



TILFØRSEL AF VAND OG NÆRINGSSTOFFER TIL THISTED BREDNING

Leverance til Kystvandråd Thisted Bredning

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 375

2026



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

TILFØRSEL AF VAND OG NÆRINGSSTOFFER TIL THISTED BREDNING

Leverance til Kystvandråd Thisted Bredning

Teknisk rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

nr. 375

2026

Emil Muff
Hans Thodsen
Henrik Tornbjerg

Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 375
Kategori:	Rådgivningsrapporter
Titel:	Tilførsel af vand og næringsstoffer til Thisted Bredning
Undertitel:	Leverance til Kystvandråd Thisted Bredning
Forfattere:	Emil Muff, Hans Thodsen, Henrik Tornbjerg
Institution:	Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	https://dce.au.dk
Udgivelsesår:	Marts 2026
Redaktion afsluttet:	16. marts 2026
Faglig kommentering:	Niels Bering Ovesen, Albert Rosenkrantz Conradsen
Kvalitetssikring, DCE:	Signe Jung-Madsen, Iben Boutrup Kongsfelt
Ekstern kommentering:	Thisted kommune, Morsø kommune og Limfjordsrådet har haft mulighed for at kommentere på rapporten før udgivelse. Kommentarerne kan findes her
Finansiell støtte:	Arbejdet er finansieret af Kystvandrådet for Thisted Bredning via Thisted kommune
Bedes citeret:	Muff E, Thodsen H, Tornbjerg H 2026. Tilførsel af vand og næringsstoffer til Thisted Bredning. Leverance til Kystvandråd Thisted Bredning. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 23 s. - Teknisk rapport nr. 375
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Denne rapport indeholder en række oplandsanalyser, der udføres af DCE, Aarhus Universitet for Kystvandråd for Thisted Bredning og den nordvestlige Limfjord. Rapporten omfatter resultaterne af den del af projektet, der beskriver næringsstofbidraget og ferskvandsafstrømningen til Thisted Bredning.
Emneord:	Kystvandråd, Thisted bredning, Næringsstoftilførsel, Vandafstrømning
Foto forside:	Colourbox, Thisted bredning
ISBN:	978-87-7648-042-4
ISSN (elektronisk):	2244-999X
Sideantal:	23

Indhold

Forord	5
Sammenfatning	6
Summary	7
1 Baggrund	8
2 Kort og målegrundlag	9
2.1 Kvælstoftab fra målt opland	10
2.2 Fosfortab fra målt opland	10
3 Vandafstrømning og næringstilførsel	12
3.1 Kvælstof	12
3.2 Fosfor	14
4 Månedlig vandafstrømning og næringsstofftilførsel	16
4.1 Kvælstof	16
4.2 Fosfor	17
5 Kildeopsplittet næringsstofftilførsel	18
5.1 Kvælstof	18
5.2 Fosfor	18
6 Lange måletidsserier	19
6.1 Næringsstoffkoncentrationer	19
7 Referencer	22

Forord

Denne rapport afrapporterer en række oplandsanalyser, der udføres af DCE, Aarhus Universitet for Kystvandråd for Thisted Bredning og den nordvestlige Limfjord. Dette er delprojekt 3 "opgørelse af næringsstofbidraget og ferskvandafstrømning til Thisted Bredning". De to andre delprojekter "Delprojekt 1. Analyse af mulighederne for og beregning af reduktion i den diffuse fosfortilførsel til Thisted Bredning" og "Delprojekt 2. Analyse af tidsforsinkelser i oplandet" rapporteres separat.

Rapporten omfatter en beskrivelse af næringsstofbidraget og ferskvandafstrømningen til Thisted Bredning.

Kystvandrådet (ved Thisted kommune, Morsø kommune og Limfjordsrådet) har haft mulighed for at kommentere på rapporten og har fremsendt enkelte kommentarer. Der har været afholdt et afklarende møde med Thisted kommune, Morsø Kommune og Limfjordsrådet.

Sammenfatning

Denne rapport beskriver vandafstrømning samt tilførsel og kilder til kvælstof (N) og fosfor (P) fra oplandet til Thisted Bredning. Analysen er baseret på data fra fem vandløbsmålestationer samt beregnede tilførsler for både målte og umålte dele af oplandet.

