

Kystvandråd - Thisted Bredning

Presfaktor notat

Notat
Projektnummer 11833711

Dato: 6. februar 2026

Udarbejdet for Thisted Kommune

Kystvandråd - Thisted Bredning

Presfaktor notat

Notat

Projektnummer 11833711

Udarbejdet for: Thisted Kommune
Repræsenteret ved: Rune Gade Therkildsen

Kontaktperson: Anders Chr. Erichsen, aer@dhigroup.com
Projektleder: Trine Larsen
Kvalitetsansvarlig: Anders Chr. Erichsen
Udarbejdet af: Trine Cecilie Larsen
Projektnr.: 11833711
Godkendt af: Verena Schrameyer
Godkendelsesdato: 28. november 2025
Revision: Final 1.0
Klassifikation: **Åben:** Dette dokument kan frit deles med personer inden- og udenfor DHI-koncernen.
Filnavn: Presfaktor_notat_Thisted_v3.docx

Indholdsfortegnelse

1	Miljøtilstand: Status og mål.....	5
2	Næringsstoffer	6
2.1	Biogeokemisk (økosystem) model	6
2.1.1	Modelkompleks og modellering	6
2.2	Massebudget	7
2.2.1	Intern tilførsel versus ekstern tilførsel	9
2.3	Diffuse bidrag og punktkildebidrag til næringsstofftilførsler	12
2.4	Sammenhæng mellem næringsstofftilførsler og miljøtilstand	14
2.4.1	Sommerklorofyl	14
2.4.2	Lys	16
2.4.3	Iltsvind	18
2.5	Fosforfølsomhed: Kvælstof og fosfor "vekselkurs"	19
2.6	Andre landes betydning for målbelastningen	20
3	Andre presfaktorer end næringsstoffer	22
3.1	Muslingeskrab, graveaktivitet og klapning	22
3.2	Manglende (hårdt) substrat	22
4	Referencer	24

Figurer

Figur 2-1	Skematisk præsentation af de pelagiske og bentiske processor i den biogeokemiske model. Det bemærkes, at diagrammet er stærkt simplificeret ift. modellens faktiske kompleksitet.	7
Figur 2-3	Massebudget for kvælstof i Thisted Bredning.....	8
Figur 2-4	Massebudget for fosfor i Thisted Bredning	9
Figur 2-5	Gennemsnitlige kvælstoftilførsler fra lokaloplandet til Thisted Bredning	10
Figur 2-6	Gennemsnitlige fosfortilførsler fra lokaloplandet til Thisted Bredning	10
Figur 2-7	Gennemsnitlig fluks af uorganisk kvælstof mellem sediment og vandfase i Thisted Bredning	11
Figur 2-8	Gennemsnitlig fluks af uorganisk fosfor mellem sediment og vandfase i Thisted Bredning	12
Figur 2-9	Kildeopsplitning af kvælstoftilførsler til Thisted Bredning (gennemsnit for perioden 2012-2016)	13
Figur 2-10	Kildeopsplitning af fosfortilførsler til Thisted Bredning (gennemsnit for perioden 2012-2016)	13
Figur 2-11	Dosis-respons på sommer klorofyl-a ved ændringer i næringsstofftilførsler	15
Figur 2-12	Dosis-respons på sommer lys ved ændringer i næringsstofftilførsler	17
Figur 2-13	Iltsvindspåvirket areal.....	19
Figur 2-14	Sammenhæng mellem kvælstofmålbelastning og fosforreduktioner til vandområde 236, Thisted Bredning	20
Figur 2-15	Betydning af andre landes næringsstoffreduktioner for målbelastningen i 236, Thisted Bredning	21

Tabeller

Tabel 1-1	Status-, miljømåls- og referenceværdi for vandområde 236, Thisted Bredning.....	5
-----------	---	---

1 Miljøtilstand: Status og mål

Danske kystvande er underlagt Vandrammedirektivets krav om opnåelse af "god økologisk tilstand" (GØT) og skal tilstandsvurderes i forhold til de biologiske kvalitetselementer og kriterier fastsat i Vandrammedirektivet. Miljøtilstanden for danske kystvande vurderes ud fra indikatorerne "Sommer-klorofyl", "Ålegræssets dybdegrænse" og "Sammensætning af bunddyr (Danmarks kvalitetsindeks, DKI)". For hver af disse indikatorer findes referenceværdier, som repræsenterer en næsten upåvirket tilstand, miljømål, som fastlægges af grænsen mellem god og moderat tilstand, samt indikatorens nuværende værdi (statusværdi). I Tabel 1-1 ses referenceværdi, miljømål og statusværdi for indikatorerne i vandområde 236, Thisted Bredning.

Til vurdering af, hvordan man kommer fra den nuværende tilstand til GØT, er der for indikatorerne "Sommer-klorofyl" og "Ålegræssets dybdegrænse" (udtrykt ved lys ved bunden) beregnet en nødvendig næringsstoffreduktion. Man kan sige, at indikatorernes afstand fra den nuværende tilstand til miljømålet er blevet omsat til et næringsstoffreduktionsbehov og en dertilhørende målbelastning, som angiver den næringsstoffbelastning, der netop understøtter opnåelse af GØT. Af tabellen ses den nuværende næringsstofftilførsel og målbelastning for kvælstof (N). Målbelastningen for N er beregnet, når det antages, at andre lande reducerer deres næringsstoffudledninger iht. internationale forpligtelser, og at fosfor (P) fra dansk opland reduceres med 10% i forhold til P-udledninger i perioden 2014-2018.

Tabel 1-1 Status-, miljømåls- og referenceværdi for vandområde 236, Thisted Bredning

Der vises statusværdier, miljømål og referenceværdier for indikatorerne, samt status og miljømål for næringsstofftilførsel jf. Genbesøg af Vandområdeplaner 2021-2027 (data fra MiljøGIS [MiljøGIS](#) og Genbesøg af Vandområdeplaner 2021-2027 (Bilag 1)) : [Bilag 1](#)

Indikator	Enhed	Status	Miljømål	Reference
Sommer klorofyl	µg/L	10,4	2,2	1,4
Ålegræssets dybdegrænse	m	2,1	4,8	6,5
Bunddyr sammensætning	-	Ukendt	0,68	1,0
Næringsstofftilførsel	tons/år	N: 1050 P: 37,7	N: 389 P: 37,1	-

2 Næringsstoffer

Som en del af presfaktoranalysen for Thisted Bredning har vi benyttet en biogeokemisk (økosystem) model med henblik på at kvantificere de forskellige interne processer, som er vanskelige at måle, og som er vanskelige at opgøre i et overordnet samlende massebudget.

Modellen, som ligger til grund for analysen, indeholder en lang række processer som samlet set beskriver de vigtigste processer for den overordnede miljøtilstand i fx Thisted Bredning, og i det følgende vil modellen kort beskrives, hvorefter vi gennemgår forskellige næringsstof-flukse i Thisted Bredning.

2.1 Biogeokemisk (økosystem) model

De økologiske forhold i det marine vandmiljø påvirkes af forskellige naturlige fysiske, kemiske og biologiske faktorer, blandt andet vandudveksling, strømforhold, salinitet, vandtemperatur, lagdeling af vandsøjlen, næringsstoffer, sediment-biogeokemi og struktur i fødekæden. Det marine økosystem og den økologiske status påvirkes derudover af forskellige antropogene presfaktorer, som for eksempel udledning af næringsstoffer.

Mekanistiske modeller muliggør en dynamisk beskrivelse af økosystemer og interaktioner mellem naturlige processer og antropogene presfaktorer. Mekanistiske modeller kan derved anvendes til at forudsige ændringer i bestemte økosystemkomponenter, for eksempel ændringer i klorofyl-a og iltkoncentrationer, som respons på f.eks. udledning af næringsstoffer (eutrofiering), men også kvantificere størrelsen af de enkelte processer/flukse.

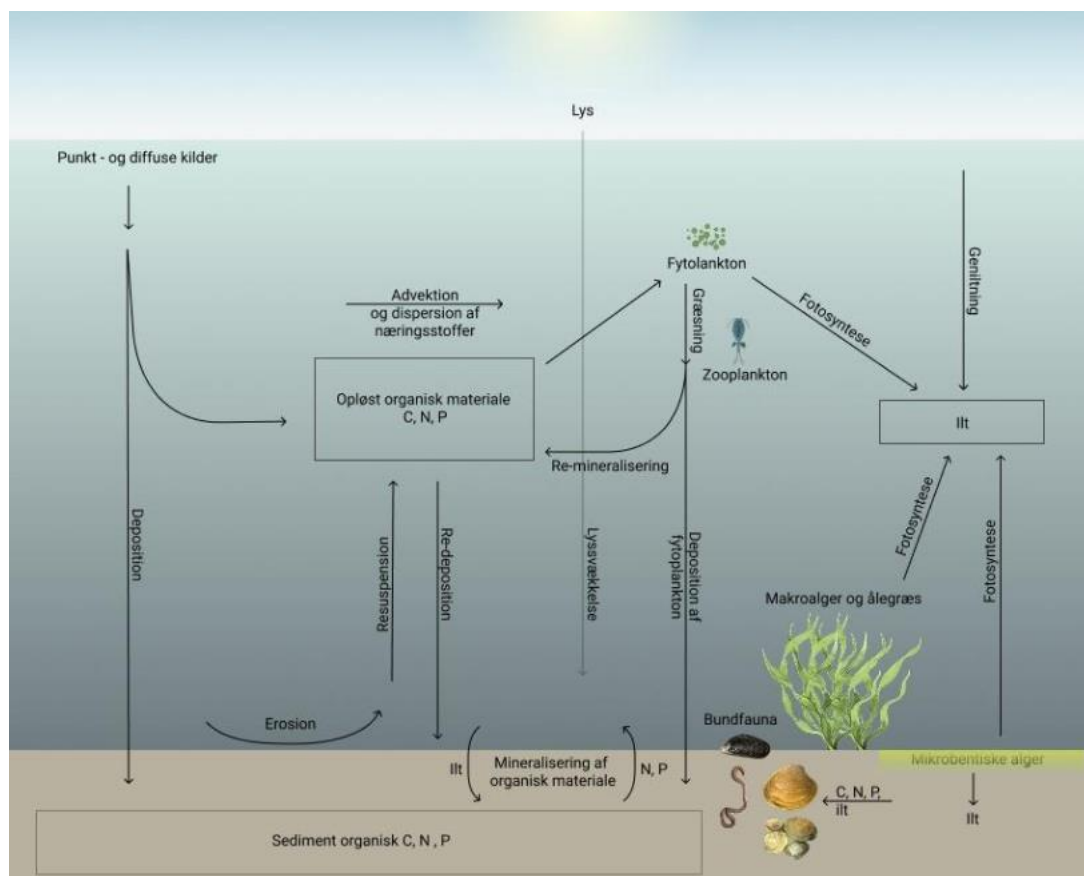
Til denne presfaktor rapport er analysen baseret på DHI's fjordmodel for Limfjorden, som er udviklet, kalibreret og valideret for Miljøstyrelsen (nu Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø) til vandområdeplaner 2021-2027 og derved Danmarks implementering af EU's Vandrammedirektiv.

