerifond



Modellering af lokaliteter til havbrug

Vurdering af miljøeffekter

Standardhavbrug G i havbrugszone G



NaturErhvervstyrelsen

Rapport

Februar 2017

Denne rapport er udarbejdet under DHI's ledelsessystem, som er certificeret af Bureau Veritas for overensstemmelse med ISO 9001 for kvalitetsledelse

ISO 9001
Management System Certification

BUREAU VERITAS
Certification Denmark A/S



Modellering af lokaliteter til havbrug

Vurdering af miljøeffekter

Standardhavbrug G i Havbrugszone G

Udarbejdet for

NaturErhvervstyrelsen

Projektleder	Hanne Kaas
Forfattere	Hanne Kaas, Mads Birkeland, Flemming Møhlenberg
Modellering & databehandling	Rikke M. Closter, Mai-Britt Kronborg, José A. Arenas
Kvalitetsansvarlig	Ian Sehested Hansen

Projektnummer	11820201
Godkendelsesdato	3. februar 2017
Revision	V2
Klassifikation	Offentlig

INDHOLDSFORTEGNELSE

1	Indledning	1
1.1	Baggrund	1
1.2	Formål	1
1.3	Denne rapport	2
1.4	Projektets fremgangsmåde	2
1.4.1	Screening	2
1.4.2	Miljøvirkninger fra standardhavbrug	3
2	Analyse af standardhavbrug - metode	6
2.1	Definition af et standardhavbrug	6
2.2	Modelkompleks og modellering	8
2.2.1	Modeldomænet	10
2.2.2	Modelvariable	10
2.2.3	Modelnettet	11
2.2.4	Randbetingelser	11
2.3	Modellering af virkninger af eutrofiering	13
2.3.1	Produktionsbidrag	13
2.3.2	Modelleringsperioden	14
2.3.3	Efterbehandling af modeldata	16
2.4	Modellering af hjælpestoffer	16
2.4.1	Modelleringsperiode	16
2.4.2	Tab af kobber fra anvendt antibegroningsmiddel	16
2.5	Modellering af medicin	17
2.5.1	Modelleringsperiode	17
2.5.2	Tab af medicin	17
2.6	Modelkompleksets robusthed	18
2.6.1	Kvalitativ visuel verifikation	18
2.6.2	Kvantitativ verificering på basis af numeriske indeks	21
2.6.3	Valg af simuleringsår	23
3	Standardhavbrug G i havbrugszone G	28
3.1	Afgrænsning	28
4	Miljøet under basisforhold	30
4.1	Hydrodynamiske forhold	30
4.2	Opløst uorganisk kvælstof	33
4.3	Opløst uorganisk fosfor	34
4.4	Pelagial primærproduktion og klorofyl	36
4.5	Sigtdybde	39
4.6	Ilt i bundvandet	40
4.7	Havbunden - sedimentet	42
5	Ændringer som følge af eutrofiering	46
5.1	Ændring i opløst uorganisk kvælstof i overfladen	47
5.2	Ændring i opløst uorganisk fosfor i overfladen	52
5.3	Transport af næringsstoffer	55
5.4	Ændringer i primærproduktion, klorofyl og sigtdybde	57
5.5	Ændringer i bundvand og sediment	60

6	Ændringer som følge af brug af hjælpepestoffer	70
6.1	Kobbortab fra antibegroningsmiddel.....	70
6.1.1	Overkoncentration af kobber i vandet.....	70
6.1.2	Tab til sediment.....	72
7	Ændringer som følge af brug af medicin	73
7.1	Antibiotika	73
7.1.1	Koncentration af medicin	73
8	Diskussion og resumé	78
8.1	Ændringer som følge af Standardhavbrug G.....	79
8.1.1	Havområdet	79
8.1.2	Vandplanområder	82
8.1.3	Natura 2000 områder.....	83
8.1.4	Reversibilitet af ændringer.....	83
8.1.5	Homogenitet.....	83
9	Referencer.....	85

FIGURER

Figur 1-1	Projektets fremgangsmåde.....	2
Figur 1-2	De bedst egnede områder til produktion af regnbueørred i Kattegat. Det samlede egnethedskort er baseret på egnethedskort for hver indikatorer (Tabel 1-1). Områder med en egnethed på 0,5-0,7 er udpeget, som de bedst egnede og er fremhævet på figuren (orangerøde områder). Ingen områder har en egnethed >0,7.	4
Figur 1-3	De otte lokaliteter set i forhold til intensitet af skibstrafik i det sydlige Kattegat (kort leveret af Søfartsstyrelsen). Da Søfartsstyrelsens umiddelbare udmelding er, at havbrug placeret i de stærkt trafikerede (lilla og røde) områder ikke vil opnå tilladelse, er havbrugspositionerne søgt lagt i mindre befærdede områder.....	4
Figur 1-4	De otte udpegede havbrugszoner og –positioner (første afmærket med sort streg; positioner angivet med fisk; de nøjagtige positioner fremgår af Tabel 1-2).	5
Figur 2-1	Standardhavbrugets stående biomasse fordelt over produktionssæsonen.	7
Figur 2-2	Opbygning af modelkomplekset HAVBRUG _{KAT} . Tv. modelleringsprocessen. Th. illustration af modelkompleksets opdeling i FM (flexible mesh) celler; øverst eksempel på opdeling i vandfasen; nederst eksempel på hvordan nettet ser ud på havbunden og havbundtopologien i en model (ikke fra den aktuelle model). I korte tidsskridt (sekunder) beregnes resultatet af de hydrodynamiske og økologiske processer og interaktioner i og mellem cellerne.....	8
Figur 2-3	Skematisk fremstilling af typiske økologiske komponenter (variable) og processer i en ECO Lab model. Øverst: Vandfasen. Nederst: Sedimentets kvælstof(N)- og fosfor(P)-processer.	9
Figur 2-4	Modeldomænet med dybdeforhold. Øverste højre hjørne: Det totale domæne for det anvendte modelkompleks. Store figur: Zoom på de indre danske farvande. Farverne angiver dybdeforholdene.	10
Figur 2-5	Gridnet og dybdeforhold i det sydlige Kattegat, hvor de otte standardhavbrug er lokaliseret (røde markeringer).....	11
Figur 2-6	Modeludledningspunkter for vand og næringsstoffer i den del af modeldomænet, der dækker indre danske farvande. I alt er der over 300 udledningspunkter i hele modeldomænet. De fleste ligger i indre danske farvande.	12
Figur 2-7	Fordeling af N-tab, P-tab og tab af organisk kulstof fra standardhavbrug til det omgivende miljø i den økologiske model.	14

Figur 2-8	Standardhavbrugets sæsonvariation i produktionsbidraget (C, N og P). Stigningen over produktionssæsonen skyldes vækst i bestanden af fisk, mens fald eller stagnation om sommeren skyldes suboptimale vandtemperaturer med deraf følgende reduceret fodring.	15
Figur 2-9	Målte (•) og modellerede (linje) koncentrationer af uorganisk kvælstof (øverst) og uorganisk fosfor (nederst) i overfladen ved station VSJ20925 i perioden 2003-2007.	19
Figur 2-10	Målt (♦) og modelleret (linje) koncentration af sigtgybde (øverst), koncentration af klorofyl (midt) og opløst ilt i bundvandet (nederst) ved station VSJ20925 i perioden 2003-2007.	20
Figur 2-11	Sommerkoncentration (maj-september) af uorganisk kvælstof i overfladen ved station VEJ0006870 (nordlige Lillebælt), FYN6700053 (nordlige Storebælt øst for Romsø), ved VSJ20925 (Gniben, sydlige Kattegat – Sjællands Odde) og ved Anholt Øst (sydøstlige Kattegat) i perioden 2003-2007. Gennemsnit (±standardafvigelsen SD) baseret på alle overvågningsdata og ét dagligt udtræk fra modellen i perioden.	24
Figur 2-12	Sommerkoncentration (maj-september) af uorganisk fosfor i overfladen ved station VEJ0006870 (nordlige Lillebælt), FYN6700053 (nordlige Storebælt øst for Romsø), ved VSJ20925 (Gniben, sydlige Kattegat – Sjællands Odde) og ved Anholt Øst (sydøstlige Kattegat) i perioden 2003-2007. Gennemsnit (±standardafvigelsen SD) baseret på alle overvågningsdata og ét dagligt udtræk fra modellen i perioden.	25
Figur 3-1	Lokalisering af Havbrukszone G og Standardhavbrug G i det sydlige Kattegat. Kortet viser desuden Kattegats vandplanområder og Natura 2000 områder.	28
Figur 4-1	Strømroser repræsenterende retning og hastigheder i overfladelaget (tv) og i bundlaget (2 m over bunden) ved Standardhavbrug G i produktionsperioden. Baseret på MIKE3FM hydrodynamisk modellering.	30
Figur 4-2	Strømhastigheder i overfladelaget (tv) og bundlaget (th) ved Standardhavbrug G i en periode med vind fra øst (3.–14. august). Baseret på MIKE3FM hydrodynamisk modellering.	31
Figur 4-3	Isopleth-diagram af et års variation i saltholdighed ved Standardhavbrug G i 2004. Baseret på MIKE3FM hydrodynamisk basismodellering.	32
Figur 4-4	Isopleth-diagram af temperatur ved Standardhavbrug G i 2004. Baseret på MIKE3FM hydrodynamisk basismodellering.	32
Figur 4-5	Den gennemsnitlige koncentration af opløst uorganisk kvælstof (DIN) i vinteren (januar-februar) 2004 i det sydlige Kattegat. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrukszone G / Standardhavbrug G er vist.	33
Figur 4-6	Isopleth-diagram af uorganisk kvælstof ved Standardhavbrug G i 2004. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering.	34
Figur 4-7	Isopleth-diagram af uorganisk fosfor ved Standardhavbrug G i 2004. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering.	35
Figur 4-8	Den gennemsnitlige koncentration af opløst uorganisk fosfor (DIP) i vinteren (januar-februar) 2004 i det sydlige Kattegat. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrukszone G / Standardhavbrug G er vist.	35
Figur 4-9	Gennemsnitlig daglig pelagial primærproduktion i sydlige Kattegat i perioden april-december i 2004. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrukszone G / Standardhavbrug G er vist.	36
Figur 4-10	Isopleth-diagram af klorofyl ved Standardhavbrug G i 2004. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering.	37
Figur 4-11	Den gennemsnitlige koncentration af klorofyl i overfladen i sommeren 2004 i det sydlige Kattegat. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrukszone G / Standardhavbrug G er vist.	37
Figur 4-12	Den gennemsnitlige koncentration af klorofyl i overfladen i april-december 2004 i det sydlige Kattegat. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrukszone G / Standardhavbrug G er vist.	38
Figur 4-13	Tidsserie af sigtgybde ved Standardhavbrug G. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering.	39
Figur 4-14	Gennemsnitlig sigtgybde i produktionssæsonen (april-december) i 2004 i det sydlige Kattegat. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrukszone G / Standardhavbrug G er vist.	39
Figur 4-15	Isopleth-diagram af iltkoncentration ved Standardhavbrug G i 2004. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering.	40

Figur 4-16	Iltkoncentration (mg/L) i bundvandet i sydøstlige Kattegat beregnet for 2004; gennemsnit for juli, august, september og oktober. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.....	41
Figur 4-17	De gennemsnitlige koncentrationer (g/m ²) af organisk kulstof i sedimentet i december. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.....	42
Figur 4-18	De gennemsnitlige koncentrationer (g/m ²) af kvælstof (øverst) og fosfor (nederst) i sedimentet i december. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.	43
Figur 4-19	De gennemsnitlige C:N (øverst) og C:P (nederst) forhold i sedimentet i december. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.....	44
Figur 4-20	Gennemsnitlige iltforbrug i sedimentet i perioden april-december (øverst) og iltgæld i sedimentet (nederst) ultimo december. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.....	45
Figur 5-1	Beregnet gennemsnitlig ændring i koncentrationen af opløst uorganisk kvælstof i overfladen i produktionssæsonen (øverst) og i september, hvor ændringer er størst (nederst). Til venstre ses overblik over sydlige Kattegat, hvor hele udbredelsen af ændringen ses og til højre vises et zoom på den centrale del af det påvirkede område. Figurer, der viser den beregnede gennemsnitlige ændring i koncentrationen af uorganisk kvælstof i overfladen for hver af månederne fra april til december, er vist i Bilag A.	49
Figur 5-2	Positioner (•) for modeludtræk af data til beregning af næringskoncentrationer 50, 500 og 1000 m fra Standardhavbrug G. De fire skraverede trekanter repræsenterer området hvor burene og næringsstofkilder er lokaliseret.	50
Figur 5-3	Antal dage i april-december (produktionssæsonen; øverst), hvor koncentrationen af uorganisk kvælstof er under "grænseværdien" for potentiel kvælstofbegrænsning (14 µg DIN/L) under basisforhold og antal ekstra dage (nederst), hvor udledning af DIN fra Standardhavbrug G giver koncentrationer over "grænseværdien".	51
Figur 5-4	Beregnet gennemsnitlig ændring i koncentrationen af uorganisk fosfor i overfladen i produktionssæsonen (øverst) og i september måned, hvor ændringen er størst (nederst). Til venstre ses overblik over sydlige Kattegat, hvor hele udbredelsen af ændringen ses og til højre vises et zoom på den centrale del af det påvirkede område. Figurer, der viser den beregnede gennemsnitlige ændring i koncentrationen af uorganisk kvælstof i overfladen for hver af månederne fra april til december, er vist i Bilag B.....	53
Figur 5-5	Antal dage i april-december (produktionssæsonen; øverst), hvor algevæksten er potentielt fosforbegrænset (dvs. koncentrationen af uorganisk fosfor er under "grænseværdien" på 9 µg DIP/L) under basisforhold og antal ekstra (nederst), hvor udledning af DIP fra Standardhavbrug G giver koncentrationer over "grænseværdien".	54
Figur 5-6	Beregnet gennemsnitlig ændring i pelagisk primærproduktion i produktionssæsonen (øverst) og i august, hvor ændringen er størst (nederst). Til venstre er vist et oversigtskort og til højre et zoom på det område, hvor der beregnes ændringer i primærproduktionen. Figurer for produktionssæsonen og de enkelte måneder i denne findes i Bilag C.....	58
Figur 5-7	Beregnet gennemsnitlig ændring i koncentrationen af klorofyl i overfladen i juli (øverst) og august (nederst), hvor ændringen er størst. Figurer for produktionssæsonen og de enkelte måneder i denne findes i Bilag D.	59
Figur 5-8	Den tidlige ændring i sediments ekstra indhold af kulstof (C), kvælstof (N), og fosfor (P) centralt i havbrugsområdet gennem produktionssæsonen og den efterfølgende brakperiode (tre øverste). Nederst: den tidlige ændring i iltgæld under basisbetingelser (blå linje) og ved havbrugsdrift ved Standardhavbrug A (sort linje).....	61
Figur 5-9	Beregnet gennemsnitlig ændring i sedimentets indhold af organisk kulstof i produktionssæsonen (øverst), og i august, hvor ændringen er størst (nederst). Til venstre vises et oversigtskort og til højre et zoom på det område hvor der beregnes ændringer. Figurer for produktionssæsonen og alle måneder er vist i Bilag F.	62
Figur 5-10	Beregnet gennemsnitlig ændring i sedimentets indhold af organisk kvælstof i produktionssæsonen (øverst), og i august, hvor ændringen er størst (nederst). Til venstre vises et oversigtskort og til højre et zoom på det område hvor der beregnes ændringer. Figurer for produktionssæsonen og alle måneder er vist i Bilag G.	63

Figur 5-11	Beregnet gennemsnitlig ændring i sedimentets indhold af organisk fosfor i produktionssæsonen (øverst), og i august, hvor ændringen er størst (nederst). Til venstre vises et oversigtskort og til højre et zoom på det område hvor der beregnes ændringer. Figurer for produktionssæsonen og alle måneder er vist i Bilag H.	64
Figur 5-12	Beregnet gennemsnitlig ændring i iltkoncentration (mg/L) i bundvandet i produktionssæsonen (øverst) samt august, hvor ændringen er størst (nederst). Figurer for produktionssæsonen og alle måneder er vist i Bilag J.	66
Figur 5-13	Beregnet gennemsnitlig ændring i sedimentets daglige iltforbrug i produktionssæsonen (øverst), og i august, hvor ændringen er størst (nederst). Figurer for produktionssæsonen og alle måneder er vist i Bilag I.	67
Figur 5-14	Beregnet gennemsnitlig ændring i sedimentets iltgæld (g/m ²) i produktionssæsonen (øverst) og i august, hvor ændringen er størst (midt) og i februar den efterfølgende brakperiode, som er sidste måned med ændring (nederst). Figurer for produktionssæsonen og alle måneder er vist i Bilag K.	69
Figur 6-1	Middeloverkoncentration i overfladen (0-5m) af kobber (µg Cu/L) i perioden april-august, hvor Standardhavbrug G anvender ny-imprægnerede net.	71
Figur 6-2	Maksimal overkoncentrationer i overfladen (0-5 m) af kobber (µg Cu/L) for perioden april-august. Overkoncentrationerne forekommer omkring Standardhavbrug G. Bemærk at figuren ikke repræsenterer koncentrationen på et bestemt tidspunkt, men den maksimale koncentration beregnet for hver gridcelle i løbet af april-august.	71
Figur 7-1	Modellerede koncentrationer af oxolinsyre i overfladen (0-5 m), som følge af to på hinanden følgende medicinbehandling i Standardhavbrug G i perioden 15.-28. august. Øverst: Middelkoncentration (µg/L). Nederst: Maksimale døgnmiddelkoncentrationer. Bemærk at figuren ikke repræsenterer koncentrationen på et bestemt tidspunkt, men den maksimale koncentration beregnet for hver gridcelle i løbet af behandlingsperioden.	75
Figur 7-2	Modellerede koncentrationer af sulfadiazin i overfladen (0-5 m), som følge af to på hinanden følgende medicinbehandling i Standardhavbrug G i perioden 15.-28. august. Øverst: Middelkoncentration (µg/L). Nederst: Maksimale døgnmiddelkoncentrationer. Bemærk at figuren ikke repræsenterer koncentrationen på et bestemt tidspunkt, men den maksimale koncentration beregnet for hver gridcelle i løbet af behandlingsperioden.	76
Figur 7-3	Modellerede koncentrationer af trimethoprim i overfladen (0-5 m), som følge af to på hinanden følgende medicinbehandling i Standardhavbrug G i perioden 15.-28. august. Øverst: Middelkoncentration (µg/L). Nederst: Maksimale døgnmiddelkoncentrationer. Bemærk at figuren ikke repræsenterer koncentrationen på et bestemt tidspunkt, men den maksimale koncentration beregnet for hver gridcelle i løbet af behandlingsperioden.	77
Figur 8-1	Koncentration af kobber i sedimenter målt i Kattegat ("IDF"), Femern Bælt og Storebælt ("SB"), præsenteret som funktion af sedimentets glødetab; fra DHI database.	81

TABELLER

Tabel 1-1	Oversigt over de indikatorer, som er indgået i screeningsanalysen.	3
Tabel 1-2	WGS84-positioner for de otte standardhavbrug A til H.	5
Tabel 2-1	Fordeling af N-tab, P-tab og tab af organisk kulstof fra det definerede standardhavbrug til det omgivende miljø.	6
Tabel 2-2	Anbefalet dosering og behandlingsperiode for antibiotikamedicinering med oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim i forbindelse med behandling af akutte infektioner (Lægemedelstyrelsen 2008 og 2011).	8
Tabel 2-3	Randbetingelser for HAVBRUG _{KAT} modelleringen og datakilderne.	12
Tabel 2-4	Standardhavbrugets tab af kobber til vandet; beregnet som det årlige tab og det daglige tab i den periode, hvor tabet sker (fra april-august, hvor der anvendes ny-imprægnerede net).	17
Tabel 2-5	Daglige udledninger (kg/dag) af antibiotika i forbindelse med en 2 x 7-dages behandlingsperiode ved et standardhavbrug med en maksimal bestand på 1600 tons fisk.	18
Tabel 2-6	Fortolker af indeksværdier for modellens evne til at beskrive målinger (baseret på Allen et al. 2007, Maréchal 2004, Moriasi et al. 2007).	21

Tabel 2-7	Indeksværdier for de fire indeks, der er anvendt til vurdering af modellens evne til at beskrive overvågningsdata fra station VSJ20925. Baseret på 5 års data. Resultater for individuelle år og øvrige stationer anvendt i verificering findes i DHI (2017b).....	22
Tabel 2-8	Rangordning af simuleringsår (1 – bedst, 5 - dårligst) for 5 vandkvalitetsvariable beskrevet ved fire verificeringsindeks (Procent-afvigelse, Kostfunktion, Regressionskoefficient, RSR = forholdet mellem "root-mean-square-error" og standardafvigelsen; alle gennemsnit af 8 verifikationsstationer). Laveste sum-score identificerer året med den laveste afvigelse mellem modelresultater og målinger.....	26
Tabel 3-1	Karakteristik af Havbrugszone G. De angivne intervaller for overfladestrøm, saltholdighed, temperatur og forskydningspænding (udtryk for strøm/bølgekræfter der påvirker havbunden) er variationen i middelværdier for de gridceller, der ligger i Havbrugszone G. Gns = gennemsnit pr. gridcelle.	29
Tabel 3-2	Karakteristik af Standardhavbrug G.....	29
Tabel 5-1	Oversigt over kriterier anvendt til at fastsætte afskæringsgrænserne for differencekort i de følgende afsnit. Trinene i skalaen svarer til 2 gange forrige trin.....	47
Tabel 5-2	Gennemsnitskoncentration af uorganisk kvælstof (DIN) og antal dage i produktionssæsonen, hvor den pelagiske primærproduktion er kvælstof-begrænset (dvs. DIN koncentrationer er lavere end "grænseværdien" på 14 µg/L) i tre forskellige afstande fra Standardhavbrug G under basisforhold og havbrugsproduktion. Koncentrationer og antal dage med potentiel kvælstofbegrænsning er gennemsnit af 8 positioner for hver afstand (se Figur 5-2)	48
Tabel 5-3	Gennemsnitskoncentrationer af opløst uorganisk fosfor (fosfat) og antal dage i produktionssæsonen, hvor den pelagiske primærproduktion er potentielt fosforbegrænset (dvs. fosfatkoncentrationer er lavere end "grænseværdien" på 9 µg/L) under henholdsvis basisforhold og havbrugsproduktion i tre forskellige afstande fra Standardhavbrug G. Koncentrationer og antal dage med potentiel fosforbegrænsning er gennemsnit af 8 positioner for hver afstand (se Figur 2-5).....	52
Tabel 5-4	Oversigt over de beregnede bruttotransport og nettotilførsel ind i vandplanområdet. A: Bruttotransport over den marine rand ind i vandplanområdet; uden hensyntagen til transporten ud af området og det interne tab. B: ΔNettotransport, som er differensen mellem nettotransporten over den marine rand under forhold med og uden (basisscenarie) havbrugsdrift. C: ΔNettotransport angivet i procent i procent af den totale nettotilførsel af kvælstof til området under basisforhold.	56
Tabel 5-5	Gennemsnitlig iltkoncentration i produktionsperioden og antal dage med iltkoncentrationer under 4 mg/L i en afstand af 50, 500 og 1000 m fra Standardhavbrug G under basisforhold og havbrugsproduktion. Koncentrationer og antal dage er gennemsnit af 8 positioner for hver afstand (se Figur 5-2). Iltkonc. = iltkoncentration.	65
Tabel 6-1	Miljøkvalitetskrav for kobber i det marine vandmiljø. Generelle kvalitetskrav (VKK) gælder for de gennemsnitlige koncentrationer, og korttidskvalitetskrav (KVKK) gælder for de daglige maksimale koncentrationer under behandlingsperioden (BEK 1022 2010, BEK 1339 2011).....	70
Tabel 7-1	Miljøkvalitetskrav for oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim i det marine vandmiljø. Generelle kvalitetskrav (VKK) gælder for de gennemsnitlige koncentrationer i behandlingsperioden, og korttidskvalitetskrav (KVKK) gælder for de maksimale koncentrationer i 24 timer under behandlingsperioden (BEK 1022 2010, BEK 1339 2011),	73

BILAG

Standardhavbrug G i havbrugszone G

BILAG A – Månedskort for ændring i opløst uorganisk kvælstof

Geografisk udbredelse af ændring i overfladen

BILAG B – Månedskort for ændring i opløst uorganisk fosfor

Geografisk udbredelse af ændring i overfladen

BILAG C – Månedskort for ændring i pelagisk primærproduktion

BILAG D – Månedskort for ændring i klorofyl

Geografisk udbredelse af ændring i overfladen

BILAG E – Månedskort for ændring i sigtdybde

Geografisk udbredelse af ændring

BILAG F – Månedskort for ændring i organisk kulstof i sedimentet

Geografisk udbredelse af ændring

BILAG G – Månedskort for ændring i organisk kvælstof i sedimentet

Geografisk udbredelse af ændring

BILAG H – Månedskort for ændring i organisk fosfor i sedimentet

Geografisk udbredelse af ændring

BILAG I – Månedskort for ændring i sediments iltforbrug

Geografisk udbredelse af ændring

BILAG J – Månedskort for ændring i ilt i bundvandet

Geografisk udbredelse af ændring

BILAG K – Månedskort for ændring i sedimentets iltgæld

Geografisk udbredelse af ændring

1 Indledning

Miljø- og Fødevareministeriet (MFVM) ved NaturErhvervstyrelsen har i september 2016 indgået kontrakt med DHI om projektet "Modellering af lokaliteter til havbrug". Projektet er igangsat 1. oktober 2016 og afsluttes i januar 2017. DHI har til udførelse af dele af projektet indgået samarbejdsaftaler med Thomas Valdemarsen, SDU, ekspert i sedimentprocesser og havbrug, og Marie Maar, DCE/Aarhus Universitet, ekspert i marin modellering. Projektet er støttet af EU's Hav- og Fiskeriudviklingsprogram EHFF.

1.1 Baggrund

Baggrunden for projektet er forklaret i Miljø- og Fødevareministeriets udbudsmateriale og er citeret nedenfor (MFVM 2016):

"I Fødevare- og landbrugspakken fra december 2015 indgår en vækstplan for akvakultur. Om havbrug fremgår det at "Vækst for havbrug vil ske ved udpegning af konkrete lokaliteter, hvor havbrug kan etableres under hensyn til andre aktiviteter på havet, miljøet og vandplansområder, samt ved at sikre, at der kan ske kompensationsopdræt til fjernelse af kvælstof og fosfor. Med den nuværende viden skabes der grundlag for at anvende et miljømæssigt råderum på 800 ton kvælstof til havbrugsproduktion.

Udviklingsmulighederne for havbaserede akvakulturanlæg ligger bl.a. i en optimal placering af anlæggene både i forhold til produktionsforhold som infrastruktur, men også i forhold til miljøforhold som næringsstofpåvirkning, vandkvalitet samt strøm- og bundforhold. Det allerede identificerede råderum på 800 tons N findes i Kattegat uden for en sømil fra basislinjen. For nærværende er der ikke identificeret råderum i andre farvande.

Ved ansøgning om miljøgodkendelse og placeringstilladelse skal placeringen af et akvakulturanlæg vurderes konkret i forhold til en række faktorer. Ved på forhånd at foretage en vurdering af, hvor det vil være muligt at placere fremtidige akvakulturanlæg på havet, vil det sandsynligvis kunne fremskynde godkendelsesprocessen".

1.2 Formål

Formålet med projektet "Modellering af lokaliteter til havbrug" er med baggrund i det identificerede råderum i de åbne havområder på 800 ton kvælstof at tilvejebringe viden, der støtter ministeriets udpegning af egnede områder til produktion af regnbueørred i Kattegat.

Projektet er opdelt i to faser, hvis formål er

- a) At udpege de områder i den åbne del af Kattegat, som er bedst egnede til havbrugsproduktion af regnbueørred og
- b) At undersøge miljøeffekter af et "standardhavbrug" ved otte forskellige positioner i placeret i otte udpegede zoner samt miljøeffekter af en fordoblet produktion (dobbelt standardhavbrug) ved én af positionerne

1.3 Denne rapport

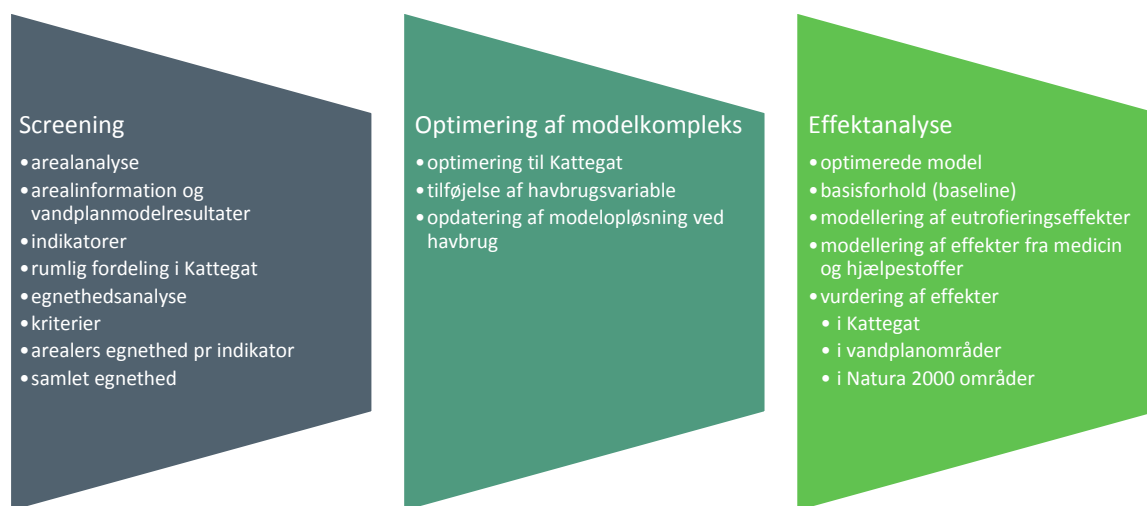
Denne rapport omhandler de forventede miljøeffekter, hvis der placeres et standardhavbrug på positionen for Standardhavbrug G. Kapitel 1 og kapitel 2 giver en introduktion til projektet og de metoder der er anvendt til analyse af alle standardhavbrug. Kapitel 3 til kapitel 6 gennemgår resultater og vurdering for Standardhavbrug G.

Det skal bemærkes, at undersøgelsen alene giver en vurdering af miljøeffekterne ved placering af ét enkelt standardhavbrug. Hvis der ansøges om andre placeringer, kan det betyde, at tilførsler og påvirkning af vandplan – og Natura 2000 områder skal genberegnes.

Det skal desuden bemærkes at i forbindelse med en konkret ansøgning om miljøgodkendelse, skal udledningerne fra havbruget indgå i en samlet vurdering af udledningerne til området og vurderes i forhold til miljøtilstand og det eventuelle råderum eller indsatsbehov. I forhold til Natura2000 områder kræver en miljøgodkendelse af et havbrug altid en konkret vurdering, der tager udgangspunkt i den endelige placering, størrelse mv. af det konkrete havbrug. Disse vurderinger kan ikke foretages alene på baggrund af oplysningerne fra dette projekt.

1.4 Projektets fremgangsmåde

Den overordnede fremgangsmåde i projektet har været først at gennemføre en screening af Kattegat for at identificere de zoner, der er bedst egnede til ørredproduktion. Derefter er de miljømæssige virkninger af at placere standardhavbrug i disse områder undersøgt (se Figur 1-1).



Figur 1-1 Projektets fremgangsmåde.

1.4.1 Screening

Screening er sket på grundlag af en kortlægning af forskellige indikatorer, der beskriver anvendelsen af arealerne til andre aktiviteter (dvs. optagede arealer, konfliktområder), opfyldelse af produktionskrav og hensyn til miljøforvaltningsrammen. Sidste problemstilling er kun i begrænset omfang medtaget i screeningen, da den er hovedfokus for den efterfølgende

(nærværende) detaljerede undersøgelse af miljøeffekter fra havbrug. For hver indikator er der defineret egnedetskriterier og på det grundlag produceret egnedetskort (i GIS). Til sidst er den samlede egnethed bestemt. Grundlaget, metoden og resultaterne er nærmere beskrevet i en særskilt rapport (DHI 2017a). De faktorer/indikatorer som er inddraget i analysen fremgår af Tabel 1-1. Data vedrørende arealanvendelse er leveret af ministeriet eller hentet på Miljøportalen. Data til egnhedsanalyse med hensyn til produktionskrav og miljøeffekter er udtrykket af de modelresultater for indre danske farvande, der ligger til grund for ministeriets udvikling af anden generations vandplaner (modelleret med den såkaldte IDF-model) (Erichsen et al. 2014).

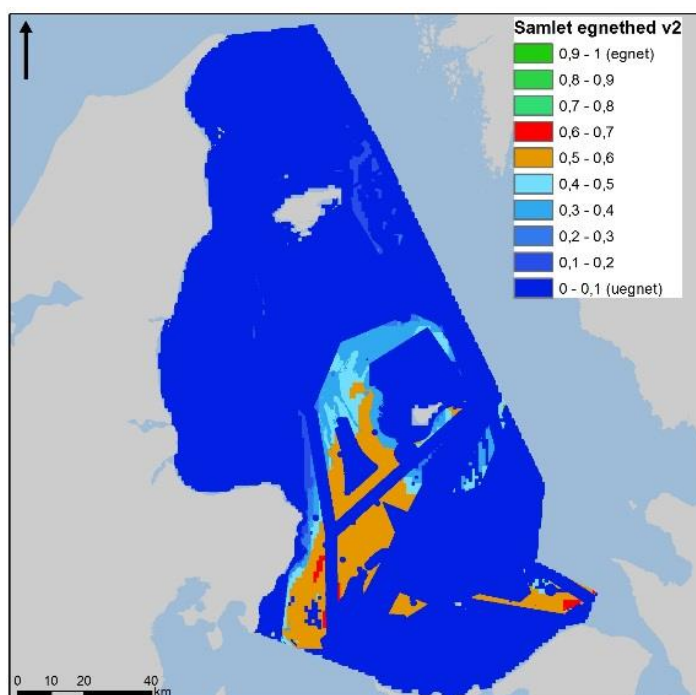
Tabel 1-1 Oversigt over de indikatorer, som er indgået i screeningsanalysen.

Arealanvendelses-indikatorer	Produktions-indikatorer	Miljøeffekt-indikatorer
Søkabler	Vanddybde	Forskydningsspænding ved havbunden
Officielle skibsruter	Strømforhold	Iltsvindsrisiko
Klappladser	Risiko for lakselus	
Militærområder	Vandtemperatur	
Forbudsområder	Bølgehøjde	
Havvindparker	Osmotisk stress	
Råstofindvinding	Afstand fra havn	
Fiskeri-interesser		
Vandplanområder		
Natura 2000: fugle		
Natura 2000: havpattedyr		
Særlige naturinteresser		
NOVANA bundfaunastationer		

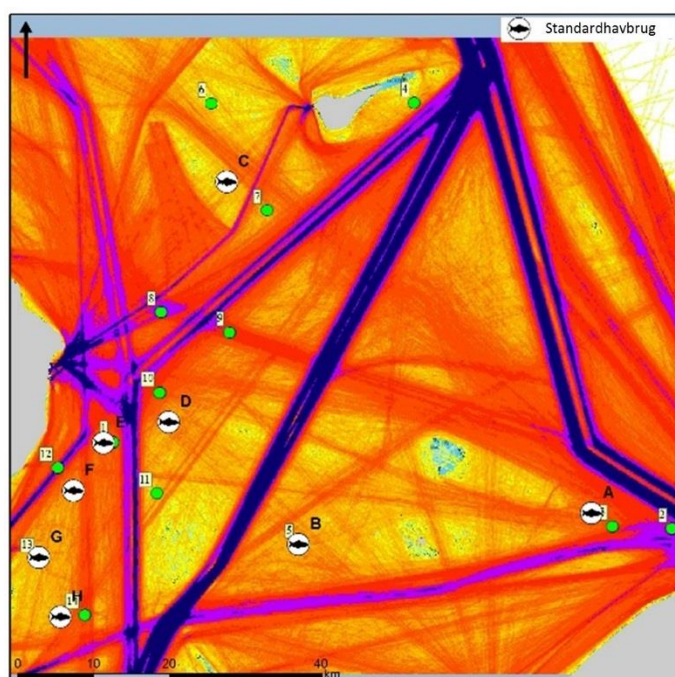
Det endelige egnedetskort er vist i Figur 1-2. Efterfølgende er der i samarbejde med ministeriet og interessenter identificeret otte zoner og standardhavbrugspositioner, hvor miljøeffekter af havbrugsproduktion af regnbueørred undersøges nøjere. En afgørende faktor ved udpegning af havbrugspositioner har været AIS data, der viser intensiteten af skibstrafik (Figur 1-3).

1.4.2 Miljøvirkninger fra standardhavbrug

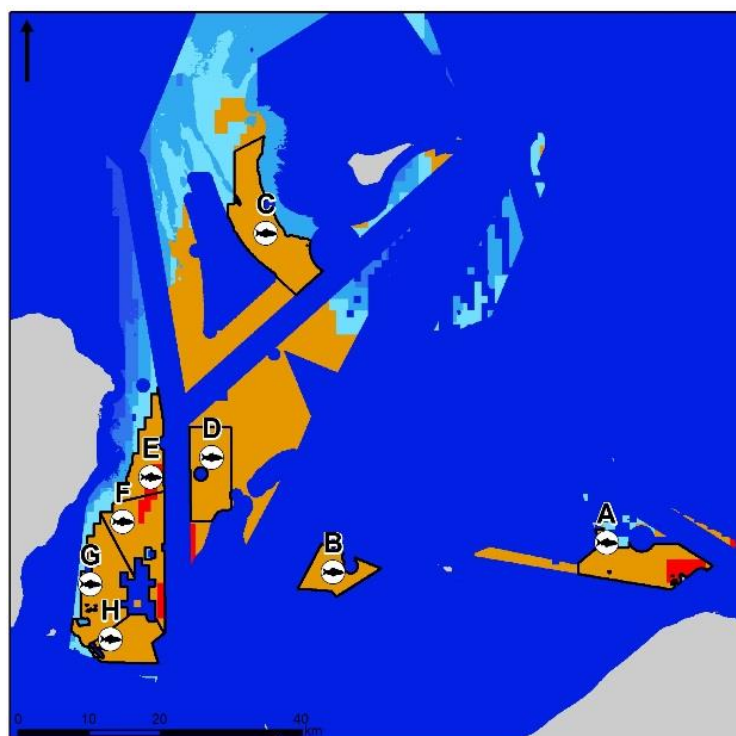
Den detaljerede analyse af miljøeffekter af standardhavbrug lokaliseret på de otte udpegede positioner er baseret på dynamisk, mekanistisk modellering med en model, der er videreudviklet fra IDF-vandplanmodellen (Erichsen et al. 2014) med henblik på at optimere den til simulering af havbrugseffekter i Kattegat. Den anvendte metode for denne del af projektet er nærmere beskrevet i denne rapportes kapitel 2.



Figur 1-2 De bedst egnede områder til produktion af regnbueørred i Kattegat. Det samlede egnethedskort er baseret på egnethedskort for hver indikatorer (Tabel 1-1). Områder med en egnethed på 0,5-0,7 er udpeget, som de bedst egnede og er fremhævet på figuren (orangerøde områder). Ingen områder har en egnethed >0,7.



Figur 1-3 De otte lokaliteter set i forhold til intensitet af skibstrafik i det sydlige Kattegat (kort leveret af Søfartsstyrelsen). Da Søfartsstyrelsens umiddelbare udmelding er, at havbrug placeret i de stærkt trafikerede (lilla og røde) områder ikke vil opnå tilladelse, er havbrugspointerne søgt lagt i mindre befærdede områder.



Figur 1-4 De otte udpegede havbrugszoner og –positioner (første afmærket med sort streg; positioner angivet med fisk; de nøjagtige positioner fremgår af Tabel 1-2).

Tabel 1-2 WGS84-positioner for de otte standardhavbrug A til H.

ID	Længdegrad	Breddegrad
A	12° 4' 15"	56° 13' 17"
B	11° 26' 44"	56° 11' 54"
C	11° 19' 9"	56° 37' 49"
D	11° 10' 40"	56° 20' 54"
E	11° 2' 16"	56° 19' 34"
F	10° 58' 16"	56° 16' 14"
G	10° 53' 36"	56° 11' 33"
H	10° 56' 7"	56° 7' 19"

2 Analyse af standardhavbrug - metode

Miljøeffekterne er undersøgt med dynamisk, mekanistisk modellering med et modelkompleks, der er baseret på det modelkompleks (IDF), som DHI har udviklet for Miljø- og Fødevareministeriet i projektet ”Implementeringen af modeller til brug for vandforvaltningen” (se Erichsen et al. 2014). Modelkomplekset er optimeret og tilpasset til brug i havbrugslokaliseringsprojektet, hvor fokus er på havbrug i Kattegat. Det nye modelkompleks er navngivet HAVBRUG_{KAT}. For at simulere miljøeffekterne fra regnbueørredproduktion er der for hver af de otte havbrugspositioner modelleret scenarier med tab af næringsstoffer / medicin / hjælpestoffer i de mængder, der er defineret for et standardhavbrug (se afsnit 2.3, 2.4 og 2.5).

2.1 Definition af et standardhavbrug

Sammen med ministeriet er et ”standardhavbrug” defineret med udgangspunkt i den forudsætning, at det producerer regnbueørred i en mængde og med et foderforbrug, der svarer til en årlig tab af 100 ton kvælstof (N).

Produktionen af fisk forventes at foregå i 10-12 forankrede, cirkulære/let ovale opdrætsringe af ’Polar’- typen med en omkreds på 122 m og en diameter på 39 m og net af typen Dyneema[®]. Dybden af nettene kan justeres til vanddybden på lokaliteten. Et standardhavbrug optager ca. 0,4 km².

Når havet om foråret når op på en temperatur på 4-5 °C, udsættes 2-årige sættefisk á ca. 600 - 800 g i burene. Dette sker typisk i sidste halvdel af april. Afhængigt af vejret ”høstes” fiskene i november – december, og der er derefter en ”brakperiode” frem til næste udsætning af sættefisk. Produktionssæsonen er derfor fastlagt til april til december.

Ved havbrugsproduktion tabes der uorganisk kvælstof og fosfor til vandet (udskilt fra fiskene) og organisk kulstof, kvælstof og fosfor til havbunden med fiskefækalier og foder, der ikke er blevet spist (foderspild). Tabene af kvælstof, fosfor og organisk kulstof til miljøet (de såkaldte produktionsbidrag) afhænger af evt. foderspild, fiskenes assimilation af føden i tarmen og retention i kroppen.

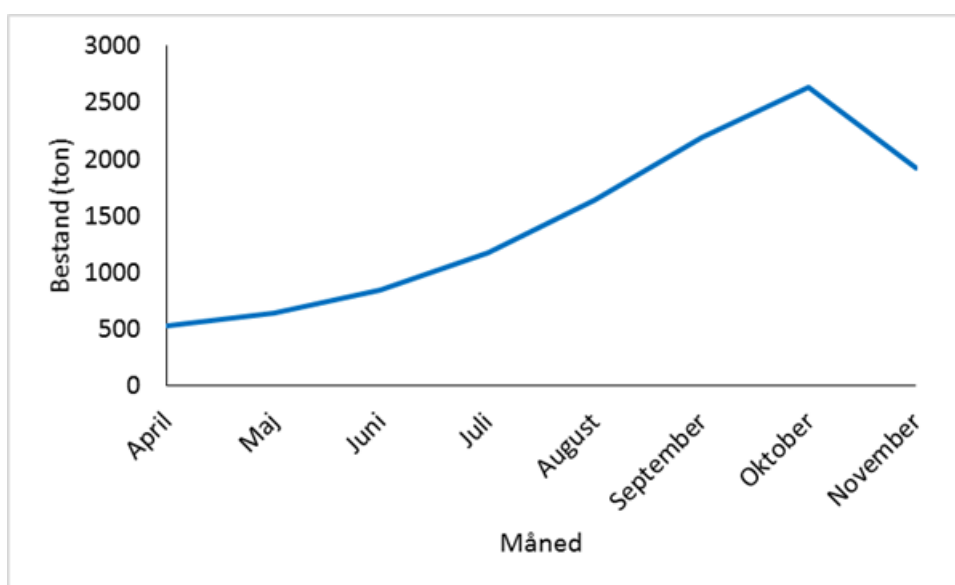
For at omsætte standardproduktionsbidraget på 100 ton kvælstof (N) til et tilsvarende fosforbidrag, er der antaget et foderspild på 1,5 % og en foderkvotient på 1,2, hvilket giver et årligt produktionsbidrag på 12,3 ton fosfor (P).

Tabel 2-1 Fordeling af N-tab, P-tab og tab af organisk kulstof fra det definerede standardhavbrug til det omgivende miljø.

Tab	Kvælstof (ton)	Fosfor (ton)	Kulstof (ton)
Totalt	100 t N	12,3 t P	
Opløst	81,7 t NH ₄ -N	3,3 t PO ₄ -P	CO ₂
Fækalier	17,0 t Org-N	8,4 t OrgP; CaP	145,3 t Org-C
”Detritus”	1,3 t Org-N	0,6 t Org-P	11,9 t Org-C

Næringsstoffabene sker på forskellig måde – i opløst form og bundet partikulært. Den fastlagte fordeling for standardhavbrugenes tab er angivet i Tabel 2-1. Fordelingen er baseret på publicerede værdier fra litteraturen (Caballero et al. 2002, Cheng et al. 2003, Cheng & Hardy 2003, Gaylord et al. 2009, Glencross et al. 2004, Green & Hardy 2002, Reid et al. 2008, Serrano NN, Stone 2003, Weatherup & McCracken 1999) og med udgangspunkt i en sammensætning af ingredienser i foderet svarende til foderproduktet Biomars "EFICO Enviro 393-2".

Det tidlige forløb for produktionstabene er afhængigt af bestandsudviklingen og fodringen over sæsonen. Som en konservativ antagelse er der taget udgangspunkt i den mest intensive produktionsplan (største bidrag pr. tidsenhed). Det betyder, at standardhavbruget udsætter fisk i slutningen af april og har afsluttet 'høsten' 1. december. Figur 2-1 viser den sæsonmæssige vækst i bestanden, som er antaget for standardhavbruget. Faldet i bestanden fra slutningen af oktober repræsenterer "høsten" af fisk, som for en bestand på ca. 800.000 fisk tager ca. 1 måned.



Figur 2-1 Standardhavbrugets stående biomasse fordelt over produktionssæsonen.

Udover næringsstoffer tilfører danske havbrug hjælpestoffer og i begrænsede perioder af produktionssæsonen medicin til det omgivende miljø. Hjælpesoffer anvendes til at reducere begroning på havbrugsnettene, så vækst af alger og muslinger ikke hæmmer tilførslen af friskt vand med ilt til fiskene. Antibegroningsmidler indeholder typisk kobber i form af kobberoxid samt zinkoxid og jernoxid. Jern er miljømæssigt uproblematisk og zinkoxid anvendes i mindre mængder end kobberoxid. Da miljøkvalitetskravene for havvand (VKK og KVKK) for zinkoxid samtidig er højere end for kobberoxid (BEK 1022 2010, BEK 1339 2011), er standardhavbrugets tab af hjælpestoffer eksemplificeret med kobberoxid tilførslen.

Imprægneringen af nettene sker inden opsætning af nettene ved produktionens start og tabet af kobberoxid sker hovedsageligt ved direkte afskalning samt frigivelse af opløst kobber til vandet. Tabet sker primært i perioden fra opsætning af net i april til august (153 dage), hvor nettene erstattes af "gamle" ikke ny-imprægnerede net. Tabene fra disse "gamle" net vurderes at være ubetydelig.

Standardhavbrugets tab af kobberoxid bygger på en række antagelser og skøn. Det er forudsat, at havbruget har 10 stk. 122 m opdrætsringe, og at der anvendes et maksimalt Dyneema-net areal, hvilket svarer til et kobberforbrug til imprægneringen på 900 kg, hvoraf 20 % antages at frigives til det omgivende miljø. Af de 20 % (180 kg) antages 50 % (90 kg) tabt til sedimentet som følge af afskalning, og 50 % (90 kg) frigives til vandfasen. Antagelserne bygger på feltundersøgelser gennemført ved 2 større havbrug i Bælthavet (DHI 2008).

Ved udsætning om foråret skal fiskene være vaccineret mod vibriose, furunkulose og rødmundsyge. Hvis der opstår sygdom i løbet af produktionen, anvendes der medicin, som er godkendt til fiskeopdræt, efter ordination af tilknyttet dyrlæge. De godkendte præparater er Oxolinsyre (CAS nr. 14698-29-4) samt Tribissen, som består af Sulfadiazin (CAS nr. 68-35-9) og Trimethoprim (CAS nr. 738-70-5). Behandling sker over 5 - 10 dage, hvor medicinen er tilsat speciallavet foder. For standardhavbruget er det antaget, at behandlingsdosis følger anbefalingerne for medicinering, som angivet i Lægemiddelstyrelsens datablade for Branzil og Tribissen Forte (Lægemiddelstyrelsen 2008 og 2011).

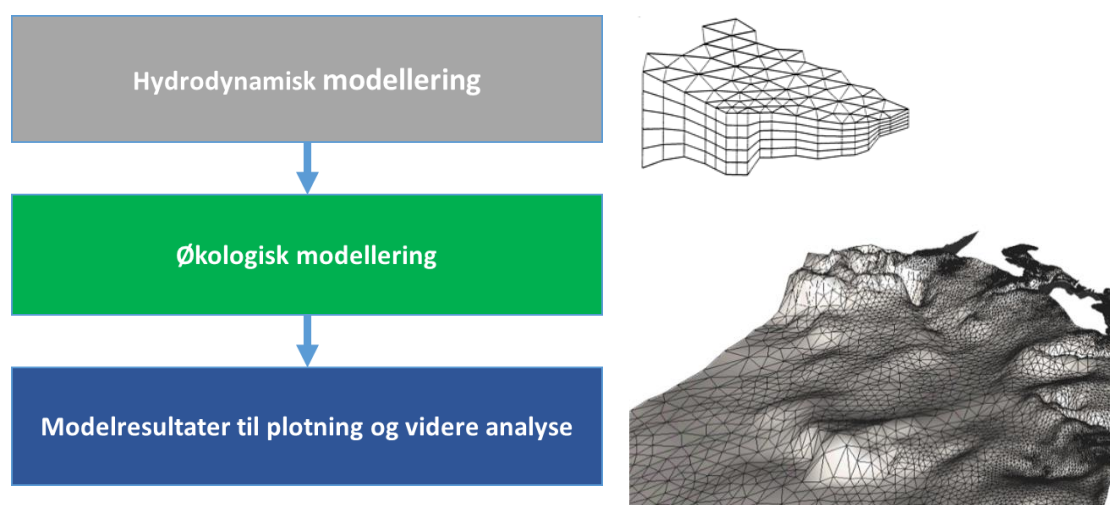
Da optaget og tabet af antibiotika ved medicinering er ukendt, er det konservativt antaget, at 100% af det anvendte antibiotika frigives. Endvidere er det antaget, at hele tabet sker til vandfasen, mens der ikke sker en tilførsel til sedimentet. Den antagne fordeling mellem vandfase og havbunden kunne betyde, at udledningen til vandfasen overestimeres og udledningen til sedimentet under og omkring opdrætsringene underestimeres, men med meget få undtagelser har de årlige undersøgelser af sedimentprøver fra havbunden under eksisterende danske havbrug vist, at der ikke forekommer målbare medicinrester i sedimentet.

Tabel 2-2 Anbefalet dosering og behandlingsperiode for antibiotikamedicinering med oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim i forbindelse med behandling af akutte infektioner (Lægemiddelstyrelsen 2008 og 2011).

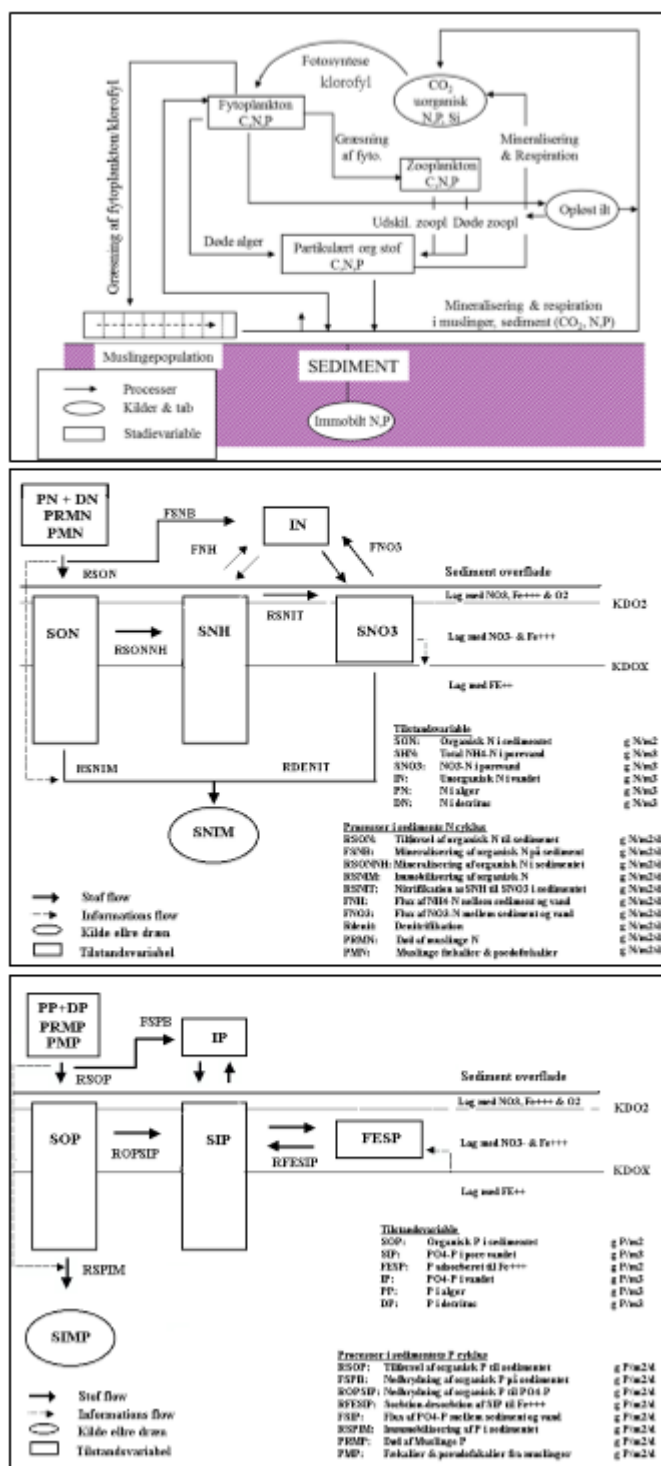
Medicin	Dosering (mg/kg fisk/dag)	Behandlingsperiode (dage)
Oxolinsyre	18,75	10
Sulfadiazin	25	5-10
Trimethoprim	5	5-10

2.2 Modelkompleks og modellering

Modelkomplekset er udviklet med DHI software MIKE3FM og ECO Lab og omfatter en hydrodynamisk model og en økologisk/biogeokemisk model (ECO model), se Figur 2-2.



Figur 2-2 Opbygning af modelkomplekset HAVBRUG_{KAT}. Tv. modelleringssproessen. Th. illustration af modelkompleksets opdeling i FM (flexible mesh) celler; øverst eksempel på opdeling i vandfasen; nederst eksempel på hvordan nettet ser ud på havbunden og havbundtopologien i en model (ikke fra den aktuelle model). I korte tidsskridt (sekunder) beregnes resultatet af de hydrodynamiske og økologiske processer og interaktioner i og mellem cellerne.

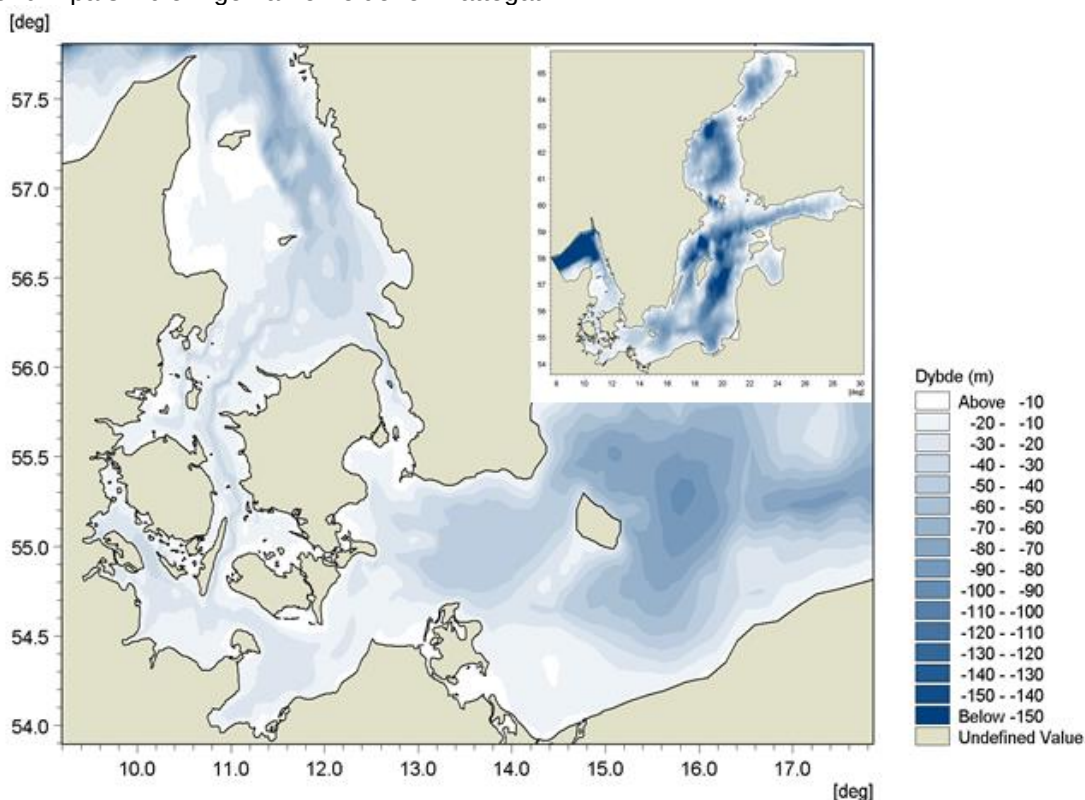


Figur 2-3 Skematisk fremstilling af typiske økologiske komponenter (variable) og processer i en ECO Lab model. Øverst: Vandfasen. Nederst: Sedimentets kvælstof(N)- og fosfor(P)-processer.

Modelkomplekset er fuldt dynamisk, hvilket vil sige at de øjeblikkelige forhold bestemmes gennem den valgte beregningsperiode med en høj tidsopløsning. Den hydrodynamiske model (HD) beskriver de øjeblikkelige hydrodynamiske forhold (strøm, salt, temperatur mv) i 3D gennem modelperioden, mens den økologiske/biogeokemiske ECO Lab model beskriver de økologiske processer og interaktioner og de resulterende puljer (fx næringsstoffer og klorofyl), se Figur 2-3. ECO Lab modellen får sit hydrodynamiske grundlag fra den hydrodynamiske model.

2.2.1 Modeldomænet

Modelkompleksets domæne er Østersøen fra den inderste del, Botniske Bugt, til Skagerrak (se Figur 2-4). Ved den oprindelige udvikling lå fokus på de indre danske farvande, og modellernes opløsning (størrelse af beregningscellerne) og robusthed blev optimeret for dette område. Da fokus i dette projekt er Kattegat, er der i forbindelse med projektet sket en optimering med henblik på simuleringen af forholdene i Kattegat.



Figur 2-4 Modeldomænet med dybdeforhold. Øverste højre hjørne: Det totale domæne for det anvendte modelkompleks. Store figur: Zoom på de indre danske farvande. Farverne angiver dybdeforholdene.

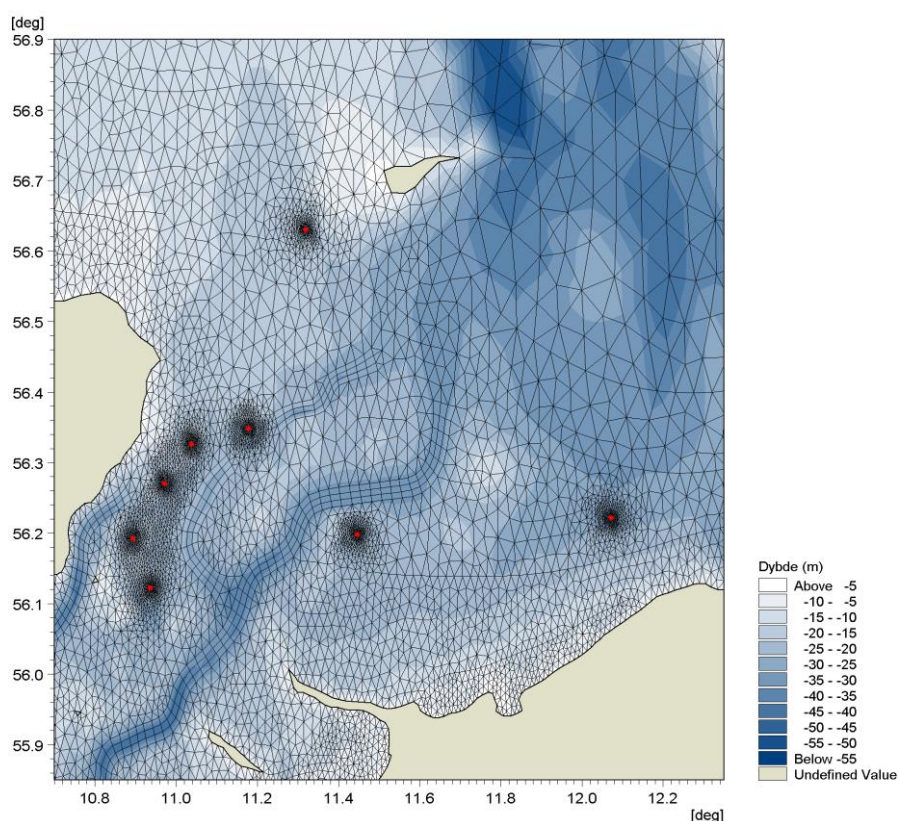
2.2.2 Modelvariable

HAVBRUGKAT har de samme variable (>50) som vandplan IDF-modelkomplekset (se Figur 2-3). Derudover er der tilføjet "havbrugs"-variable til den økologiske model, så det er muligt at implementere produktionsbidragenes størrelse og tidlige samt rumlige fordeling i modellen (se under afsnit 2.3, 2.4 og 2.5).

2.2.3 Modelnettet

HAVBRUG_{KAT} har samme gridnet som vandplan IDF-modelkomplekset, hvilket betyder, at der er højest opløsning i de kystnære (vandplans) områder. Efter identifikation af positionerne for de otte standardhavbrug er dette gridnet forfinet i et ca. 10x10 km område omkring havbrugspositionerne. Til undersøgelse af virkninger af produktionsbetingede tilførsler af næringsstoffer er gridcellerne ved selve havbrugspositionen ned til 200 m (i et område på ca. 1x1 km omkring positionen) med gradvis stigende størrelse ud til ca. 10 km fra positionen (Figur 2-5). Til modellering af virkninger af hjælpestoffer og medicin er der etableret en modelversion med gridceller ned til 50 m ved havbrugspositionen. De to modelversioner benævnes henholdsvis HAVBRUG_{KAT200} og HAVBRUG_{KAT50}.

Vertikalt er opløsningen en meter ned til kote -36 m. Vandlaget lige over bunden er også ca. 1 m tykt. På dybder større end 36 m er de mellemliggende vandlag 10 m dybe.



Figur 2-5 Gridnet og dybdeforhold i det sydlige Kattegat, hvor de otte standardhavbrug er lokaliseret (røde markeringer).

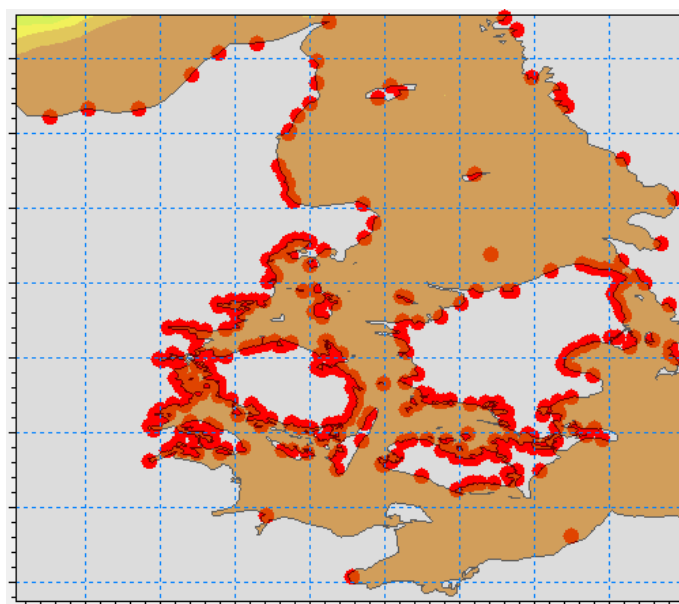
2.2.4 Randbetingelser

Simuleringen af dynamikken i modeldomænet styres af randbetingelserne, som omfatter de meteorologiske forhold (bl.a. vind, temperatur, tryk, nedbør og solindstråling), udvekslingen af vand og stof i Skagerrak med Nordsøen, udledningen vand og stof fra Østersøens oplande (inkl. Bælthavet, Kattegat og Skagerrak) samt den atmosfæriske deposition af næringssalte.

Tabel 2-3 giver en oversigt hvilke randbetingelser der indgår i modelleringen og hvor data stammer fra. Data foreligger med en tidsopløsning fra timeniveau (meteorologi og Skagerrak/Nordsø rand) til månedsværdier (afstrømning).

Tabel 2-3 Randbetingelser for HAVBRUG_{KAT} modelleringen og datakilderne.

Randbetingelse	Datakilde
Meteorologi	Modellerede data købt af StormGeo AS og anvendt som atmosfæriske randbetingelser for HD og ECO Lab modellerne.
Vand- og stofudledning fra dansk land	De danske kilder er identiske med kilderne i IDF vandplan-modellen. Data er leveret af MFVM – NST (nu SVANA) i forbindelse med vandplanprojektet. Data er beregnet af DCE (Windolf et al. 2013). Data omfatter vandføring og næringsstofkoncentrationer. De eksisterende havbrug er medregnet under landbelastningerne. Vandføring er randbetingelse for HD modeller. Næringsstofudledninger er randbetingelse for ECO Lab modellen. Udledningspunkterne omkring Kattegat fremgår af Figur 2-6.
Vand- og stofudledning langs resten af Østersøen (inkl. Bælthavet, Kattegat og Skagerrak)	HELCOM rapport (HELCOM 2011) og SMHI modeldata
Atmosfærisk deposition	Data om atmosfæriske deposition af kvælstof i hele Østersøen er leveret af MFVM – NST (nu SVANA) i forbindelse med vandplanprojektet. Data er beregnet af DCE (Geels et al. 2012, Ellermann et al. 2013).



Figur 2-6 Modeludledningspunkter for vand og næringsstoffer i den del af modeldomænet, der dækker indre danske farvande. I alt er der over 300 udledningspunkter i hele modeldomænet. De fleste ligger i indre danske farvande.

2.3 Modellering af virkninger af eutrofiering

Modelleringen af virkninger af eutrofiering som følge af havbrugsproduktion er sket med opsætningen HAVBRUG_{KAT200}, dvs. med den version af modelkomplekset, som har en gridopløsning på ned til 200 m ved havbrugspositionerne. Beregninger er sket ved kombineret hydrodynamisk og økologisk modellering.

Som basis for at vurdere virkningerne af standardhavbrug er der modelleret et basisscenarie med HAVBRUG_{KAT200}. Basisscenariet er sat op som beskrevet ovenfor. Det betyder, at de eneste kilder til næringsstofftilførsel er de udledninger, der er inkluderet i vandplanmodelleringen (se afsnit 2.2).

For undersøge virkningen af standardhavbrug er der tillige modelleret ét scenarie for hver af de otte udpegede havbrugspositioner. I disse scenarier er produktionsbidraget fra et standardhavbrug implementeret ved at introducere bidragene ved det givne standardhavbrugs position (se Figur 1-4 og Figur 2-7). Derudover er der modelleret et scenarie for ét havbrug, Standardhavbrug G, hvor produktionsbidraget er fordoblet.

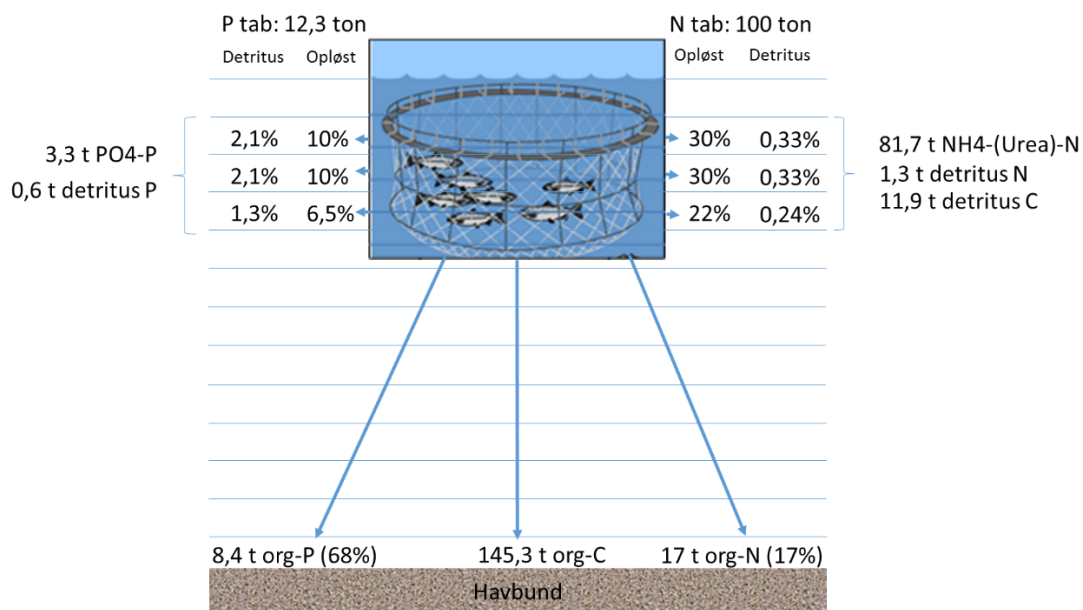
2.3.1 Produktionsbidrag

Fordelelingen af kulstof- og næringsstabile på forskellige kilder fremgår af Tabel 2-1. I forbindelse med modelleringen er tabene fordelt mellem forskellige vandlag. Den anvendte fordeling af de uorganiske og organiske kildebidrag på vandlag fremgår af Figur 2-7. I havbruget sker tabene øverst i vandsøjlen, hvor fiskene befinder sig. Af modeltekniske grunde udledes den andel, der antages at ende på havbunden, direkte til bunden. Dette tab sker i form af partikulært materiale (organisk C, N og P i fækalier og tabt foder) og udgør henholdsvis 17% af det samlede kvælstoftab og 68% af det samlede fosfortab.

De øvrige tab udgør henholdsvis 83% af kvælstoftabet og 22% af fosfortabet og udledes til modellens andet til fjerde vandlag svarende til ca. 2-4 m under vandoverfladen, fordi fiskene hovedsageligt opholder sig i disse dybder. Hovedparten af dette tab skyldes udskillelse fra fiskene og sker i form af opløste, primært uorganiske forbindelser (NH_4 og $\text{PO}_4\text{-P}$). Op til 15% af det udskilte opløste kvælstof sker i form af urea, men da planktonalgernes optag af NH_4 og urea sker med samme effektivitet repræsenteres hele N-udskillelsen ved NH_4 .

En mindre andel stammer fra friske fækalier, der "lækker" organiske opløste og partikulært-bundne N-, P- og C-forbindelser under nedsynkning af fækalierne (Chen et al. 2003). Dette tab er realiseret i modellen ved udledning af "detritus" i andet til fjerde vandlag.

Tabet fra havbrug varierer gennem produktionssæsonen, da det afhænger af fiskenes tilvækst og temperaturen. Til modelleringen er den tidslige variation beregnet på basis af data om foderforbrug som en proxy for biomassetilvæksten (data fra eksisterende havbrug). Den sæsonmæssige variation er vist i Figur 2-8. Udfladningen om sommeren skyldes et lavere foderforbrug pga. nedsat appetit, når vandtemperaturen er over 18 °C.



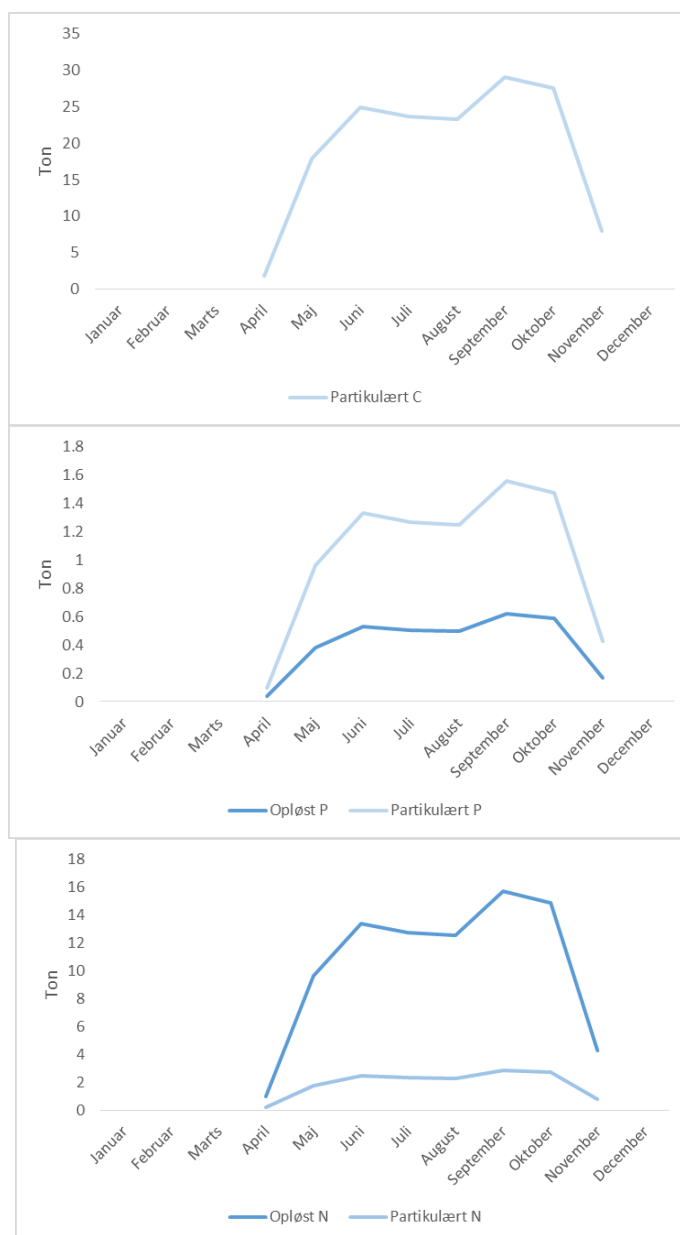
Figur 2-7 Fordeling af N-tab, P-tab og tab af organisk kulstof fra standardhavbrug til det omgivende miljø i den økologiske model.

2.3.2 Modelleringsperioden

Som angivet i kravspecifikationen er virkningen af eutrofiering fra standardhavbrug modelleret for en produktionsperiode og den efterfølgende brakperiode, hvor der ikke er fiskeproduktion, dvs. for i alt 12 måneder gående fra 24. april (start af produktionssæsonen) til 24. april (slutning af efterfølgende brakperiode / start af ny produktionssæson).

Som randbetingelser til at drive modellen i de 12 måneder er der anvendt de aktuelle forhold for året 2004. Året 2004 er valgt på baggrund af en analyse af repræsentativiteten af de forskellige år og de foreliggende målinger til dokumentation af modelresultaternes overensstemmelse med de faktiske forhold. Da virkningen af driften af standardhavbrug analyseres på basis af de ændringer driften medfører set i forhold til basis, er det vigtigt, at basis er robust, så modelleringen giver det bedst mulige grundlag for at analysere ændringerne. Året 2004 har gennemsnitlige vejrforhold, og modelsimuleringen giver resultater, der er i god overensstemmelse med målinger i dette år. Udvælgelsen er nærmere diskuteret i afsnittet om verifikation af modellen (afsnit 2.6).

Da fiskeproduktionen typisk starter i slutningen af april og slutter i december, er tabene fra standardhavbruget fastlagt til at ske i perioden 24. april til 1. december. Det vil sige, at tilførslen af de 100 (otte scenarier) respektivt 200 (et scenarie) ton kvælstof er fordelt på 220 dage med den sæsonmæssige fordeling, der er vist i Figur 2-8.



Figur 2-8 Standardhavbrugets sæsonvariation i produktionsbidraget (C, N og P). Stigningen over produktionssæsonen skyldes vækst i bestanden af fisk, mens fald eller stagnation om sommeren skyldes suboptimale vandtemperaturer med deraf følgende reduceret fodring.

2.3.3 Efterbehandling af modeldata

Modelresultatfilerne for vandfasen er 3D filer, der indeholder resultaterne af modelleringen i tidsskridt på 2 timer. På basis af disse er der produceret 2D data for overfladen (0-5 m) og bundvandet (nederste meter over bunden). Modelresultatfilerne for sedimentet er 2D filer, der indeholder resultaterne af modelleringen i tidsskridt på 12 timer. Data præsenteres som 2D kort og som tidsserier. Ændringerne som følge af drift af standardhavbrug beregnes som differencen mellem havbrugs-scenariet og basisscenariet. De gennemsnitlige ændringer beregnes som gennemsnit på månedsbasis og for produktionssæsonen (april-december).

Transporten af tabt kvælstof til vandplanområderne opgøres på to måder. Dels opgøres bruttotransporten som den akkumulerede mængde kvælstof, der passerer over grænsen til vandområderne. På vej mod vandområderne vil der ske en immobilisering af en del af kvælstoffet. Denne immobilisering kan bero på denitrifikation og "begravelse" i sedimentet og er konservativt sat til 5% per dag. Bruttotransporten modelleres med det såkaldte transportmodul i MIKE modellen, dvs. uden den transport og de biogeokemiske processer (som fx immobiliseringsprocesser), der foregår i vandområderne. Bruttotransporten inkluderer dermed ikke omsætning af det tilførte næringsstof i vandplansområdet og eventuel påvirkning af kvalitetsselementer her.

Et andet mål for tilførsel af tabte næringsstoffer til vandplanområderne er nettotilførslen, der beregnes på basis af massebudgetter fra den koblede hydrodynamiske-biogeokemiske model, der er anvendt til at undersøge ændringer. Pr. 31 december opgøres den akkumulerede nettotilførsel for hvert vandplansområde - beregnet som forskellen mellem næringsstoffmængden, der transporteres ind i et vandplansområde, og mængden, der forlader vandplansområdet. Nettotilførslen til et vandplansområde repræsenterer således den næringsstoffmængde der tilbageholdes, evt. fjernes i vandplansområdet, fx ved indbygning i biomasse, denitrifikation eller begravelse i sedimentet. Dette svarer til metoden anvendt i arbejdet vedrørende anden generations vandplaner (Erichsen et al. 2014). Nettotilførslerne opgøres uden havbrug (basis) og med havbrug. Havbrugsdriftens bidrag til nettotilførslen beregnes som differensen mellem scenarierne med og uden drift af havbrug.

2.4 Modellering af hjælpepestoffer

Modelleringen af udbredelse af hjælpepestoffer fra havbrugsproduktion er sket med HAVBRUG_{KAT50HD}, dvs. med den hydrodynamiske model i den version, som har en gridopløsning på ned til 50 m ved havbrugspositionerne. Det vil sige, at tabene af kobber spredes og fortyndes, men der sker ikke en reduktion af mængden af stof, som følge af omsætning. Dette sammen med de konservative antagelser om tabet til vandmiljøet (se afsnit 2.1) gør, at resultaterne er konservative ("worst case" scenarier).

2.4.1 Modelleringsperiode

Transport og blanding af kobber er modelleret fra start af standardhavbrugsproduktionen (24. april) til slutningen af august. Dette er, som tidligere beskrevet, den periode, hvor der anvendes ny-imprægnerede net.

2.4.2 Tab af kobber fra anvendt antibegroningsmiddel

På grundlag af de konservative antagelser, som er beskrevet i afsnit 2.1, er de daglige udledninger fra et standardhavbrug til vandfasen i perioden april til august beregnet (Tabel 2-4). Udledningen af kobber introduceres i modellens vertikale lag, som beskrevet i Figur 2-7, med en ligelig fordeling mellem anden til fjerde øverste vandlag i modellen.

Tabel 2-4 Standardhavbrugets tab af kobber til vandet; beregnet som det årlige tab og det daglige tab i den periode, hvor tabet sker (fra april-august, hvor der anvendes ny-imprægnerede net).

Stof	Kobber tab	Kobberudledning (april-august))
Mængde	90 kg/år	0,59 kg/dag

2.5 Modellering af medicin

Modelleringen af udbredelse af medicin fra havbrugsproduktion er sket med HAVBRUG_{KAT50HD}, dvs. med den hydrodynamiske model i den version, som har en gridopløsning på ned til 50 m ved havbrugspositionerne. Det vil sige, at tabene af sulfadiazin, trimethoprim og oxolinsyre spredes og fortyndes, men der sker ikke en reduktion af mængden af stof, som følge af omsætning. Dette sammen med de konservative antagelser om tabet til vandmiljøet (se afsnit 2.1) og valg af modelleringsperiode gør, at resultaterne er konservative ("worst case" scenarier).

2.5.1 Modelleringsperiode

For modelleringen af fortyndingen af sulfadiazin, trimethoprim og oxolinsyre er der identificeret en 14 dages *varm* sommerperiode i august (15.-28. august) med *svag* strøm og *stor bestand af fisk*. August måned er erfaringsmæssigt den del af produktionssæsonen, hvor der hyppigst optræder *behov for sygdomsbehandling*. Bestanden af fisk vil være større senere på sæsonen, men en kombination af bedre vandskifte samt langt lavere sandsynlighed for behandlingsbehov som følge af lavere vandtemperaturer gør slutningen af produktionssæsonen mindre kritisk. Den svage strøm betyder, at spredning og fortynding er minimal og dermed, at risikoen for høje koncentrationer af tabt medicin i vandet er størst.

2.5.2 Tab af medicin

Da der ikke findes målinger af fiskenes tab af de tre antibiotika, der anvendes ved medicinering (oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim), er beregningerne af standardhavbrugets tab baseret på en række konservative antagelser og skøn.

Behandlingstiderne i Tabel 2-2 er vejledende og i modelleringen er der anvendt samme behandlingsperiode for alle tre stoffer. Til gengæld er beregningerne gennemført for en situation med 2 behandlinger inden for 14 dage. Denne dobbelte behandling er anvendt for at vurdere effekten af flere behandlinger inden for en kortere periode.

Endvidere er det antaget, at 100 % af det anvendte antibiotika frigives lineært til vandfasen over perioden på 14 dage, samt at fiskebestanden øges fra 1400 tons medio august til 1600 tons ultimo august. I Tabel 2-5 er angivet de maksimale daglige udledninger fra et standardhavbrug i 14 dages perioden med to medicinbehandling og en maksimal fiskebestand på 1600 ton. Udledningerne introduceres i modellens øvre vandlag, som beskrevet i Figur 2-7 med en fordeling på 35% til andet og tredje vandlag og 30% til fjerde vandlag.

Tabel 2-5 Daglige udledninger (kg/dag) af antibiotika i forbindelse med en 2 x 7-dages behandlingsperiode ved et standardhavbrug med en maksimal bestand på 1600 tons fisk.

Antibiotika	Maksimal udledning (kg/d)
Oxolinsyre	30
Sulfadiazin	40
Trimethoprim	8

2.6 Modelkompleksets robusthed

Modeller, der anvendes som værktøj til at underbygge beslutninger med økonomiske og/eller miljømæssige konsekvenser, bør ikke anvendes uden en forudgående modelverificering, fordi modellernes nøjagtighed og pålidelighed i så fald ikke kendes. Verificering af modellens evne til at beregne troværdige resultater gennemføres ved en systematisk sammenligning af synoptiske observationsdata og modeldata. Jo mindre afvigelse mellem målte og modellerede værdier, jo større troværdighed af modelresultater - og jo større andel af synoptiske data, som har små afvigelser, jo større er sandsynligheden for, at modelresultater er pålidelige.

Modellens evne til at beskrive observerede data er undersøgt *kvalitativt* ved visuelt at sammenligne tidslige variationer i målte og modellerede værdier samt *kvantitativt* ved fire forskellige numeriske indeks. Sammenligning af tidslige variationer viser om modellen reagerer på de overordnede sæsonvariationer i temperatur, indstråling og vindforhold, mens de numeriske indeks belyser forskellige egenskaber ved modellen og dens evne til at beskrive de faktiske forhold (dvs. målte koncentrationer).

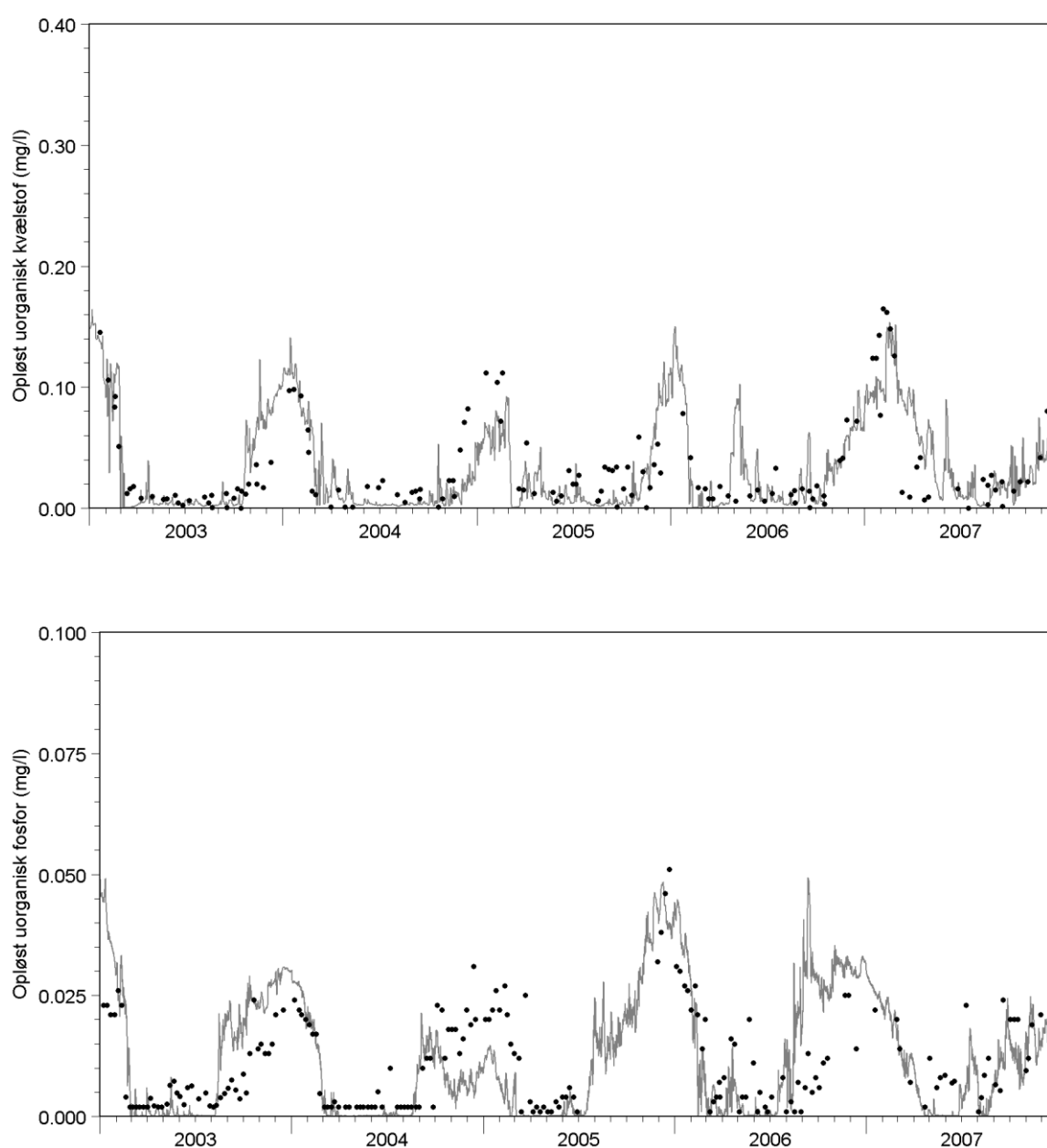
I det følgende præsenteres verifikationen af den anvendte model baseret på data fra VSJ20925 (Gniben NNV for Sjællands Odde) dækkende den 5-årige periode 2003-2007. Gniben stationen er den overvågningsstation i det sydlige Kattegat, som bedst repræsenterer havbrugszonerne og hvor der samtidig er sket en hyppig indsamling af data gennem en længere årrække. Ved sammenligninger mellem modellering og målinger skal man være opmærksom på, at der er tale om forskellige rumlige skalaer, idet en model gengiver gennemsnitsforholdene i modelcellerne, som repræsenterer en betydelig større vandmasse end den målingerne foregår i. En fuldstændig modelverifikation baseret på elleve overvågningsstationer er vist i DHI (2017b).

2.6.1 Kvalitativ visuel verifikation

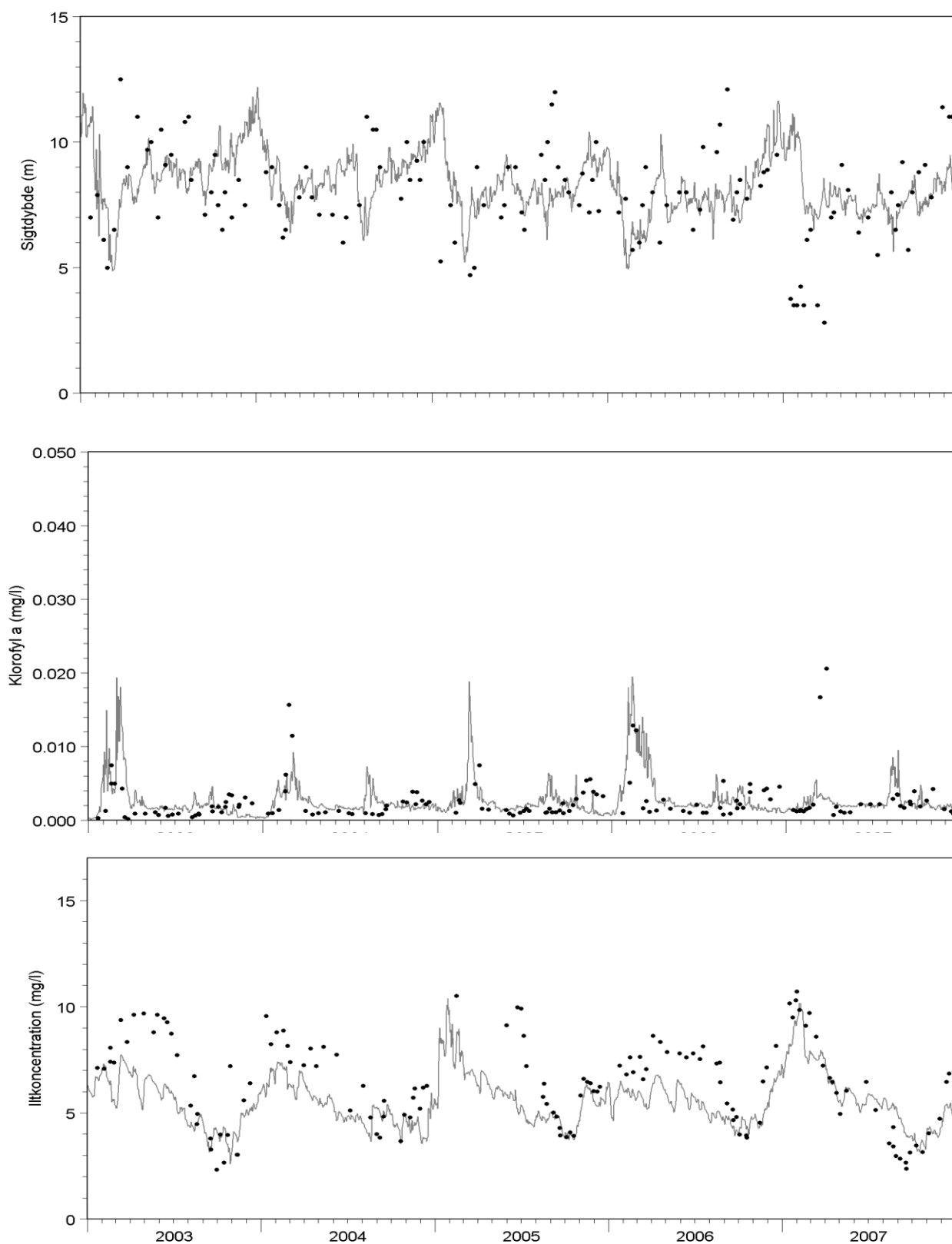
Visuel sammenligning af modelleringsresultater med målte data for Gniben stationen (VSJ20925) demonstrerer modelkompleksets evne til at beskrive den målte sæsonvariationen i de parametre, der anvendes til at vurdere ændringer som følge af havbrugsdrift på positioner i det sydlige Kattegat (Figur 2-9 og Figur 2-10).