Oplandet til Thisted Bredning udgør ca. 552 km², hvoraf ca. 31 % er direkte målt via vandløbsstationer. Dette er lavere end landsgennemsnittet på omkring 60 %. Usikkerheden i opgørelsen af vand- og næringsstoftilførslen vurderes at være størst i den centrale del af oplandet, hvor der ikke findes målestationer. Analyser viser, at særligt det arealspecifikke kvælstoftab varierer betydeligt mellem oplandene.

Tidsserier for perioden 1990–2023 viser betydelige årlige variationer i vandafstrømningen til Thisted Bredning samt en stigende udvikling gennem perioden. For hele Limfjordens opland er vandafstrømningen beregnet til at være steget med ca. 28 % fra 1990 til 2024.

Kvælstoftilførslen varierer mellem årene og følger i høj grad variationen i vandafstrømningen. Samlet set ses en nedadgående udvikling i kvælstoftilførslen siden 1990, primært som følge af faldende kvælstofkoncentrationer i vandløbene, mens reduktionen har været mindre markant efter årtusindskiftet. Uorganisk kvælstof udgør hovedparten af kvælstoftransporten. I perioden 2020, 2021 og 2023 udgjorde uorganisk kvælstof i gennemsnit ca. 85 % af den samlede kvælstoftransport ved målestationerne, hvor nitrat udgør langt størstedelen. Andelen af uorganisk kvælstof varierer mellem oplande fra ca. 29 % til 94 % af den totale kvælstoftransport. For fosfor ses betydelige år-til-år variationer, som i høj grad følger variationen i vandafstrømningen. Den vandføringsvægtede fosforkoncentration var højest i begyndelsen af tidsserien og er siden faldet moderat. Omkring 50 % af den samlede fosfortransport forekommer som orthofosfat, med andele mellem ca. 42 % og 62 % mellem oplandene.

Den månedlige fordeling af vand og næringsstoffer viser en tydelig sæsonvariation med højest tilførsel i efterårs- og vintermånederne og lavest i forårs- og sommerperioden. Punktkildernes bidrag til kvælstofkoncentrationen er begrænset, mens de har større betydning for fosfor, især i sommermånederne. Kildeopdelingen for perioden 2020–2023 viser, at diffuse kilder dominerer tilførslen. For kvælstof udgør diffuse kilder omkring 97 % af den samlede tilførsel. Renseanlæg er den største punktkilde med omkring 2,4 % af den samlede kvælstofudledning. For fosfor udgør diffuse kilder omkring 90 % af tilførslen, mens renseanlæg bidrager med cirka 6,6 %.

Længere måleserier fra vandløbsstationen ved Stor Å viser, at kvælstofkoncentrationerne steg frem mod midten af 2000'erne og toppede omkring 2004–2007. Den relativt sene reduktion i kvælstoftransporten kan skyldes lange transporttider i grundvandet i dette opland. For fosfor ses ikke en tydelig langsigtet trend i koncentrationerne, men niveauet ser generelt ud til at have været lidt højere før 1990.

Summary

This report describes freshwater discharge as well as the inputs and sources of nitrogen (N) and phosphorus (P) from the catchment area to Thisted Bredning. The analysis is based on data from five stream monitoring stations and calculated inputs for both monitored and unmonitored parts of the catchment.

The catchment area to Thisted Bredning covers approximately 552 km², of which about 31% is directly monitored through stream monitoring stations. This is lower than the national average of around 60%. The uncertainty in the estimates of water and nutrient inputs is greatest in the central part of the catchment, where no monitoring stations are located. Analyses show that the area-specific nitrogen loss varies considerably between sub-catchments.

Time series for the period 1990–2023 show considerable interannual variation in freshwater discharge to Thisted Bredning as well as an increasing trend over the period. For the entire Limfjorden catchment, freshwater discharge is estimated to have increased by approximately 28% from 1990 to 2024.