2.1.1 Modelkompleks og modellering

Modelkomplekset for Limfjorden, og dermed også Thisted Bredning, består af en hydrodynamisk model og en biogeokemisk (økosystem) model.

Den hydrodynamiske model beskriver det fysiske system (vandstande, strømforhold, turbulens, opblanding, salinitet og vandtemperatur) indenfor model-domænet, og modellen er udviklet til at understøtte en biogeokemisk (økosystem) model.

Den biogeokemiske model bygger videre på den hydrodynamiske model og beskriver dynamikken i det biogeokemiske system inden for modeldomænet. Modellen beskriver transporten med havstrømme og omsætningen af organisk stof og næringssalte i vandfasen og på havbunden og inkluderer både pelagiske og bentiske processer (fytoplankton, bundvegetation, ilt og primærproduktion mm). Nedenfor er koblingen mellem pelagiske og bentiske tilstandsvariabler skematisk præsenteret til beskrivelse af tilførsel af organisk C, N og P fra punktkilder og de generelle sedimentprocesser i modellen.



Figur 2-1 Skematisk præsentation af de pelagiske og benthiske processor i den biogeokemiske model. Det bemærkes, at diagrammet er stærkt simplificeret ift. modellens faktiske kompleksitet.

Som det fremgår af Figur 2-1 består modellen dels af pelagiske processer og tilstandsvariable, som fx alger og primærproduktion, og dels af benthiske processer og tilstandsvariable, som dækker over bundvegetation og sedimentpuljer. Derfor er det muligt at sammenstille næringsstofpuljer i sedimenterne og udvekslinger mellem sedimentpuljerne og vandfasen (ofte omtalt som fortidens synder), puljer i bundvegetation foruden puljer i vandfasen af alger, dødt organisk materiale og uorganiske næringsstoffer, og den udveksling, der er med nabo-vandområder.

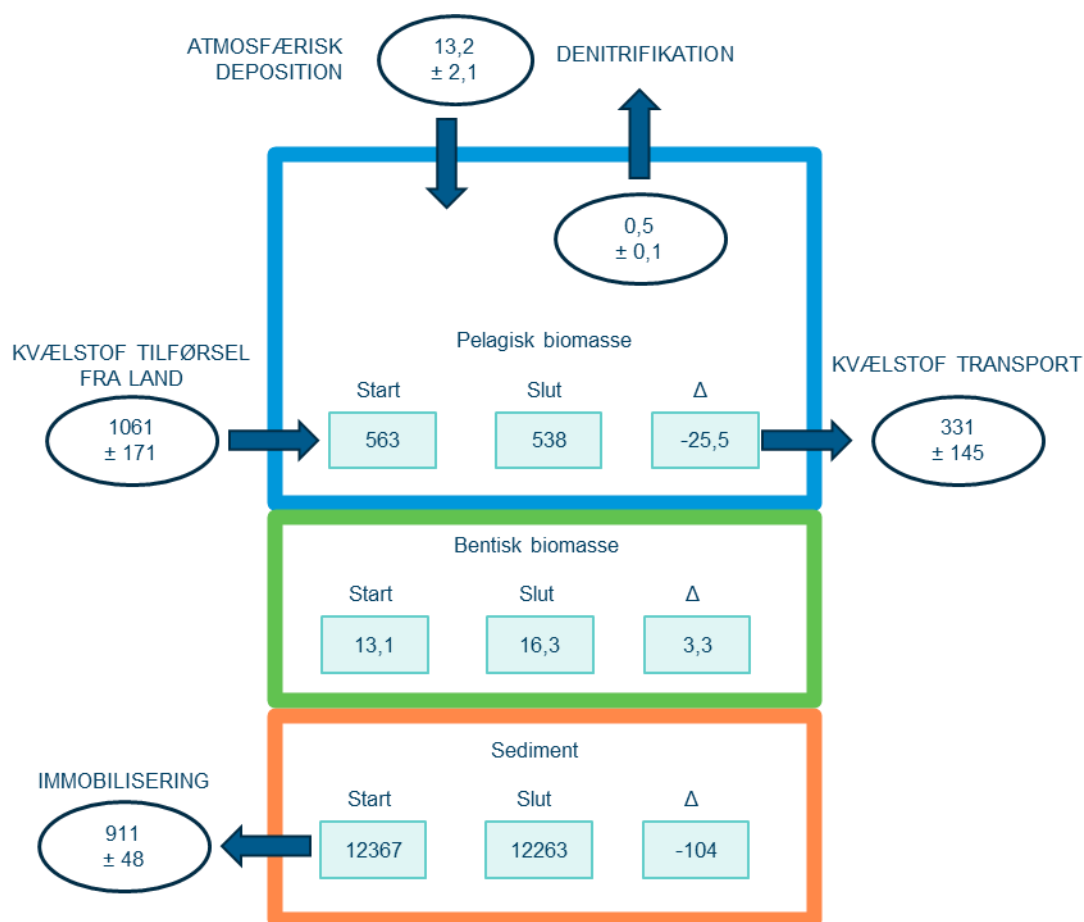
2.2 Massebudget

Med den mekanistiske biogeokemiske model er det muligt at beregne massebudgetter for hele Thisted Bredning. Næringsstof-massebudgetter for Thisted Bredning (vandområde 236) er vist i Figur 2-2 og Figur 2-3. Massebudgetterne er udtrykt for den mekanistiske biogeokemiske model, som er udviklet og anvendt som en del af metodeudviklingen under Vandområdeplaner 2021-2027 (Erichsen & Birkeland, 2019, og Erichsen & Birkeland, 2020).

Et massebudget skal forstås som en opgørelse af alle processer akkumuleret over et år, tilførsler og vandtransporter foruden den ændring i biomasse, der kan være over et år, hvor der fx i nogle år er mere bundvegetation i slutningen af året, end der var ved årets begyndelse (biomassetilvækst), mens det kan være omvendt andre år (biomassetab). Tilsvarende er tilfældet for vandfasen og i sedimenterne.

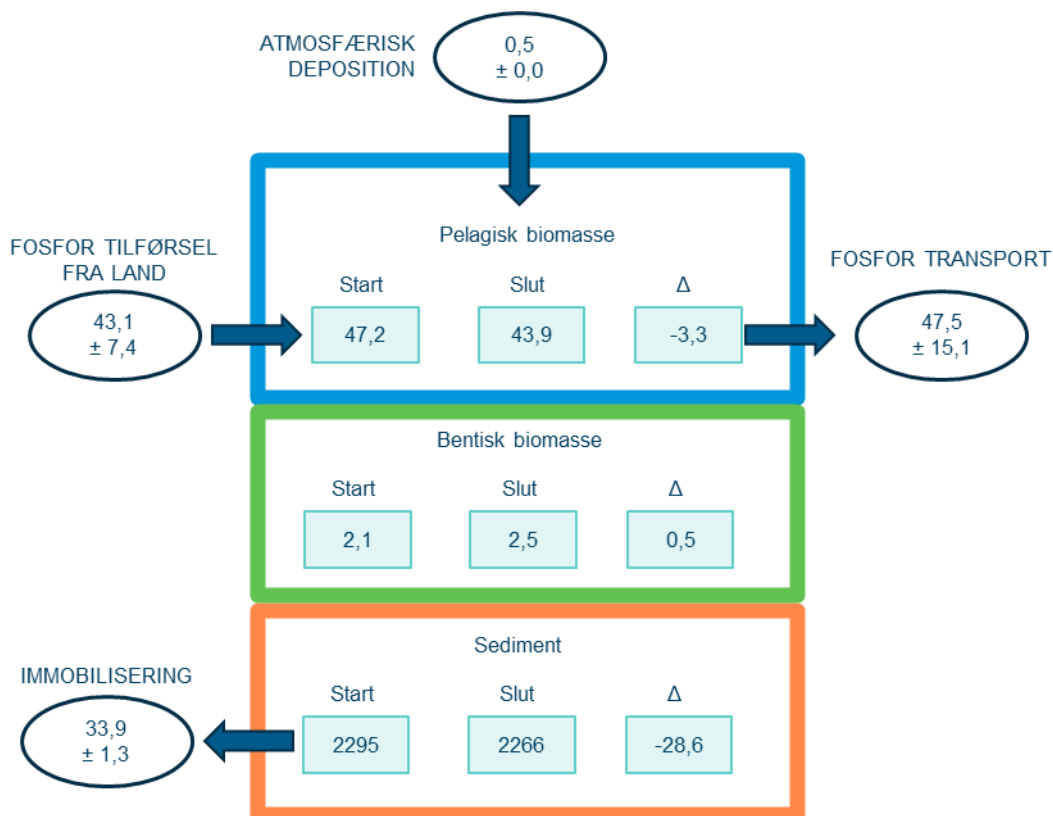
Som det fremgår af Figur 2-2, tilføres i gennemsnit 1074 ton kvælstof til Thisted Bredning (gennemsnit for perioden 2012-2016), hvoraf de 1061 ton¹ kvælstof kommer med ferskvandskilder fra oplandet til vandområdet, mens de resterende 13,2 ton kommer fra atmosfæren til fjorden. Ud af de 1074 ton transporteres 331 ton (nettotransport) videre fra Thisted Bredning gennem Limfjorden, mens 0,5 ton tabes gennem denitrificering i vandsøjlen og 911 ton ved immobilisering i sedimentet, som dels skyldes denitrifikation i sedimentet og dels skyldes at omsætningen af organisk stof i sedimentet reduceres når C:N forholdet overskrider en vis grænse. Derudover tabes 126 ton som ændringer i de stående biomasser mellem årene i vandfasen, i den bentiske biomasse (bundvegetation), og i sedimentpuljerne.