For de opløste uorganiske næringsstoffer i overfladevandet (DIN og DIP), som anvendes som indikatorer for ændringer som følge af havbrugsdrift i Kattegat, er modellen i stand til at beskrive sæsonvariationerne, og der observeres specielt god overensstemmelse mellem modellering og måling i året 2004 (Figur 2-9). Sigtdybden har samme niveau i modellering og målinger, men bortset fra reduktionen under forårsblomsten er der mindre god overensstemmelse resten af året (Figur 2-10 øverst). Samme mønster ses på andre verificeringsstationer. En del af forklaringen kan være, at modellen ikke indeholder en specifik formulering af resuspension af naturligt sediment og dets bidrag til lyssvækkelsen, men usikkerhed på målingerne kan også spille ind. I starten af 2007 måles der sigtdybde ned på 3 m, mens modellen ikke viser samme

lave reduceret sigtddybde. Afvigelsen i målingen ift. det generelle mønster tyder på, at der kan være en fejl i databasen, men det kan også hænge sammen med, at modellen ikke "fanger" forårsopblomstringen det år. Med hensyn til klorofyl har både model og målinger samme lave niveauer i sommermånederne. På nogle verificeringsstationer som VSJ20925 (Figur 2-10 midt) har modellen et generelt højere sommerniveau end målinger, men overensstemmelsen varierer mellem stationer og mellem år. Sidst på året viser målingerne ofte en stigning i klorofylniveauet som ikke ses i modelresultaterne. For ilt estimerer modellen i eftersommeren og det tidlige efterår, hvor iltkoncentrationer kan være kritiske, generelt de korrekte, lave niveauer i bundvandet (ses for VSJ20925 i Figur 2-10 nederst). Om vinteren og foråret undervurderer modellen derimod ved bundvandets iltindhold ved station VSJ20925 samt ved verificeringsstationen i Storebælt (FYN6700053) og ved Anholt (Anholt E) (se DHI 2017b). En medvirkende årsag kan være den modellerede bundtemperatur, der relativt set i flere år (2004-2006) er for høj om foråret (ca. 2 °C over målinger).



Figur 2-9 Målte (•) og modellerede (linje) koncentrationer af uorganisk kvælstof (øverst) og uorganisk fosfor (nederst) i overfladen ved station VSJ20925 i perioden 2003-2007.



Figur 2-10 Målt (♦) og modelleret (linje) koncentration af sigt dybde (øverst), koncentration af klorofyl (midt) og opløst ilt i bundvandet (nederst) ved station VSJ20925 i perioden 2003-2007.

2.6.2 Kvantitativ verificering på basis af numeriske indeks

De fire kvantitative indeks omfatter:

- Regressionskoefficienten R^2 beskriver andelen af variationen i observerede data som kan beskrives i modellen. R^2 kan antage værdier mellem 0 og 1, hvor høje værdier indikerer god overensstemmelse mellem observationer og model. R^2 er dog meget følsom overfor ekstreme (høje) værdier, men er ufølsom overfor systematisk afvigelser mellem observationer og modelresultater ("bias").
- Procent model-bias (P_{bias}) beskrevet ved summen af model-afvigelser (fra målinger) normaliseret til summen af observationer:

$$P_{bias} = \frac{\sum_1^N (O_i - P_i)}{\sum_1^N O_i} * 100$$

udtrykker om modellen systematisk over- eller underestimerer observationer, jo tættere på "0" jo bedre er modellen.

- Cost Function (CF) kvantificerer graden af overensstemmelse mellem to datasæt:

$$CF = \frac{1}{N} \sum_1^N \frac{|O_i - P_i|}{SD_O}$$

hvor SD_O er standardafvigelsen i observerede data. Jo lavere værdi af CF, jo bedre er modellen.

- Forholdet "RSR" mellem RMSE ("root mean square error") og standardafvigelsen af observationer (SD_O) normaliserer RMSE og gør det nemmere at vurdere i hvilken udtrækning modellen er i overensstemmelse med observationer, når der indgår flere variable i test af en model.

$$RSR = \frac{\sqrt{\sum_1^N (O_i - P_i)^2}}{SD_O}$$

RSR-værdier varierer mellem 0 (perfekt overensstemmelse mellem målinger og model) og høje positive værdier. Værdier lavere end 0,7-0,8 indikerer en tilstrækkelig model og værdier under 0,4 indikerer en "god" model. I lighed med R^2 er RSR meget følsom overfor ekstreme værdier og 1-2 ugers forskudt timing af forårsopblomstring kan give en lav score i en ellers "god" model.

Tabel 2-6 Fortolker af indeksværdier for modellens evne til at beskrive målinger (baseret på Allen et al. 2007, Maréchal 2004, Moriasi et al. 2007).

	P-bias (%)	Kostfunktion	R^2	RSR
Excellent	< 10	< 1	>0,4	< 0,50
God	10-20	1-2	0,2-0,4	0,5-0,6
Tilstrækkelig	20-40	2-3	0,1-0,2	0,6-0,7
Utilstrækkelig	> 40	> 3	< 0,1	> 0,7

I Tabel 2-6 vises en oversigt over fortolkningen af de beregnede indekssværdier. Tabel 2-7 giver indekssværdierne for station VSJ20925 for variablene uorganisk kvælstof (DIN), uorganisk fosfor (PO₄-P / DIP) og klorofyl i overfladen, sigtddybde samt iltkoncentration i bundvandet. Efterfølgende opsummeres den samlede vurdering for hver variablen på basis af de fire indeks.

Tabel 2-7 Indekssværdier for de fire indeks, der er anvendt til vurdering af modellens evne til at beskrive overvågningsdata fra station VSJ20925. Baseret på 5 års data. Resultater for individuelle år og øvrige stationer anvendt i verificering findes i DHI (2017b).

Variabel	P-bias (%)	Kostfunktion	R ²	RSR	N
DIN (overflade)	-0,5	0,5	0,56	0,71	150
PO ₄ -P (overflade)	33,2	0,9	0,38	1,27	154
Klorofyl (overflade)	14,8	0,7	0,10	1,12	152
Ilt (bundvand)	-15,3	0,6	0,57	0,81	138
Sigtddybde	-3,3	0,8	0,01	1,19	130

Vurderet enkeltvis viser indeksene for hver af de fem vandkvalitetsvariable for station VSJ20925 at:

- Modellerede koncentrationer af opløst uorganisk kvælstof (DIN) i overfladen i middel over perioden 2003-2007
 - simuleres med ubetydelig lille middelfvigelse fra målinger (%-afvigelse mindre end 1%)
 - viser excellent overensstemmelse mellem model og data iflg. kostfunktion indeks
 - har excellent høj korrelationskoefficient (modellen afspejler både sæson- og korttidsvariationer)
 - simuleres med tilstrækkelig præcision i henhold til værdien af den standardiserede "root mean square error" RSR
- Modellerede koncentrationer af opløst uorganisk fosfor (DIP / PO₄-P) i middel over perioden 2003-2007
 - overestimeres med 33% pga. for høje modelvinterkoncentrationer
 - viser excellent-til-god overensstemmelse mellem model og data iflg. kostfunktion indeks
 - har en korrelationskoefficient der kvalificerer P-simulering i "god" kategorien
 - er utilstrækkelig baseret på den standardiserede "root mean square error" RSR
- Modellerede koncentrationer af klorofyl i middel over perioden 2003-2007
 - overestimeres med 15%
 - viser excellent-til-god overensstemmelse mellem model og data iflg. kostfunktion indeks
 - har lav korrelationskoefficient der kvalificerer klorofyl-simulering på grænsen mellem tilstrækkelig og ringe
 - er utilstrækkelig baseret på den standardiserede "root mean square error" RSR
- Modellerede iltkoncentrationer i bundvandet i middel over perioden 2003-2007
 - underestimeres med 15 % (pga. for lave værdier om vinter og forår)

- viser excellent-til-god overensstemmelse mellem model og data iflg. kostfunktion indeks
- har excellent høj korrelationskoefficient (modellen afspejler både sæson- og korttidsvariationer)
- ligger på grænsen mellem tilstrækkelig og utilstrækkelig i henhold til værdien af den standardiserede "root mean square error" RSR
- Modellerede sigtddybder i middel over perioden 2003-2007
 - simuleres med ubetydelig lille middelfvigelse fra målinger (%-afvigelse ca. 3%)
 - viser excellent-til-god overensstemmelse mellem model og data iflg. kostfunktion indeks
 - har meget lav korrelationskoefficient (kan være styret af enkelte ekstremværdier)
 - er utilstrækkelig baseret på den standardiserede "root mean square error" RSR

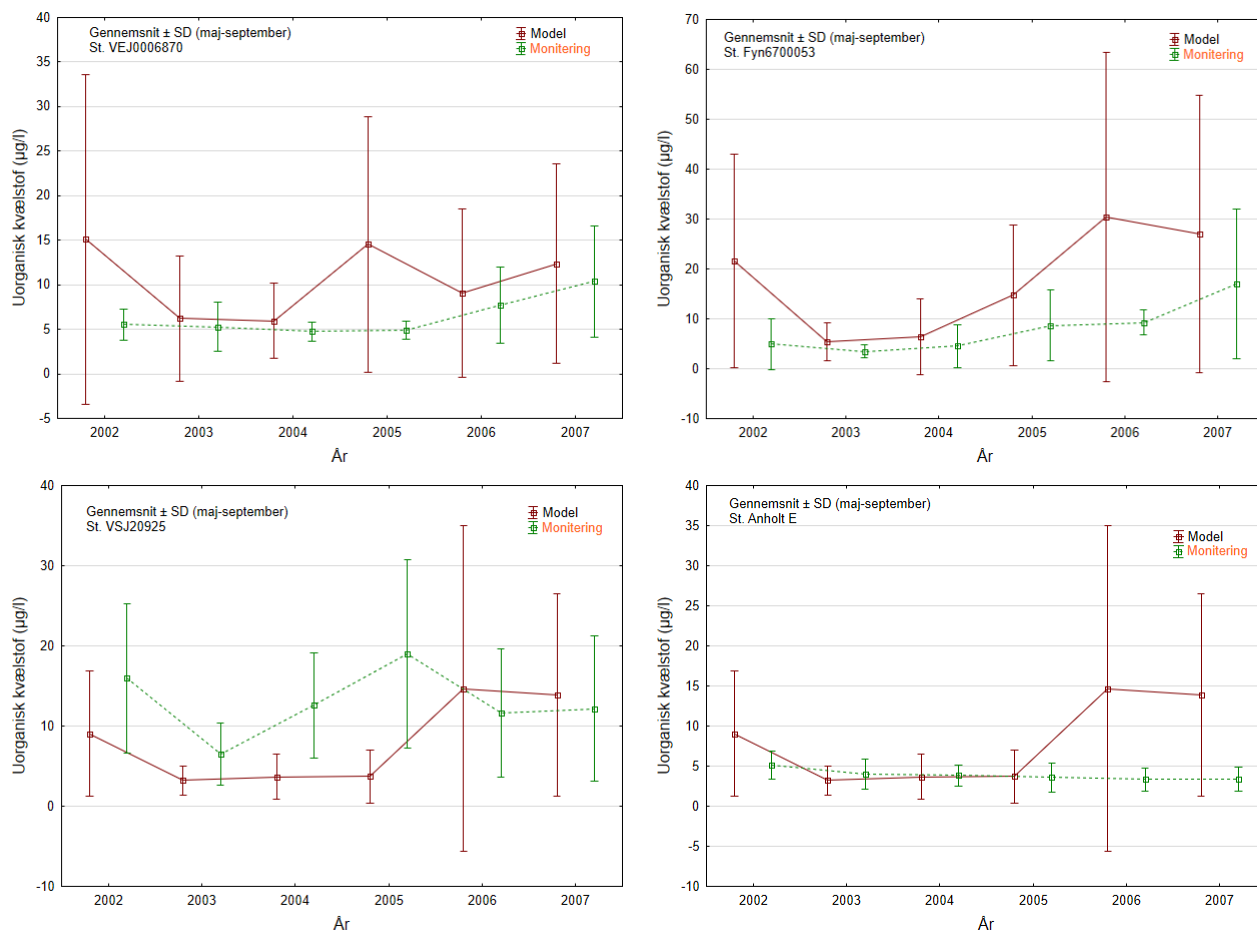
Det skal understreges at overensstemmelser mellem målinger og model varierer mellem årene inden for verificeringsperioden 2003-2007. I afsnittet om "Valg af simuleringsår" nedenfor fremgår direkte, at overensstemmelsen mellem målinger og model er markant bedre det valgte år end de øvrige år i perioden og også bedre end gennemsnittet for perioden vist i DHI (2017b).

De lave indekxsværdier for fosforkoncentrationer i overfladevand hænger sammen med modellens overestimeringer af vinterkoncentrationerne (se Figur 2-9). Dette er ikke mindst tydeligt for vinterkoncentrationer af fosfat i 2003, 2005 og 2006. Ved vurderinger af virkninger af havbrugsdrift er den kritiske periode imidlertid sommeren, fordi næringsstofkoncentrationerne i overfladen er lave og planktonalgernes primærproduktion dermed potentielt er begrænset, så et "tilskud" af uorganiske næringsstoffer – og specielt kvælstof – kan øge primærproduktionen. Samtidig er det også perioden med den største udledning af næringsstoffer fra havbrug (juli-september). I sommerperioden (maj-september) er der, som det fremgår af Figur 2-11 og Figur 2-12, ingen væsentlig forskel mellem målinger og model. Modelforudsætninger for retvisende effekter af havbrugsdrift på vandkvaliteten er således opfyldt.

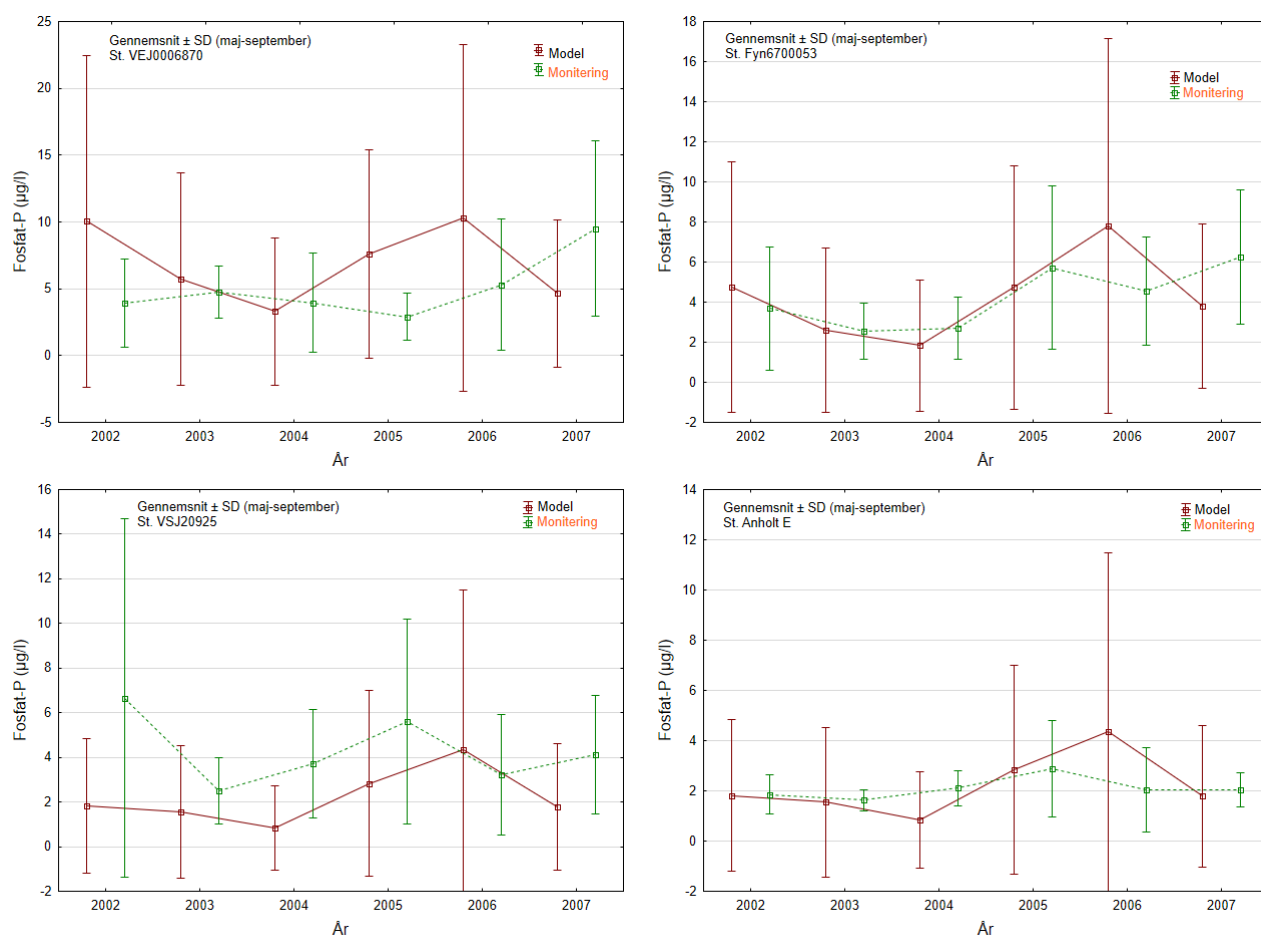
2.6.3 Valg af simuleringsår

Inden for den femårige verificeringsperiode (2003-2007) er der valgt et simuleringsår, hvor modelresultater har de mindste afvigelser fra målinger. Ved at anvende dette års randbetingelser (meteorologi, afstrømning, etc.) til basis og scenariemodelleringen opnås den bedst mulige basis for vurdering af ændringer ved havbrugsdrift.

På baggrund af indekxsværdierne for overfladekoncentrationer af uorganisk kvælstof, fosfor og klorofyl samt sigtddybde og iltindhold i bundvandet for de otte verificeringsstationer, der har høj overvågningsfrekvens, blev der beregnet årlige gennemsnit ($\pm$ standardafvigelsen). Derefter er årene rangordnet for hver vandkvalitetsvariabel og verificeringsindeks, således at den bedste overensstemmelse mellem målinger og modelresultater får karakteren 1 og den dårligste overensstemmelse karakteren 5. Tabel 2-8 viser resultatet af rangordningen. Året med laveste sumværdi for de fem vandkvalitetsvariable anses som det mest optimale simuleringsår og da alle fire indeks peger på 2004 som året med den bedste overensstemmelse mellem målinger og modelresultater, er randbetingelser fra dette år brugt til modelleringen af ændringer i miljøet som følge af havbrugsdrift i Kattegat.



Figur 2-11 Sommerkoncentration (maj-september) af uorganisk kvælstof i overfladen ved station VEJ0006870 (nordlige Lillebælt), FYN6700053 (nordlige Storebælt øst for Romsø), ved VSJ20925 (Gniben, sydlige Kattegat – Sjællands Odde) og ved Anholt Øst (sydøstlige Kattegat) i perioden 2003-2007. Gennemsnit ($\pm$ standardafvigelsen SD) baseret på alle overvågningsdata og ét dagligt udtræk fra modellen i perioden.



Figur 2-12 Sommerkoncentration (maj-september) af uorganisk fosfor i overfladen ved station VEJ0006870 (nordlige Lillebælt), FYN6700053 (nordlige Storebælt øst for Romsø), ved VSJ20925 (Gniben, sydlige Kattegat – Sjællands Odde) og ved Anholt Øst (syddøstlige Kattegat) i perioden 2003-2007. Gennemsnit ($\pm$ standardafvigelsen SD) baseret på alle overvågningsdata og ét dagligt udtræk fra modellen i perioden.

Tabel 2-8 Rangordning af simuleringsår (1 – bedst, 5 - dårligst) for 5 vandkvalitetsvariable beskrevet ved fire verificeringsindeks (Procent-afvigelse, Kostfunktion, Regressionskoefficient, RSR = forholdet mellem "root-mean-square-error" og standardafvigelsen; alle gennemsnit af 8 verifikationsstationer). Laveste sum-score identificerer året med den laveste afvigelse mellem modelresultater og målinger.

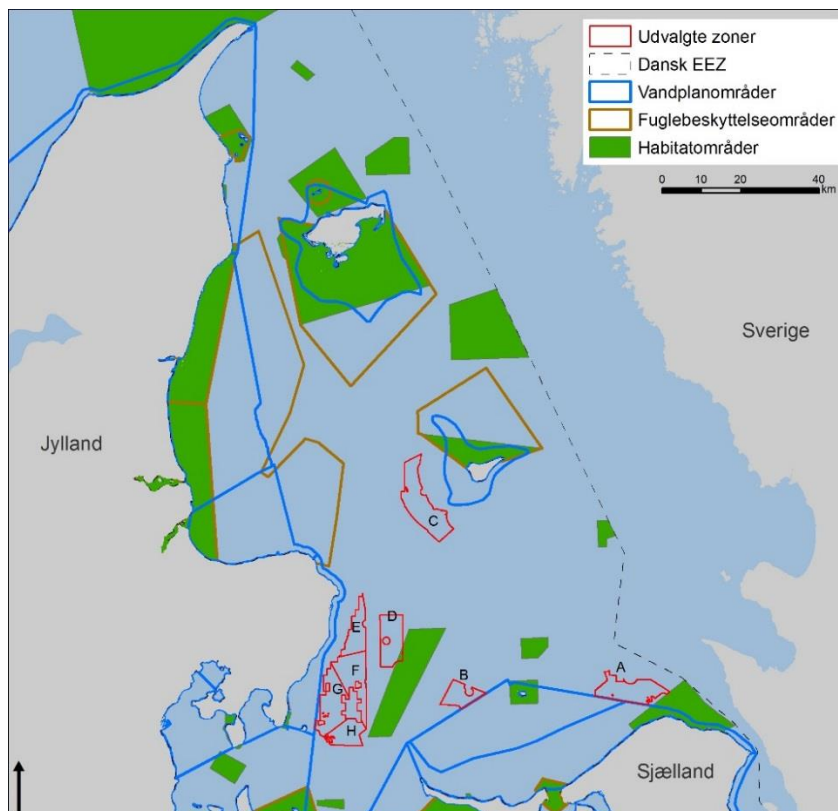
	DIN	PO4	Klorofyl	Sigtdybde	Ilt	Sum score
%-afvigelse						
2003	3	4	5	2	2	16
2004	2	1	2	3	3	11
2005	1	3	1	4	4	13
2006	5	5	4	1	5	20
2007	4	2	3	5	1	15
Kostfunktion						
2003	1	3	5	2	2	13
2004	2	2	1	1	3	9
2005	4	4	4	4	3	19
2006	5	5	3	3	5	21
2007	3	1	2	5	1	12
Regressionskoefficient						
2003	2	3	3	2	5	15
2004	1	2	2	1	4	10
2005	5	4	4	4	3	20
2006	4	5	1	5	2	17
2007	3	1	5	3	1	13
RSR						
2003	2	3	5	3	2	15
2004	1	2	1	1	4	9
2005	4	4	4	4	3	19
2006	5	5	2	2	5	19
2007	3	1	3	5	1	13

Standardhavbrug G i havbrugszone G

3 Standardhavbrug G i havbrugszone G

3.1 Afgrænsning

Havbrugszone G ligger syd for Grenå havn og positionen for standardhavbruget i zonen (Standardhavbrug G) er lokaliseret ved den vestlige grænse af zonen (se Figur 3-1).



Figur 3-1 Lokalisering af Havbrugszone G og Standardhavbrug G i det sydlige Kattegat. Kortet viser desuden Kattegats vandplanområder og Natura 2000 områder.

Vest for Havbrugszone G ligger vandplanområdet 140 "Djursland Øst". Vandplanområdets økologiske tilstand er karakteriseret som "moderat" på grund af moderat tilstand af klorofyl. Tilstanden er "ukendt" for bundfauna og ålegræs.

Mod øst ligger habitatområdet H204 "Schultz og Hastens Grund samt Briseis Flak" og vest for zonen findes H231 "Kobberhage kystarealer". Udpegningsgrundlaget for begge områder er sandbanker (1110) og rev (1170; stenrev og biogene rev).

Det nærmeste fuglebeskyttelsesområde ligger syd for zonen og er SPA31 "Stavns Fjord" på Samsø. De beskyttede fugle i dette område er bramgås (*Branta leucopsis*), sangsvane (*Cygnus cygnus*), knopsvane (*Cygnus olor*), fløjlsand (*Melanitta fusca*), sortand (*Melanitta nigra*), toppet skallesluger (*Mergus serrator*), skarv (*Phalacrocorax carbo*), ederfugl (*Somateria mollissima*), dværgterne (*Sterna albifrons*), havterne (*Sterna paradisaea*), og splitterterne (*Sterna sandvicensis*).

Ved standardhavbruget i Havbrugszone G er vanddybden her ca. 19 m (variationen inden for zonen er 15-25 m). Den korteste afstand fra havbrugspositionen til et vandplanområde er ca. 2 km (vandplanområde 140 "Djursland Øst"). Til habitatområderne H204 og H231 er afstanden henholdsvis ca. 13 km og ca. 9 km. Det nærmeste fuglebeskyttelsesområde (SPA31) ligger ca. 22 km syd for positionen.

Tabel 3-1 Karakteristik af Havbrugszone G. De angivne intervaller for overfladestrøm, saltholdighed, temperatur og forskydningsspænding (udtryk for strøm/bølgekræfter der påvirker havbunden) er variationen i middelværdier for de gridceller, der ligger i Havbrugszone G. Gns = gennemsnit pr. gridcelle.

Areal	82,4 km ²
Længde	6,8 km (nord - syd)
Bredde	6,5 km (vest - øst)
Vanddybde	15 – 25 m
Overfladestrøm	0,14 – 0,23 m/s (gns. for produktionsperioden)
Saltholdighed i overfladen	17,9 – 20,3 psu (gns. for produktionsperioden)
Temperatur i overfladen	12,7 – 13,0 °C (gns. for produktionsperioden)
Forskydningsspænding	0,021 – 0,039 newton/m ² (gns. for dec-feb.)
Nærliggende vandplanområde	Nr. 140 "Djursland Øst"
Nærliggende Natura 2000 områder	Nr. 231 "Kobberhage kystarealer" Nr. 204 "Schultz og Hastens Grund samt Briseis Flak"

Tabel 3-2 Karakteristik af Standardhavbrug G.

Position	Længdegrad: 10° 53' 36" Breddegrad: 56° 11' 33"
Vanddybde	Ca. 18,5 m
Afstand til havn	23,8 km (Grenå Havn)
Korteste afstand til vandplanområde	1,9 km (140 "Djursland øst")
Korteste afstand til Natura 2000 område – habitatområde	8,9 km (SAC231 "Kobberhage kystarealer")
Korteste afstand til Natura 2000 område – fuglebeskyttelsesområde	22,0 km (SPA31 "Stavns Fjord")

4 Miljøet under basisforhold

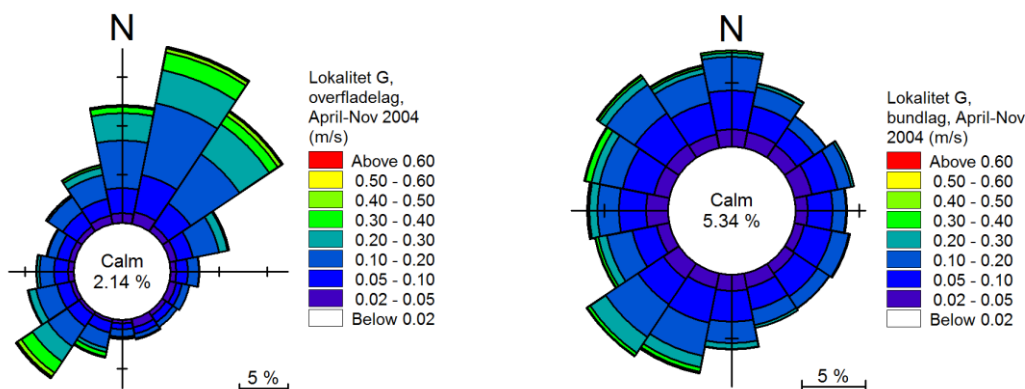
De følgende afsnit giver en oversigt over de generelle miljøforhold i Havbrugszone G og Standardhavbrug G. Forholdene er eksemplificeret med data fra basismodelleringen, da denne er basis for vurderingen af de ændringer i vand- og sedimentkvalitet som drift af Standardhavbrug G kan medføre.

Basismodelleringen er baseret på de aktuelle randbetingelser i 2004 (vejrforhold, forhold i tilstødende vandområder, udledning af vand og stof fra land, etc.) og beskriver dermed miljøforholdene i dette år. Året er som tidligere beskrevet valgt, fordi modelleringen af forholdene i Kattegat viser god overensstemmelse med overvågningsdata.

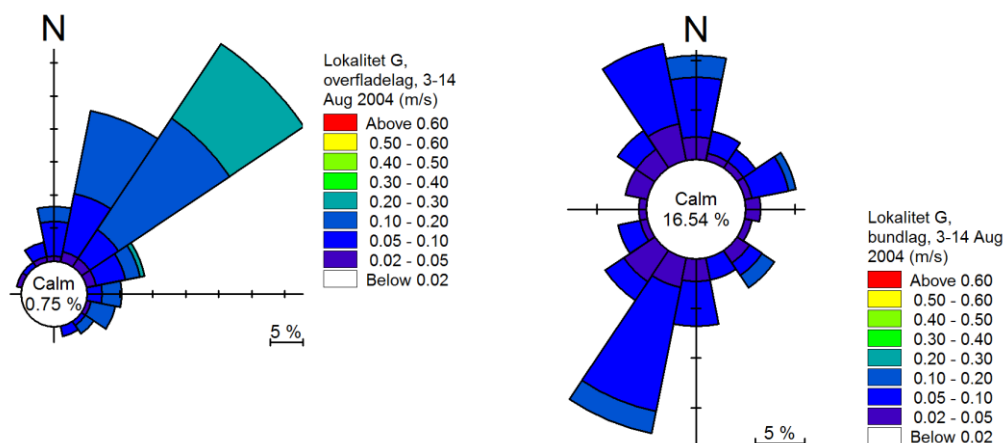
Året 2004 giver udover basis for vurderingen af ændringer som følge af havbrugsdrift også en beskrivelse af de nuværende miljøforhold i Kattegat. Af NOVANA rapport om marine områder 2014 (Hansen et al. 2015) fremgår det, at der ikke er sket en generel udvikling i kvalitetselementerne (næringsstoffer, klorofyl, ilt, etc.) i de åbne indre danske farvande siden året 2004. År til år variationerne i den efterfølgende periode er styret af variationerne i vejrforhold, der er bestemmende for fx vinterafstrømningen fra land og strømningerne af vandet i overfladen og ved bunden i indre danske farvande.

4.1 Hydrodynamiske forhold

De hydrografiske forhold i området omkring Standardhavbrug G er overordnet bestemt af tidligt varierende tilførsler af vand med oprindelse i henholdsvis Østersøen og Skagerrak, samt af de lokale meteorologiske forhold, der påvirker den vertikale blanding af det salte bundvand fra Skagerrak med brakvandet fra Østersøen. Ligesom i andre dybe områder i Kattegat og Bælthavet domineres vandskiftet således af en tolagsstrømning med en hovedsageligt nordgående (N-NØ) overfladestrøm (knap 50% af tiden fra april til november) (Figur 4-1). Strømretningen er i bundlaget mere ligeligt fordelt, men går overvejende i vestlige retninger (fra S til N). Strømhastigheden kan være forholdsvis stærk i overfladen (mere end 40 cm/s), men er overvejende mindre end 30 cm/s. I bundlaget er strømhastigheden det meste af tiden mindre end 20 cm/s. Også ved fremherskende østenvind er strømretningen i overfladen overvejende nordøstgående (Figur 4-2).



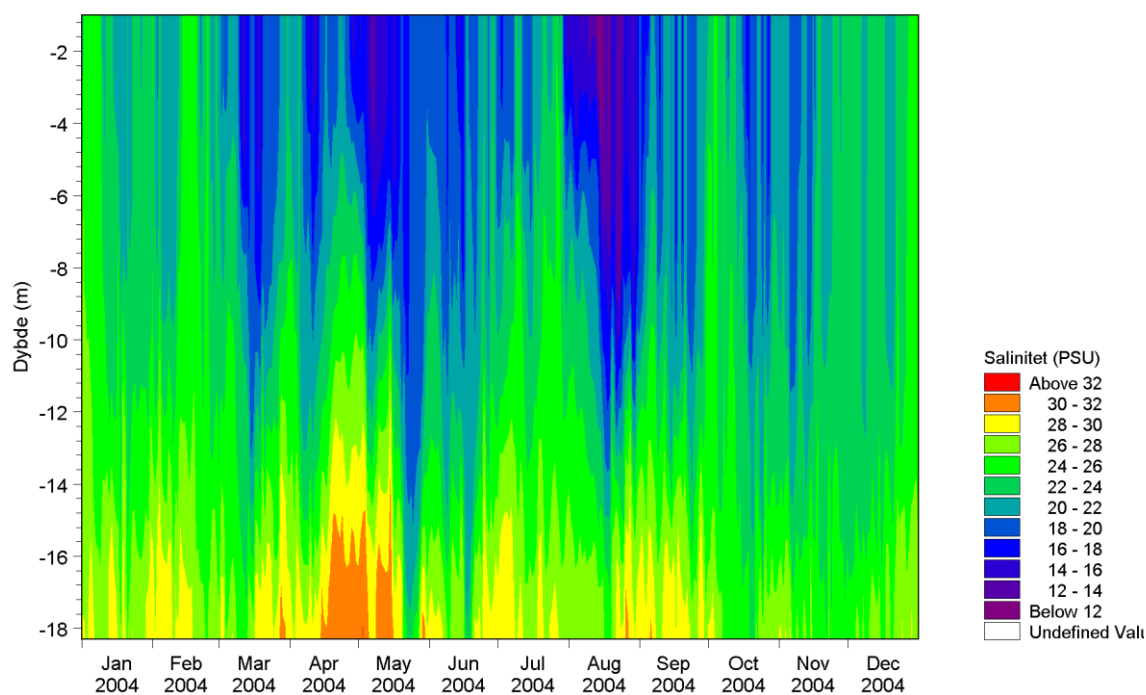
Figur 4-1 Strømroser repræsenterende retning og hastigheder i overfladelaget (tv) og i bundlaget (2 m over bunden) ved Standardhavbrug G i produktionsperioden. Baseret på MIKE3FM hydrodynamisk modellering.



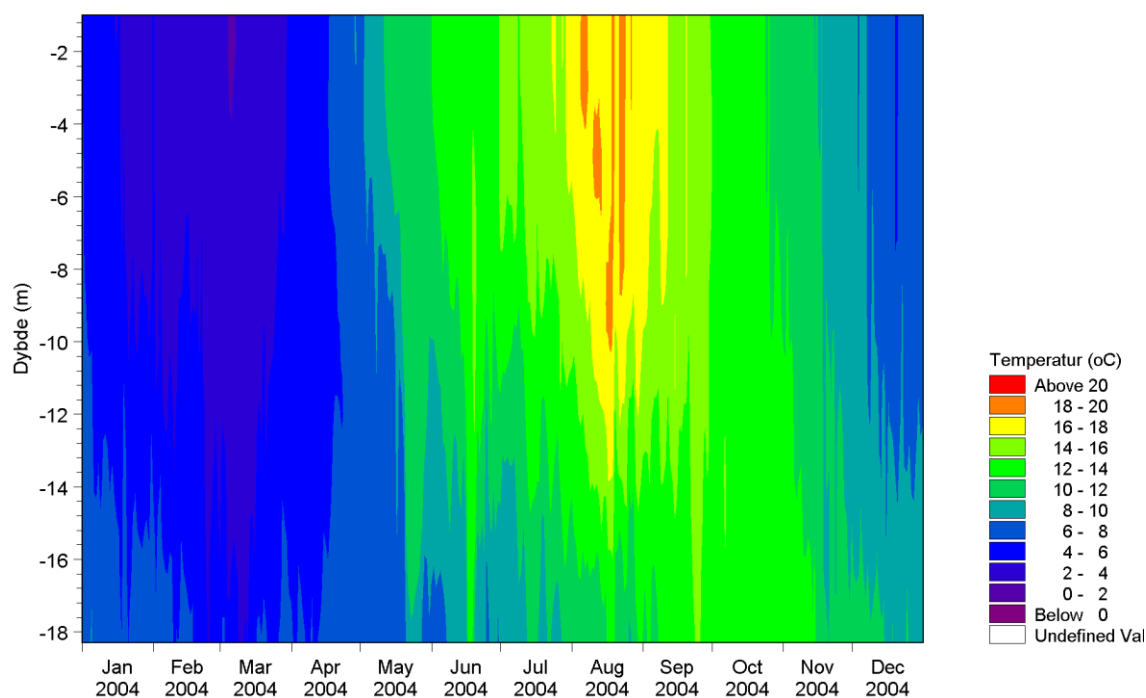
Figur 4-2 Strømhastigheder i overfladelaget (tv) og bundlaget (th) ved Standardhavbrug G i en periode med vind fra øst (3.-14. august). Baseret på MIKE3FM hydrodynamisk modellering.

Ligesom i andre dybe områder af Kattegat og Bælthavet afspejles tolagsstrømningen i saltholdighedens variationen over dybden (Figur 4-3). Specielt i perioden marts til november ses der en tydelig lagdeling, hvor overfladelagets saltholdighed generelt er under 24 psu og i en periode i august under 12 psu, som følge af dominans af brakt Østersø-vand. I vinter til tidligt forår sker der en større blanding af vandmasserne, og saltholdigheden er op til 26 psu. I bundlaget varierer saltholdigheden mellem 24 og 32 psu, med særligt høje niveauer nederst i vandsøjlen i april-maj på grund af vand fra Skagerrak. Springlaget, som definerer skillefladen mellem det salte (sydgående) bundvand og det mindre salte (nordgående) overfladevand, er overvejende beliggende i 10-14 m dybde. I vindrige perioder (specielt i vintermånederne) udviskes skillefladen eller den presses nedad pga. erosion af bundlaget og opblanding.

Temperaturen i overfladelaget afspejler den sæsonmæssige variation i solindstråling og lufttemperatur, og viser et minimum under 2 °C i starten af marts og et maksimum i august på op til 20 °C (Figur 4-4). Opvarmning af vandet om foråret og sommer medvirker til at forstærke vandsøjlen tolags struktur. Temperaturens sæsonvariationen i bundlaget (4-16 °C) er dæmpet i forhold til overfladen og maksimum forekommer ca. 2 måneder senere end i overfladen, som almindeligt i Kattegat (Petersen 1991).



Figur 4-3 Isopleth-diagram af et års variation i saltholdighed ved Standardhavbrug G i 2004. Baseret på MIKE3FM hydrodynamisk basismodellering.

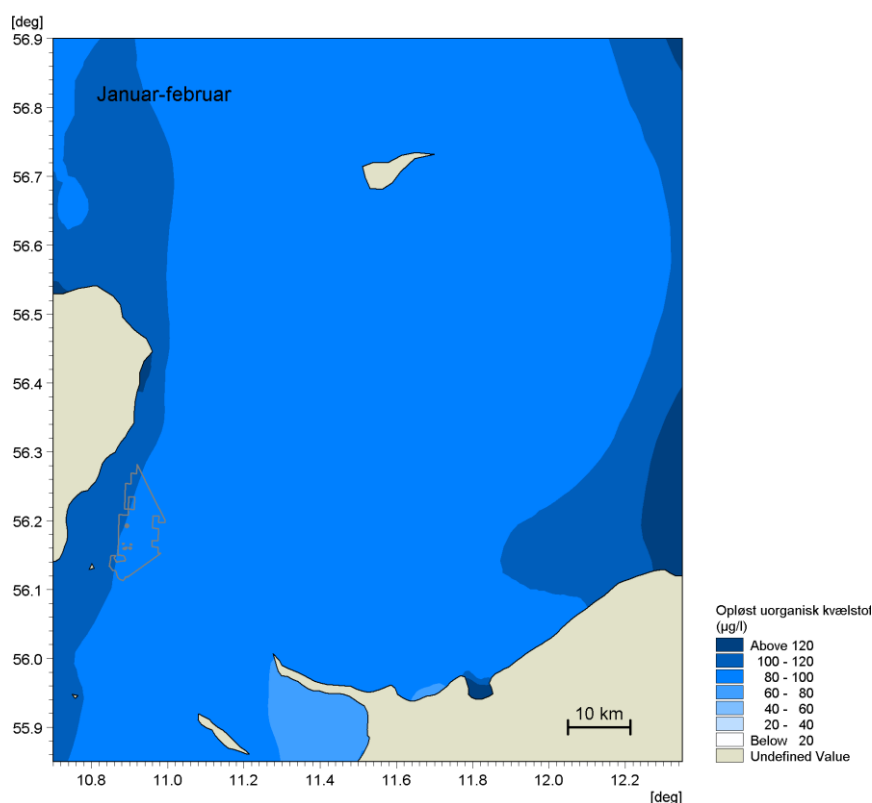


Figur 4-4 Isopleth-diagram af temperatur ved Standardhavbrug G i 2004. Baseret på MIKE3FM hydrodynamisk basismodellering.

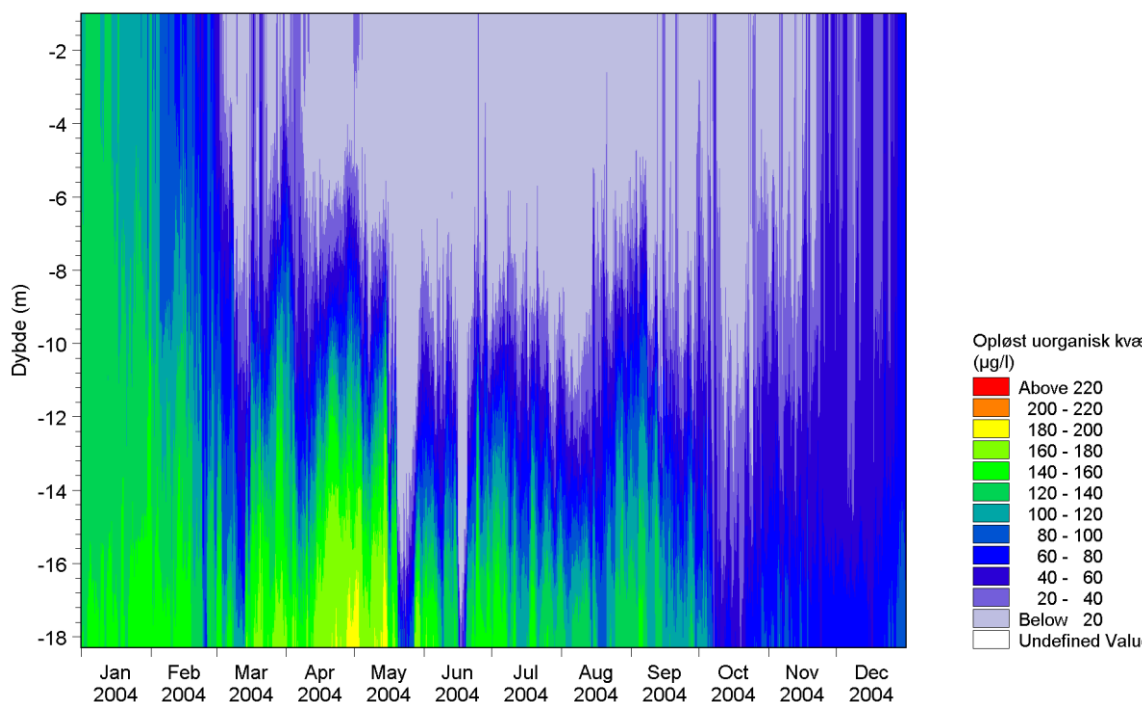
4.2 Opløst uorganisk kvælstof

I det syd-sydvestlige Kattegat varierer overfladekoncentrationen af opløst uorganisk kvælstof (DIN) om vinteren mellem 50 og 120 $\mu\text{g/L}$, lavest i de lavvandede områder omkring Sjællands Odde og højest nord-nordøst for Djursland pga. "upwelling", samt i brakvands-fanen i det østlige Kattegat (Figur 4-5). Sammenlignet med det sydvestlige Kattegat er forårsopblomstringen - og dermed drænet i vandets næringsstofpuljer - forsinket ca. en måned i Øresundsfanen.

Ved Standardhavbrug G følger sæsonvariationen af uorganisk kvælstof (DIN = sum af nitrit-N, nitrat-N og ammonium-N) det kendte mønster i Kattegat og varierer i overfladen fra 180 $\mu\text{g/L}$ i januar til stabile lave koncentrationer under 20 $\mu\text{g/L}$ fra april til november (Figur 4-6). Den gennemsnitlige vinterkoncentration af DIN for januar-februar varierer mellem 80 og 100 $\mu\text{g/L}$ og ligger i samme niveau som størstedelen af det sydlige Kattegat (Figur 4-5). Umiddelbart vest for standardhavbruget, i den vestligste del af zonen, er middelkoncentrationerne højere med værdier på 100-120 $\mu\text{g/L}$. Faldet i DIN begynder tidligt i februar, i takt med forårsopblomstringen. Bundvandets koncentration af uorganisk kvælstof reduceres fra et maksimum på 160-180 $\mu\text{g/L}$ i marts-april (kortvarigt højere i april og maj sammenfaldende med bundvand domineret af Skagerrakvand) til et minimum på overvejende 40-80 $\mu\text{g/L}$ i oktober-november. Der er 3 mulige forklaringer på faldet i koncentration for bundvandet; 1) der sker et forbrug af nitrat til oxidation af organisk stof under lave iltkoncentrationer i bundvand og sediment, 2) ved blanding med næringsfattigt overfladevand under omrøringshændelser fortyndes DIN koncentration i bundvandet, 3) Skagerraks overfladevand er en vigtig kilde til bundvandet i Kattegat og ved antagelse af en *gennemsnitlig* transporttid på 2-3 måneder fra Kattegat-Skagerrak fronten til det sydlige Kattegat (Petersen 1991) vil bundvandet i september og senere have oprindelse i overfladevand, som er delvist udtømt for næringsstoffer pga. indbygning i plankton.



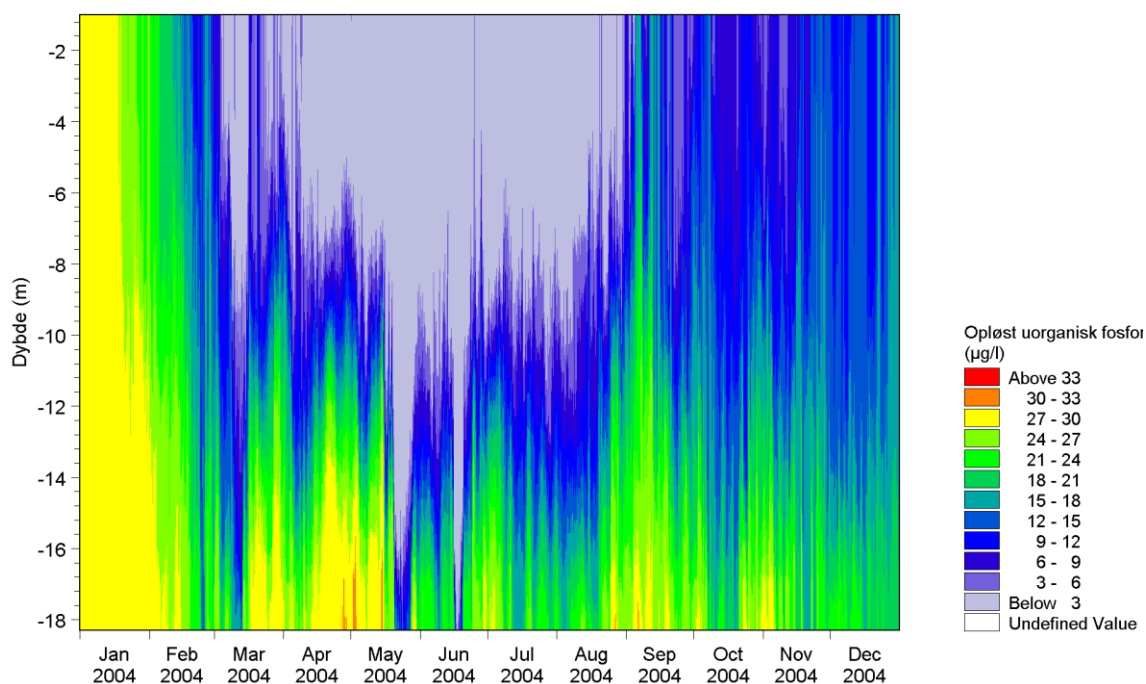
Figur 4-5 Den gennemsnitlige koncentration af opløst uorganisk kvælstof (DIN) i vinteren (januar-februar) 2004 i det sydlige Kattegat. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.



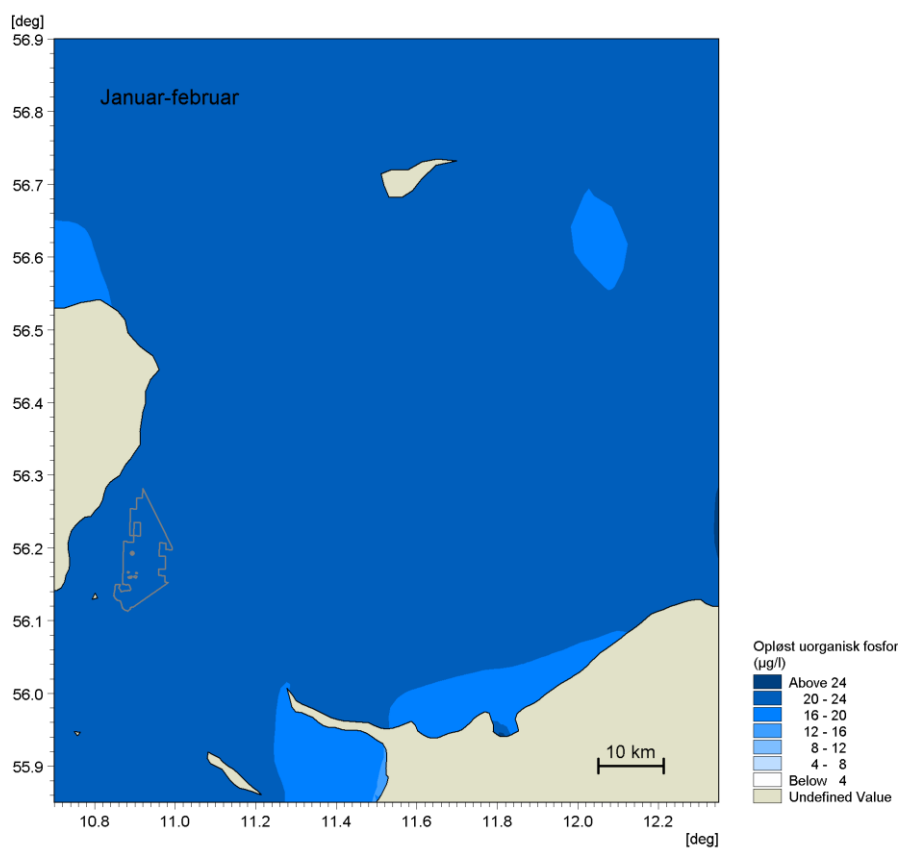
Figur 4-6 Isopleth-diagram af uorganisk kvælstof ved Standardhavbrug G i 2004. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering.

4.3 Opløst uorganisk fosfor

Den sæsonmæssige variation af uorganisk fosfor i overfladevandet ved Standardhavbrug G viser samme billede som for DIN, med et fald i februar i forbindelse med forårsopblomstring og meget lave koncentrationer fra medio marts til begyndelsen af september (Figur 4-7). Gennemsnitskoncentrationen for vintermånederne januar-februar er 20-24 µg P/L og ligger som DIN i samme niveau som størstedelen af det sydlige Kattegat (Figur 4-8). I bundvandet er koncentrationen derimod forholdsvis høj hele året og når i det salte bundvand i april, september og november 30-33 µg/L.



Figur 4-7 Isopleth-diagram af uorganisk fosfor ved Standardhavbrug G i 2004. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering.



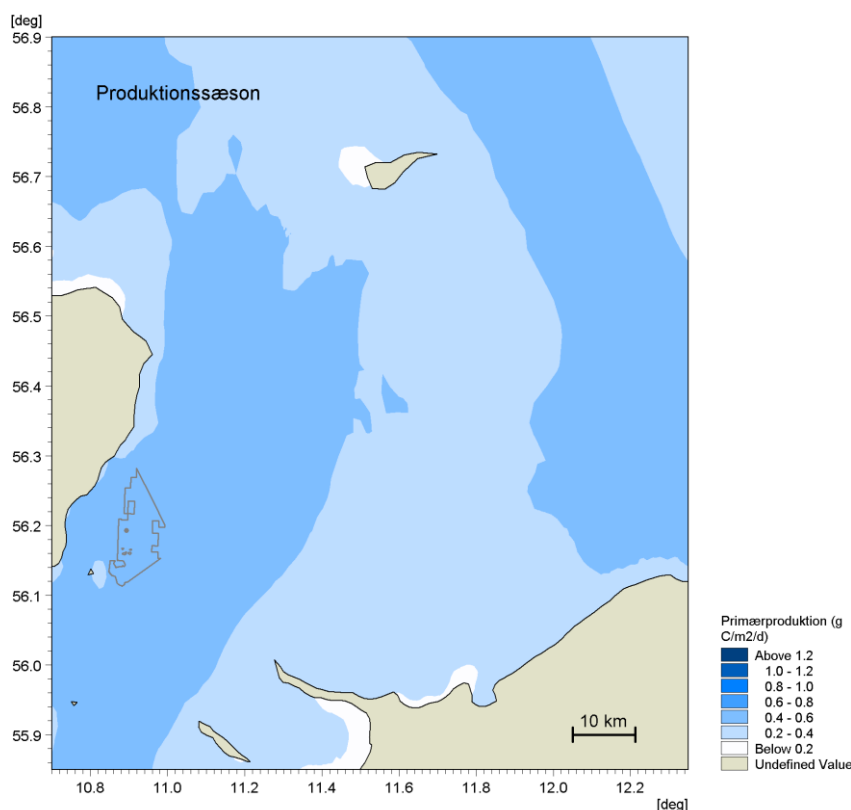
Figur 4-8 Den gennemsnitlige koncentration af opløst uorganisk fosfor (DIP) i vinteren (januar-februar) 2004 i det sydlige Kattegat. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.

4.4 Pelagial primærproduktion og klorofyl

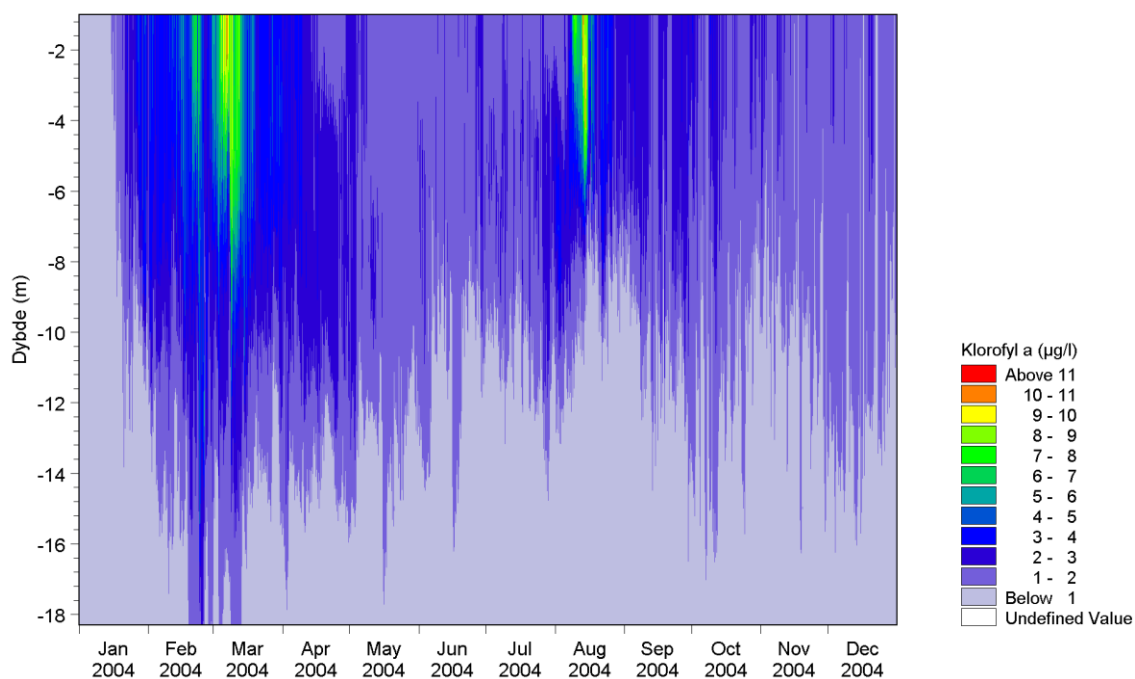
Den gennemsnitlige pelagiale primærproduktion i det sydlige Kattegat for april til december (Figur 4-9) varierede rumligt mellem 0,2 og 0,6 g C/m²/d med de højeste værdier i de centrale Storebælt- og Øresunds-løb og de laveste værdier i de lavvandede områder langs kysten, hvor bundplanternes produktion må forventes at dominere.

Koncentrationen af klorofyl ved Standardhavbrug G (Figur 4-10) viser et typisk sæsonforløb med flertopet forårsopblomstring i februar og begyndelsen af marts og med maksimale overfladekoncentrationer i marts på 10-11 µg/L. Gennem sommeren og indtil begyndelsen af august er koncentrationen lav. Lidt utypisk er der en kortvarig sommeropblomstring i begyndelsen af august udløst af usædvanligt varmt og stille vejr i uge 32 og 33. I resten af året varierede klorofylkoncentrationen mellem 1 og 4 µg/L.

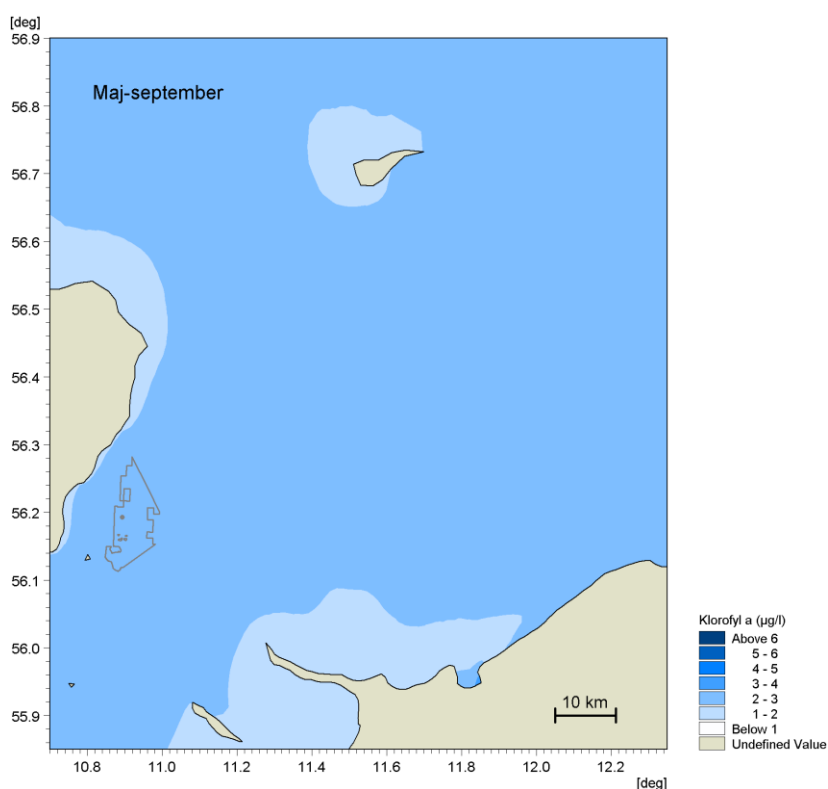
Baseret på gennemsnitkoncentrationer i sommerperioden maj-september og i hele produktionssæsonen april-december afspejler forholdene ved Standardhavbrug G de generelle forhold i det sydlige Kattegat, idet den rumlige fordeling af klorofyl er forholdsvis homogen i det sydlige Kattegat (Figur 4-11 og Figur 4-12).



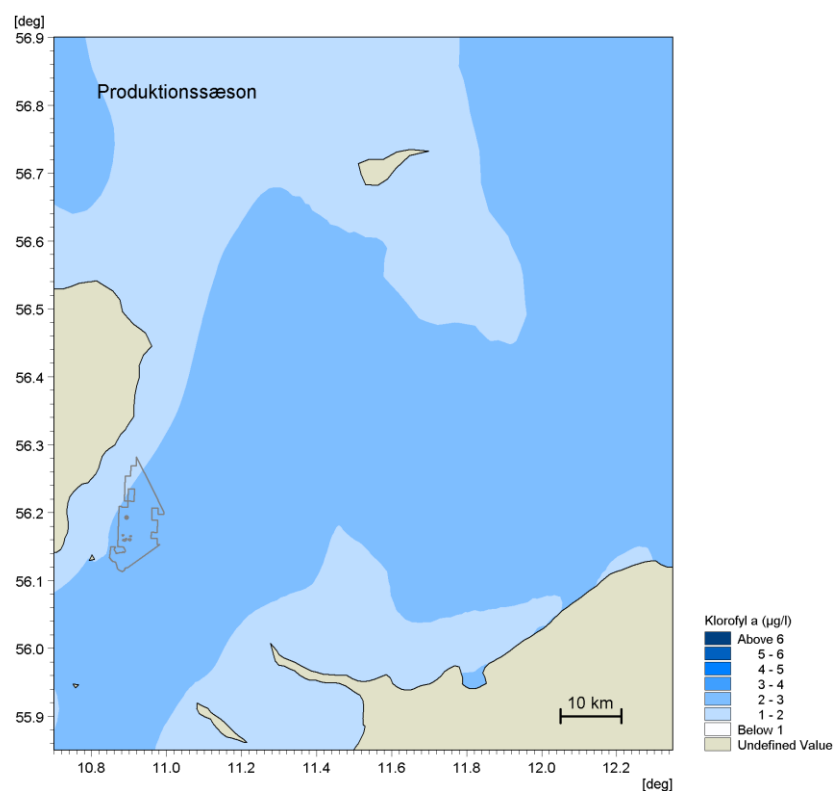
Figur 4-9 Gennemsnitlig daglig pelagial primærproduktion i sydlige Kattegat i perioden april-december i 2004. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.



Figur 4-10 Isopleth-diagram af klorofyl ved Standardhavbrug G i 2004. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering.



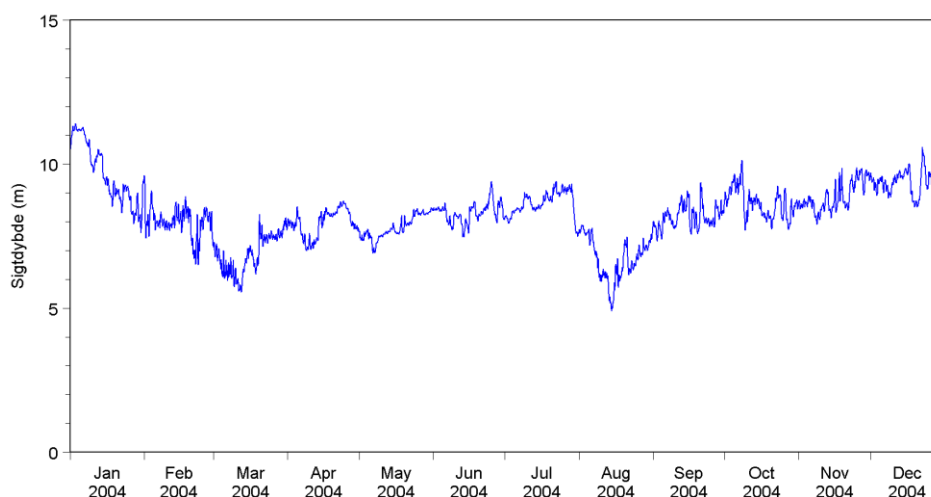
Figur 4-11 Den gennemsnitlige koncentration af klorofyl i overfladen i sommeren 2004 i det sydlige Kattegat. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.



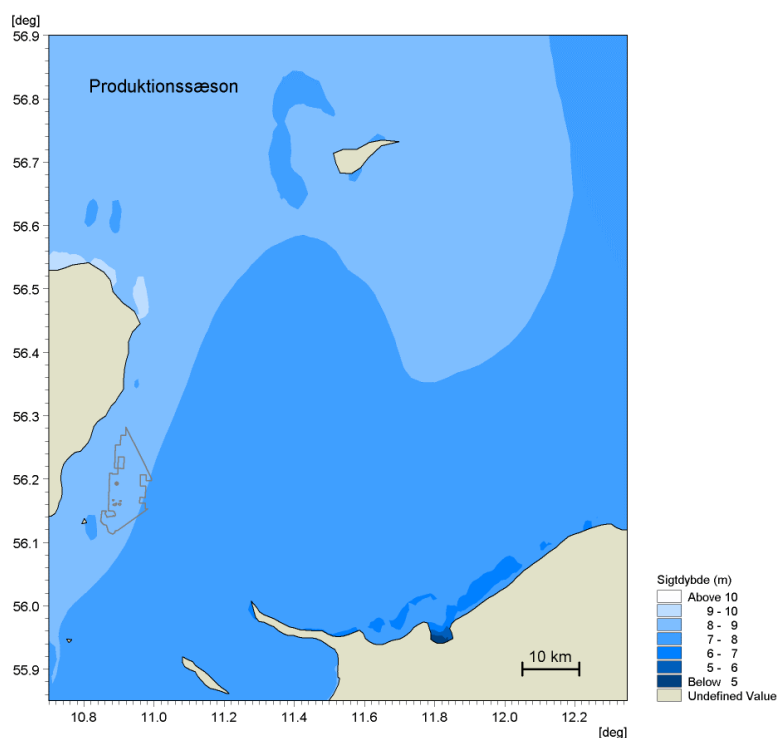
Figur 4-12 Den gennemsnitlige koncentration af klorofyl i overfladen i april-december 2004 i det sydlige Kattegat. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.

4.5 Sigtdybde

Den modellerede sigtdybde ved Standardhavbrug G varierede mellem 4 og 11,5 m med de laveste værdier under opblomstringerne i februar/marts og i august (Figur 4-13). I produktionssæsonen (april-december) er den beregnede gennemsnitlige sigtdybde 8 og 9 m i den vestlige og nordlige del af undersøgelsesområdet, fx langs Djurslands kyst og omkring Anholt, mens den er lidt lavere, 7-8 m, i den syd- og sydøstlige del af Kattegat, hvor andelen af lysabsorberende opløst organisk stof fra Østersøen er højere end i den vestlige del af Kattegat (Figur 4-14).



Figur 4-13 Tidsserie af sigtdybde ved Standardhavbrug G. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering.



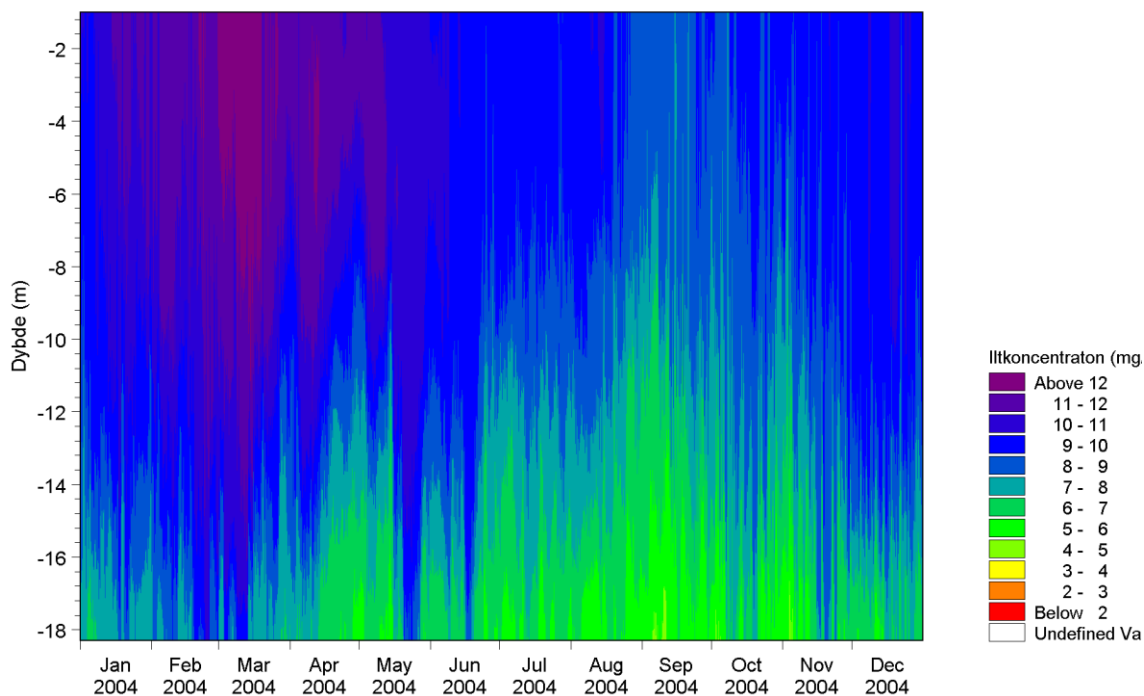
Figur 4-14 Gennemsnitlig sigtdybde i produktionssæsonen (april-december) i 2004 i det sydlige Kattegat. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.

4.6 Ilt i bundvandet

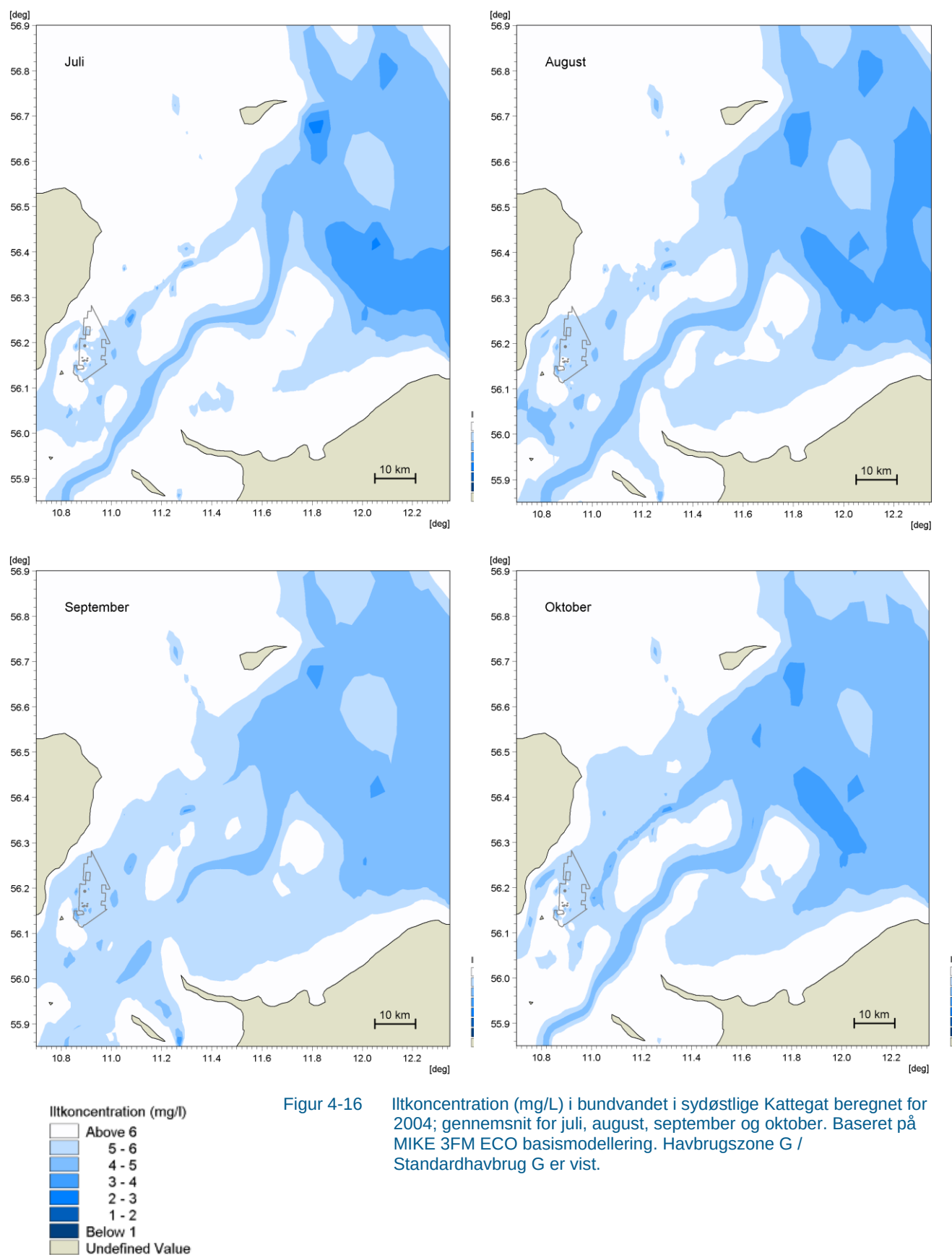
Koncentrationen af ilt i vandsøjlen påvirkes af temperaturen, planktonalgernes produktion (fx indhold over 12 mg/L under forårsblomsten i marts; se Figur 4-15), udveksling med atmosfæren og forbrug i vandsøjle og især i sedimentet. I den øvrige del af året styres iltkoncentrationen i overfladen primært af den sæsonmæssige variation i temperaturen.

Iltindholdet i bundvandet og under springlaget påvirkes især af sedimentets iltoptag – lokalt ved Standardhavbrug G. Fra februar-marts, når bundvandet "isoleres" fra overfladevandet, reduceres iltkoncentrationen gradvist. De laveste niveauer forekommer fra september til starten af november, hvor koncentrationerne er 4-6 mg/L. Under periode med opblandede forhold i vandsøjlen (fx medio af maj, juni og december) sker der kortvarige tilførsler af ilt til bunden.

Modellens beregning af iltforholdene er i overensstemmelse med DMU/DCEs kortlægning af iltforhold i 2004, der viser moderat iltvind (<4 mg/L) i sydøstlige Kattegat i juli og august (DCE/DMU 2004). I havbrugszonen er iltkoncentrationerne i juli-oktober, som er de mest kritiske måneder med hensyn til iltvind, >5 mg/L. Tilsvarende beregnes der ikke koncentrationer under 4 mg/L ved standardhavbruget (Figur 4-15).



Figur 4-15 Isopleth-diagram af iltkoncentration ved Standardhavbrug G i 2004. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering.

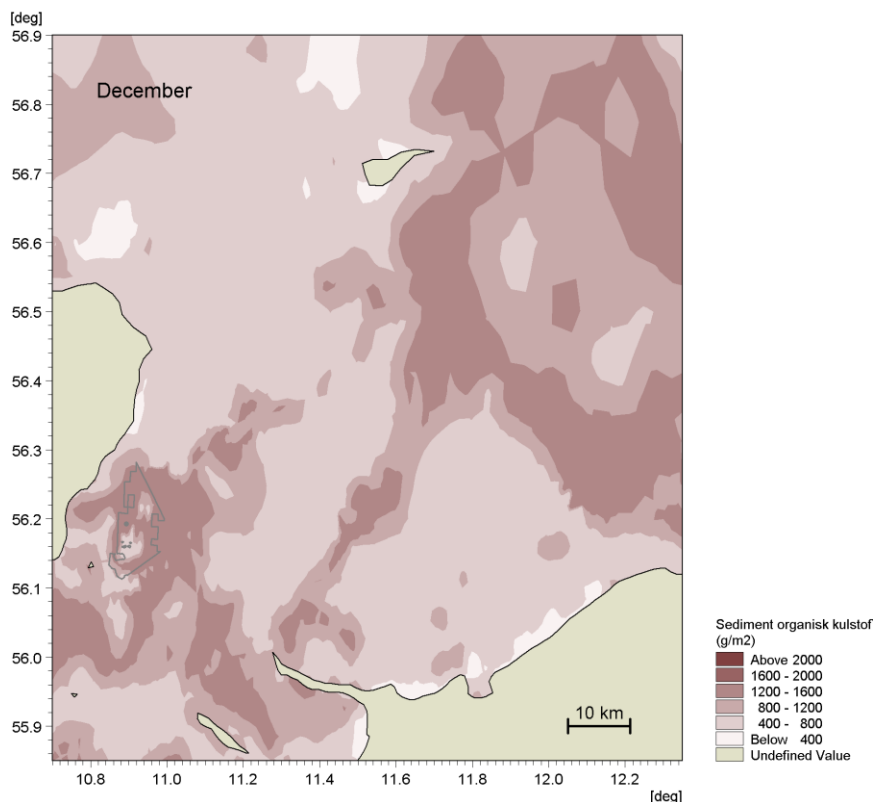


Figur 4-16

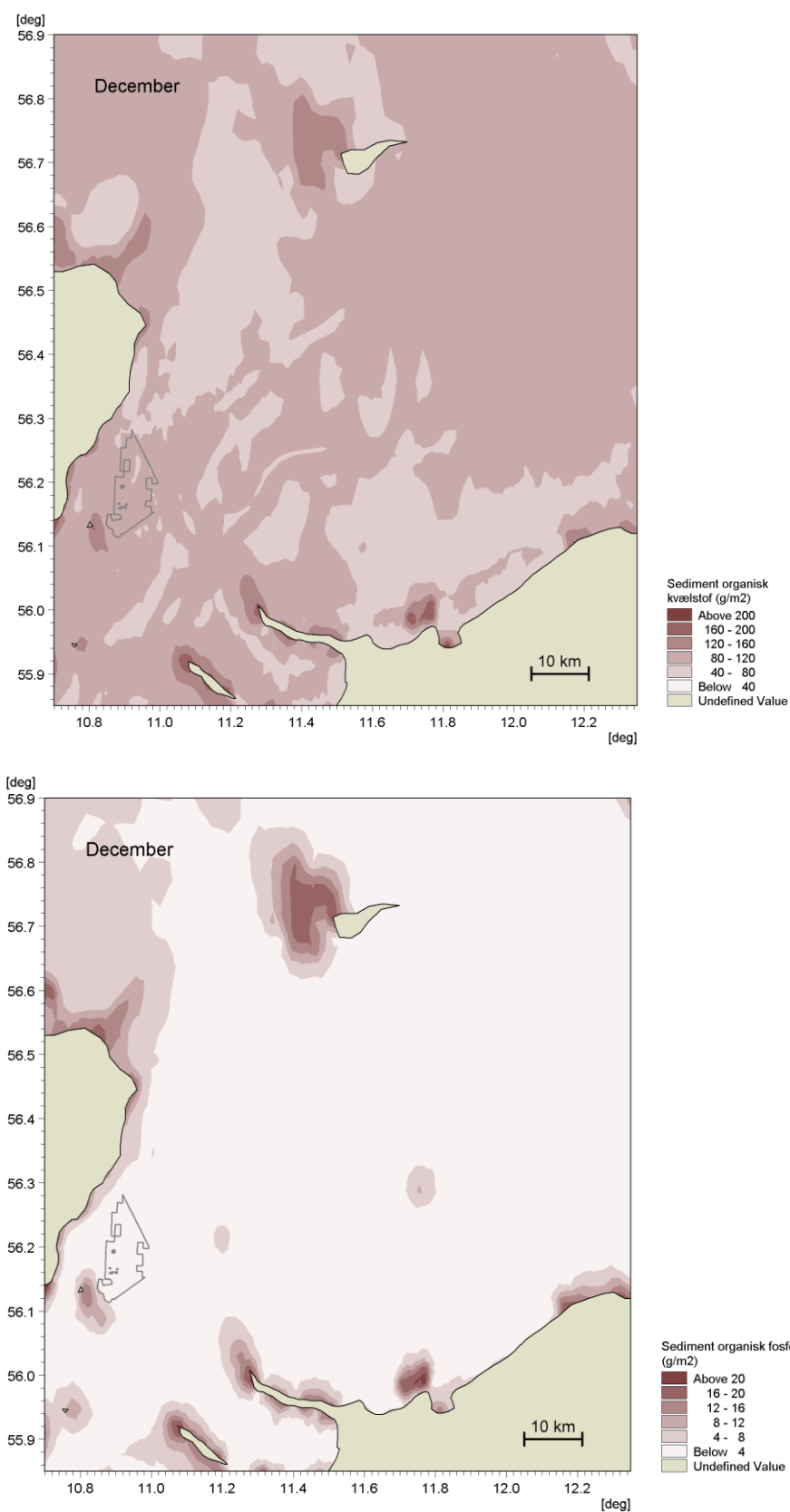
Ittkoncentration (mg/L) i bundvandet i sydøstlige Kattegat beregnet for 2004; gennemsnit for juli, august, september og oktober. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.

4.7 Havbunden - sedimentet

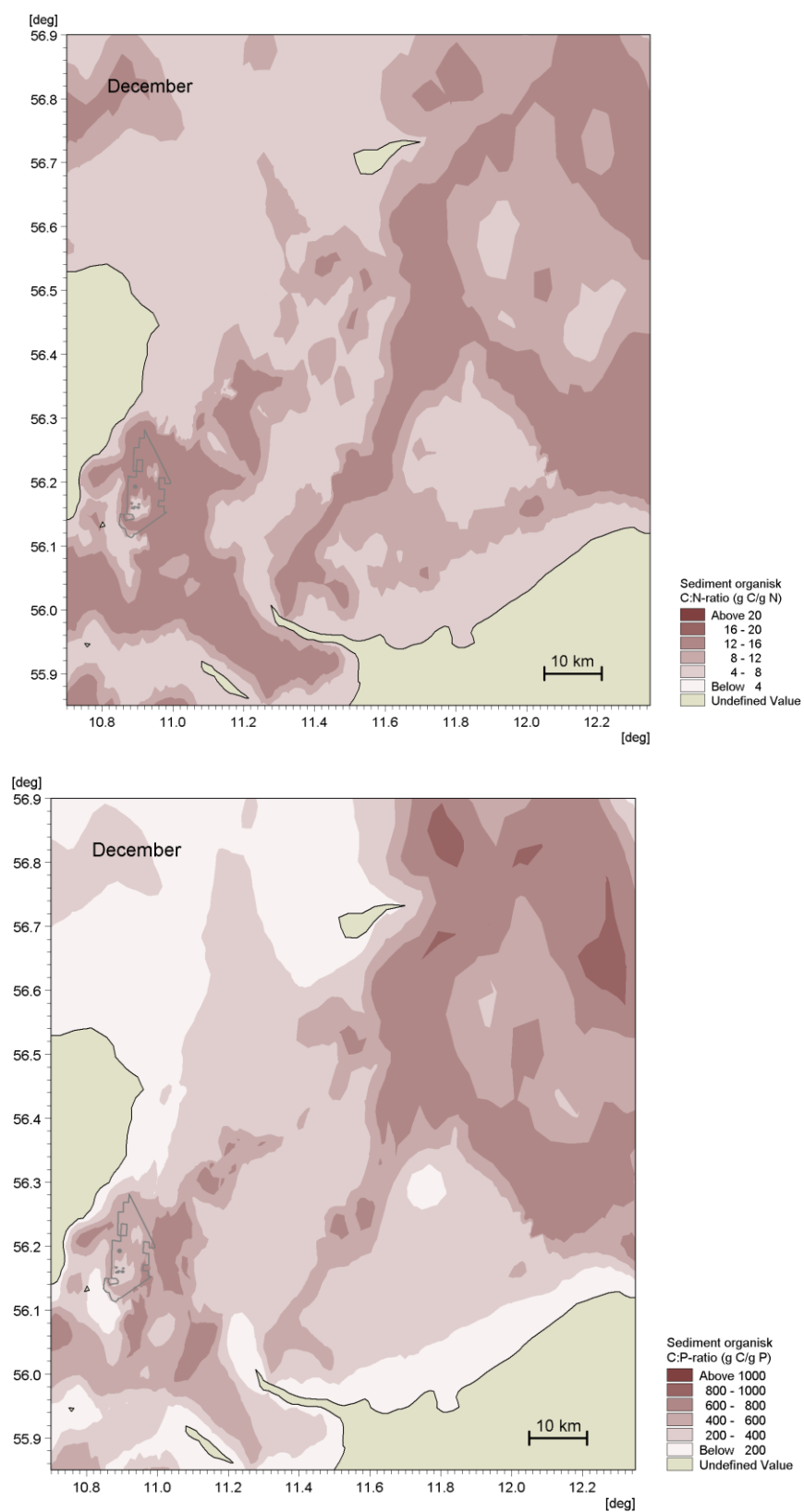
Den modellerede koncentration af organisk kulstof i sedimentet varierer en 10-faktor (mellem 150 og 1500 g C/m²) i det sydlige Kattegat (Figur 4-17). Den rumlige fordeling afspejler både de varierende dybdeforhold (akkumulering i de dybe områder), og lavvandede områder med betydelig produktion af bundplanter - og deraf følgende stor detritusproduktion. Overordnet afspejler fordelingen af kvælstof i sedimentet fordelingen af kulstof (Figur 4-18), dog med tendens til forholdsvis lavere kvælstofkoncentrationer i de dybe områder og relativt højere koncentrationer i de lavvandede områder. Inden for modelområdet varierer kulstof-kvælstof forholdet (C:N) mellem 6 og 11, hvor de lave forhold repræsenterer overvægt af "friskt" detritus på lav vanddybde, mens høje forhold C:N-forhold i de dybe områder repræsenterer ældre detritus med mindre andel af det lettere mineraliserbare kvælstof (Figur 4-19). Indholdet af fosfor i sedimentet og C:P-forholdet viser samme fordeling som kvælstof (Figur 4-18 og Figur 4-19). Indholdet af fosfor varierer mellem 2 og 20 g P/m² med værdier <4 g/m² i størstedelen af det sydlige Kattegat, herunder i havbrugszonen. Det gennemsnitlige daglige iltforbrug under basisforhold varierer mellem 0,3 og 1 g O₂/m²/d i 2004 inden for modelområdet og den maksimale iltgæld er forholdsvis lav og overstiger ikke 2,5 g O₂/m² ved udgangen af december (Figur 4-20). Området, hvor Havbrugszone G og Standardhavbrug G er lokaliseret, har overvejende niveauer af organisk kulstof, iltforbrug og iltgæld i sedimentet, som svarer til de højeste niveauer, der er beregnet for Kattegat.



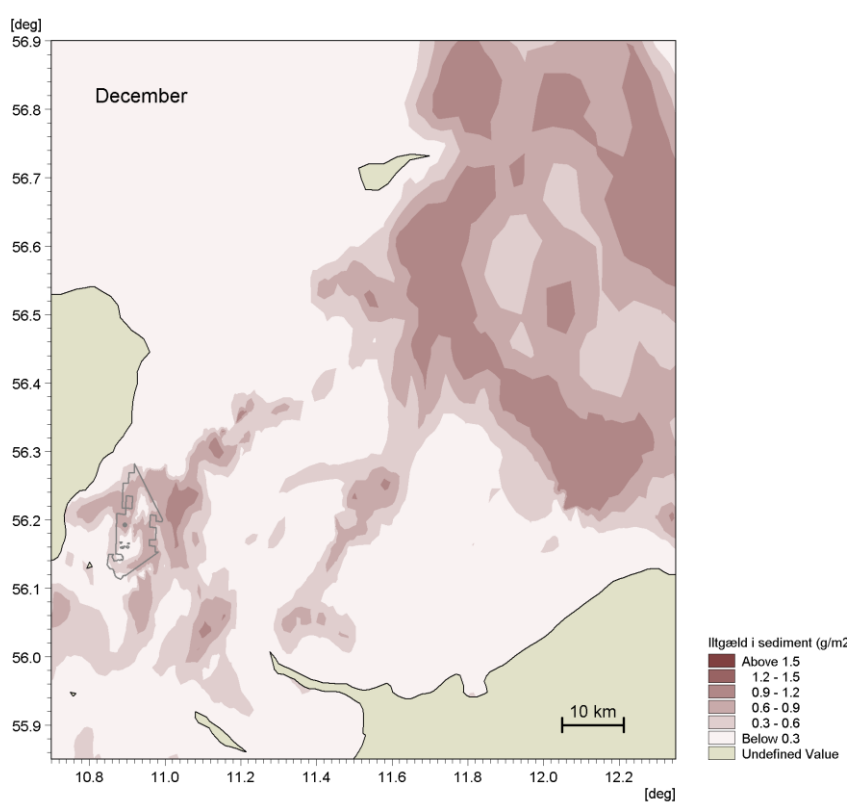
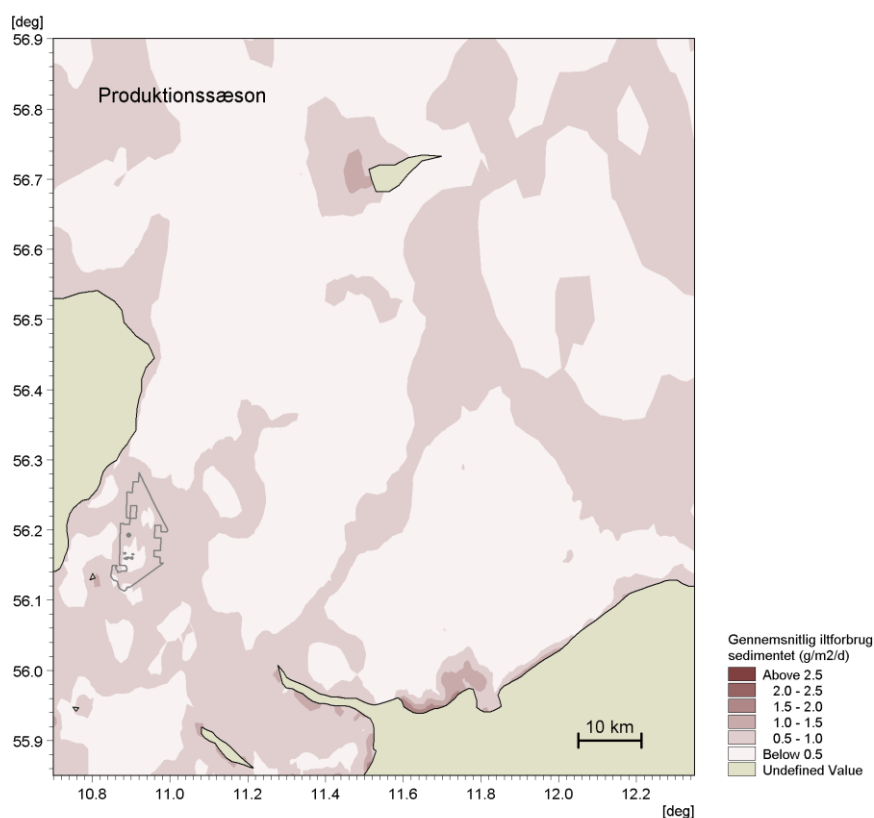
Figur 4-17 De gennemsnitlige koncentrationer (g/m²) af organisk kulstof i sedimentet i december. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.



Figur 4-18 De gennemsnitlige koncentrationer (g/m²) af kvælstof (øverst) og fosfor (nederst) i sedimentet i december. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.



Figur 4-19 De gennemsnitlige C:N (øverst) og C:P (nederst) forhold i sedimentet i december. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.



Figur 4-20 Gennemsnitlige iltforbrug i sedimentet i perioden april-december (øverst) og iltgæld i sedimentet (nederst) ultimo december. Baseret på MIKE 3FM ECO basismodellering. Havbrugszone G / Standardhavbrug G er vist.

5 Ændringer som følge af eutrofiering

Havbrugsdrift medfører tab af næringsstoffer til det omgivende miljø og kan derfor medføre en eutrofiering af det omgivende miljø, der påvirker status af kvalitetselementerne. Et af målene med denne rapport er at klarlægge hvor store ændringer, der kan forventes i næringsstofkoncentrationer og kvalitetselementer som klorofyl og ilt i det omgivne miljø, hvis der placeres et standardhavbrug på position G. I dette kapitel 5 gennemgås de forventelige eutrofieringsrelaterede ændringer. I de følgende kapitler gennemgås forventelige ændringer som følge af anvendelse af hjælpestoffer og medicin i havbrugsdriften (kapitel 6 og 7).

Analysen af eutrofieringsrelaterede ændringer er baseret på dynamisk mekanistisk modellering af et år med HAVBRUG_{KAT200} modelkomplekset, som omfatter såvel en hydrodynamisk og en økologisk model. Ændringerne er kvantificeret på basis af modeldata for vandkvaliteten i den øverste del af vandsøjlen (overfladen; 0-5 m, hvor ændringerne vil være størst) og forholdene i ved og i havbunden. Vandkvalitetsdata omfatter vandkemiske forhold (næringssalte), pelagisk primærproduktion og forekomsten af planteplankton (klorofyl) samt sigtddybe. Bundforholdene omfatter iltforhold i bundvandet og indholdet af organisk C, N og P samt det akkumulerede iltforbrug og iltgælden i sedimentet.

Mulige virkninger af havbrugsdrift på vandkvaliteten kan skyldes:

- Forøgelse af næringsstofkoncentrationer som følge af næringsstofftab fra fisk samt mineralisering af fækalier og ikke-spist foder
- Forøgelse af pelagisk primærproduktion og biomasse af planktonalger som følge af forøgede næringsstofkoncentrationer
- Reduktion af sigtddybe pga. øget algevækst og suspenderede fiskefækalier
- Risiko for iltvind ved bunden pga. sedimentation af organisk stof (fækalier og ikke-spist foder) og øget iltforbrug i sedimentet

Ved havbrugsdrift vil fiskenes metabolisme og den følgende udskillelse over gællerne sammen med mineralisering af fækalier og foderrester i sedimentet potentielt kunne medføre forøgede koncentrationer af uorganiske næringsstoffer i vandet.

Forøgede koncentrationer af uorganiske næringsstoffer kan påvirke den pelagiske primærproduktion samt koncentration af planteplankton og derved forringe lysforholdene i vandet (målt som sigtddyben).

Ændringer i vandkvaliteten som følge af drift af et standardhavbrug ved position G syd for Grenå kvantificeres og visualiseres ved differens-plot, der repræsenterer forskelle mellem på den ene side tilstanden i vandkvalitets- og bundforhold *ved havbrugsdrift* og på den anden side basistilstanden (*uden havbrugsdrift*) for de samme vandkvalitets- og bundforhold. Yderligere kvantificeres i hvilket omfang at tab af næringsstoffer ved havbrugsdriften ændrer på udbredelse og varighed af kvælstof- og fosforbegrænsning af planktonalgernes vækst i og omkring havbrugsområdet. Inden for planktonalger er der stor variation i effektiviteten i næringsoptag ved lave koncentrationer, men typisk tager man udgangspunkt i de koncentrationer hvor kiselalger kan opnå 50% af deres maksimale optag (de såkaldte halvmætningskonstanter). Derfor er disse værdier anvendt til analyse af standardhavbruget indflydelse på varighed og intensitet af ændringer. Halvmætningskoncentrationen er bestemt på basis af Carpenter & Guillard (1971), Edwards et al. 2012, Eppley et al. (1969), Litchman et al. (2015), Smith et al. (2009) samt Maranon et al. 2013.