Nitrogen inputs vary between years and largely follow the variation in freshwater discharge. Overall, a decreasing trend in nitrogen inputs has been observed since 1990, primarily because of declining nitrogen concentrations in streams, while the reduction has been less pronounced after the turn of the millennium. Inorganic nitrogen constitutes most of the nitrogen transport. In the years 2020, 2021 and 2023, inorganic nitrogen accounted for an average of approximately 85% of the total nitrogen transport at the monitoring stations, with nitrate constituting the largest fraction. The share of inorganic nitrogen varies between sub-catchments from approximately 29% to 94% of the total nitrogen transport. For phosphorus, considerable year-to-year variation is also observed and follows the variation in freshwater discharge. The flow-weighted phosphorus concentration was highest at the beginning of the time series and has since declined moderately. Around 50% of the total phosphorus transport occurs as orthophosphate, which ranges between approximately 42% and 62% across the sub-catchments.

The monthly distribution of freshwater discharge and nutrients shows a clear seasonal pattern, with the highest input occurring during autumn and winter and the lowest during spring and summer. Point sources contribute only marginally to nitrogen concentrations but have greater importance for phosphorus, particularly during the summer months.

Diffuse sources dominate the inputs. For nitrogen, diffuse sources account for approximately 97% of the total input. Wastewater treatment plants represent the largest point source, contributing around 2.4% of the total nitrogen discharge. For phosphorus, diffuse sources account for approximately 90% of the inputs, while wastewater treatment plants contribute about 6.6%.

Longer monitoring records from the stream station at Stor Å show that nitrogen concentrations increased towards the mid-2000s and peaked around 2004–2007. The relatively late reduction in nitrogen transport may be related to long transport times in groundwater within this catchment. For phosphorus, no clear long-term trend in concentrations is observed, although levels appear to have been somewhat higher before 1990.

1 Baggrund

I forbindelse med arbejdet under kystvandrådet for Thisted Bredning og den nordvestlige del af Limfjorden er DCE ved Institut for Ecoscience, Aarhus Universitet blevet indbudt til at udføre en række oplandsanalyser. Projektet er opdelt i tre delprojekter, delprojekt 1 vurderer muligheder for reduktion i fosforbelastning af Bredningen baseret på en detaljeret kortlægning af fosfortab via forskellige transportveje kombineret med en række virkemidler. Delprojekt 2 omfatter en analyse af tidsforsinkelsen mellem kvælstofudvaskning fra rod-zonen og kvælstofudledning til fjorden. Delprojekt 3 omfatter en analyse af næringsstofbidraget og ferskvandsafstrømningen til Thisted Bredning. Nærværende er rapport beskriver resultaterne af delprojekt 3.

De fleste data anvendt til rapporten stammer fra NOVANA-rapporten "Stoftransport 2023" som bl.a. opgør vand- og næringsstoftransporten til havet for perioden 1990 til 2023, på fjerdeordens kystoplande og på månedstidsskridt (Thodsen m.fl. 2024). Kapitel 4.3 indeholder også data for 2024 fra målte oplande indhentet fra <https://odaforalle.au.dk/>.

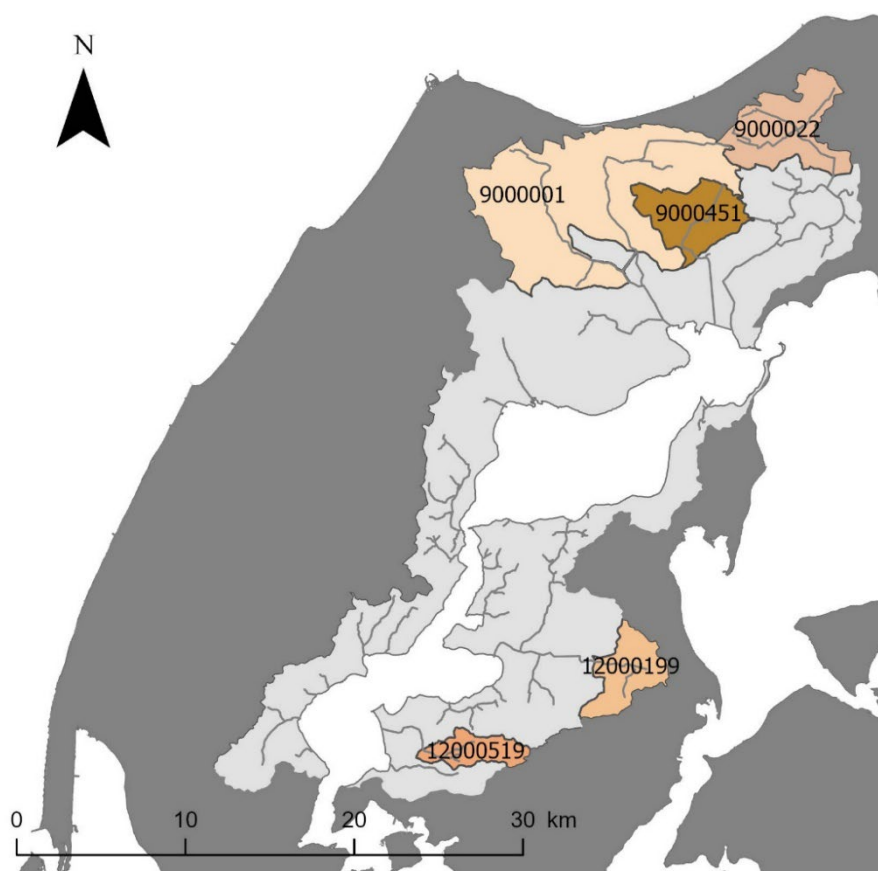
Denne rapport leveres til Kystvandrådet for Thisted Bredning ved Thisted Kommune.