Fosfortilførslen til Thisted Bredning er samlet set på 43,6 tons P, hvoraf 33,9 tons P i gennemsnit pr år immobiliseres (igennem begravelse og omsætning af organisk stof reduceres når C:N forholdet overskrider en vis grænse), mens nettotransporten ud af Thisted Bredning er på 47,5 tons P (Figur 2-3). De resterende tons P indgår i stående biomassepuljer i vandfasen, i den bentiske biomasse og i sedimentet (et samlet tab på 31,4 tons P). De stående biomasser inkluderer organiske og uorganiske puljer af fosfor i både sediment, bentisk vegetation og i vandfasen. Derudover består de stående puljer af en jernbunden fosfor pulje, som er relativ mobil og hvorfra der frigives relativt store mængder over sommeren, når iltindholdet (inkl. fx nitrat) reduceres.



Figur 2-2 Massebudget for kvælstof i Thisted Bredning
Gennemsnit for perioden 2012-2016 inklusive én standardafvigelse.

¹ Bemærk at der er forskel på tallene på figuren og tilførsler i Tabel 1-1. Disse forskelle skyldes dels at de benyttede perioder ikke er sammenfaldende (i Tabel 1-1 er benyttet data fra perioden 2018-2022, mens der i figuren benyttes data fra 2012-2016), og dels at tallene i Tabel 1-1 er afstrømningskorrigerede, mens data i figuren er aktuelle data fra 2012-2016.

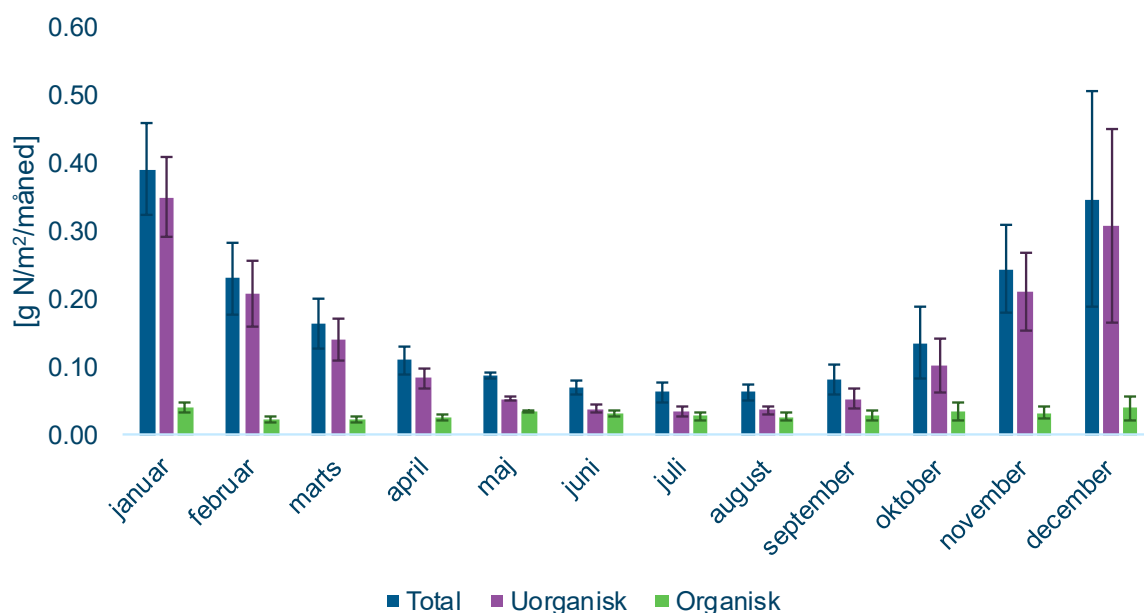


Figur 2-3 Massebudget for fosfor i Thisted Bredning
Gennemsnit for perioden 2012-2016 inklusive en standardafvigelse.

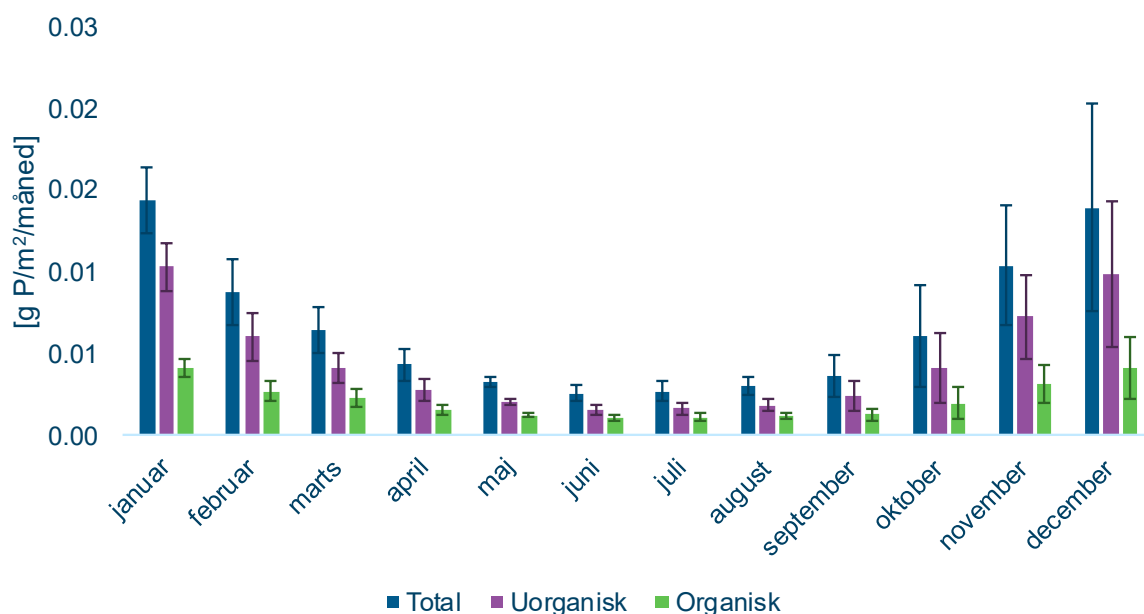
2.2.1 Intern tilførsel versus ekstern tilførsel

Som det fremgår i ovenstående afsnit, modtager Thisted Bredning især næringsstoffer fra oplandet til vandområdet, 1074 tons kvælstof og 43,6 tons fosfor. I Figur 2-4 og Figur 2-5 er tilførslerne opgjort som den arealspecifikke tilførsel (vandområdeareal) over året og fordelt på en organisk (partikulært organisk materiale og opløst organisk materiale) og en uorganisk fraktion.

Hovedparten af tilførslerne kommer efterår og vinter (for eksempel er tilførslerne i januar/december mere end dobbelt så store som tilførslerne i juni til september), og størstedelen af kvælstof- og fosfortilførslerne transporteres til vandområdet som uorganisk kvælstof og fosfor.



Figur 2-4 Gennemsnitlige kvælstoftilførsler fra lokalojlandet til Thisted Bredning
Tilførslerne er opgjort som den arealspecifikke tilførsel (vandområdeareal) for perioden 2012-2016 fordelt over året $\pm$ en standardafvigelse. Der vises den totale tilførte mængde og mængden fordelt på organisk og uorganisk kvælstof.



Figur 2-5 Gennemsnitlige fosfortilførsler fra lokalojlandet til Thisted Bredning
Tilførslerne er opgjort som den arealspecifikke tilførsel (vandområdeareal) for perioden 2012-2016 fordelt over året $\pm$ en standardafvigelse. Der vises den totale tilførte mængde og mængden fordelt på organisk og uorganisk fosfor.

I Figur 2-6 og Figur 2-7 er fluksene mellem sediment og vandfase for uorganisk kvælstof og fosfor opgjort (baseret på modelresultater). Det overordnede billede viser en fluks af uorganisk kvælstof ned i sedimenterne i vintermånedene og en fluks ud af sedimenterne over sommeren. For uorganisk fosfor er fluksen ud af sedimenterne hele året, men kraftigst i maj/juni til oktober/november.