Den dynamisk, mekanistiske model, som der er anvendt i denne undersøgelse, kan beskrive processer og tilstande med en numerisk detaljeringsgrad som langt overstiger de koncentrationer, der kan måles med konventionelle metoder. Præsentation af modelresultater med mange decimaler kan give et falsk indtryk af modellernes præcision i forhold den faktiske tilstand. For 2D differens-plot betyder det, at differencerne, selvom de kan beregnes numerisk, kan være så små, at de ikke har nogen mening i praksis. Der er derfor defineret afskæringsniveauer for differencer, der ligger omkring 0. Afskæringsniveauerne er så vidt muligt valgt med udgangspunkt i de senest publicerede analytiske detektionsgrænser (DL) (Lia et al. 2005, Patey et al. 2008) og svarer i det store og hele til 1/10 af de detektionsgrænser, som anvendes i den nationale overvågning (NOVANA) (se Tabel 5-1).

Tabel 5-1 Oversigt over kriterier anvendt til at fastsætte afskæringsgrænserne for differencekort i de følgende afsnit. Trinene i skalaen svarer til 2 gange forrige trin.

Parameternavn	Afskærings-niveau	Bemærkning
Overflade		
Opløst uorganisk kvælstof (µg/L)	±0,1	Afskæringsgrænse er ca. 10% af NOVANA DL = 0,4 µM = 1,4 µg/L -> 0,1
Opløst uorganisk fosfor (µg/L)	±0,1	Afskæringsgrænse er ca. 10% af NOVANA DL = 0,05 µM = 1,6 µg/L -> 0,1
Primærproduktion (gC/m ² /d)	±0,005	Detektionsgrænse er ukendt. Afskæringsgrænse fastsat til ca. 1% af den gennemsnitlige daglige primærproduktion (0,5 g/m ² /d) -> 0,005
Klorofyl (µg/L)	±0,01	Afskæringsgrænse er ca. 10% af NOVANA DL = 0,1 µg/L -> 0,01 µg/L
Sigtdybde (m)	±0,01	Antages normalt at måles med ±0,1 m nøjagtighed – ca. 10% -> 0,01 m
Bundvand		
Ilt (mg/L)	±0,1	Afskæringsgrænse er 2,5% af den øvre grænse for iltvind = 4 mg/L

5.1 Ændring i opløst uorganisk kvælstof i overfladen

Ændringer i koncentrationer og udbredelse af opløst uorganisk kvælstof (DIN) i overfladen som følge af Standardhavbrug G er præsenteret i Figur 5-1 og i Bilag A.

Beregningerne viser, at overfladekoncentrationen af opløst uorganisk kvælstof (DIN) i gennemsnit i produktionssæsonen (april-december) samt de enkelte måneder fra april til november ændres i et område inden for og omkring standardhavbruget med øgninger på op til 8 µg DIN/L i havbruget og op til 1,6 µg DIN/L omkring havbruget.

I gennemsnit for produktionssæsonen (april-december) er øgningen 50m fra standardhavbruget ca. 6 µg DIN/L faldende til en forskel på 0,8 µg /L i en afstand af 1000 m (Tabel 5-2). I 3-9 km's afstand (afhængigt af strømmen) er der ingen øgning (Figur 5-1 øverst). Øgningen skal ses i forhold til en koncentration på ca. 8,3 µg /L under basisforhold (Tabel 5-2).

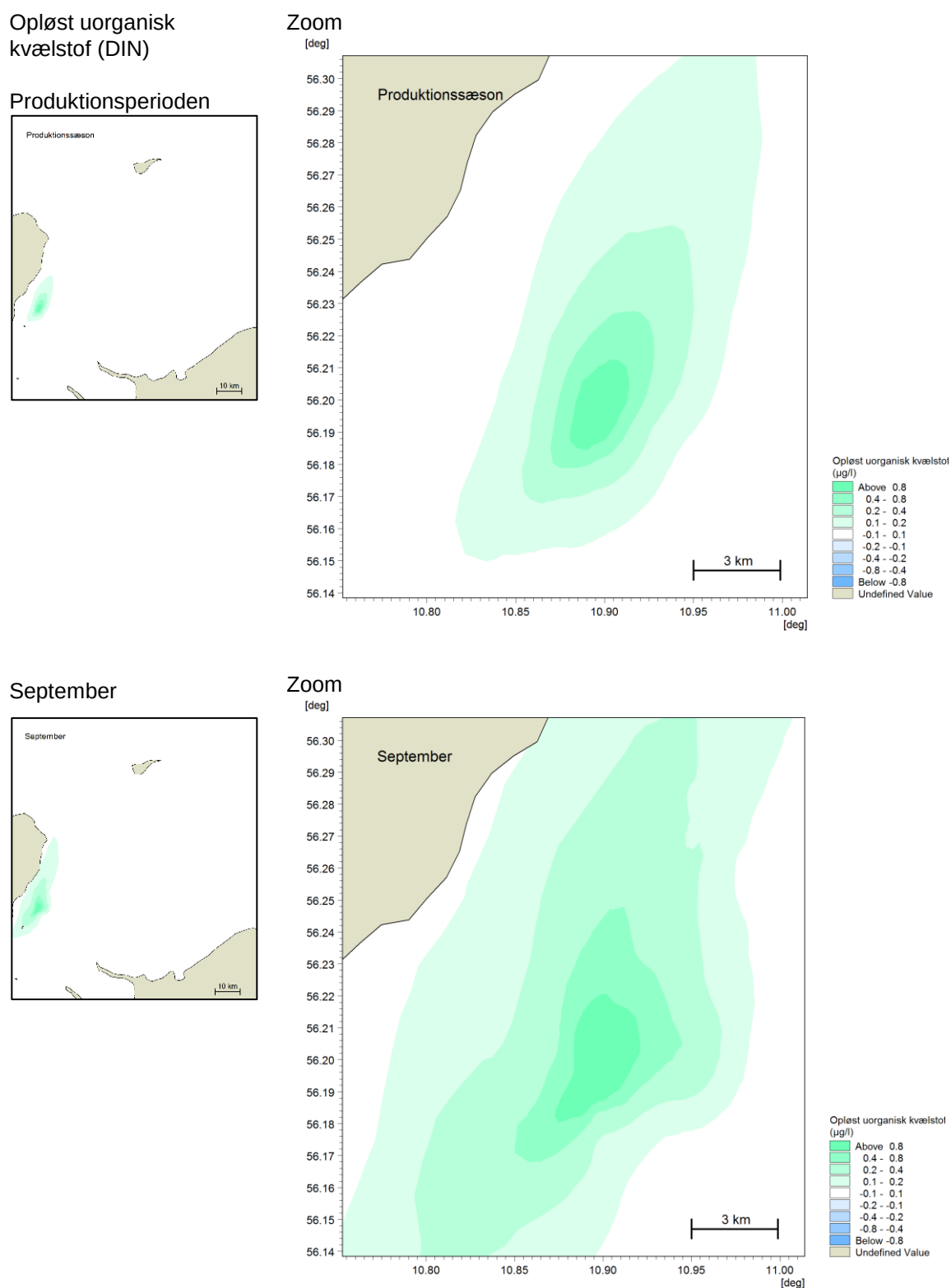
Beregnet på månedsbasis er ændringerne ophørt i december hvor fiskene er "høstet" (Bilag A). Udbredelsen er i overensstemmelse med de fundne strømmønstre (Figur 4-1).

I sommerperioden, hvor planktonalgernes vækst potentielt er næringsbegrænset, kan tilførsel af næringsstoffer og specielt kvælstof i særlig grad påvirke den pelagiale primærproduktion og klorofylkoncentration. Derfor er varigheden af forekomst af lave næringsstofkoncentrationer analyseret nærmere ved at sammenligne varigheden af potentiel næringsbegrænsning i basisscenariet og Standardhavbrug G scenariet. Potentiel næringsbegrænsning antages at forekomme i perioder med koncentrationer under en "grænseværdi" svarende til halvmætningskoncentrationen og for uorganisk kvælstof er "grænseværdien" fastsat til 14 μg DIN/L. I Tabel 5-2 opgøres antallet af dage med potentiel næringsbegrænsning i produktionssæsonen i forskellig afstand fra center af Standardhavbrug G (Figur 5-2).

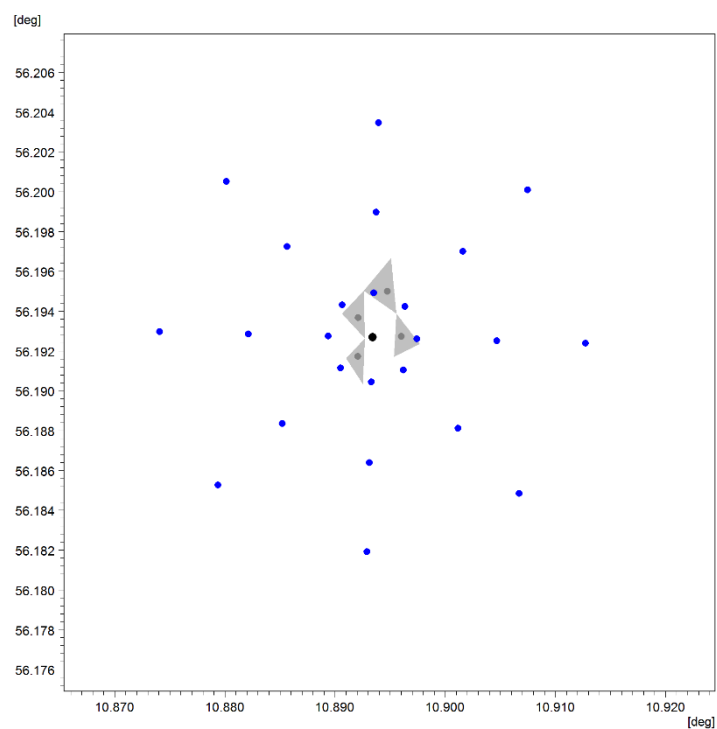
Baseret på de modellerede koncentrationer af DIN i produktionssæsonen (april-december) vil planktonalgernes vækst i havbrugsområdet under basisforhold være begrænset af lave kvælstofkoncentrationer i 183 dage ud af en samlet produktionsperiode på 252 dage (Tabel 5-2), hvilket svarer til niveauer i størstedelen af det sydlige Kattegat (Figur 5-3 øverst). Ved havbrugsdrift reduceres antallet af dage i havbruget med koncentrationer under "grænseværdien" med 47 dage, i en afstand af 500 m fra havbruget er reduktionen i antallet af dage 9, mens der i en afstand på 1000 m er en forskel på 5 dage. Af Figur 5-3 nederst ses det, at i en afstand 2-9 km fra havbruget er forskellen <1 dag. En analyse af fordelingen af ændringer gennem perioden viser, at de individuelle overskridelser af "grænseværdien" for kvælstofbegrænsning generelt er kortvarige og forholdsvis jævnt fordelt fra maj til starten af november (ikke vist). Sandsynligvis finder overskridelserne af "grænseværdien" sted i perioder med lav strømhastighed og ringe fortynding.

Tabel 5-2 Gennemsnitskoncentration af uorganisk kvælstof (DIN) og antal dage i produktionssæsonen, hvor den pelagiske primærproduktion er kvælstof-begrænset (dvs. DIN koncentrationer er lavere end "grænseværdien" på 14 $\mu\text{g}/\text{L}$) i tre forskellige afstande fra Standardhavbrug G under basisforhold og havbrugsproduktion. Koncentrationer og antal dage med potentiel kvælstofbegrænsning er gennemsnit af 8 positioner for hver afstand (se Figur 5-2)

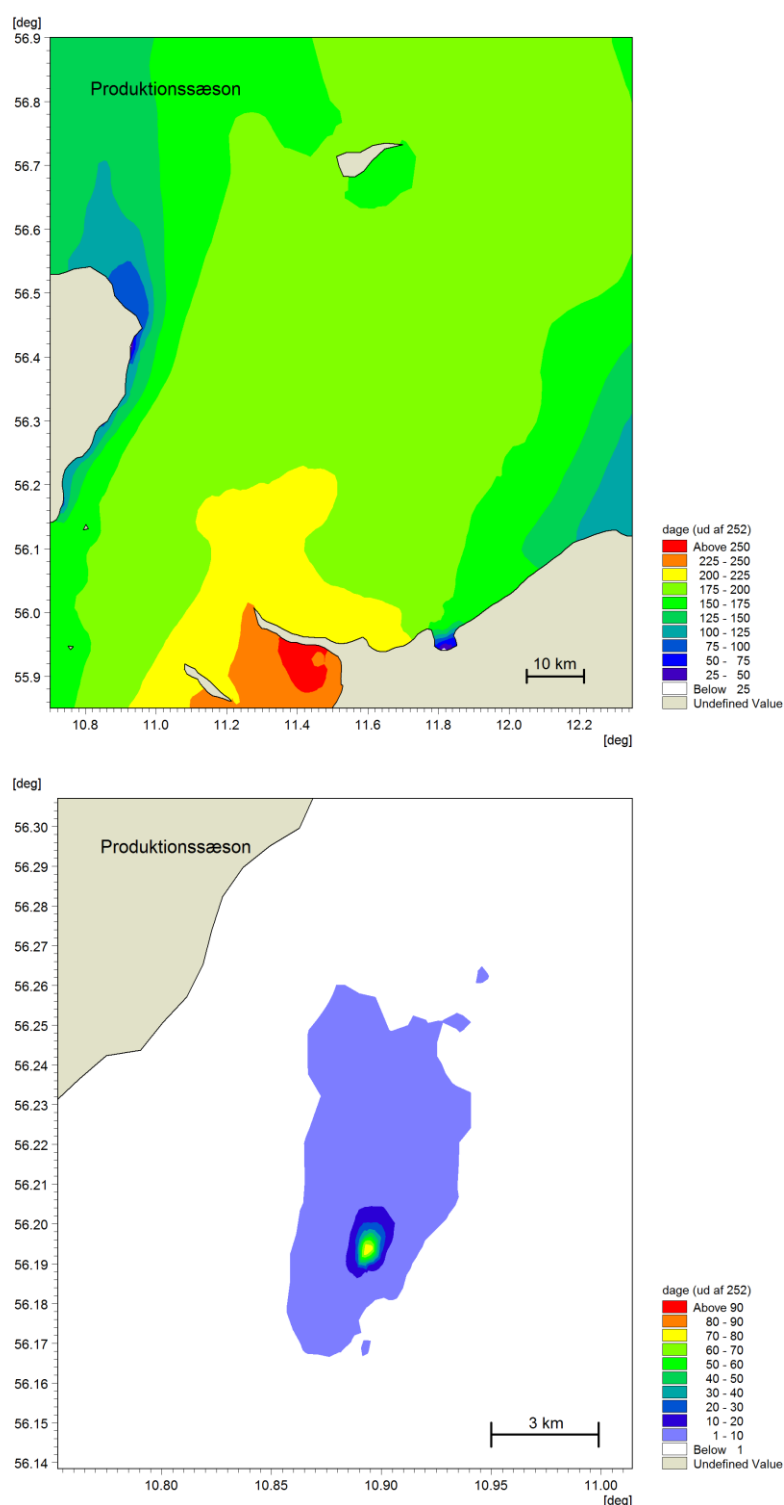
	50 m		500 m		1000 m	
	DIN	kvælstof-begræns.	DIN	kvælstof-begræns.	DIN	kvælstof-begræns.
	$\mu\text{g}/\text{L}$	dage	$\mu\text{g}/\text{L}$	dage	$\mu\text{g}/\text{L}$	dage
Basisforhold	8,3	183	8,3	183	8,4	183
Standardhavbrug G	14,2	136	9,9	174	9,2	178



Figur 5-1 Beregnet gennemsnitlig ændring i koncentrationen af opløst uorganisk kvælstof i overfladen i produktionssæsonen (øverst) og i september, hvor ændringer er størst (nederst). Til venstre ses overblik over sydlige Kattegat, hvor hele udbredelsen af ændringen ses og til højre vises et zoom på den centrale del af det påvirkede område. Figurer, der viser den beregnede gennemsnitlige ændring i koncentrationen af uorganisk kvælstof i overfladen for hver af månederne fra april til december, er vist i Bilag A.



Figur 5-2 Positioner (•) for modeludtræk af data til beregning af næringskoncentrationer 50, 500 og 1000 m fra Standardhavbrug G. De fire skraverede trekanter repræsenterer området hvor burene og næringsstofkilder er lokaliseret.



Figur 5-3 Antal dage i april-december (produktionssæsonen; øverst), hvor koncentrationen af uorganisk kvælstof er under "grænseværdien" for potentiel kvælstofbegrænsning ($14 \mu\text{g DIN/L}$) under basisforhold og antal ekstra dage (nederst), hvor udledning af DIN fra Standardhavbrug G giver koncentrationer over "grænseværdien".

5.2 Ændring i opløst uorganisk fosfor i overfladen

Ændringer i koncentrationer og udbredelse af opløst uorganisk fosfor (DIP = $\text{PO}_4\text{-P}$ = fosfat) i overfladen som følge af Standardhavbrug G er præsenteret i Figur 5-4 og i Bilag B.

Sammenlignet med kvælstof er ændringen som følge af Standardhavbrug G på koncentrationer af opløst uorganisk fosfor langt lavere. Det skyldes et absolut lavere tab af fosfor (12,3 tons P vs. 100 tons N), og det faktum, at kun en mindre del af fosfortabet sker til vandet. For fosfor udgør tabet til vandet kun 32% mod 83% for kvælstof (se Figur 2-6).

Som for kvælstof sker ændringerne i overfladekoncentrationen af opløst uorganisk fosfor (fosfat) i et område omkring havbruget (Figur 5-4 og Bilag B). Beregninger af gennemsnittet i produktionsperioden (april-december) og for de enkelte måneder viser ændringer i fosforkoncentration på op til 0,4 $\mu\text{g/L}$ i og meget lokalt omkring standardhavbruget. I afstand på 50, 500 og 1000 m fra havbruget kan der ikke påvises ændringer i middelkoncentrationen (Tabel 5-3). I månederne i april og december er der ikke påvist en ændring (Bilag B).

Potentiel næringsbegrænsning antages at forekomme i perioder med koncentrationer under en "grænseværdi" svarende til halvmætningskoncentrationen, som er fastsat til 9 $\mu\text{g P/L}$ for uorganisk fosfor. I Tabel 5-3 angives antallet af dage, hvor der er potentiel næringsbegrænsning i henholdsvis basissituationen og ved drift af Standardhavbrug G i forskellig afstand fra center af Standardhavbrug G (Figur 5-2).

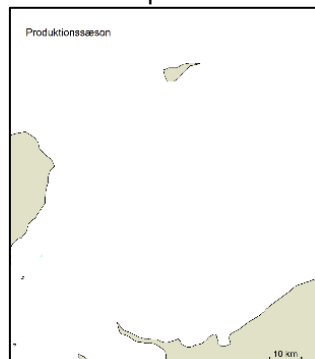
Baseret på modellerede koncentrationer vil planktonalgernes vækst i havbrugsområdet i produktionsperioden (april – december) under basisforhold være begrænset af lave fosforkoncentrationer i 180 dage ud af en samlet periode på 252 dage (Tabel 5-3), hvilket svarer til niveauet i størstedelen af det sydlige Kattegat (Figur 5-5 øverst). Under havbrugsdrift og frigivelse af uorganisk fosfor reducerer perioden med fosforbegrænsning med 2 dage tæt ved standardhavbruget (afstand 50 m). I en afstand på 500 og 1000 m ses der ikke være nogen ændring (Figur 5-5 nederst og Tabel 5-3).

Tabel 5-3 Gennemsnitskoncentrationer af opløst uorganisk fosfor (fosfat) og antal dage i produktionssæsonen, hvor den pelagiske primærproduktion er potentielt fosforbegrænset (dvs. fosfatkoncentrationer er lavere end "grænseværdien" på 9 $\mu\text{g/L}$) under henholdsvis basisforhold og havbrugsproduktion i tre forskellige afstande fra Standardhavbrug G. Koncentrationer og antal dage med potentiel fosforbegrænsning er gennemsnit af 8 positioner for hver afstand (se Figur 2-5).

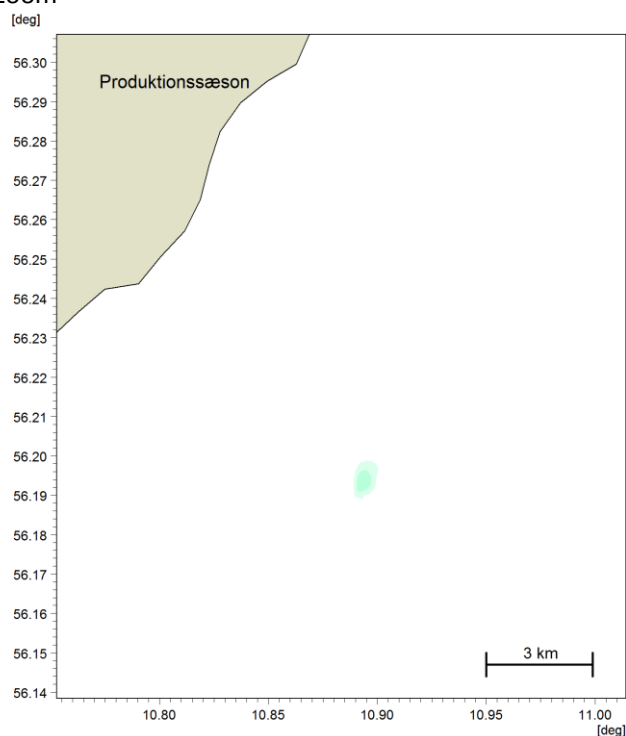
	50 m		500 m		1000 m	
	DIP	fosfor-begræns.	DIP	fosfor-begræns.	DIP	fosfor-begræns.
	$\mu\text{g/L}$	dage	$\mu\text{g/L}$	dage	$\mu\text{g/L}$	dage
Basisforhold	4,1	180	4,1	180	4,1	180
Standardhavbrug G	4,3	178	4,1	180	4,1	180

Opløst uorganisk fosfor (DIP)

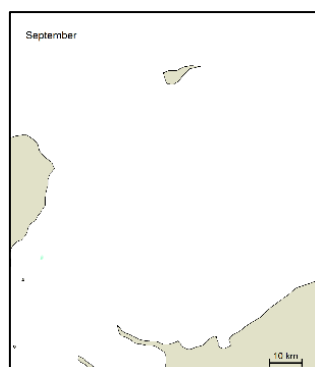
Produktionsperioden



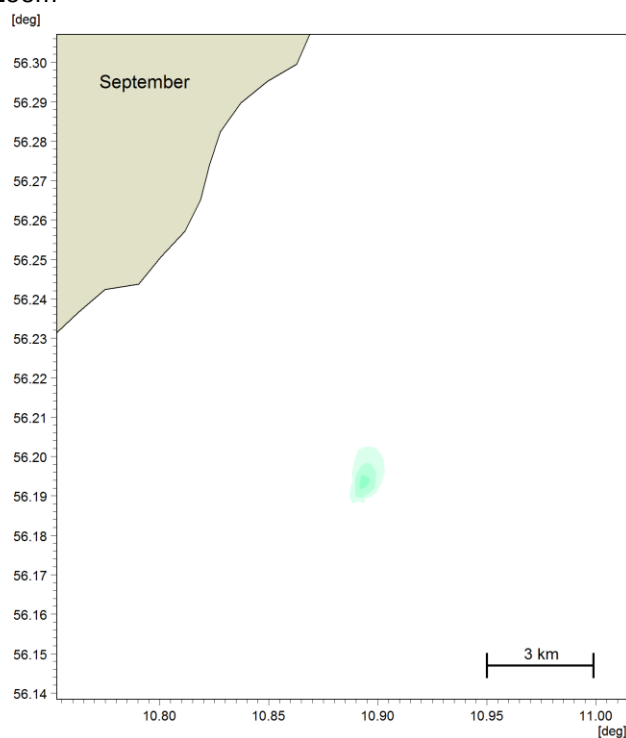
Zoom



September

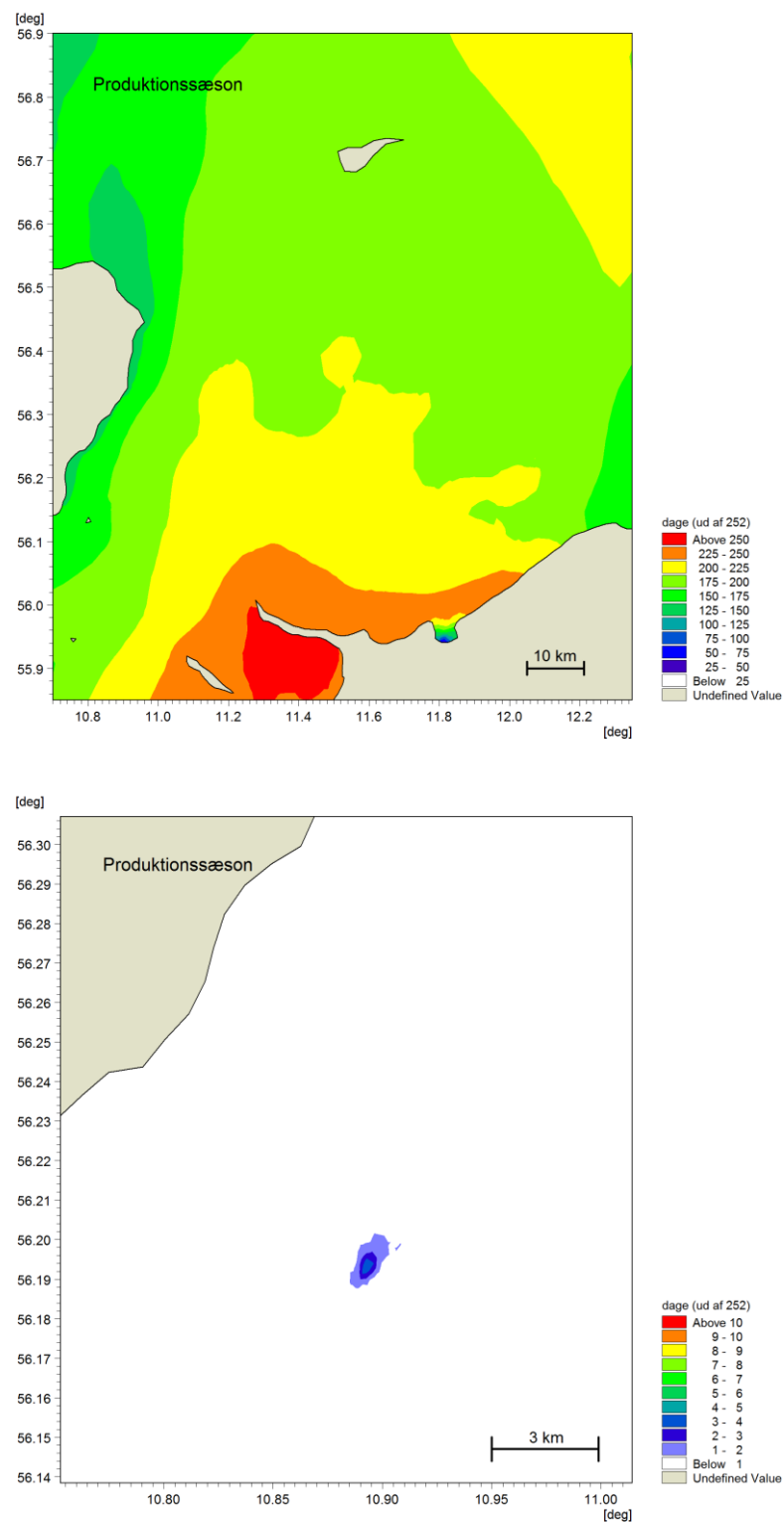


Zoom



Figur 5-4

Beregnet gennemsnitlig ændring i koncentrationen af uorganisk fosfor i overfladen i produktionssæsonen (øverst) og i september måned, hvor ændringen er størst (nederst). Til venstre ses overblik over sydlige Kattegat, hvor hele udbredelsen af ændringen ses og til højre vises et zoom på den centrale del af det påvirkede område. Figurer, der viser den beregnede gennemsnitlige ændring i koncentrationen af uorganisk kvælstof i overfladen for hver af månederne fra april til december, er vist i Bilag B.



Figur 5-5 Antal dage i april-december (produktionssæsonen; øverst), hvor algevæksten er potentielt fosforbegrænset (dvs. koncentrationen af uorganisk fosfor er under "grænseværdien" på 9 μg DIP/L) under basisforhold og antal ekstra (nederst), hvor udledning af DIP fra Standardhavbrug G giver koncentrationer over "grænseværdien".

5.3 Transport af næringsstoffer

Produktion på Standardhavbrug G vil resultere i en mertilførsel af næringsstoffer til de omgivende vandplanområder. Tilførslen af næringsstoffer til de nærtliggende kystnære vandplanområder er opgjort for kvælstof.

Beregningerne af brutto- og nettotransporter ind i vandplanområder er udført med de koblede hydrodynamiske og økologiske modeller og fremgår af Tabel 5-4. Bruttotransporten er en opgørelse af hvor meget kvælstof, der er transport ind i et vandområdet uden hensyn til de processer, som 'taber' kvælstoffet igen, fx at kvælstoffet føres ud af området igen. Ved beregning af nettotilførslen tages der hensyn til disse tab.

Bruttotransporten til vandplanområderne er samlet på 54 ton kvælstof fordelt på områderne i Tabel 5-4 (kolonne A). Størrelsen af bruttotransporten til de forskellige vandplanområder afspejler primært den herskende strømretning i områderne mellem standardhavbruget og de enkelte vandplanområder samt afstanden mellem havbruget og de forskellige vandplanområder - jo kortere afstand i strømretning fra havbrug jo større bruttotransport. Den største bruttotransport (28 ton) sker til vandplanområde 140 "Djursland øst", der ligger umiddelbart vest for havbruget (den korteste afstand er ca. 1,9 km). Derudover sker der en bruttotransport på 3-6 ton (samlet 22 ton) til 5 andre vandplanområder i Kattegat (139, 154, 200+205 og 222) samt til område 219 syd for Djursland (se Tabel 5-4).

Af den samlede udledning på 100 ton kvælstof fra Standardhavbrug G er de resterende 46 ton (der ikke har passeret ind i et vandplanområde) enten fortsat i de åbne havområder (uden for vandplanområderne) eller er transporteret ud af de indre danske farvande til Skagerrak og (en mindre del) til den centrale Østersø. Det kvælstof, som ikke transporteres ud af de åbne havområder kan være immobiliseret (ude af kvælstofkredsløbet) som følge af denitrifikation og udveksling med atmosfæren, være bundet i havområdernes sedimenter eller være optaget og indbygget i biomassen af plankton og fastsiddende flora og fauna (f.eks. makroalger og muslinger).

Nettotilførslen til vandplanområderne repræsenterer den mængde kvælstof, der er transporteret ind, og ikke senere transporteret ud af området med havstrømmene igen. Hovedparten af nettotilførslen (tilbageholdelsen) er antagelig denitrificeret og udvekslet med atmosfæren, mens en mindre andel kan temporært være bundet i sedimenter i områderne eller indbygget i biomassen af fastsiddende flora og fauna (f.eks. muslinger og makroalger). Derfor er nettotilførslen til vandplanområder betydeligt mindre end bruttotransporten. Desuden viser nettotilførslen en markant forskellig fordeling mellem vandplanområder, idet områdernes areal også har en betydning for tilbageholdelsen.

Tabel 5-4 Oversigt over de beregnede bruttotransport og nettotilførsel ind i vandplanområder. A: Bruttotransport over den marine rand ind i vandplanområdet; uden hensyntagen til transporten ud af området og det interne tab. B: Δ Nettotransport, som er differensen mellem nettotransporten over den marine rand under forhold med og uden (basisscenarie) havbrugsdrift. C: Δ Nettotransport angivet i procent i procent af den totale nettotilførsel af kvælstof til området under basisforhold.

Omr ID	Vandområde navn	Vand-område-areal	A Brutto-transport som følge af Standard-havbrug G	B Δ Nettotilførsel som følge af Standard-havbrug G	C Δ Nettotilførsel i procent af den totale nettotilførsel over randen
		Ha	ton N/år	ton N/år	%
140	Djursland Øst	17.383	28	2	0,37
139	Anholt	21.187	4	<1	0,03
154	Kattegat, Læsø	61.643	6	2	0,06
205+ 200	Kattegat, Nordsjælland	58.415	4	<1	0,02
219	Århus Bugt Syd, Samsø og Nordlige Bælthav	180.594	5	<1	0,01
222	Kattegat, Aalborg Bugt	105.195	3	2	0,09
225	Nordlige Kattegat, Ålbæk Bugt	44.355	<1	<1	0,00
138	Hevring Bugt	46.094	<1	<1	0,14
28	Sejerøbugt	81.868	<1	<1	0,02
76	Storebælt sydvest	18,172	<1	<1	0,01

5.4 Ændringer i primærproduktion, klorofyl og sigtdybde

Ændringer i størrelse og udbredelse af den pelagiale primærproduktion og klorofyl-koncentrationen som følge af Standardhavbrug G er præsenteret i Figur 5-6 og Figur 5-7 samt i Bilag C, D og E.

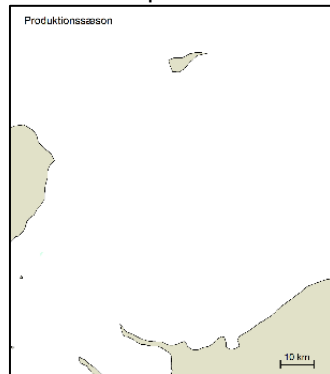
Modelberegningerne viser, at havbrugsdriften har begrænset virkning på den pelagiale primærproduktion og kun i månederne maj til august ses der ændringer. Den største ændring ses i august, hvor produktionen øges med 0,005 til 0,02 g C/m²/d i et område på ca. 10 km² (Figur 5-6). Set i forhold til primærproduktionen under basisforhold i produktionssæsonen (0,4-0,6 g C/m²/d) er ændringerne små.

I lighed med ændringer i primærproduktionen er ændringerne i klorofyl-koncentrationer små (<0,02 µg/L) og i gennemsnit for produktionssæsonen kan der ikke påvises en ændring (Bilag D). I juli og august, som er de eneste måneder, hvor der detekteres en ændring, ses en minimal øgning på 0,01-0,02 µg/L (Figur 5-8). Dette skal ses i relation til en middelkoncentration i september under basisforhold på 2-3 µg klorofyl/L.

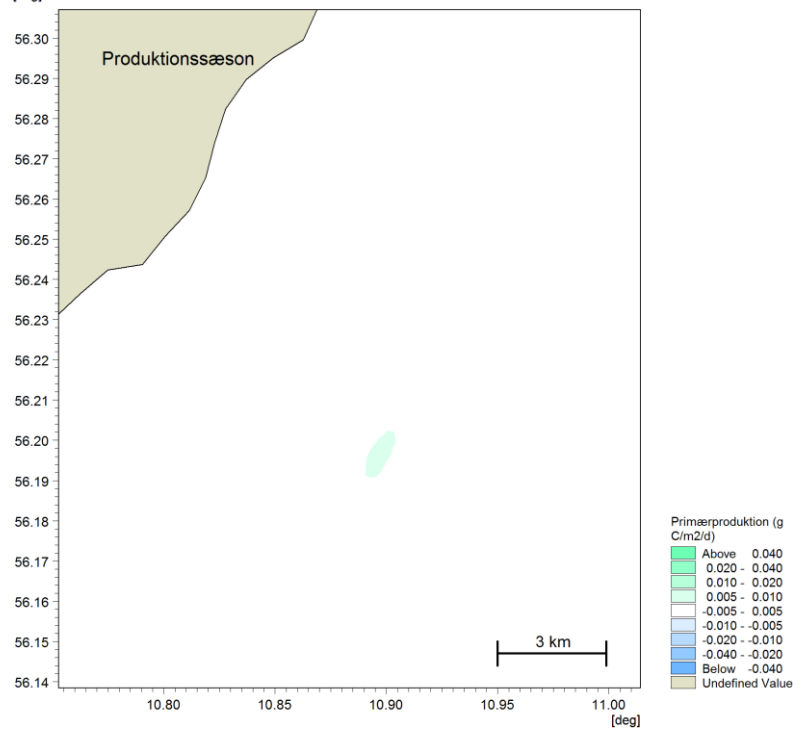
De modellerede i sigtdybde påviser ingen ændringer, idet hverken gennemsnit af produktionsperioden eller månedsgennemsnit overstiger 0,01 m (se Bilag E).

Pelagisk primærproduktion

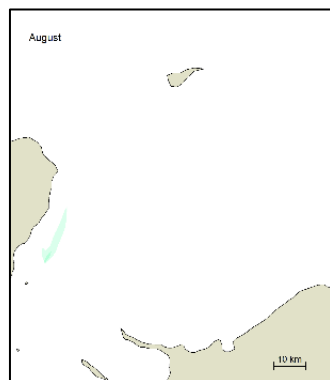
Produktionsperioden



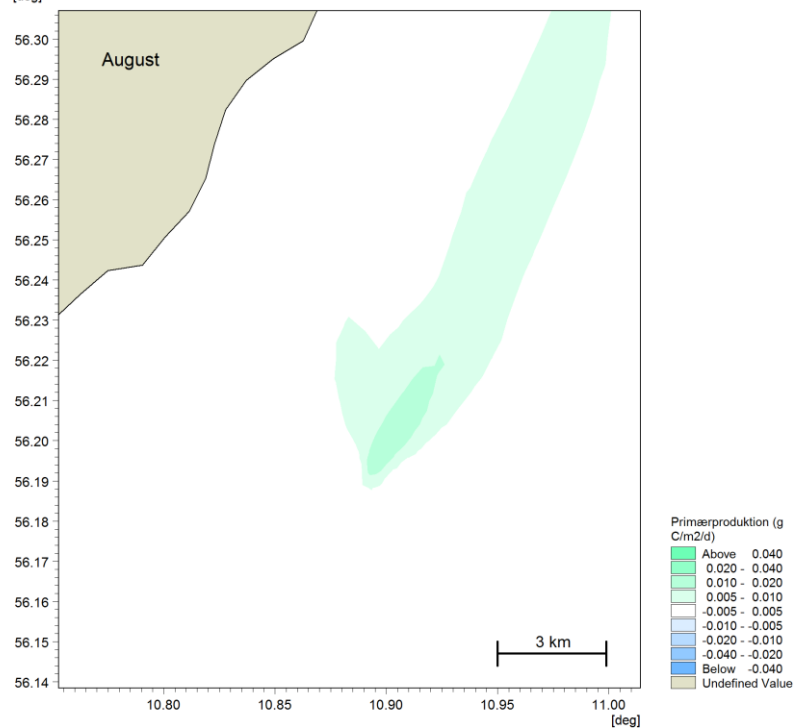
zoom
[deg]



August



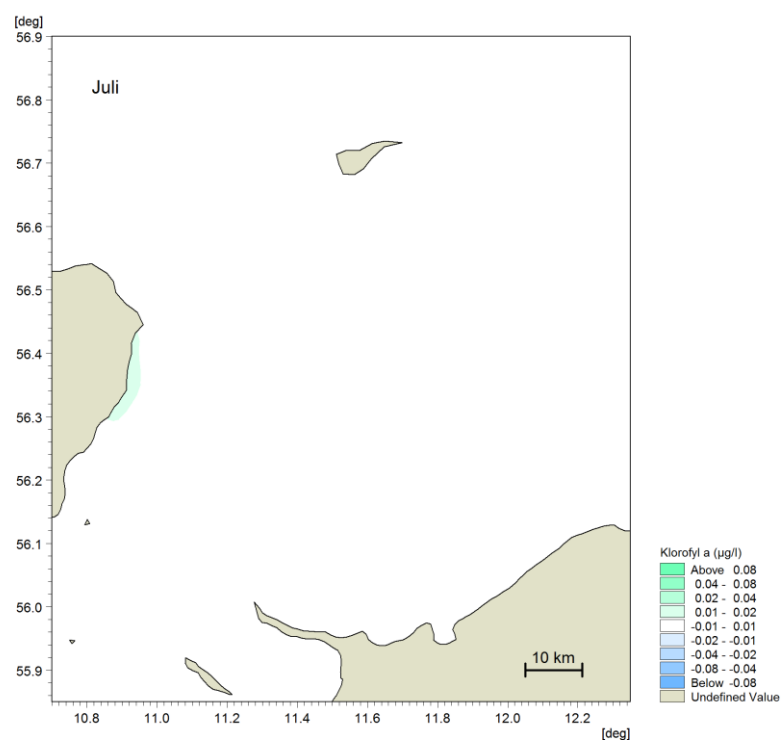
zoom
[deg]



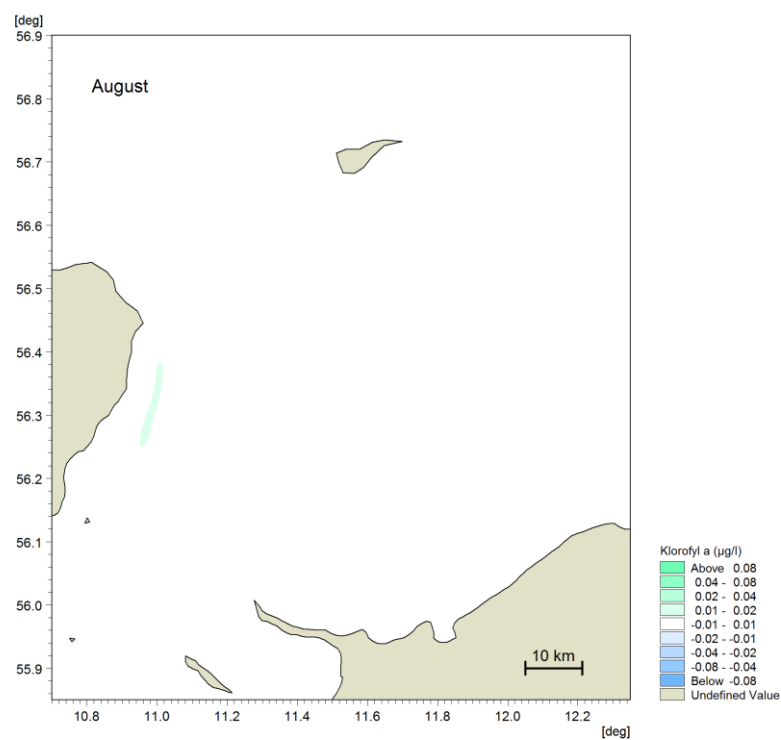
Figur 5-6 Beregnet gennemsnitlig ændring i pelagisk primærproduktion i produktionssæsonen (øverst) og i august, hvor ændringen er størst (nederst). Til venstre er vist et oversigtskort og til højre et zoom på det område, hvor der beregnes ændringer i primærproduktionen. Figurer for produktionssæsonen og de enkelte måneder i denne findes i Bilag C.

Klorofyl

Juli



August



Figur 5-7 Beregnet gennemsnitlig ændring i koncentrationen af klorofyl i overfladen i juli (øverst) og august (nederst), hvor ændringen er størst. Figurer for produktionssæsonen og de enkelte måneder i denne findes i Bilag D.

5.5 Ændringer i bundvand og sediment

Analysen af havbrugsdriftens virkninger på bundvand og havbund omfatter ændringer i sedimentets indhold af organisk stof (organisk bundet C, N og P), ændringer i bundvandets iltkoncentrationer og sedimentets akkumulerede iltforbrug og iltgæld i produktionssæsonen, ved slutningen af produktionssæsonen (december) og i den følgende braksæson.

Den tidlige variation i ændringer af sedimentets indhold af kulstof (C), kvælstof (N), fosfor (P) og iltgæld centralt i havbrugsområdet gennem produktionssæsonen og den efterfølgende brakperiode er præsenteret i Figur 5-8. Den geografiske udbredelse af ændringer er vist som gennemsnit for produktionssæsonen (april-december) og i måneden med den største gennemsnitlige ændring (juli) i Figur 5-9 (kulstof), Figur 5-10 (kvælstof) og Figur 5-11 (fosfor). Det skal bemærkes, at figurerne viser meget lave niveauer af ændringer, der ligger langt under basisniveauerne (se Figur 4-17 og Figur 4-18). Det er gjort for at demonstrere spredningsretningerne for det organiske materiale der sedimenterer ned til havbunden fra standardhavbruget.

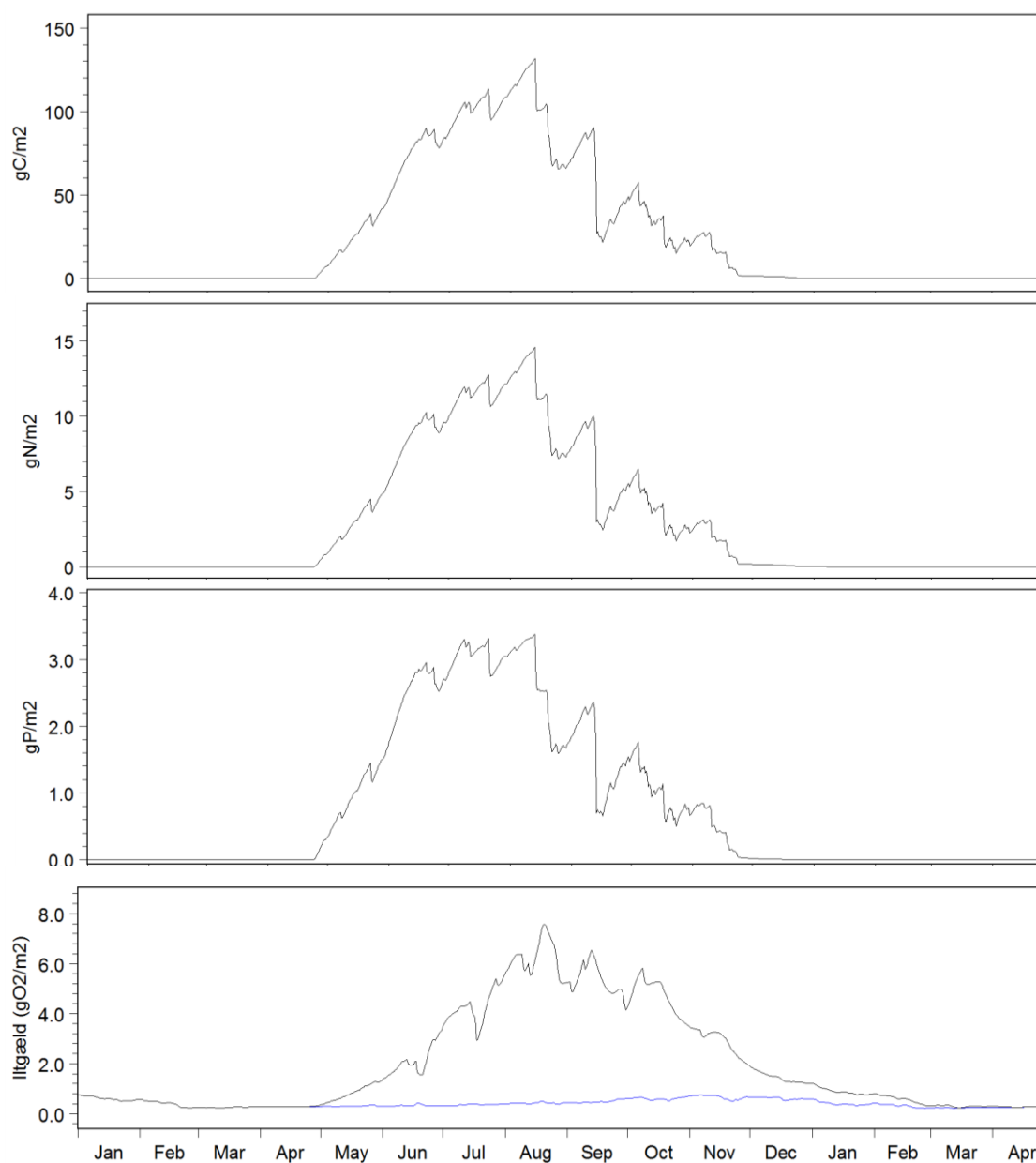
Tidsserierne viser, at der sker en berigelse af sedimentet i perioden med havbrugsdrift. Efter "høst" af havbrugsfiskene aftager effekten og ved start af en ny produktionssæson er alle variable på samme niveau som under basisbetingelser (Figur 5-8). I gennemsnit for produktionssæsonen viser beregningerne at sedimentet er beriget med op til 60 g C/m², 7 g N/m² og 2,0 g P/m² under havbruget og tæt på havbruget. Denne berigelse skal ses i forhold til indholdet under basisforhold på 1200-1600 g C/m², 80-120 g N/m² og ca. <4 g P/m² (Figur 4-17 og Figur 4-18).

Berigelsen kan i overensstemmelse med de dominerende strømretninger følges i faner fra havbruget med markant faldende berigelse (Figur 4-1). I 1-2 km's afstand (afhængigt af strømmen) er niveauerne mindre end 0,1 g C/m², 0,01 g N/m² og 0,001 g P/m². Da der er tale om meget små ændringer er der ikke reelt ikke ændringer i sedimentet. I december er sedimentets indhold af C, N og P det samme som under basisforhold (Figur 5-8).

På månedsbasis ses den største berigelse i juni (P) og juli (C og N).

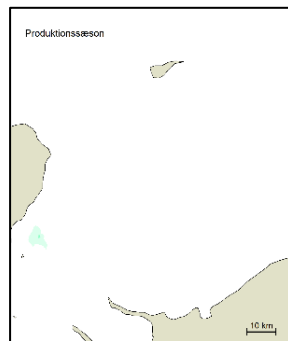
Den samlede fanes udbredelse øges frem til juni for fosfor (Figur 5-11 nederst) og juli for kulstof og kvælstof (Figur 5-9 og Figur 5-10 nederst). En sandsynlig forklaring på den stigende udbredelse frem til juni - juli er det øgede tab af organiske partikler fra den voksende fiskebestand kombineret med vejrforhold med begrænset resuspension.

I december er der tale om meget små ændringer, der reelt ikke udgør ændringer i sedimentet. I december er sedimentets indhold af C, N og P, således på det samme som under basisforhold (Figur 5-8, Figur 5-9, Figur 5-10, Figur 5-11).

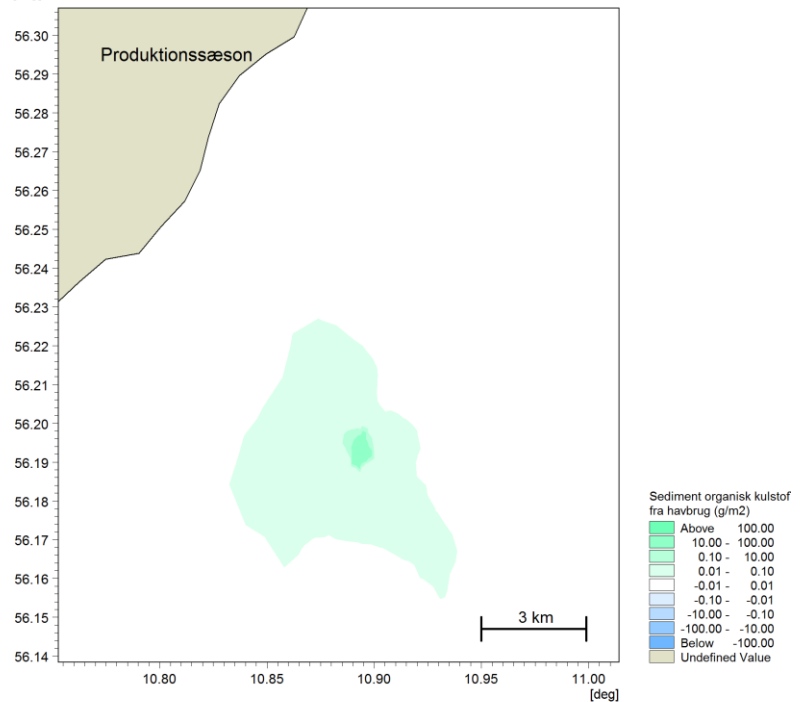


Figur 5-8 Den tidlige ændring i sediments ekstra indhold af kulstof (C), kvælstof (N), og fosfor (P) centralt i havbrugsområdet gennem produktionssæsonen og den efterfølgende brakperiode (tre øverste). Nederst: den tidlige ændring i iltgæld under basisbetingelser (blå linje) og ved havbrugsdrift ved Standardhavbrug A (sort linje).

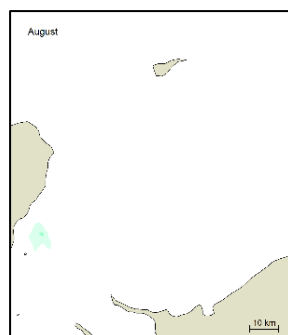
Organisk kulstof Produktionssæson



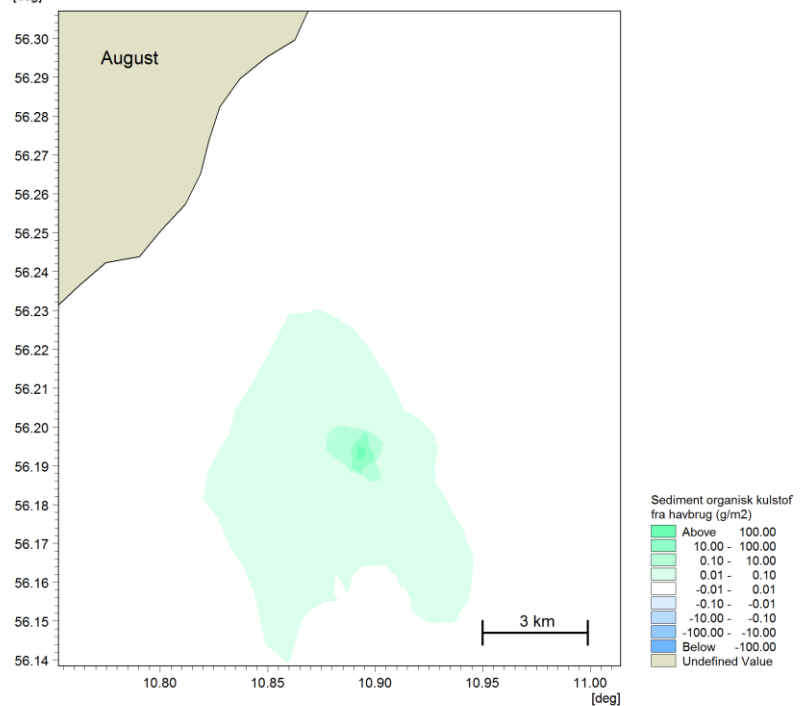
Zoom



August

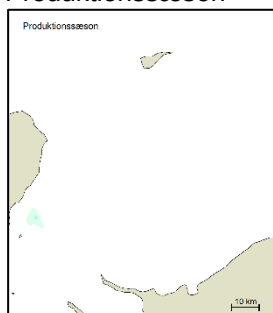


Zoom

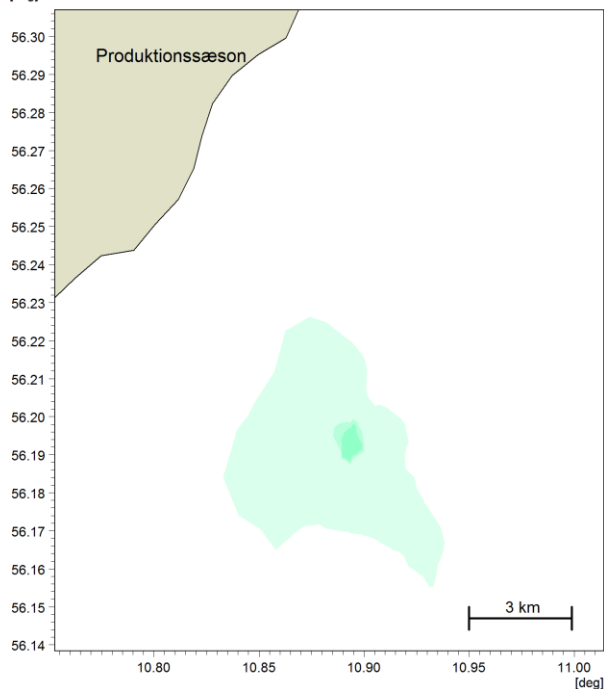


Figur 5-9 Beregnet gennemsnitlig ændring i sedimentets indhold af organisk kulstof i produktionssæsonen (øverst), og i august, hvor ændringen er størst (nederst). Til venstre vises et oversigtskort og til højre et zoom på det område hvor der beregnes ændringer. Figurer for produktionssæsonen og alle måneder er vist i Bilag F.

Organisk kvælstof Produktionssæson



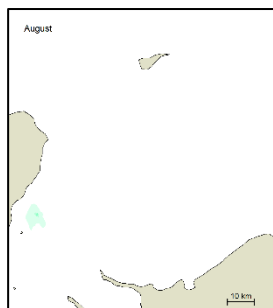
Zoom [deg]



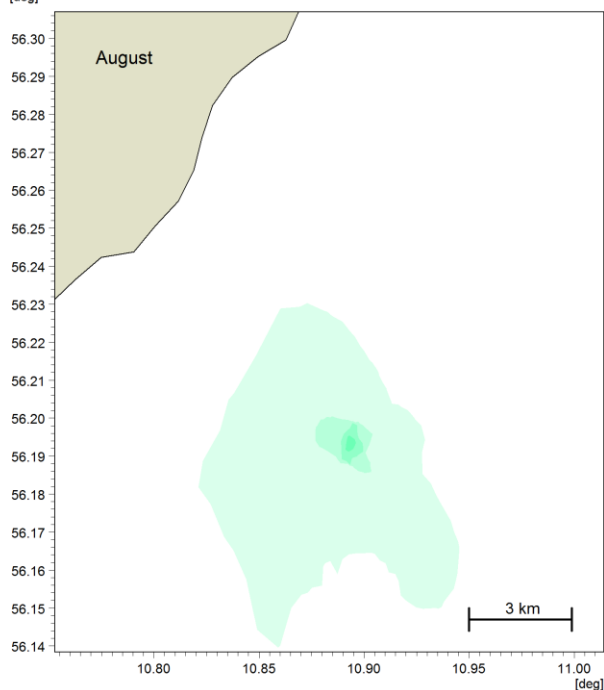
Sediment organisk
kvælstof fra havbrug (g/m²)

Above	10.000
1.000 -	10.000
0.010 -	1.000
0.001 -	0.010
-0.001 -	0.001
-0.010 -	-0.001
-1.000 -	-0.010
-10.000 -	-1.000
Below	-10.000
Undefined Value	

August



Zoom [deg]

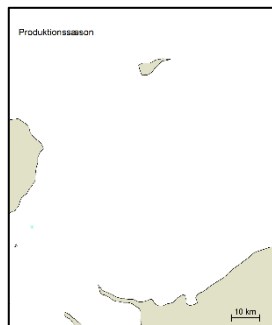


Sediment organisk
kvælstof fra havbrug (g/m²)

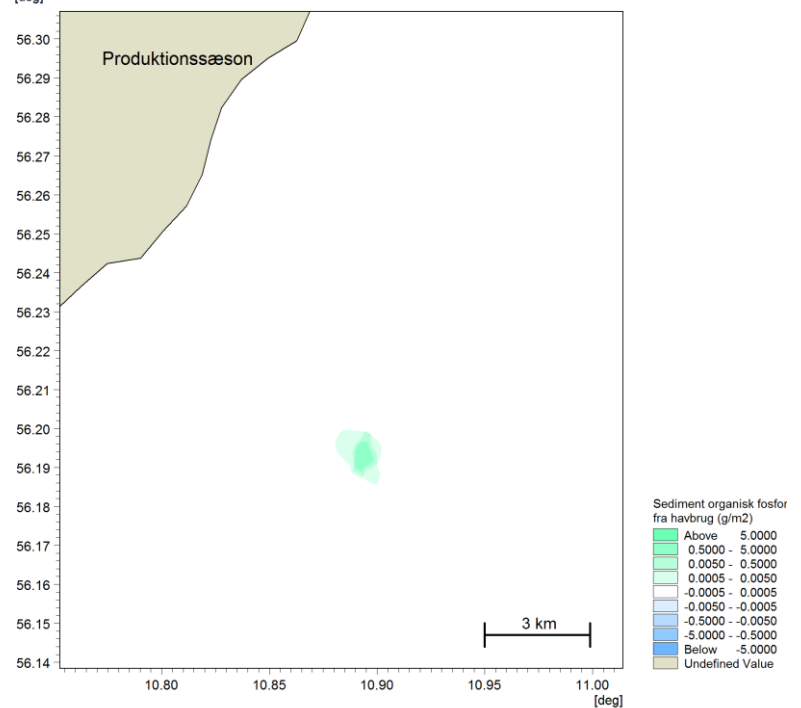
Above	10.000
1.000 -	10.000
0.010 -	1.000
0.001 -	0.010
-0.001 -	0.001
-0.010 -	-0.001
-1.000 -	-0.010
-10.000 -	-1.000
Below	-10.000
Undefined Value	

Figur 5-10 Beregnet gennemsnitlig ændring i sedimentets indhold af organisk kvælstof i produktionssæsonen (øverst), og i august, hvor ændringen er størst (nederst). Til venstre vises et oversigtskort og til højre et zoom på det område hvor der beregnes ændringer. Figurer for produktionssæsonen og alle måneder er vist i Bilag G.

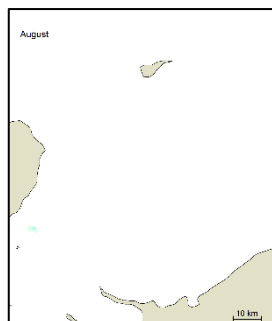
Organisk fosfor Produktionssæson



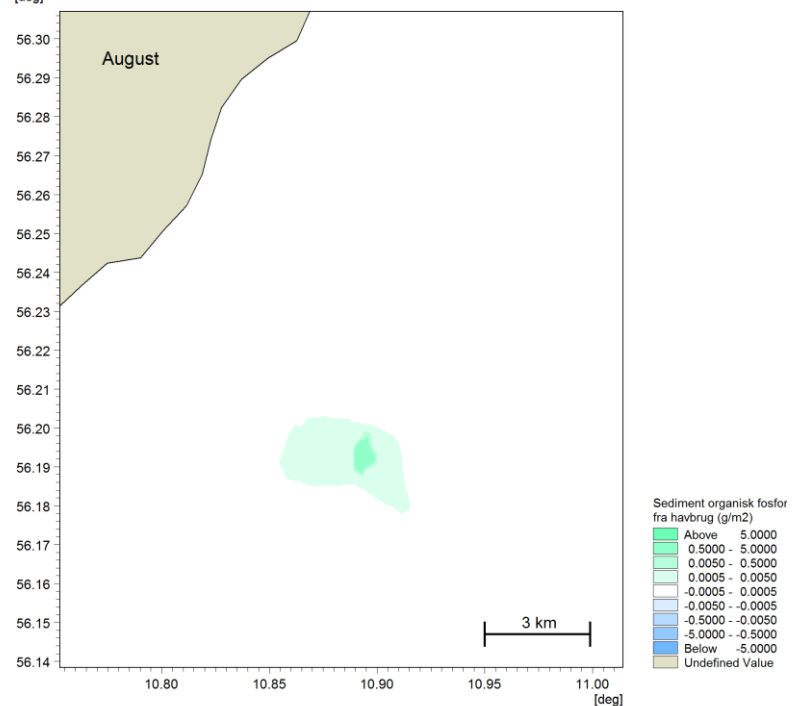
Zoom



August



Zoom



Figur 5-11 Beregnet gennemsnitlig ændring i sedimentets indhold af organisk fosfor i produktionssæsonen (øverst), og i august, hvor ændringen er størst (nederst). Til venstre vises et oversigtskort og til højre et zoom på det område hvor der beregnes ændringer. Figurer for produktionssæsonen og alle måneder er vist i Bilag H.

Ændringer i sedimentkoncentrationen af kulstof (C), kvælstof (N) og fosfor (P) kan udløse ændringer i bundvandets iltkoncentration, itlgælden og iltforbruget i sedimentet. Iltforbruget repræsenterer havbundens (med dens tilknyttede organismer) samlede optag af ilt fra vandet, mens itlgælden repræsenterer den mængde ilt, som er nødvendig for at oxidere den varierende mængde af reducerede forbindelser i sedimentet. Den er resultat af den anaerobe nedbrydning af organisk stof, der finder sted, når ilt-nedtrængning i sedimentet ikke kan følge med nedbrydning af organisk stof. Ændringer i bundvandets iltkoncentration og sedimentets iltforbrug og itlgæld er vist i Figur 5-12, Figur 5-13 og Figur 5-14.

Beregninger viser ingen ændringer i bundvandets iltkoncentration (Bilag J og Tabel 5-5) dermed er der heller ikke ændringer i antallet af dage med koncentrationer <4 mg/L.

Tabel 5-5 Gennemsnitlig iltkoncentration i produktionsperioden og antal dage med iltkoncentrationer under 4 mg/L i en afstand af 50, 500 og 1000 m fra Standardhavbrug G under basisforhold og havbrugsproduktion. Koncentrationer og antal dage er gennemsnit af 8 positioner for hver afstand (se Figur 5-2). Iltkonc. = iltkoncentration.

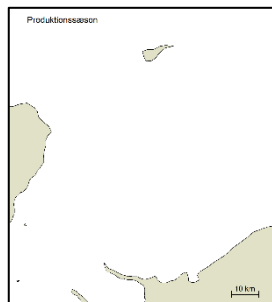
	50 m		500 m		1000 m	
	Iltkonc.	Dage <4 mg/l	Iltkonc.	Dage <4 mg/l	Iltkonc.	Dage <4 mg/l
	mg/L	dage	mg/L	dage	mg/L	dage
Basisforhold	6,0	0	5,9	0	5,9	0
Standardhavbrug G	6,0	0	5,9	0	5,9	0

Iltforbruget i sedimentet ændres under og tæt ved havbruget (Figur 5-13). Under havbruget er forbruget i gennemsnit for produktionssæsonen beregnet til at øges med op til 0,9 g O₂/m²/d og i august, hvor ændringen er størst, sker der en øgning i iltforbruget på op til 1,6 g O₂/m²/d. Under basisforhold beregnes iltforbruget i december måned under havbruget til 0,5-1,0 g/m²/d.

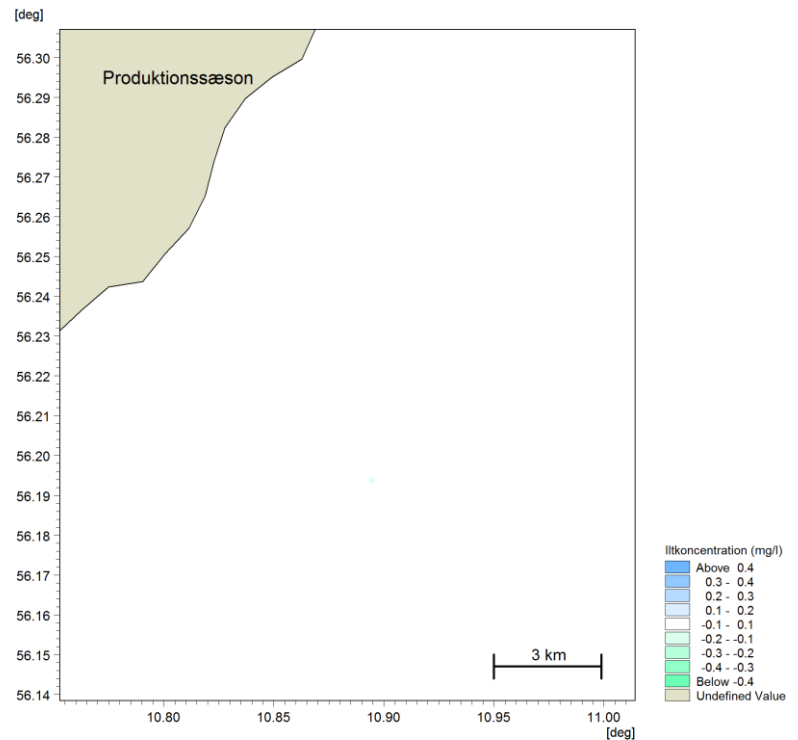
Tilsvarende ændres itlgælden under og tæt ved havbruget (Figur 5-14). Modelberegningerne viser, at itlgælden lige under havbruget i gennemsnit for produktionssæsonen vil blive øget med op til 4 g/m². I august, hvor den gennemsnitlige ændring er størst, er udbredelsen af samme størrelsesorden (Figur 5-14 nederst), men lige under havbruget sker der en øgning i itlgælden på op til 8 g O₂/m². I den sidste måned med ændring, som er februar i brakperioden det følgende år, er øgningen i itlgælden i havbruget på <0,4 g O₂/m². Til sammenligning beregnes itlgælden i december måned under basisforhold til 0,6-0,9 O₂/m²/d.

Ved drift af Standardhavbrug G viser modelberegningerne således, at der ved afslutningen af produktionssæsonen (april-december) ikke længere kan forventes ændringer i sedimentets indhold af kulstof (C), kvælstof (N) og fosfor (P), men at der fortsat er itlgæld i sedimentet lige under havbruget. Iltgælden reduceres gradvist i brakperioden og ved udgangen af februar i det efterfølgende år er niveauerne tilbage på basisniveau.

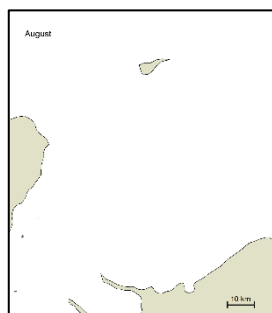
Ilt i bundvandet Produktionssæson



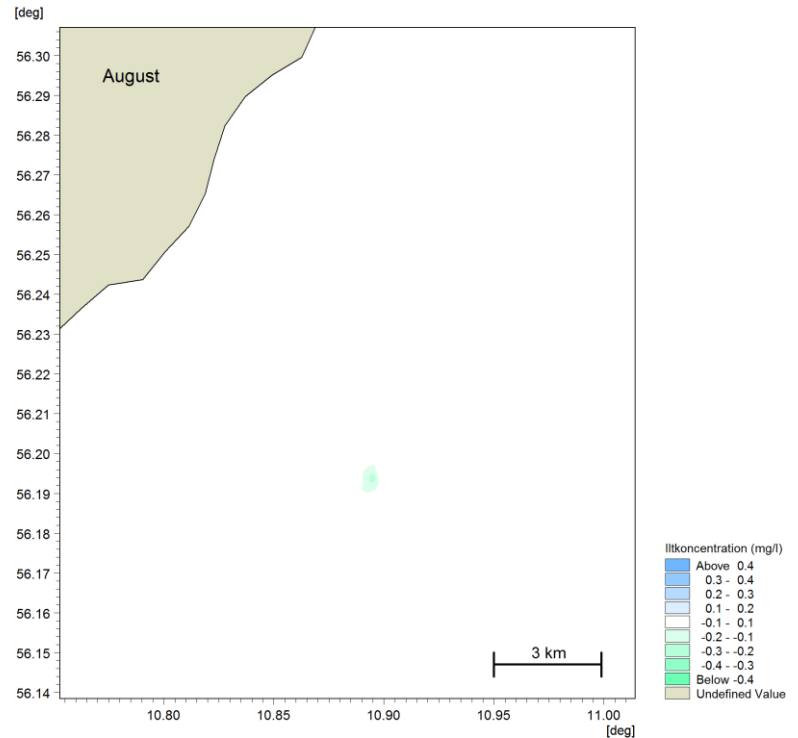
Zoom



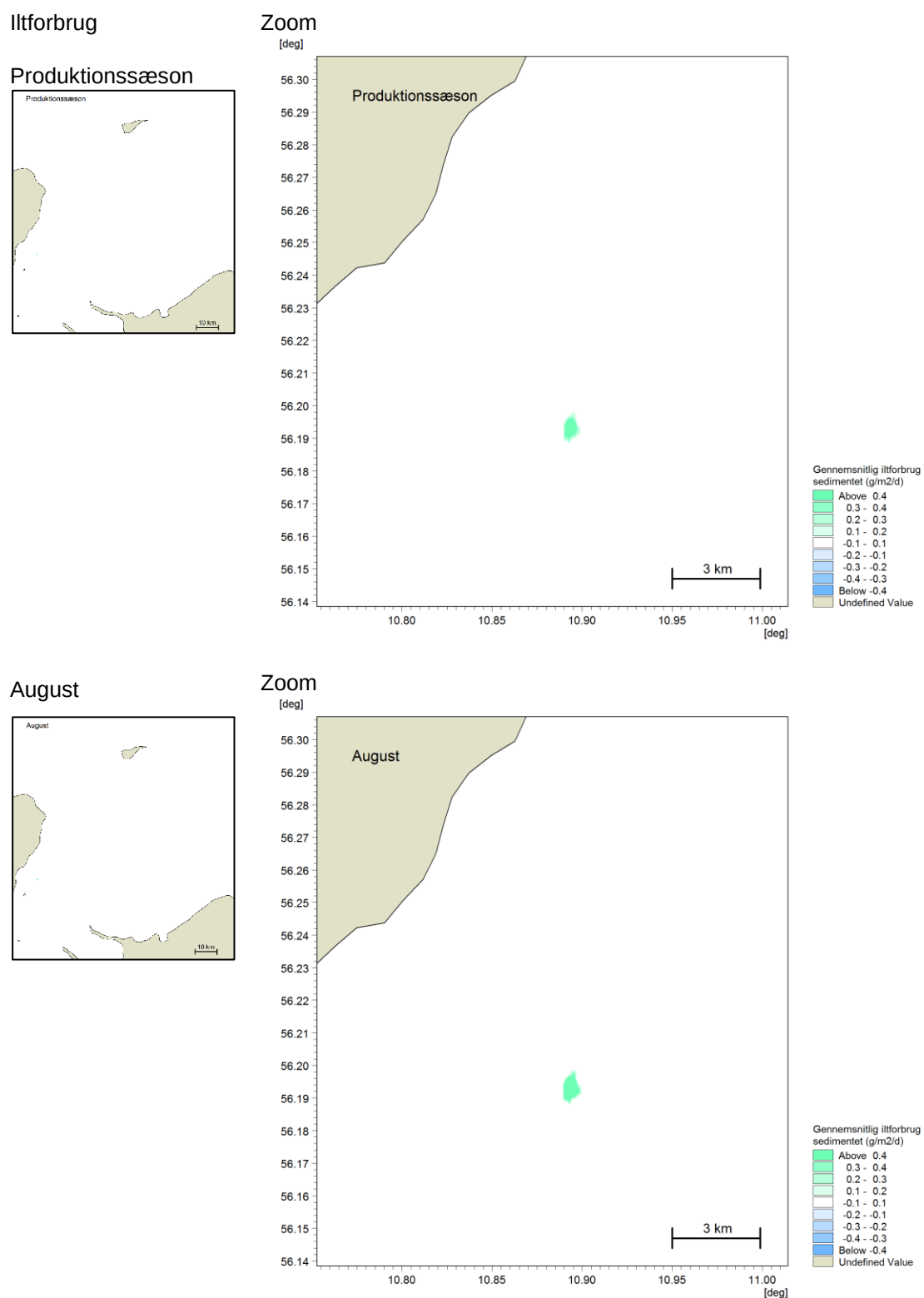
August



Zoom



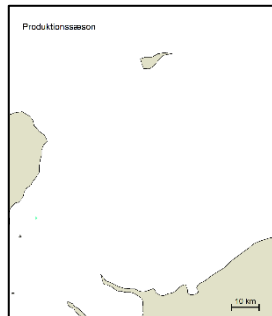
Figur 5-12 Beregnet gennemsnitlig ændring i iltkoncentration (mg/L) i bundvandet i produktionssæsonen (øverst) samt august, hvor ændringen er størst (nederst). Figurer for produktionssæsonen og alle måneder er vist i Bilag J.



Figur 5-13 Beregnet gennemsnitlig ændring i sedimentets daglige iltforbrug i produktionssæsonen (øverst), og i august, hvor ændringen er størst (nederst). Figurer for produktionssæsonen og alle måneder er vist i Bilag I.

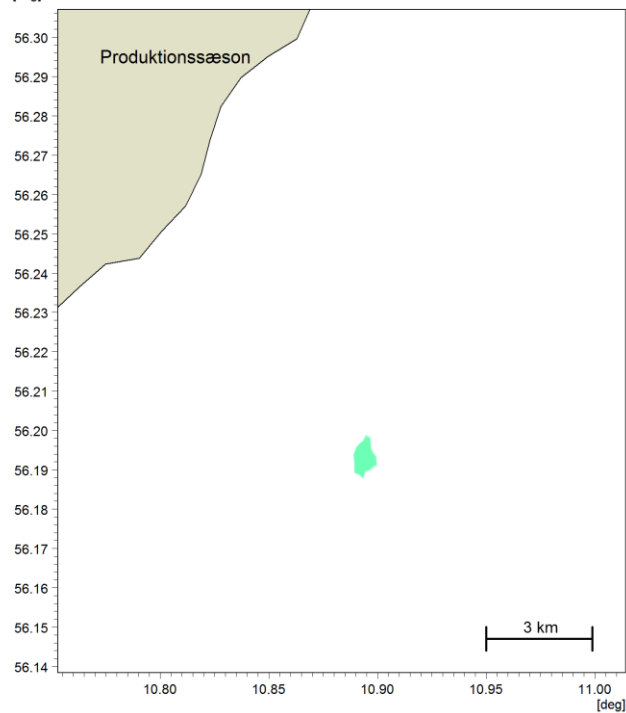
Iltgæld

Produktionssæsonen



Zoom

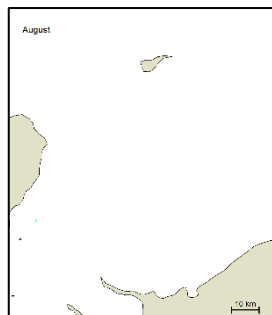
[deg]



Iltgæld i sediment (g/m)

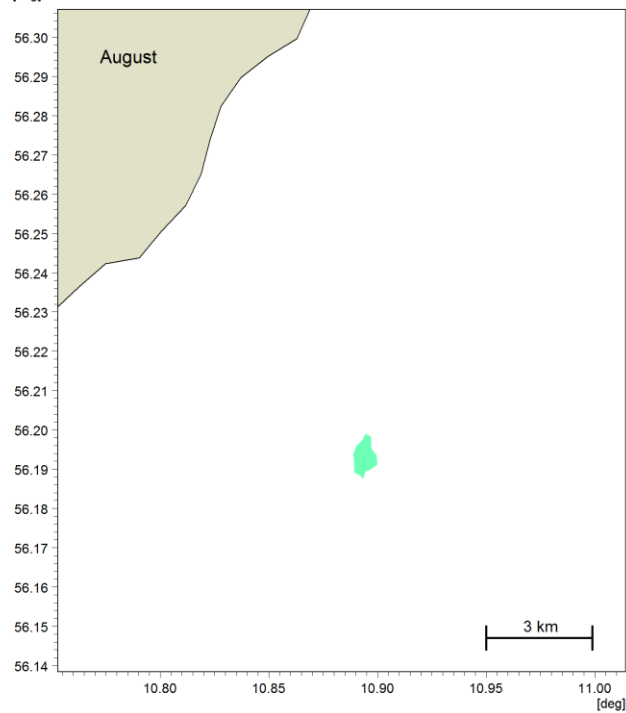
- Above 0.4
- 0.3 - 0.4
- 0.2 - 0.3
- 0.1 - 0.2
- 0.1 - 0.1
- 0.2 - 0.1
- 0.3 - 0.2
- 0.4 - 0.3
- Below -0.4
- Undefined Value

August



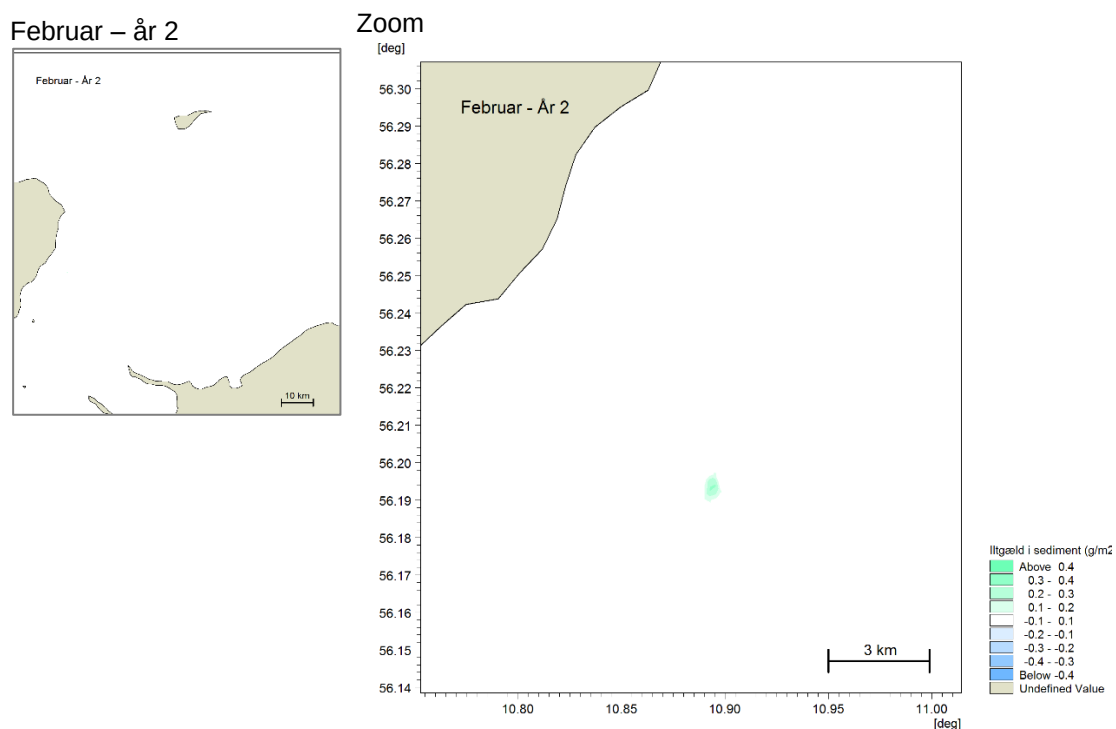
Zoom

[deg]



Iltgæld i sediment (g/m)

- Above 0.4
- 0.3 - 0.4
- 0.2 - 0.3
- 0.1 - 0.2
- 0.1 - 0.1
- 0.2 - 0.1
- 0.3 - 0.2
- 0.4 - 0.3
- Below -0.4
- Undefined Value



Figur 5-14 Beregnet gennemsnitlig ændring i sedimentets iltgæld (g/m²) i produktionssæsonen (øverst) og i august, hvor ændringen er størst (midt) og i februar den efterfølgende brakperiode, som er sidste måned med ændring (nederst). Figurer for produktionssæsonen og alle måneder er vist i Bilag K.

6 Ændringer som følge af brug af hjælpestoffer

6.1 Kobbertab fra antibegroningsmiddel

Da kobber er et naturligt forekommende grundstof i havvand, repræsenterer de modellerede koncentrationer af kobber i og omkring Standardhavbrug G *tilføjede* koncentrationer, dvs. overkoncentrationer i forhold til baggrundsniveauet. BEK 1022 af 25/08/2010 med ændringer i BEK 1339 af 21/12/2011 fastsætter miljøkvalitetskrav for hjælpestoffer anvendt i havbrug (BEK 1022 2010, BEK 1339 2011) og disse krav er anvendt som baggrund for præsentation af resultaterne for udbredelse af kobber tabt fra standardhavbruget. Kravene omfatter to miljøkvalitetskrav, det generelle kvalitetskrav (VKK) og korttidskvalitetskravet (KVKK), hvor det generelle kvalitetskrav beskytter vandmiljøet mod kroniske virkninger, mens korttidskvalitetskravet beskytter mod en akut virkning i forbindelse med en korttidsudledning. En korttidsudledning defineres som en udledning af højst 24 timers varighed, som højst må forekomme én gang om måneden. Kravene er angivet i Tabel 6-1.

Tabel 6-1 Miljøkvalitetskrav for kobber i det marine vandmiljø. Generelle kvalitetskrav (VKK) gælder for de gennemsnitlige koncentrationer, og korttidskvalitetskrav (KVKK) gælder for de daglige maksimale koncentrationer under behandlingsperioden (BEK 1022 2010, BEK 1339 2011).

Stof	VKK (µg/L)	KVKK (µg/L)
Kobber (µg/L)	1 (tilføjet)	2 (tilføjet)

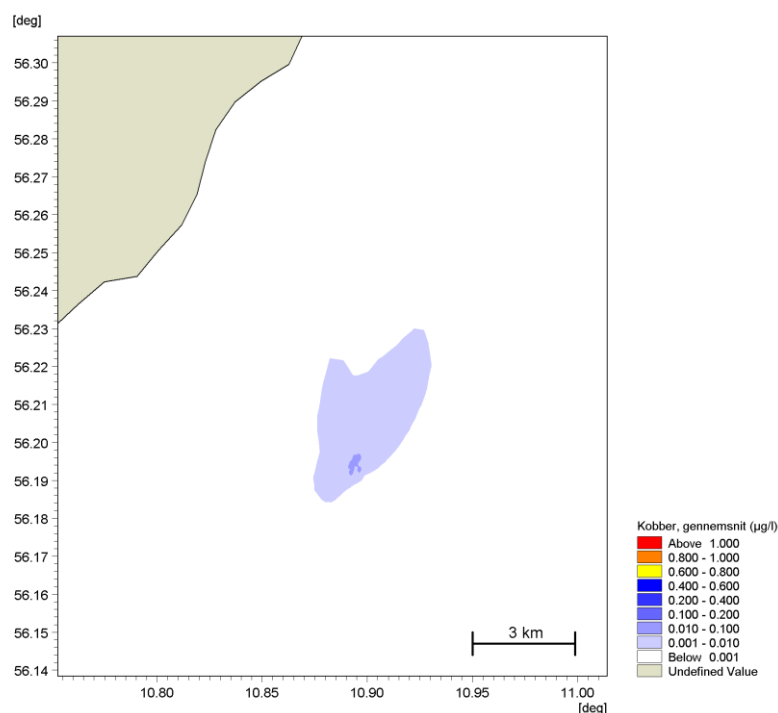
6.1.1 Overkoncentration af kobber i vandet

I det følgende afsnit beskrives resultaterne af beregninger af de forventede "worst case" overkoncentrationer af kobber i og omkring Standardhavbrug G.

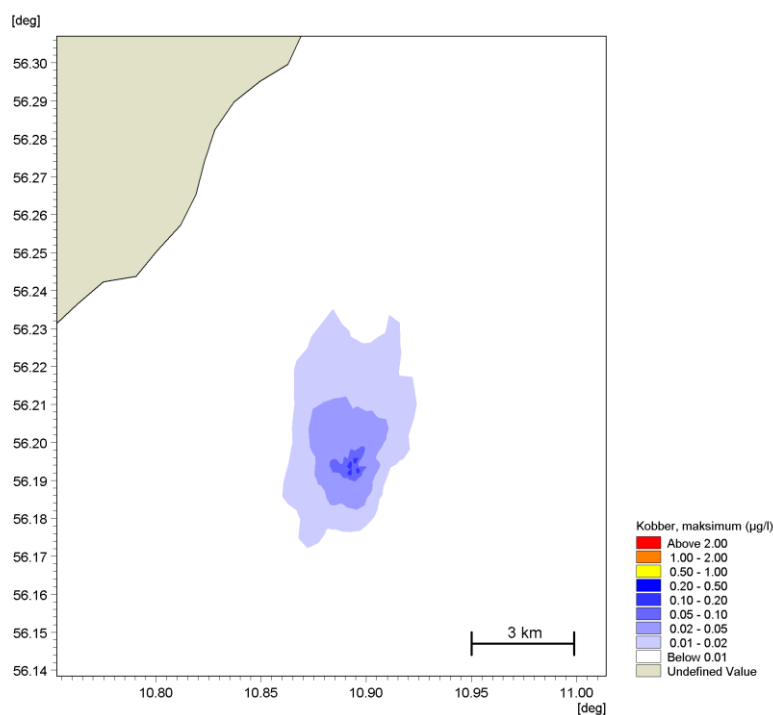
De beregnede overkoncentrationer af kobber i vandet er illustreret ved gennemsnitsværdier (Figur 6-1) og maksimumværdier (Figur 6-2). Gennemsnitsværdierne repræsenterer det aritmetiske gennemsnit af alle beregnede koncentrationer i udledningsperioden april-august. Maksimumværdierne repræsenterer de maksimale glidende gennemsnitsværdier for 24 timers perioder inden for udledningsperioden.

Sammenlignes de beregnede middeloverkoncentrationer ($<0,1 \mu\text{g Cu/L}$, Figur 6-1) med det for kobber fastsatte generelle miljøkvalitetskrav for havvand (VKK) på $1 \mu\text{g Cu/L}$ (Tabel 6-1), er de beregnede overkoncentrationer mindst en faktor 10 lavere. I overensstemmelse med den dominerende strømretning (Figur 4-1) er middelkoncentrationsfanen primært udbredt nordøst for standardhavbruget.

Sammenlignes de beregnede maksimale daglige overkoncentrationer ($<0,2 \mu\text{g Cu/L}$, Figur 6-2) med det fastsatte korttidskvalitetskriterium for havvand (KVKK) på $2 \mu\text{g Cu/L}$, er de beregnede overkoncentrationer ligeledes mindst en faktor 10 lavere. Figuren viser, at kobberet kan spredes i forskellige retninger (afhængigt af strømretningen), men i alle tilfælde er koncentreret i området omkring havbruget.



Figur 6-1 Middeloverkoncentration i overfladen (0-5m) af kobber (µg Cu/L) i perioden april-august, hvor Standardhavbrug G anvender ny-imprægnerede net.



Figur 6-2 Maksimale overkoncentrationer i overfladen (0-5 m) af kobber (µg Cu/L) for perioden april-august. Overkoncentrationerne forekommer omkring Standardhavbrug G. Bemærk at figuren ikke repræsenterer koncentrationen på et bestemt tidspunkt, men den maksimale koncentration beregnet for hver gridcelle i løbet af april-august.

6.1.2 Tab til sediment

Tabet af kobber til sedimentet vil skønsmæssigt udgøre 90 kg per år (modsvarende 50% af det samlede kobbertab). Skæbnen af dette kobber er ikke modelleret, men vurderet på basis af tidligere undersøgelser fra danske og udenlandske havbrug. Disse undersøgelser har vist, at kobberet tilføres sedimentet via afskalning fra nettet. I sedimentet vil malingsflager blive sønderdelt, kobber gradvist gå i opløsning og bindes til sedimentets lerfraktion og det organiske stof (Takahashi et al. 2012, Simpson et al. 2013, Macleod et al. 2014). Sønderdeling og opløsning vil ske hurtigst (ét-til-flere år) i dynamiske sedimenter påvirket af kraftige bundstrømme. Efterhånden vil det frigivne kobber blive bundet til, transporteret med og aflejret sammen med den fine sedimentfraktion. Ved havbrug der er etableret over akkumulationsbund kan der ske en løbende berigelse med kobber hvor malingsflager løbende overlejres med sediment.

Da bundstrømmen omkring Standardhavbrug G i perioder i perioder er kraftig er det antaget, at kobberet spredes til et område på mellem 1x1 km - 5x5 km. Dette vil medføre en årlig sedimentberigelse i området på 0,03 - 0,86 mg Cu/kg sediment tørvægt under antagelse af, at dybden af det aktive sediment er 5 cm.

7 Ændringer som følge af brug af medicin

7.1 Antibiotika

Oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim er ikke naturligt forekommende stoffer i havmiljøet, og forudsat at området omkring havbruget er upåvirket af andre kilder, repræsenterer de modellerede koncentrationer de absolutte koncentrationer.

Som for hjælpestoffer fastsætter BEK 1022 af 25/08/2010 med ændringer i BEK 1339 af 21/12/2011 miljøkvalitetskrav for medikamenter anvendt i havbrug (BEK 1022 2010, BEK 1339 2011) og disse krav er anvendt som baggrund for præsentation af resultaterne for udbredelse af medicin tabt fra standardhavbruget. Kravene omfatter to miljøkvalitetskrav, det generelle kvalitetskrav (VKK) og kortidskvalitetskravet (KVKK), hvor det generelle kvalitetskrav beskytter vandmiljøet mod kroniske virkninger, mens kortidskvalitetskravet beskytter mod en akut virkning i forbindelse med en kortidsudledning. En kortidsudledning defineres som en udledning af højst 24 timers varighed, som højst må forekomme én gang om måneden. Kravene er angivet i Tabel 7-1.

Tabel 7-1 Miljøkvalitetskrav for oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim i det marine vandmiljø. Generelle kvalitetskrav (VKK) gælder for de gennemsnitlige koncentrationer i behandlingsperioden, og kortidskvalitetskrav (KVKK) gælder for de maksimale koncentrationer i 24 timer under behandlingsperioden (BEK 1022 2010, BEK 1339 2011),

Stof	VKK	KVKK
Oxolinsyre	15 µg/L	18 µg/L
Sulfadiazin	4,6 µg/L	14 µg/L
Trimethoprim	10 µg/L	160 µg/L

7.1.1 Koncentration af medicin

Følgende afsnit beskriver resultaterne af beregninger af de forventede "worst case" koncentrationer af medicin i og omkring Standardhavbrug G. Beskrivelsen af modelleringen er givet i afsnit 2.5.

De beregnede koncentrationer af oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim er illustreret som gennemsnitsværdier (Figur 7-1, øverst, Figur 7-2, øverst, Figur 7-3, øverst) samt som maksimale værdier (Figur 7-1, nederst, Figur 7-2, nederst, Figur 7-3, nederst). Gennemsnitsværdierne repræsenterer det aritmetiske gennemsnit af alle beregnede koncentrationer i udledningsperioden. Maksimumværdierne repræsenterer de maksimale glidende gennemsnitsværdier for 24 timers perioder inden for udledningsperioden.