2 Kort og målegrundlag

På kortet Figur 2.1, er oplandet til de målestationer, der er brugt til at beregne stoftransporter til Thisted Bredning markeret med farver. De lysegrå markerede områder viser det umålte opland med direkte kontakt til fjorden. Thisted Bredning har et oplandsareal på omkring 552 km² hvor af omkring 169 km² er placeret opstrøms for en målestation, svarende til omkring 31 %. 31 % målt opland er en forholdsvis lav andel. Andelen for hele landet er ca. 60 % (Thodsen m.fl. 2024). Målestationerne er, som det ses af Figur 2.1, placeret primært i den nordlige del af oplandet samt i to mindre oplande på Mors. Oplandet til Thisted Bredning består af tre 4.ordens kystoplande. Usikkerheden på opgørelsen af vand- og nærringstilførslen er større fra umålt end fra målt opland. Således er usikkerheden sandsynligvis størst for den centrale del hvor der ikke er nogen målestationer og mindst for den nordlige del der har den største andel af målt opland.

I Thodsen m.fl. (2024) er der anvendt beregnede stoftransporter fra fem målestationer (Figur 2.1). For disse målestationer er der beregnet månedlige stoftransporter, som kan tilgås i ODA-databasen (<https://odaforalle.au.dk/>). Ikke alle stationer har fuld måletidsserie fra 1990. Referencer til metoder for opgørelser i umålte oplande og for perioder uden målinger på målestationer (huldudfyldning) kan findes i Thodsen m.fl. (2024).

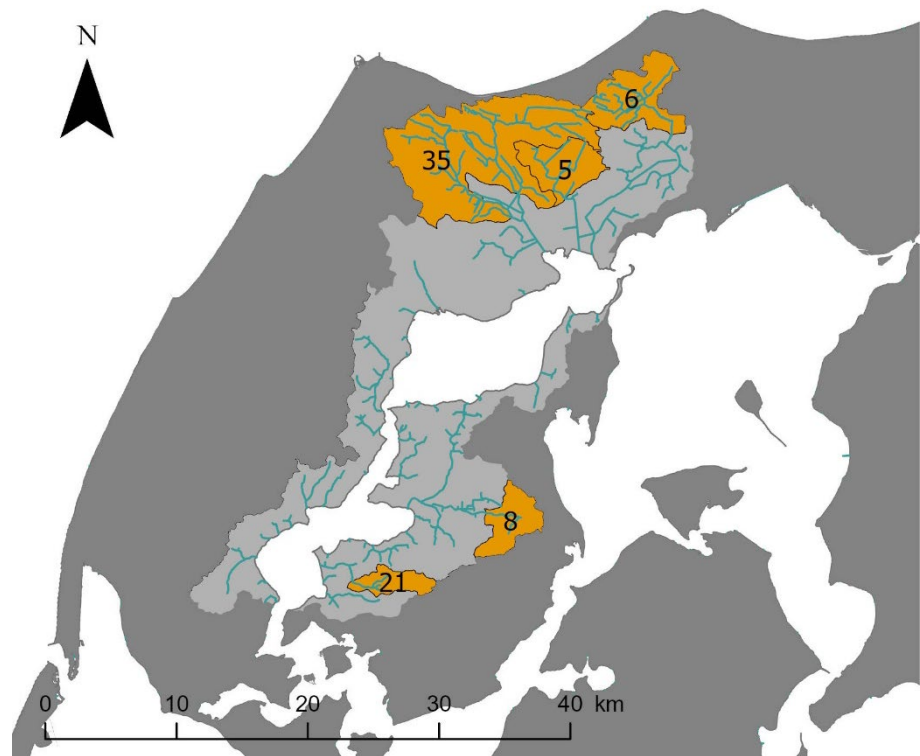
Figur 2.1. Oplande til fem målestationer i oplandet til Thisted Bredning. Farvede områder angiver målte oplande tallene er måle-stationsnumre som angivet i odaforalle.au.dk lysegrå områder angiver umålte oplande.