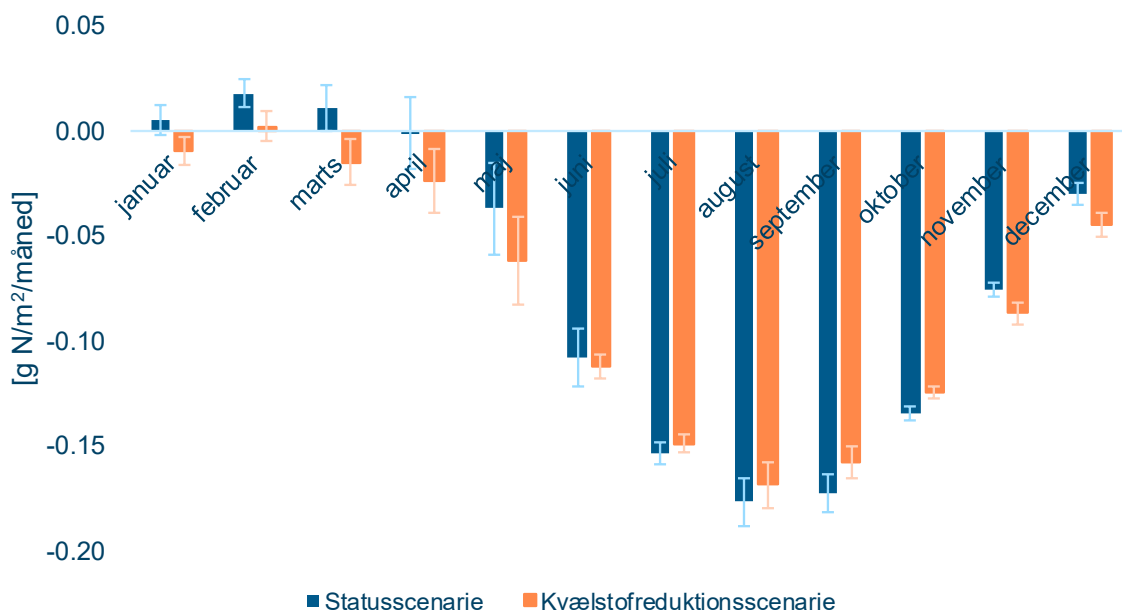
Fluksen af organisk materiale (alger, partikulært organisk materiale og opløst organisk materiale) fra vandfasen til sedimentet er ikke vist, men da det samlede massebudget for de to vandområder (Figur

2-2 og Figur 2-3) har en samlet fluks ned i sedimentet (ændringer i biomasse og immobilisering) kan vi konkludere, at den uorganiske fluks ud af sedimenterne modsvares af en fluks af organisk kvælstof og fosfor, som opvejer de uorganiske flukse ud af sedimenterne.

Fluksen af uorganisk kvælstof fra sedimentet udgør et betydeligt bidrag til tilførslen af uorganisk kvælstof (den mest biotilgængelige fraktion) i vandfasen i perioden fra juni til september, hvor den overstiger tilførslen af uorganisk kvælstof fra land. Fosfor-fluksen udgør et endnu større bidrag til den uorganiske fosfortilførsel, hvor fosforfluksen fra sedimentet er op til 10 gange større end den arealspecifikke tilførsel fra land især i sommermånederne fra maj til september.

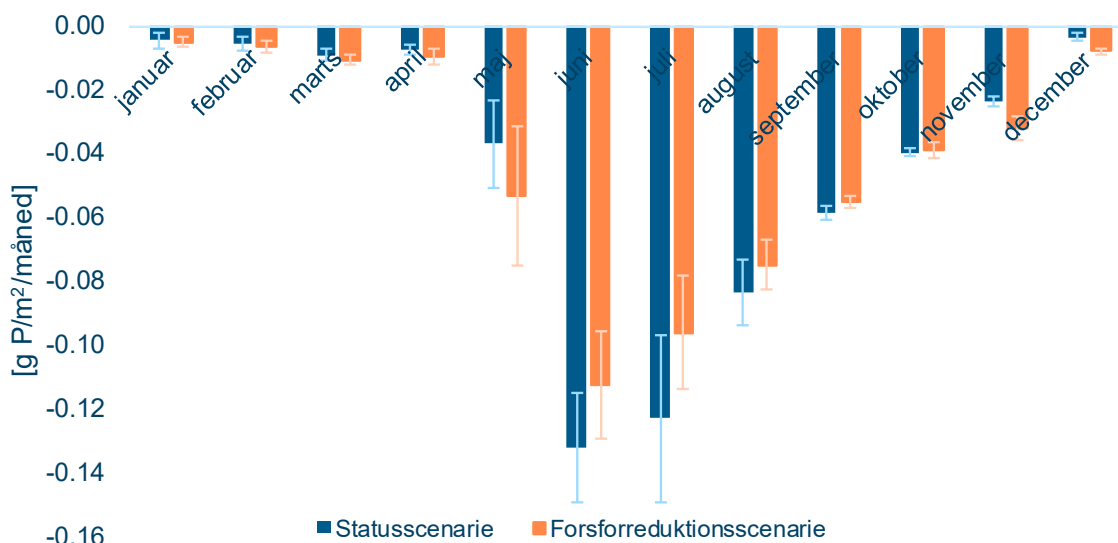
Den interne tilførsel af uorganiske næringsstoffer er dermed en betydende faktor for tilførslen af uorganiske næringsstoffer til vandfasen sammenlignet med den arealspecifikke tilførsel fra land i juni til september/november, men fluksen af uorganisk kvælstof (både fra land og sediment) fremgår ikke tydeligt af de målte koncentrationer af uorganisk kvælstof i vandområderne, da kvælstof på dette tidspunkt er det begrænsende næringsstof, hvorfor det tilførte kvælstof optages i algerne og indgår i det samlede næringsstofkredsløb. Dette er i modsætning til fosfor, hvor fosfortilførsel/-frigivelse om sommeren resulterer i stigende koncentrationer af uorganisk fosfor i vandfasen, da fosfor ikke er det begrænsende næringsstof.

Det er vigtigt at understrege, at fluksen af uorganiske næringsstoffer fra juni til september ikke skyldes fortidens synder, men er et udtryk for tilførslerne fra land (både organiske og uorganiske næringsstoffer) og opbygningen/nedbrydningen af organisk materiale igennem primærproduktion. Fluksene er dermed et udtryk for omsætningen af næringsstoffer igennem året. Data vist i Figur 2-6 og Figur 2-7 udgør gennemsnitlige flukse over en femårsperiode (blå søjler), og scenarieberegninger har vist, at ændringer i for eksempel kvælstoftilførslerne eller fosfortilførslerne (orange søjler) indenfor modelperioden på 15 år reducerer den uorganiske fluks af både kvælstof- og fosforfluks mellem sediment og vandfase, mens den organisk fluks ikke fremgår og som især går fra vandfasen til sedimentet (og dermed modsatrettet sammenlignet med de nedadgående flukse i figurene).



Figur 2-6 Gennemsnitlig fluks af uorganisk kvælstof mellem sediment og vandfase i Thisted Bredning

Fluksen er opgjort for perioden 2012-2016 fordelt over året $\pm$ en standardafvigelse. Positiv fluks angiver nettotransport fra vandfase til sediment, og negativ fluks angiver nettotransport fra sediment til vandfase.



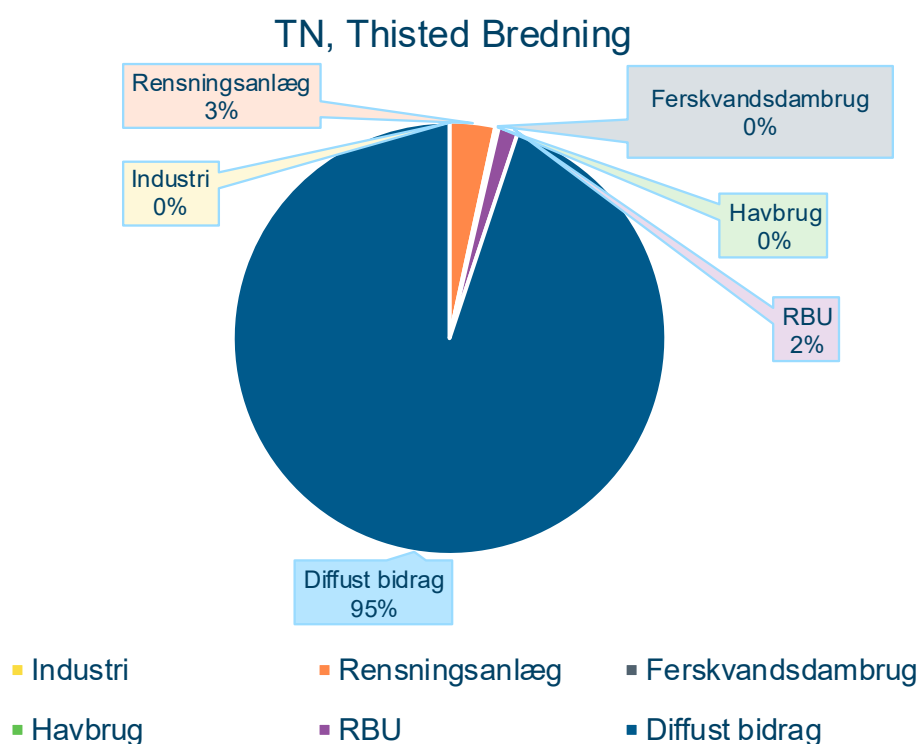
Figur 2-7 Gennemsnitlig fluks af uorganisk fosfor mellem sediment og vandfase i Thisted Bredning

Fluksen er opgjort for perioden 2012-2016 fordelt over året $\pm$ en standardafvigelse. Positiv fluks angiver nettotransport fra vandfase til sediment, og negativ fluks angiver nettotransport fra sediment til vandfase.