De højeste middelkoncentrationer beregnes for alle tre antibiotika for farvandet omkring standardhavbruget – inden for en afstand af 5 km. Antibiotika kan spredes i forskellige retninger (afhængigt af strømretningen), men i alle tilfælde er koncentreret i området omkring havbruget.

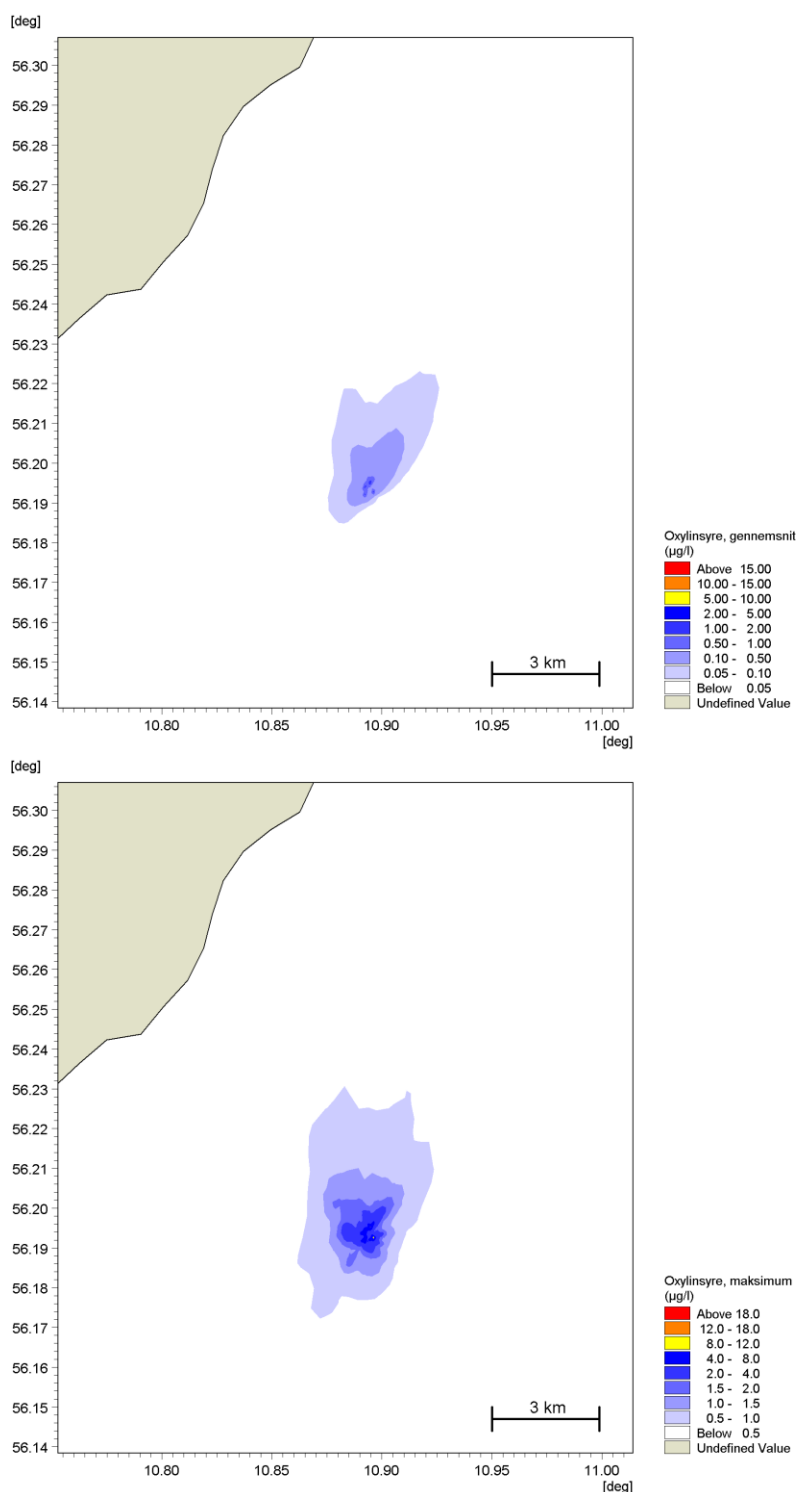
De beregnede middelkoncentrationer af oxolinsyre i havområdet omkring Standardhavbrug G er <2 µg/L (Figur 7-1, øverst), og det fastsatte VKK på 15 µg/L for oxolinsyre (Tabel 7-1) bliver derfor ikke overskredet.

Sammenholdes de beregnede maksimale døgnmiddelkoncentrationer ($<12 \mu\text{g/L}$, Figur 7-1, nederst) med det fastsatte korttidskvalitetskriterium (KVKK) på $18 \mu\text{g/L}$ ses det, at det fastsatte KVKK på $18 \mu\text{g/L}$ for oxolinsyre (Tabel 7-1) ikke bliver overskredet.

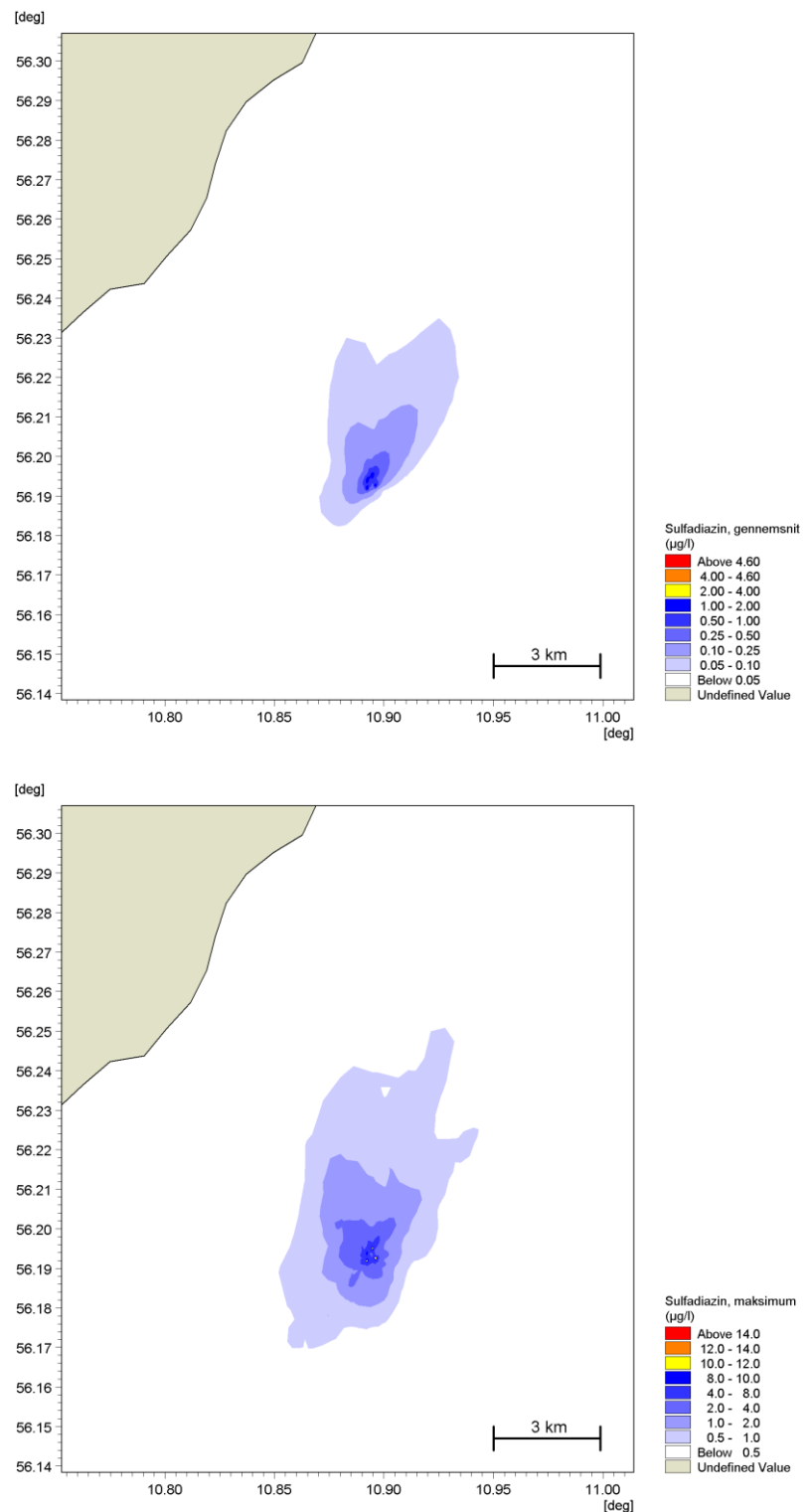
Det samme er gældende for sulfadiazin og trimethoprim. De middelkoncentrationer, der er beregnet for havområdet omkring Standardhavbrug G, er for sulfadiazin $<2 \mu\text{g/L}$ og for trimethoprim $<0,5 \mu\text{g/L}$ (Figur 7-2, øverst og Figur 7-3, øverst), hvilket skal sammenholdes med VKK-værdier på henholdsvis $4,6 \mu\text{g/L}$ og $10 \mu\text{g/L}$ (Tabel 7-1). VKK-værdierne bliver derfor ikke overskredet.

De beregnede maksimale døgnmiddelkoncentrationer for sulfadiazin (Figur 7-2, nederst) er ved udledningen i havbruget $<12 \mu\text{g/L}$ og falder inden for kort afstand ($<500 \text{ m}$) til værdier $<4 \mu\text{g/L}$. Denne værdi skal sammenholdes med et KVKK-kriterie på $14 \mu\text{g/L}$. VKK-værdierne bliver derfor ikke overskredet.

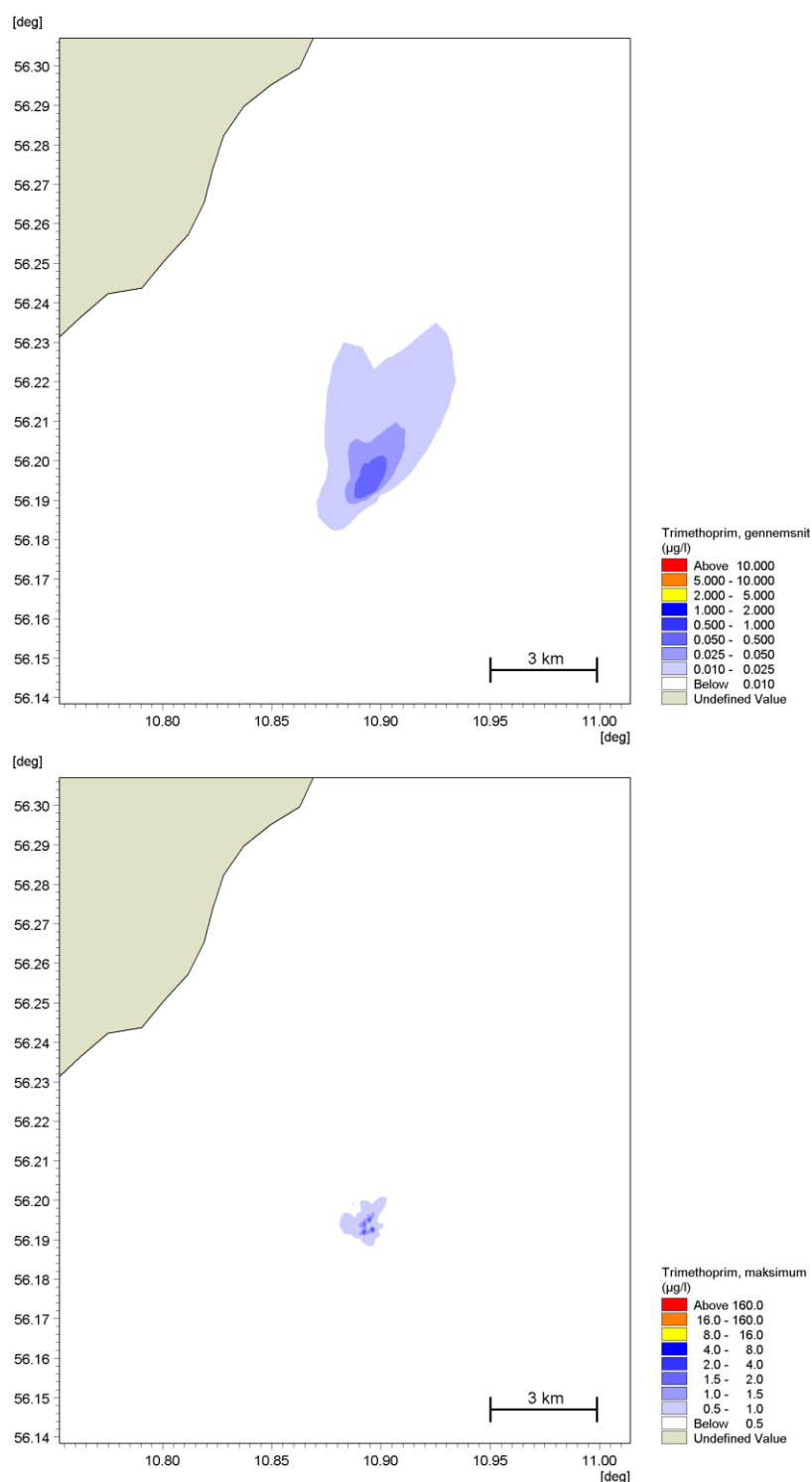
Sammenligning af de beregnede maksimale døgnmiddelkoncentrationer for trimethoprim ($<4 \mu\text{g/L}$ (Figur 7-3, nederst) med det fastsatte korttidskvalitetskriterier (KVKK) på $160 \mu\text{g/L}$ viser, at det ikke kan forventes at korttidskriteriet overskrides.



Figur 7-1 Modellerede koncentrationer af oxolinsyre i overfladen (0-5 m), som følge af to på hinanden følgende medicinbehandling i Standardhavbrug G i perioden 15.-28. august. Øverst: Middelkoncentration (µg/L). Nederst: Maksimale døgnmiddelkoncentrationer. Bemærk at figuren ikke repræsenterer koncentrationen på et bestemt tidspunkt, men den maksimale koncentration beregnet for hver gridcelle i løbet af behandlingsperioden.



Figur 7-2 Modellerede koncentrationer af sulfadiazin i overfladen (0-5 m), som følge af to på hinanden følgende medicinbehandling i Standardhavbrug G i perioden 15.-28. august. Øverst: Middelkoncentration ($\mu\text{g/L}$). Nederst: Maksimale døgnmiddelkoncentrationer. Bemærk at figuren ikke repræsenterer koncentrationen på et bestemt tidspunkt, men den maksimale koncentration beregnet for hver gridcelle i løbet af behandlingsperioden.



Figur 7-3

Modellerede koncentrationer af trimethoprim i overfladen (0-5 m), som følge af to på hinanden følgende medicinbehandling i Standardhavbrug G i perioden 15.-28. august. Øverst: Middelkoncentration (µg/L). Nederst: Maksimale døgnmiddeldkoncentrationer. Bemærk at figuren ikke repræsenterer koncentrationen på et bestemt tidspunkt, men den maksimale koncentration beregnet for hver gridcelle i løbet af behandlingsperioden.

8 Diskussion og resumé

Fødevarer- og landbrugspakkens vækstplan for akvakultur fastsætter, at der pt. er identificeret et miljømæssigt råderum for yderligere havbrugsdrift svarende til udledning af 800 ton kvælstof pr. år i de åbne havområder i Kattegat. Formålet med dette projekt, "Modellering af lokaliteter til havbrug", er at identificere de bedst egnede havbrugsområder i Kattegat og at kvantificere miljøeffekterne fra produktion af regnbueørred i standardhavbrug lokaliseret på otte forskellige positioner i disse områder ved brug af dynamisk, mekanistisk modellering. Definitionen af et standardhavbrug fremgår af rapportens afsnit 2.1. Havbrugene på de otte positioner er betegnet Standardhavbrug A til Standardhavbrug H. For hvert havbrug er der udarbejdet en rapport som beskriver og diskuterer de ændringer som havbrugsdrift på den givne position giver anledning til. For én havbrugsposition er miljøeffekten fra et "Dobbelt Standardhavbrug" (dvs. dobbelt produktion og derved fordoblede udledninger) også kvantificeret og rapporteret i en separat rapport.

Størrelsen og omfanget af de ændringer som følger af drift af et standardhavbrug afhænger af produktionen og dermed også produktionsbidragenes størrelse, de lokale hydrodynamiske forhold, som påvirker fortynding og spredning af produktionsbidragene (tabene) fra anlægget, og omsætningen. Tabenes størrelse er fastsat af definitionen af et standardhavbrug (se afsnit 2.1). Tabene sker dels til vandet omkring fiskene og dels til havbunden (bundvand og sediment).

Et væsentligt produktionsbidrag fra marin fiskeproduktion er tabet af næringsstoffer. Et standardhavbrug er fastlagt til at tabe 100 ton kvælstof pr. produktionssæson (april-december). For fosfor svarer det til et tab på 12,3 ton fosfor pr. produktionssæson. Med den koblede model beregnes, hvordan de tabte uorganiske og organiske næringsstoffer fortyndes, spredes, sedimenteres og omsættes.

Produktionsbidraget fra marin fiskeproduktion omfatter også hjælpestoffer og medicin, som er analyseret ved at beregne tab af antibegroningsmidler og tre typer antibiotika. Produktionen i standardhavbrugene startes i april med netbure, der er ny-imprægnerede med antibegroningsmidler. De ny-imprægnerede net udskiftes i august med "gamle" net med minimal lækage af antibegroningsmidler. Det antibegroningsmiddel, der udgør den største risiko, når det "lækker" fra nettene, er kobberoxid. Tab af antibegroningsmidler er derfor undersøgt ved modellering af tab af det aktive stof, kobber. Kobbertabet er ifølge erfaringer fra eksisterende havbrug fastsat til 180 kg, som tabes fordelt over perioden april-august. Kobber forekommer naturligt i havmiljøet og anvendelsen i havbrugsdrift reguleres på basis af de overkoncentrationer net-lækagen giver i forhold til baggrundskoncentrationen (BEK 1022 2010, BEK 1339 2011).

I løbet af produktionssæsonen kan der opstå sygdom i fiskebestanden som kræver medicinering med antibiotika. De dyrlægeordnede medikamenter, der anvendes er oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim. Ingen af disse stoffer forekommer naturligt i havmiljøet. Som for kobber reguleres anvendelse på basis af de koncentrationer "overskydende" medicin medfører i det omgivende vandmiljø (BEK 1022 2010, BEK 1339 2011).

De ændringer som produktionsbidragene medfører i havmiljøet er beregnet ved at køre modelscenarier *uden* (basisforhold) og *med* havbrugsdrift og beregne differencen. Miljøeffekterne er vurderet på basis af de beregnede ændringer. Det modelkompleks, der er anvendt til modelleringen, er udviklet for Miljø- og Fødevarerministeriet i projektet "Implementeringen af modeller til brug for vandforvaltningen" (Erichsen et al. 2014) og tidligere anvendt til tilvejebringelse af baggrundsdata for anden generations vandplaner. I nærværende projekt er modelkomplekset optimeret med henblik på at opnå den bedst mulige simulering af virkninger af havbrugsdrift i Kattegat. Modelkomplekset omfatter en hydrodynamisk og en økologisk model.

Undersøgelsen af eutrofieringseffekter (ændringer som følge af tab af næringsstoffer) er sket med den koblede hydrodynamiske-økologiske model. Det betyder, at undersøgelsen inkluderer omsætningen af næringsstoffer og den virkning næringsstoffet har på kvalitetselementer som klorofyl, bundt og på sedimentforhold. Der er modelleret ét år, gående fra produktionssæsonens start i april til start af den næste produktionssæson. Fiskeproduktionen strækker sig normalt over 8-9 måneder. I modelleringen er der antaget en produktionsperiode på 7 måneder og 1 uge (hvilket medfører større tab pr. tidsenhed) efterfulgt af en brakperiode. Brakperioden er inkluderet for at undersøge eventuelle "eftervirkninger" af det materiale, der tilføres sedimentet under havbruget i produktionsperioden. I undersøgelsen af tab af hjælpestoffer og medicin er der *ikke* inkluderet omsætning af stofferne i miljøet og de resulterende koncentrationer er derfor konservative estimater.

8.1 Ændringer som følge af Standardhavbrug G

De estimerede miljømæssige ændringer i havmiljøet som følge af standardhavbrugsdrift er nærmere beskrevet i rapportens kapitel 5, 6 og 7. I det følgende opsummeres og diskuteres de estimerede ændringer i forhold til de åbne havområder, standardhavbruget er beliggende i, og de vandplanområder og Natura 2000 områder, der kan blive påvirket af en placering af et standardhavbrug på havbrugsposition G (se Figur 1-4).

8.1.1 Havområdet

Eutrofiering

Modelberegningerne viser, at ændringerne i vandkvalitet overordnet er beskedne, især fordi strømhastigheden og fortyndingen af de udledte næringsstoffer ved havbruget er stor. Havbrugsproduktionen giver en tilførsel af organisk stof til havbunden og i perioder med lav bundstrøm og høj deposition af organisk materiale øges koncentrationen af svovlbrinte i sedimentet og der opbygges en itlgæld, som påvirker bunddyrssamfundet inden for havbrugsområdet. Beregningerne viser, at itlgælden ved Standardhavbrug G forsvinder inden for måneder efter fiskebestanden er høstet. Ændringerne forekommer i selve havbrugsområdet (under havbruget), men vil gentages i hver produktionssæson. Derfor kan bunddyrs-samfundet under selve havbruget ikke forventes at kunne re-etablere sig i fuldt omfang inden en næste produktionssæson.

Vandfasen

Baseret på de beregnede differencer mellem basisforhold og produktionsscenarioet med tab af næringsstoffer fra Standardhavbrug G fremgår det, at ændringer i klorofyl, sigtdybde og fosfor må forventes at ligge under detektionsgrænserne, mens øgning i uorganisk kvælstof vil kunne måles i en afstand op til 500 m fra midten af havbruget.

Da berigelse med næringsstoffer kan være kritisk specielt i perioder, hvor koncentrationerne i forvejen er lave og primærproduktionen dermed kan være næringssaltbegrænset, er det undersøgt om der sker ændringer i varigheden af næringssaltbegrænsning. Dette er opgjort ved at sammenholde varigheden af overskridelser af en "grænseværdi" i basissituationen og i scenariet med tab fra Standardhavbrug G. "Grænseværdien" er defineret ved halvmætningskonstanterne for henholdsvis kvælstof- og fosforoptyag i planktonalger. Ændringen af varighed med potentiel kvælstofbegrænsning ved Standardhavbrug G reduceres med ca. 47 dage umiddelbart uden for havbruget, med 9 dage 500 m fra havbruget og med 5 dage 1000 m fra havbruget. Overskridelser af "grænseværdien" for kvælstofbegrænsning er generelt kortvarige og forholdsvis jævnt fordelt fra maj til starten af november.

Den tilsvarende analyse af ændringer i varigheden af fosforbegrænsning ved Standardhavbrug G kan opgøres til højst 2 dage (50 m fra havbruget) og kan derfor betegnes som kortvarig uanset om overskridelsen sker samlet eller spredt over produktionssæsonen.

Opsummeret viser resultaterne, at eutrofieringseffekterne fra Standardhavbrug G er begrænsede i udstrækning, og dermed ikke kan forventes at påvirke vandkvalitet i de åbne havområder.

Bundforhold

Modelresultaterne viser, at sedimentet beriges med organisk kulstof, kvælstof og fosfor i løbet af produktionssæsonen, og at denne berigelse vil være helt omsat og/eller borttransporteret inden starten af næste sæson. Berigelsen af sedimentet medfører et øget iltforbrug og en øget iltgæld i sedimentet under havbruget (kapitel 5). I begyndelsen af marts måned i den efterfølgende brakperiode er den ekstra iltgæld fra havbrugsdriften "indløst", og ved den nye produktionssæsons begyndelse er ilt- og sedimentforhold på basisniveau. Den sene restitutionen af havbunden skyldes en forholdsvis lav forskydningsspænding ved Standardhavbrug G.

Havbunden ved standardhavbrug G udsættes ikke for ilt-sænkninger under 4 mg O₂/L og havbrugsdriften ændrer ikke på dette forhold, hverken lokalt (50 m) eller længere væk (500 – 1000 m) fra havbruget.

Standardhavbrug G kunne potentielt ændre udbredelsen af makroalger og ålegræs, hvis lysforholdene forringes som følge af øgede koncentrationer af planteplankton eller epifytvækst stimuleret af øgede koncentrationer af næringsstoffer. Som det fremgår af afsnit 5.4 medfører Standardhavbrug G ikke ændringer i hverken koncentrationen af planktonalger (klorofyl) eller sigtdybden, som ellers kunne påvirke lysforholdene ved bunden i en grad, så bundplanternes lysbetingede vækstvilkår forringes.

Øget sedimentation og lave iltkoncentrationer i bundvandet kan påvirke væksten af makroalger og ålegræs. Da de største ændringer er begrænset til havbrugsområdet og da dybden på lokaliteten er større end dybdegrænsen for makroalger og ålegræs i området, vil der ikke være lokale effekter på makroalger. På lavere vanddybde, hvor makroalger og ålegræs potentielt kan vokse, viser modelleringen ingen ændringer i ilt- og sedimentforhold.

Tæthed og artsantal af den gravende bundfauna kan påvirkes af ændret tilførsel af organisk materiale og øget iltgæld (koncentrationen af svovlbrinte i sedimentet). Omfattende feltundersøgelser har vist, at infauna i sedimenter under havbrug med sulfidkoncentrationer under 20 mg S/L porevand ikke er påvirket, mens man kan forvente en halvering af artsantallet ved 10 gange højere sulfidkoncentrationer (Hargrave 2010). Med et typisk vandindhold på 20 %, en tør densitet på 1,8-2,0 g/cm³ og et aktivt overfladelag på 5 cm svarer disse "grænseværdier" til 0,25 g H₂S/m² og 2,5 g H₂S/m² og en korresponderende iltgæld på 0,5 g O₂/m² og 5 g O₂/m². Til sammenligning forudsiger modellen en maksimal iltgæld på ca. 0,8 g O₂/m² i basissituationen uden havbrugsdrift og en gennemsnitlig iltgæld 6 g O₂/m² fra august til begyndelsen af november umiddelbart under Standardhavbrug G. Man må derfor forudse en større forarmning af infaunaen, hvis der placeres et havbrug på positionen. Det berørte areal kan skønsmæssigt opgøres til ca. 20.000-25.000 m².

På baggrund af de modellerede ændringer i iltgæld (og sulfidindhold) i sedimentet kan der forventes forhold umiddelbart under havbruget, som vil ændre bunddyr-samfundet i form af reduktion af artsantallet med op til 60-70% af den gravende bundfauna (Hargrave 2010). Især artsantallet af de iltkrævende krebsdyr og pighude vil blive reduceret. Ændringerne i iltgæld og sulfidindhold i sedimentet ophører i løbet af braksæsonen (begyndelsen af marts) og sedimentet vil således være fuldt restitueret inden starten af den næste produktionssæson, med deraf følgende mulighed for rekolonisering af de arter, der måtte være forsvundet som følge af ændringer i sulfidindhold i sedimentet. Da ophobning af sulfid vil være et tilbagevendende fænomen i hver produktionsperiode, vil ingen af de iltkrævende arter kunne opretholde varige bestande med en naturlig alders- og størrelsesfordeling under havbruget.

Da der under basisforhold ikke forekommer iltkoncentrationer under 4 mg O₂/L og da der ikke sker ændringer i varigheden af lave iltkoncentrationer i bundvandet, kan det forventes at den eksisterende bundfauna i udgangspunkt er forholdsvis artsrig, men også at tætheden af den

mobile fauna vil øges, som resultat af øget fødetilgængelighed. Dette er bl.a. iagttaget under havbrug i Middelhavet, hvor tætheden af vilde fisk kan øges op til 60 gange (Valle et al. 2007).

Hjælpestoffer og medicin

Modelberegningerne som bygger på en række konservative antagelser (bl.a. rolige strømforhold, ingen henfald eller sedimentation) viser, at hverken kobber eller de tre typer antibiotika, oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim vil overskride miljøkravene fastsat af Miljø- og Fødevareministeriet.

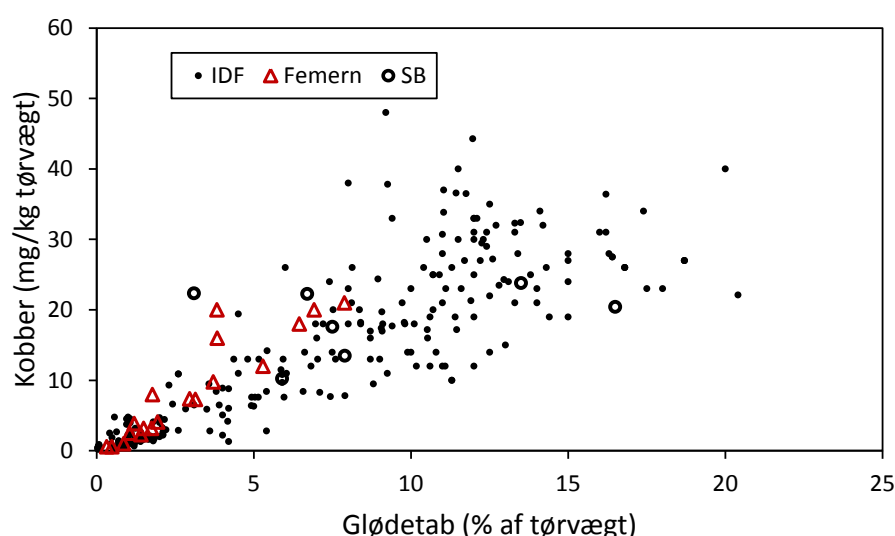
Hjælpestoffer

Til beregninger og vurderinger af tilførsel af antibegroningsmiddel til vandmiljøet ved drift af Standardhavbrug G er der anvendt en række konservative antagelser til belysning af "worst case"; herunder at udledningen af kobber sker i de øverste 5 m i modellen, mens nettene på lokaliteten typisk vil være 10-15 m dybe så udledningen af kobber vil fordeles over større dybder end antaget i modelleringen. Derved underestimeres den initiale fortynding af kobber 2-3 gange.

Af de 180 kg der udledes i løbet af perioden april-august antages 90 kg at blive udledt til vandet, mens 90 kg er afskalninger, der sedimenterer ned til havbunden. Af kapitel 6 fremgår det, at overkoncentrationerne på intet tidspunkt overskrider vandkvalitetskriterierne angivet i bekendtgørelserne (BEK 1022 2010, BEK 1339 2011).

Med hensyn til det sediment-bundne kobber der - efter omlægning, findeling og associering til den fine partikelkoncentration - indbygges i sedimentet, viser beregningen i afsnit 6.1.1, at kobbertabet ved Standardhavbrug G kan føre til en årlig sediment-berigelse i området på ca. 0,04 - 1 mg Cu/kg sedimenttørvægt. Sammenlignes denne berigelse med baggrunds-koncentrationen af kobber i sedimentet i Storebælt, Femern Bælt og indre danske farvande (Figur 8-1), ses det, at øgningen er lille i forhold til baggrundskoncentrationen.

I forbindelse med egenkontrol og miljøforvaltning af danske havbrug anvendes der en såkaldt "alarmgrænse/alarmværdi" på 90 mg Cu/kg sedimenttørvægt i sedimentet. Sammenholdt med denne "alarmgrænse" vurderes det, at der ikke vil ske en betydende akkumulering af kobber i sedimentet. Afskalning af kobberholdig imprægnering kan medføre, at alarmgrænsen i enkelte prøver overskrides lokalt (på decimeter-skala), hvilket også understøttes af sedimentanalyser fra danske havbrug (hvor 6% af delprøver overstiger 90 mg Cu/kg, mens mediankoncentration er 16 mg Cu/kg). Vurderingen er i overensstemmelse med erfaringerne fra eksisterende danske havbrug, der viser, at der *ikke* sker nævneværdig berigelse af sedimentet med kobber (DHI 2013).



Figur 8-1 Koncentration af kobber i sedimenter målt i Kattegat ("IDF"), Femern Bælt og Storebælt ("SB"), præsenteret som funktion af sedimentets glødetab; fra DHI database.

Medicin

Til beregninger og vurderinger af tilførsel af hjælpepestoffer til vandmiljøet ved drift af Standardhavbrug G er der anvendt en række konservative antagelser til belysning af "worst case". De vigtigste omfatter:

- Hele den stående bestand af fisk behandles samtidig med medicin
- Tilførslen er beregnet på basis af to på hinanden følgende behandlinger med medicin
- Alt tildelt medicin udledes til vandet i behandlingsperioden
- Medicinering sker i en periode med svag strøm

Da de tre første antagelser i sig selv er sjældne og kun yderst sjældent vil forekomme samtidigt, er der tale om meget konservative vurderinger af overkoncentrationerne af medicin. Hele den stående bestand bliver aldrig eller yderst sjældent behandlet samtidigt, og det sker aldrig eller yderst sjældent, at der foretages to behandlinger umiddelbart efter hinanden. Med hensyn til hvor meget medicin der tabes, så vil der i sagens natur ske en nedbrydning i fiskene, så ikke alt doceret medicin vil udledes til det marine miljø. Dertil kommer, at tabet vil ske over længere tid end behandlingsperioden og dermed i lavere rater end der er regnet med i modelleringen. Endvidere, for at opnå "worst case" med hensyn til de resulterende koncentrationer af medicin i det omgivende vandmiljø er der modelleret i en periode med svag strøm. Dette nedsætter fortyndingen og spredningen af tab fra havbruget og udtrykker derfor de maksimale koncentrationer, medicineringen kan medføre.

Af kapitel 7 fremgår det, at følgekonzentrationerne for oxolinsyre, sulfadiazin og trimethoprim på intet tidspunkt hverken inde i eller uden for havbruget overskrider vandkvalitetskriterierne angivet i bekendtgørelserne (BEK 1022 2010, BEK 1339 2011).

8.1.2 Vandplanområder

Modelberegninger påviser ingen ændringer i vandplanområdernes vandkvalitet (næringsstoffer, primærproduktion, klorofyl, sigtdybde og iltforhold), og ingen berigelse af sedimentet i områderne på grund af havbrugsdriften. På baggrund af undersøgelsesresultaterne (kapitel 5) og diskussionen ovenfor forventes der derfor ikke ændringer i vandområdernes økologiske tilstand mht. de kvalitetselementer, som potentielt kunne påvirkes (klorofyl, bundfauna og ålegræs).

Tab af næringsstoffer fra Standardhavbrug G vil medføre en bruttotransport på 28 tons til vandplanområde "Djursland Øst" samt transporter på 3 – 6 ton til andre vandplanområder i Kattegat (afsnit 5.3). Størrelsen af bruttotransporter til de forskellige vandplanområder afspejler de herskende strømretninger i områderne mellem standardhavbruget og vandplanområder samt afstanden mellem havbruget og de forskellige vandplanområder. Resultater fra den økologiske modellering viser dog ingen effekter af denne transport ind i vandplanområderne, bl.a. fordi over-konzentrationer af næringsstoffer (fra havbruget) i det tilførte vand er meget lave.

Transporten ind i vandplanområderne er også opgjort som nettotilførslen. Nettotilførslen udtrykker forskellen mellem mængden af kvælstof som transporteres *ind* i vandplanområdet og mængden der transporteres *ud* af området igen. De beregnede nettotilførsler som følge af havbrugsdrift er derfor mindre end bruttotransporterne. Samtidig viser nettotilførslerne en markant forskellig fordeling mellem vandplanområder, idet områdernes areal også har en betydning for tilbageholdelsen. Arealets betydning indikerer, at denitrifikation og temporær tilbageholdelse i sedimentet antagelig er hovedansvarlig for tilbageholdelsen, mens en mindre andel indbygges i biomassen af fastsiddende flora og fauna (f.eks. muslinger og makroalger).

Sandsynligvis er den modellerede periode ikke tilstrækkelig lang til at give en fulddækkende beskrivelse af havbrugets betydning for nettotilførslerne, fordi sedimenter og andre

bundkomponenter ikke vil være i ligevægt mht. næringsstoffer tabt fra havbruget. Reelt må man forvente en lidt lavere (skønnet 15%) samlet nettotilførsel, fordi denitrifikationen vil fortsætte i brakperioden fra medio december til medio april. Reduktionen i nettotilførslen må forventes at være størst for de mindre og nærtliggende vandplanområder.

For at opnå "worst case" med hensyn til de resulterende koncentrationer af medicin i det omgivende vandmiljø er der modelleret en periode med svag strøm. Dette betyder, at fortyndingen og spredningen af tab fra havbruget vil være lavere end under gennemsnitsforhold og udtrykker derfor de højest forventelige koncentrationer, som medicineringen kan medføre både i havbrugsområdet og i de nærliggende vandplanområder. Det samme gælder for antibegroningsmidlet kobber.

8.1.3 Natura 2000 områder

Modelberegningerne af udbredelsen og graden af ændringer i vandkvaliteten, bundforhold og koncentrationer af medicin og hjælpestoffer (præsenteret i kapitel 5, 6 og 7) viser, at der ikke sker en påvirkning af habitatområderne H204 ("Schultz og Hastens Grund samt Briseis Flak") og SAC231 "Kobberhage kystarealer" samt fuglebeskyttelsesområdet SPA31 "Stavns Fjord" beliggende ca. 9, 15 og 22 km fra position G. Da der ikke påvises ændringer i vand- og sedimentkvalitet i disse afstande fra Standardhavbrug G kan der heller ikke forudses ændringer i områdernes økologiske integritet.

8.1.4 Reversibilitet af ændringer

Modelberegningerne viser, at ændringerne i vandkvaliteten (uorganisk kvælstof og fosfor, klorofyl, primærproduktion og sigtdybde) er kortvarige og vil være fuldt reversible, dvs. at ændringerne ophører, når havbrugsdriften indstilles. I december måned, hvor fiskeproduktionen er ophørt, er vandkvaliteten uændret i forhold basistilstanden.

Ændringer i sediment mht. organisk kulstof, kvælstof og fosfat, bundvand (ilt) og iltgæld forventes ligeledes at være fuldt reversibel, dvs. at ændringerne ophører hurtigt efter at havbrugsdriften indstilles. Restitutionen af infaunaen vil tage længere tid end sedimentforholdene, da de fortrængte infauna arter først skal rekolonisere havbunden og dernæst etablere den samme bestandsstruktur mht. individtæthed og størrelsesfordeling. Afhængig af artsammensætningen og rekrutteringsgrundlag kan det forventes, at restitutionen tager 2-4 år (Keeley 2013), fordi sedimentforholdene hurtigt vender tilbage til basistilstanden pga. de forholdsvist gode strømforhold ved Standardhavbrug G.

8.1.5 Homogenitet

Havbrugszone G kan overordnet betegnes som homogen mht. hydrodynamiske forhold i overfladen (saltholdighed, vandtemperatur og overfladestrøm (Tabel 3-1)).

De beregnede ændringer i pelagiske vandkvalitetsforhold (eutrofiering, medicin og kobber) for Standardhavbrug G kan således betragtes som repræsentative for zonen. Dog vil transport af næringsstoffer til vandplansområder og ændringer i Natura 2000 områder afhænge af afstanden til disse områder og derved af den eksakte placering af en alternativ havbrugslokalitet inden for zonen.

Vanddybden i Havbrugszone F varierer mellem 15 – 25 m. Dybden har betydning for forskydningsspændingen (den fysiske energi fra strøm og bølger), som påvirker havbunden (Tabel 3-1). Variationen i vanddybden betyder, at forholdene kan forventes at være noget heterogene, og i de dybere områder vil forskydningsspændingen være mindre og ændringerne i sedimentforholdene ved havbrugsdrift derfor størst, fordi resuspensions-hændelser vil være mindre intensive og forekomme mere sjældent. Da Standardhavbrug G er placeret ved en

vanddybde på ca. 19 m (dvs. tæt på gennemsnittet for området), kan de beregnede ændringer i sedimentforhold ved drift af havbruget ikke umiddelbart overføres til positioner med andre dybdeforhold. Placering af havbrug på lavere vanddybde i zonen vil medføre lavere sæsonmæssig iltgæld og mindre påvirkning af bunddyrssamfundet, mens placering på større dybde vil øge iltgæld og føre til større påvirkning af bunddyrssamfundet.

9 Referencer

- Allen JI, Somerfield PJ & FJ Gilbert (2007). Quantifying uncertainty in high-resolution coupled hydrodynamic-ecosystem models. *J Mar Systems* 64: 3-14.
- BEK 1022 af 25. august 2010. Bekendtgørelse om miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer eller havet.
- BEK 1339 af 21. december 2011. Bekendtgørelse om ændring af bekendtgørelse om miljøkvalitetskrav for vandområder og krav til udledning af forurenende stoffer til vandløb, søer eller havet.
- Brooks KM & CV Mahnken (2003). Interactions of Atlantic salmon in the Pacific Northwest environment III: Accumulation of zinc and copper. *Fisheries Research* 62: 295–305.
- Caballero MJ, Obach A, Rosenlund G, Montero D, Gisvold M & MS Izquierdo (2002). Impact of different dietary lipid sources on growth, lipid digestibility, tissue fatty acid composition and histology of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Aquaculture* 214: 253–271.
- Carpenter EJ & RRL Guillard (1971). Intraspecific differences in nitrate half-saturation constants for three species of marine phytoplankton. *Ecology* 52: 183-185.
- Chen YS, Beveridge MCM, Telfer TC & WJ Roy (2003). Nutrient leaching and settling rate characteristics of the faeces of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and the implications for modelling of solid waste dispersion. *J Appl Ichthyology* 19: 114-117.
- Cheng ZJ, Hardy RW & M Blair (2003). Effects of supplementing methionine hydroxyl analogue in soybean meal and distiller's dried grain-based diets on the performance and nutrient retention of rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum)]. *Aquacult Res* 34:1303–1330.
- Cheng ZJ & RW Hardy (2003). Effects of extrusion processing of feed ingredients on apparent digestibility coefficients of nutrients for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture Nutrition* 9(2): 77–83.
- Clement D, Keeley N & R Sneddon (2010). Ecological Relevance of Copper (Cu) and Zinc (Zn) in Sediments Beneath Fish Farms in New Zealand. Prepared for Marlborough District Council. Report No. 1805. 48 sider plus bilag.
- DCE/DMU (2004). Iltrapport 27. august 2004; <http://bios.au.dk/videnudveksling/til-myndigheder-og-saerligt-interesserede/havmiljoe/iltsvind/arkiv/iltrapport-august-2004>.
- DHI (2008). Kobberforbrug og kobbertab ved danske havbrug. Rapport til Dansk Akvakultur, Støttet af Fødevareministeriet og EU gennem FIUF-programmet, 51 sider +18 sider i bilag.
- DHI (2017a). "Modellering af lokaliteter til havbrug". Screening af Kattegat for bedst egnede områder. Rapport til Miljø- og Fødevareministeriet. Projekt støttet af EU's Hav- og Fiskeriudviklingsprogram EHFF.
- DHI (2017b). "Modellering af lokaliteter til havbrug". Validering af modelkompleks anvendt til modellering af miljøeffekter fra standardhavbrug. Rapport til Miljø- og Fødevareministeriet. Projekt støttet af EU's Hav- og Fiskeriudviklingsprogram EHFF.
- Edwards KF, Thomas MK, Klausmeier CA & E Litchman (2012). Allometric scaling and taxonomic variation in nutrient utilization traits and maximum growth rate of phytoplankton. *Limnol Oceanogr* 57(2): 554–566.
- Ellermann, T., Andersen, H.V., Bossi, R., Christensen, J., Løfstrøm, P., Monies, C., Grundahl, L. & Geels, C. (2013). Atmosfærisk deposition 2012. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 85 s. – Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 73. <http://dce2.au.dk/pub/SR73.pdf>.
- Erichsen AC, Kaas H, Timmermann K, Markager S, Christensen J, & C Murray (2014). Modeller for Danske Fjorde og Kystnære Havområder – Del 1. Metode til bestemmelse af målbelastning. Dokumentation. Rapport om NST projektet "Implementeringen af modeller til brug for

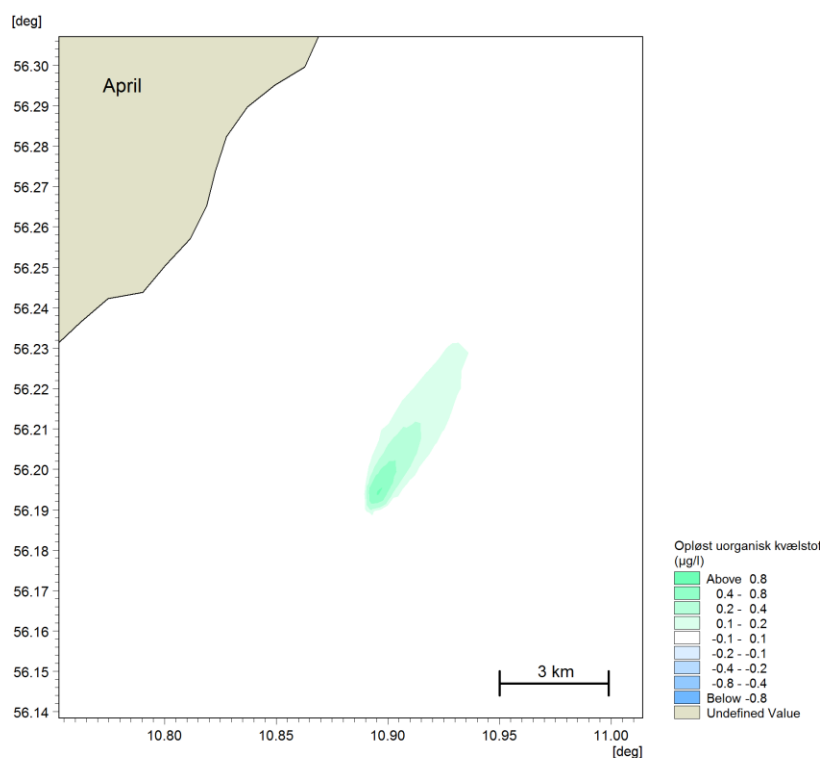
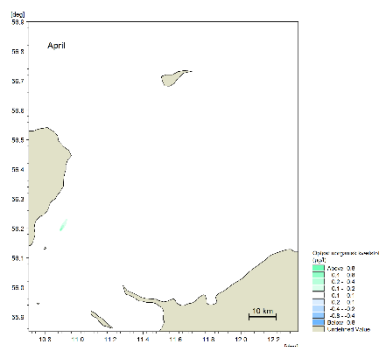
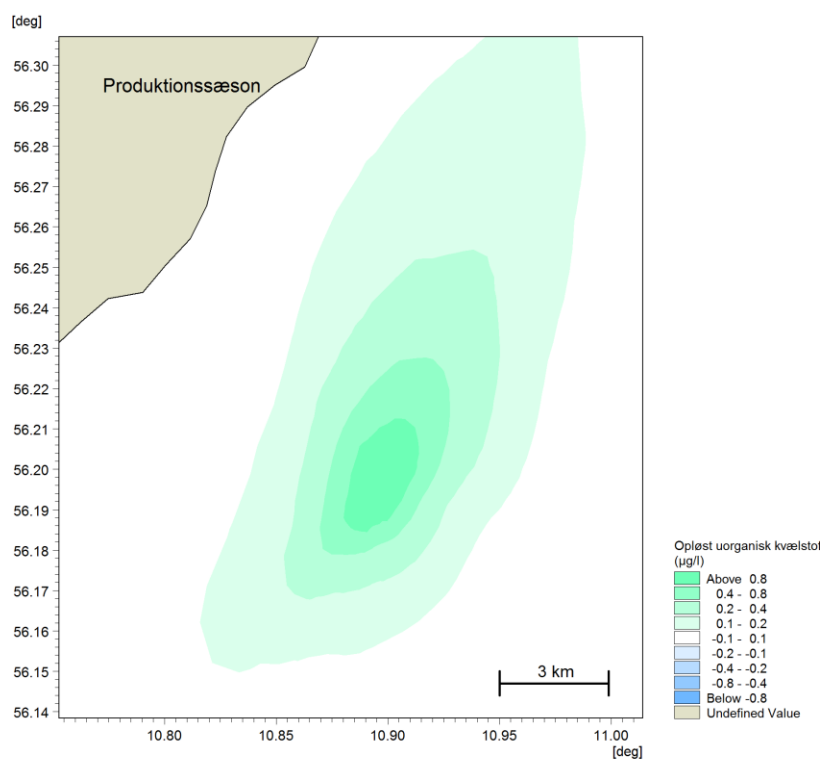
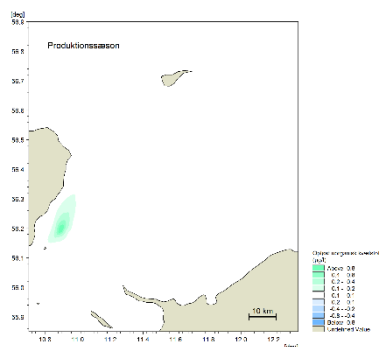
- vandforvaltningen". http://naturstyrelsen.dk/media/131361/3_1_modeller-for-danske-fjorde-og-kystnaere-havomraader-del1.pdf
- Eppley RW, Rogers JN & JJ McCarty (1969). Half-saturation constants for uptake of nitrate and ammonium by marine phytoplankton. *Limnol Oceanogr* 14: 912–920.
- Hargrave BT (2010). Empirical relationships describing benthic impacts of salmon aquaculture. *Aquacult Environ Interact* 1: 33–46.
- Gaylord TG, Barrows FT & SD Rawles (2009). Apparent amino acid availability from feedstuffs in extruded diets for rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Aquacult Nutrition* 16(4): 400.
- Geels, C., Hansen, K. M., Christensen, J. H., Ambelas Skjøth, C., Ellermann, T., Hedegaard, G. B., Hertel, O., Frohn, L. M., Gross, A., Brandt, J. (2012). Projected change in atmospheric nitrogen deposition to the Baltic Sea towards 2020, *Atmos. Chem. Phys.* 12, 2615-2629.
- Glencross BD, Carter CG, Duijster N, Evans DR, Dods K, McCafferty P, Hawkins WE, Maas R & S Sipsas (2004). A comparison of the digestibility of a range of lupin and soybean products when fed to either Atlantic salmon (*Salmo salar*) or rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture* 237: 333–346.
- Green JA & RW Hardy (2002). The optimum dietary essential amino acid pattern for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), to maximize nitrogen retention and minimize nitrogen excretion. *Fish Physiology and Biochemistry* 27: 97–108.
- Hansen, J.W. (red.) 2015: Marine områder 2014. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 142 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 167. <http://dce2.au.dk/pub/SR167.pdf>.
- HELCOM (2011): The Fifth Baltic Sea Pollution Load Compilation (PLC-5). *Balt. Sea Environ. Proc.* No. 128.
- Keeley N (2013) Benthic Effects; *In* (NN) Literature Review of Ecological Effects of Aquaculture, pp.3-1 – 3-33. Ministry for Primary Industries, New Zealand.
- Lia QP, Zhang J-Z, Millero FJ & DA Hansell (2005). Continuous colorimetric determination of trace ammonium in seawater with a long-path liquid waveguide capillary cell. *Marine Chemistry* 96: 73– 8.
- Litchman E Edwards KF & CA Klausmeier (2015). Microbial resource utilization traits and trade-offs: implications for community structure, functioning, and biogeochemical impacts at present and in the future. *Front Microbiol* 6: 254.doi:10.3389/fmicb.2015.00254.
- Lægemiddelstyrelsen (2008). Datablad Branzil.
- Lægemiddelstyrelsen (2011). Datablad Tribissen Forte.
- Macleod CM, Eriksen RS, Simpson SL, Davey A & J Ross (2014). Assessment of the environmental impacts and sediment remediation potential associated with copper contamination from antifouling paint (and associated recommendations for management), FRDC Project 2011-041 (University of Tasmania, CSIRO), Australia.
- Maranon E, Cermeno, Lopez-Sandoval DC, Rodriguez-Ramos T, Sobrino, Huete-Ortega M, Blanco JM & Rodriguez (2013). Unimodal size scaling of phytoplankton growth and the size dependence of nutrient uptake and use. *Ecology Letters* 16: 371–379.
- Maréchal D (2004). A soil-based approach to rainfall-runoff modelling in ungauged catchments for England and Wales. PhD thesis, Cranfield University. 157 sider.
- MFVM / Miljø og Fødevareministeriet (2016). Kravspecifikation i udbuddet til projektet "Modellering af lokaliteter til havbrug". Citat.
- Moriassi DN, Arnold JG, Van Liew MW, Bingner RL, Harmel RD & TL Vieth (2007). Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulations. *Transaction of the ASABE* 50: 885-900.

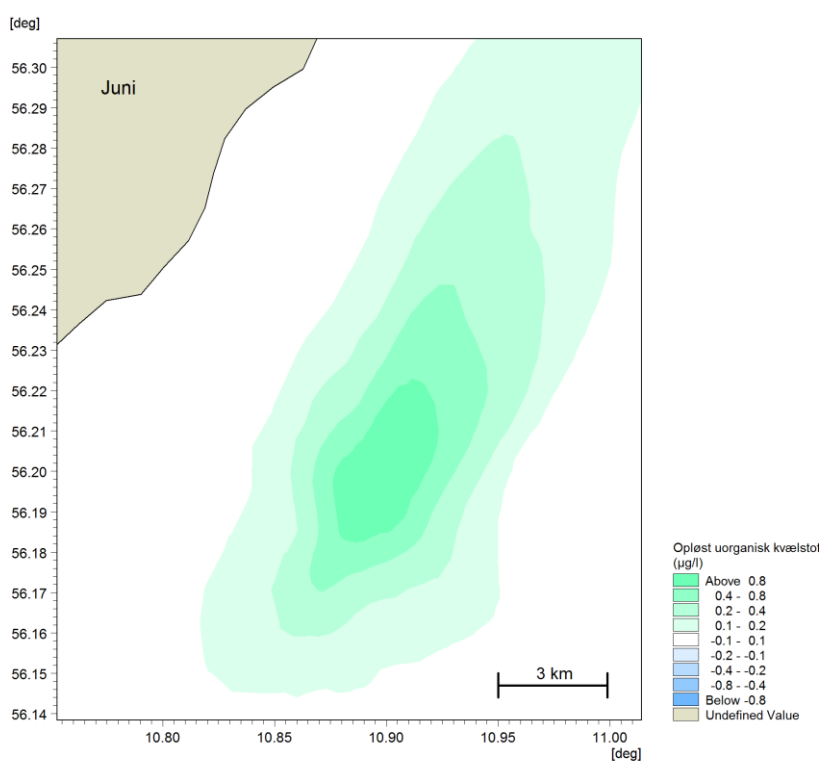
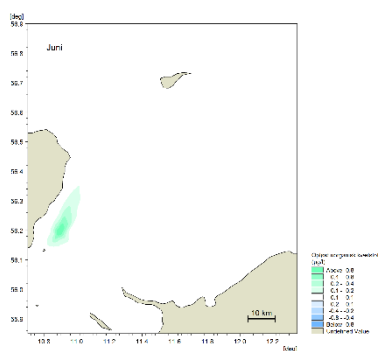
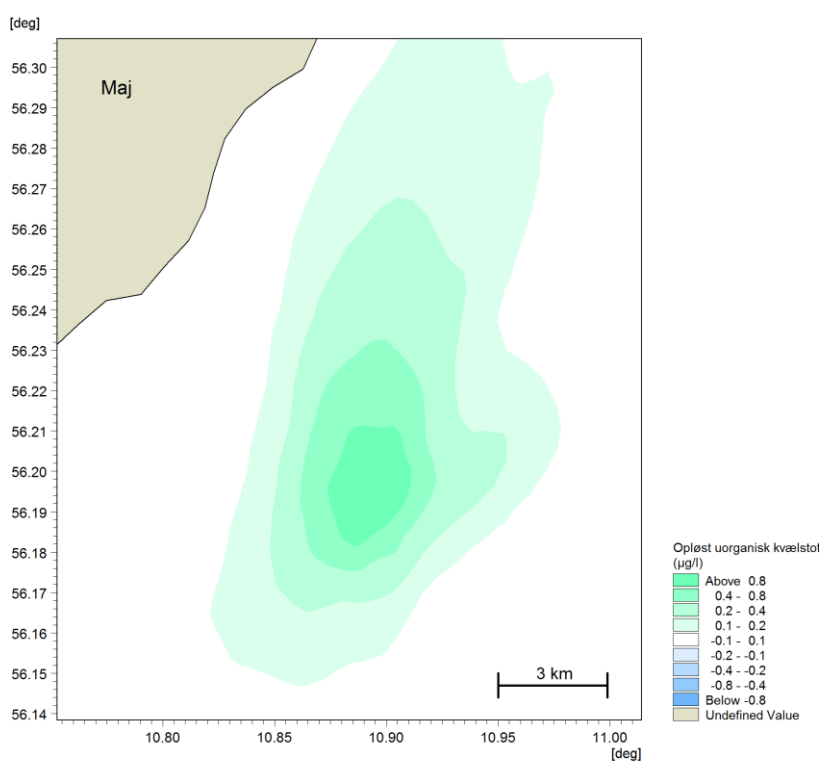
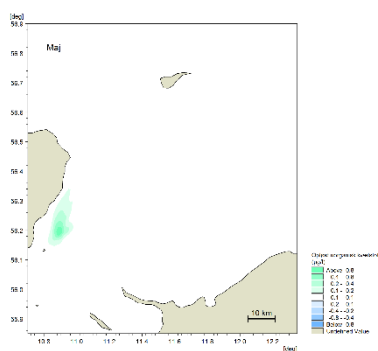
- Patey MD, Rijkenberg MJA, Statham PJ, Stinchcombe MC, Achterberg EP & M Mowlem (2008). Determination of nitrate and phosphate in seawater at nanomolar concentrations. *Trends in Analytical Chemistry* 27(2): 169-182.
- Petersen FB (1991). Hydrografiske forhold i det sydlige Kattegat. Havforskning fra Miljøstyrelsen, nr. 3 100 sider.
- Reid GK, Liutkus M, Robinson SMC, Chopin TR, Blair T, Lander T, Mullen J, Page F & RD Moccia (2008). A review of the biophysical properties of salmonid faeces: implications for aquaculture waste dispersal models and integrated multi-trophic aquaculture. *Aquacult Res* 2008: 1-17.
- Serrano E (BioMar) Note: Nutrición en truchas: Digestibilidad de Materias primas. <http://www.biomar.com/countries/chile/eventos1/serrano.pdf>.
- Simpson SL, Spadaro DA & D O'Brien (2013). Incorporating bioavailability into management limits for copper in sediments contaminated by antifouling paint used in aquaculture. *Chemosphere* 93: 2499–2506.
- Smith SL, Yamanaka Y, Pahlow M & A Oschlies (2009). Optimal uptake kinetics: physiological acclimation explains the pattern of nitrate uptake by phytoplankton in the ocean. *Mar Ecol Prog Ser* 384: 1-12.
- Stone DAJ (2003) Review: utilization of dietary carbohydrate by fish. *Reviews in Fisheries Science* 11(4): 337–369.
- Schwemmer, P, Mendel, B., Sonntag, N, Dierschke, V. and Garthe, S. 2011. Effects of ship traffic on seabirds in offshore waters: implications for marine conservation and spatial planning. *Ecological Applications* 21:1851–1860.
- Takahashi CK, Turner A, Millward GE & GA Glegg (2012). Persistence and metallic composition of paint particles in sediments from a tidal inlet. *Marine Pollution Bulletin* 64: 133–137.
- Valle C, Bayle-Sempere J T, Dempster T, Sanchez-Jerez P and F Giménez-Casaldueiro. 2007. Temporal variability of wild fish assemblages associated with a sea-cage fish farm in the south-western Mediterranean Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 72: 299-307.
- Weatherup RN & KJ McCracken (1999). Changes in rainbow trout, *Onchorhynchus mykiss* (Walbaum), body composition with weight. *Aquacult Res* 30: 305-307.
- Windolf, J., Timmermann, A., Kjeldgaard, A., Bøgestrand, J., Larsen, S.L. & Thodsen, H. 2013. Landbaseret tilførsel af kvælstof og fosfor til danske fjorde og kystafsnit, 1990-2011. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 110 s. – Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 31. <http://dce2.au.dk/pub/TR31.pdf>.

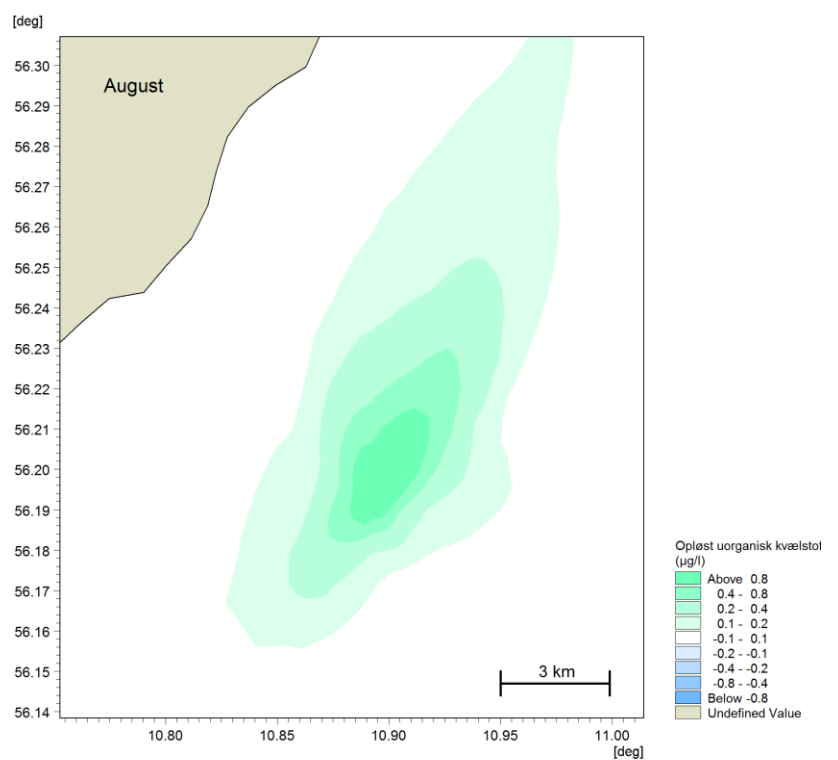
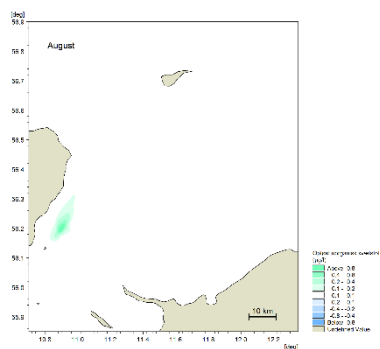
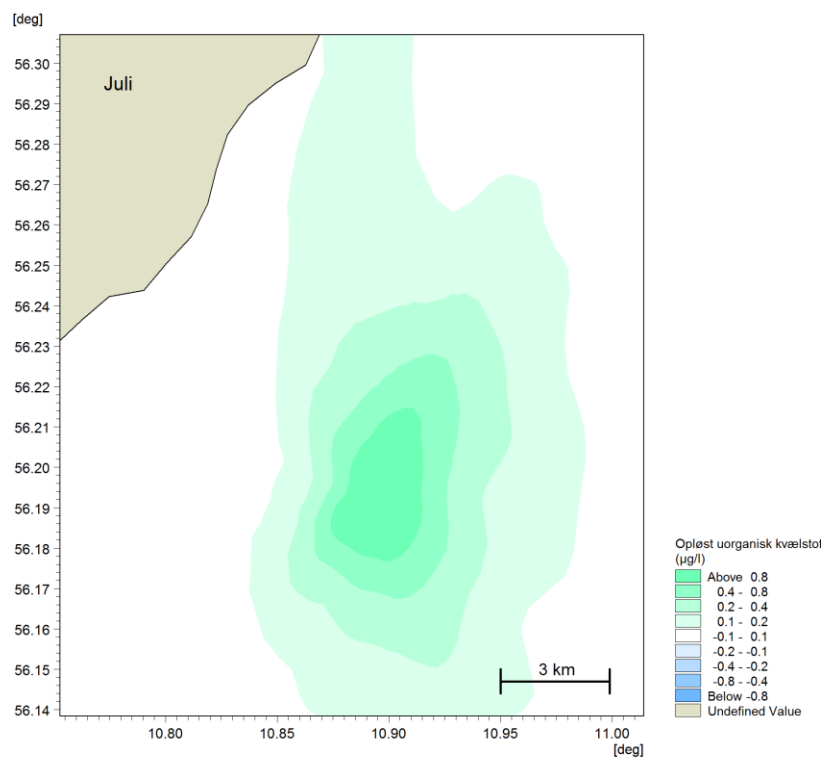
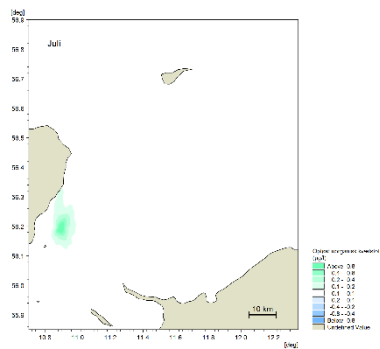
BILAG A – Månedskort for ændring i opløst uorganisk kvælstof

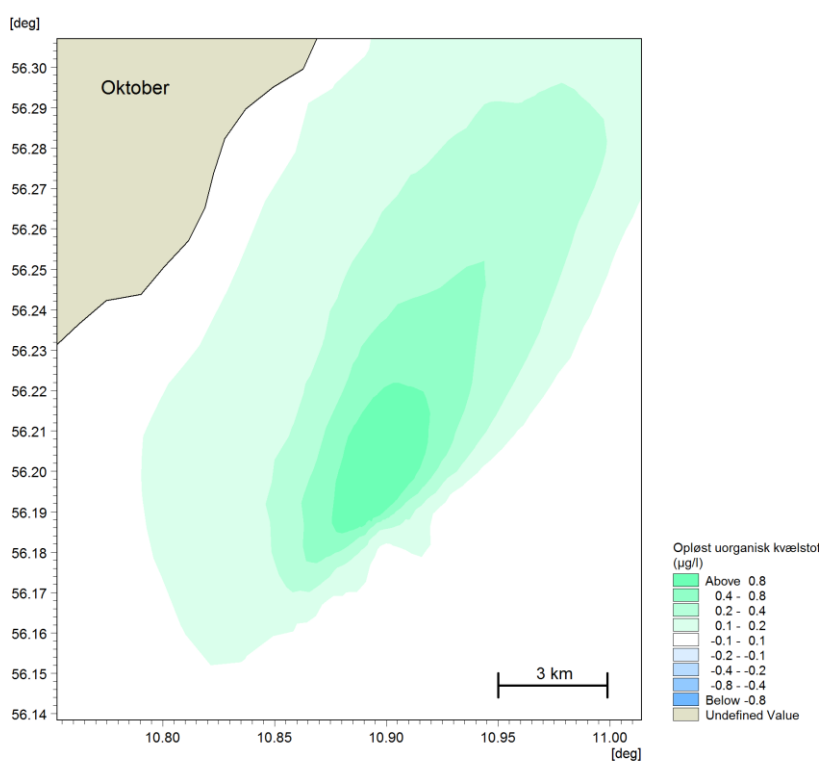
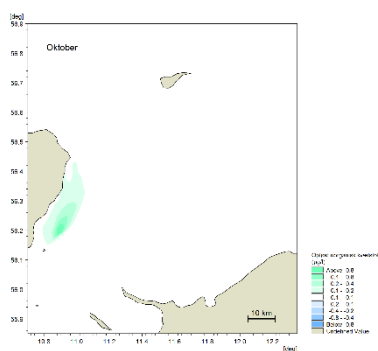
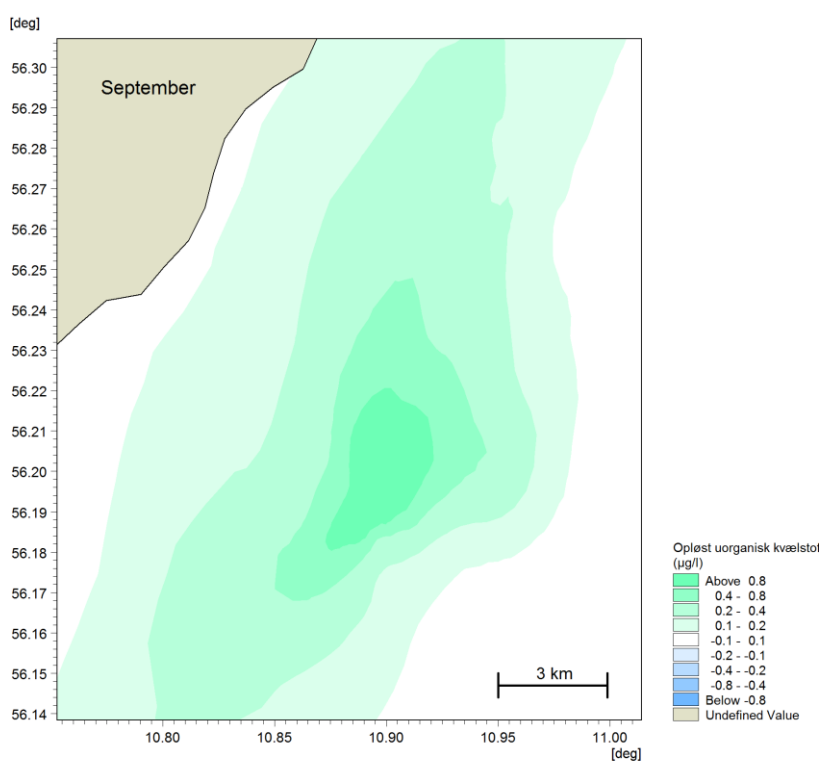
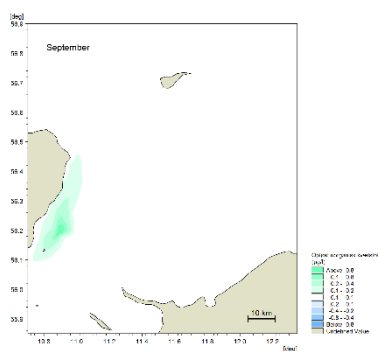
Geografisk udbredelse af ændring i overfladen

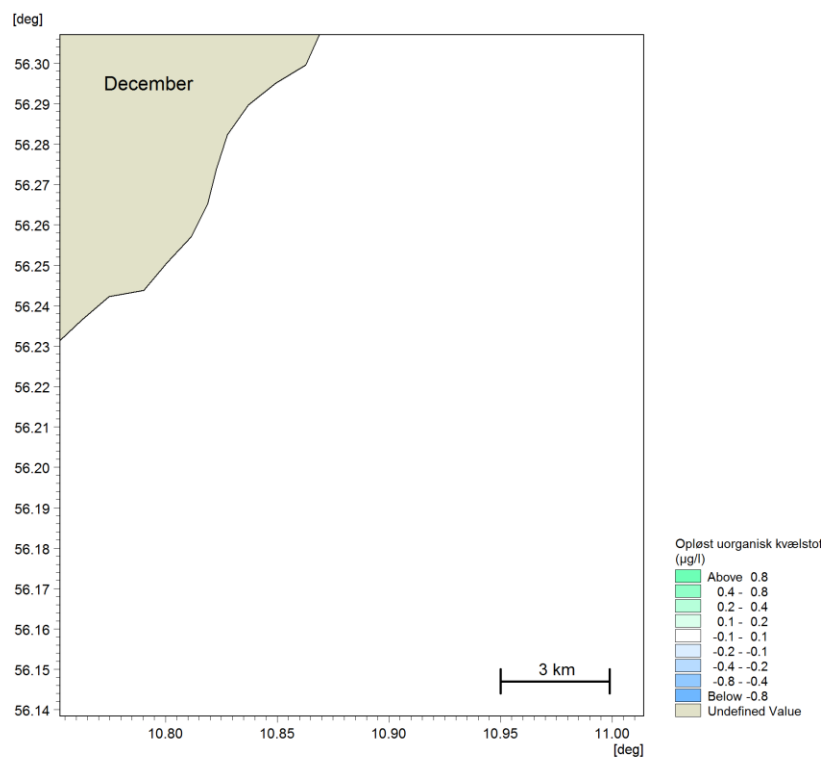
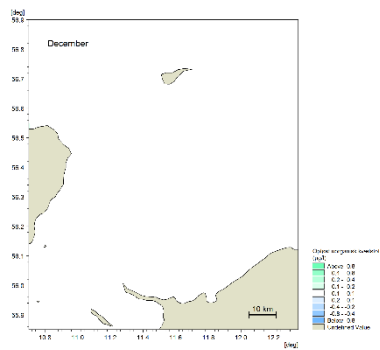
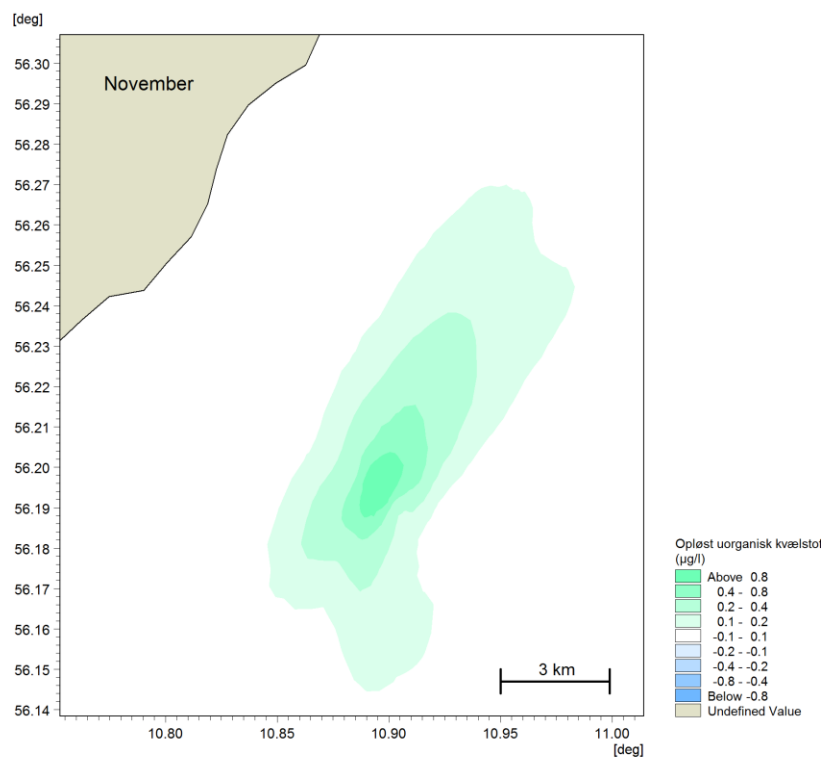
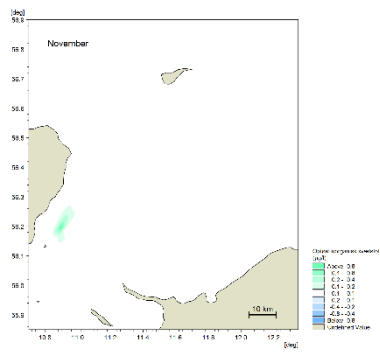
A Månedskort for ændring i opløst uorganisk kvælstof i overfladen

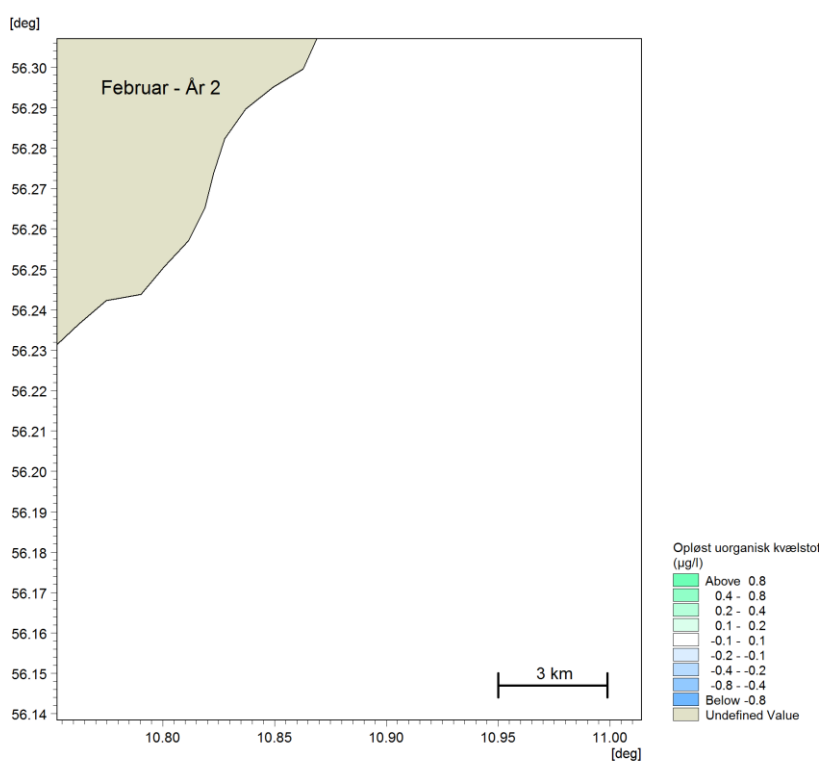
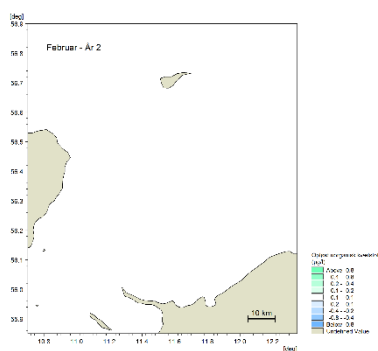
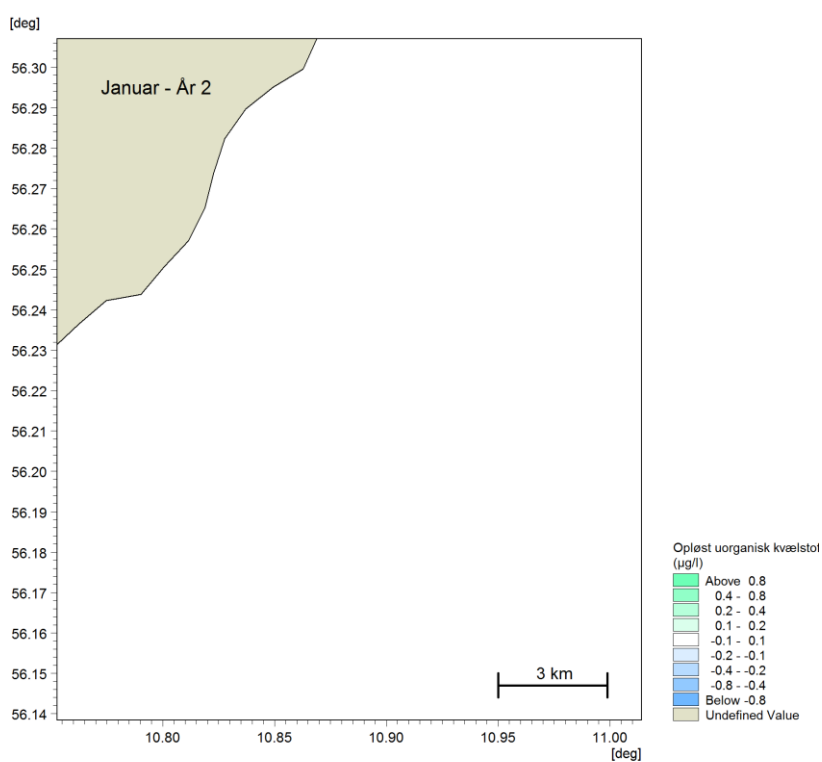
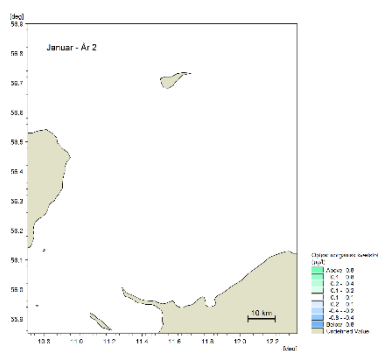


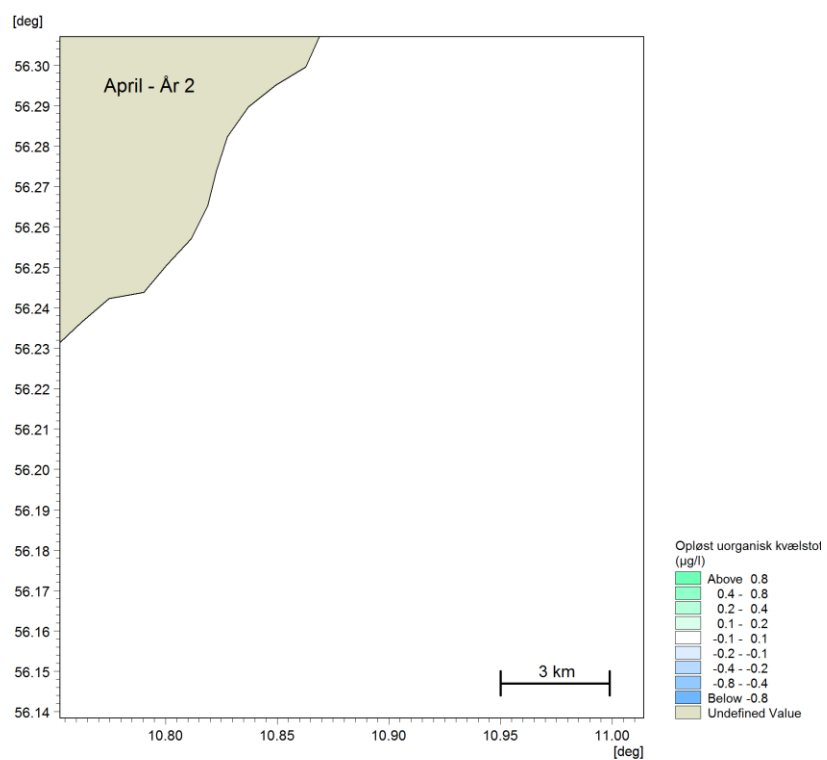
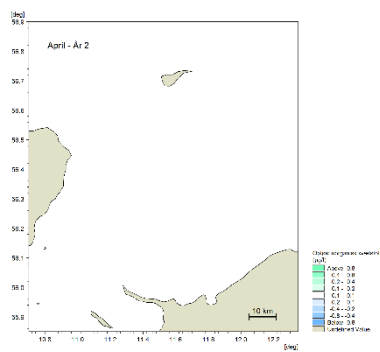
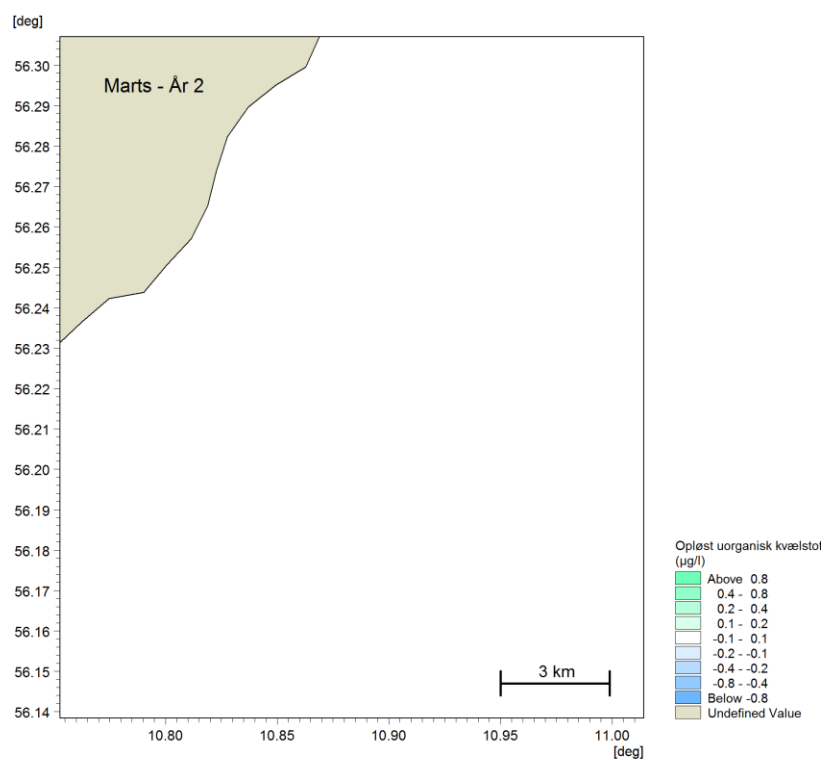
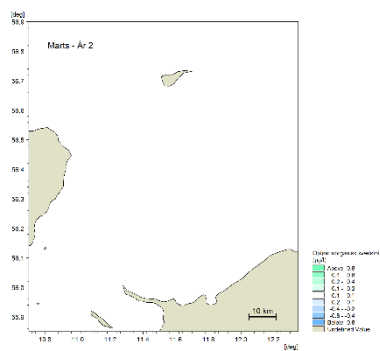








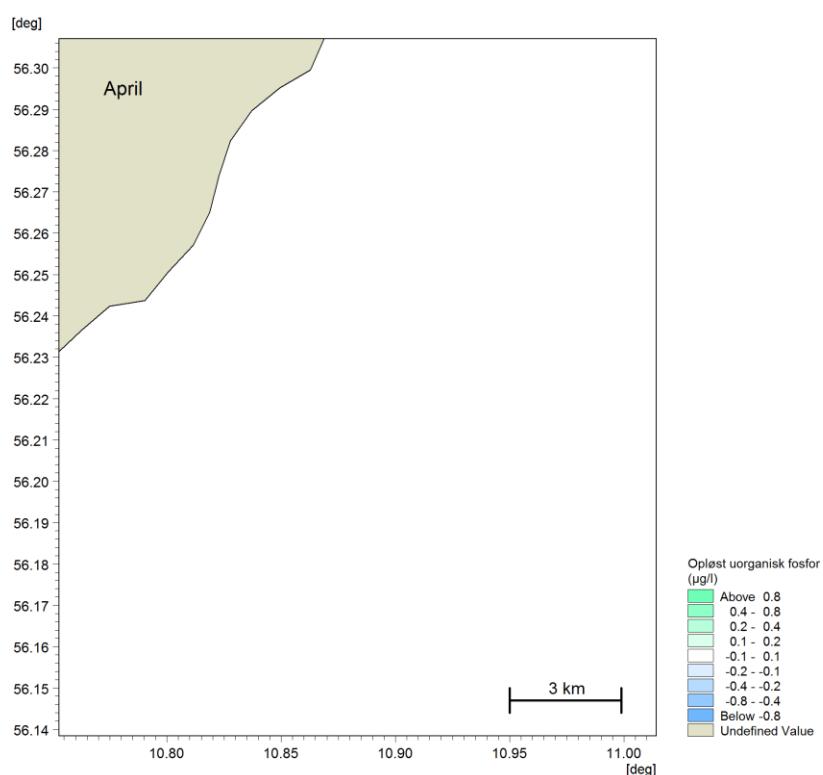
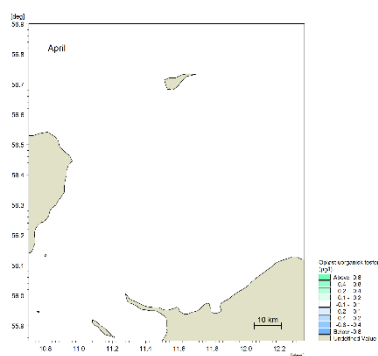
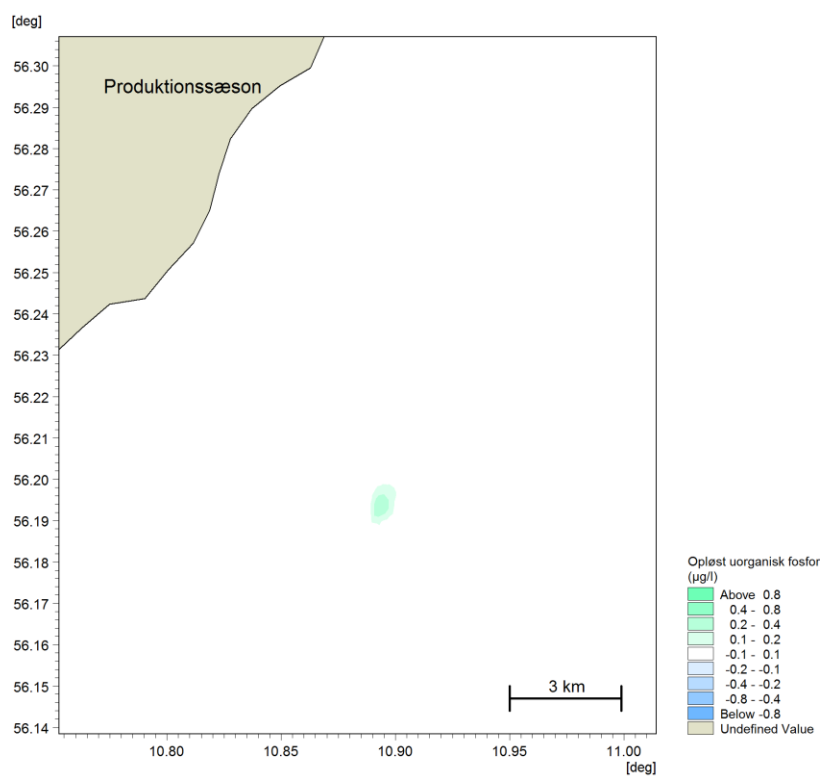
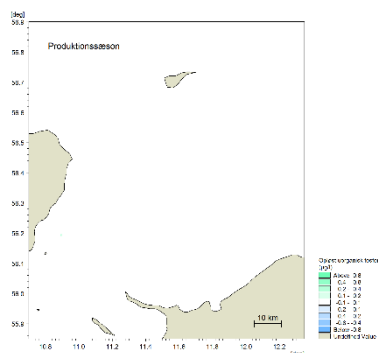


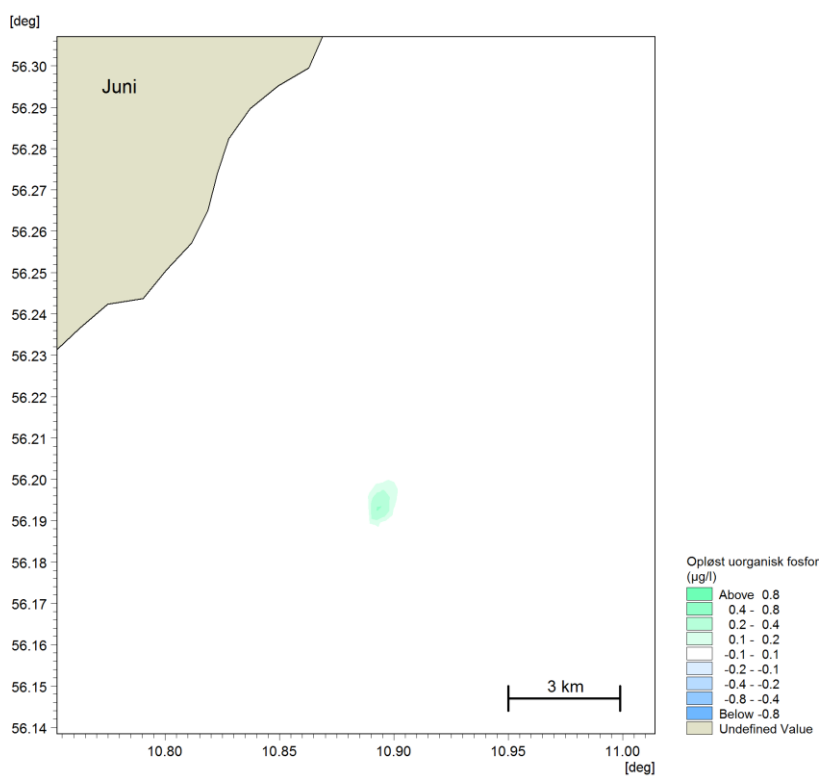
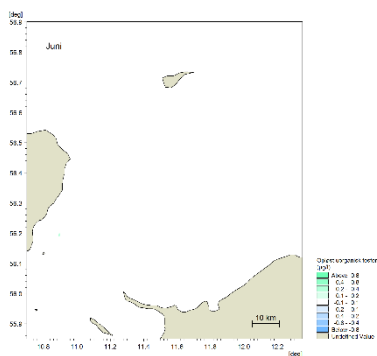
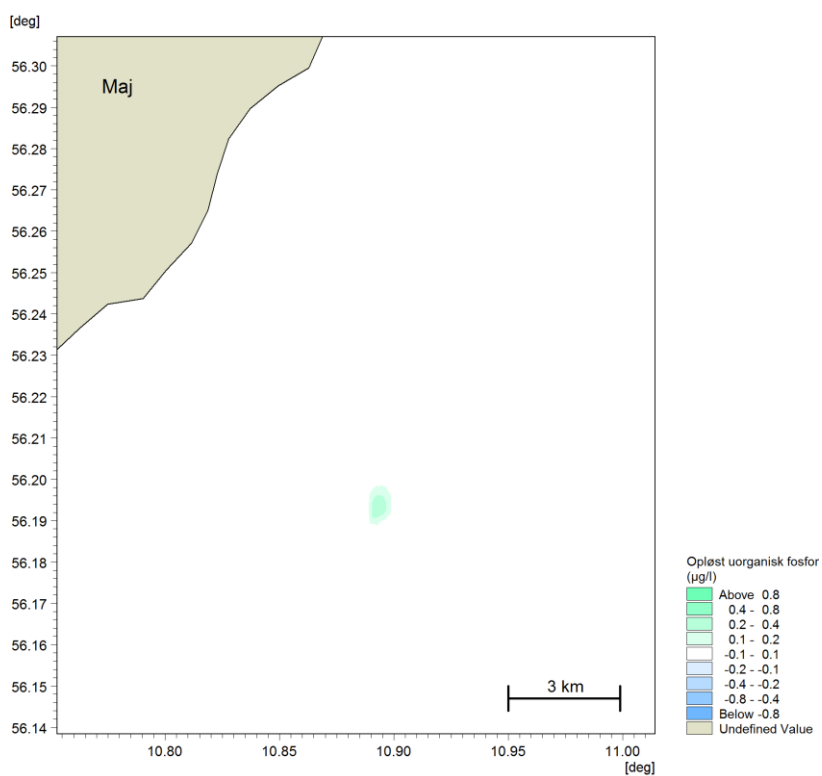
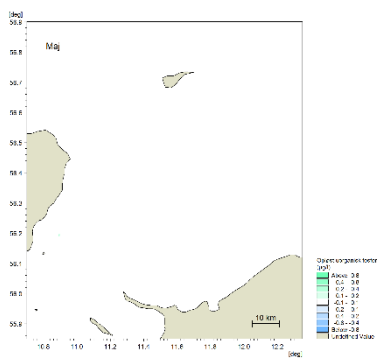


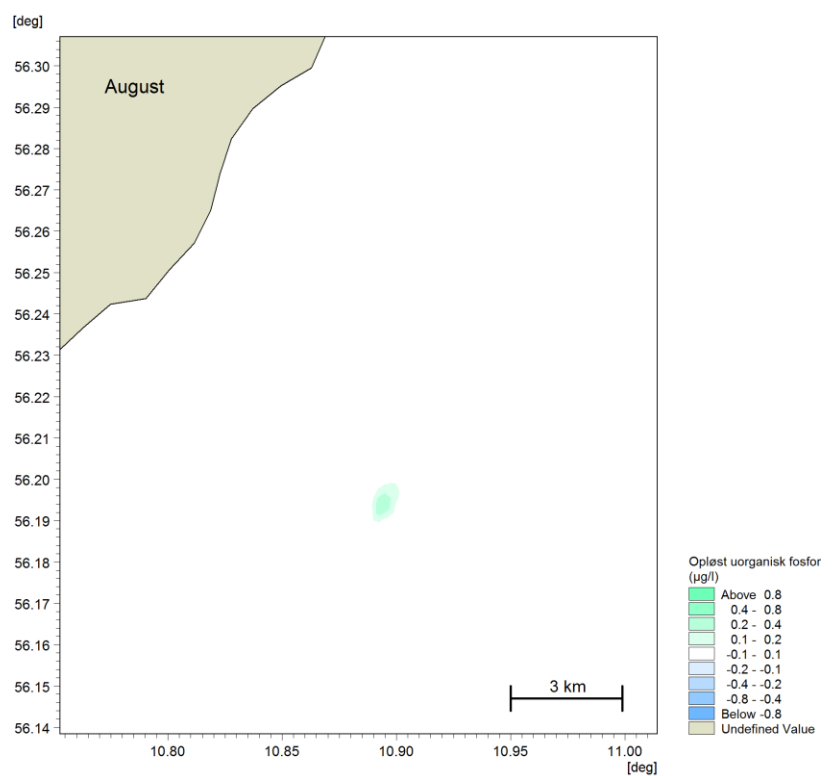
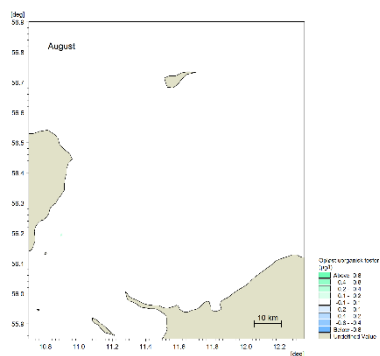
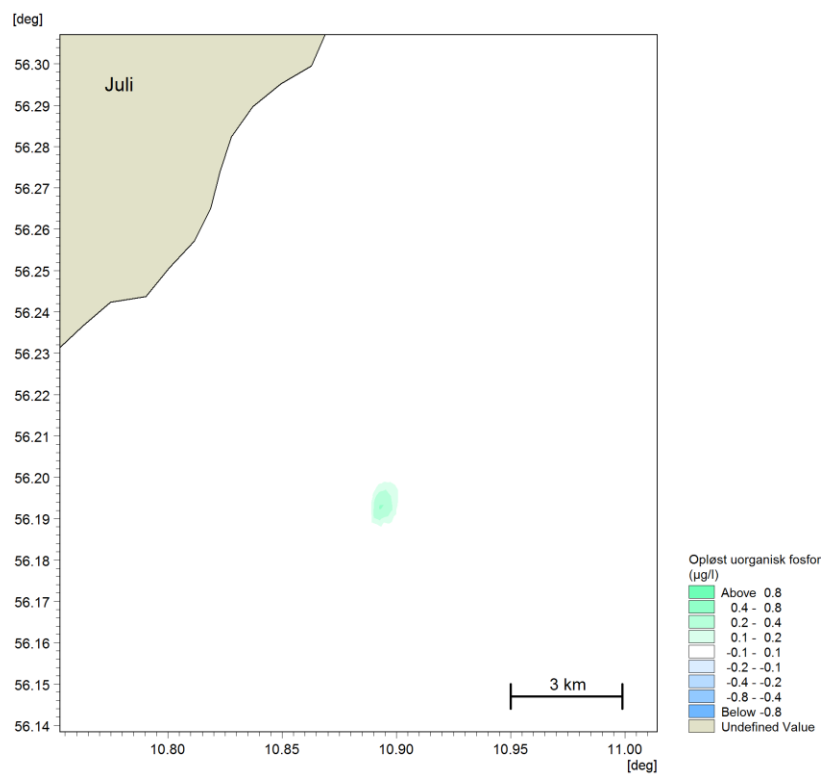
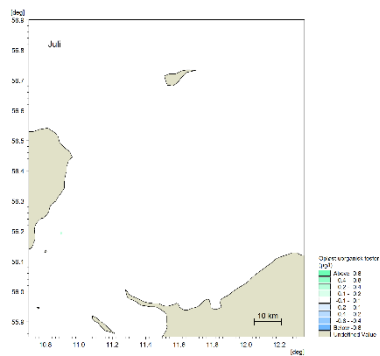
BILAG B– Månedskort for ændring i opløst uorganisk fosfor

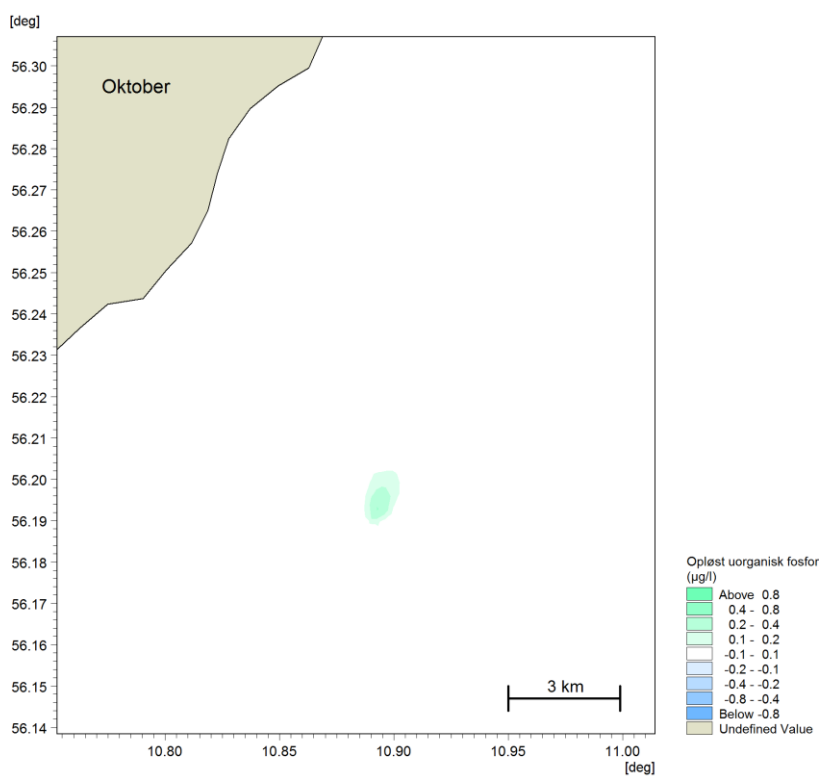
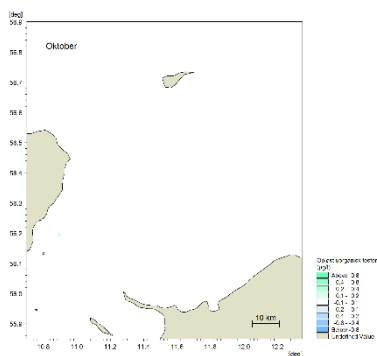
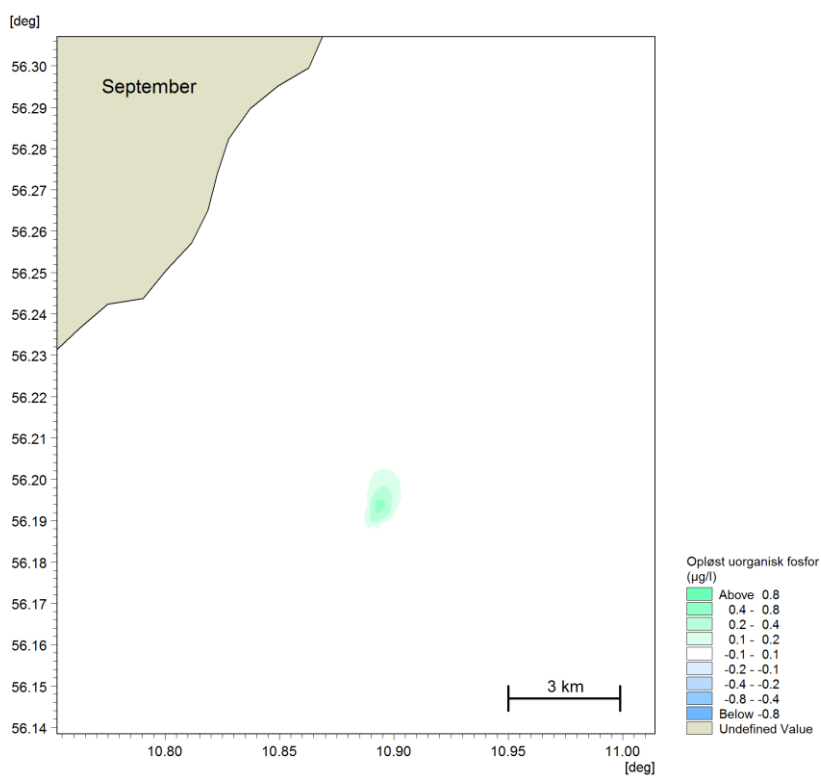
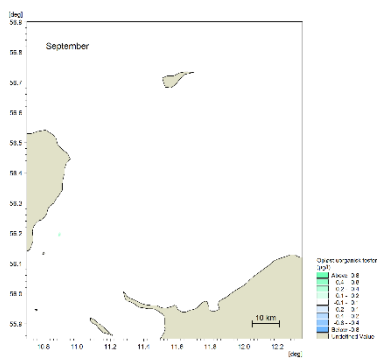
Geografisk udbredelse af ændring i overfladen

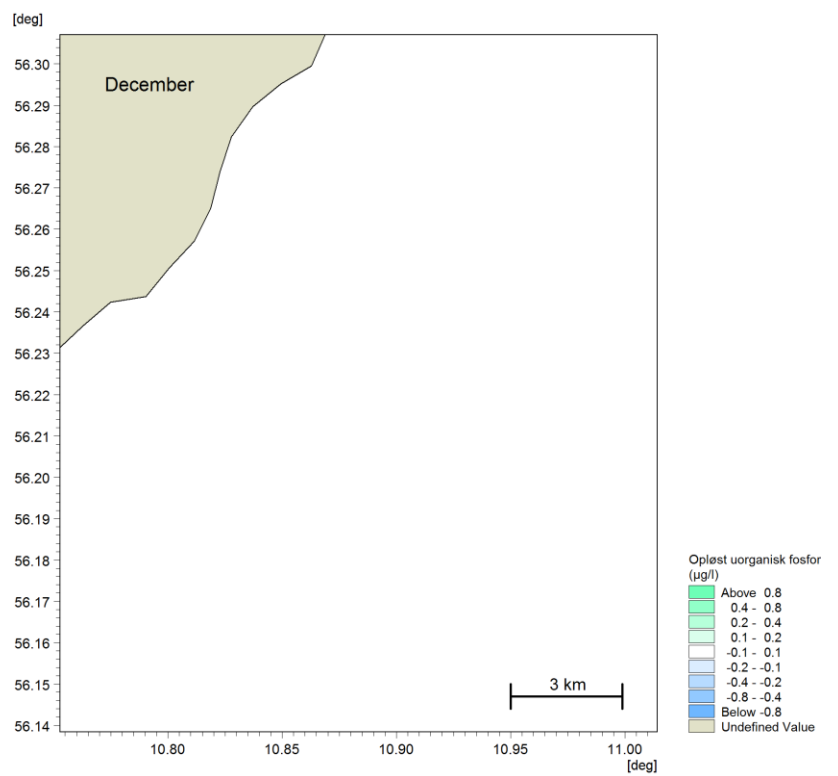
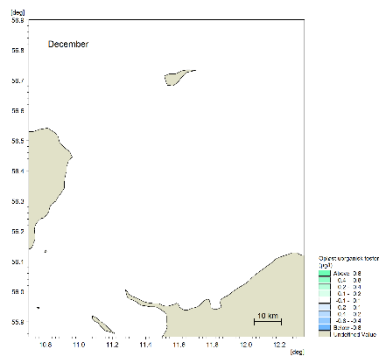
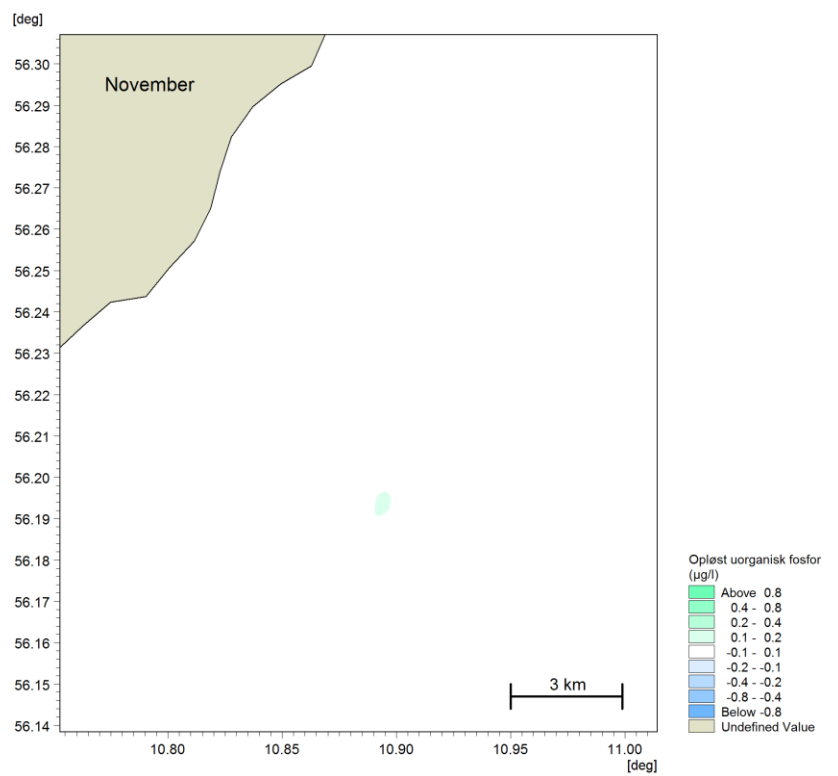
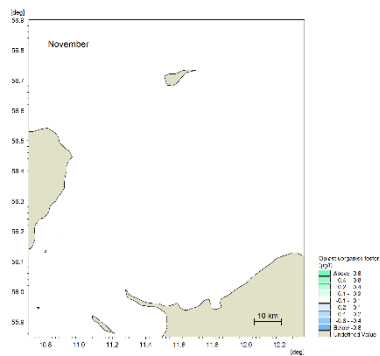
B Månedskort for ændring i opløst uorganisk fosfor i overfladen

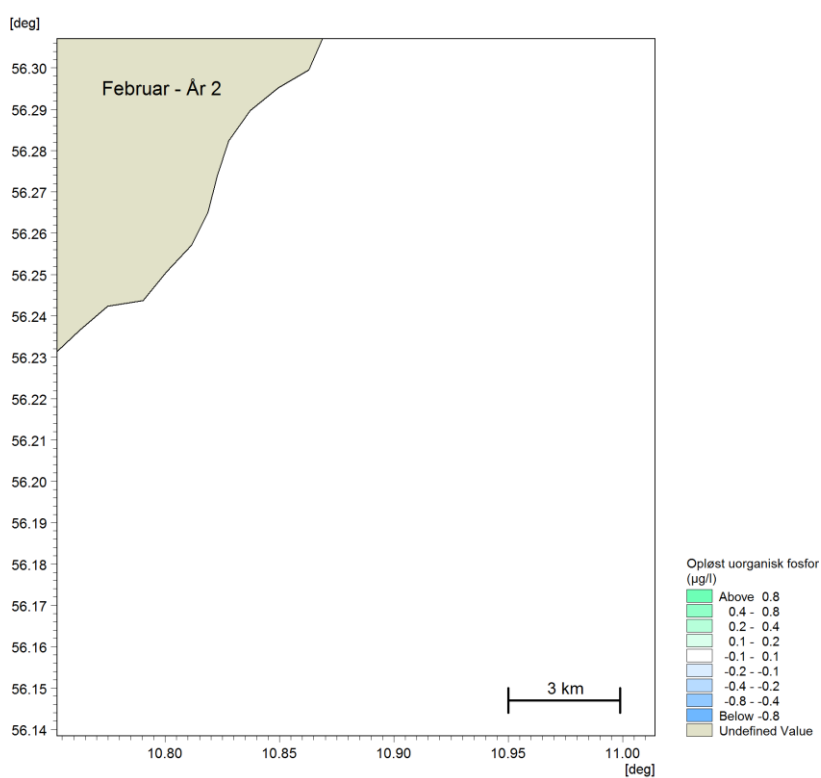
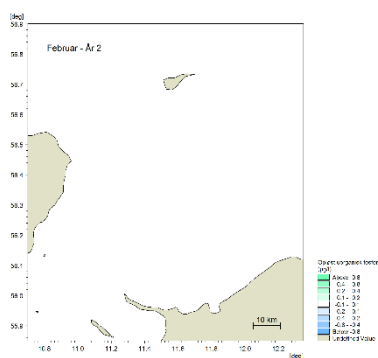
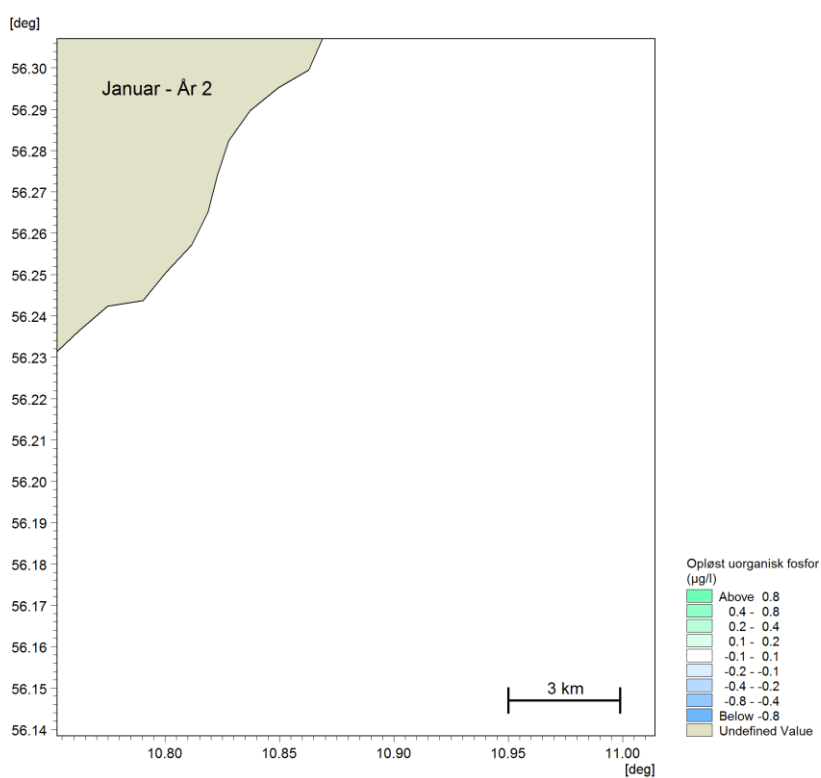
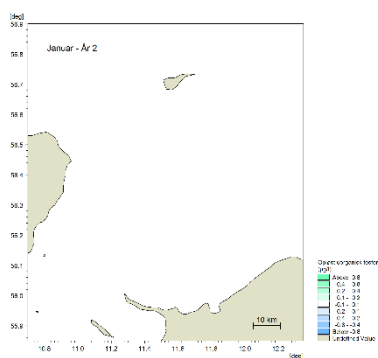


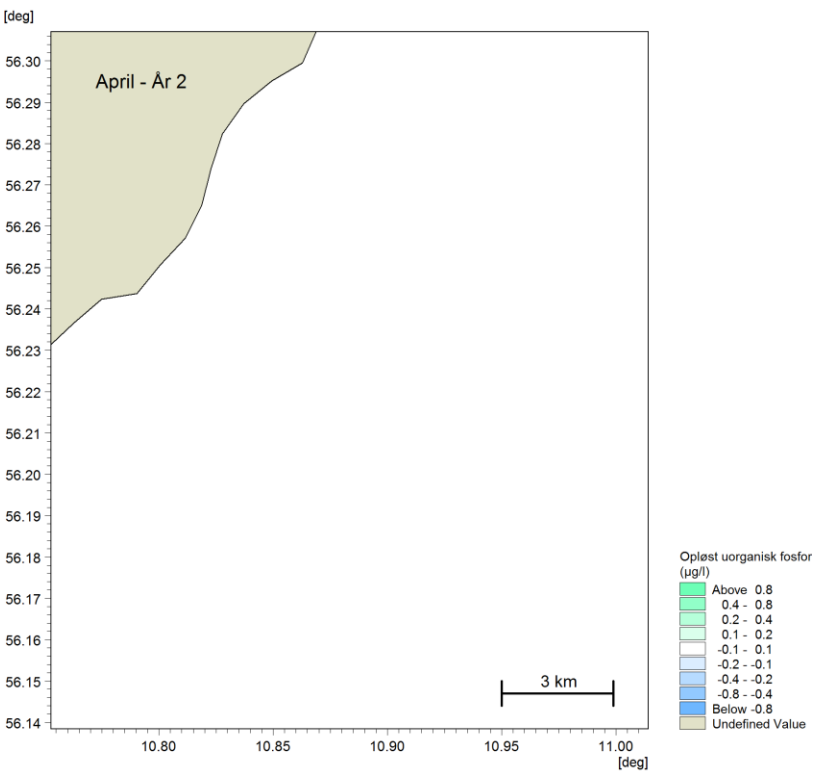
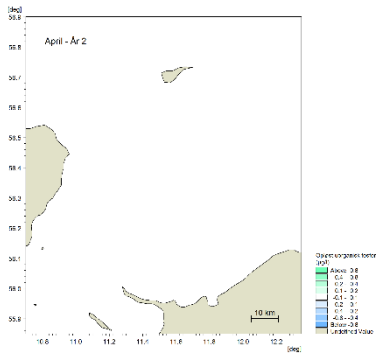
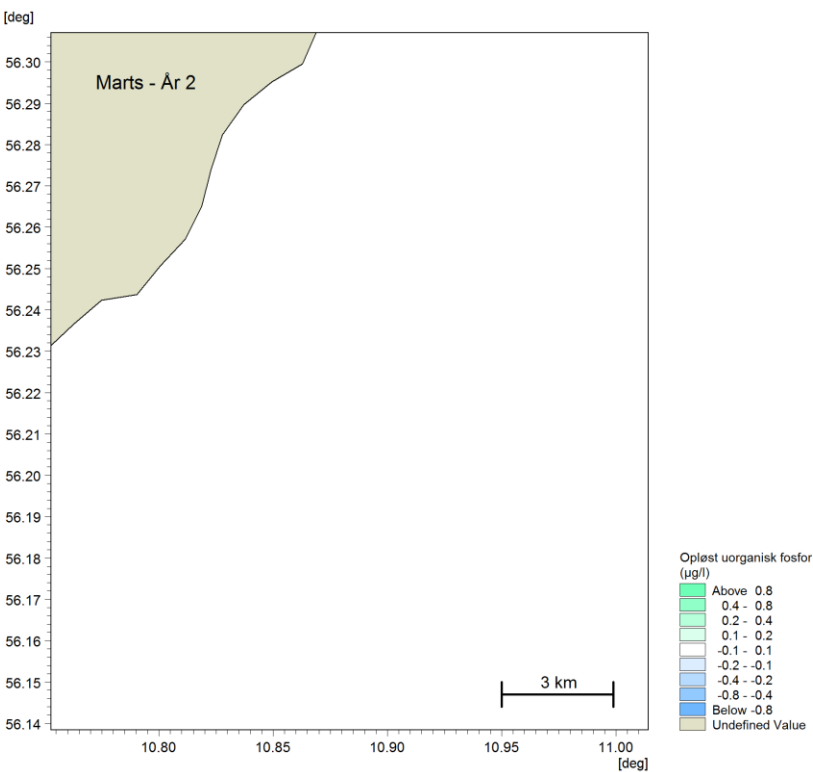
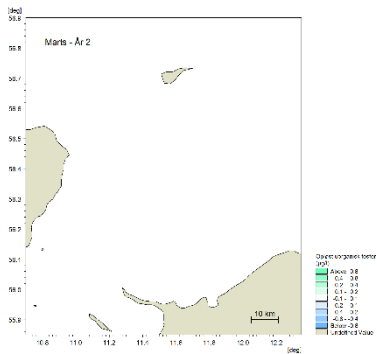






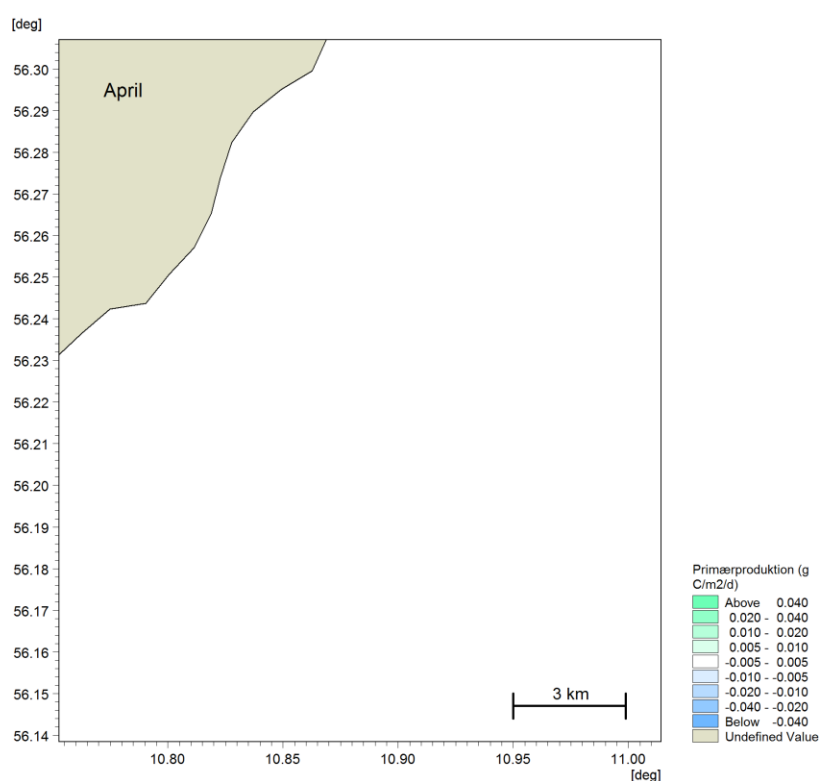
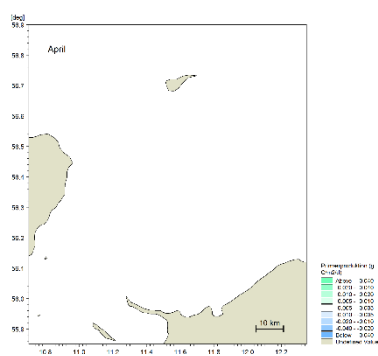
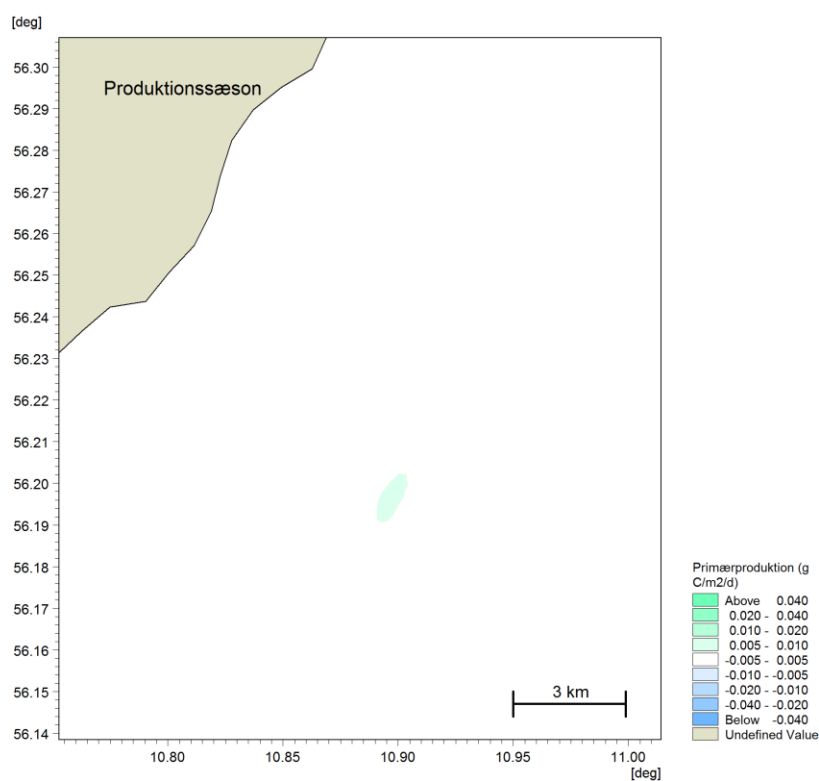
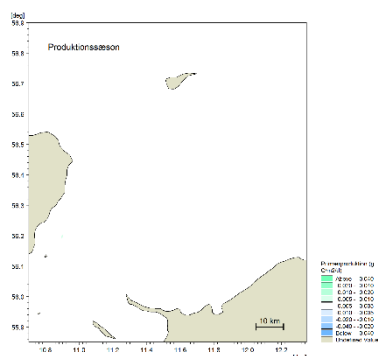


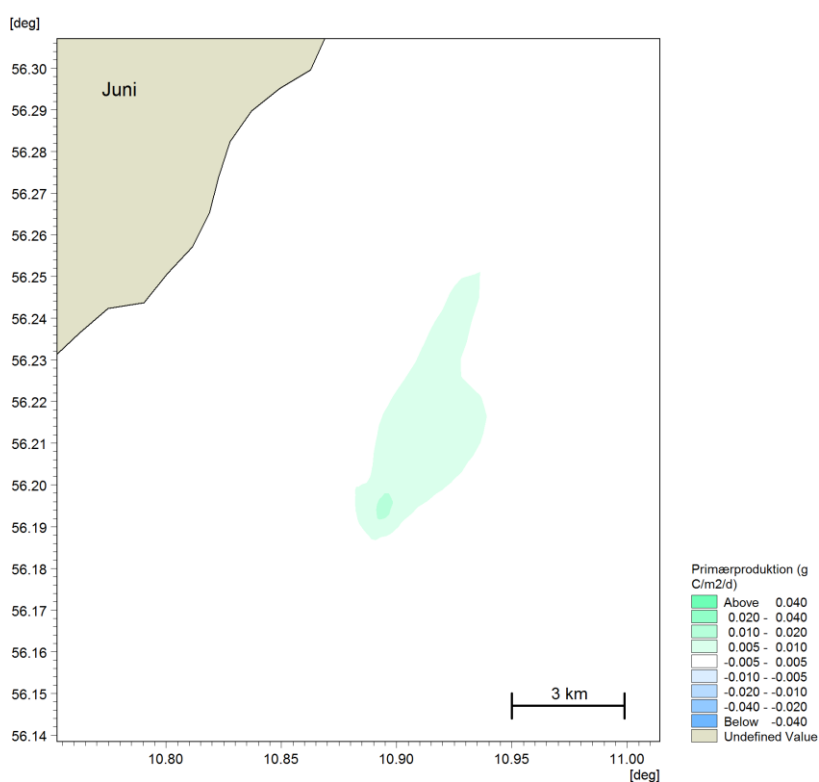
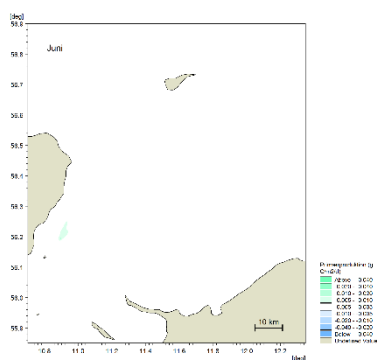
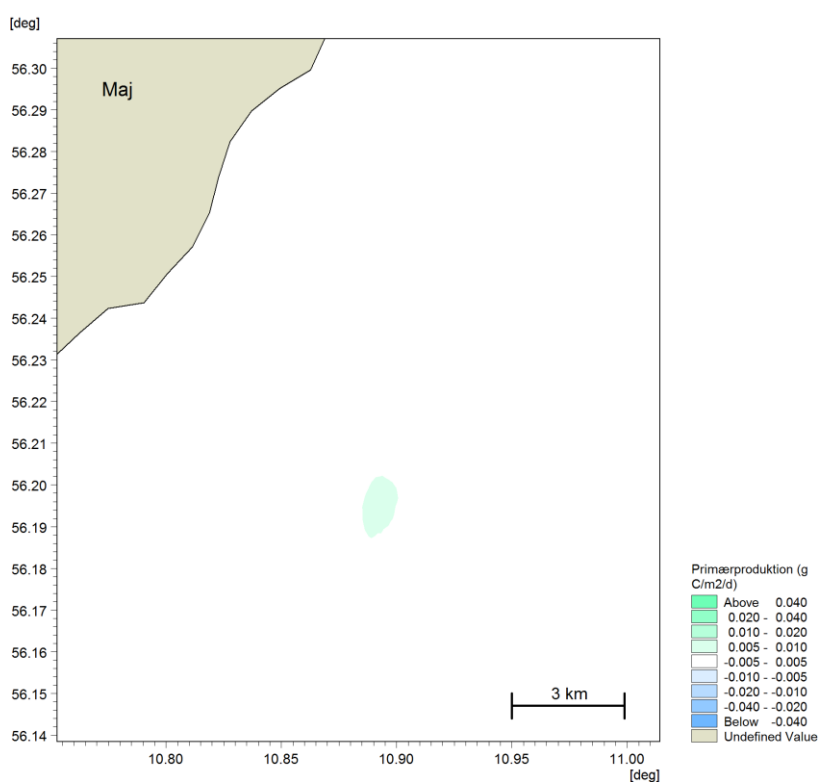
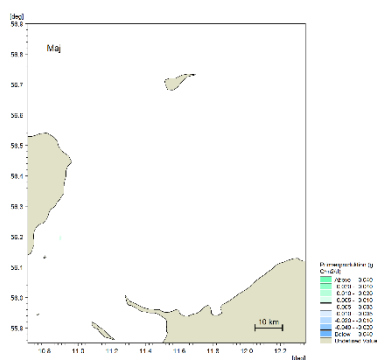


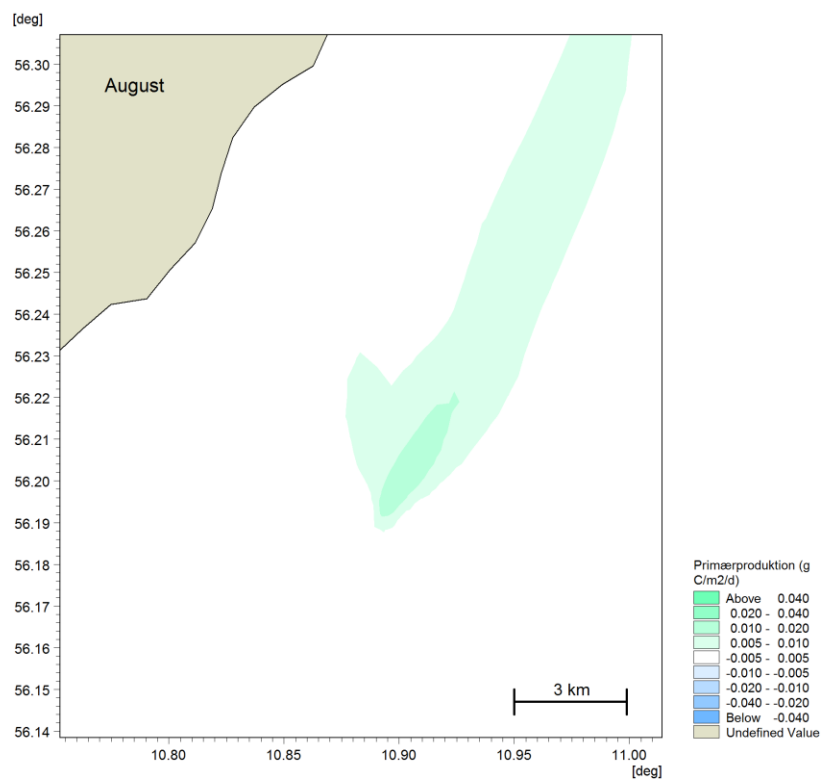
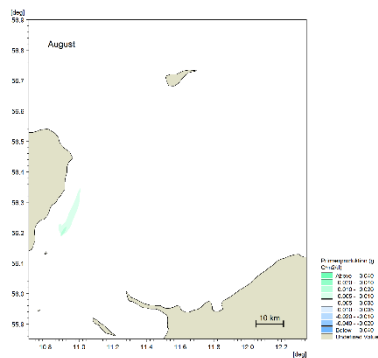
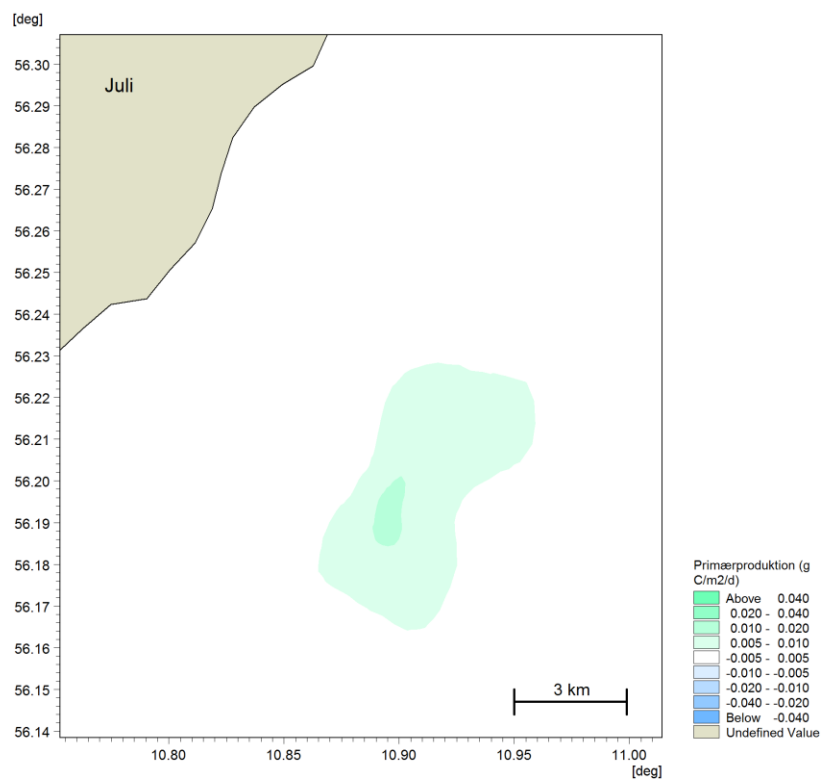
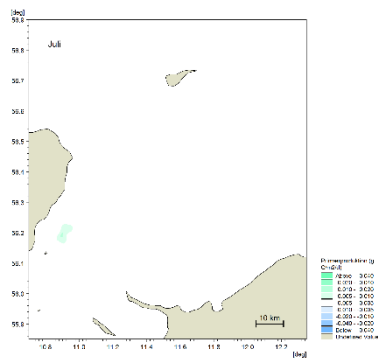


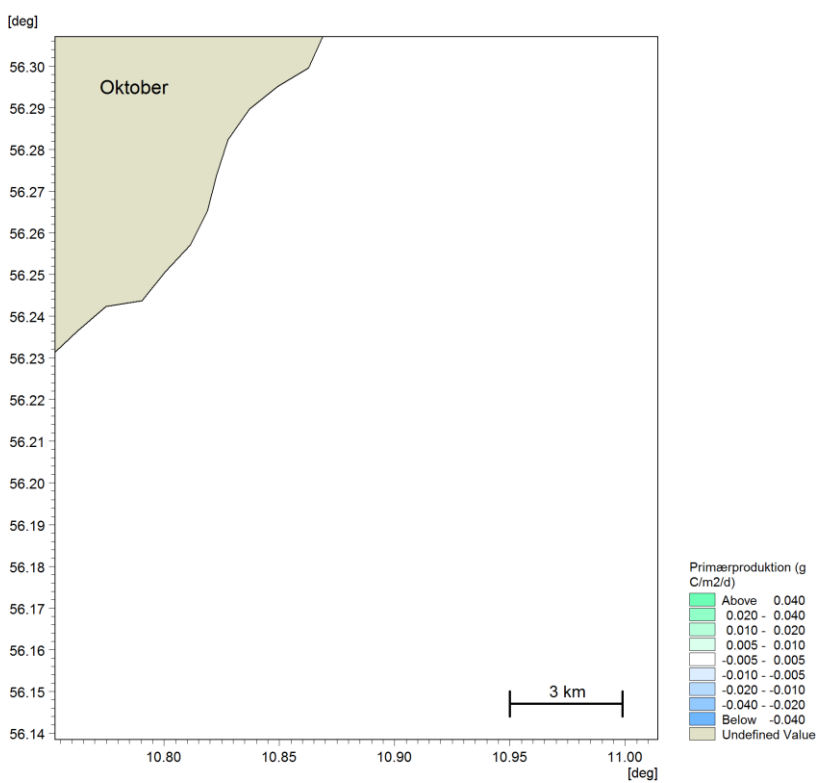
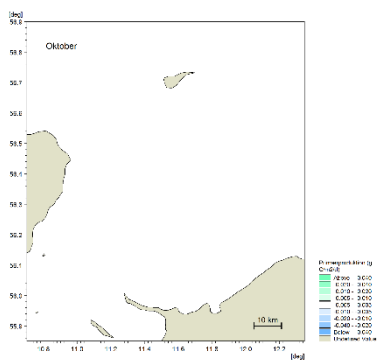
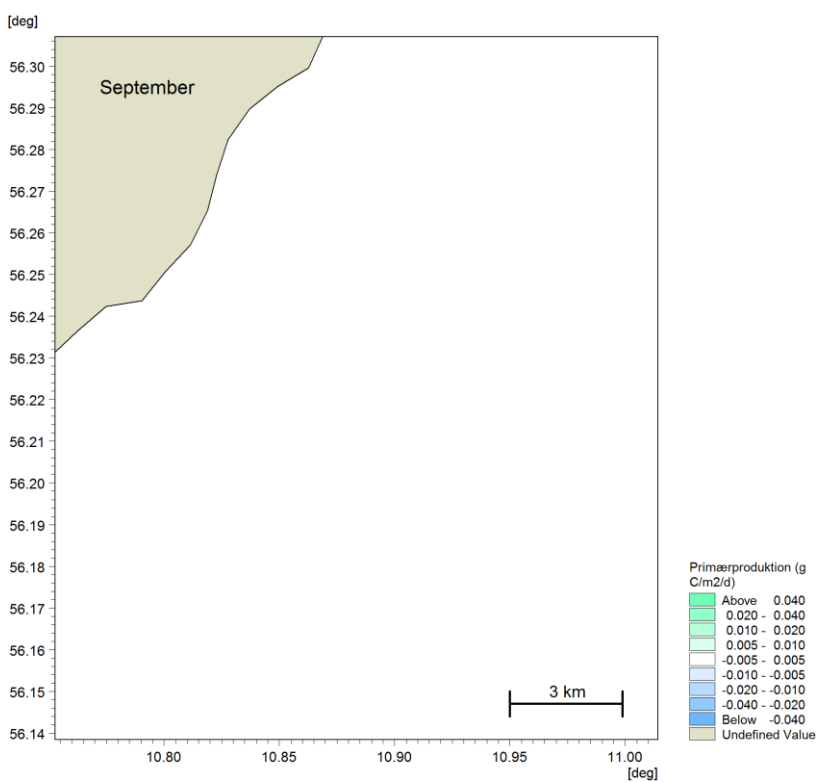
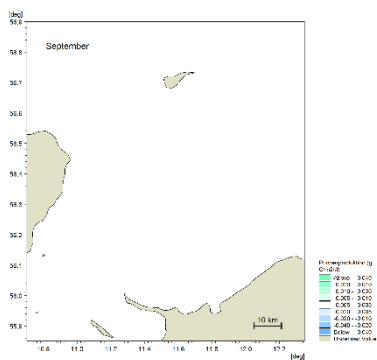
BILAG C – Månedskort for ændring i pelagisk primærproduktion

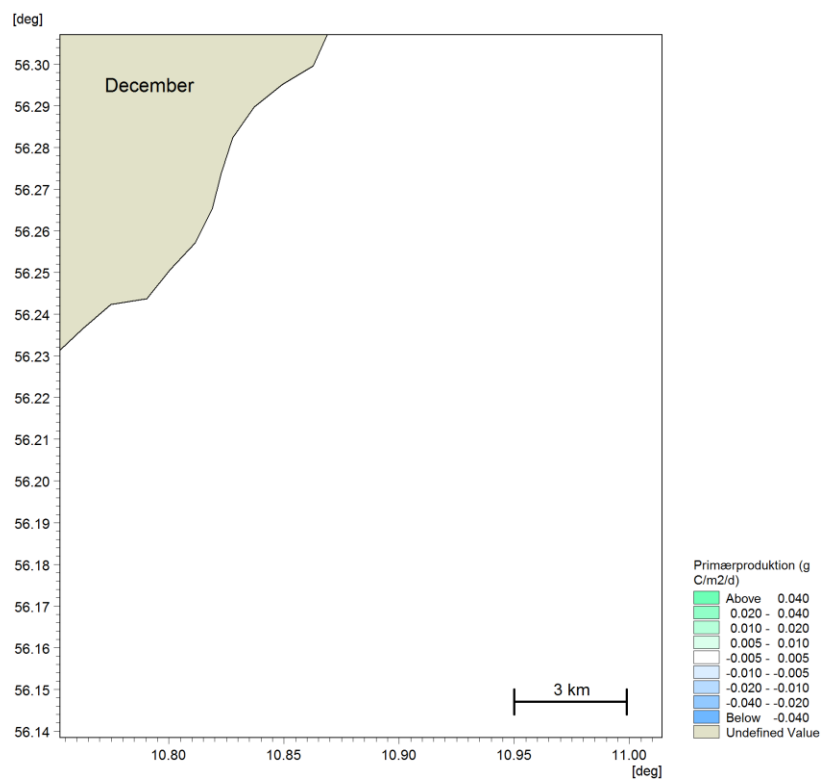
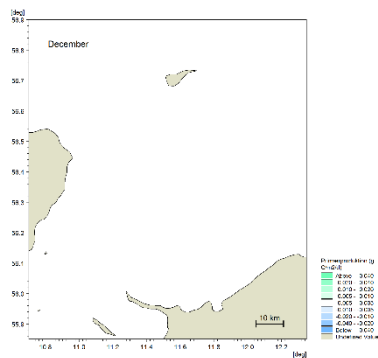
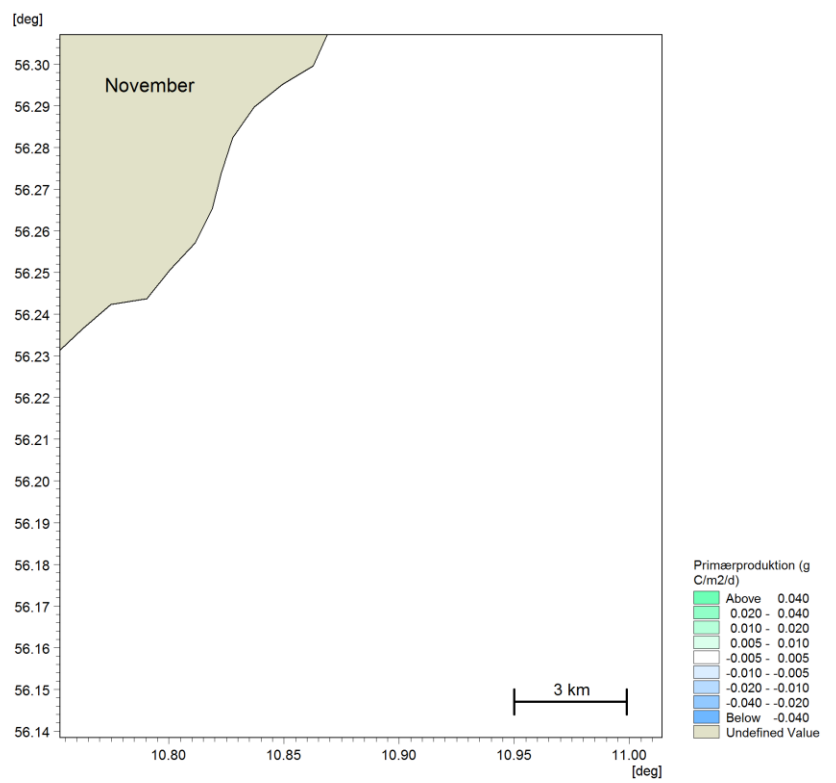
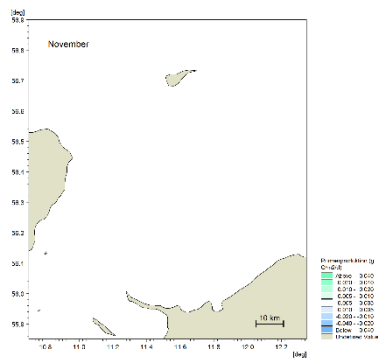
C Månedskort for ændring i pelagisk primærproduktion i vandsøjlen

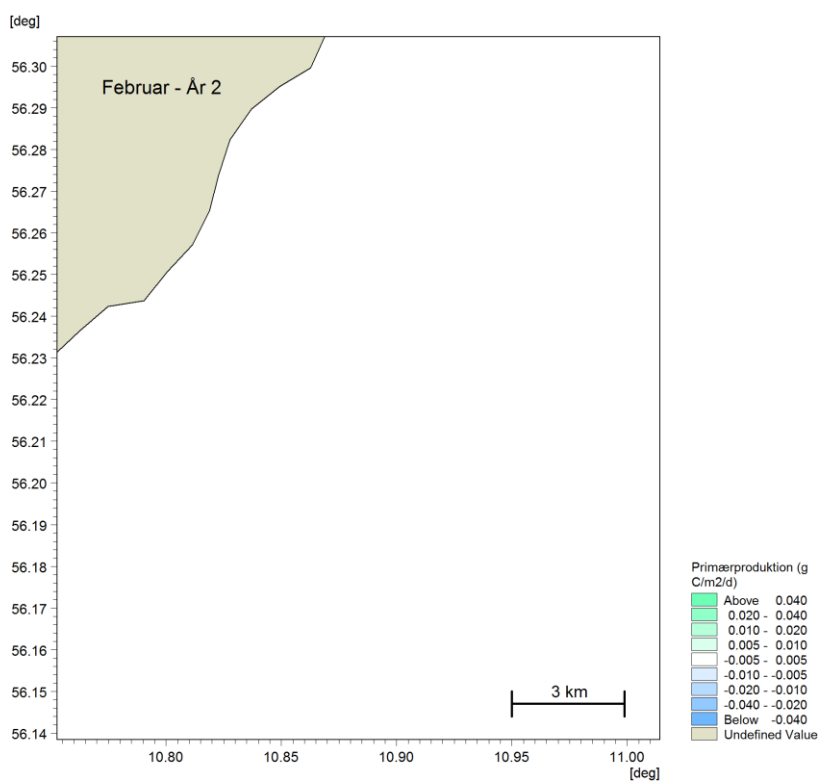
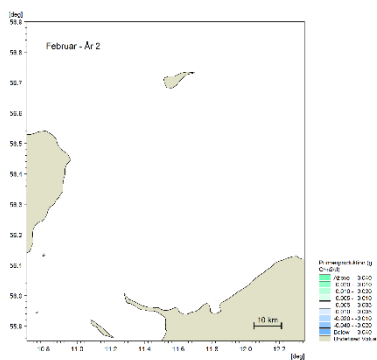
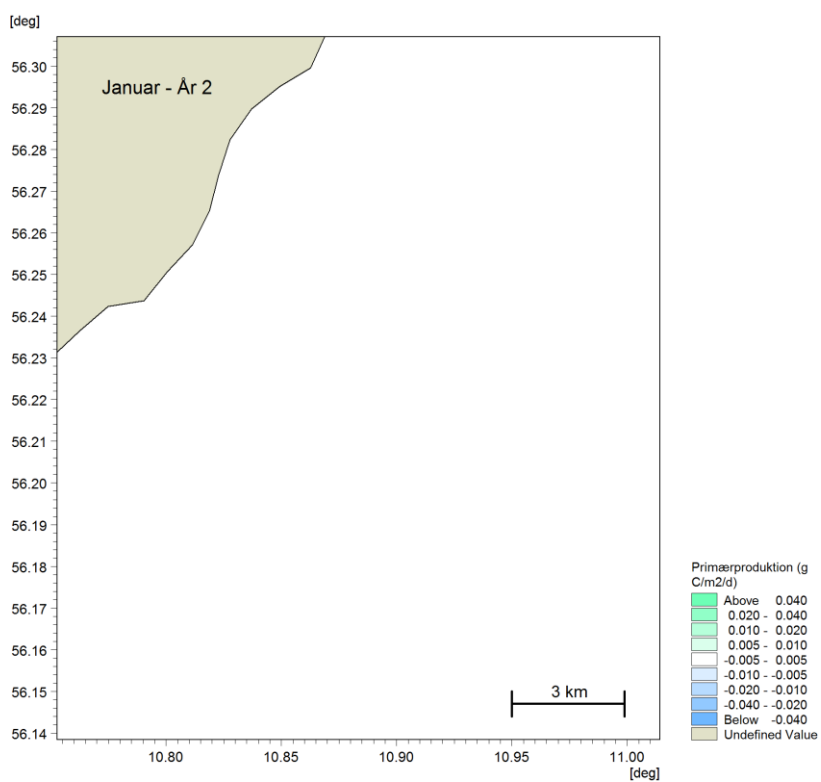
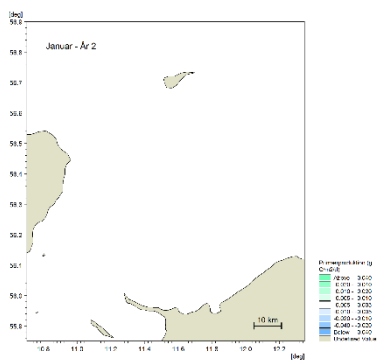


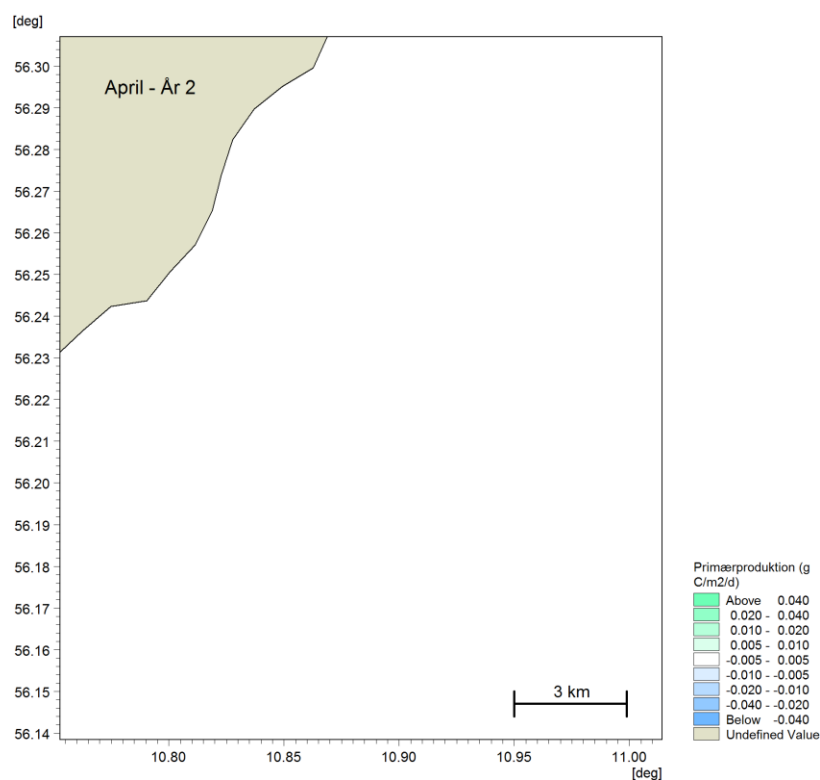
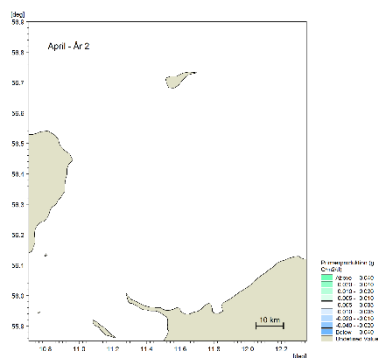
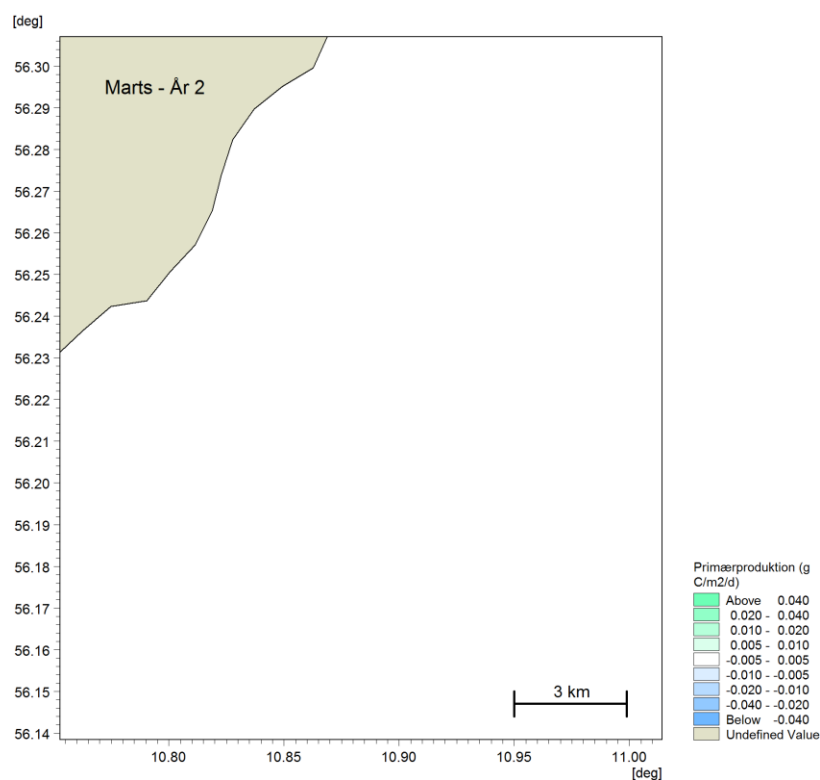
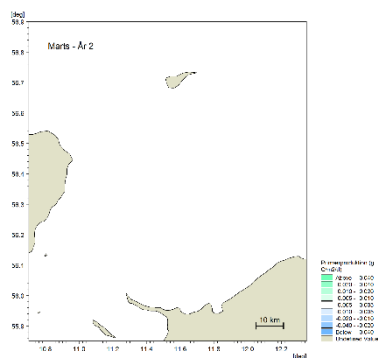








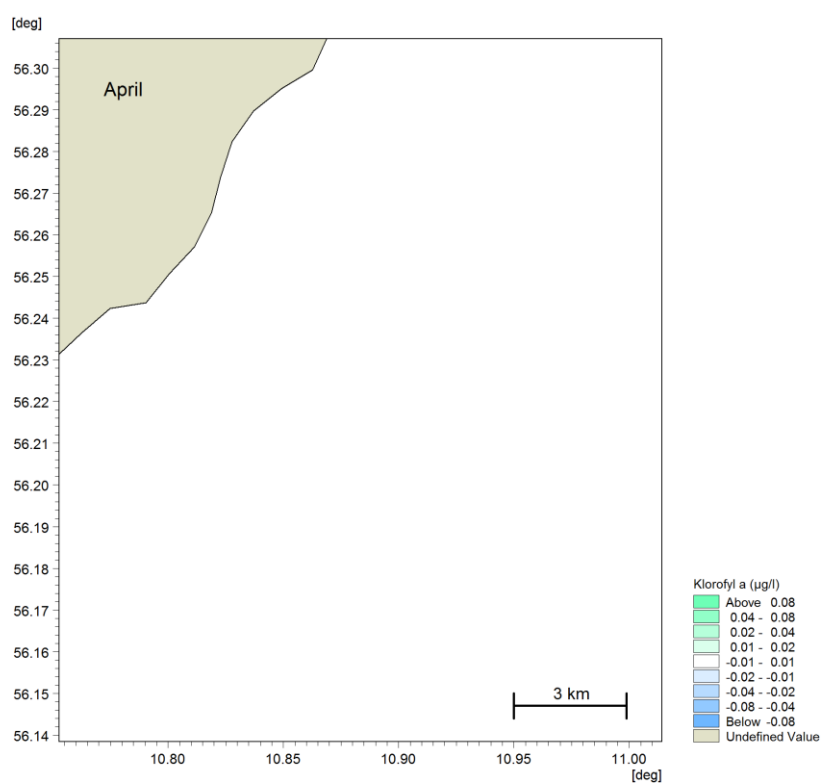
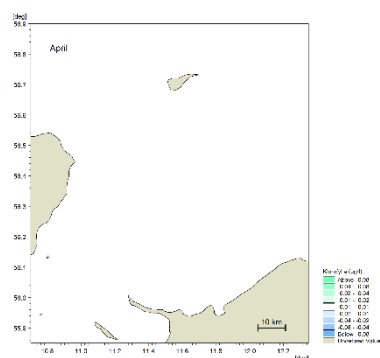
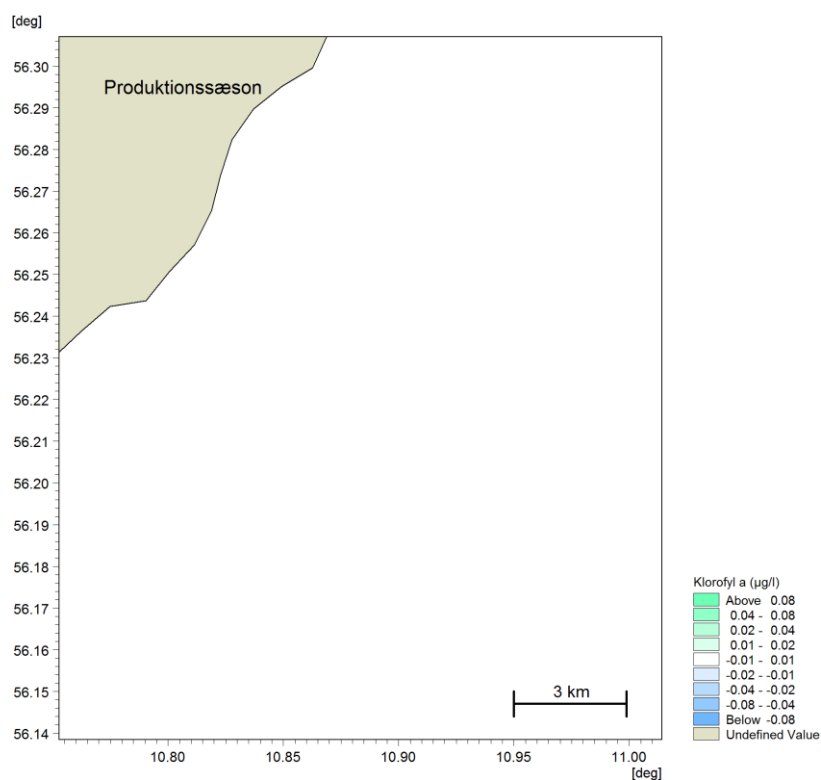
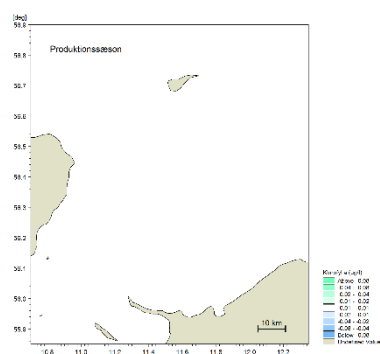


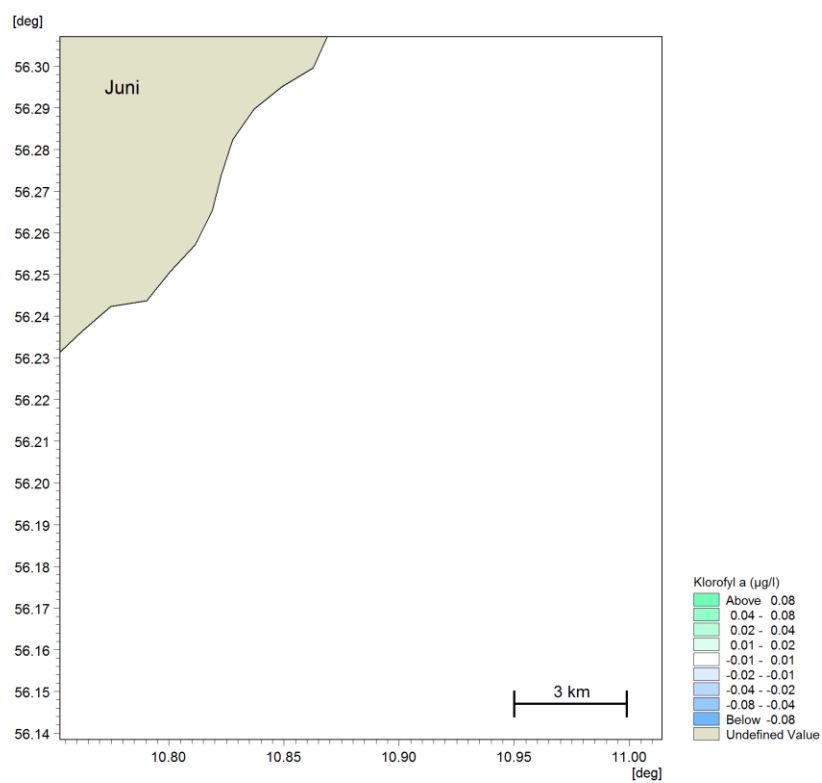
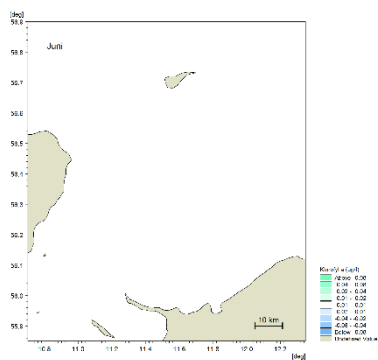
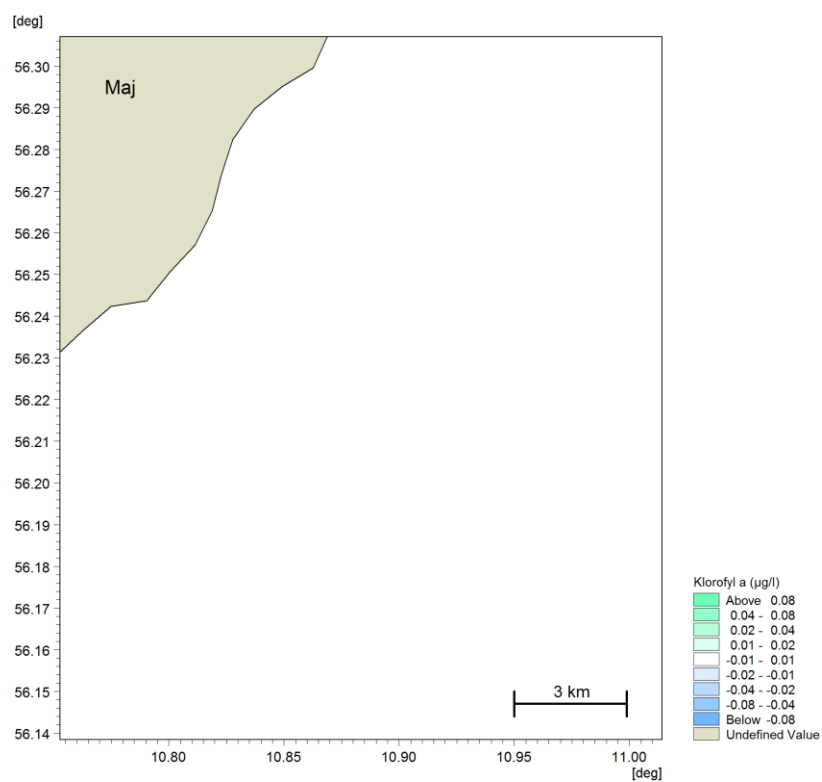
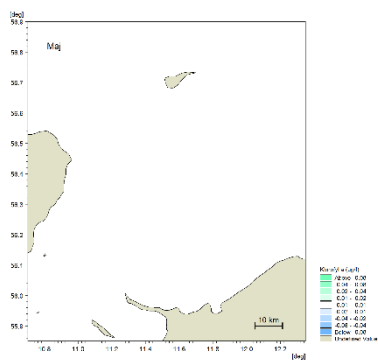


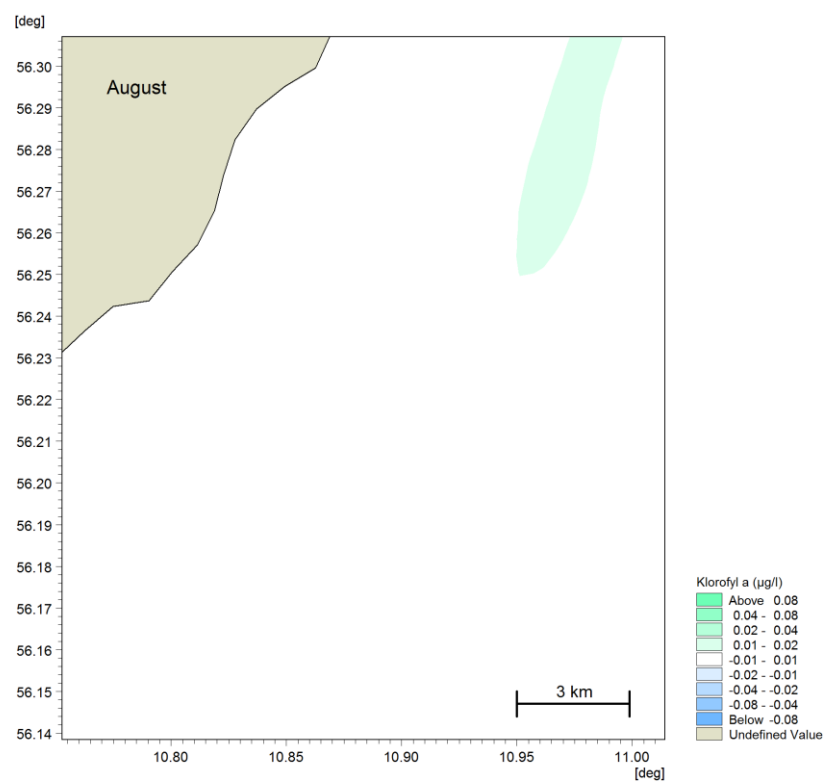
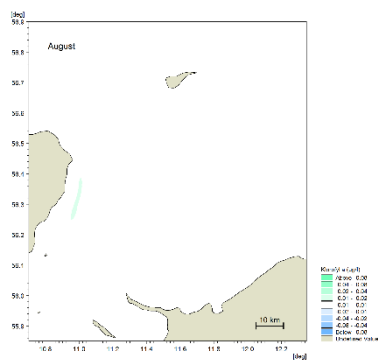
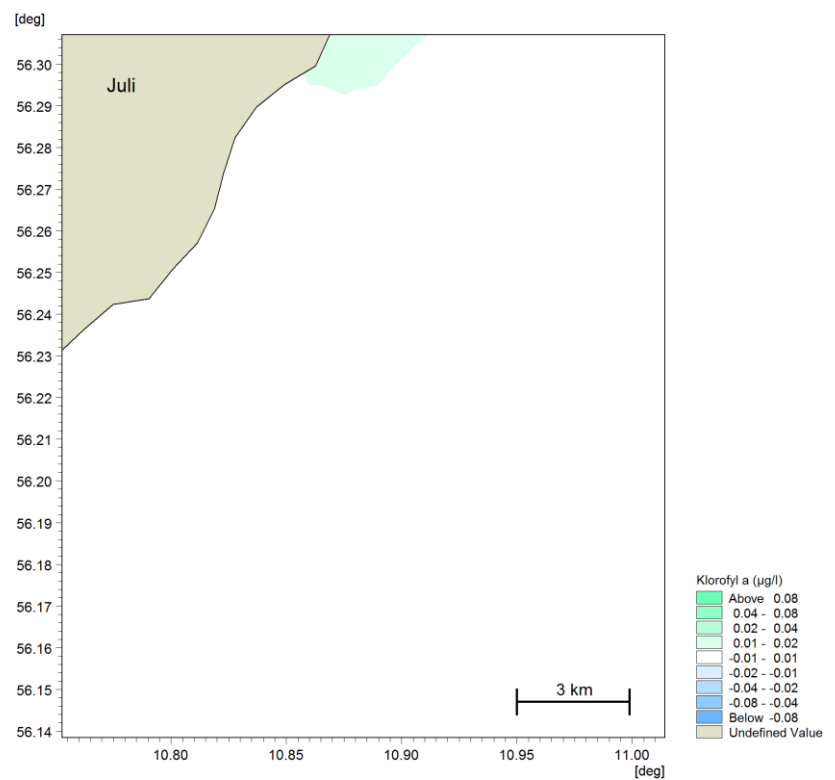
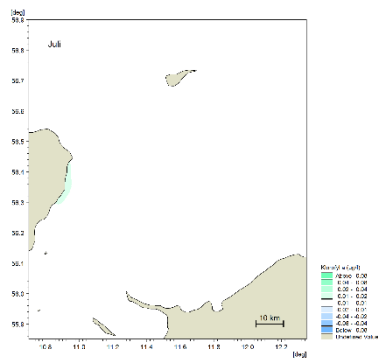
BILAG D –Månedskort for ændring i klorofyl

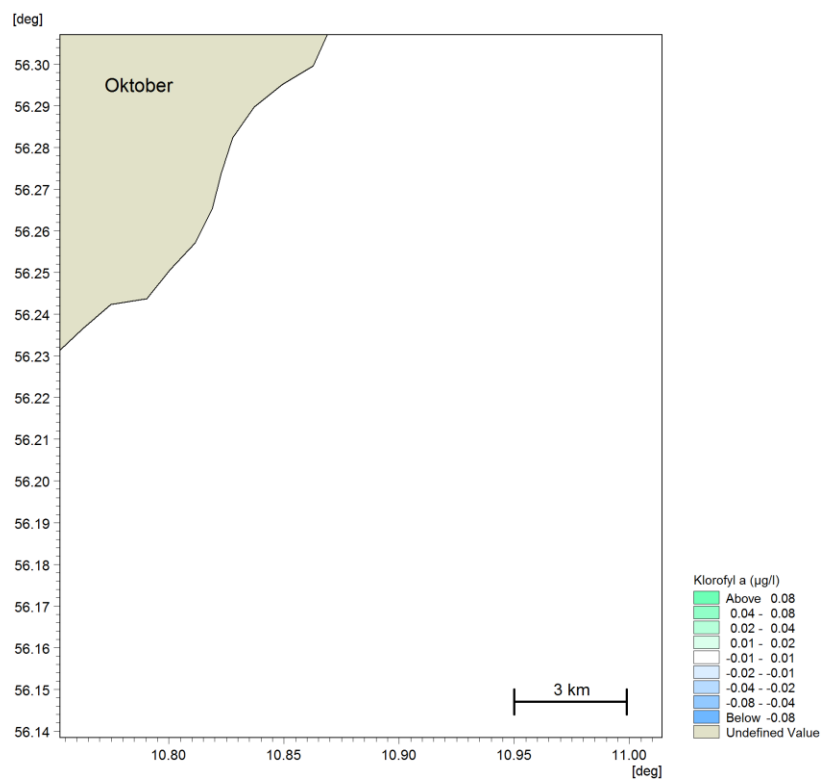
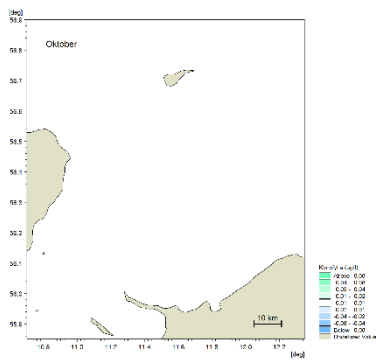
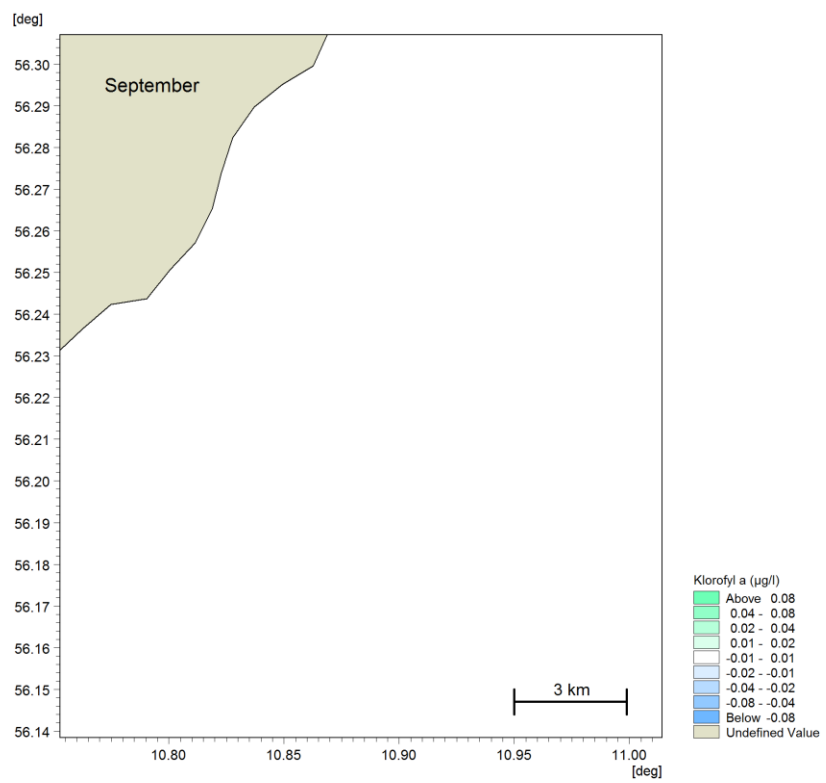
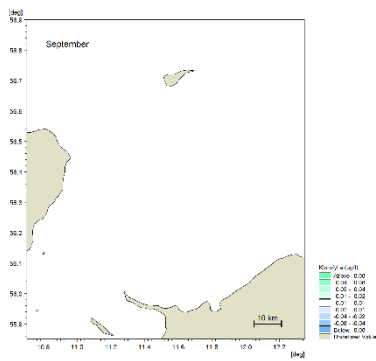
Geografisk udbredelse af ændring i overfladen

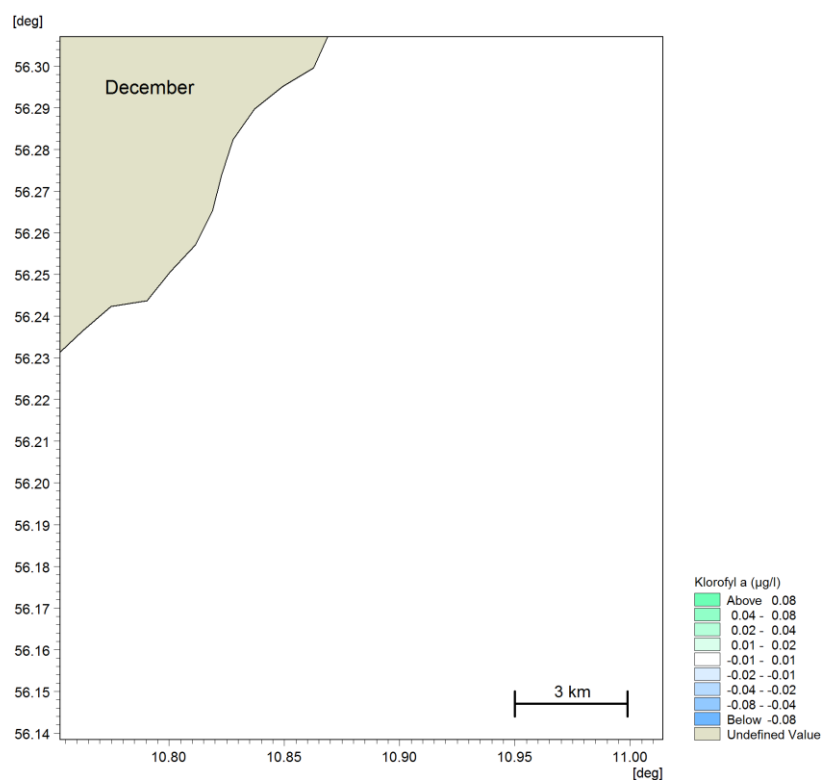
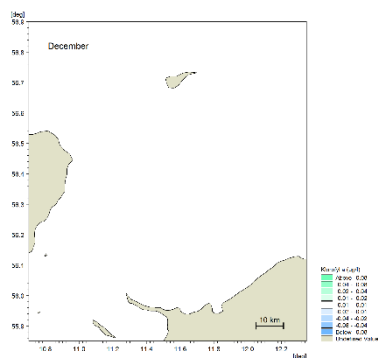
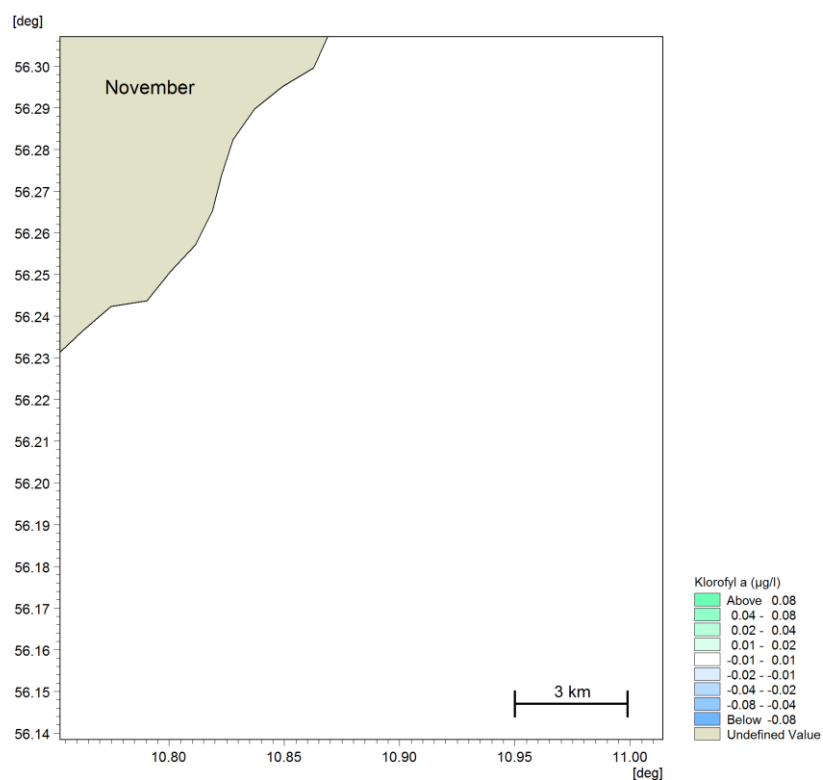
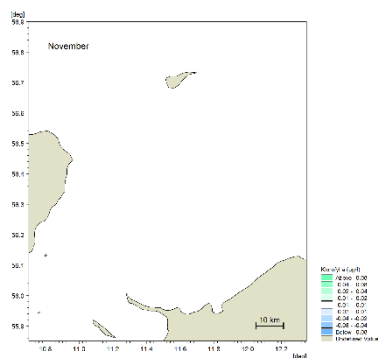
D Månedskort for ændring i klorofyl i overfladen

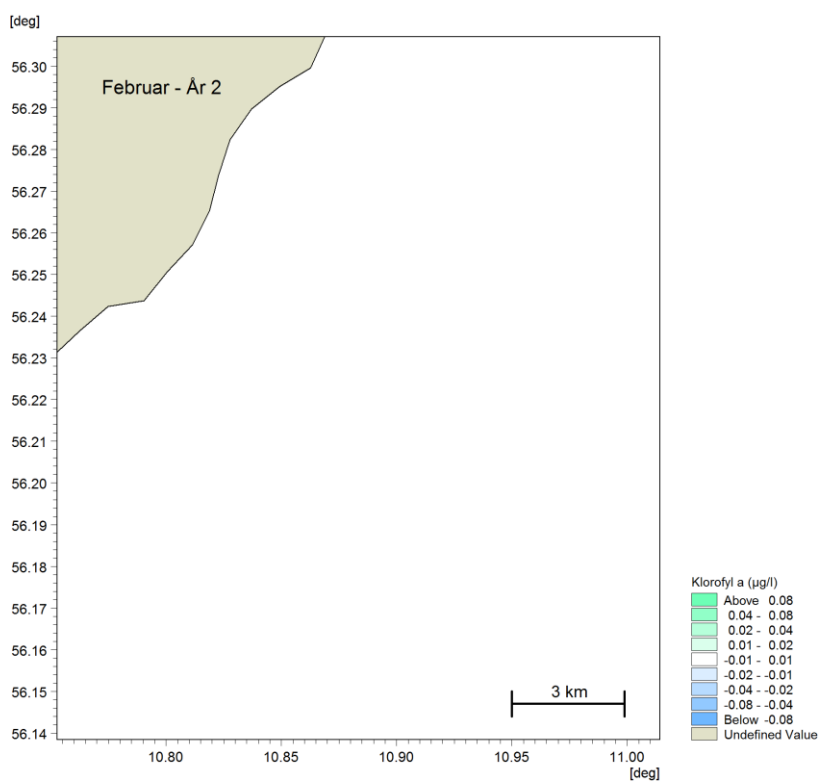
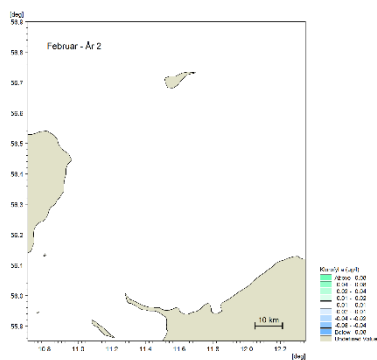
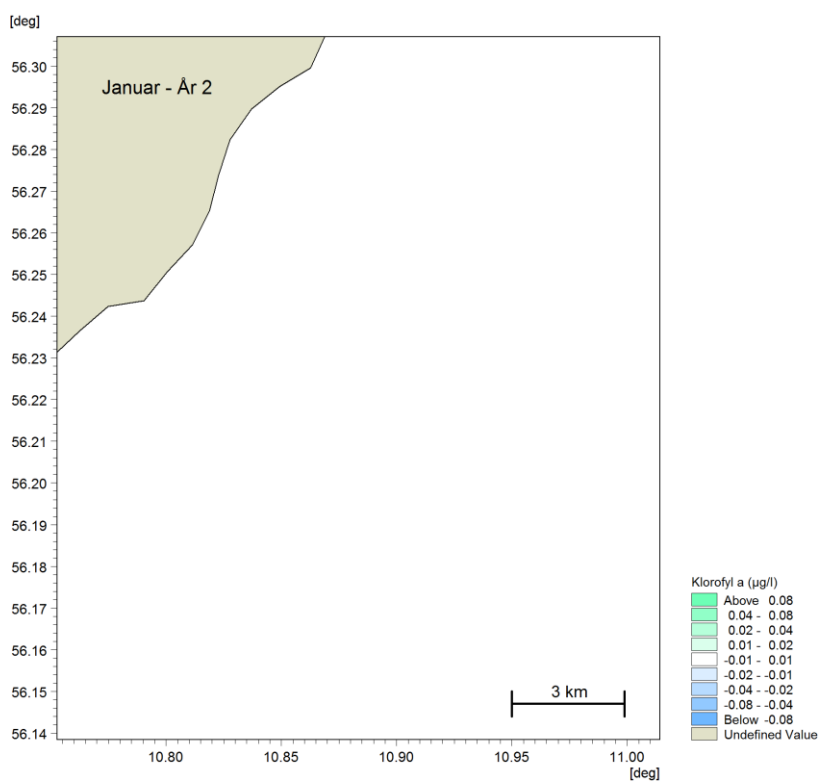
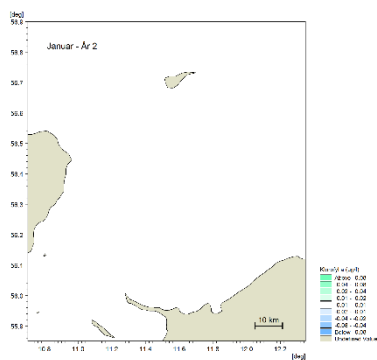


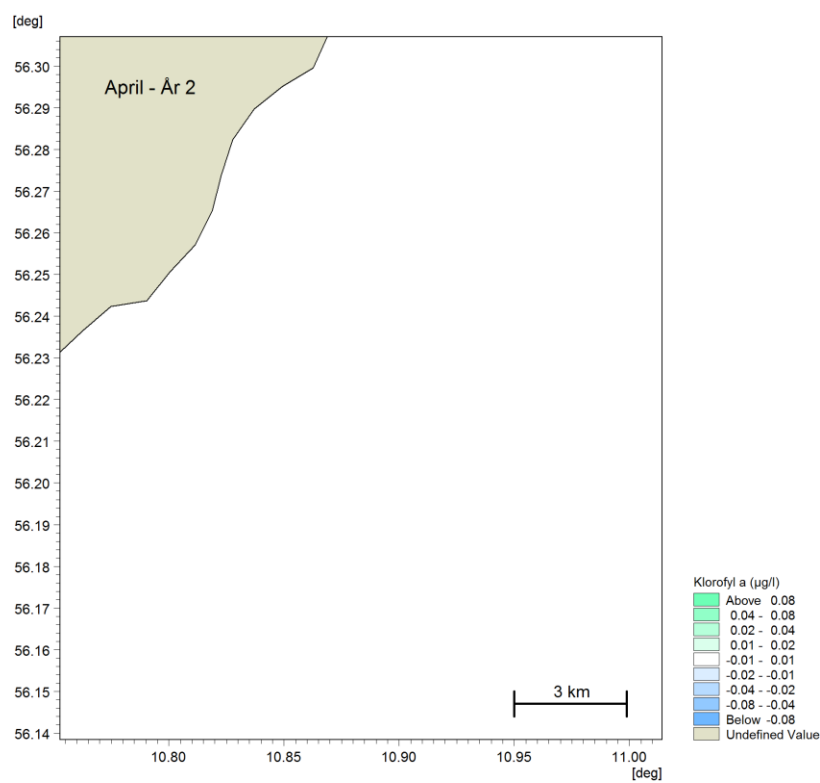
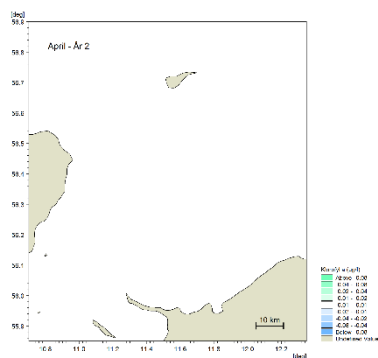
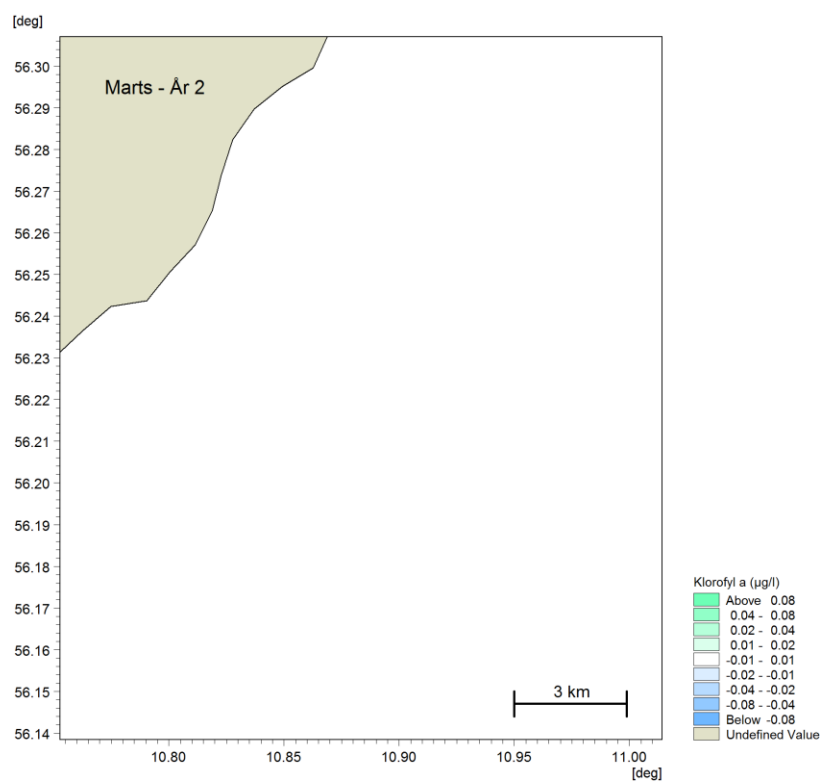
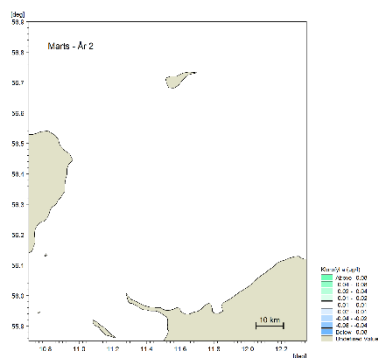