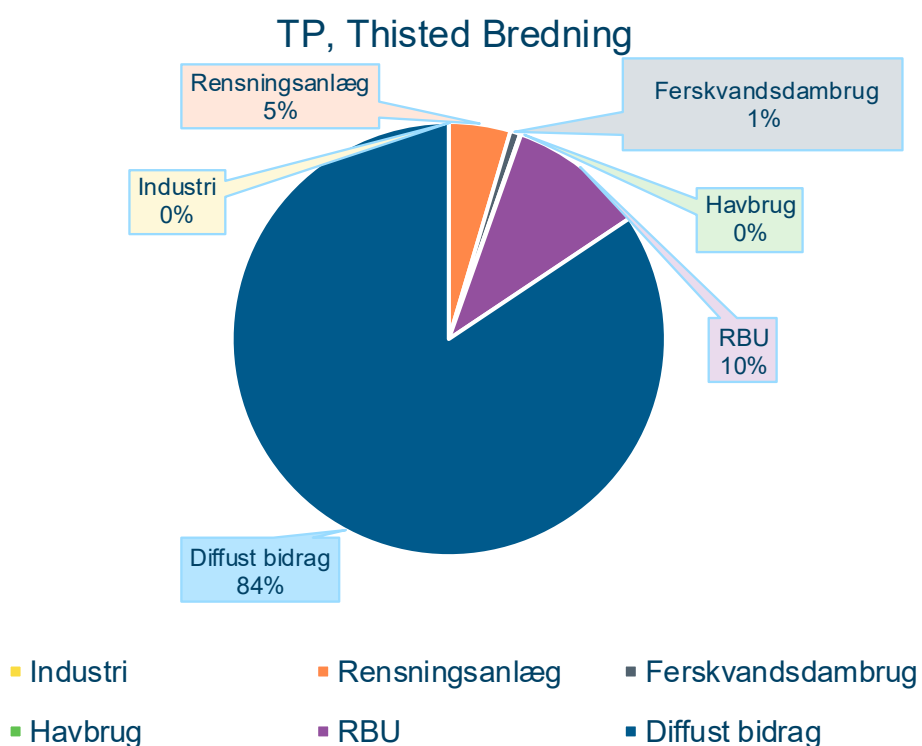
2.3 Diffuse bidrag og punktkildebidrag til næringsstofftilførsler

Kvælstofftilførsler udgøres i udgangspunktet af et baggrundsbidrag (naturbidrag), et diffust bidrag og et bidrag fra punktkilder. Figur 2-8 og Figur 2-9 viser fordelingen mellem diffust bidrag (inklusive baggrundsbidrag), og punktkilder fra industri, ferskvandsdambrug, rensningsanlæg og regnvandsbetingede udledninger (RBU'er). Opgørelsen af punktkildebidrag og diffust bidrag (inklusive baggrundsbidrag) er her opgjort som tilførsel til vandløbskant.

Som det fremgår af figurene, udgør punktkilder til Thisted Bredning en meget lille andel af den samlede næringsstofftilførsel, hvorfor der ikke for alvor er noget at hente i forhold til at gå efter specifikke punktkilder, når der skal findes løsninger til at få de to vandområder i god økologisk tilstand.



Figur 2-8 Kildeopsplitning af kvælstoftilførsler til Thisted Bredning (gennemsnit for perioden 2012-2016)



Figur 2-9 Kildeopsplitning af fosfortilførsler til Thisted Bredning (gennemsnit for perioden 2012-2016)

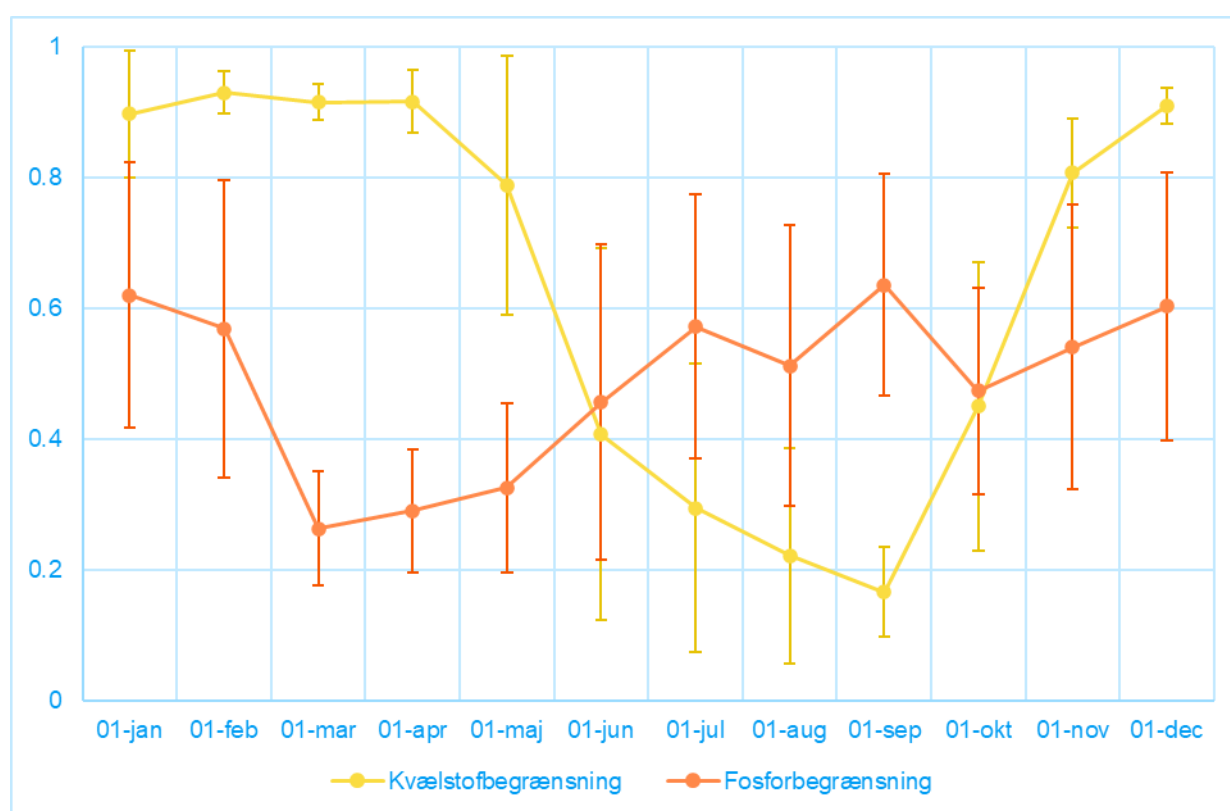
2.4 Sammenhæng mellem næringsstofftilførsler og miljøtilstand

2.4.1 Sommerklorofyl

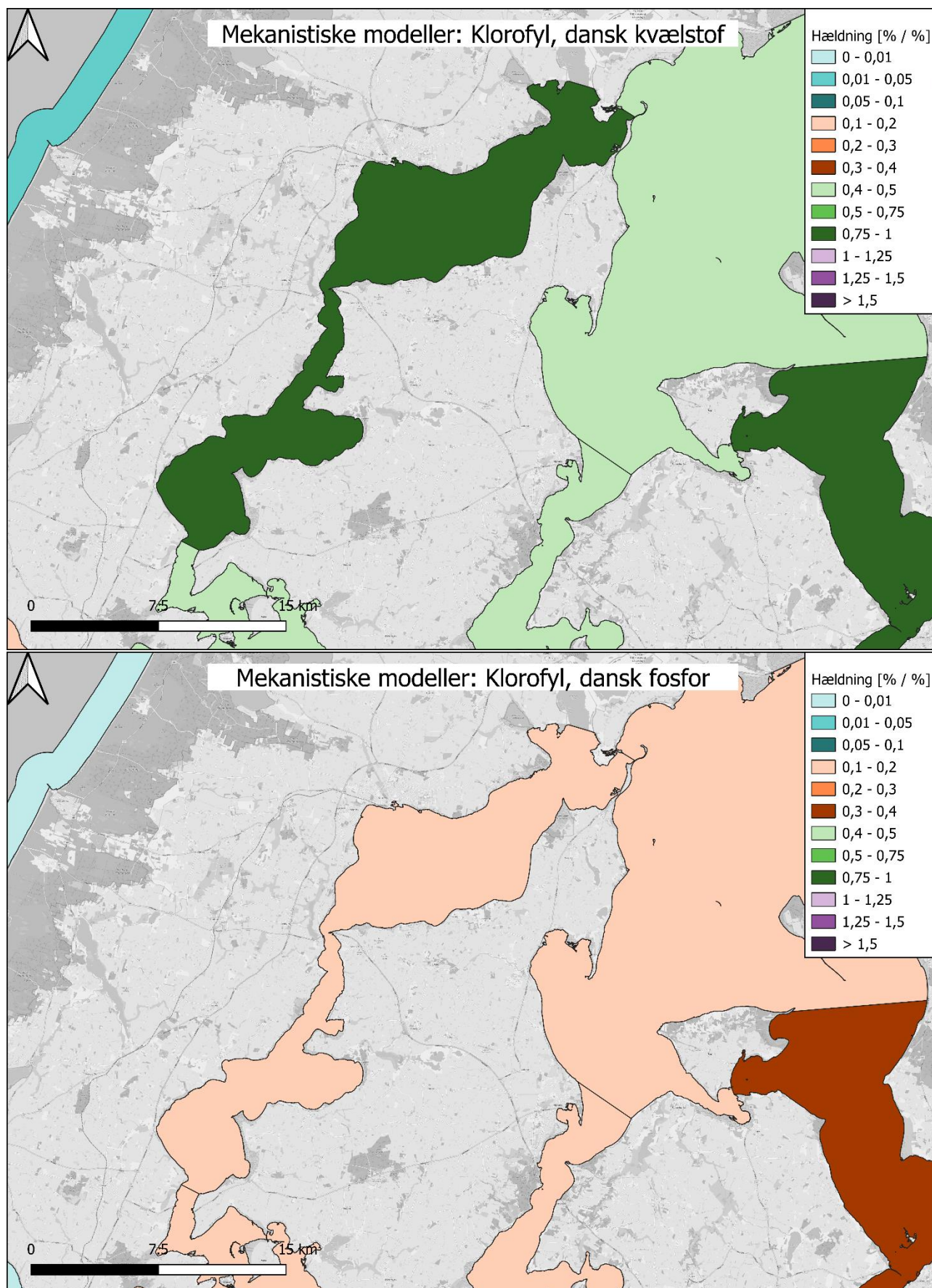
Som en del af modeludviklingen under vandområdeplaner 2021-2027 (VOP3) er det blevet analyseret, hvordan de enkelte indikatorer, sommer-klorofyl-a og lys i vækstsæsonen, responderer på ændringer i næringsstofftilførsler i de danske marine vandområder. Figur 2-11 viser, hvor meget indikatoren sommer- klorofyl ændres (i %) ved ændringer i kvælstof- og fosfortilførsler (i %).

Som det fremgår af figuren, er indikatoren sommerklorofyl meget følsom overfor ændringer i kvælstof-tilførslen (mellem 0,75 og 1,00 % pr. %) og mindre følsom overfor fosfortilførsler (mellem 0,1 og 0,2 % pr. %).

At sommerklorofyl responderer mest på kvælstof, skyldes i høj grad at algerne er mest begrænset af kvælstof hen over sommeren, mens algerne – og dermed klorofyl-a – er begrænset af fosfor i foråret (Figur 2-10). Dertil kommer den ekstra belastning af fosfor fra sedimenterne.



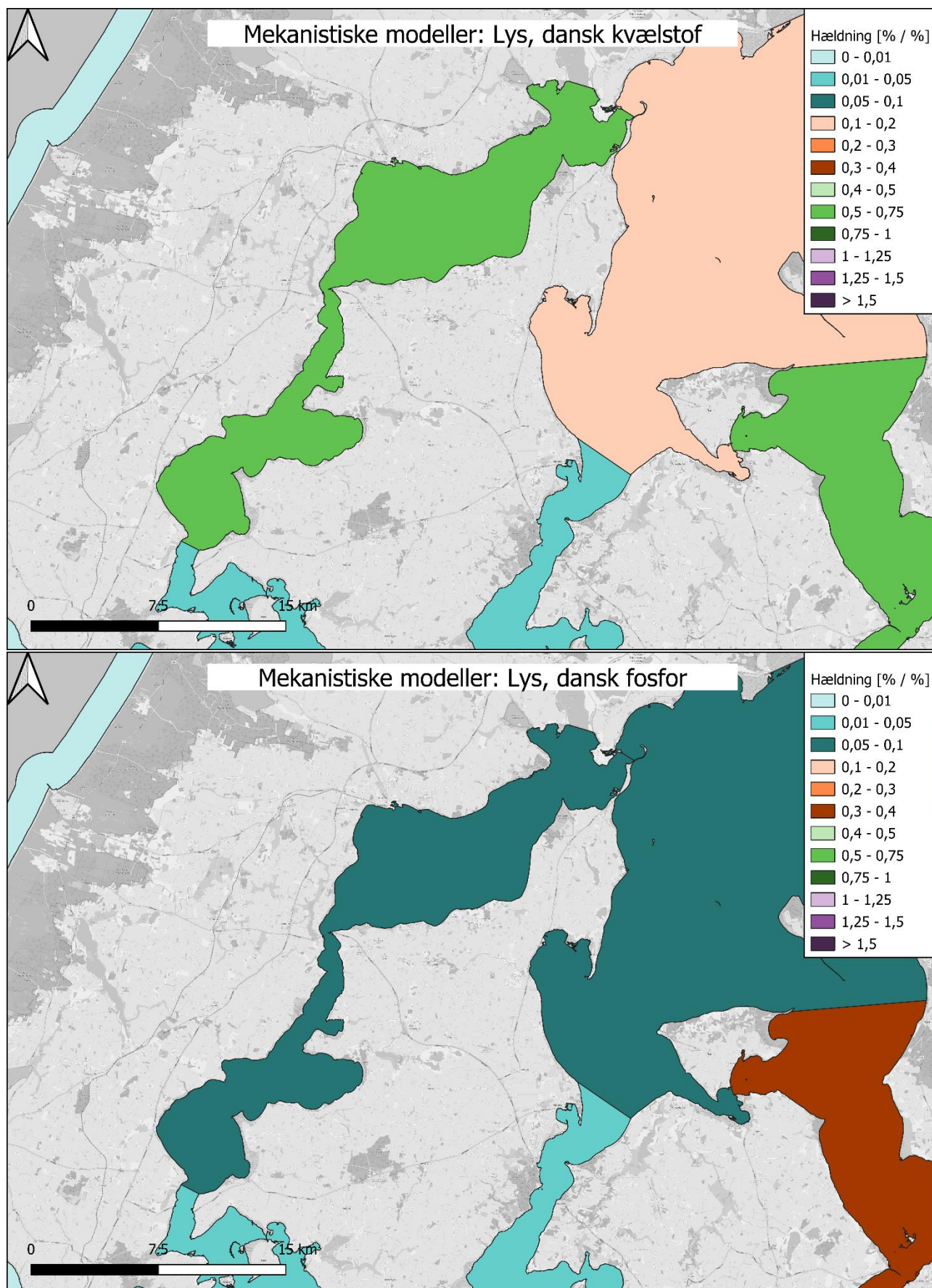
Figur 2-10 Begrænsende næringsstof for Thisted Bredning baseret på data for årene 2017-2025. Det ses at fosfor er det begrænsende kvælstof i vinter og forårsmånederne, mens kvælstof er begrænsende i sommerperioden. Det ses ved at værdierne for kvælstofbegrænsning er lavere end fosforbegrænsningerne om sommeren.



Figur 2-11 Dosis-respons på sommer klorofyl-a ved ændringer i næringsstofførsler
 Øverst: Ændring i kvælstofførsel, nederst: Ændring i fosfortørsel.

2.4.2 Lys

På tilsvarende vis er der foretaget dosis-responsberegninger for lys, og resultaterne herfor er vist i Figur 2-12. Også her er indikatoren mest følsom overfor kvælstof (0,5 til 0,75 % pr. %), mindre følsom overfor fosfor (mellem 0,05 til 0,1 % pr. %).



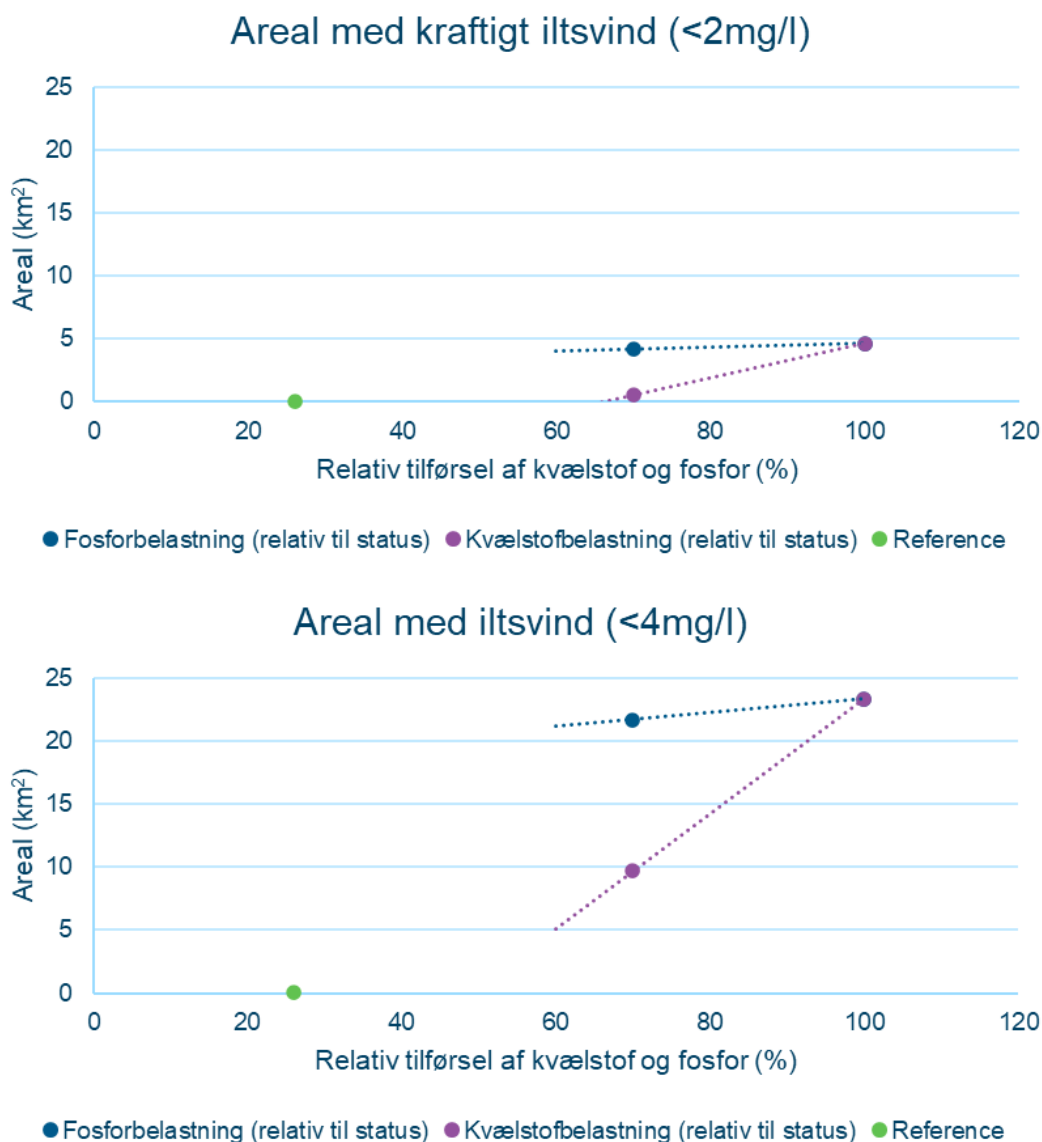
Figur 2-12 Dosis-respons på sommer lys ved ændringer i næringsstofførsler
 Øverst: Ændring i kvælstofførsel, nederst: Ændring i fosfortørsel.