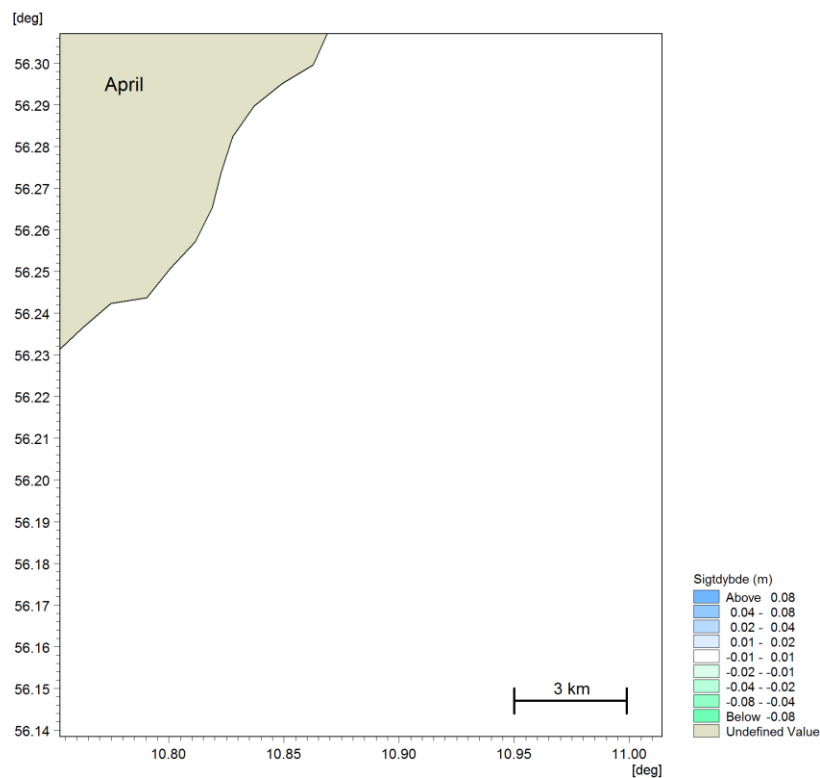
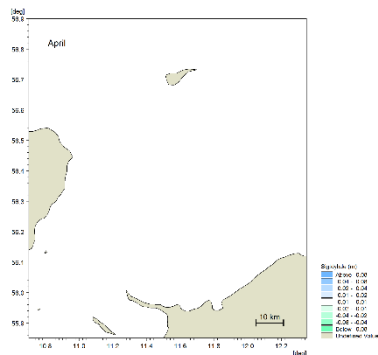
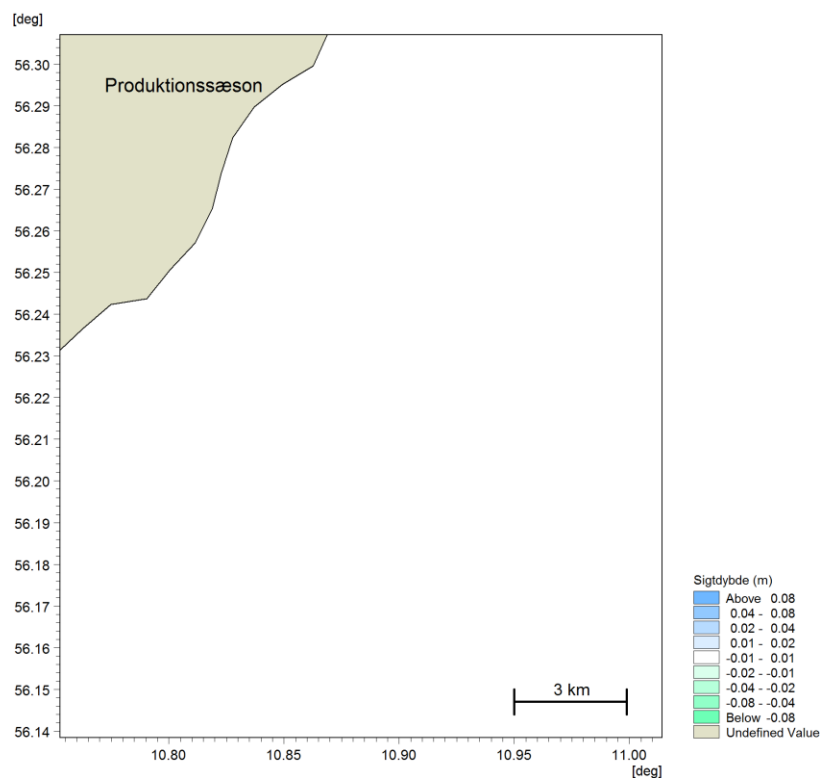
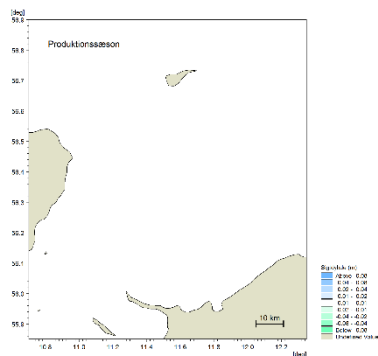


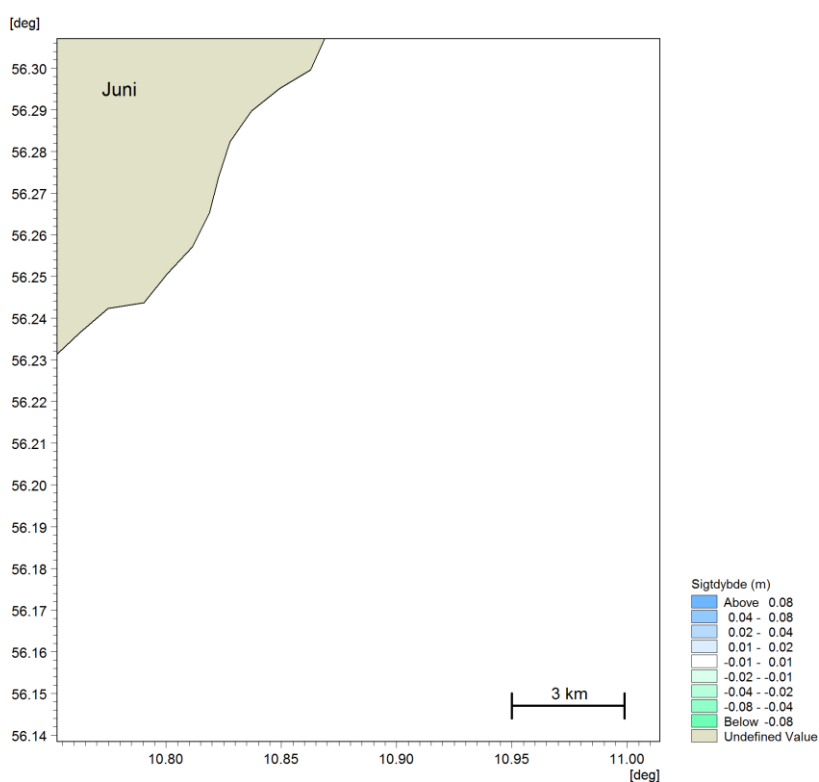
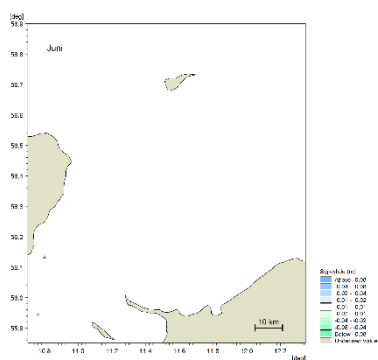
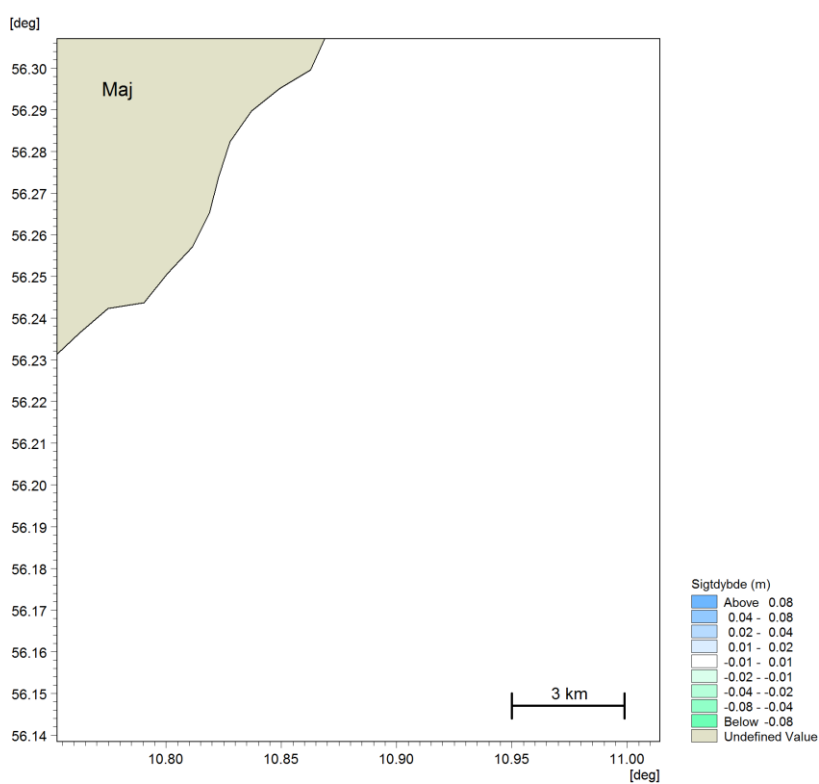
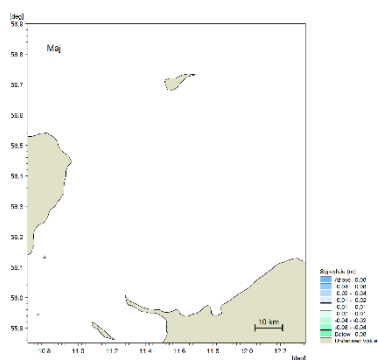


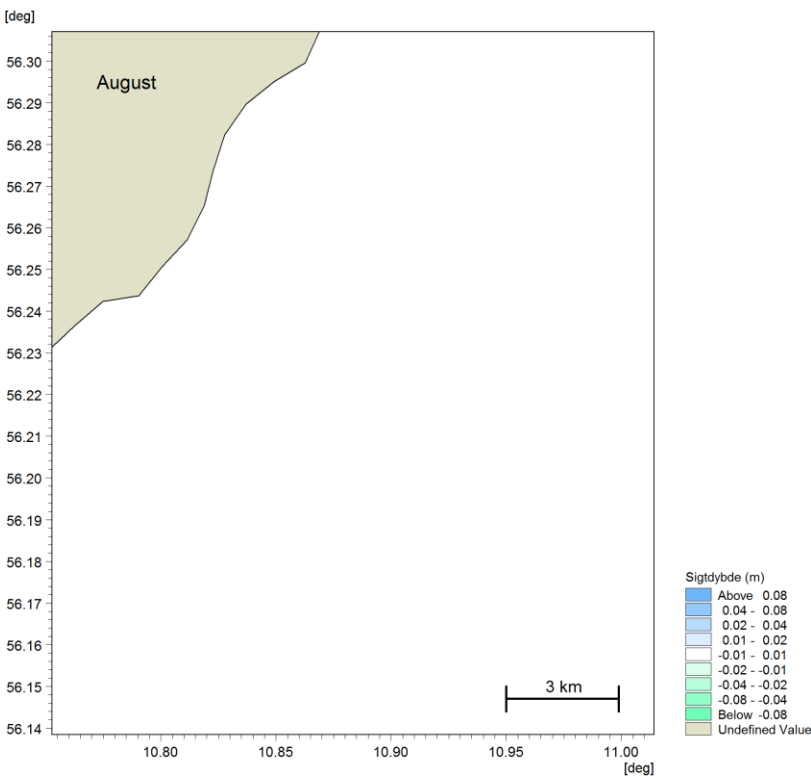
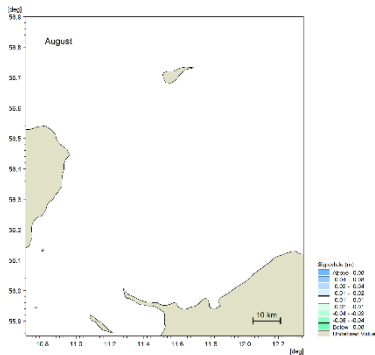
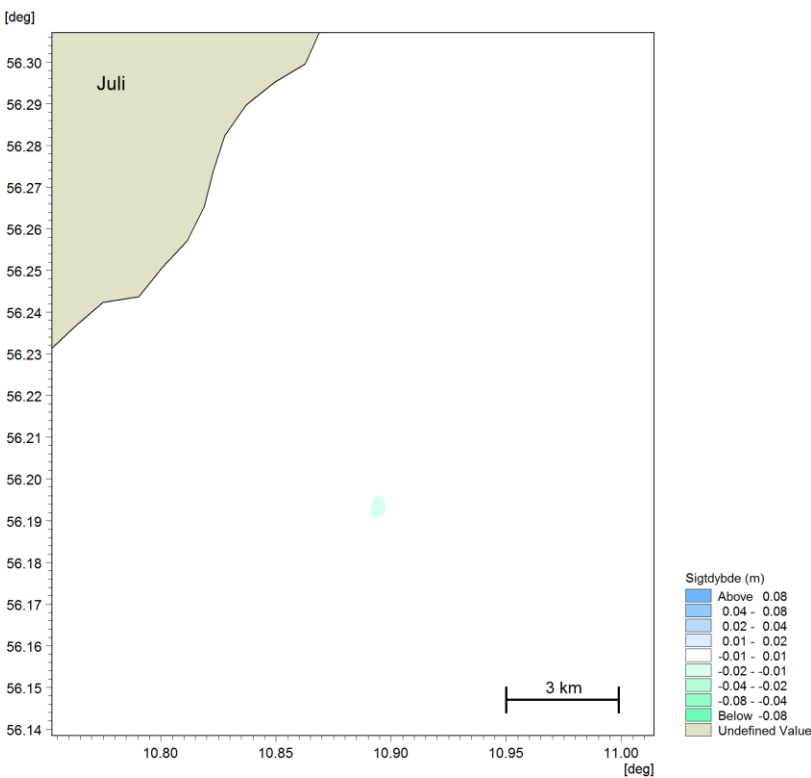
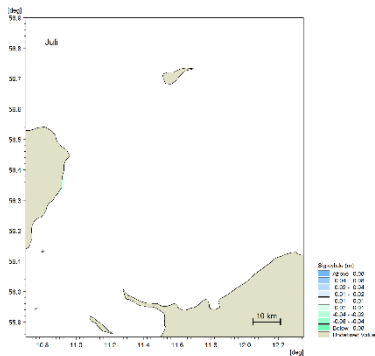
BILAG E – Månedskort for ændring i sigtdybde

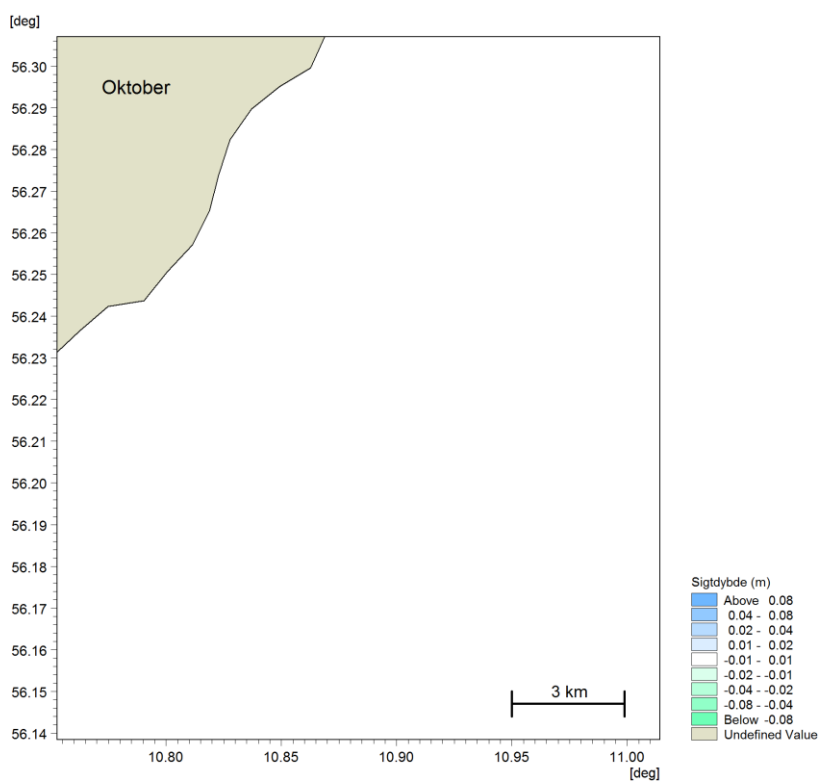
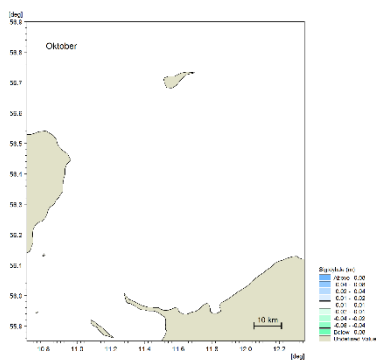
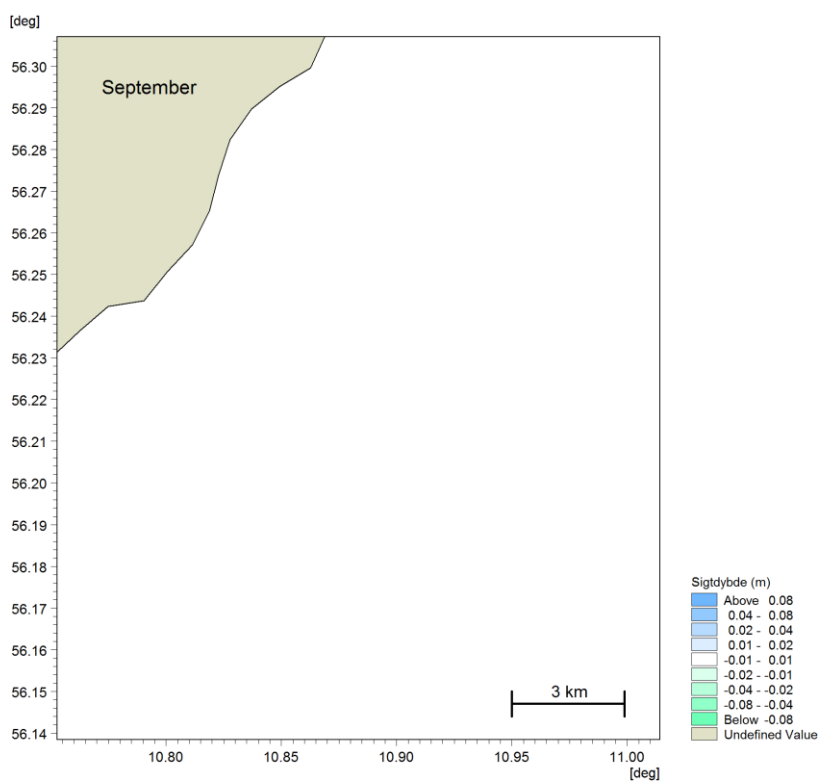
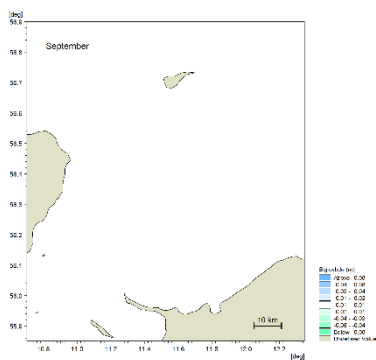
Geografisk udbredelse af ændring

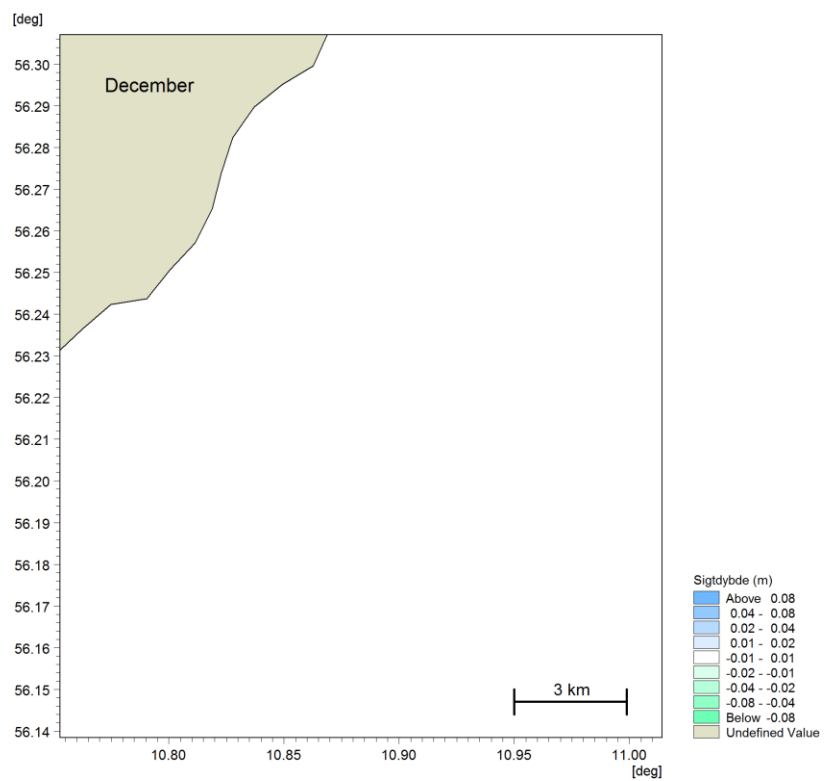
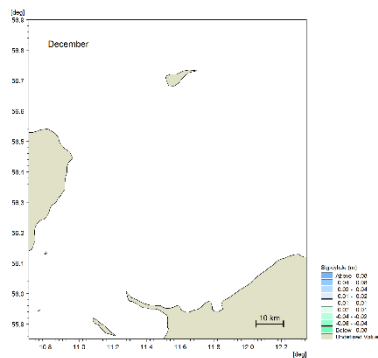
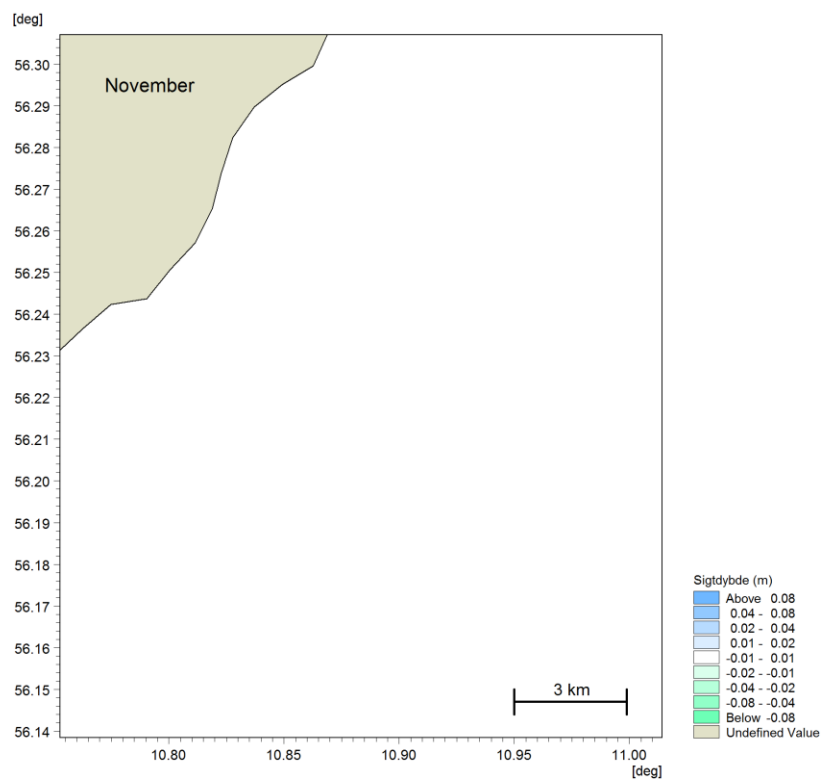
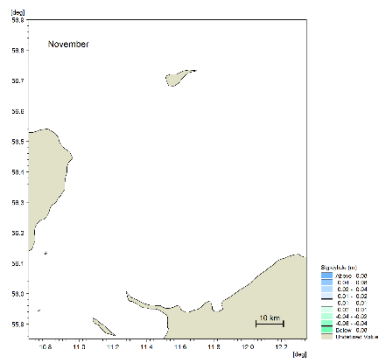
E Månedskort for ændring i sigtdybde

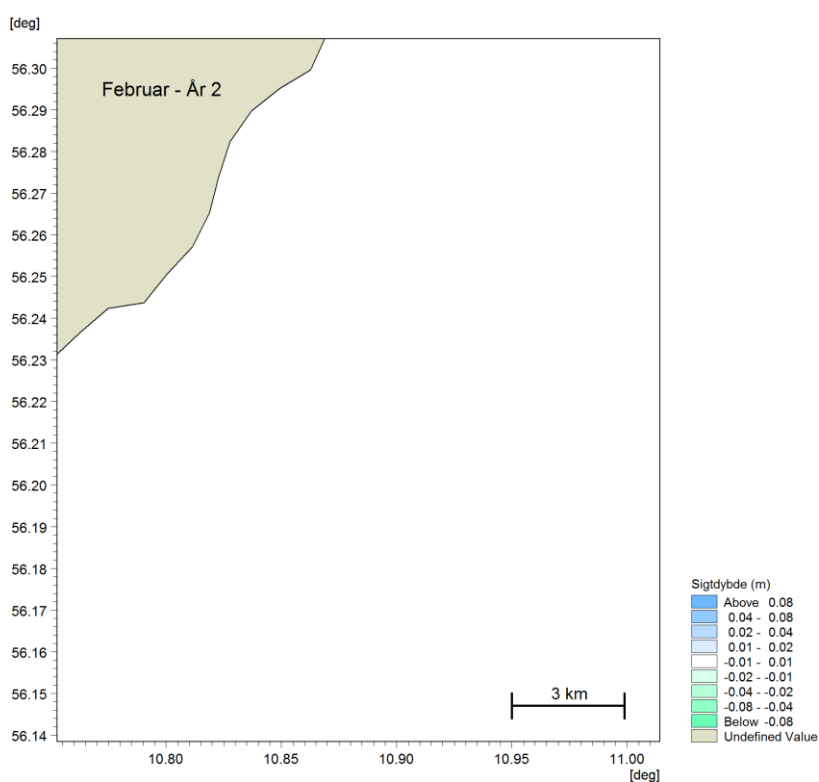
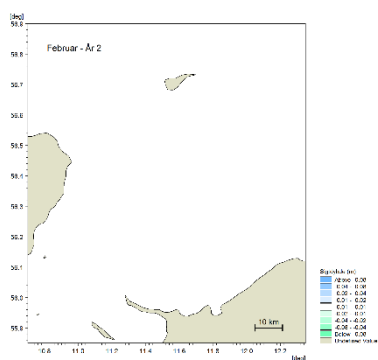
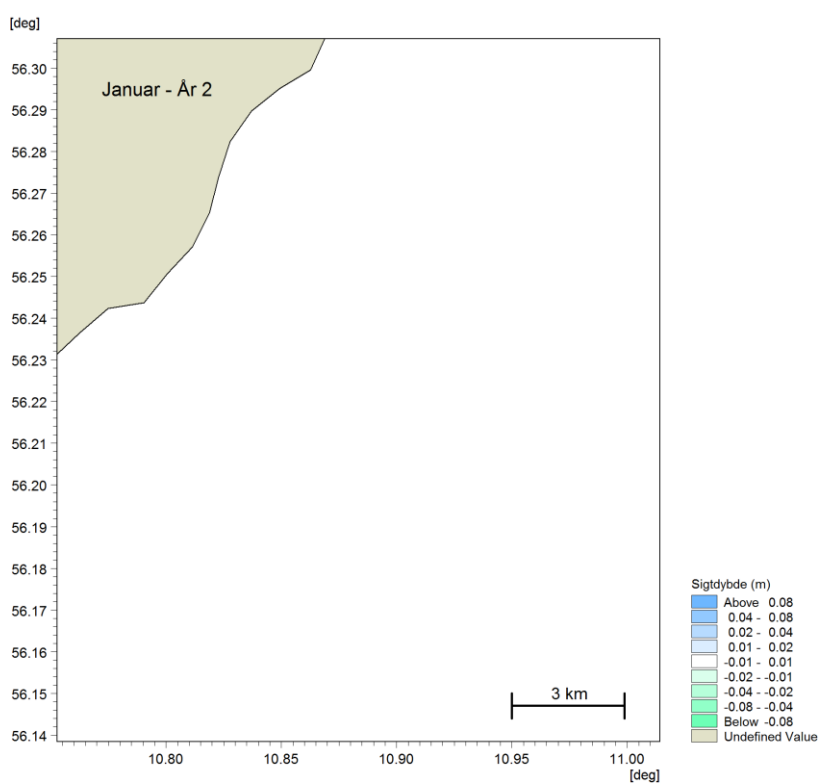
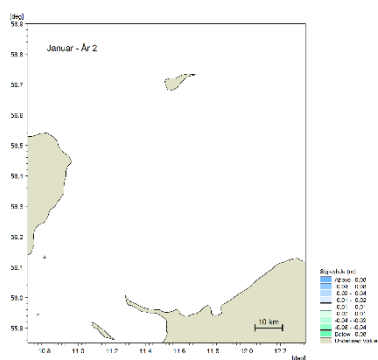


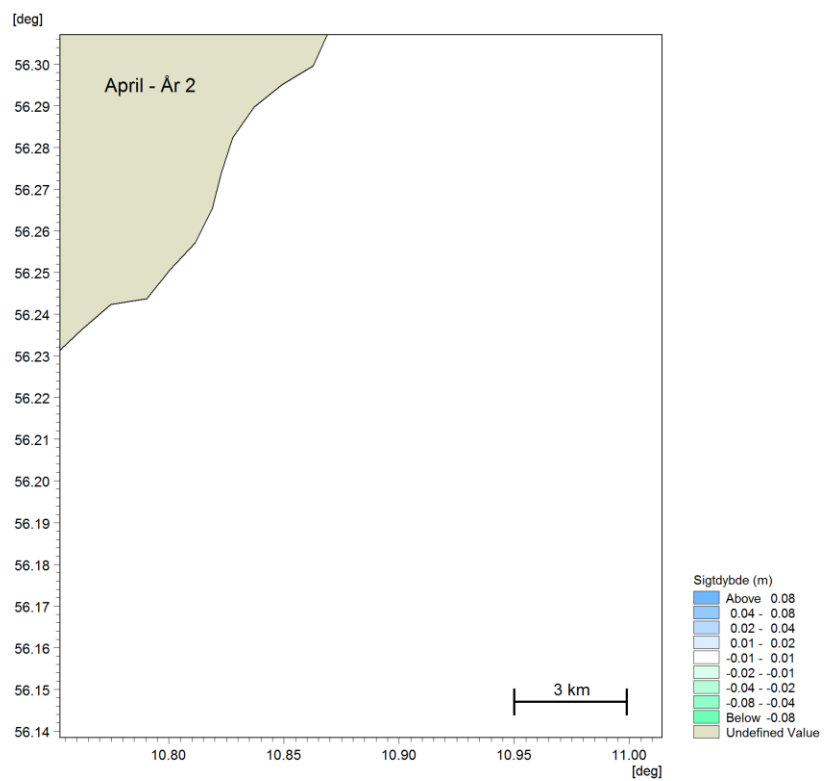
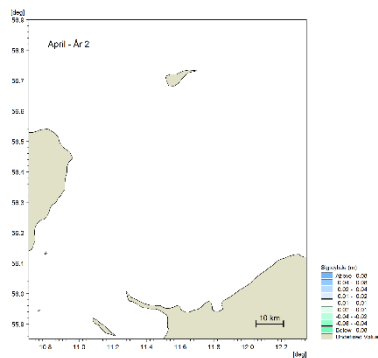
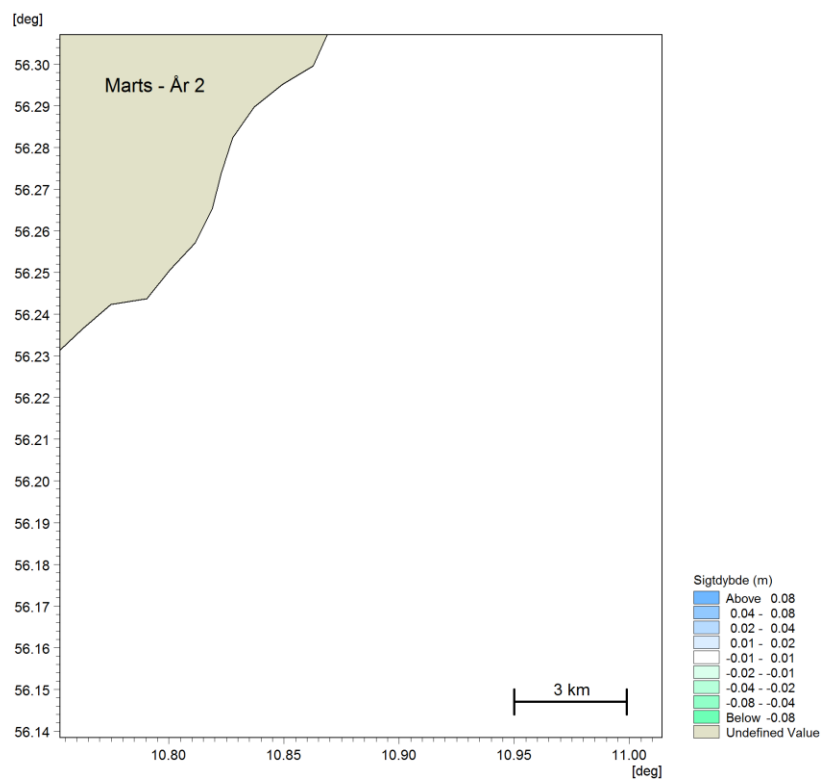
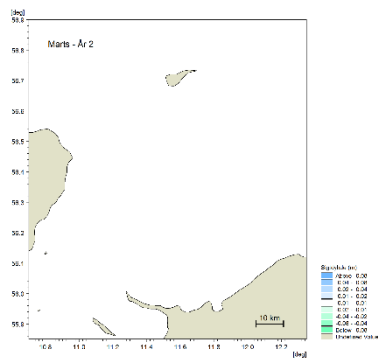








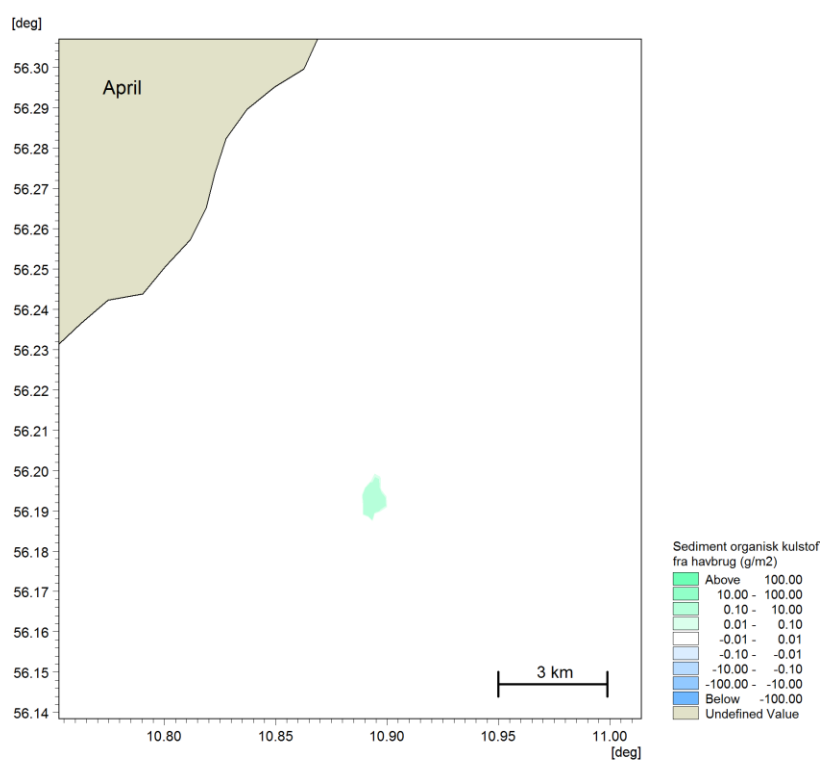
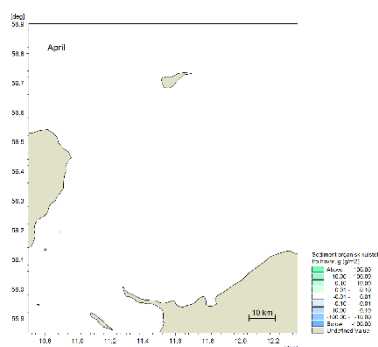
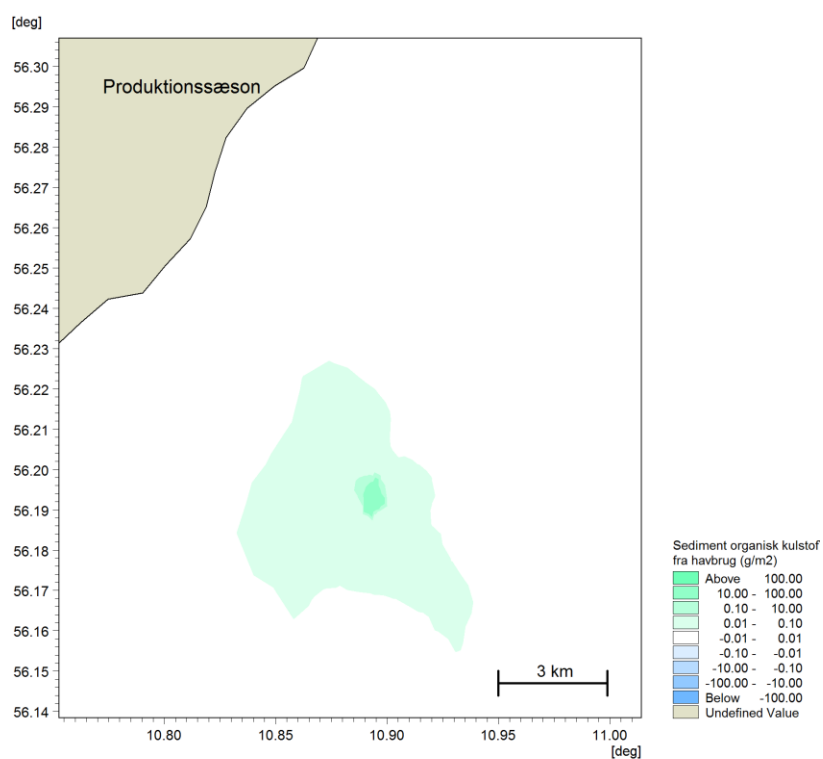
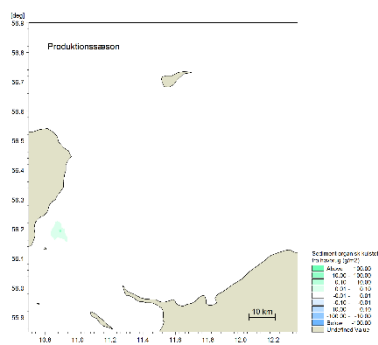


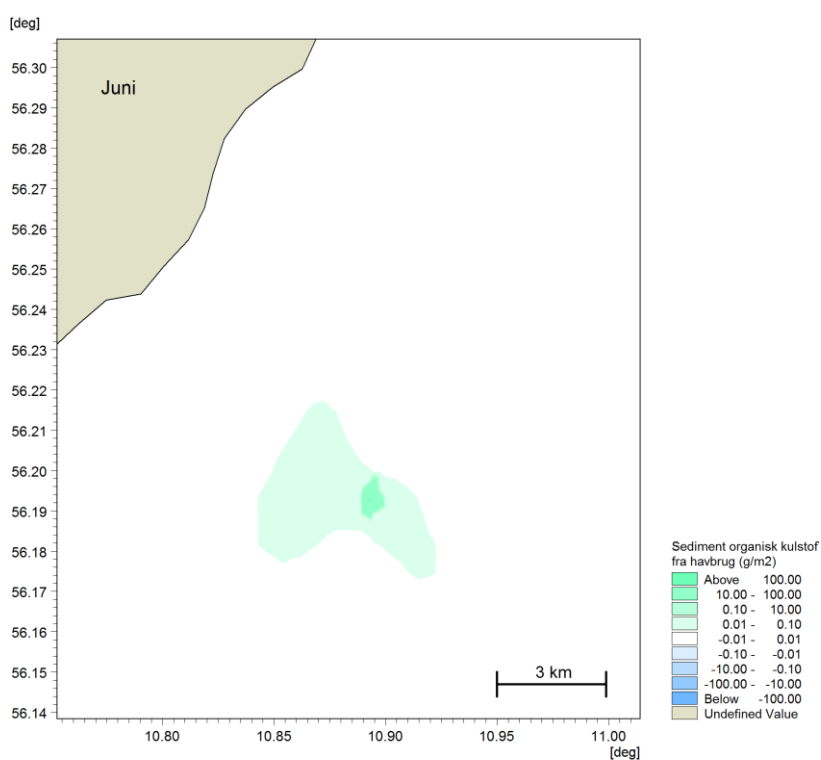
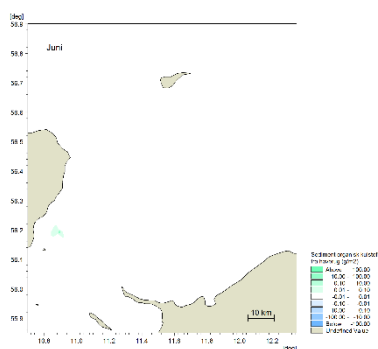
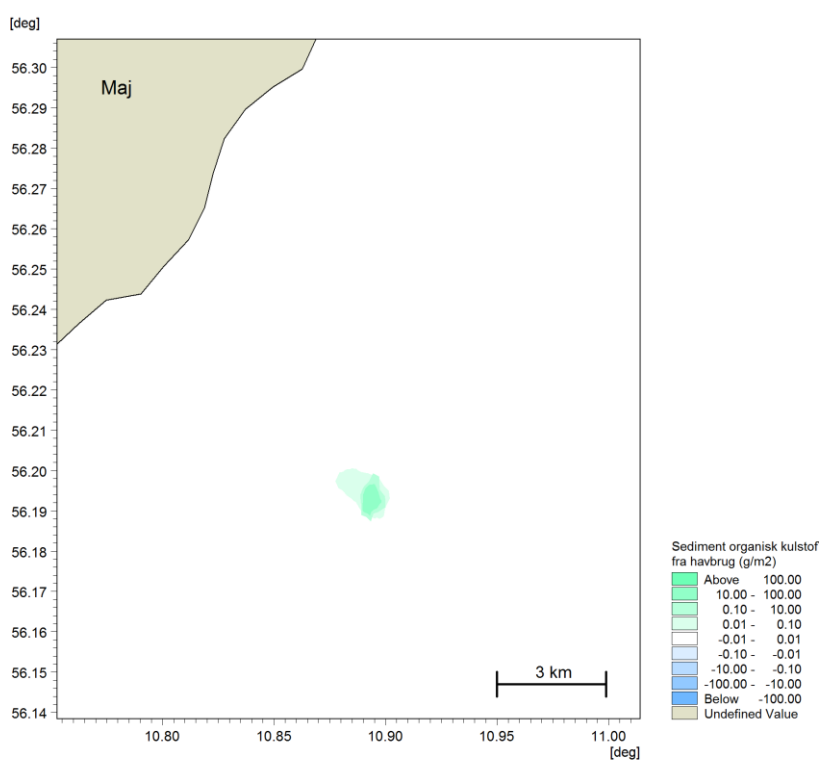
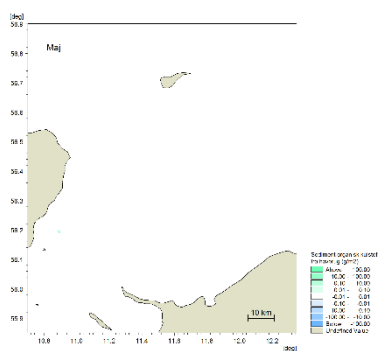


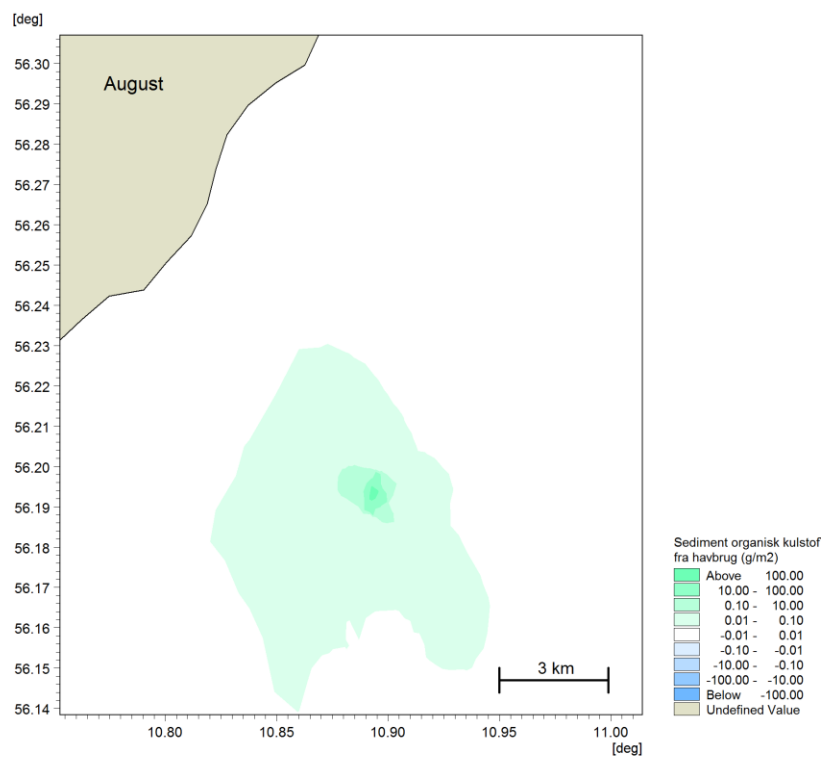
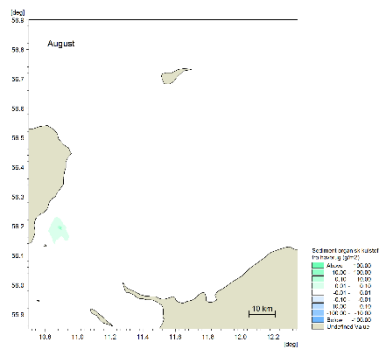
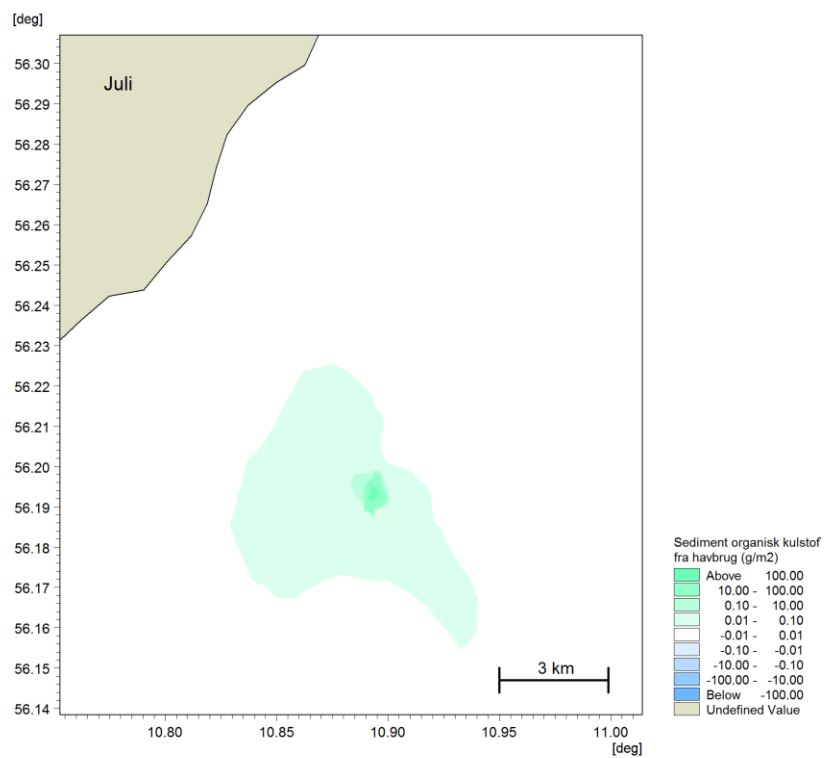
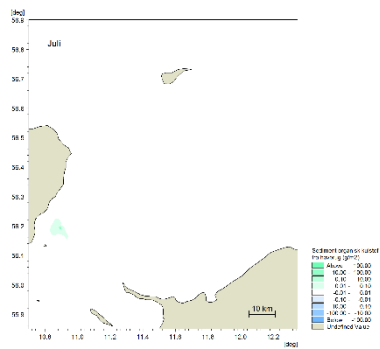
BILAG F – Månedskort for ændring i organisk kulstof i sedimentet

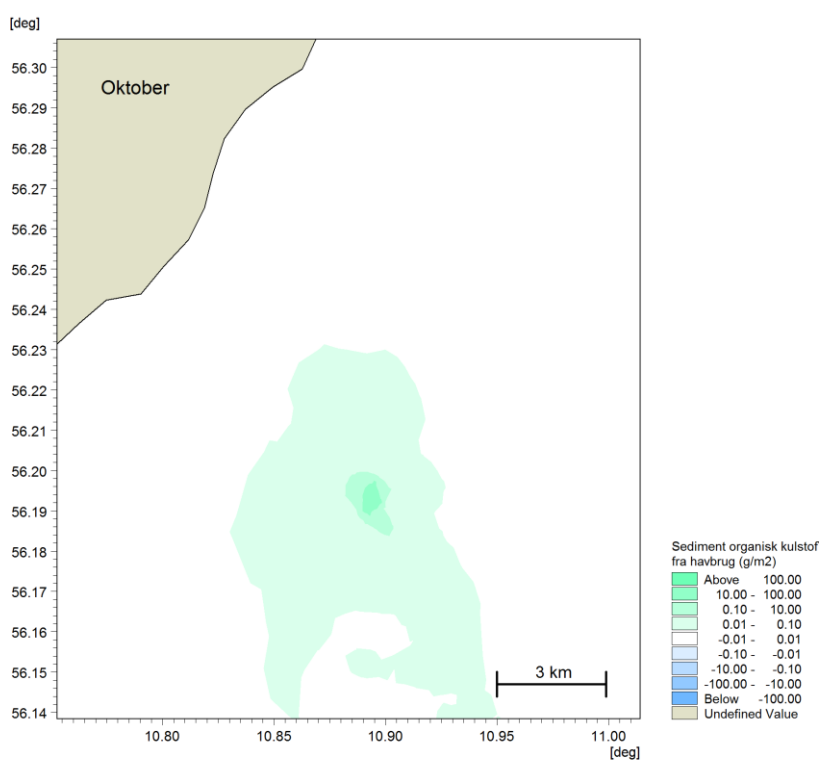
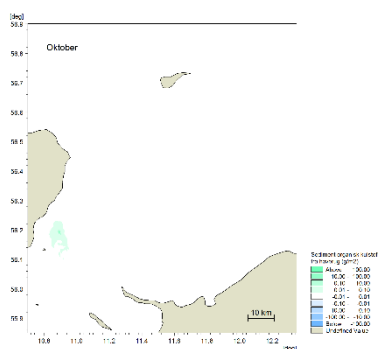
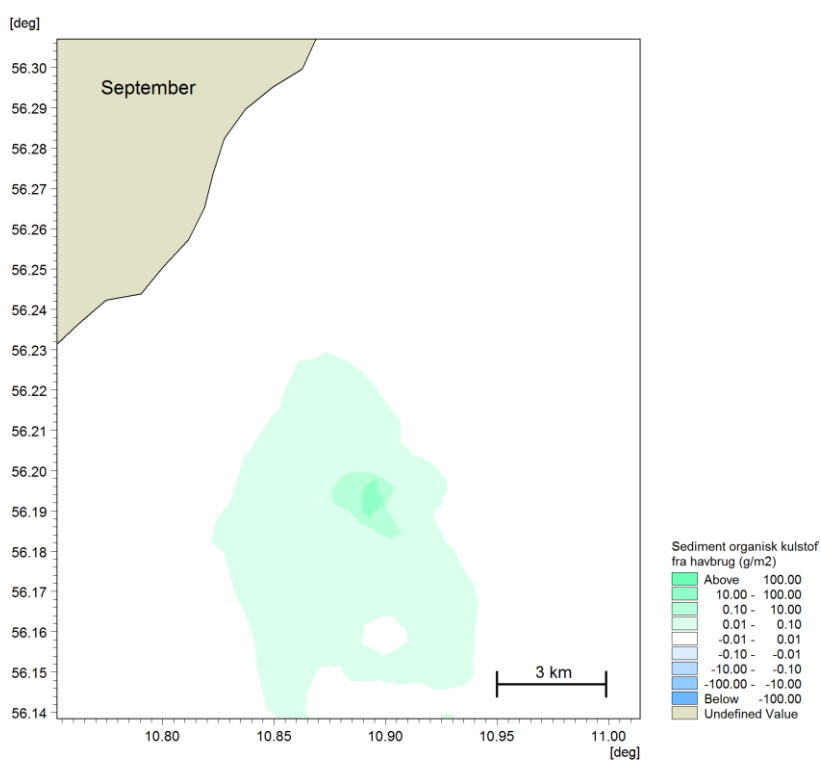
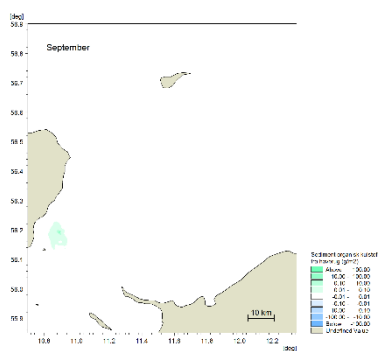
Geografisk udbredelse af ændring

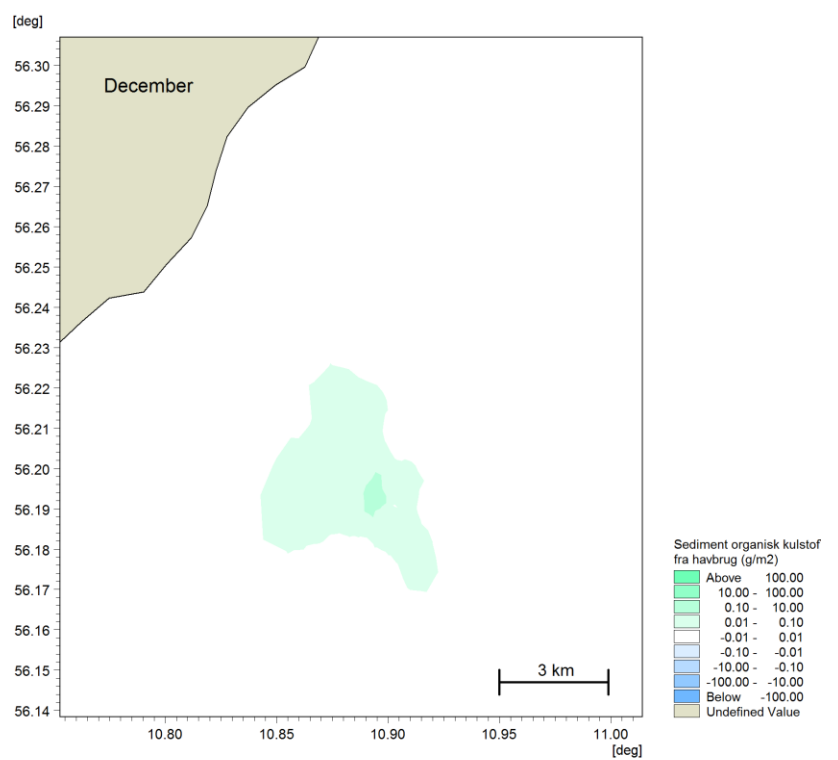
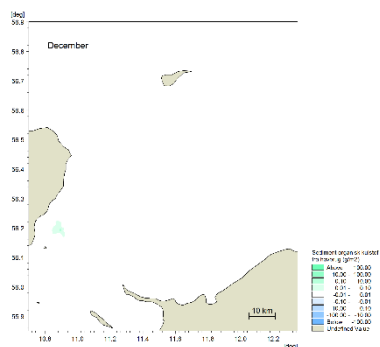
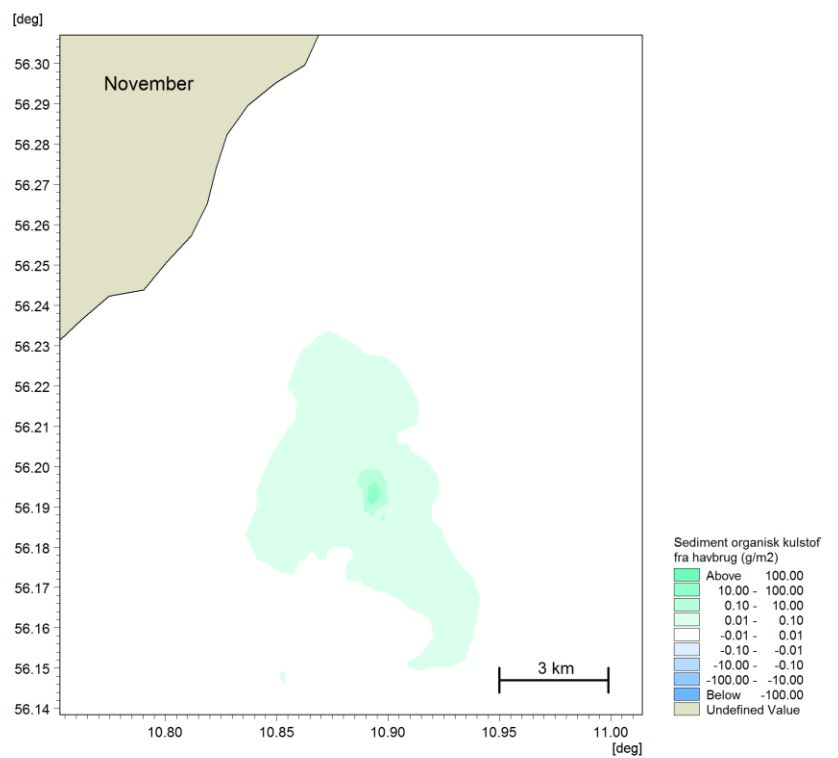
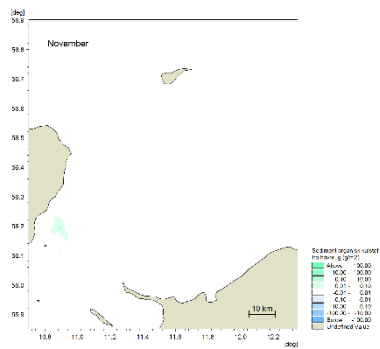
F Månedskort for ændring i organisk kulstof i sedimentet

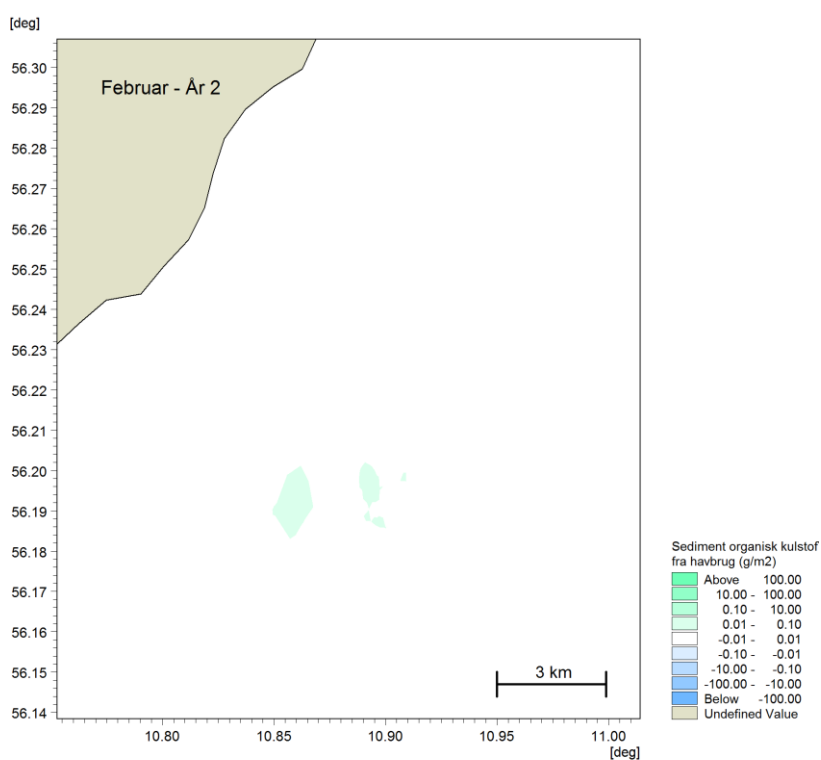
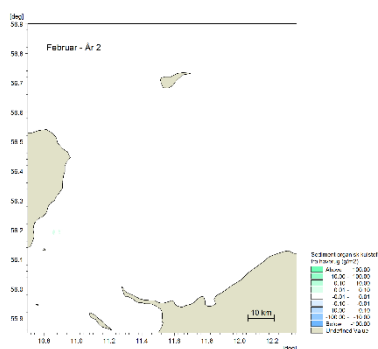
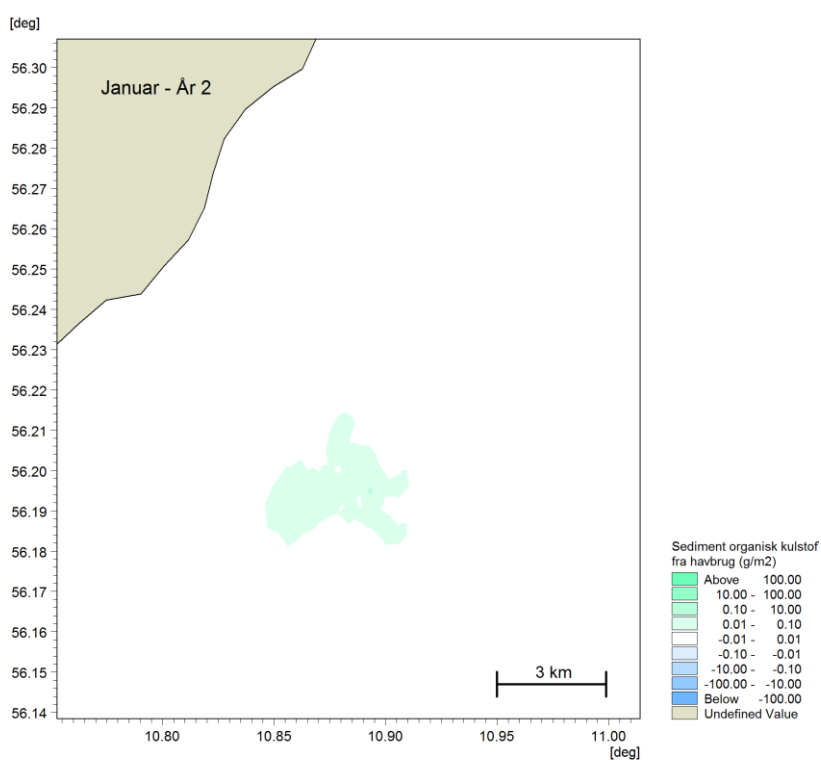
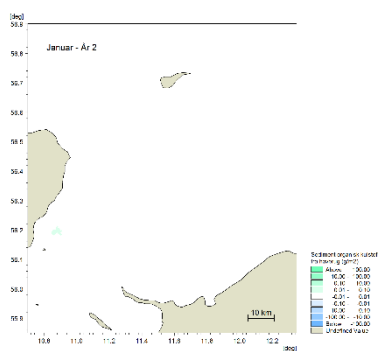


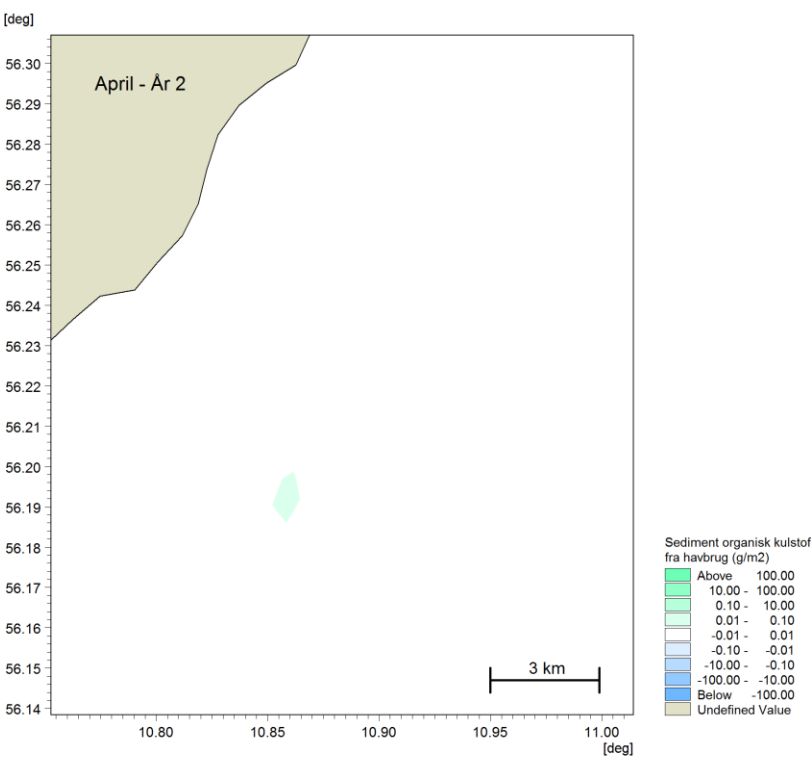
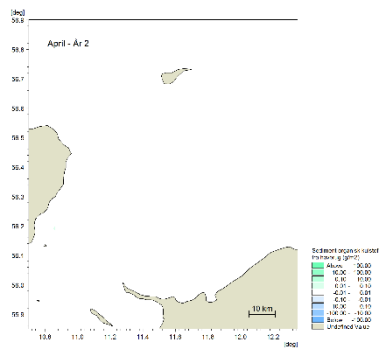
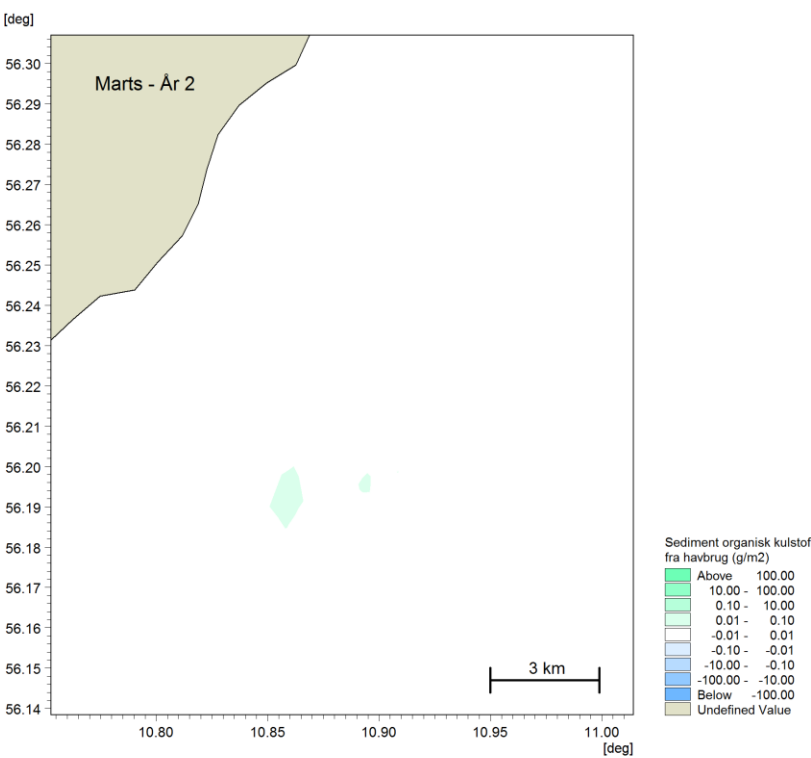
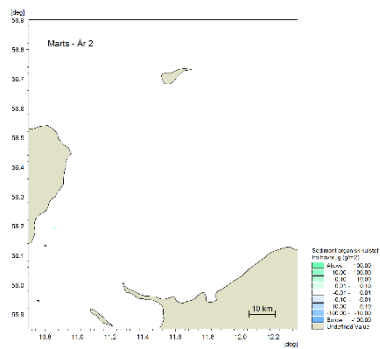








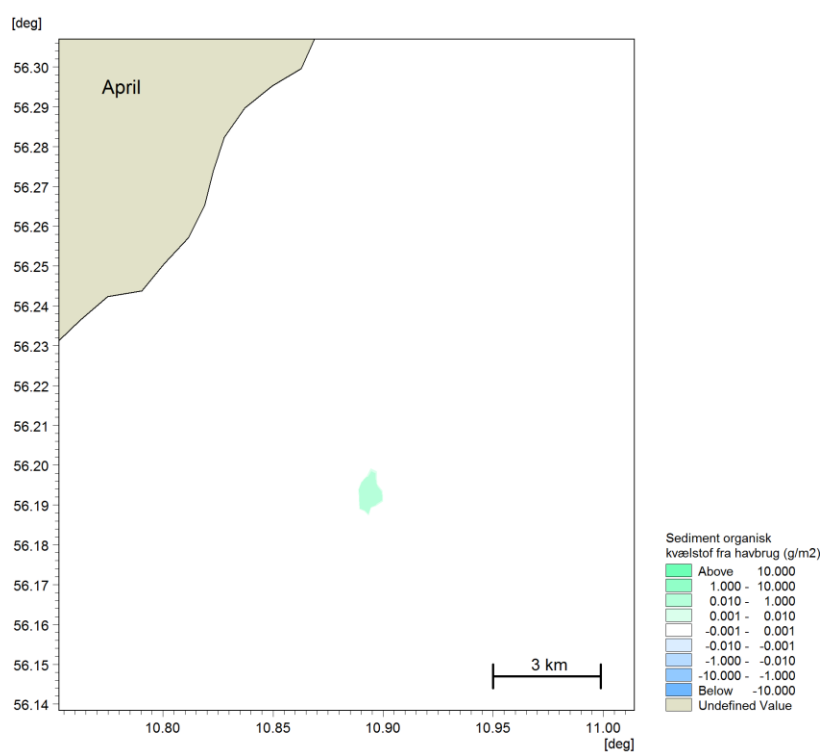
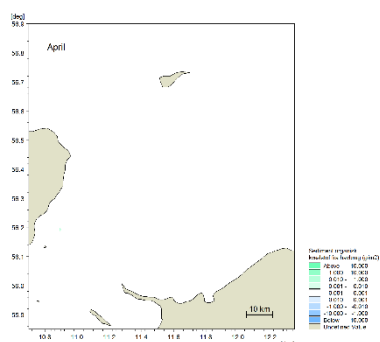
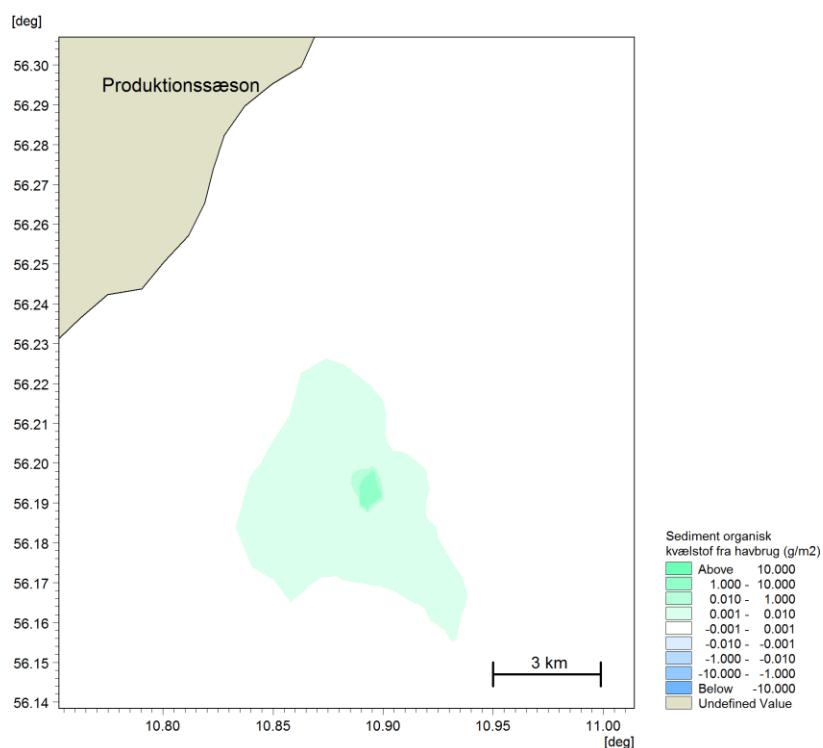
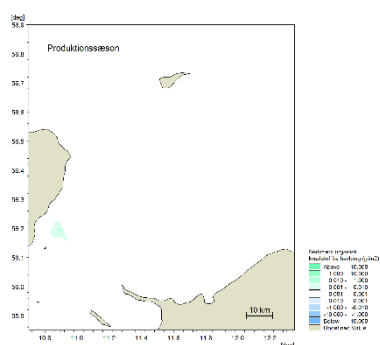


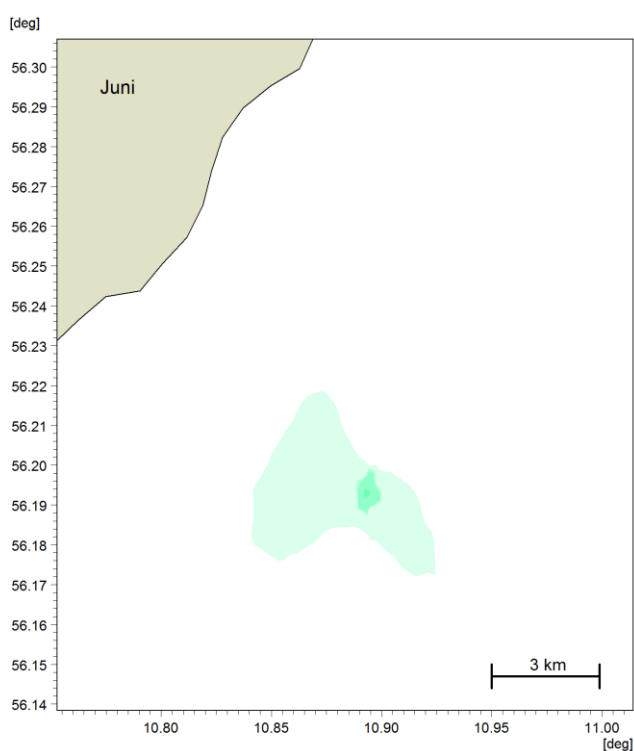
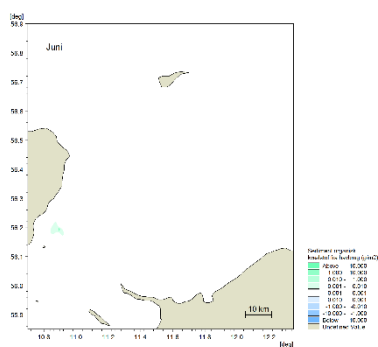
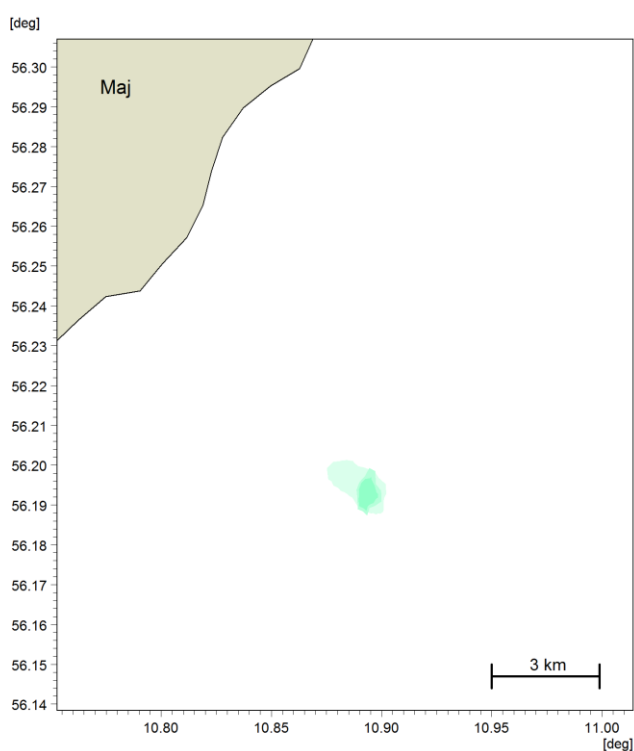
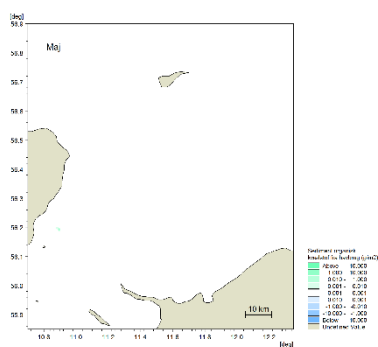


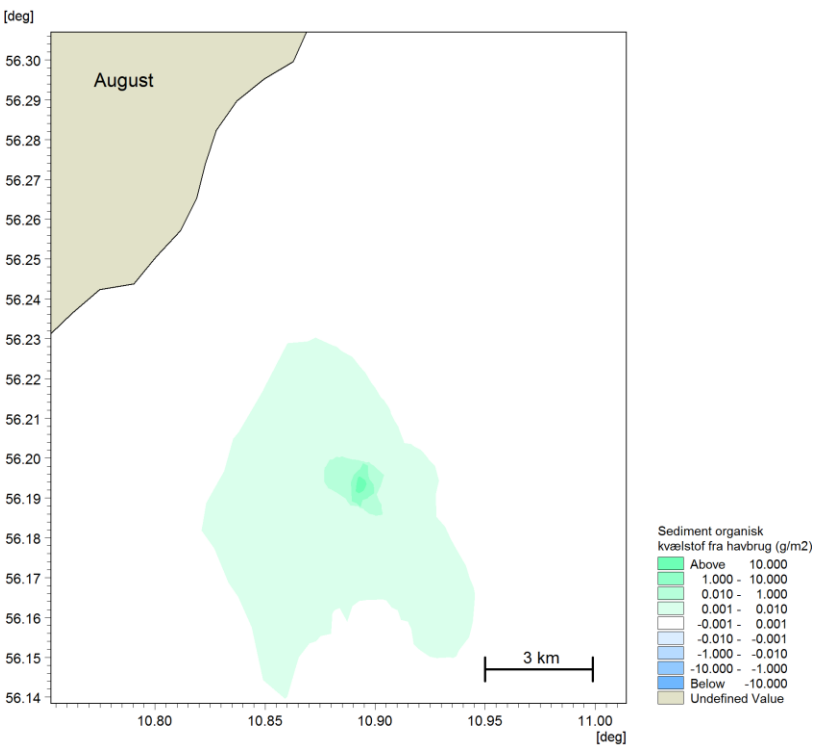
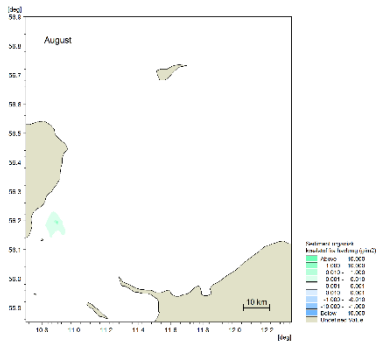
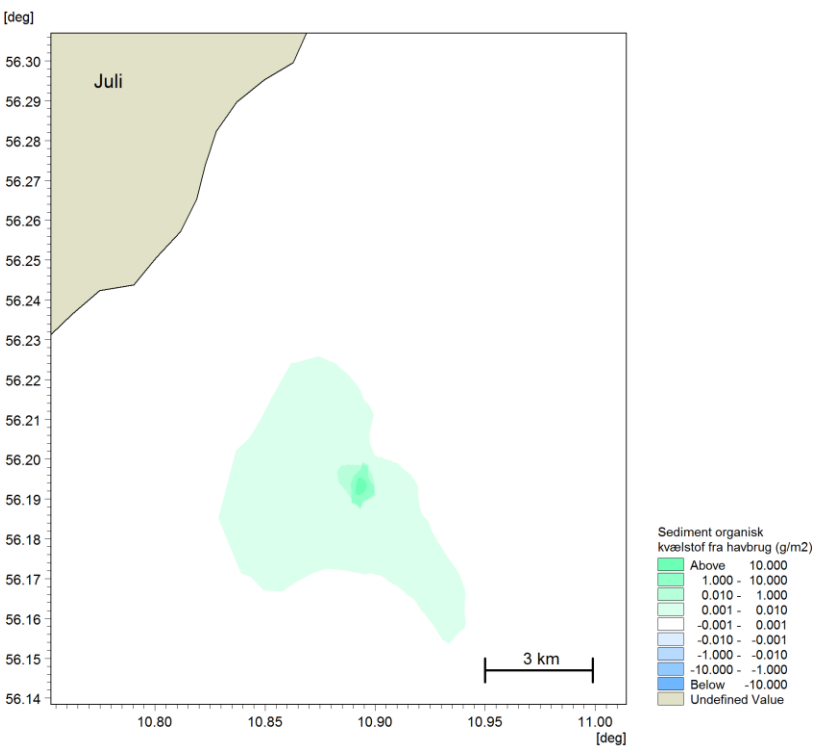
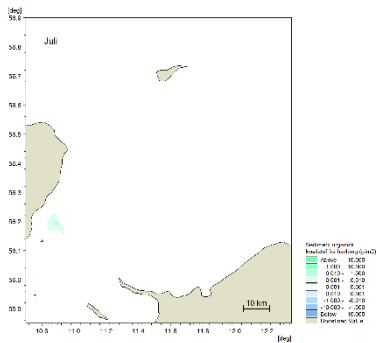
BILAG G – Månedskort for ændring i organisk kvælstof i sedimentet

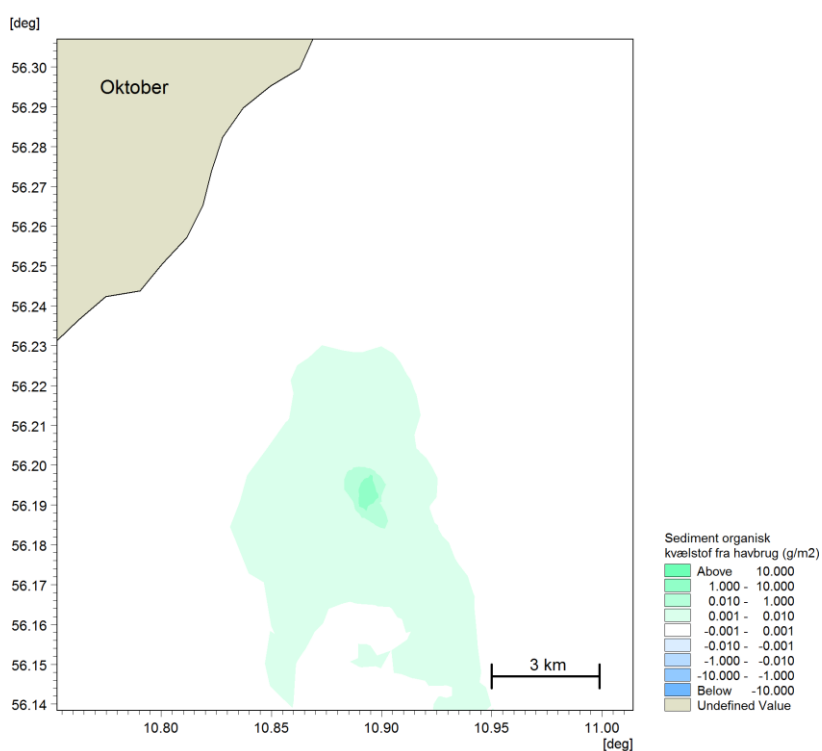
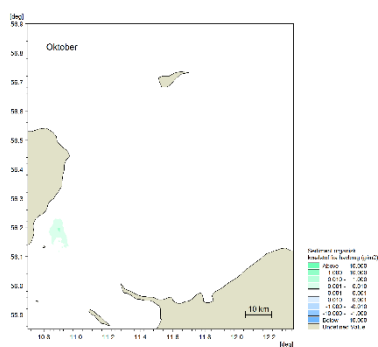
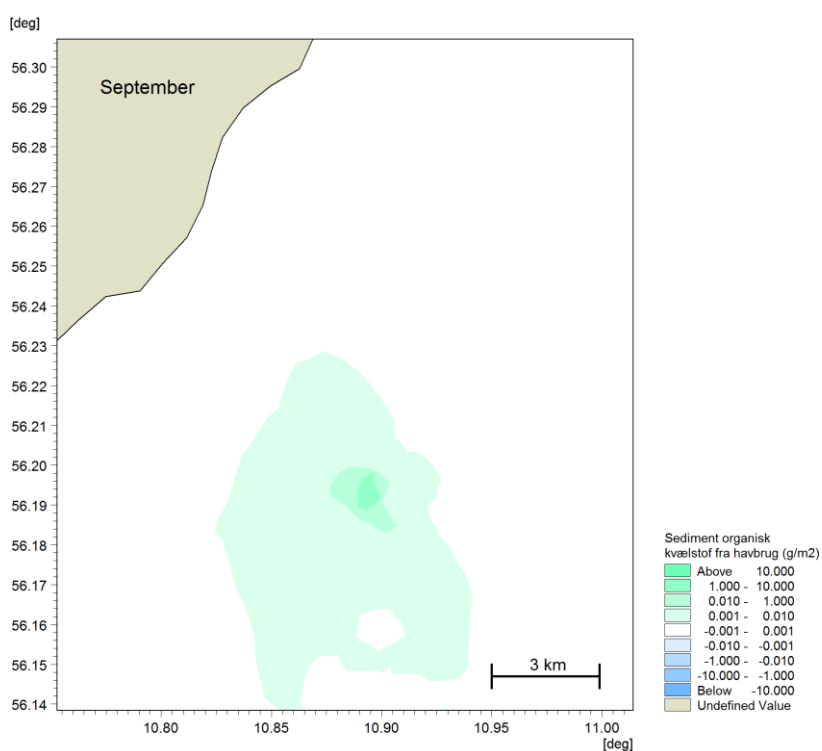
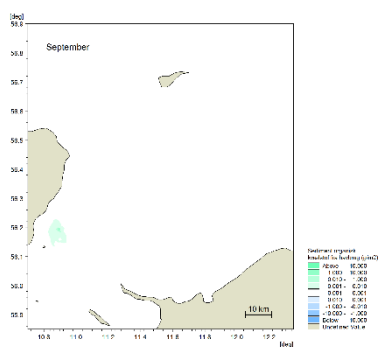
Geografisk udbredelse af ændring

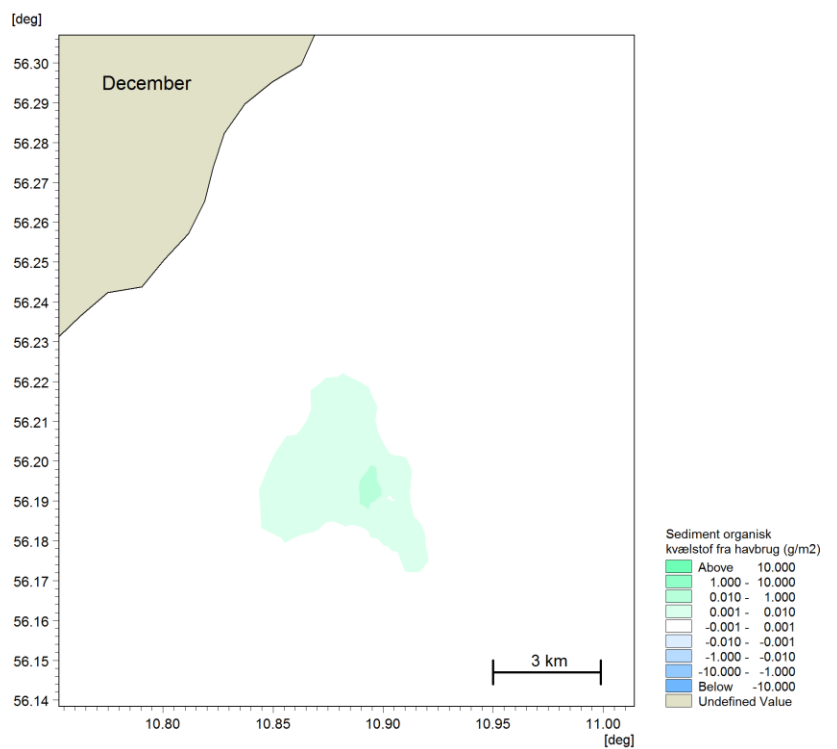
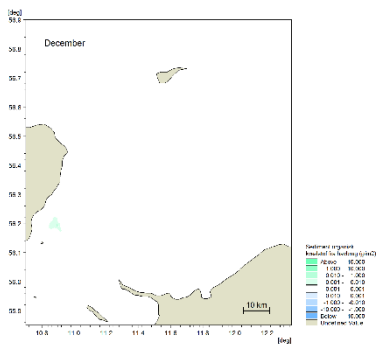
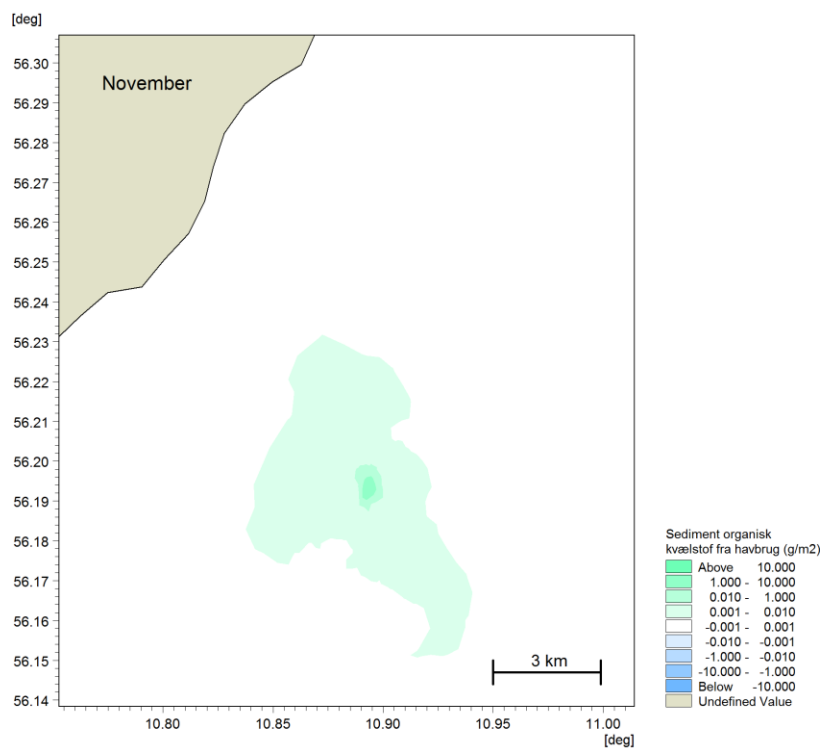
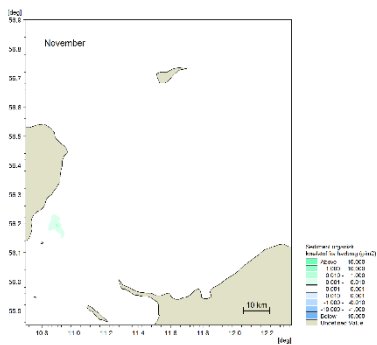
G Månedskort for ændring i organisk kvælstof i sedimentet