2.4.3 Iltsvind

Iltsvind er ikke en direkte indikator for GØT i Vandrammedirektivet, men det er en helt central parameter i forhold til flora og fauna. Iltsvind skyldes typisk en kombination af lagdelte vandmasser og tilførsler af næringssalte, der resulterer i algevækst og sidenhen iltforbrug ved bunden og i sedimenterne.

Data omkring iltsvind stammer fra de mekanistiske modeller bag VOP3 (Erichsen & Birkeland, 2020) og på Figur 2-13 er vist arealet med iltsvind og kraftigt iltsvind som gennemsnit af juli, august og september for årene 2012-2016. Figuren viser reduktionen i iltsvindsareal ved reduktioner i både kvælstof- og fosfortilførslerne, og som det fremgår af figuren, reduceres iltsvindsarealet i vandområdet mest ved kvælstofreduktioner.

Som det ligeledes fremgår af figuren, er iltsvindsarealet meget lille i en referencetilstand, omend det ikke er helt væk ($<0,03 \text{ km}^2$).



Figur 2-13 Iltsvindspåvirket areal

Kraftigt iltsvindspåvirket areal (<2mg/l, øverst) og iltsvindspåvirket areal (<4mg/l, nederst) ved varierende tilførsler af kvælstof (lilla kurver) og fosfor (blå kurver). Grøn prik indikerer arealet i en referencetilstand.

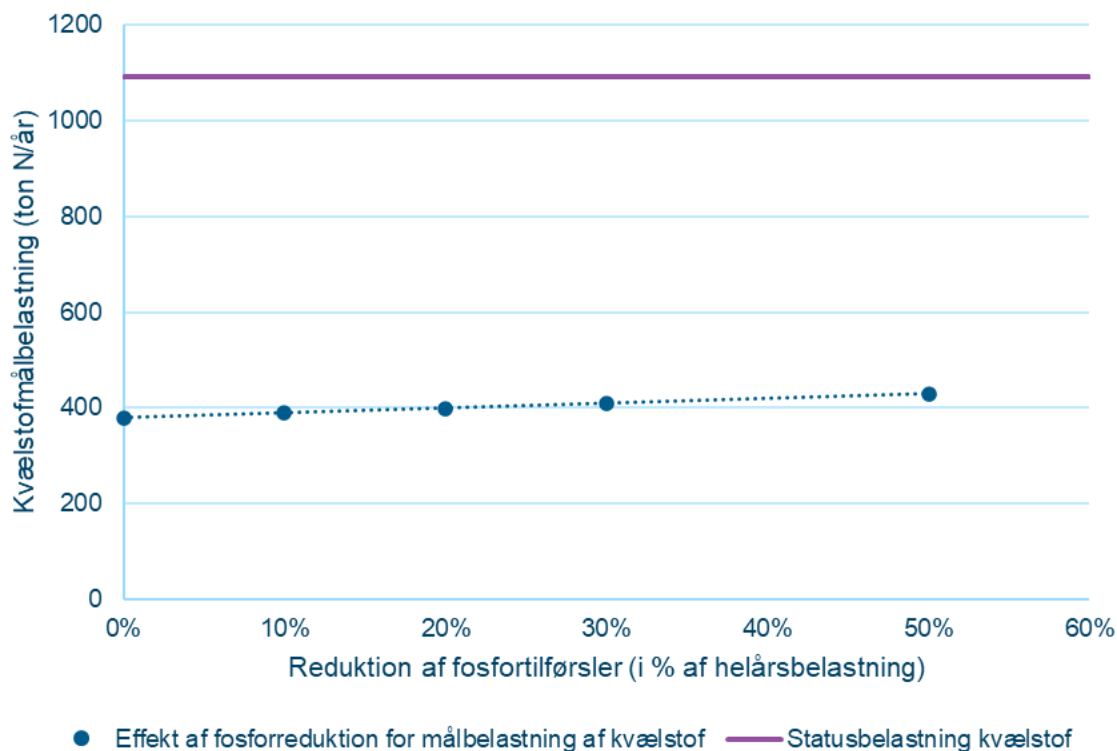
2.5 Fosforfølsomhed: Kvælstof og fosfor "vekselkurs"

Miljøtilstanden i vandområde 236 Thisted Bredning er følsom overfor fosfortilførsler, hvilket betyder, at miljøtilstanden i fjorden også påvirkes af fosfortilførsler og ikke kun af kvælstoftilførsler. Man kan således opnå en forbedret miljøtilstand ved at reducere både kvælstof- og fosfortilførslerne. Fosforfølsomheden betyder også, at den kvælstofreduktion, der præcis understøtter opnåelse af GØT, vil reduceres, såfremt fosfortilførslerne til vandområdet reduceres.

Baseret på de modelscenarier, der ligger til grund for vandområdeplaner 2021-2027, er det således muligt at beregne sammenhængen mellem kvælstofreduktioner og fosforreduktioner og dermed en "vekselkurs" mellem kvælstof- og fosforindsatser. Figur 2-14 viser sammenhængen mellem kvælstofmålbelastning og fosforreduktioner i vandområdet.

Af figuren ses det, at målbelastningen stiger med 10 ton/år for hver 10 % reduktion i fosfortilførslerne. Beregningerne er lavet ud fra Erichsen et al, 2021. I henhold til Erichsen et al. (2024) er denne

følsomhed omregnet til en vekselkurs mellem TN og TP på 3,8, og dermed en relativ begrænset vekselkurs.

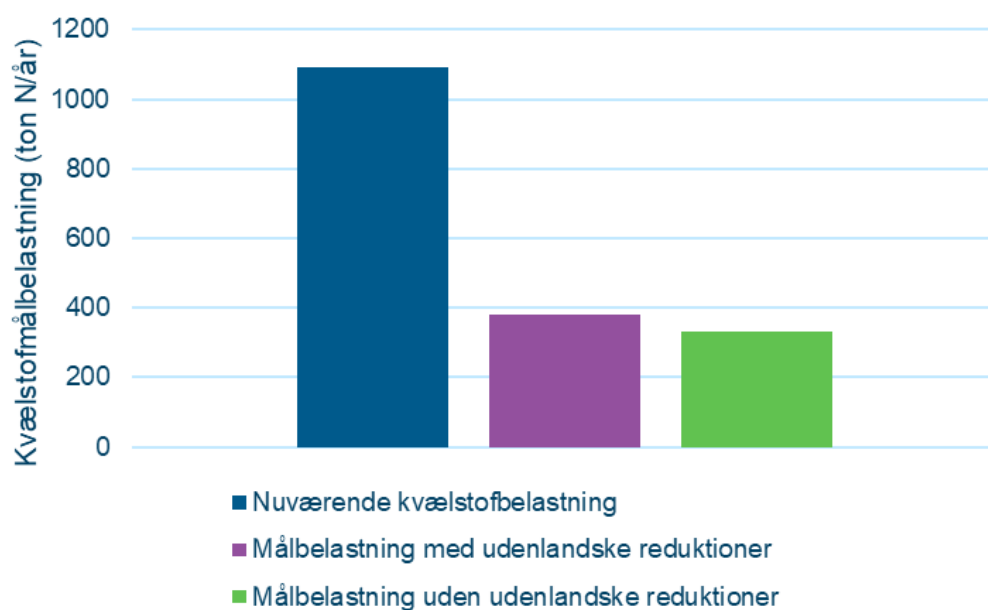


Figur 2-14 Sammenhæng mellem kvælstofmålbelastning og fosforreduktioner til vandområde 236, Thisted Bredning

2.6 Andre landes betydning for målbelastningen

Målbelastningen, som angiver den maksimale danske kvælstofudledning, der understøtter GØT, vil afhænge af, hvad der fremover sker med andre kilder til næringsstoffer til Limfjorden. Næringsstoffer fra udlandet kommer til danske vandområder via havstrømme og via atmosfæren, ligesom vi eksporterer næringsstoffer til udenlandske havområder. Til beregninger til brug for Vandområdeplaner 2021-2027 er der lagt til grund, at andre lande reducerer deres udledninger som aftalt i henhold til Østersøhandelsplanen (Baltic Sea Action Plan), OSPAR (North-East Atlantic Environment Strategy, NEAES), Vandrammedirektivet, og NEC-direktivet, som sætter mål for den atmosfæriske kvælstofudledning.

Såfremt andre lande, og særligt landene omkring Nordsøen, ikke reducerer deres næringsstofudledninger, vil det få betydning for den danske målbelastning og reduktionsbehovet fra dansk opland. Målbelastningen vil således blive lavere, hvis landene omkring Nordsøen fastholder den nuværende næringsstoftilførsel og ikke reducerer deres næringsstofudledninger, som for eksempel skitseret i de tyske vandområdeplaner.



Figur 2-15 Betydning af andre landes næringsstofreduktioner for målbelastningen i 236, Thisted Bredning

Figuren viser den nuværende kvælstofbelastning, den beregnede målbelastning, hvor der tages højde for, at andre lande reducerer deres næringsstofudledninger, samt den beregnede kvælstofmålbelastning, hvis det antages, at andre lande ikke reducerer deres næringsstofudledninger. Figuren er baseret på data i Erichsen et al (2021).

Resultaterne viser, at målbelastningen falder med ca. 46 ton N/ år, hvis andre lande fastholder den nuværende næringsstofudledning i stedet for at reducere udledningerne i henhold til de internationale aftaler.