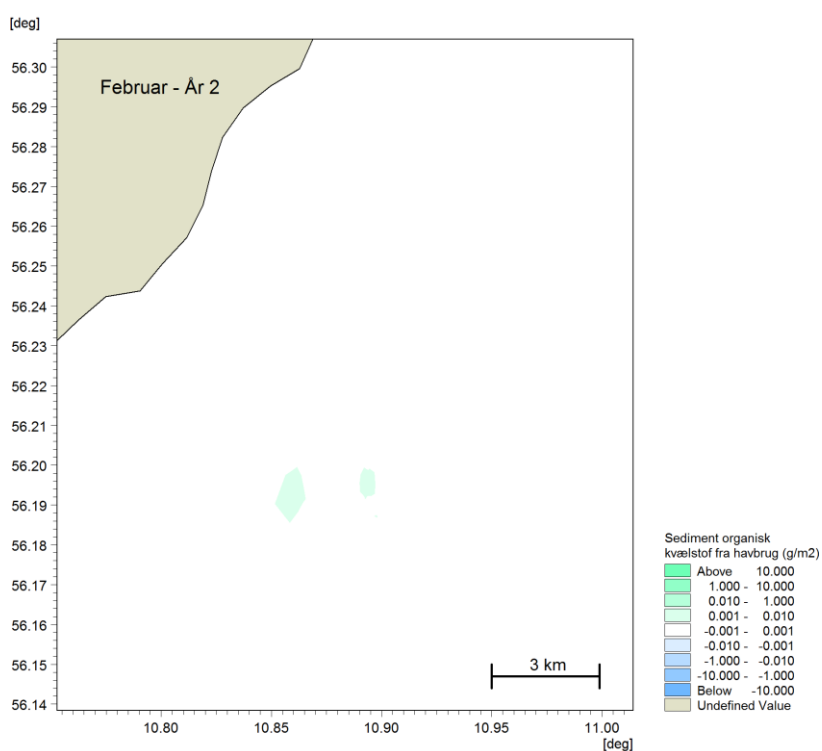
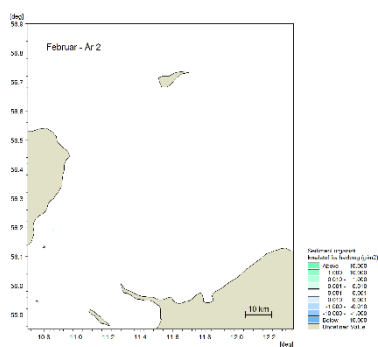
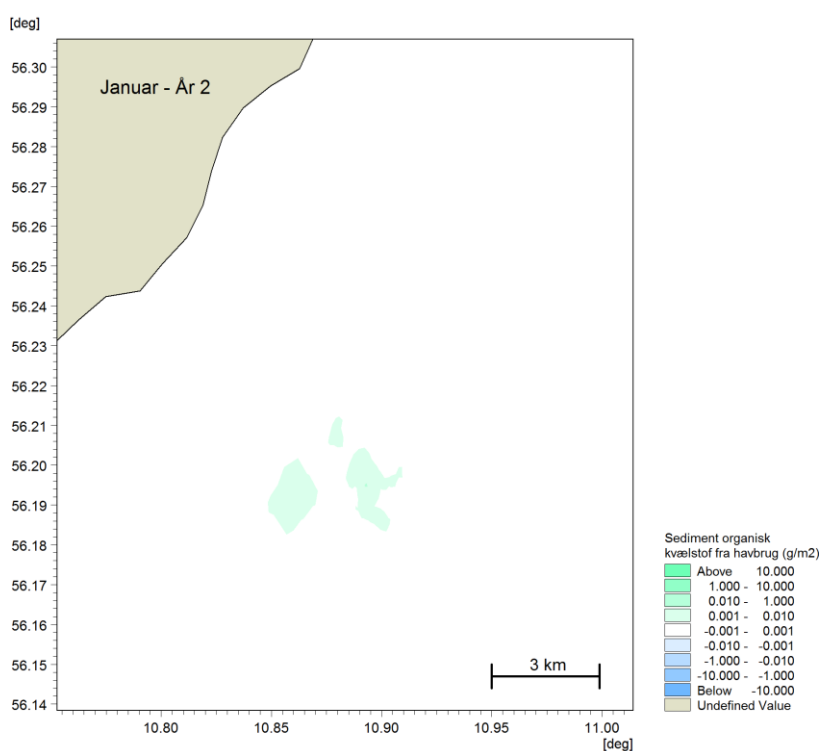
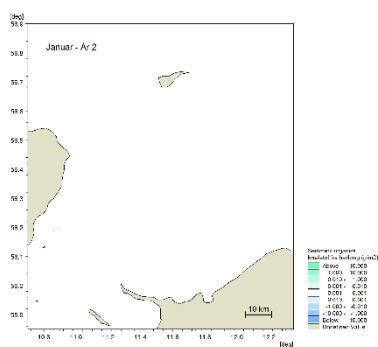


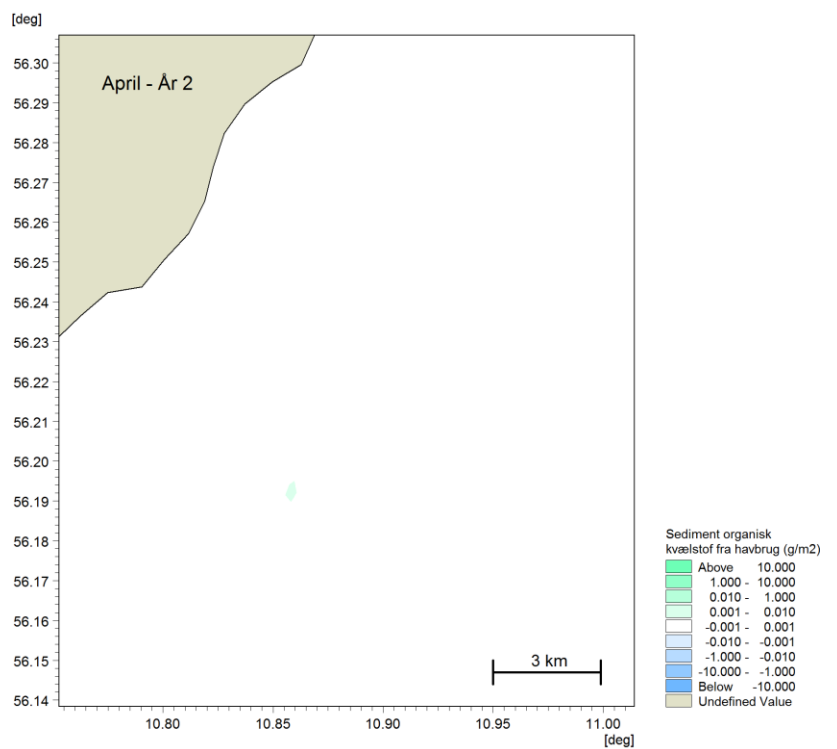
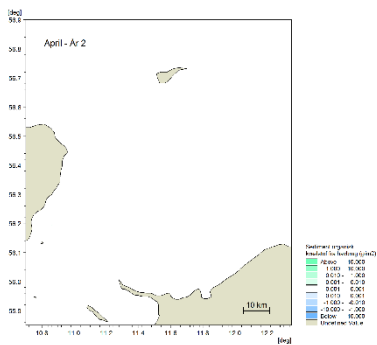
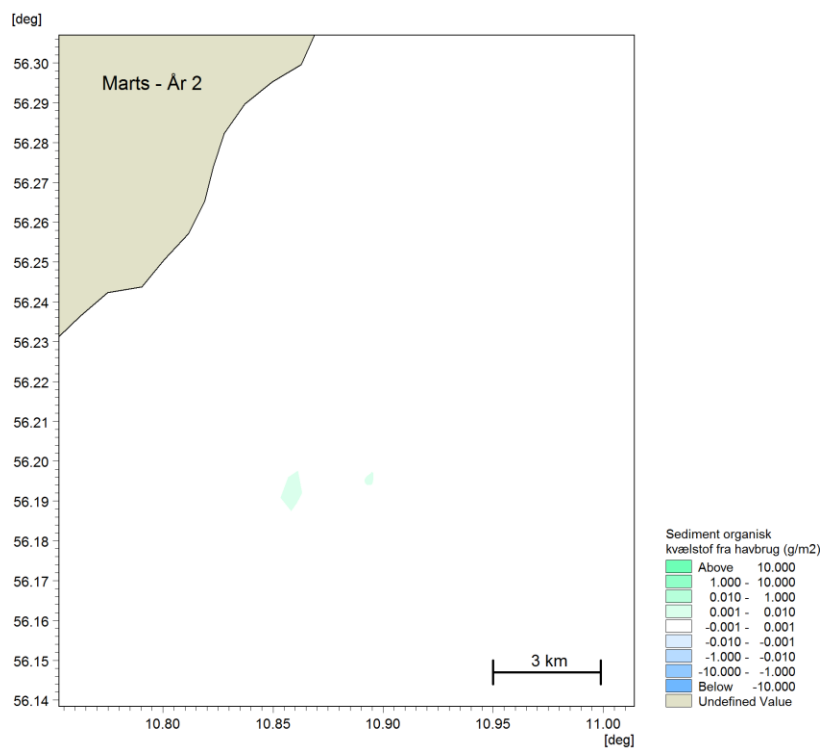
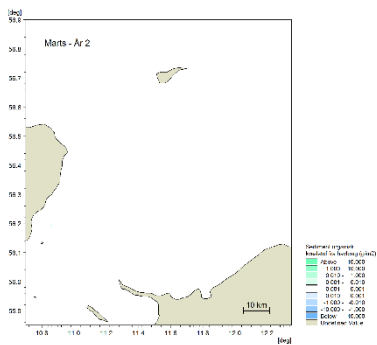








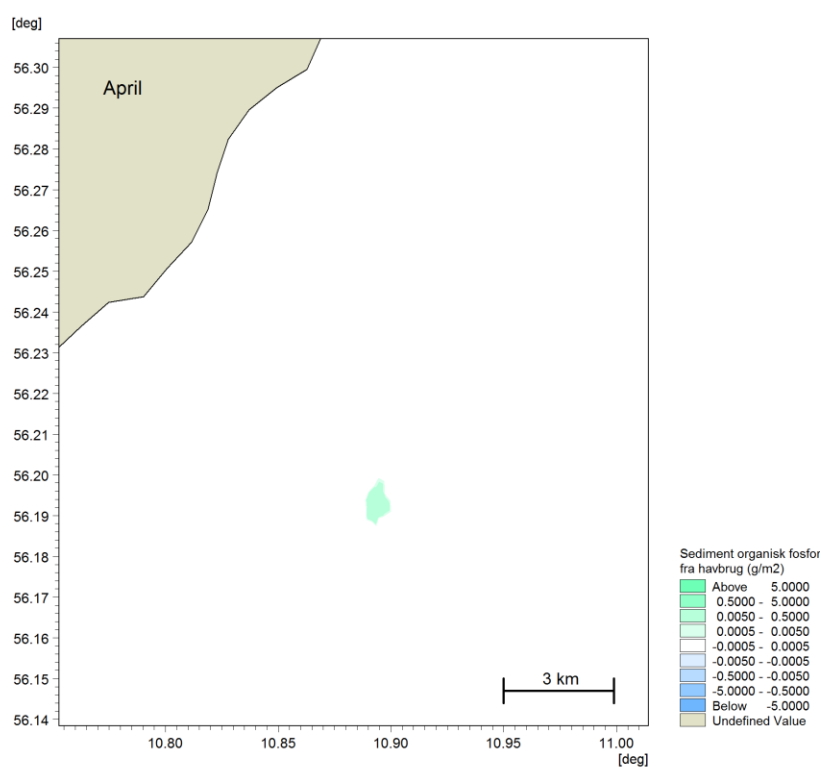
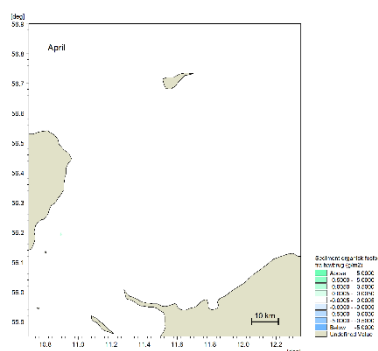
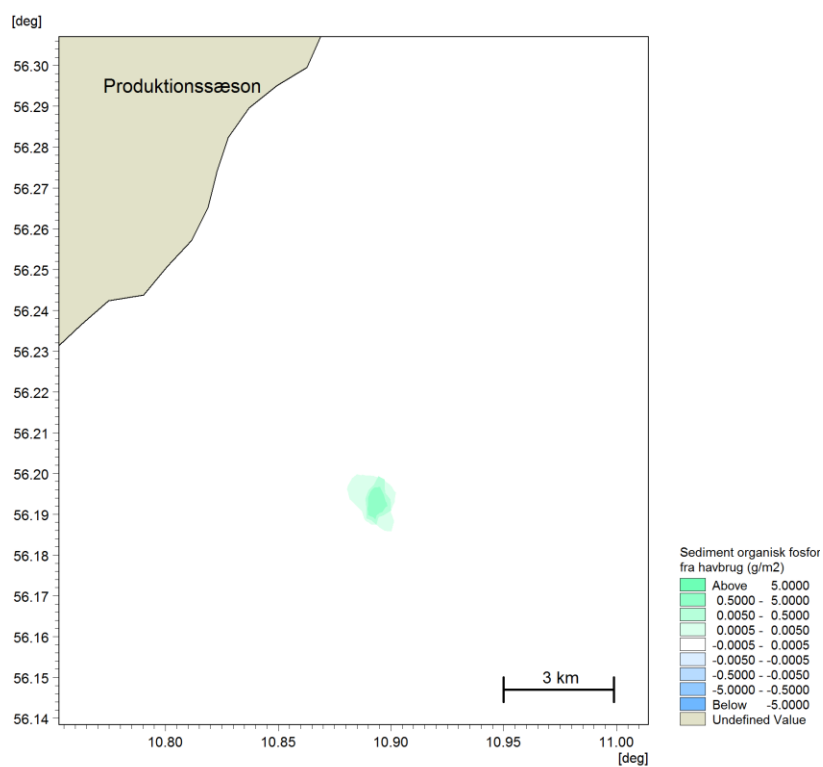
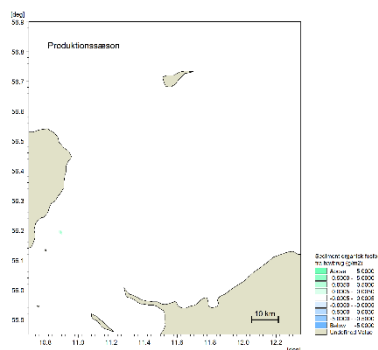


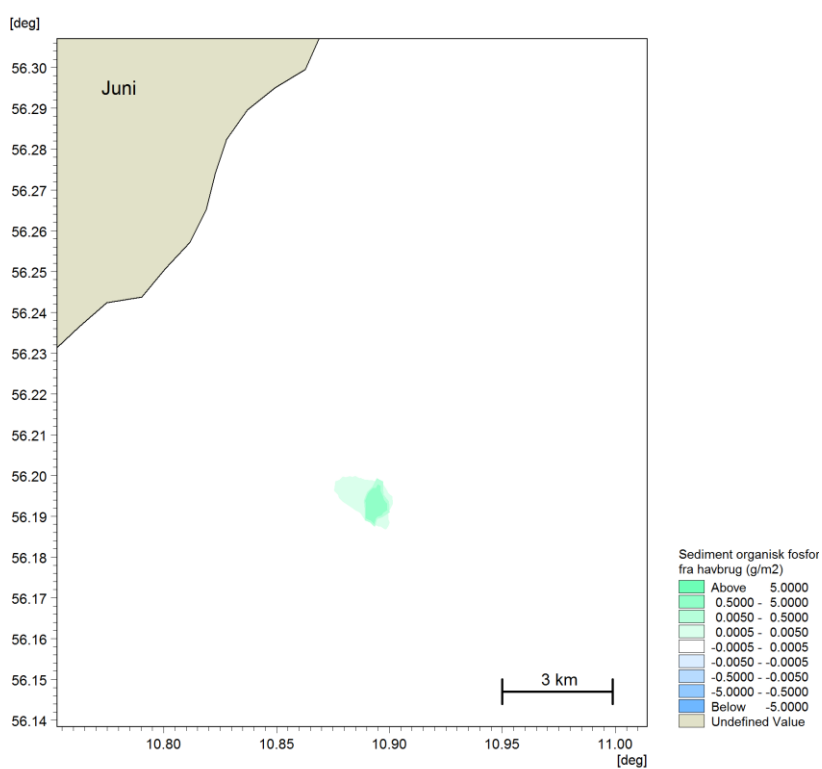
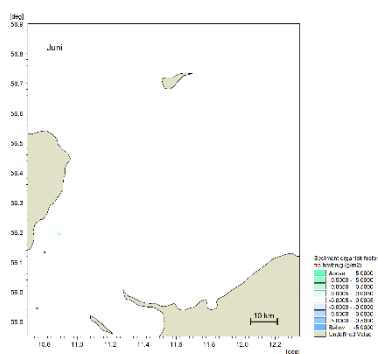
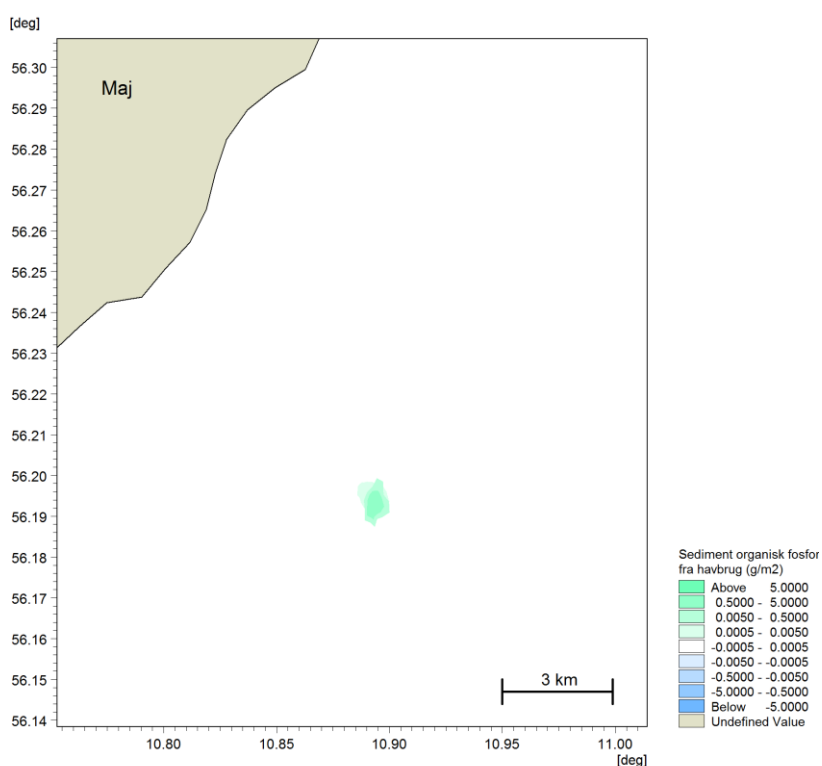
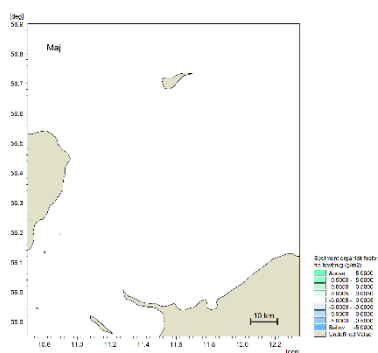


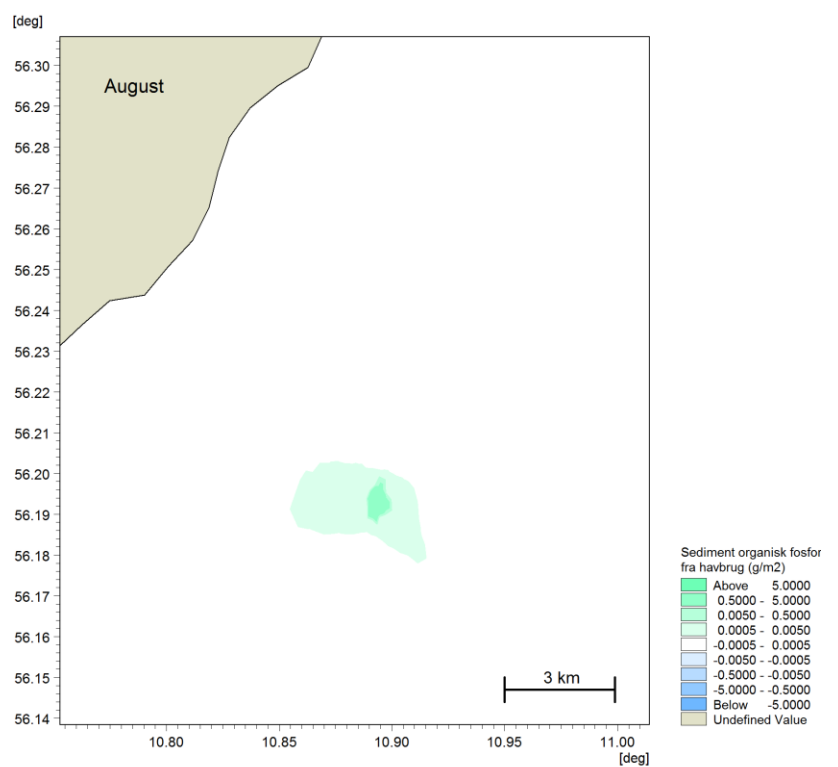
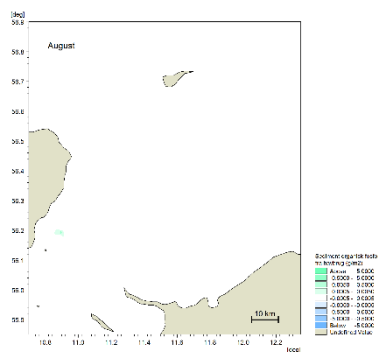
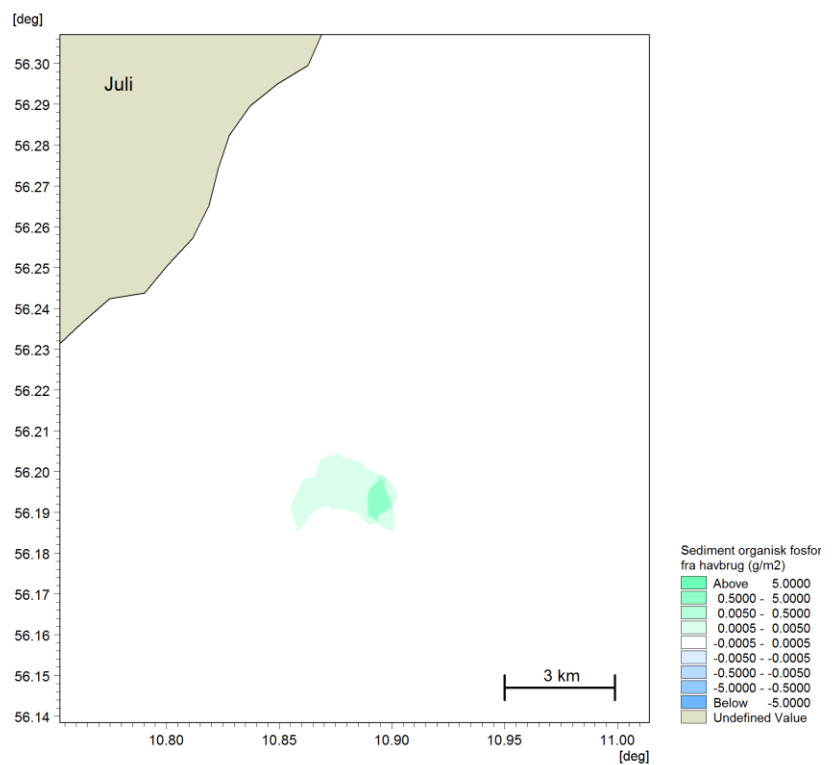
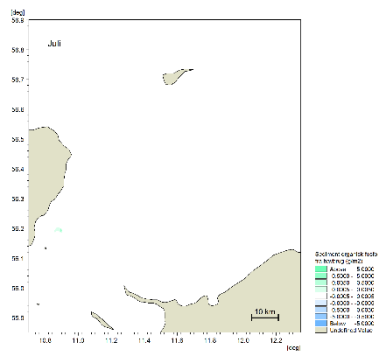
BILAG H – Månedskort for ændring i organisk fosfor i sedimentet

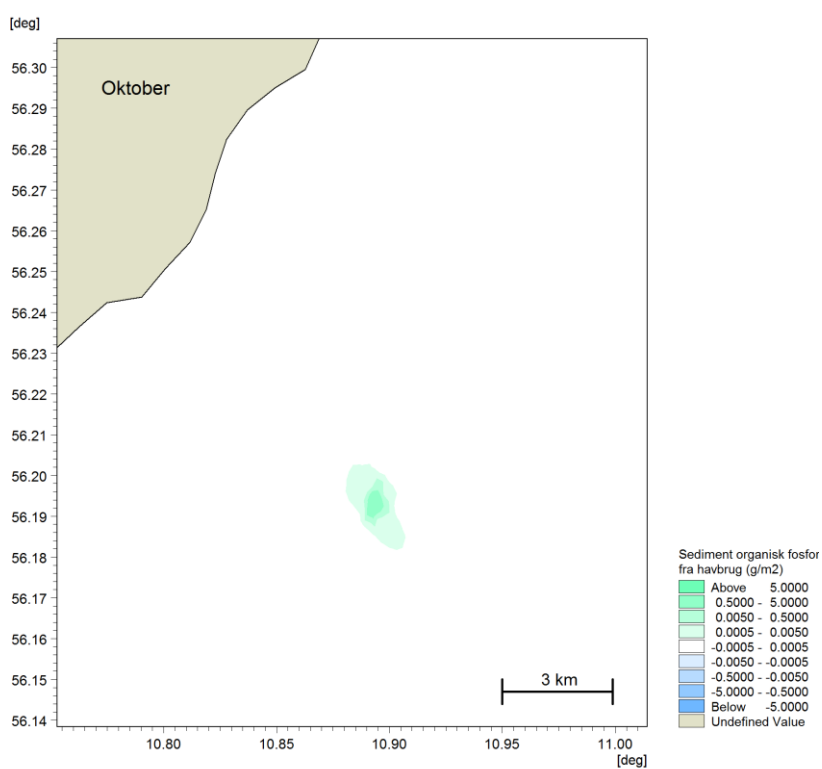
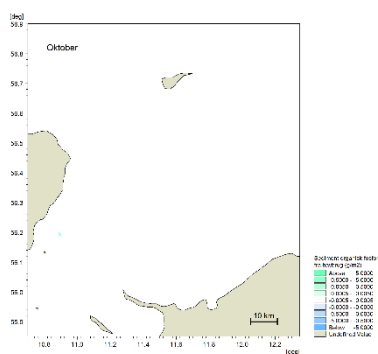
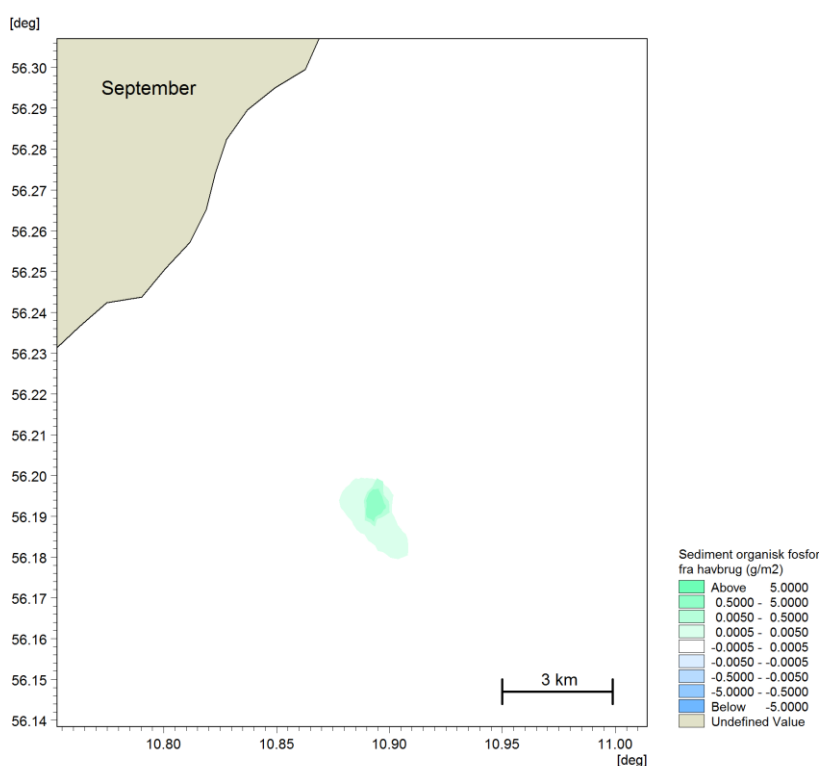
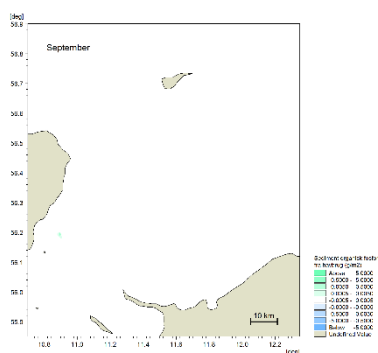
Geografisk udbredelse af ændring

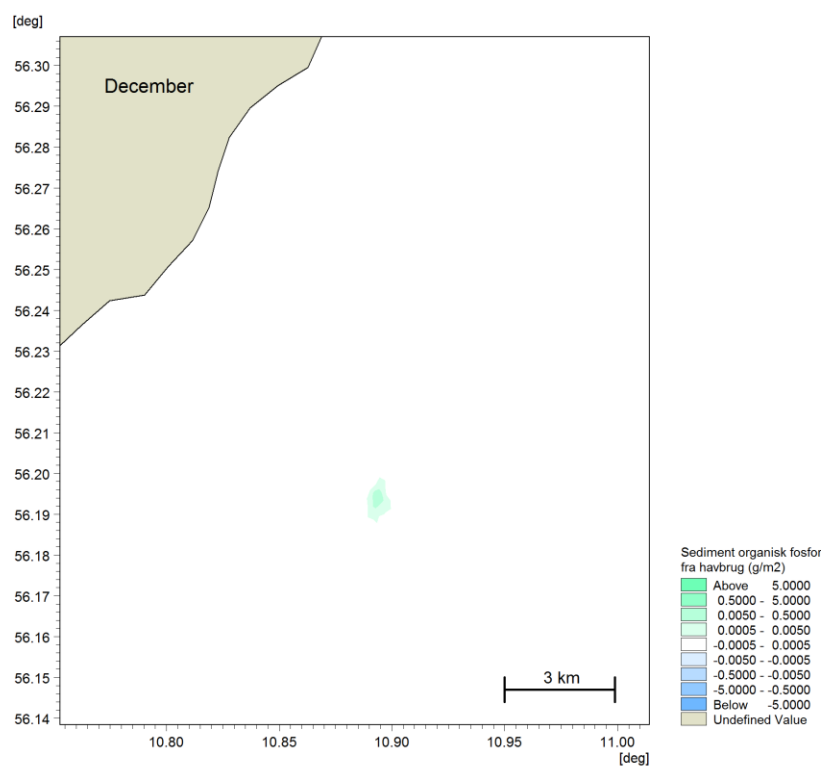
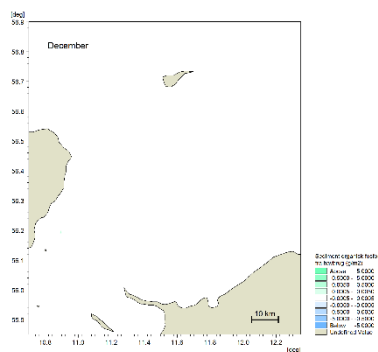
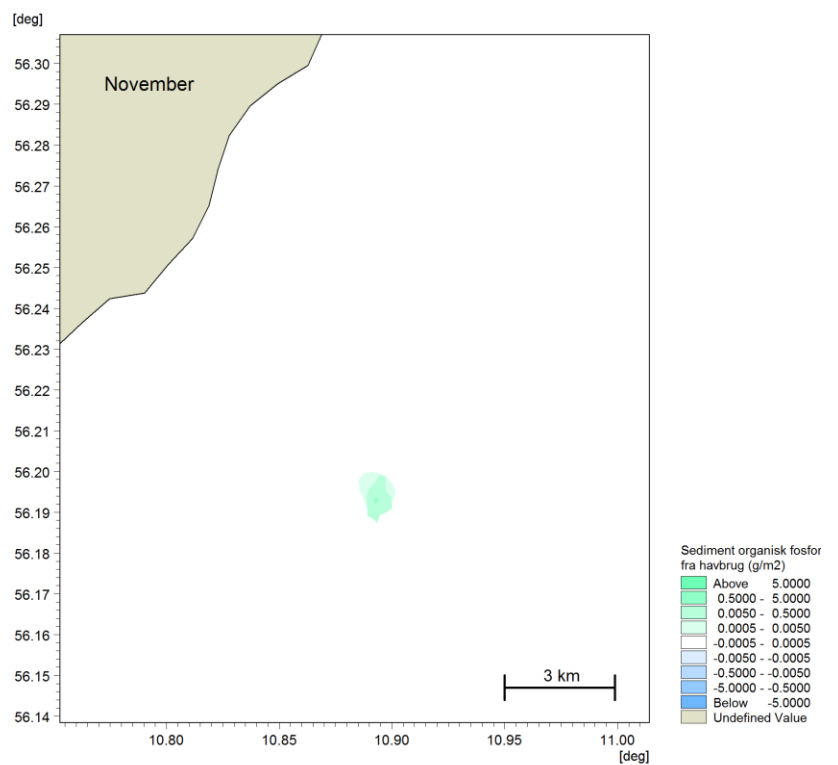
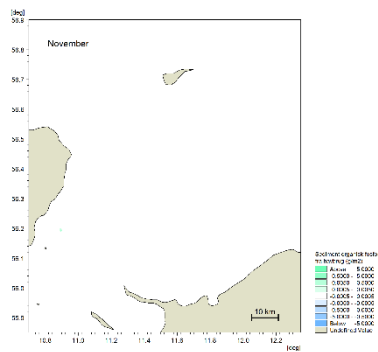
H Månedskort for ændring i organisk fosfor i sedimentet

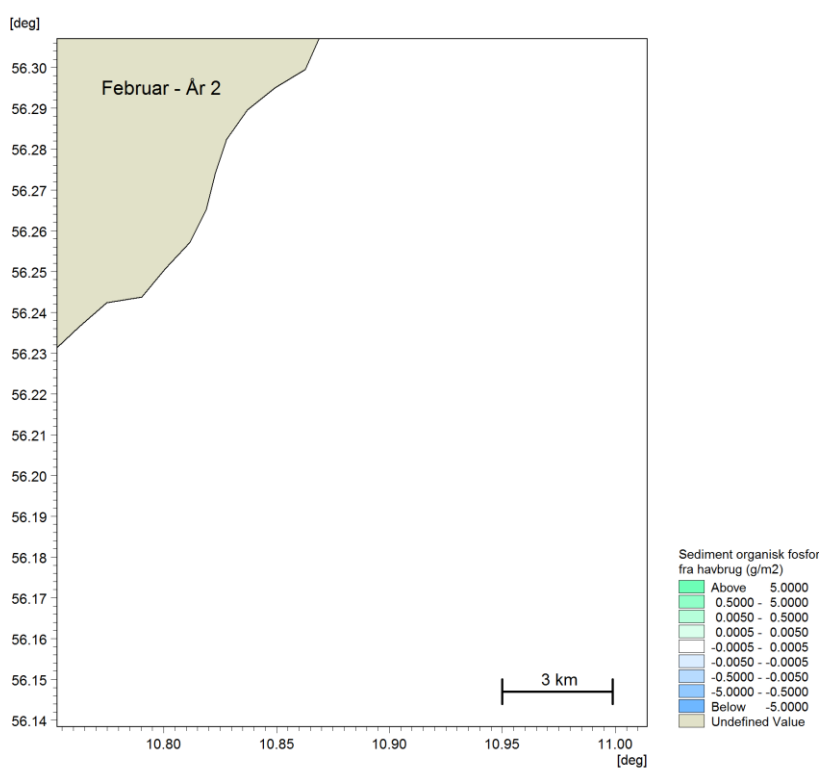
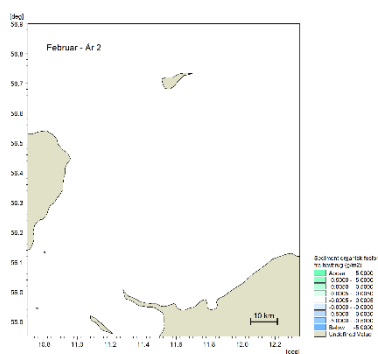
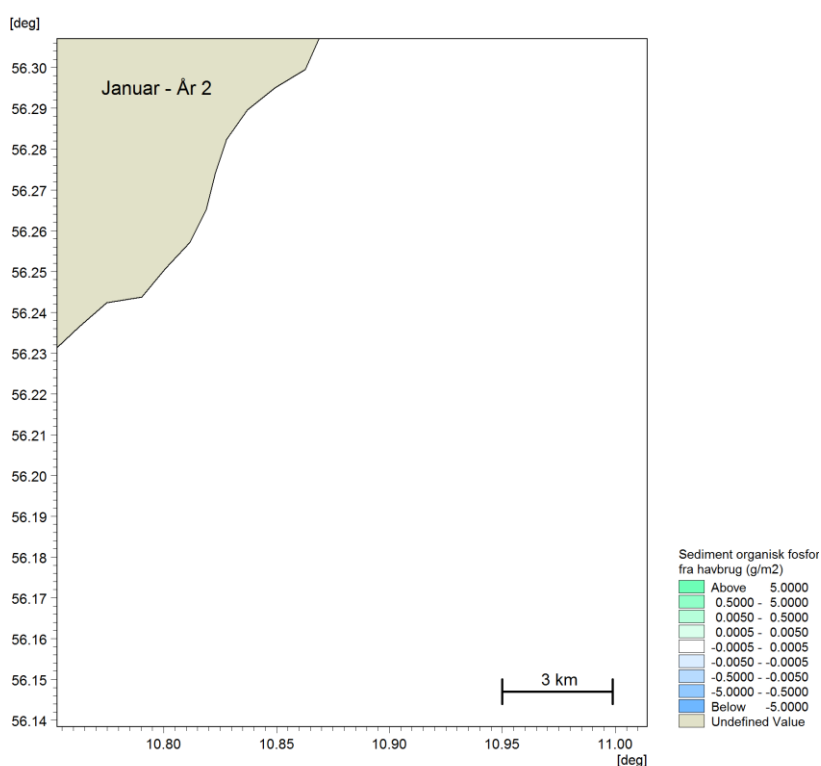
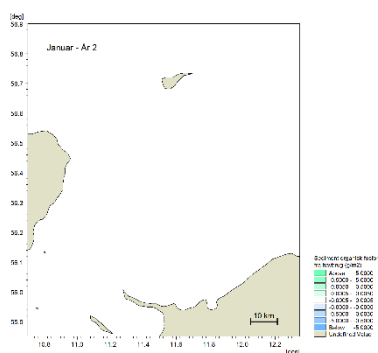


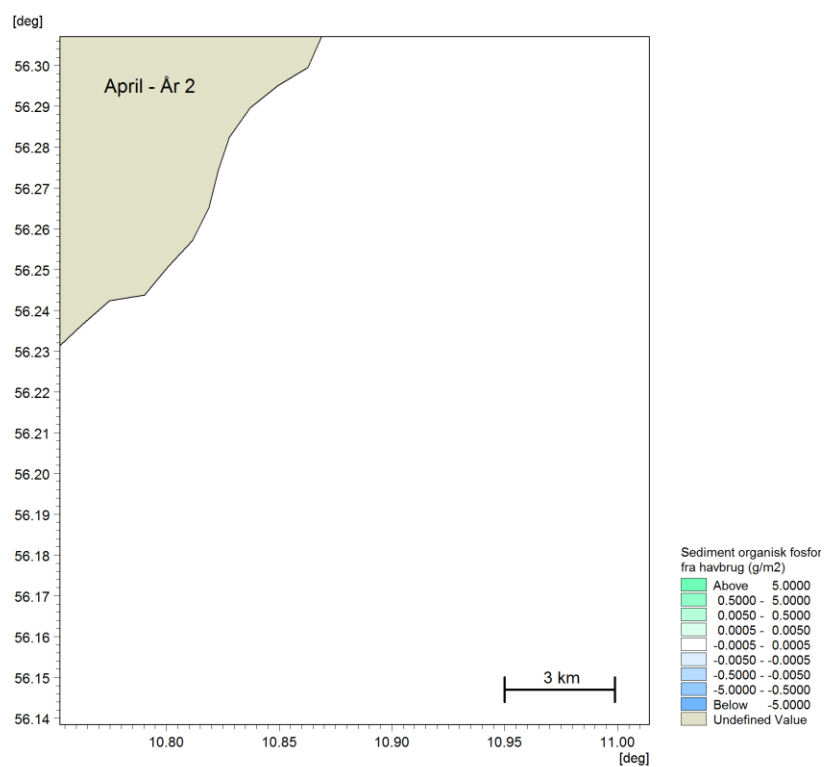
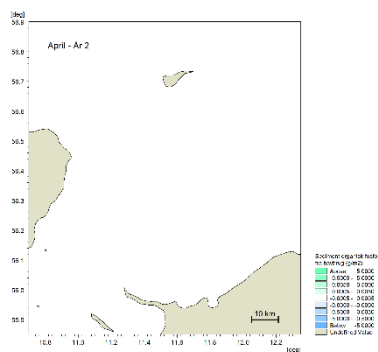
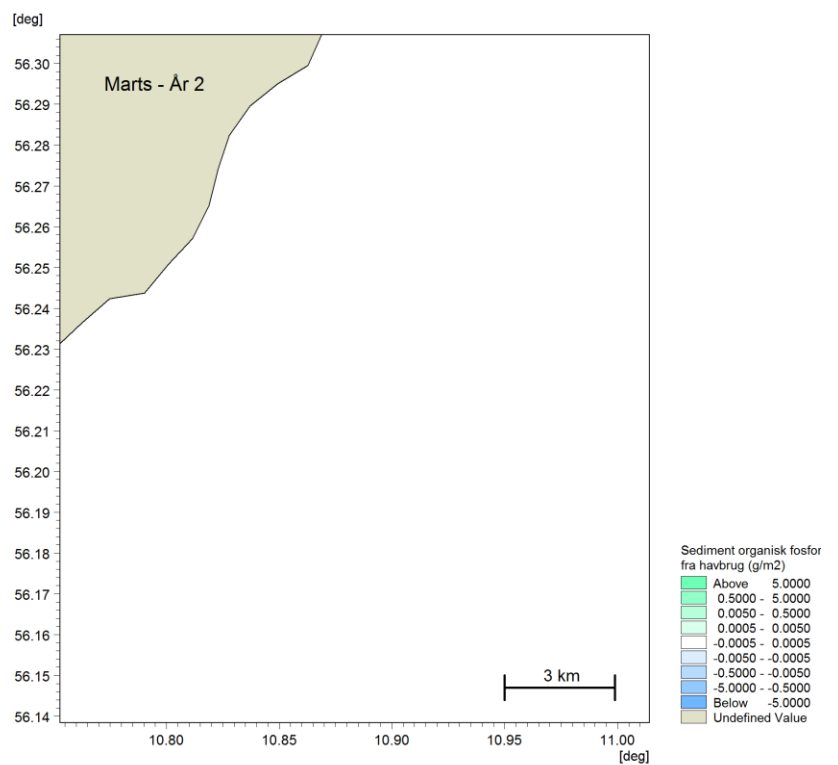
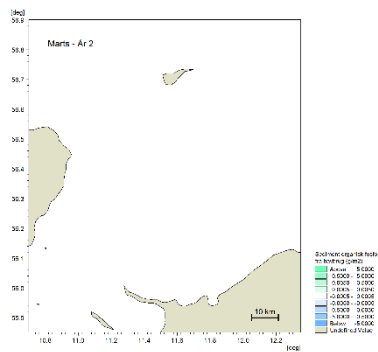








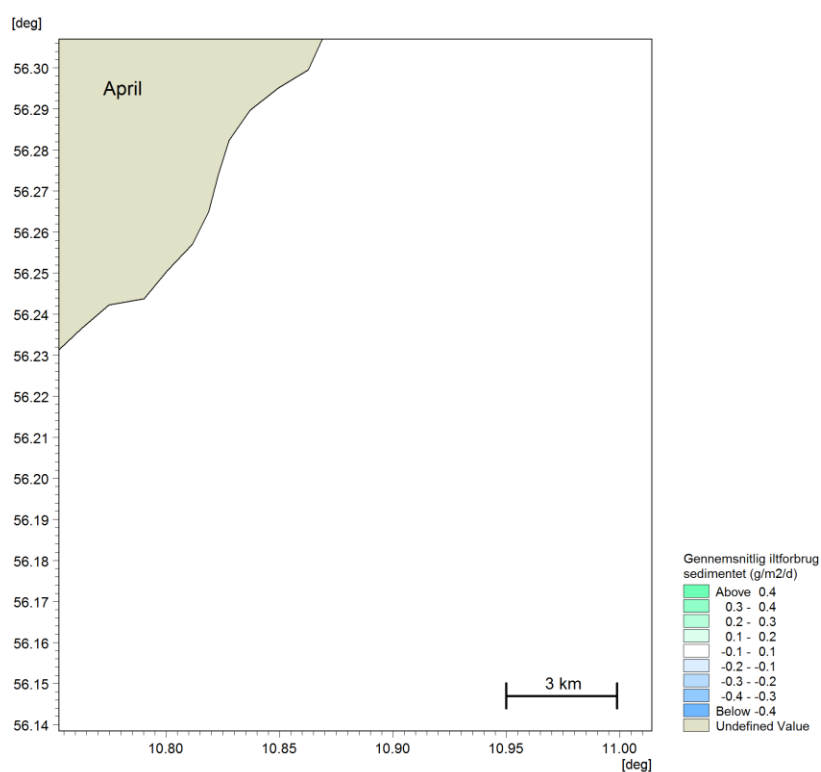
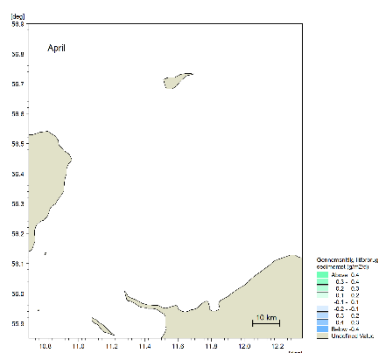
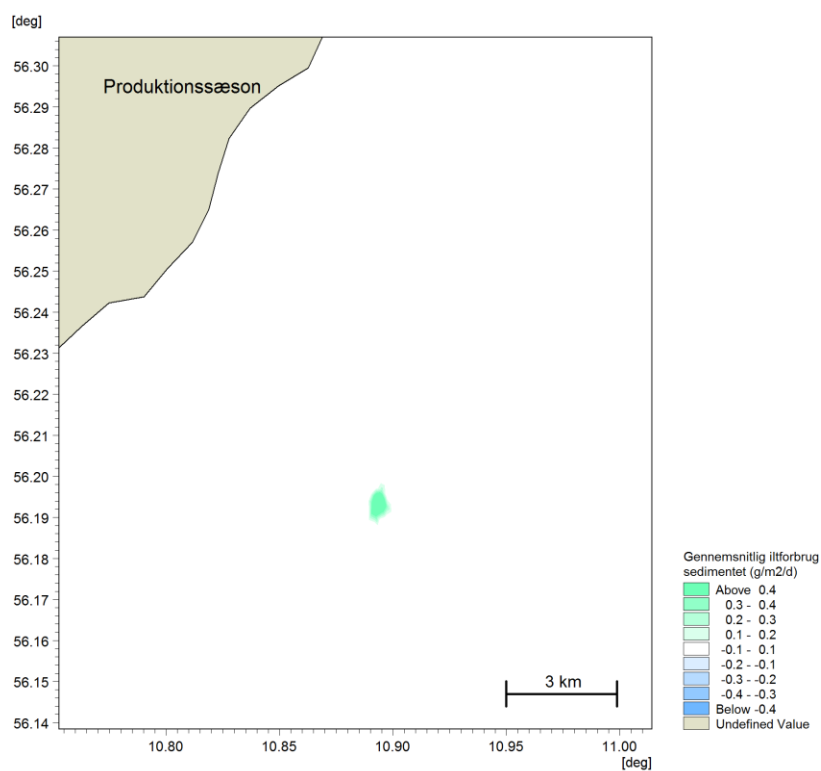
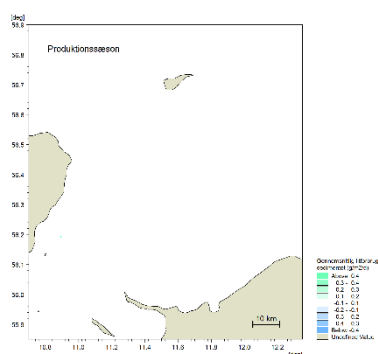


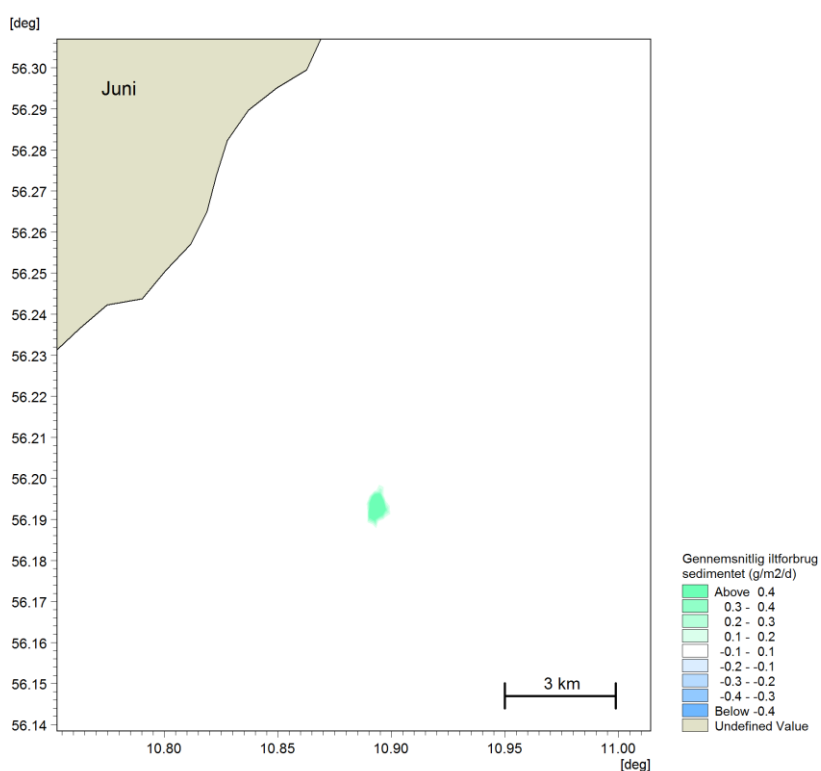
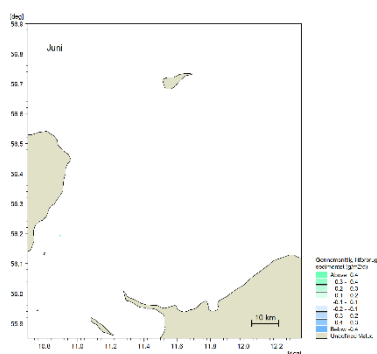
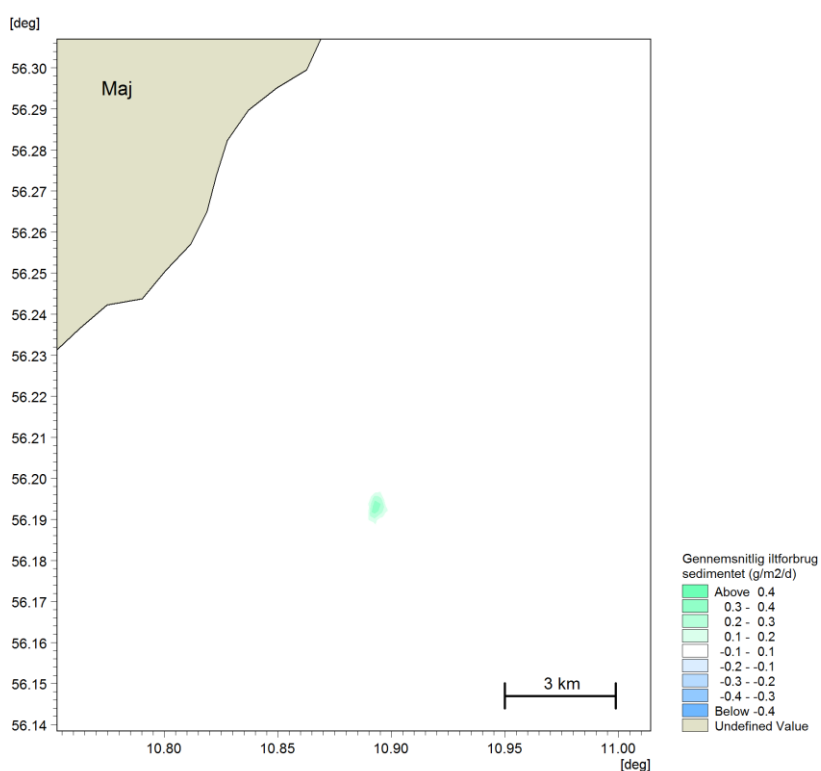
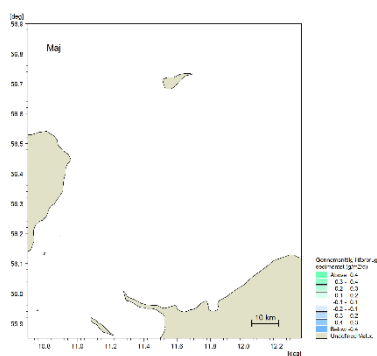


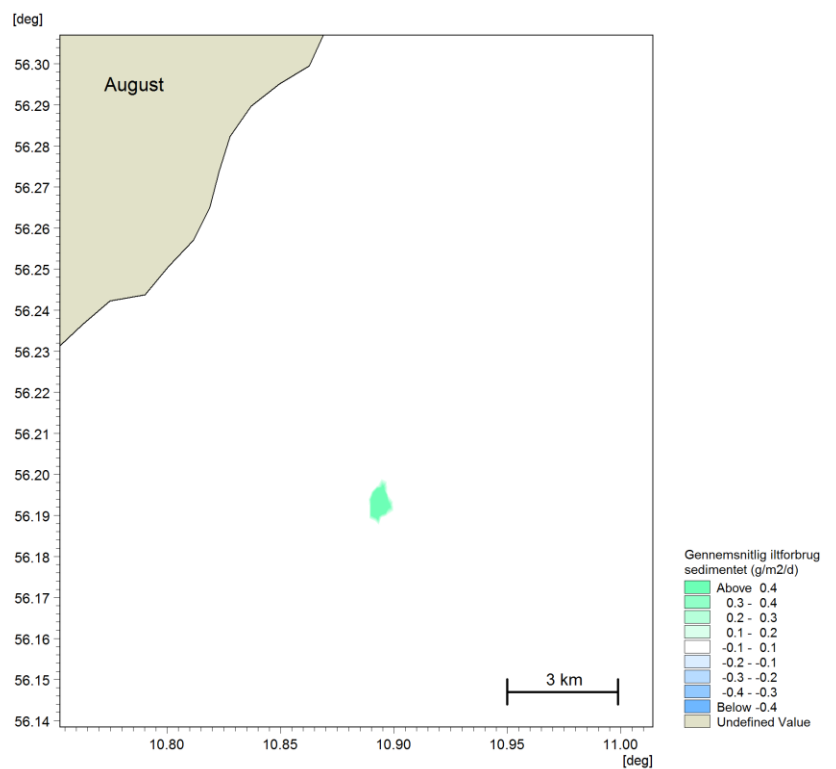
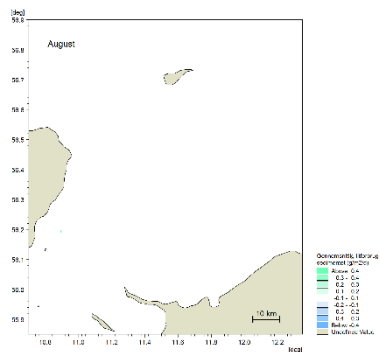
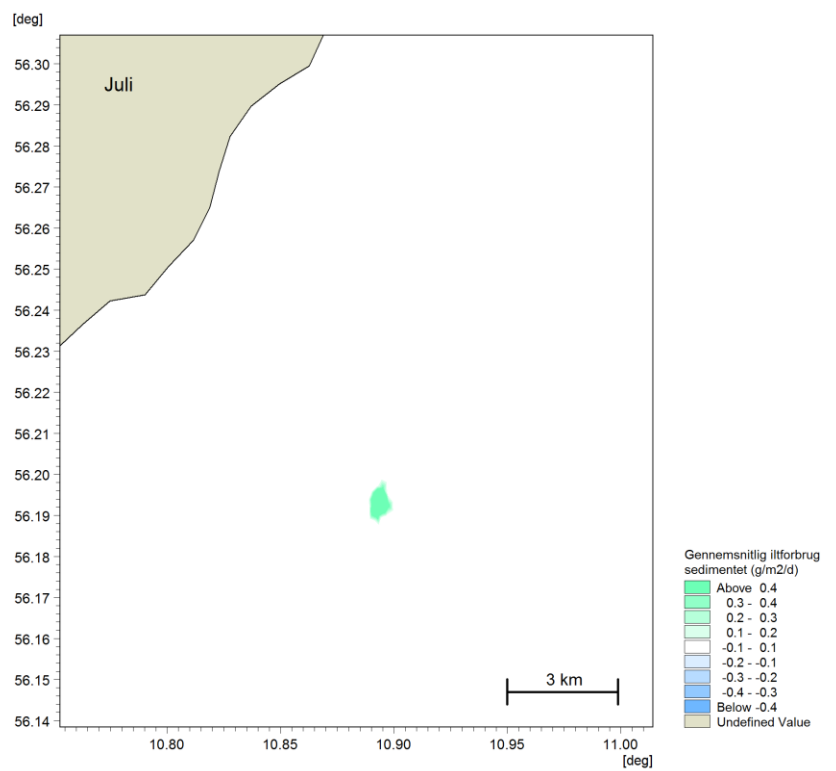
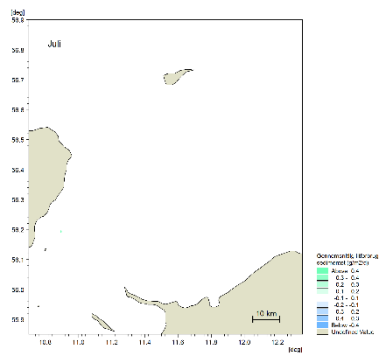
BILAG I – Månedskort for ændring i sediments iltforbrug

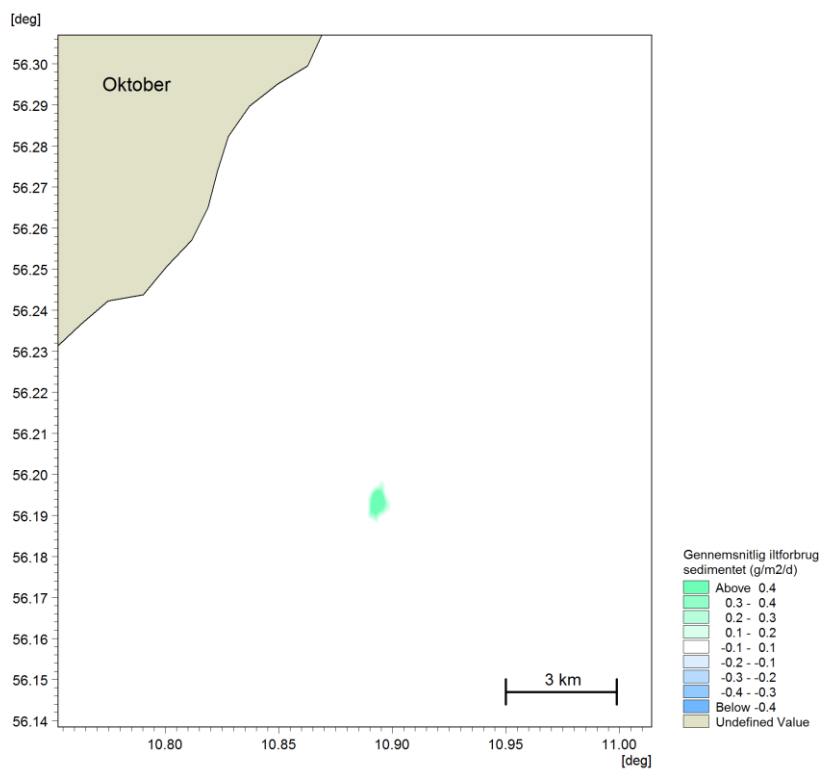
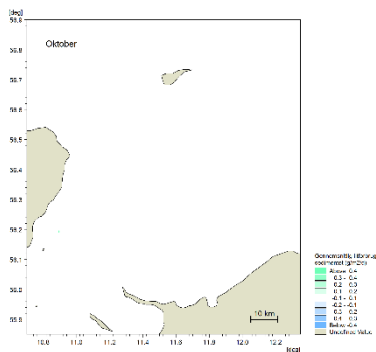
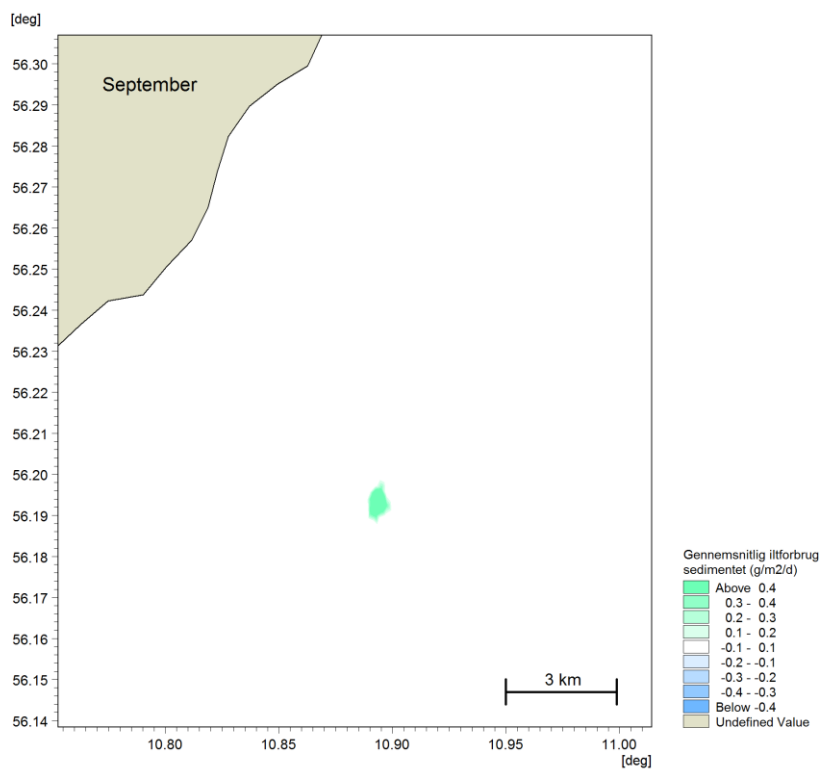
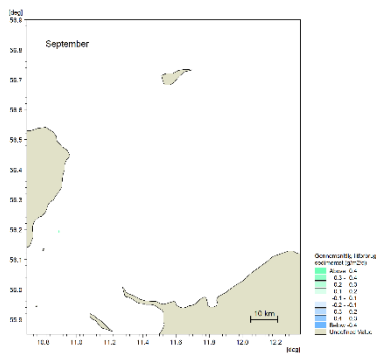
Geografisk udbredelse af ændring

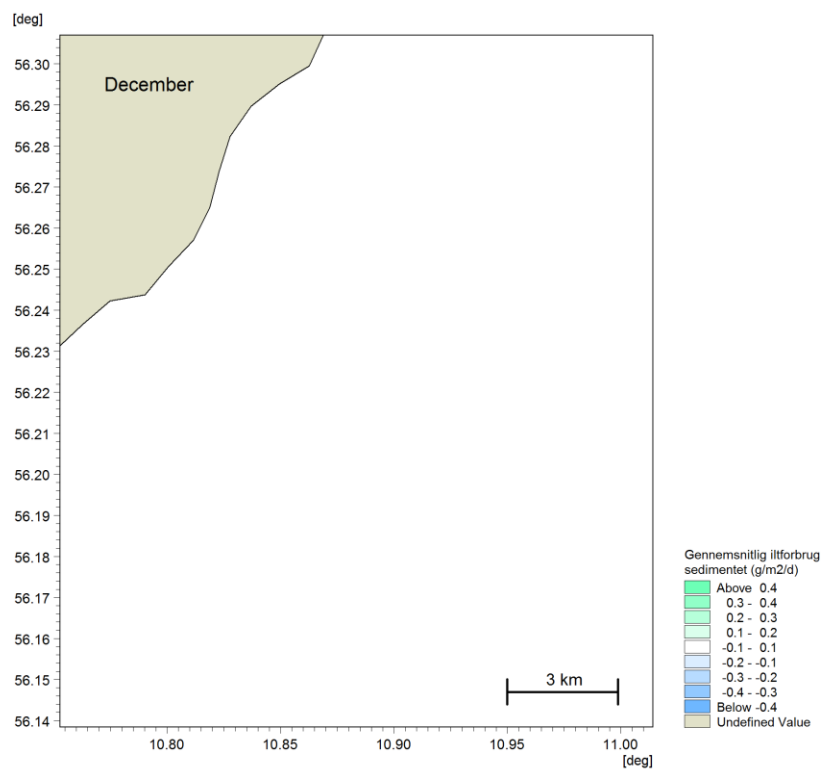
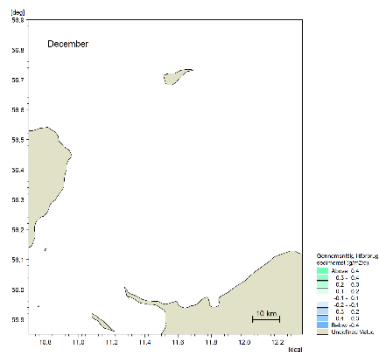
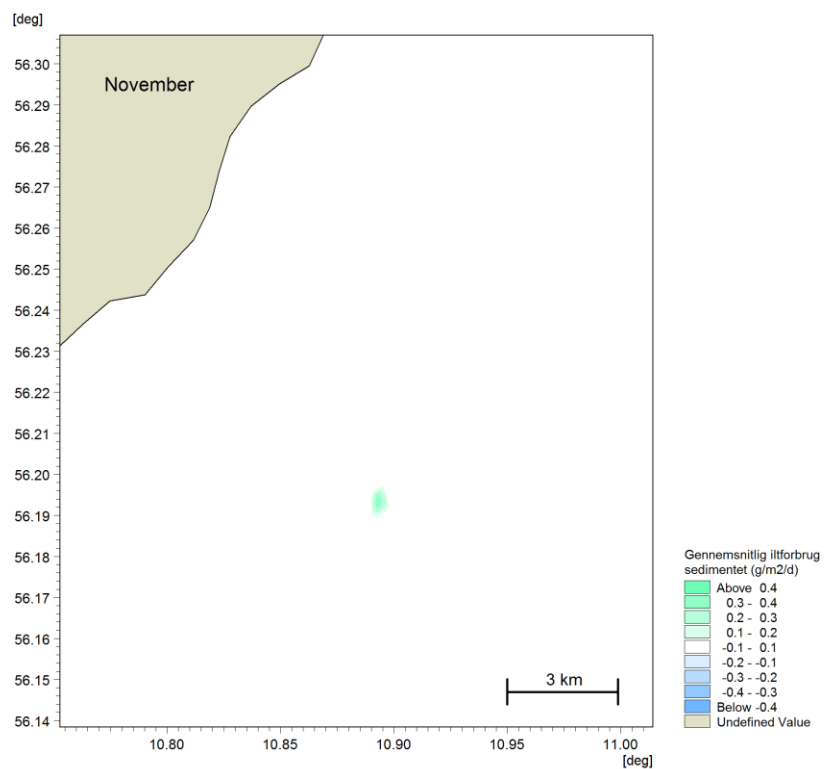
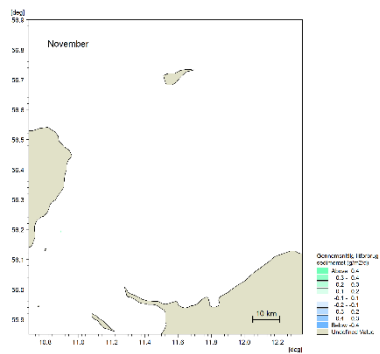
I Månedskort for ændring i sedimentets iltforbrug

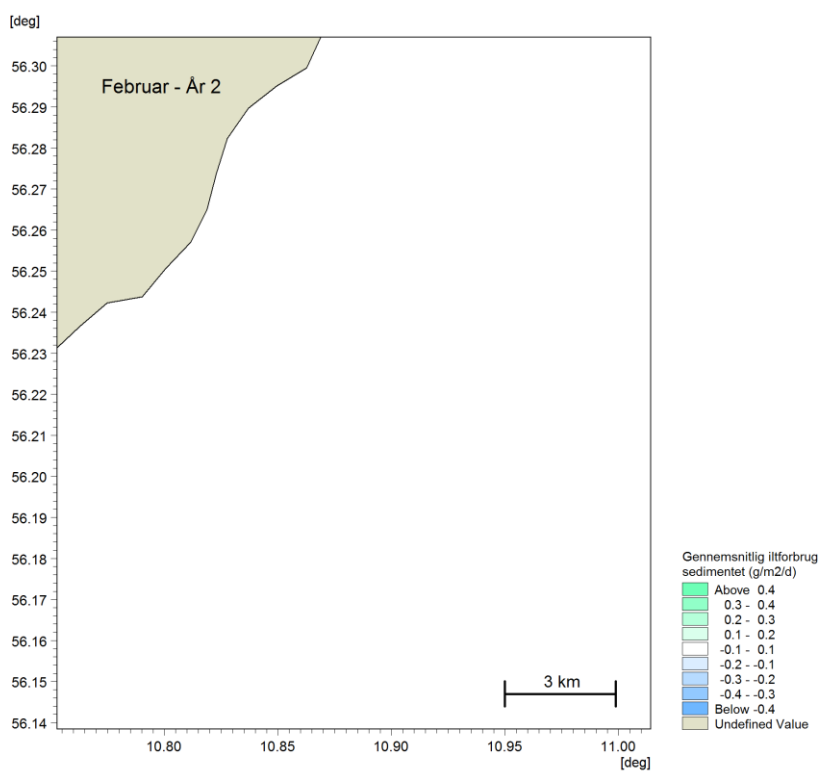
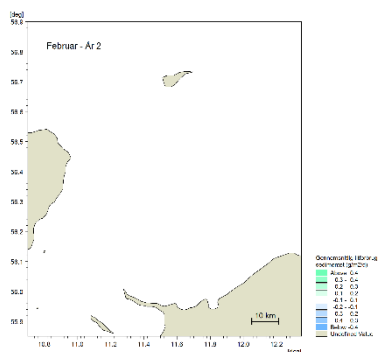
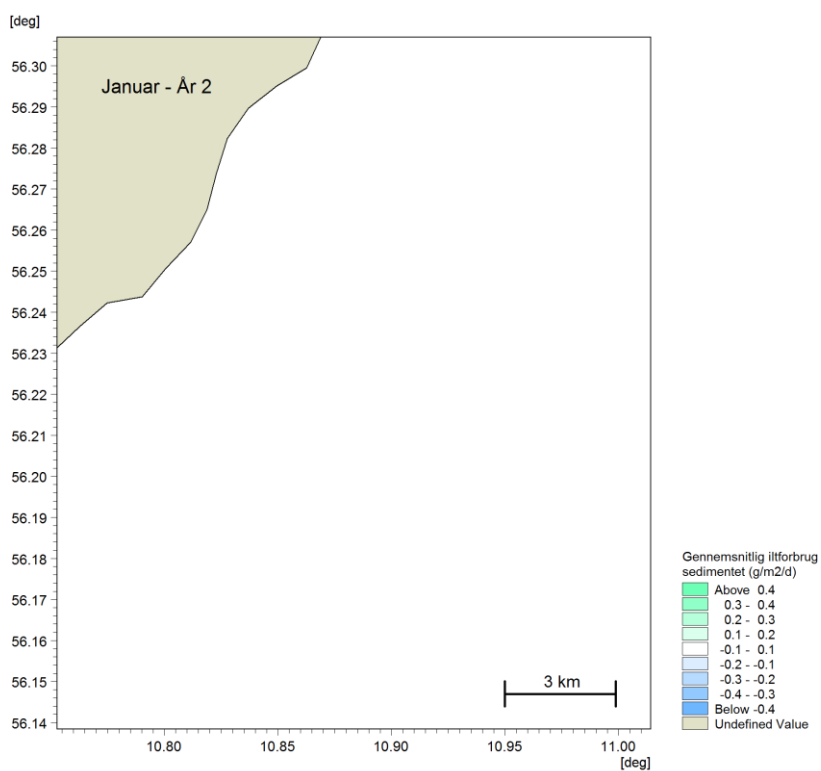
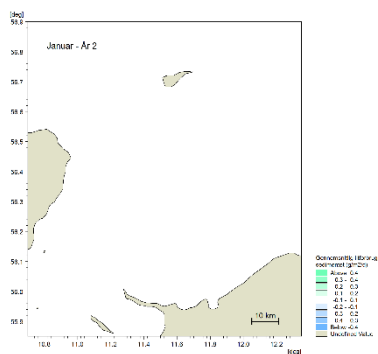


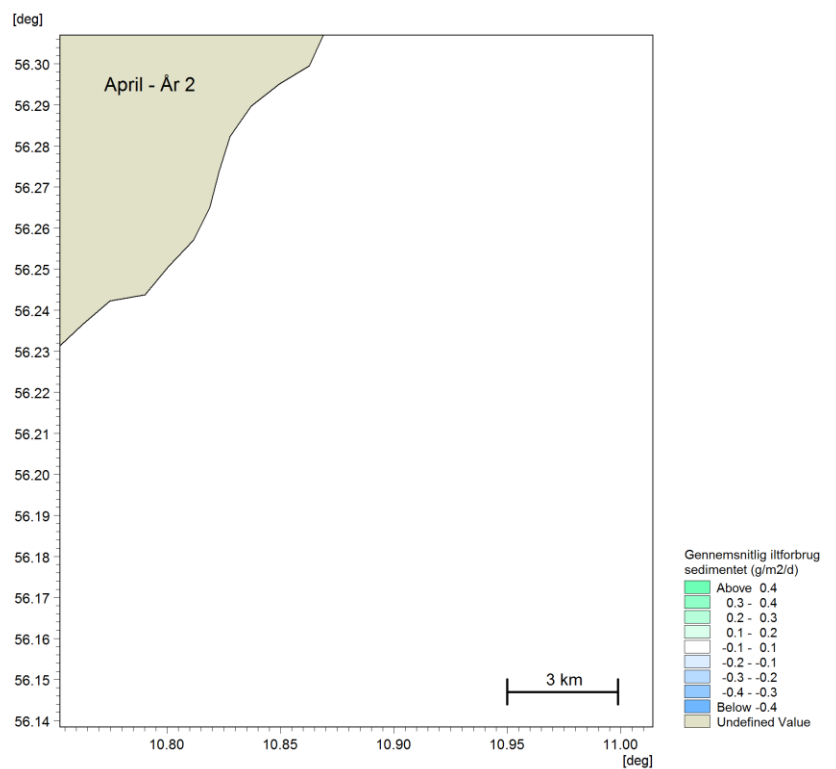
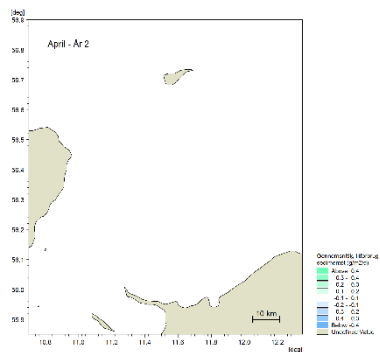
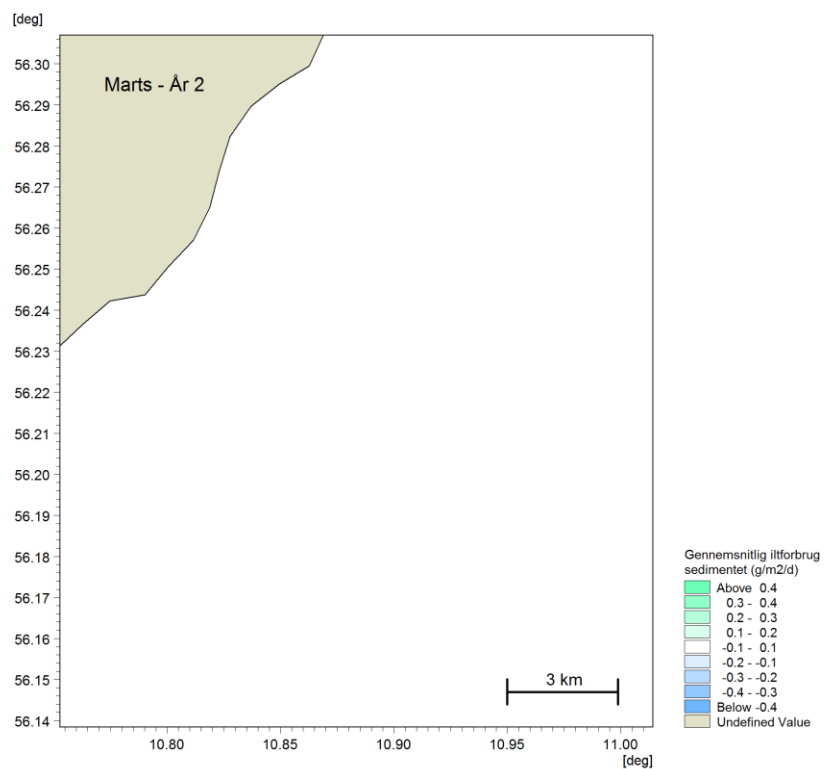
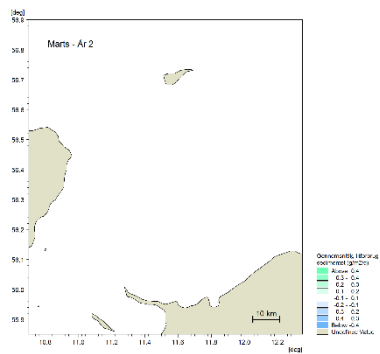








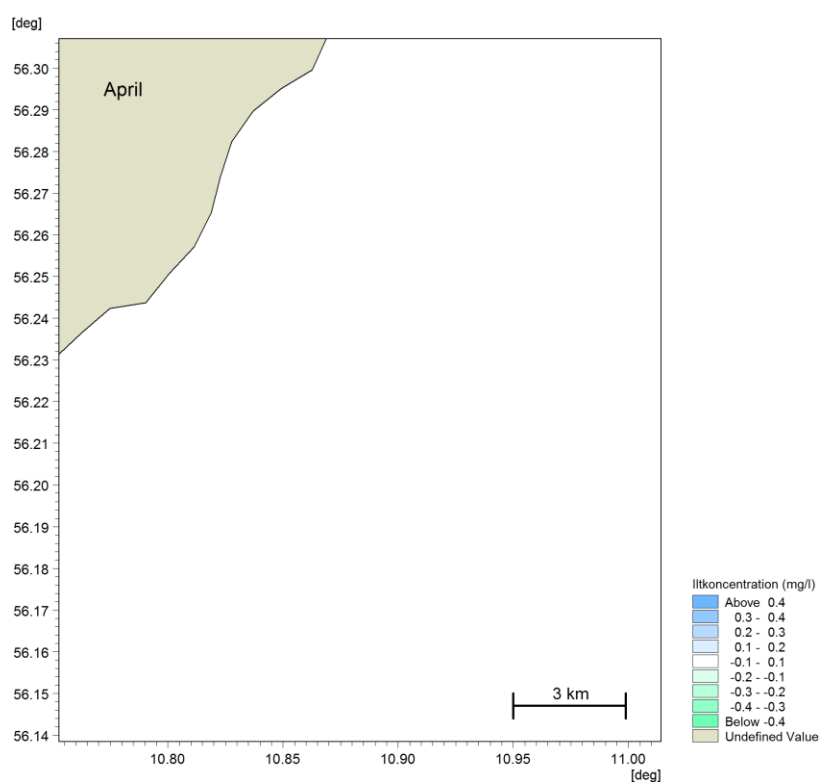
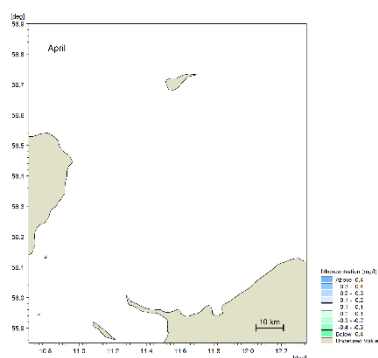
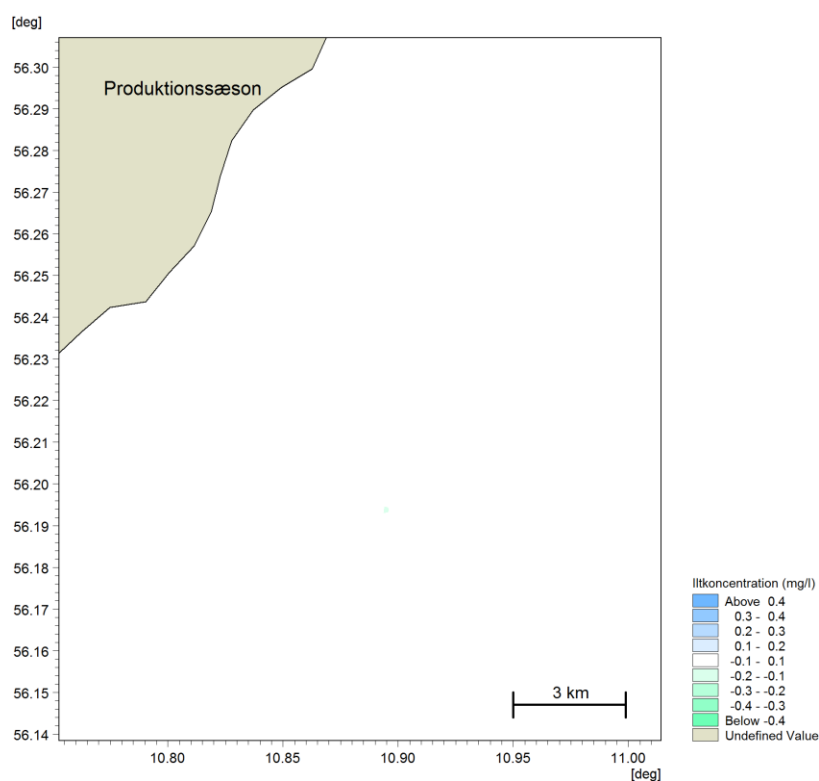
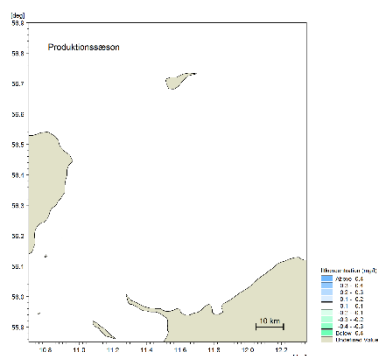


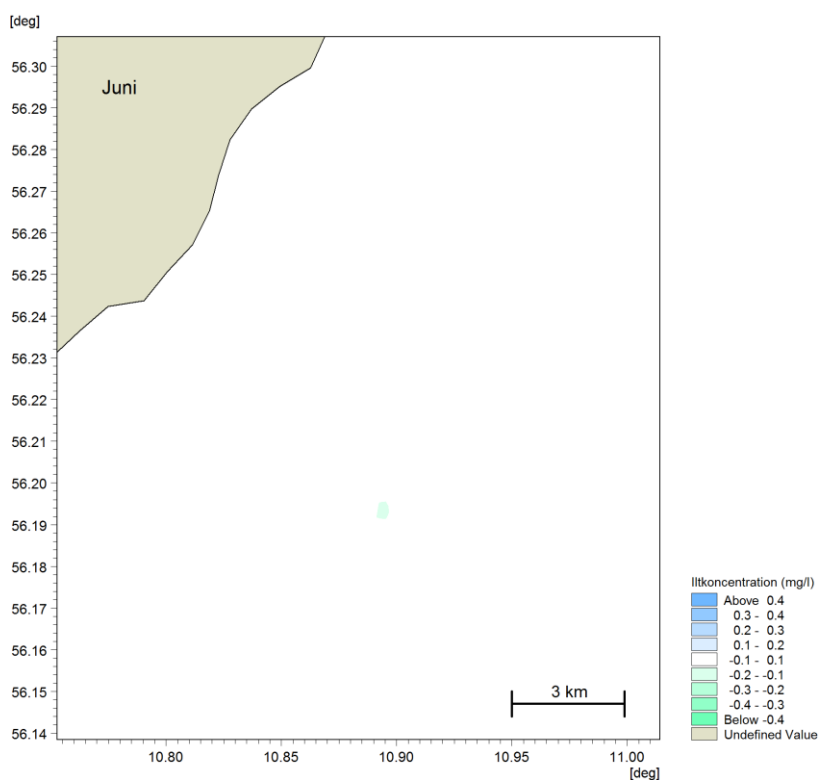
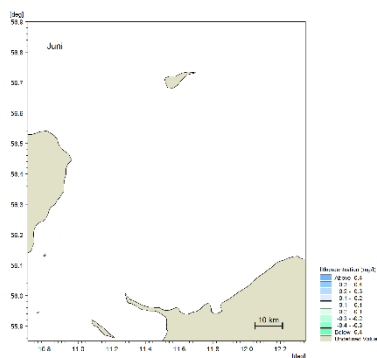
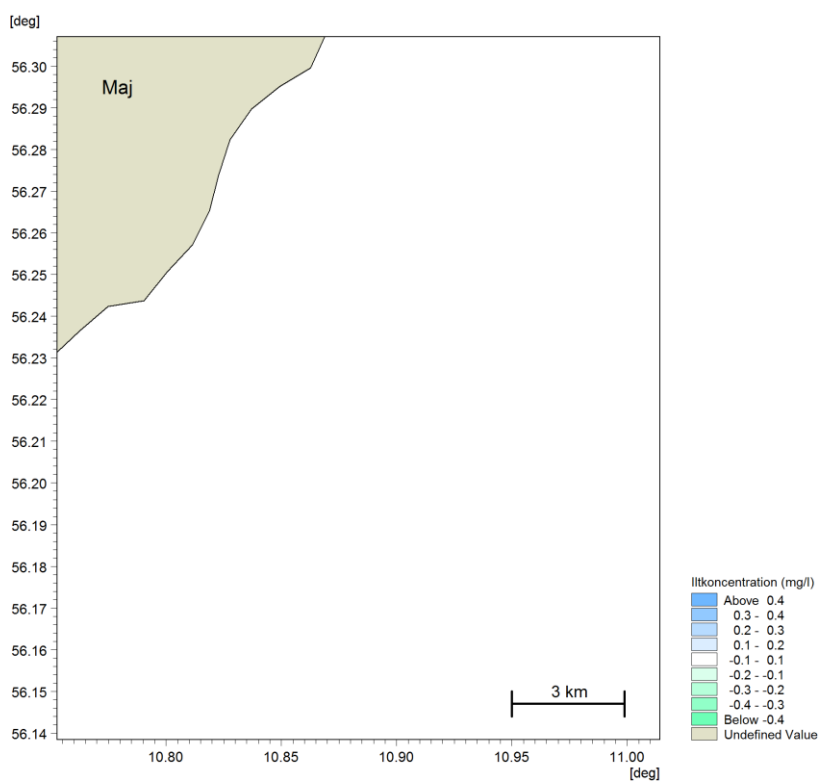
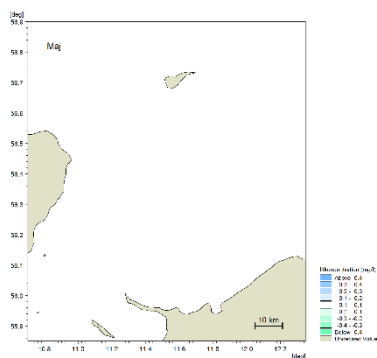


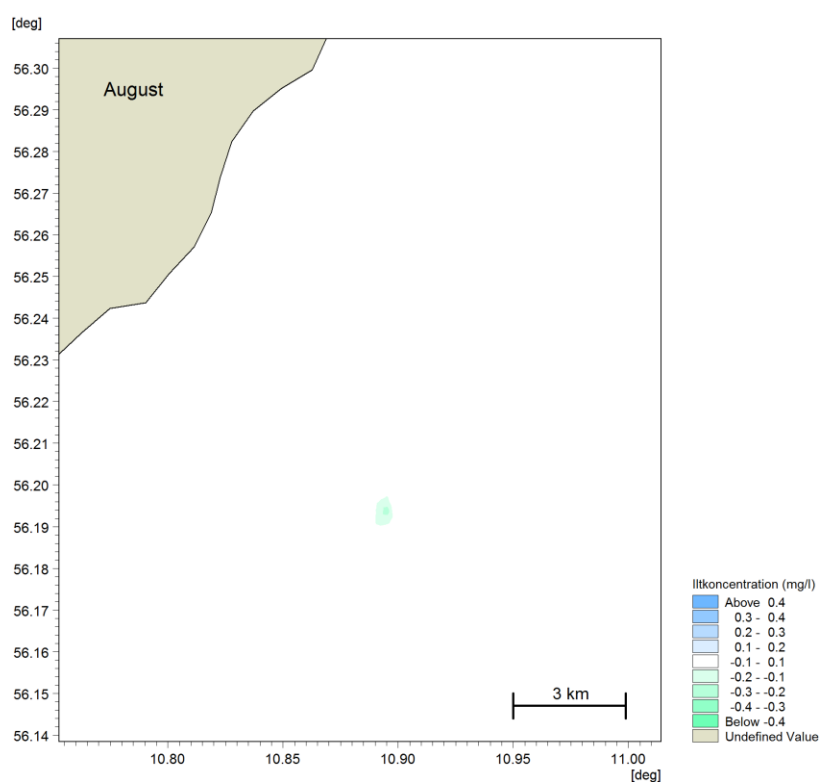
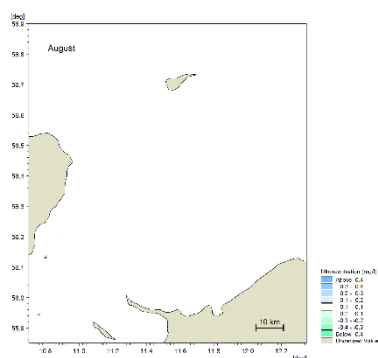
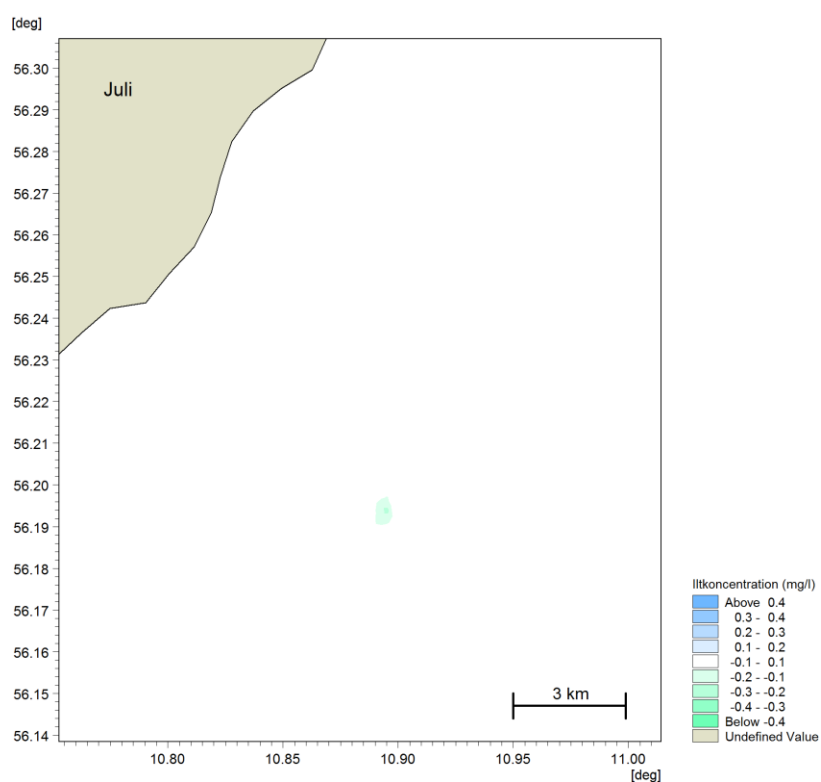
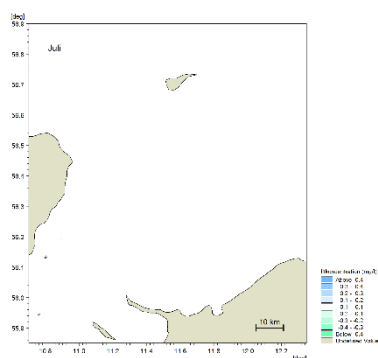
BILAG J – Månedskort for ændring i ilt i bundvandet