3 Andre presfaktorer end næringsstoffer

I danske kystvande findes en række af presfaktorer, som kan have en negativ påvirkning af miljøtilstand, habitater og/eller marine arter. I denne sammenhæng er en "presfaktor" defineret som en menneskelig aktivitet, som enten direkte eller indirekte har en uønsket effekt på miljøet. Årsagssammenhæng mellem aktiviteter og effekter er internationalt beskrevet ved DPSIR-strukturen (Driver-Pressure-State-Impact-Response), for aktiviteterne (driver) fører til påvirkninger (pressure), som ændrer tilstanden (state), hvilket fører til en uønsket effekt (impact), det kræver en indsats (response) at modvirke (Oosterwind et al, 2016). Aktiviteterne kan både være landbaserede (for eksempel landbrug) eller vandbaserede (for eksempel fiskeri og råstofindvinding). Presfaktorerne kan påvirke miljøtilstanden ved at forårsage strukturelle og funktionelle ændringer, såsom ændring af habitater og artssammensætning. Næringsstofforurening (eutrofiering) er en af de mest veldokumenterede presfaktorer for kystnære havområder, og denne presfaktor har hovedfokus i blandt andet Vandrammedirektivet og Nitratdirektivet. Udover næringsstoffer er der presfaktorer, som potentielt har betydning for miljø- og naturtilstanden i kystområder. I rapport-serien "Andre presfaktorer end næringsstoffer og klima" (Petersen 2021) er flere potentielle presfaktorer for Vandrammedirektivets biologiske kvalitetselementer blevet undersøgt. Presfaktorer, som har en veldokumenteret effekt på de biologiske kvalitetselementer, og som er til stede i et eller flere danske vandområder er blevet identificeret. Denne analyse viser, at følgende presfaktorer, som kan have betydning for enten klorofyl, lys, bundvegetation og/eller bundfauna, er til stede i vandområde 236, Thisted Bredning:

- Historisk stenfiskeri
- Muslingeskrab
- Invasive arter
- Sedimentændringer (primært på grund af historisk eutrofiering)

Tilstedeværelse af en presfaktor er dog ikke ensbetydende med, at presfaktoren har en indflydelse på, om vandområdet kan opnå GØT, da dette afhænger af udbredelsen af presfaktoren og vandområdets følsomhed overfor den. Nedenfor gennemgås betydningen af de presfaktorer, som er til stede i vandområdet.

3.1 Muslingeskrab, graveaktivitet og klapning

Muslingeskrab er en såkaldt stedsspecifik presfaktor som påvirker de biologiske kvalitetselementer, idet aktiviteten dels påvirker bundfauna og bundvegetation i de områder, som direkte er påvirket, og kan dels resultere i resuspension af havbundsmateriale, som kan dæmpe lysgennemtrængningen og dermed indirekte påvirke bundvegetationen.

Resuspension er en indirekte effekt af muslingeskrab, idet påvirkningen af havbunden kan resultere i en øget resuspension af havbundsmateriale. En muligt øget resuspension kan reducere lysgennemtrængningen og dermed hæmme væksten af bundvegetation. Derudover vil en øget resuspension resultere i en øget deponering af sediment, hvilket potentielt kan skade vegetation og bunddyr. Petersen et al., 2020a har estimeret ændringer i mængder af resuspenderet materiale som følge af stedspecifikke presfaktorer. Analysen viste, at Limfjorden, herunder vandområde 236, havde marginalt forhøjede sedimentmængder i vandfasen relativt til baggrundsniveauet, men at ændringerne var for små til at have en økologisk betydning på vandområdeniveau uanset eventuel lokal påvirkning.

Der er ikke dokumenteret tilfælde af gravning og klapning i Thisted Bredning (/15/).

3.2 Manglende (hårdt) substrat

Hårdt substrat i form af spredte sten og egentlige stenrev samt i mindre grad tomme muslingeskaller og biogene rev fungerer som leve- og skjulesteder for en lang række arter. En reduktion i mængden og

udbredelsen af det hårde substrat har betydning for vækst og udbredelsesmuligheder for disse arter. I Vandrammedirektiv-sammenhæng er betydningen af hårdt substrat særligt relevant for de fastsiddende makroalger. Makroalgerne er et biologisk kvalitetselement i Vandrammedirektivet, og manglen på hårdt substrat kan reducere makroalgernes udbredelsespotentiale. Fjernelse af hårdt substrat fra danske kystvande skyldes blandt andet det historiske stenfiskeri. Stenfiskeri har været stort set ureguleret i Danmark indtil 1996. Med råstofloven i 1996 blev stenfiskeriet begrænset til udvalgte områder og kvotebelagt. Stenfiskeriet stoppede de facto i 1999, men blev dog først endeligt forbudt i 2009 med Lovbekendtgørelse nr. 950 af 24-09-2009. Det er usikkert, hvor store mængder af sten der historisk set er blevet opfisket, men baseret på antallet af stenfiskerbåde samt mængden af sten anvendt til konkrete konstruktioner er det anslået, at der siden år 1900 er blevet opfisket 8,3 mio. m³ store sten svarende til 83 mio. sten fra kystnære (<10 m vanddybde) områder og primært fra vanddybder mellem 4 og 7 m (Helmig et al, 2020). Det er ligeledes usikkert, hvor stenene præcist har ligget, og det er derfor ikke muligt at vurdere omfanget af stenfiskeri og den mulige økologiske betydning heraf for et konkret område som Thisted Bredning.

Muslingeskaller og muslingebanker kan i nogen udstrækning også fungere som hårdt substrat. Disse fjernes i dag via muslingeskrab, men det er uklart, om og evt. i hvilket omfang dette har økologisk betydning. Som en del af arbejdet i kystvandrådet analyserer DTU Aqua potentialet for udlægning af biogene rev i Thisted Bredning.

4 Referencer

- /1/ Bilag 1, Genbesøg af Vandområdeplaner 2021-2027 <https://prodstorage-hoeringspo.blob.core.windows.net/81b5175f-d956-49d3-aff4-f65cd4999cf9/Opdateret%20bilag%201%20og%20bilag%201.1.pdf>
- /2/ Erichsen AC & Birkeland M, 2019. Development of Mechanistic Models. Mechanistic Model for Limfjorden. Hydrodynamic model documentation. DHI rapport (projektnr 18811187-1).
- /3/ Erichsen AC & Birkeland M, 2020. Development of Mechanistic Models. Mechanistic Model for Limfjorden. Biogeochemical model documentation. DHI rapport (projektnr. 11822245).
- /4/ Erichsen AC, Nielsen SEB, Timmermann K, Larsen TC, Christensen J, Nielsen SEB, Markager S, 2021. Application of the Danish EPA's Marine Model Complex and Development of a Method Applicable for the River Basin Management Plans 2021-2027. Management Scenario 2e – Land-baet nutrient scenarios (additional Wadden Sea P reductions). DHI-rapport (projektnummer 11822245).
- /5/ Erichsen AC, Larsen TC, Christensen JPA og Timmermann K (2024). Second opinion fase III: Styrket modelgrundlag Styrket modelgrundlag, scenarier og fortolkninger Arbejdspakke 4. DHI-rapport (projektnummer 11827014).
- /6/ Helmig SA, Nielsen MM, Petersen JK, 2020. Andre presfaktorer end næringsstoffer og klimaforandringer – vurdering af omfanget af stenfiskeri i kystnære marine områder. DTU Aqua, DTU Aqua-rapport No. 360-2020.
- /7/ Høgslund S, Carstensen J, Krause-Jensen D, Hansen JLS, 2019. Sammenhænge i det marine miljø – Betydning af sedimentændringer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. 74 s. – Videnskabelig rapport nr. 323.
- /8/ MiljøGIS: <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3genbesoeg2024>
- /9/ Oesterwind D, Rau R, Zaiko A, 2016. Drivers and pressures – Untangling the terms commonly used in marine science and policy. Journal of Environmental Management 181: 8-15.
- /10/ Petersen JK, Holm A-PS, Christensen A, Krekoulotos D, Jakobsen H, Sanderson H, Andreasen H, Gislason H, Strand J, Behrens J, Hansen JW, Svendsen JC, Timmermann K, Møller LF, Bach L, Larsen MM, Zrust M, Nielsen MM, Eigaard OR, Nielsen TG (2018). Menneskeskabte påvirkninger af havet – Andre presfaktorer end kvælstof og klimaforandringer. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. DTU Aqua-rapport No. 336-2018.
- /11/ Petersen JK, Brooks ME, Edelvang K, Eigaard OR, Göke C, Hansen FT, Kuhn J, Mohn C, Maar M, Olsen J, Rollan AP, Stæhr PA, Svendsen JC, 2020a. Andre presfaktorer end næringsstoffer og klimaforandringer – effekter af stedspecifikke presfaktorer på det marine kvalitetselement ålegræs. DTU Aqua. DTU Aqua-rapport No.361-2020.
- /12/ Petersen JK, Borum J, Flindt M, Gislason H, Høgslund S, Middelboe AL, Timmermann K, 2020b. Andre presfaktorer end næringsstoffer og klimaforandringer – vurdering af metoder til at kumulere effekter af flere presfaktorer i marine områder. DTU Aqua. DTU Aqua-rapport No. 359-2020.
- /13/ Petersen JK, Behrens J, van Deurs M, Dinesen G, Jaspers C, Møller LF, S. Plet-Hansen K, 2020c. Andre presfaktorer end næringsstoffer og klimaforandringer – vurdering af de invasive arter amerikansk ribbegøle og sortmundet kutling. DTU Aqua. DTU Aqua-rapport No. 365-2020.
- /14/ Petersen JK, Brooks ME, Dinesen GE, Eigaard OR, Maar M, Olsen J, Saurel C, 2020d. Andre presfaktorer end næringsstoffer og klimaforandringer – effekter af fiskeri på de marine kvalitets-elementer bundfauna og fytoplankton. DTU Aqua. DTU Aqua-rapport No. 358-2020.
- /15/ Petersen JK, 2021. Andre presfaktorer end næringsstoffer og klimaforandringer – sammenfatning. DTU Aqua. DTU Aqua-rapport No. 381-2021.

Stæhr PA, Nielsen MM, Göke C, Petersen JK, 2019. Andre presfaktorer end næringsstoffer og klimaforandringer – effekter af sargassotang på den øvrige marine vegetation. DTU Aqua. DTU Aqua-rapport No. 353-2019.