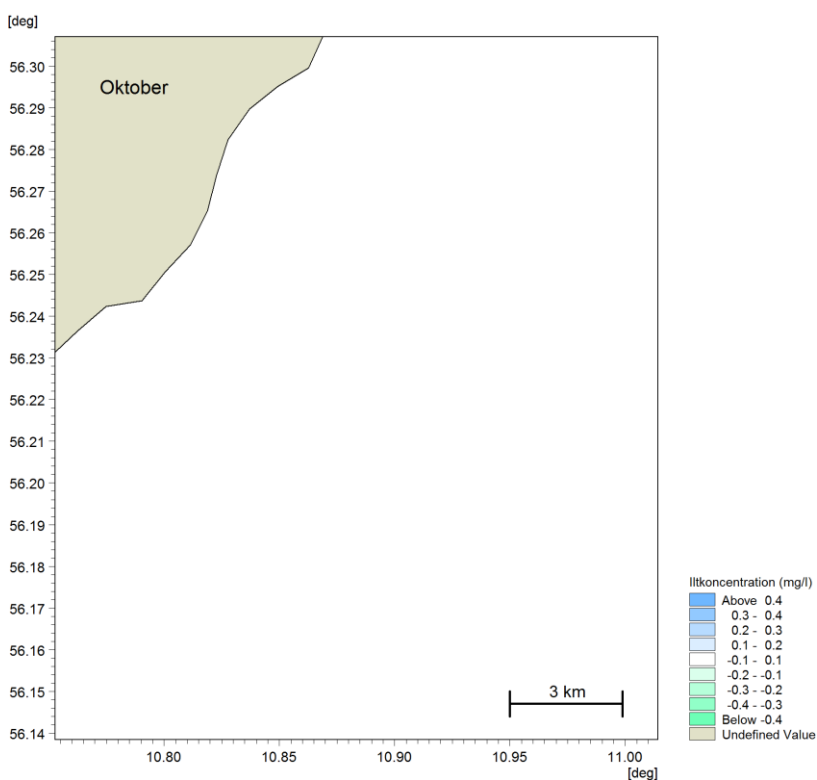
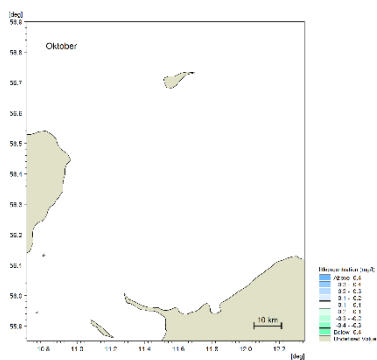
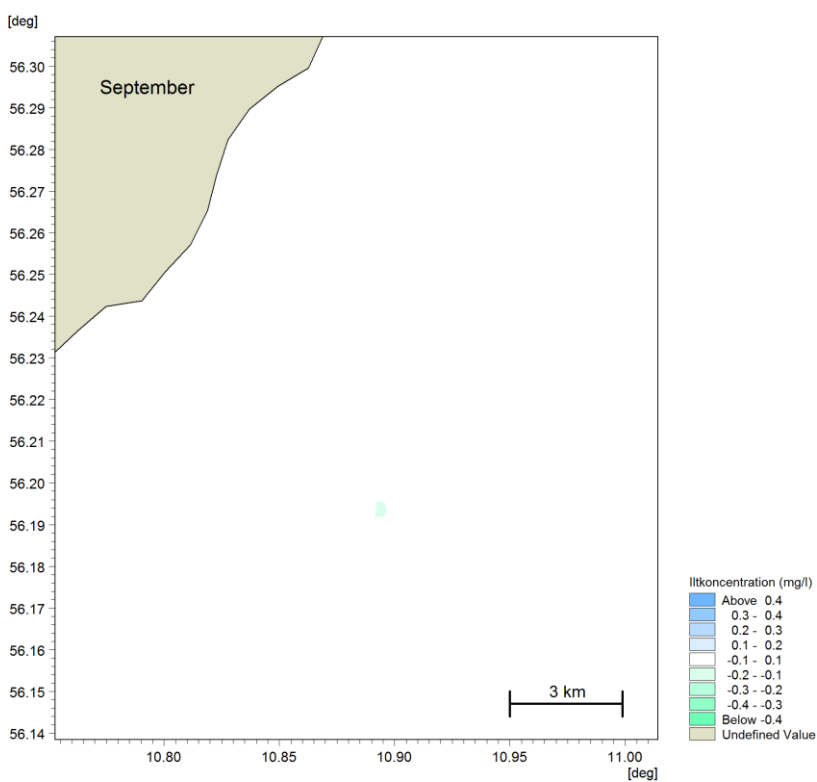
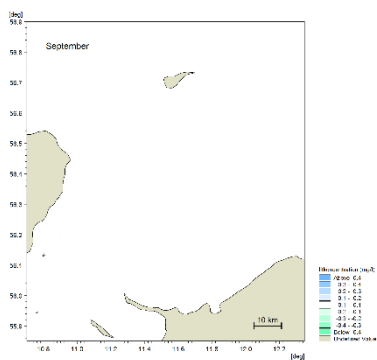
Geografisk udbredelse af ændring

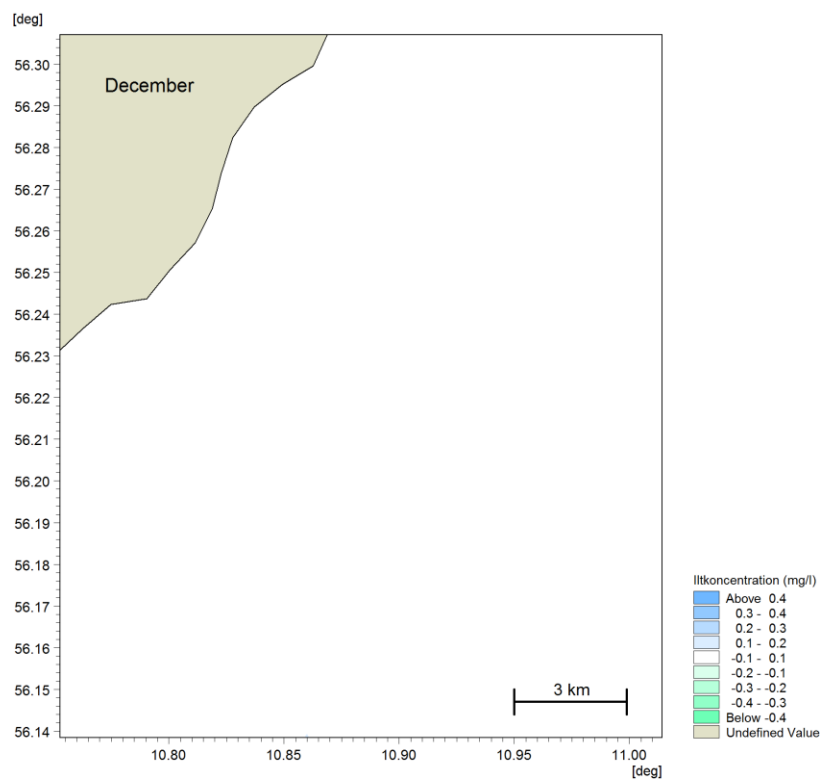
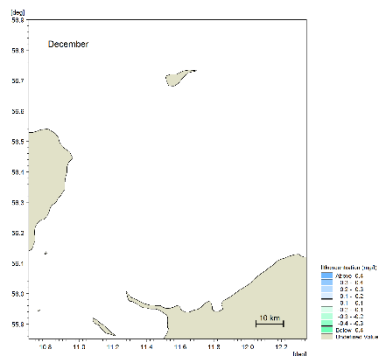
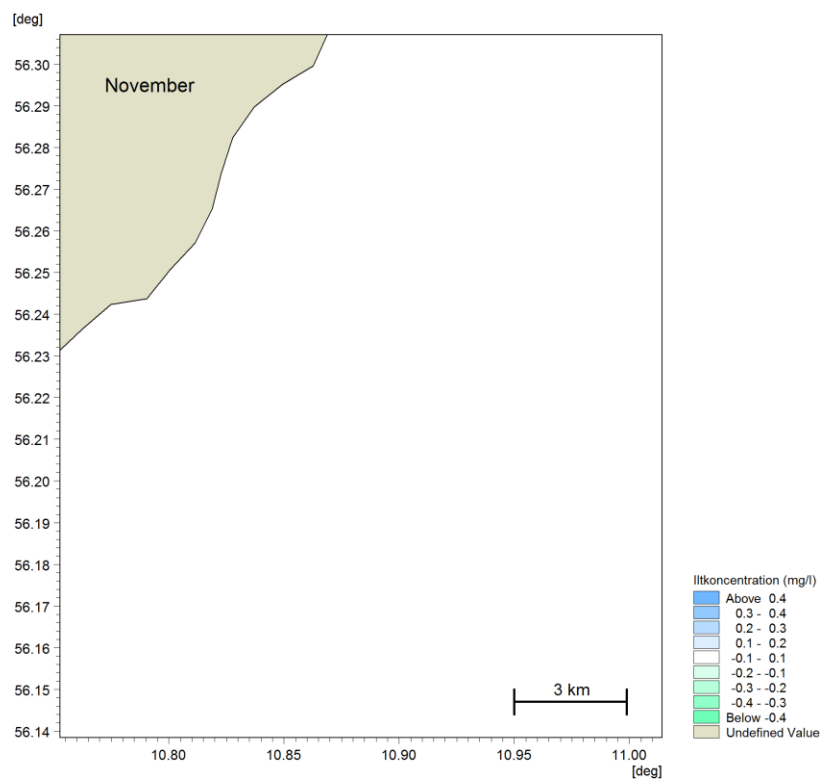
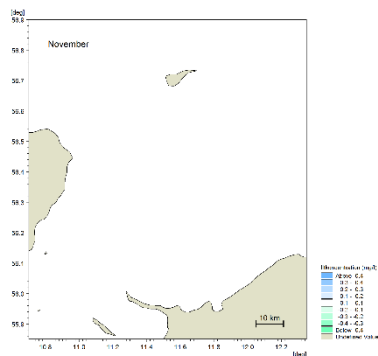
J Månedskort for ændring i ilt i bundvandet

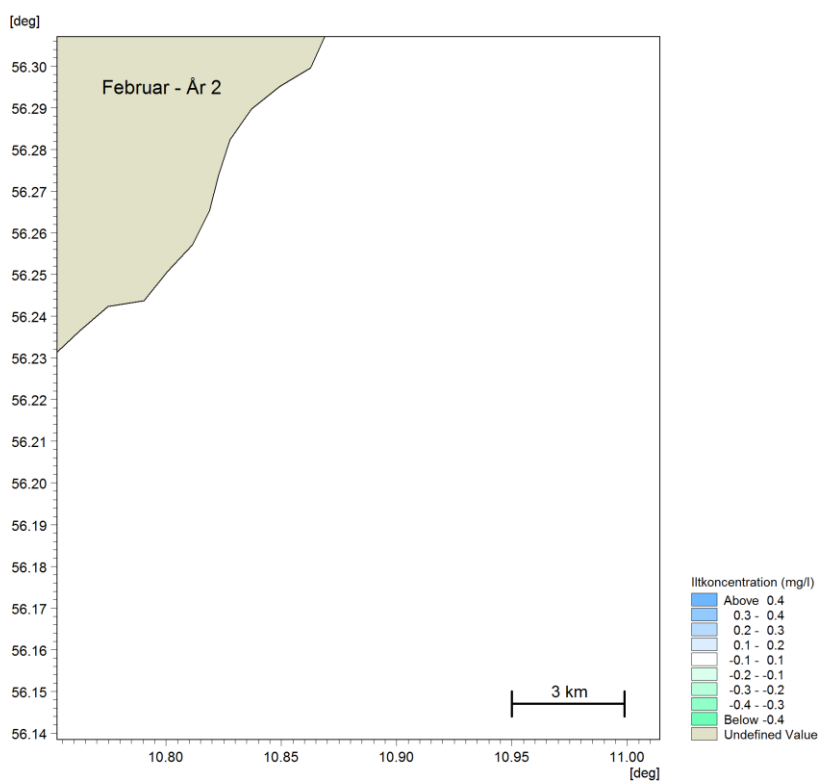
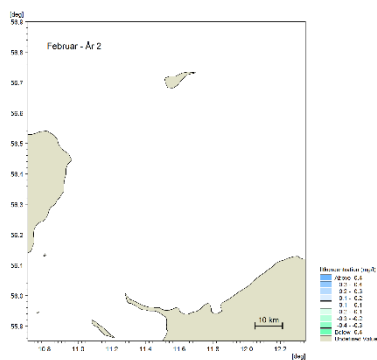
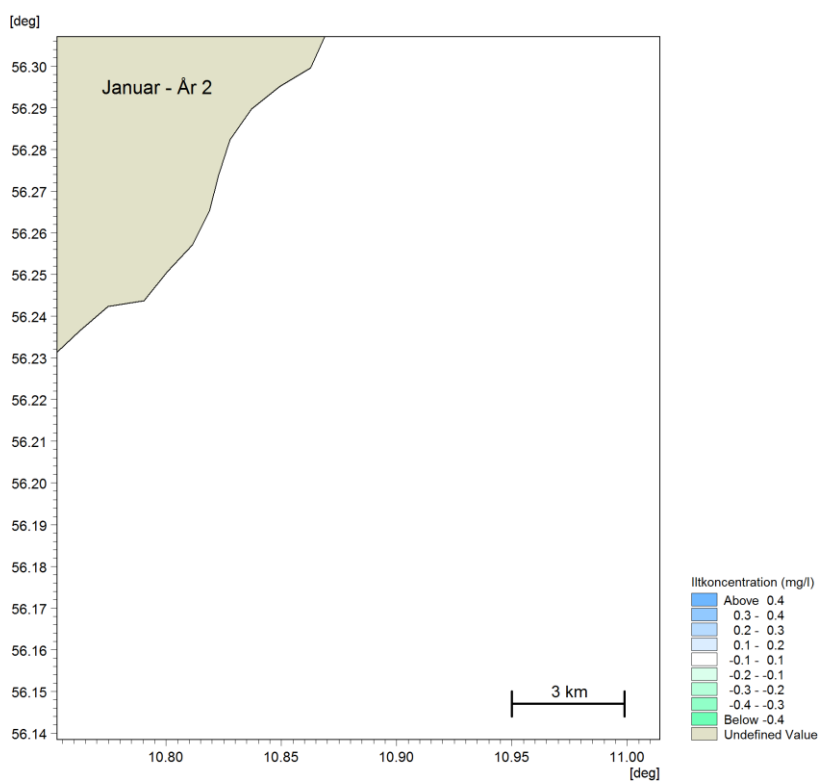
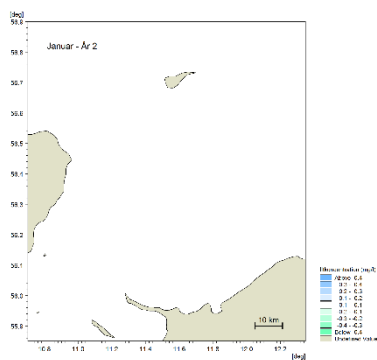


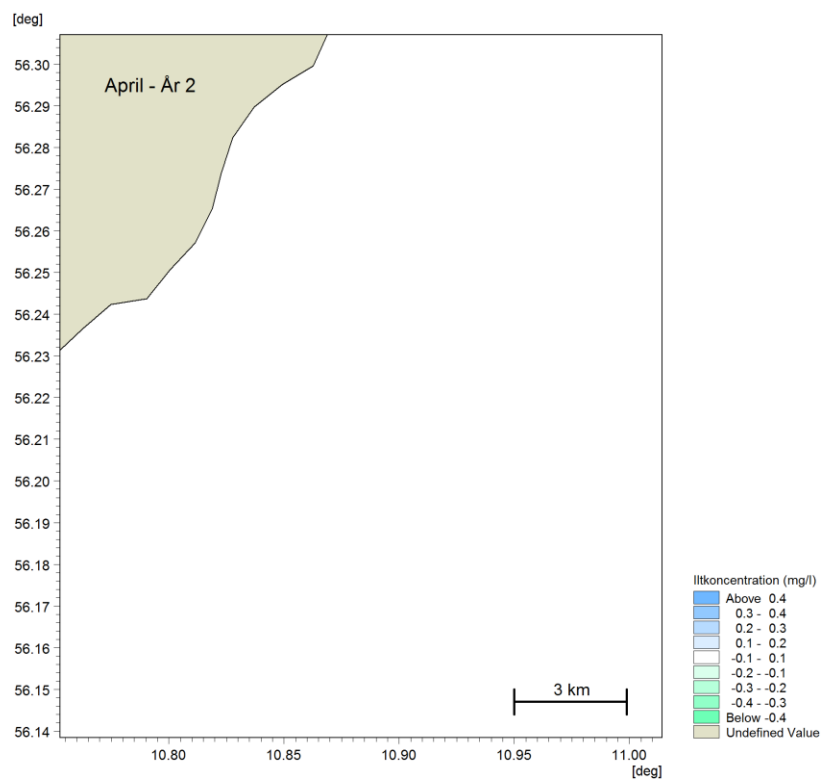
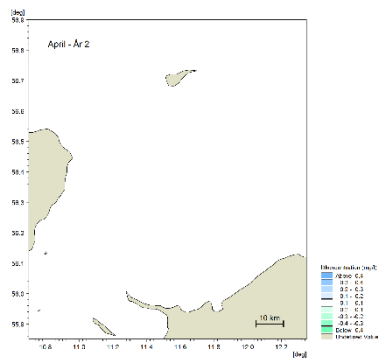
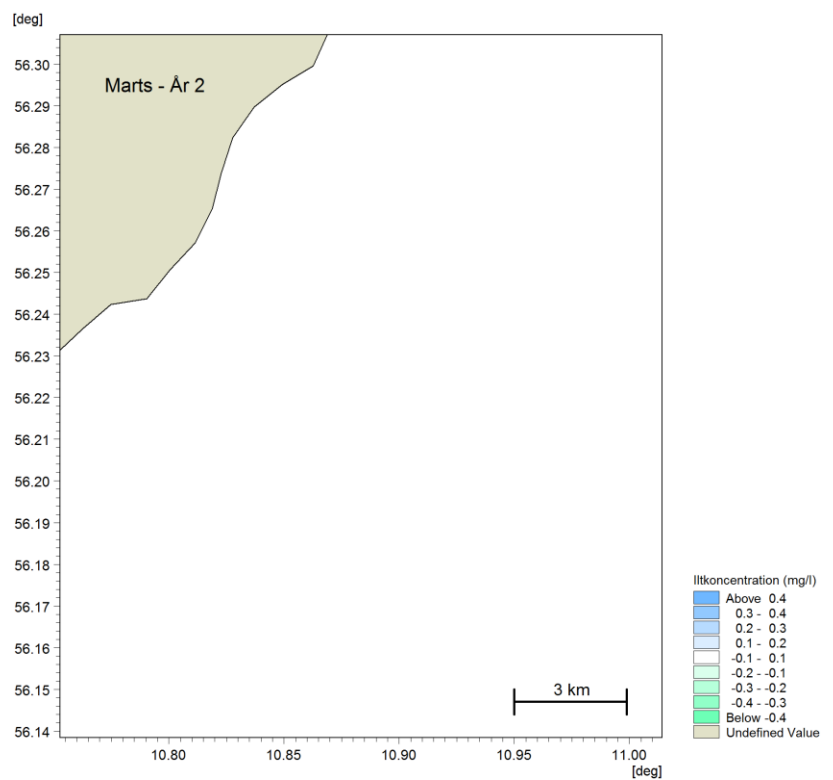
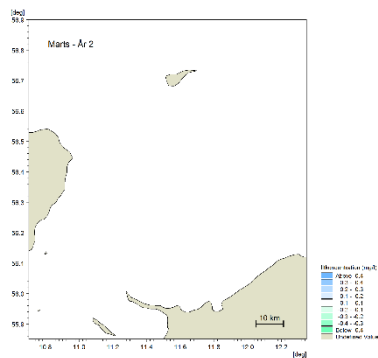








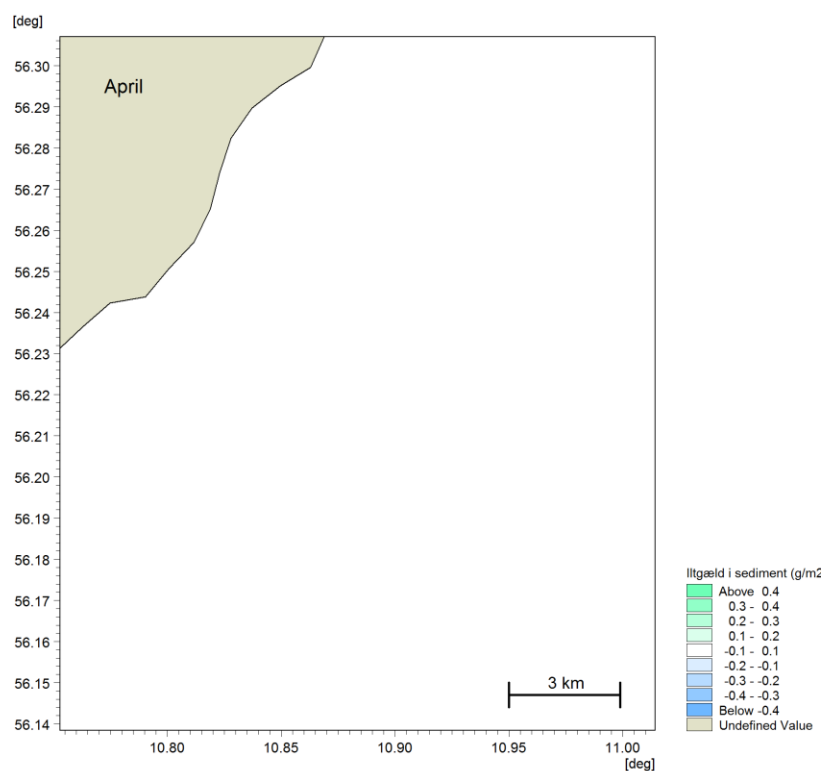
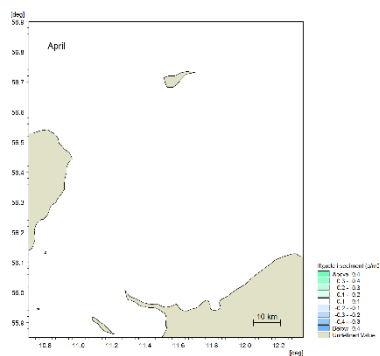
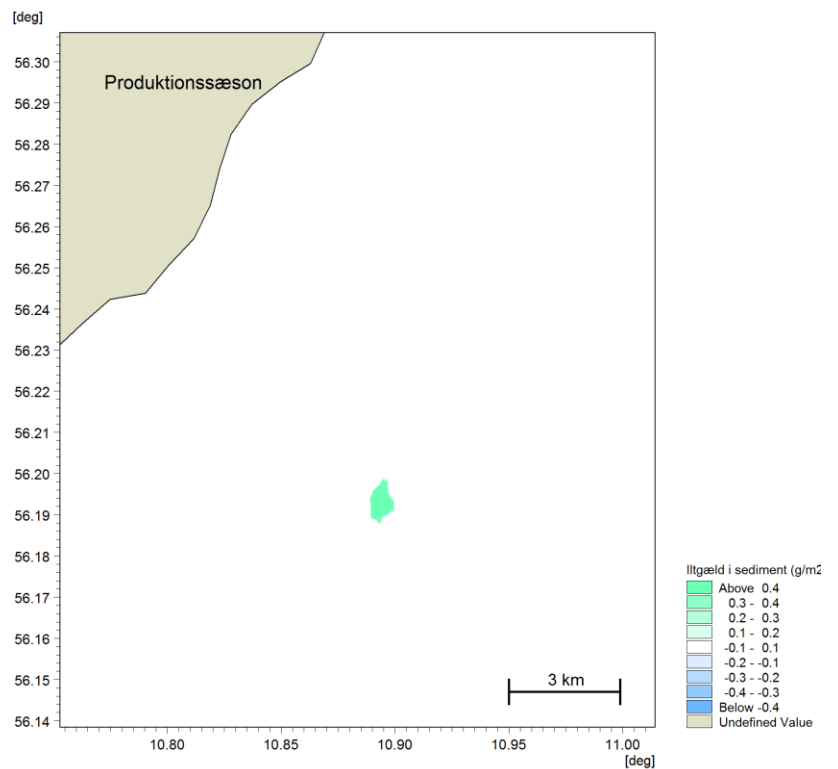
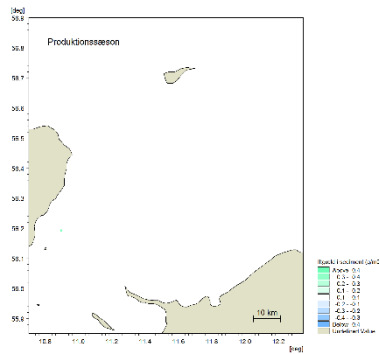


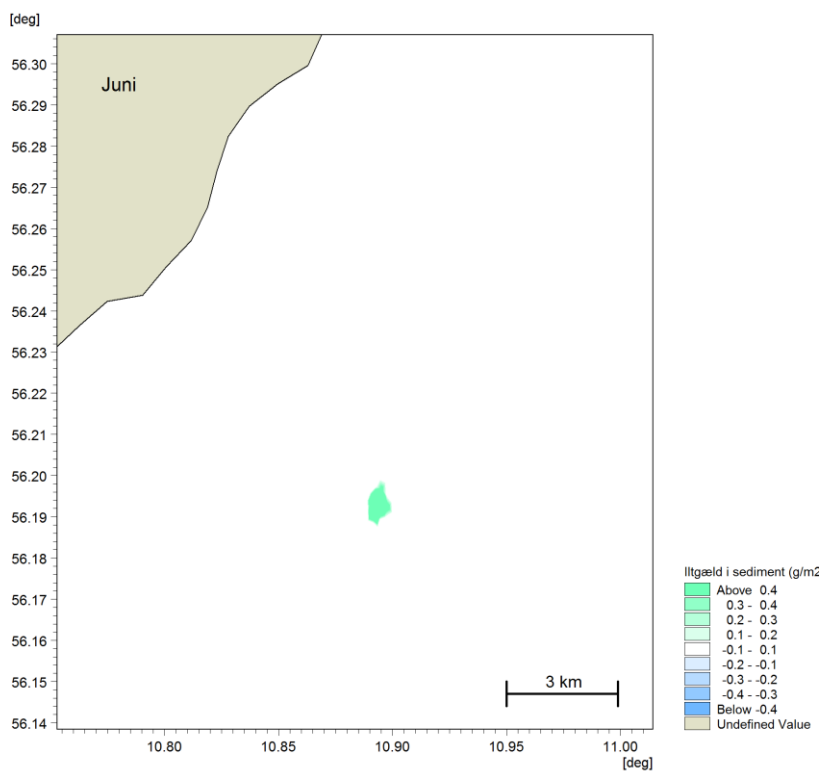


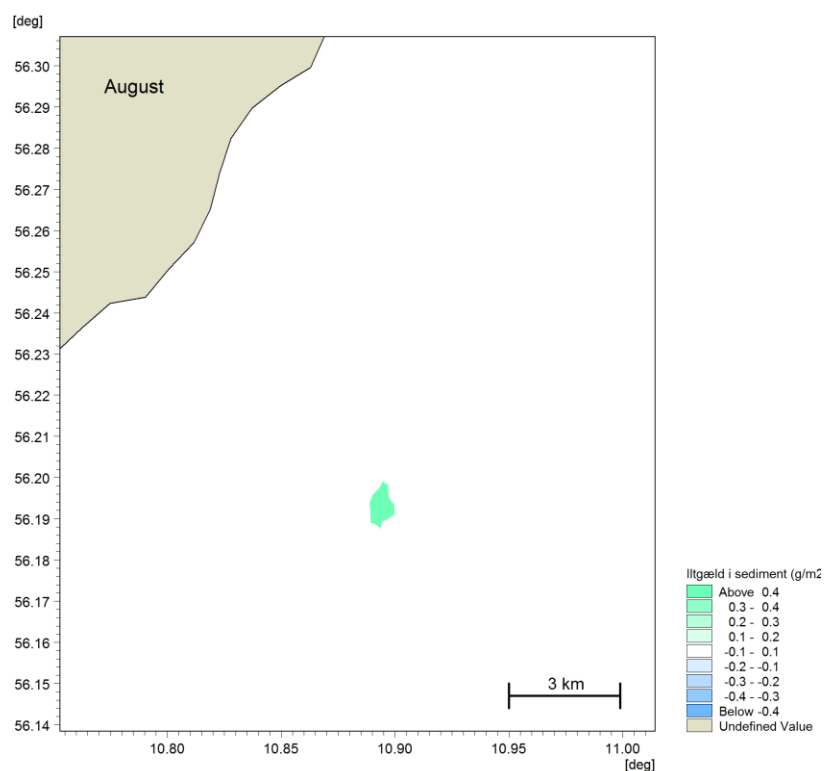
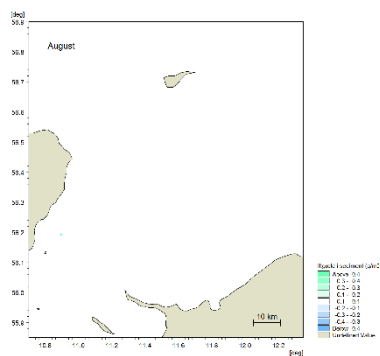
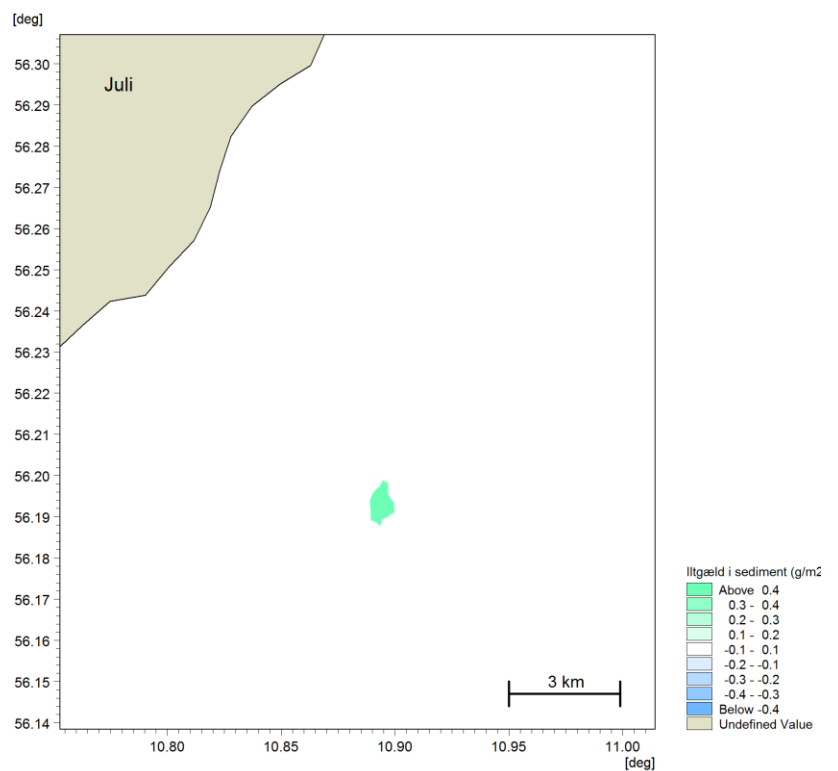
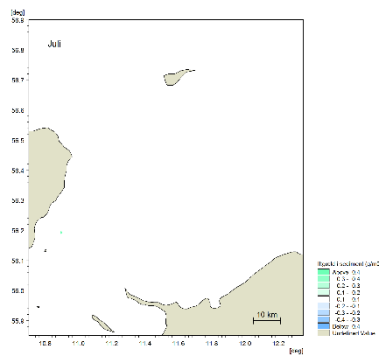
BILAG K – Månedskort for ændring i sedimentets iltgæld

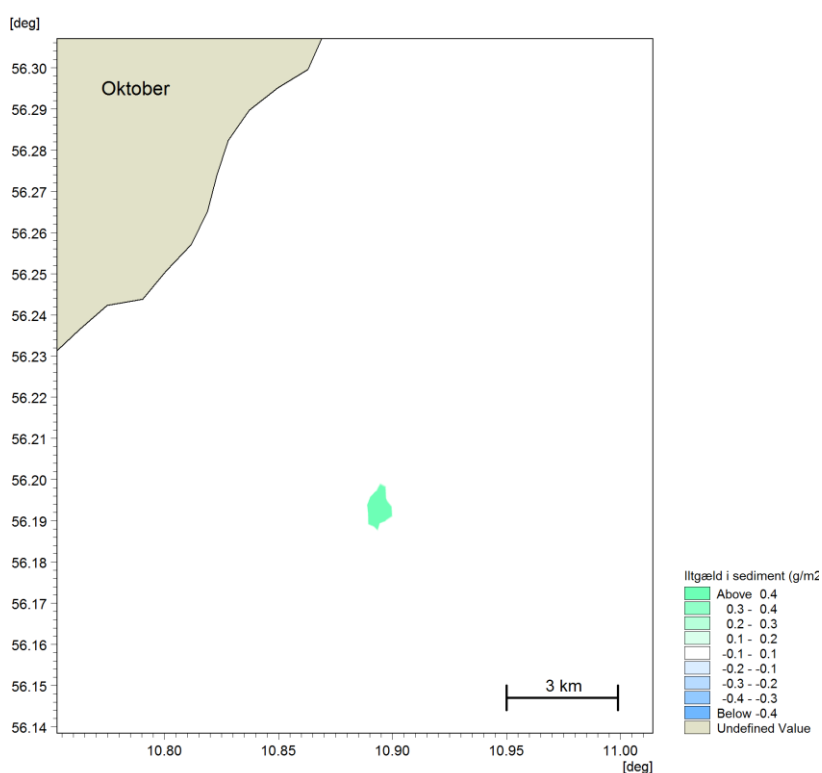
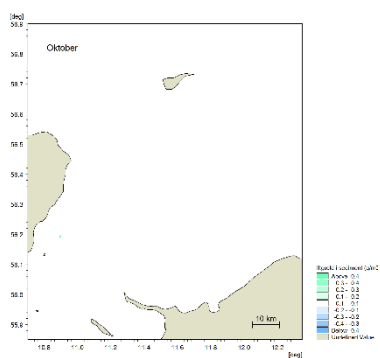
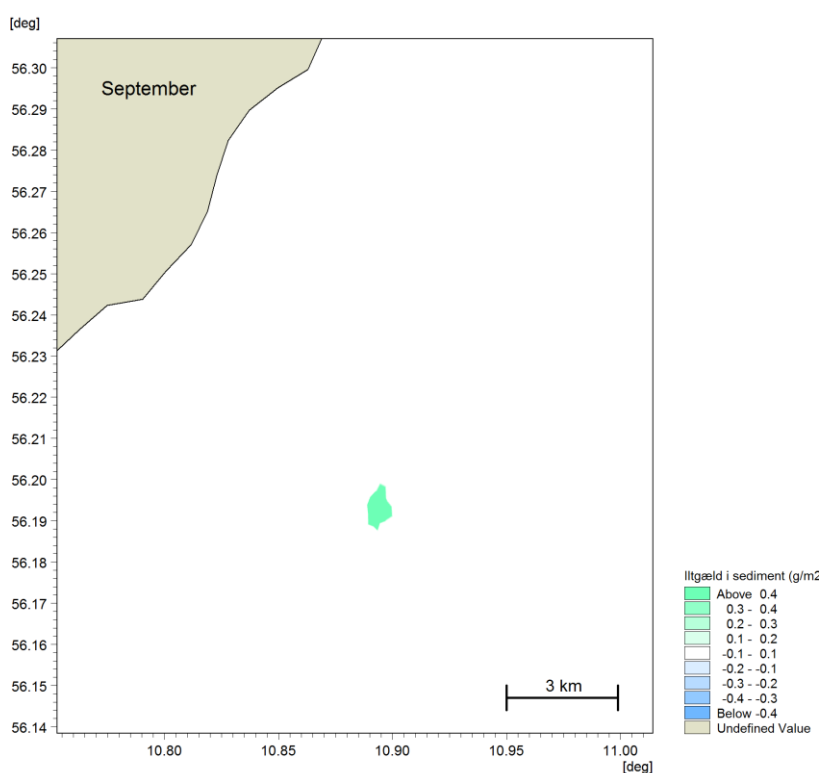
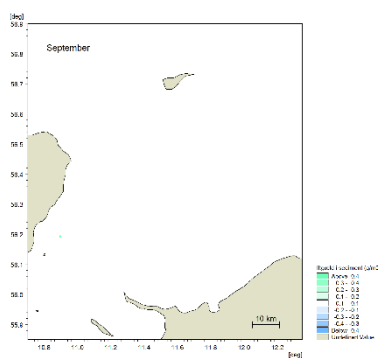
Geografisk udbredelse af ændring

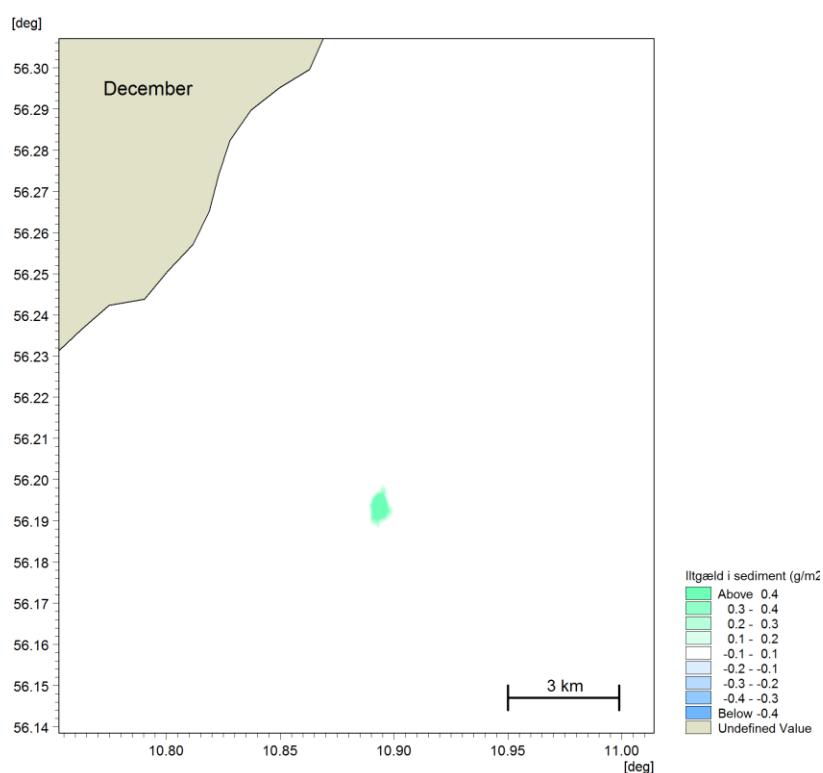
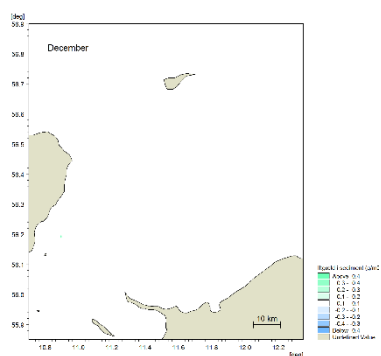
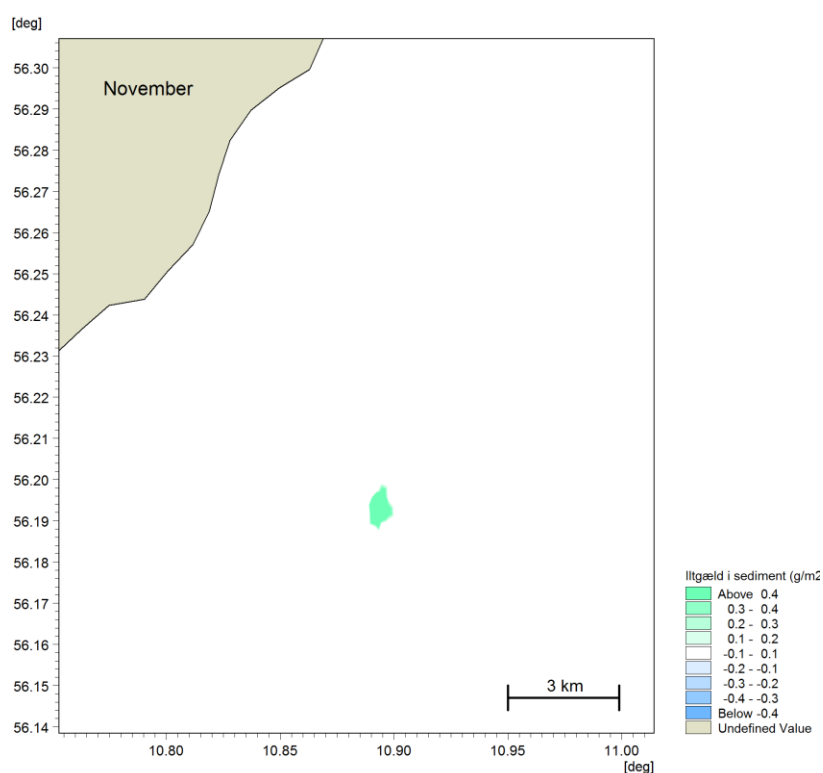
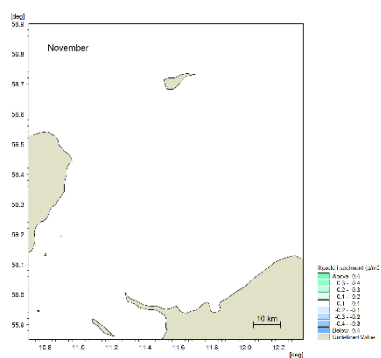
K Månedskort for ændring i sedimentets iltgæld

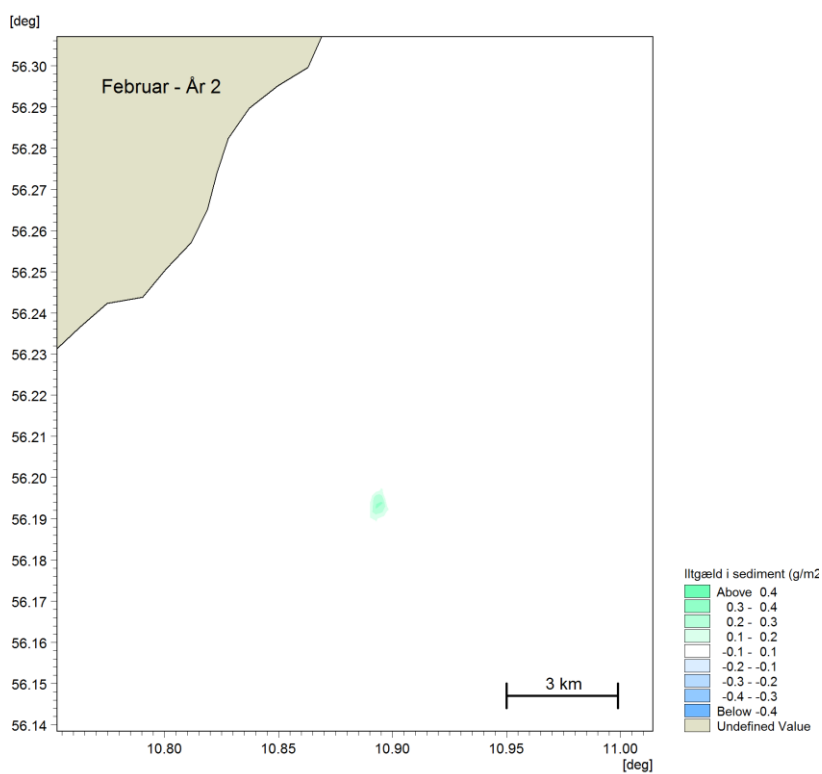
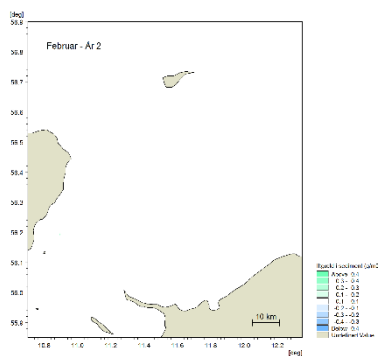
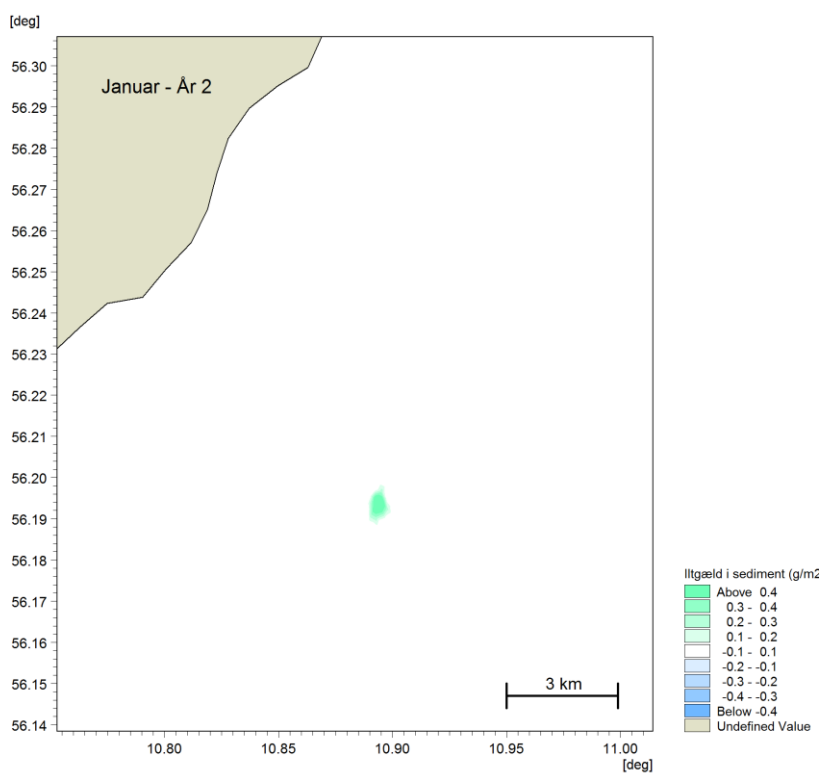
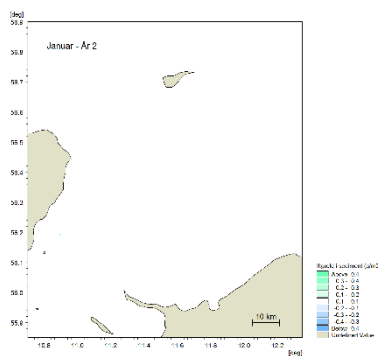


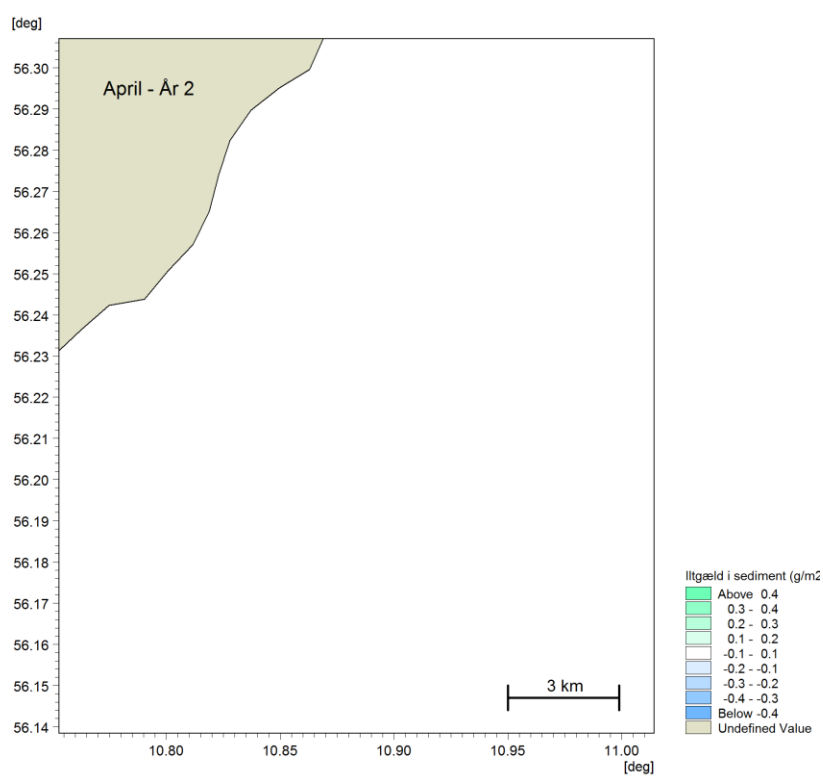
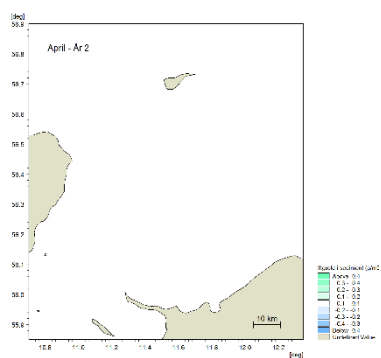
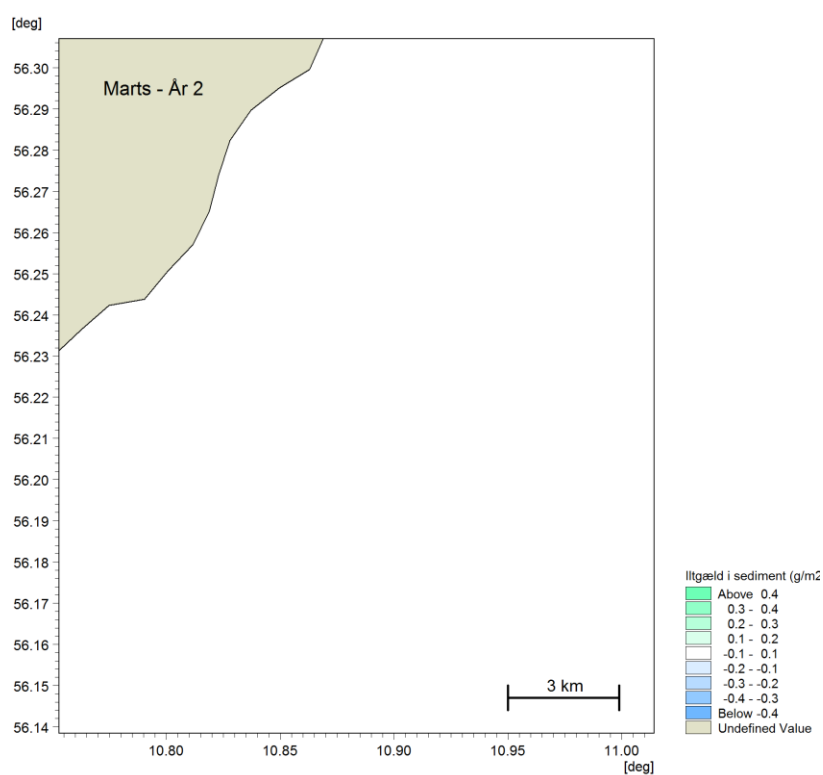
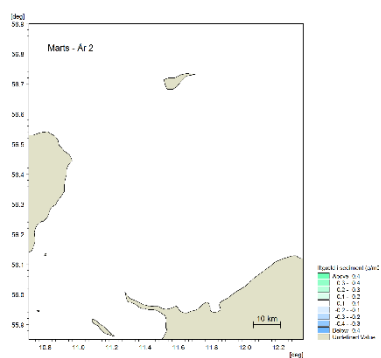














Pedersen Line II

Ansøgning om placeringstilladelse for Hjelm Havbrug

Pedersen Line II

Ansøgning om placeringstilladelse for Hjelm Havbrug

Rekvirent Anders Pedersen, Hjarnø Havbrug

Rådgiver Orbicon
Jens Juuls Vej 16
8260 Viby

Projektnummer 1321600344

Projektleder Per Dolmer

Udarbejdet Per Dolmer

Kvalitetssikring Gitte Spanggaard

Godkendt af Simon Grünfeld

Udgivet 12-09-2016

ANSØGNING OM PLACERINGSTILLADELSE FOR HJELM HAVBRUG

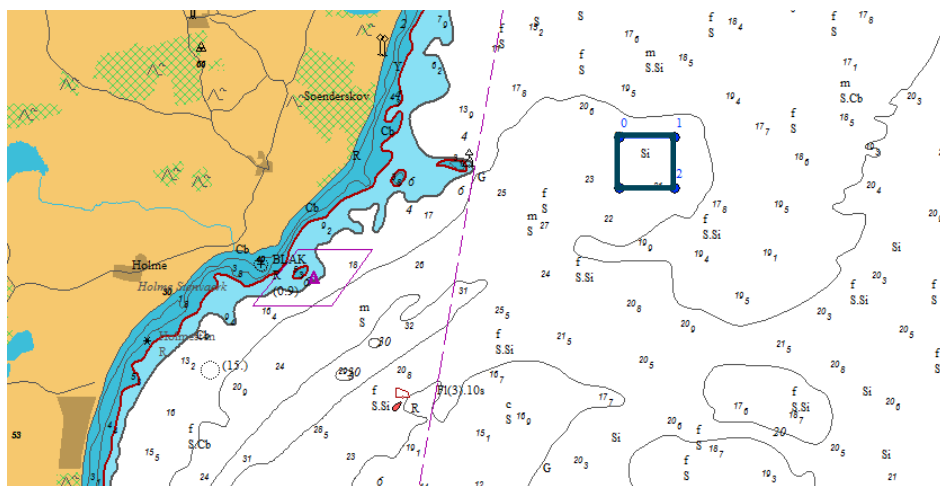
På vegne af virksomheden:

Pedersen Line II
Nørremarksvej 25
8700 Horsens
CVR nr. 37533114

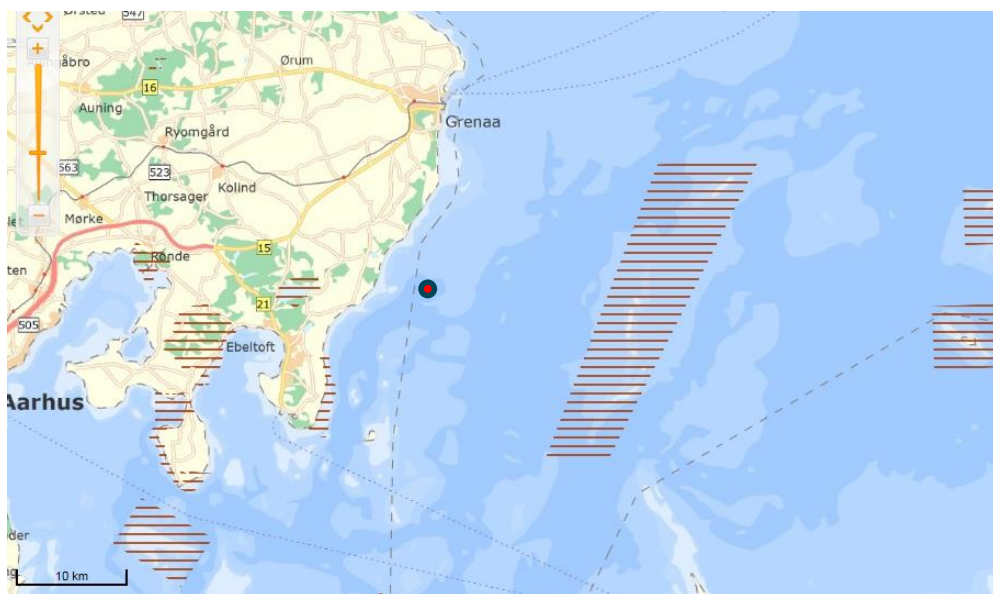
ansøges hermed om placeringstilladelse for Hjelm Havbrug. Hjørnekoordinaterne er angivet i tabel 1. Havbrugsområdet udgør 0,50 x 0,54 nm og er placeret SØ for Djursland uden for basislinjen, og dermed uden for område reguleret af vandplan. Havbrugets placering er vist på figur 1 og figur 2. Havbruget 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 eller bilag IV arter (Figur 3).

Tabel 1. Hjørnekoordinater for Hjelm Havbrug.

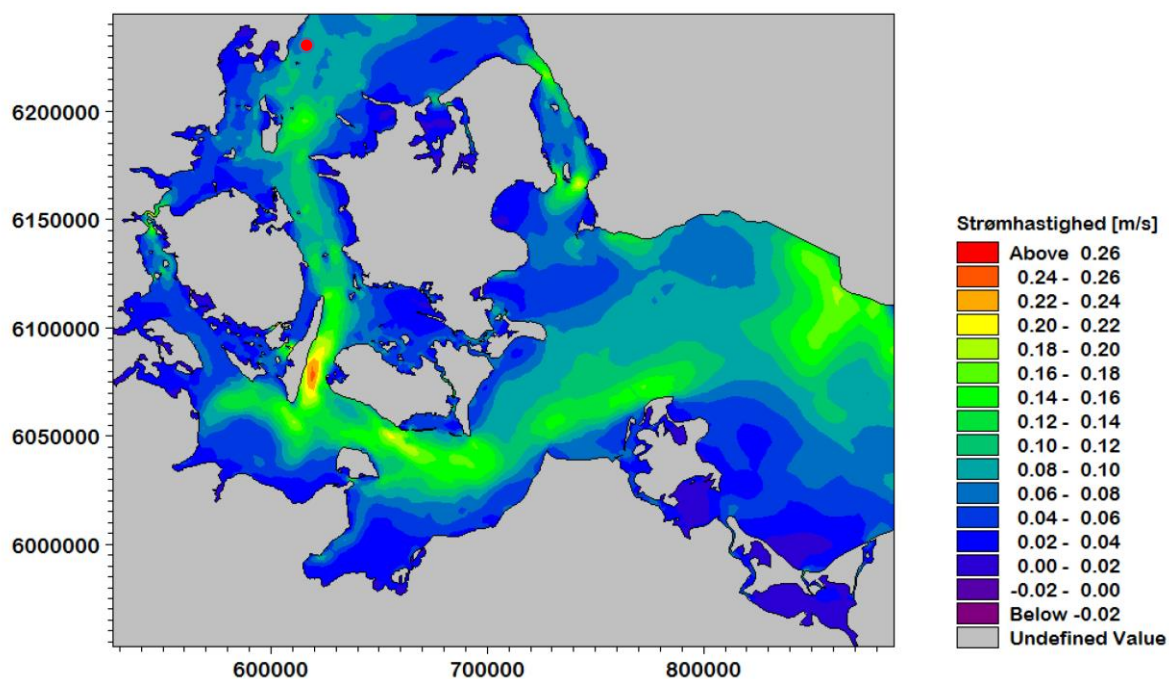
Latitude	Longitude
56 15.715N	10 53.560E
56 15.715N	10 54.540E
56 15.215N	10 54.540E
56 15.215N	10 53.560E



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



Figur 2. 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 3. Hjelm Havbrug (rød cirkel) 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.

Opbygningen af produktionen vil være faseopdelt

Udviklingen af havbruget vil være opdelt i tre faser med en stigende produktion i perioden 2017-2021 (Tabel 2). Udviklingen vil være underlagt en omfattende 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. En fuld udbygning af havbruget vil omfatte etablering af op til 9 bure med en maksimal-omkreds på 200 m. Burene vil være fortøjret med single point forankring.

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.

År	Fiskeproduktion t/år	Tab af N t/år	Tab af P t/år	Tab af kobber kg/år
2017-2018	820	33	3,6	83
2019-2020	1640	66	6,9	<165
2021-	2461	100	10,9	<250

Konsultation af fiskerierhvervet i området

Der har i september 2016 været taget kontakt til Grenaa Fiskeriforening om hensigtsmæssig placering af Hjelm Havbrug. Fiskeriforening har ikke vist interesse i at indgå i dialog om placering af havbrug, idet Foreningen er af den holdning, at havbrugsproduktionen skal bibeholdes i de indre danske farvande og ikke etableres i den sydlige del af Kattegat.

From: Jeppe Jensen
Sent: Fri, 2 Jun 2017 14:58:16 +0000
To: PDOL - Per Dolmer; Stig Prüssing (LFST)
Cc: hjarno@havbrug.dk; Karina Lagoni; britt@havbrug.dk
Subject: SV: Ansøgning om placeringstilladelse til Hjelm Havbrug

Kære Per Dolmer

Miljøstyrelsen kvitterer for orienteringen om ny placering.

Mvh Jeppe

Fra: PDOL - Per Dolmer [mailto:pdol@orbicon.dk]
Sendt: 2. juni 2017 15:55
Til: Stig Prüssing (NaturErhvervstyrelsen)
Cc: hjarno@havbrug.dk; Karina Lagoni; britt@havbrug.dk; Jeppe Jensen
Emne: SV: Ansøgning om placeringstilladelse til Hjelm Havbrug

Stig Prüssing,

På vegne af Pedersen Line II fremsendes hermed forslag til en justeret placering af Hjelm Havbrug. Formålet med den nye placering er at opnå en større afstand til Djurslands Kyst, og dermed imødekomme kritik fra diverse borgergrupper i forhold til risiko for påvirkning af turisme.

Havbruget ønskes placeret så hjørnemarkeringerne står på følgende positioner:

Latitude	Longitude
56 11.650N	10 54.071E
56 11.649N	10 53.103E
56 11.153N	10 53.105E
56 11.154N	10 54.090E

Positionerne for Hjelm Havbrug er på position G for de nye havbrug, der er modelleret af DHI, for Miljø- og Fødevareministeriet i foråret 2017 ([LINK](#)). I dette arbejde er der gennemført en screening, således at det er sikret, at en havbrugsdrift ikke er i konflikt med en række andre aktiviteter på havterritoriet. Der er derfor stor sikkerhed for, at et havbrug på denne position, ikke vil påvirke andre aktiviteter væsentligt. Tabel viser hvilke aktiviteter og andre forhold, der er indgået i screening.

Tabel 1-1 Oversigt over de indikatorer, som er indgået i screeningsanalysen.

Arealanvendelses-indikatorer	Produktions-indikatorer	Miljøeffekt-indikatorer
Søkabler Officielle skibsruter Klappladser Militærområder Forbudsområder Havvindparker Råstofindvinding Fiskeri-interesser Vandplanområder Natura 2000: fugle Natura 2000: havpattedyr Særlige naturinteresser NOVANA bundfaunastationer	Vanddybde Strømforhold Risiko for lakselus Vandtemperatur Bølgehøjde Osmotisk stress Afstand fra havn	Forskydningsspænding ved havbunden Iltsvindsrisiko

Med henvisning til Offentlighedsloven paragraf 30, bemærkes det, at danske havbrugsvirksomheder og Dansk Akvakultur, er i en forhandlingsproces i forhold til at fordele 8 havbrug i Kattegat. Det vil derfor forringe Pedersen Line II's forhandlingsgrundlag, hvis der gives aktindsigt i nærværende ansøgning. Med henvisning til begrænsninger i retten til aktindsigt om drifts eller forretningsforhold, for så vidt det er af væsentlig økonomisk betydning skal anmodning om aktindsigt ikke imødekommes.

Venlig hilsen

Per Dolmer

Leder af Marin Gruppe
Miljø og Natur Vest



Mobil: +4521347781
pdol@orbicon.dk

Orbicon A/S

Jens Juuls Vej 16, 8260 Viby J
Tlf. +45 87 38 61 66
CVR-nr. 21 26 55 43
www.orbicon.dk

[Tilmeld dig vores nyhedsbreve](#)

[Følg os på LinkedIn](#)

Fra: PDOL - Per Dolmer

Sendt: 01 November 2016 08:39

Til: 'Stig Prüssing (NaturErhvervstyrelsen)' <spr@naturerhverv.dk>

Cc: hjarno@havbrug.dk; Karina Lagoni <karina@havbrug.dk>; 'britt@havbrug.dk' <britt@havbrug.dk>; anved@mst.dk; 'Jeppe Jensen' <jeppj@mst.dk>

Emne: SV: Ansøgning om placeringstilladelse til Hjelm Havbrug

Stig Prüssing

På vegne af Pedersen Line II fremsendes hermed forslag til en justeret placering af Hjelm Havbrug.

I forhold til at opnå optimale produktionsbetingelser, skal Havbruget placeres i et område med minimum 20 meter, og ligge beskyttet mod vind og bølgepåvirkning.

Der søges således om, at placeringen ændres til en position 1.3 sm S for tidligere ansøgte position med koordinaterne:

Latitude	Longitude
56 14.461N	10 54.375E
56 14.461N	10 53.411E
56 13.958N	10 53.411E
56 13.958N	10 54.375E

Positionen er endvidere vist på nedenstående kortudsnit:

Orbicon A/S

Jens Juuls Vej 16, 8260 Viby J

Tlf. 87 38 61 66

CVR-nr. 21 26 55 43

www.orbicon.dk[Tilmeld dig vores nyhedsbreve](#)[Følg os på LinkedIn](#)

Fra: Stig Prüssing (NaturErhvervstyrelsen) [<mailto:spr@naturerhverv.dk>]**Sendt:** 28 October 2016 14:12**Til:** PDOL - Per Dolmer <pdol@orbicon.dk>**Cc:** hjarno@havbrug.dk; Karina Lagoni <karina@havbrug.dk>**Emne:** SV: Ansøgning om placeringstilladelse til Hjelm Havbrug

Sagsnr. 15-7472-000195

Hej Per

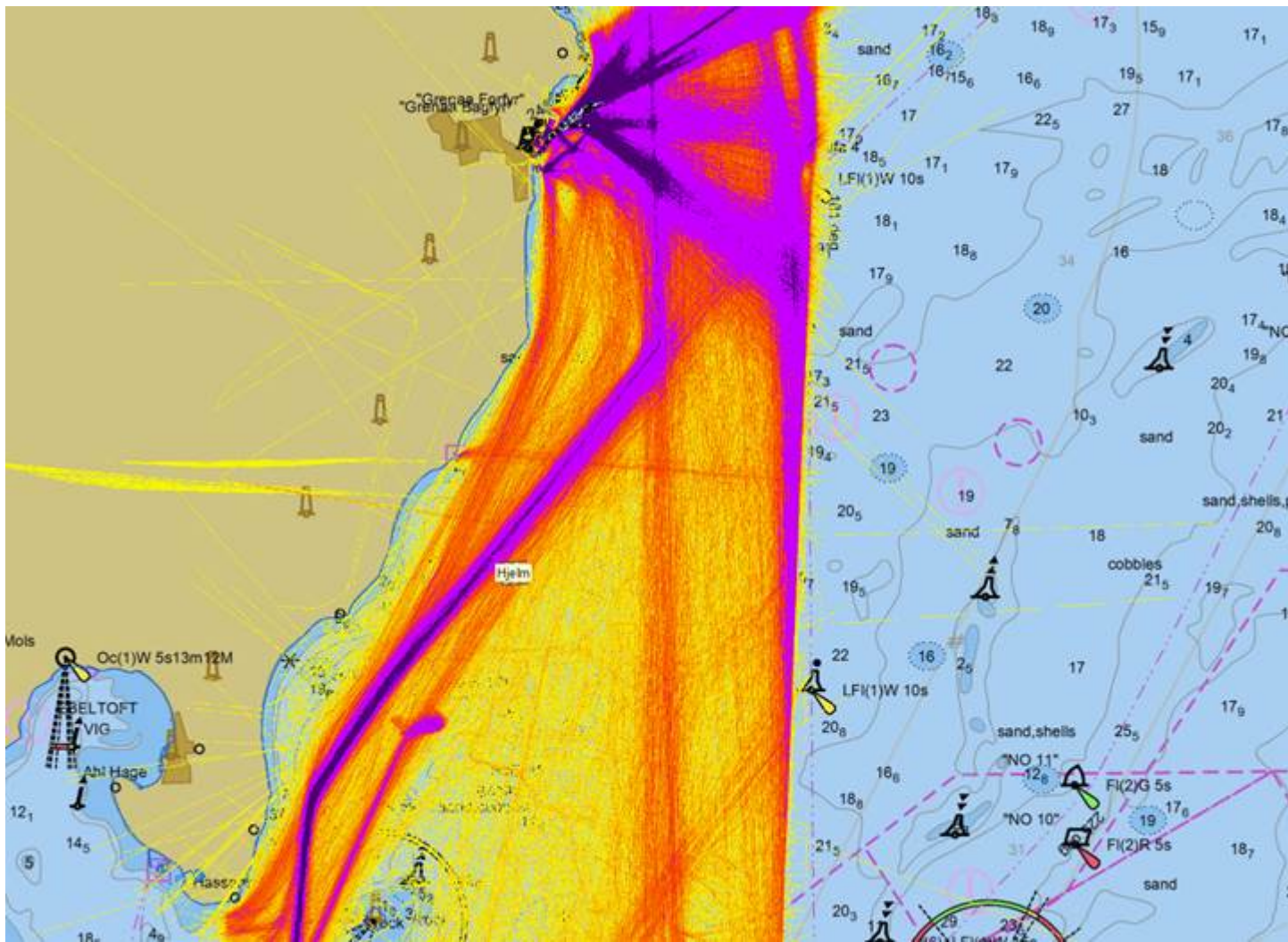
Jeg har fået høringssvar fra Søfartsstyrelsen vedrørende Hjelm Bugt-anlæggets placering:

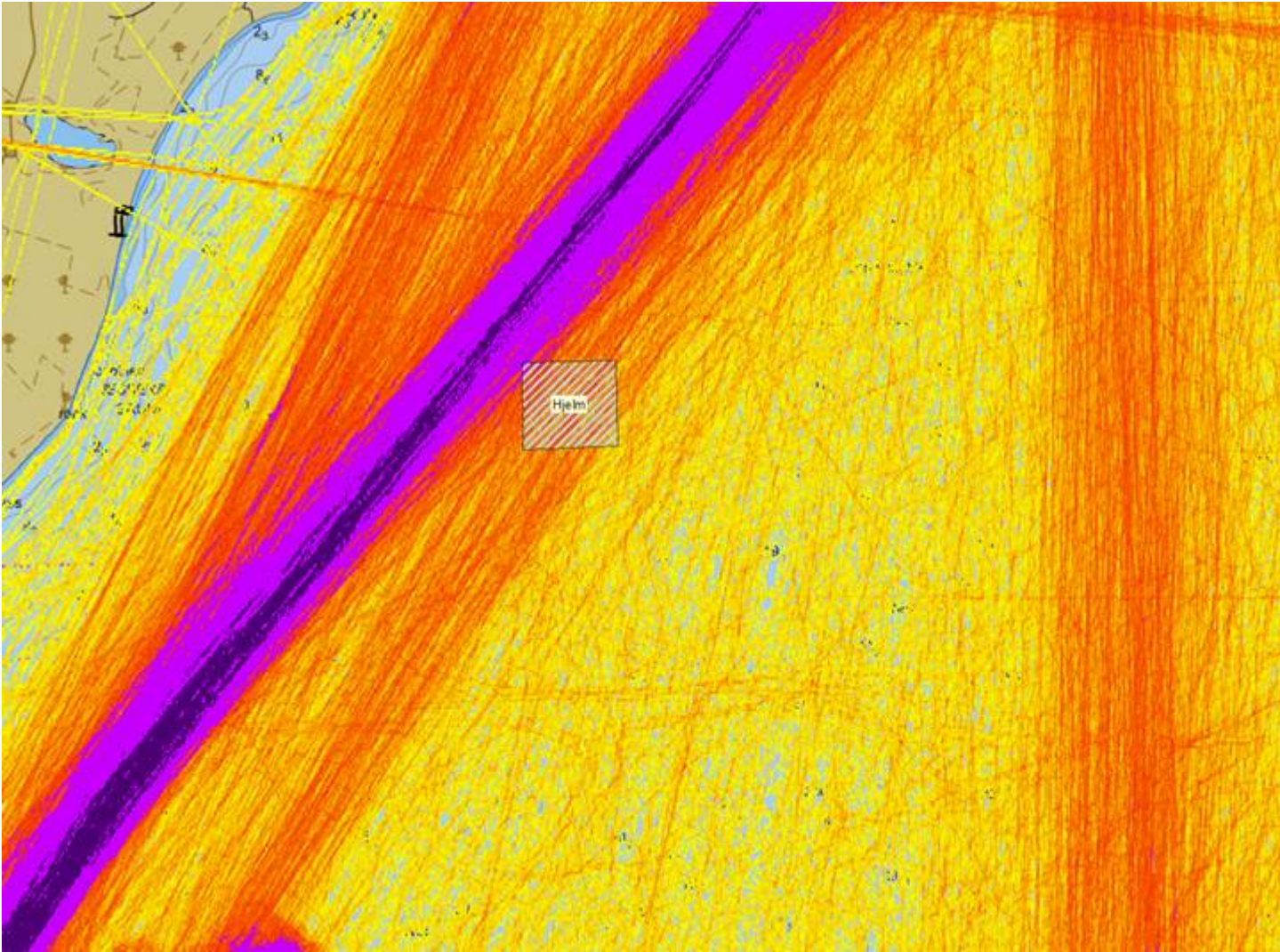
"AIS-data: Nedenstående plot viser trafikken for hele 2015.

Anlægget "Hjelm" ses også med de nye data at ligge for tæt på sejlruten. Placeringen kan ikke accepteres og jeg vil foreslå, at det flyttes mindst 0,5 sm mod øst eller sydøst.

Afmærkningen skal være med lys. Konkret forslag/ansøgning afventes."

Jeg skal hører om deres bemærkninger til placering af anlæg i forhold til sejladsen og hvilken risiko for påsejling i regner med og kan acceptere.





Venlig hilsen

Stig Prüssing

Overfiskerikontrollør | Fiskerikontrol
+45 72 18 58 73 | spr@naturerhverv.dk

Miljø- og Fødevareministeriet

NaturErhvervstyrelsen | Nyropsgade 30, 1780 København V | Tlf.+45 33 95 80 00 | mail@naturerhverv.dk | www.naturerhverv.dk

Fra: PDOL - Per Dolmer [<mailto:pdol@orbicon.dk>]

Sendt: 12. september 2016 18:44

Til: Stig Prüssing (NaturErhvervstyrelsen) <spr@naturerhverv.dk>; EU & Fiskeriregulering (NaturErhvervstyrelsen) <fiskeri@naturerhverv.dk>

Cc: hjarno@havbrug.dk; Karina Lagoni <karina@havbrug.dk>

Emne: Ansøgning om placeringstilladelse til Hjelm Havbrug

Stig Prüssing
NaturErhvervstyrelsen

Hermed fremsendes korrigeret ansøgning om placeringstilladelse for Hjelm Havbrug. Ansøgning er korrigeret i forhold til ansøgende virksomhed, og i forhold til placering. Der søges nu om placeringstilladelsen ca 3 nm N for tidligere ansøgte position. Det er formodningen at denne position i mindre omfang vil påvirke fiskeriaktiviteter. Tidligere indsendt ansøgning fra Hjarnø Havbrug af 20. oktober 2015 ønskes annulleret.

Der har 12. september 2016 være taget kontakt til Grenaa Fiskeriforening om hensigtsmæssig placering af Hjelm Havbrug. Fiskeriforening har ikke vist interesse i at indgå i dialog om placering af havbrug, idet Foreningen er af den holdning, at havbrugsproduktionen skal bibeholdes i de indre danske farvande og ikke etableres i den sydlige del af Kattegat.

Nærværende ansøgning understøtter Miljø- og Fødevarerministeriets politik om en bæredygtig havbrugsproduktion i Kattegat, og bør derfor imødekommes.

NaturErhvervstyrelsen bedes kvittere for modtagelsen af ansøgningen.

Er der spørgsmål til ansøgningen er du velkommen til at kontakte Anders Pedersen, Hjarnø Havbrug eller undertegnede.

Venlig hilsen

Per Dolmer

Leder af Marin Gruppe
Miljø og Natur Vest



Mobil: 21 34 77 81
pdol@orbicon.dk

Orbicon A/S

Jens Juuls Vej 16, 8260 Viby J
Tlf. 87 38 61 66
CVR-nr. 21 26 55 43
www.orbicon.dk

[Tilmeld dig vores nyhedsbreve](#)



[Følg os på LinkedIn](#)

Kære Jeppe

Med henvisning til Miljøstyrelsens e-mail af 9. februar 2023 skal vi hermed - på vegne af Pedersen Line II ApS - indlevere nedenstående høringsbemærkninger vedrørende udkast til afgørelse i sagen om havbruget "Blue Ocean". Høringsbemærkningerne er udarbejdet på grundlag af miljøfaglig bistand.

Miljøstyrelsen meddelte den 17. september 2021 Pedersen Line II, at Miljøstyrelsen ikke kunne træffe afgørelse om placeringstilladelse eller miljøgodkendelse på grundlag af "*modelleringer af standardhavbrug i Kattegat, der er blevet udarbejdet i forbindelse med udpegningen af havbrugszoner, da de ikke er tilstrækkeligt detaljerede, og kun er modelleret for tilladning af N til vandplanområder på over 1 ton/år*". Miljøstyrelsen angav, at "*ansøgningen om miljøgodkendelse skal derfor indeholde en specifik modellering af N-tilførslen fra havbruget til vandplanområder med oplysning om bruttotilførsel af kvælstof fra havbrugets ansøgte lokalitet til alle vandområder i kg/år*".

Pedersen Line II fik på denne baggrund - med relevant miljøteknisk bistand - udarbejdet nye beregninger, hvorefter spredning af kvælstof blev beregnet med en præcision på kg/år, ligesom Havbruget Blue Ocean blev flyttet, så det har en placering på den lokalitet, der indgår i DHI's modelleringer af standardhavbrug i Kattegat. Pedersen Line II indsendte opdateret ansøgningmateriale i december 2021.

I e-mail af 30. juni 2022 fremsendte Pedersen Line II dokumenter fra L&F's høringssvar om Vandplan III, der beskriver usikkerheder og manglende præcision for modelleringskapacitet i forbindelse med fastsættelse af reduktionskrav i vandplanen. Pedersen Line II skal i den forbindelse - og på grundlag af modtaget miljøteknisk bistand - understrege, at dokumenterne fra L&F's høringssvar også er gældende for Vandplan II, idet forvaltningsregimet for Vandplan II bygger på de samme principper og modeltyper.

Vandplan II har en afskæring på 0,1 t N i de opstillede belastningsvurderinger og reduktionskrav for de marine vandområder. Vi har fået oplyst, at det ud fra en miljøfaglig/-teknisk vinkel er uklart, på hvilken miljøfaglig baggrund Miljøstyrelsen vælger en anden tilgang ved godkendelsen af havbruget "Blue Ocean". Pedersen Line II skal i den forbindelse bemærke, at tilførslen af N fra havbruget er opgjort som brutto-tilførsler, hvorimod tilladningerne, der indgår i Vandplan II, som udgangspunkt er netto-udledninger. Pedersen Line II vil således påpege, at der er manglende transparens i forvaltningspraksis.

På denne baggrund - og ud fra en miljøfaglig tilgang - skal Pedersen Line II fastholde, at de fremsendte dokumenter fra L&F's høringssvar rejser tvivl om det miljøfaglige grundlag, som Miljøstyrelsen påtænker at give afslag på. Miljøstyrelsen bør derfor i sin afgørelse redegøre for, ved hvilken N-mængde en tilladning fra havbruget til et vandområde afskæres. Dette afskæringsniveau bør understøttes af det miljøfaglige modelarbejde, der danner grundlag for Vandplan II, herunder specielt præcisionen af de anvendte modeller.

Med venlig hilsen/Best regards

Kromann Reumert

Mikkel Vindfeldt
Advokat / Attorney

Dir. +45 38 77 42 74
Mob. +45 24 86 00 29

Partner: Kim Trenskow



From: Jeppe Jensen <jeppj@mst.dk>

Sent: 9. februar 2023 16:13

To: Mikkel Vindfeldt <mvi@kromannreumert.com>

Cc: Mette Schultz <mschu@mst.dk>

Subject: Vedr. ansøgning om miljøgodkendelse og om placeringstilladelse til havbruget "Blue Ocean" (MST Id nr.: 6836878)

Kære Mikkel Vindfeldt

Jeg kan forstå på nedenstående telefonnotat, at I ønsker at afgive yderligere bemærkninger til udkast til afgørelse i sagen om "havbruget Blue Ocean". Af hensyn til den videre sagsbehandlingen, vil Miljøstyrelsen gerne anmode om, at I indsender evt. bemærkninger senest tirsdag d. 21. februar 2023.

Hvis ikke der fremkommer nye, væsentlige oplysninger i sagen, forventer Miljøstyrelsen at træffe afgørelse på det foreliggende grundlag i uge 8 eller 9.

Du er velkommen til at kontakte mig, hvis du har spørgsmål.

Venlig hilsen

Jeppe Jensen

Specialkonsulent | Virksomheder

+45 72 54 43 16 | +45 22 46 85 18 | jeppj@mst.dk

Miljøministeriet

Miljøstyrelsen | Tolderlundsvej 5 | 5000 Odense C | Tlf. +45 72 54 40 00 | mst@mst.dk | www.mst.dk

[Sådan håndterer vi dine personoplysninger](#)

Til: Jeppe Jensen (jeppj@mst.dk), Mette Schultz (mschu@mst.dk), Yvonne Korup (yvkor@mst.dk)

Fra: Susanne Pia Mieth Andersen (suspa@mst.dk)

Titel: Telefonnotat

Sendt: 30-11-2022 13:34

Telefonnotat 30.11.2022

Jeg har dd. talt med Mikkel Vindfeldt/ Kromann Reumert ang. nedenstående mail fra 25.11.2022.

Jeg oplyste, at den fremsendte fil med L&F's høringssvar inkl. bilag drejede sig om VP2.

Da VP2 for længst er vedtaget, kan vi ikke gå ind i en diskussion af denne plan og grundlaget for denne.

Jeg oplyste endvidere, at det var uden betydning for udfaldet af den konkrete sag, om man opgjorde udledningen på kg- eller ton-niveau.

Miljøstyrelsen var derfor lidt usikre på, hvad henvendelsen egentlig drejede sig om.

Mikkel Vindfeldt ville undersøge det nærmere, og vi aftalte, at han vender tilbage - formentlig en gang i næste uge (uge 49).

Venlig hilsen

Susanne Mieth Andersen

Jurist | Virksomheder

+45 27 20 49 91 | suspa@mst.dk

Miljøministeriet

Miljøstyrelsen | Tolderlundsvej 5 | 5000 Odense C | Tlf. +45 72 54 40 00 | mst@mst.dk | www.mst.dk

[Sådan håndterer vi dine personoplysninger](#)

Til: Jeppe Jensen (jeppj@mst.dk)
Cc: Kim Trenskow (KT@kromannreumert.com), Mette Schultz (mschu@mst.dk)
Fra: Mikkel Vindfeldt (mvi@kromannreumert.com)
Titel: RE: Afslag på ansøgning om miljøgodkendelse og om placeringstilladelse [KR-1067344]
E-mailtitel: RE: Afslag på ansøgning om miljøgodkendelse og om placeringstilladelse (MST Id nr.: 6063631)
Sendt: [KR-1067344]
Sendt: 25-11-2022 13:28

Kære Jeppe

På vegne af Pedersen Line II ApS retter vi henvendelse til Miljøstyrelsen i ovennævnte sag om Havbruget Blue Ocean:

Pedersen Line II anmoder om, at høringsfristen i sagen udsættes, indtil Miljøstyrelsen har haft mulighed for at vurdere det materiale, som Pedersen Line II har fremsendt den 30. juni 2022. Materialet er vedhæftet til denne e-mail.

Miljøstyrelsen meddelte den 17. september 2021 Pedersen Line II, at Miljøstyrelsen ikke kunne træffe afgørelse om placeringstilladelse eller miljøgodkendelse på grundlag af "*modelleringer af standardhavbrug i Kattegat, der er blevet udarbejdet i forbindelse med udpegningen af havbrugszoner, da de ikke er tilstrækkeligt detaljerede, og kun er modelleret for tilledning af N til vandplanområder på over 1 ton/år*". Miljøstyrelsen angav, at "[a]nsøgningen om miljøgodkendelse skal derfor indeholde en specifik modellering af N-tilførslen fra havbruget til vandplanområder med oplysning om bruttotilførsel af kvælstof fra havbrugets ansøgte lokalitet til alle vandområder i kg/år".

Pedersen Line II fik på denne baggrund - med relevant miljøteknisk bistand - udarbejdet nye beregninger, hvorefter spredning af kvælstof blev beregnet med en præcision på kg/år, ligesom Havbruget Blue Ocean blev flyttet, så det har en placering på den lokalitet, der indgår i DHI's modelleringer af standardhavbrug i Kattegat. Pedersen Line II indsendte opdateret ansøgningsmateriale i december 2021.

I e-mail af 30. juni 2022 redegjorde Pedersen Line II for, at de kommende Vandområdeplaner 2021-2027 (Vandplan III) er af afgørende betydning for en miljøgodkendelse og placeringstilladelse af Havbruget Blue Ocean. Desuden fremsendtes dokumenter fra L&F's høringssvar om Vandplan III, der beskriver usikkerheder og manglende præcision for modelleringskapacitet i forbindelse med fastsættelse af reduktionskrav i vandplan. Pedersen Line II's redegørelse var udarbejdet med miljøteknisk bistand.

I forbindelse med vores aktindsigtsanmodninger af 20. oktober 2022 og 14. november 2022 har Miljøstyrelsen oplyst, at der ikke er udarbejdet dokumenter eller lignende vedrørende de af Pedersen Line II fremsendte dokumenter (L&F's høringssvar inkl. bilag).

Miljøstyrelsen har således stillet krav om, at tilførslen af kvælstof til det enkelte vandområde fra Havbruget Blue Ocean skal dokumenteres ved angivelse af kg/år pr. vandområde. Pedersen Line II har med de fremsendte dokumenter og bemærkninger - ud fra en miljøteknisk/-faglig vinkel - redegjort for, at vandplanerne har en relativt lav præcision, og at en regulering af tilførsel af kvælstof fra et nyt havbrug med en præcision på kg/år pr. vandområde ikke er proportional.

Pedersen Line II skal derfor anmode om, at Miljøstyrelsen vurderer det materiale, der er indsendt den 30. juni 2022, i forhold til, om præcisionen af Vandplan III er tilstrækkelig høj til at operere med kg/år pr. vandområde for kvælstofudledning. Pedersen Line II anser en sådan nærmere vurdering for essentiel i forhold til at sikre en fuldstændig belysning af sagen, ligesom Pedersen Line II ønsker at kunne gennemgå, vurdere og eventuelt kommentere på Miljøstyrelsens vurdering herom, inden der træffes endelig afgørelse i sagen. Herved sikres, at sagen belyses fuldt ud. Når Pedersen Line har modtaget Miljøstyrelsens vurdering heraf, vil Pedersen Line II udarbejde sine endelige bemærkninger til afgørelsesudkastene.

Måtte Miljøstyrelsen have spørgsmål eller bemærkninger til ovenstående, står vi naturligvis til rådighed.

Med ønsket om en god dag.

Med venlig hilsen/Best regards

Kromann Reumert

Mikkel Vindfeldt
Advokat / Attorney

Dir. +45 38 77 42 74
Mob. +45 24 86 00 29

Partner: Kim Trenskow



From: Mikkel Vindfeldt
Sent: 20. oktober 2022 16:05
To: Jeppe Jensen <jeppj@mst.dk>
Cc: Kim Trenskow <KT@kromannreumert.com>; Mette Schultz <mschu@mst.dk>
Subject: RE: Afslag på ansøgning om miljøgodkendelse og om placeringstilladelse (MST Id nr.: 6063631) [KR-1067344]

Kære Jeppe

På vegne af Pedersen Line II ApS retter vi henvendelse til Miljøstyrelsen i ovennævnte sag om Havbruget Blue Ocean:

Pedersen Line II ApS anmodede ved e-mail af 30. juni 2022 om udsættelse af frist for afgivelse af høringssvar i ovennævnte sag med henvisning til en ikke-afsluttet høringsproces for vandområdeplan 2021-2027. Ved e-mail af 12. oktober 2022 meddelte Miljøstyrelsen en ny høringsfrist til den 25. oktober 2022.

På denne baggrund skal vi på vegne af Pedersen Line II ApS fremsætte følgende anmodninger:

1. Pedersen Line II anmoder om, at frist for indsendelse af høringssvar udsættes til den 25. november 2022. Anmodningen beror på, at høringsperioden har været sammenfaldende med efterårsferien, hvor adgangen til relevant faglig/teknisk bistand er reduceret. Derudover vil en forlængelse også bidrage til at sikre et fuldt oplyst grundlag for sagen, da Pedersen Line II ApS herved får adgang til at inddrage relevant materiale i sit høringssvar, herunder høringssvaret fra L&F i forbindelse med vandområdeplan 2021-2027. Der er endvidere ikke modstående interesser eller modparter, der taler imod en sådan forlængelse.
2. Pedersen Line II ApS fremsendte i sin e-mail af 30. juni 2022 skriftligt materiale (høringssvar fra L&F inkl. bilag) til Miljøstyrelsen. Pedersen Line II ApS anmoder hermed om aktindsigt i dokumenter (telefonnotater, mødereferater, notater mv.), der er udarbejdet i forbindelse med det fremsendte materiale.

Såfremt Miljøstyrelsen måtte have spørgsmål eller bemærkninger til ovennævnte anmodninger, står vi naturligvis til rådighed.

Med ønsket om en god dag.

Med venlig hilsen/Best regards

Kromann Reumert

Mikkel Vindfeldt
Advokat / Attorney

Dir. +45 38 77 42 74
Mob. +45 24 86 00 29

Partner: Kim Trenskow



Fra: Jeppe Jensen <jeppj@mst.dk>

Sendt: 12. oktober 2022 15:11

Til: Britt Pedersen <pedersenline@pedersenline.dk>

Cc: Mette Schultz <mschu@mst.dk>

Emne: Sv: Afslag på ansøgning om miljøgodkendelse og om placeringstilladelse (MST Id nr.: 6063631)

Kære Britt Pedersen

Vedr. ansøgning om placeringstilladelse og miljøgodkendelse til havbruget blue ocean i Kattegat.

I anmoder i nedenstående mail om mulighed for at uddybe jeres høringssvar. Miljøstyrelsen er af forskellige årsager forsinket med den endelige afgørelse, og I kan derfor sende supplerende høringssvar til os, dog ikke senere end d. 25. oktober 2022.

Hvis I har spørgsmål til indholdet af denne mail, er I velkommen til at kontakte mig.

Venlig hilsen

Jeppe Jensen

Specialkonsulent | Virksomheder

+45 72 54 43 16 | +45 22 46 85 18 | jeppj@mst.dk

Miljø- og Fødevareministeriet

Miljøstyrelsen | Tolderlundsvej 5 | 5000 Odense C | Tlf. +45 72 54 40 00 | mst@mst.dk | www.mst.dk

[Sådan håndterer vi dine personoplysninger](#)

Til: Jeppe Jensen (jeppj@mst.dk)

Fra: Britt Pedersen (pedersenline@pedersenline.dk)

Titel: VS: Afslag på ansøgning om miljøgodkendelse og om placeringstilladelse

E-mailtitel: VS: Afslag på ansøgning om miljøgodkendelse (MST Id nr.: 5270293) og om placeringstilladelse (MST Id nr.: 5092188)

Sendt: 30-06-2022 16:49

Miljøstyrelsen

Mette Schultz

Jeppe Jensen

Med henvisning til to emails fra Miljøstyrelsen den 30. maj 2022 vedr. partshøring for udkast til afslag på ansøgning om miljøgodkendelse (MST Id nr.: 5270293) og placeringstilladelse (MST Id nr.: 5092188) til Havbruget Blue Ocean, har Pedersen Line II ApS anmodet om udsættelse af tidsfrist for afgivelse af svar med henvisning til en ikke afsluttet høringsproces for vandområdeplan 2021-2027. Miljøstyrelsen har forlænget tidsfrist til 1. juli 2021, og dermed ikke imødekommet anmodningen fra Pedersen Line II.

Miljøstyrelsen har i svar på anmodning om fristudsættelse fastsat en frist til 1. juli 2022 med begrundelsen om, *at Miljøstyrelsen bemærker, at udkast til afgørelser tager udgangspunkt i de gældende vandområdeplaner (2015-2021). De kommende vandområdeplaner for 2021-2027 anvendes til at vurdere nyeste viden om vandområdernes tilstand, og Miljøstyrelsen forventer ikke, at høringen medfører væsentlige ændringer på det område. Derudover inddrages de kommende vandområdeplaner for 2021-2027 til at vurdere, om resultatet for ansøgningerne ville have været det samme, hvis afslaget tog udgangspunkt i dem alene.*

Pedersen Line II bemærker, at vandplansarbejdet for vandområdeplan 2021-2027 med viden om tilstanden af de enkelte tilstandsparametre, samt indsatsbehov i vandplanerne 2021-2027 indgår i Miljøstyrelsens vurderingen af det ansøgte projekts forenelighed med indsatsbekendtgørelsens § 8, og vandplansarbejdet, og vandplan 2021-2027 indgår dermed som grundlag for afslaget af ansøgning om miljøgodkendelse og placeringstilladelse til Havbruget Blue Ocean.

Pedersen Line II bemærker, at høringen af Vandområdeplan 2021-2027 er afsluttet, og at der er høringssvar der underkender dele af Vandplansarbejdet og dermed vandområdeplan 2021-2027. Landbrug og Fødevarer har således indgivet høringssvar, der både fremhæver fejl og stor usikkerhed i de anvendte modeller, samt en fejlbehæftet anvendelse af tilstandsparametre mv. Disse forhold angives af L&F at medføre en usikker og fejlbehæftet beregning af indsatsbehov i de enkelte vandområder. Høringssvar fra L&F og relevante bilag fra SEGES og DTU er vedlagt.

Pedersen Line II har ikke haft mulighed for at vurdere det samlede hørings materiale i forhold til ansøgningen om Havbruget Blue Ocean, og afslag på denne, men ser umiddelbart 2 muligheder for en videre proces.

1. Miljøstyrelsen inddrager høringssvar fra L&F og evt andre relevante høringssvar i vurderingen af, om der kan gives miljøgodkendelse- og placeringstilladelse til Havbruget Blue Ocean. Et afslag uden inddragelse af høringssvar kan betragtes som et brud på officialprincippet, i forhold til at der træffes en beslutning på et ikke fuldt oplyst grundlag.
2. Miljøstyrelsen forlænger deadline for, at Pedersen Line II kan give svar på udkast til afslag, til 1. oktober 2022. Denne frist vil give Pedersen Line II mulighed for at give et høringssvar, hvor relevante høringssvar til vandområdeplan 2021-2027 inddrages, herunder høringssvar fra L&F.

Med venlig hilsen/Best regards

Britt Pedersen

Pedersenline Aps

Tel: 53647376

This is an email from the law firm of Kromann Reumert.

CVR NO: 62606711. Registration address Sundkrogsgade 5, DK-2100 Copenhagen Ø

This email may contain confidential information and/or privileged legal advice. This email is intended for the addressee(s) stated above only. If you received this email by mistake, please return it to Kromann Reumert without producing, distributing or retaining copies hereof.

If Kromann Reumert processes personal data relating to physical persons, such processing will meet the requirements of applicable data protection legislation. In Kromann Reumert's Privacy Policy, we provide you with information on how we collect, store, erase, etc. personal data and how physical persons may exercise their rights as data subjects. Click [here](#) to view our Privacy Policy.