2.1 Kvælstof tab fra målt opland

For de mest kystnære målestationer i oplandet til Thisted bredning er der beregnet et arealspecifikt total-kvælstof tab (inkl. Punktkilder) i kgN/ha (kg kvælstof pr. hektar opland) (Figur 2.2), på baggrund af månedlige stoftransporter beregnet i ODA databasen. Det arealspecifikke kvælstof tab er beregnet som en årsmiddel af de år i perioden 2020-2024, hvor der er målt på den pågældende målestation. Det arealspecifikke kvælstof tab ses at variere meget imellem oplandene.

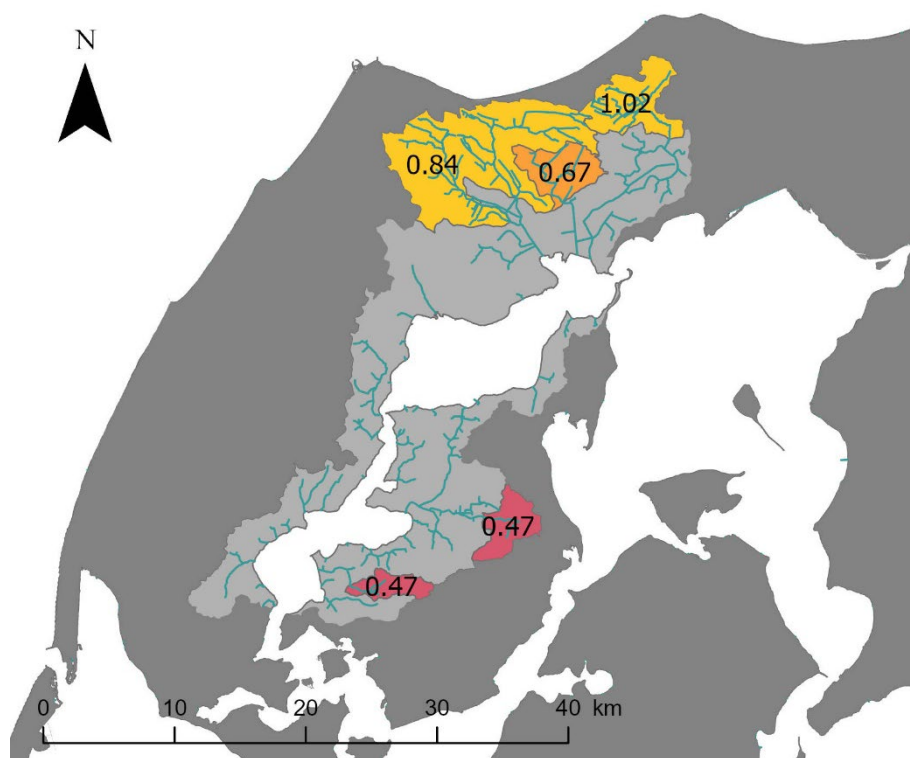
Figur 2.2. Middelårligt arealspecifikt total kvælstof tab (kg N/ha) fra målestationer længst nedstrøms i oplandet for perioden 2020-2024



2.2 Fosfortab fra målt opland

For de mest kystnære målestationer i oplandet til Thisted Bredning er der beregnet et arealspecifikt total fosfortab (inkl. Punktkilder) i kg P/ha (kg fosfor pr. hektar opland) (Figur 2.3). Det arealspecifikke fosfortab er beregnet som en årsmiddel af de år i perioden 2020-2024, hvor der er målt på den pågældende målestation.

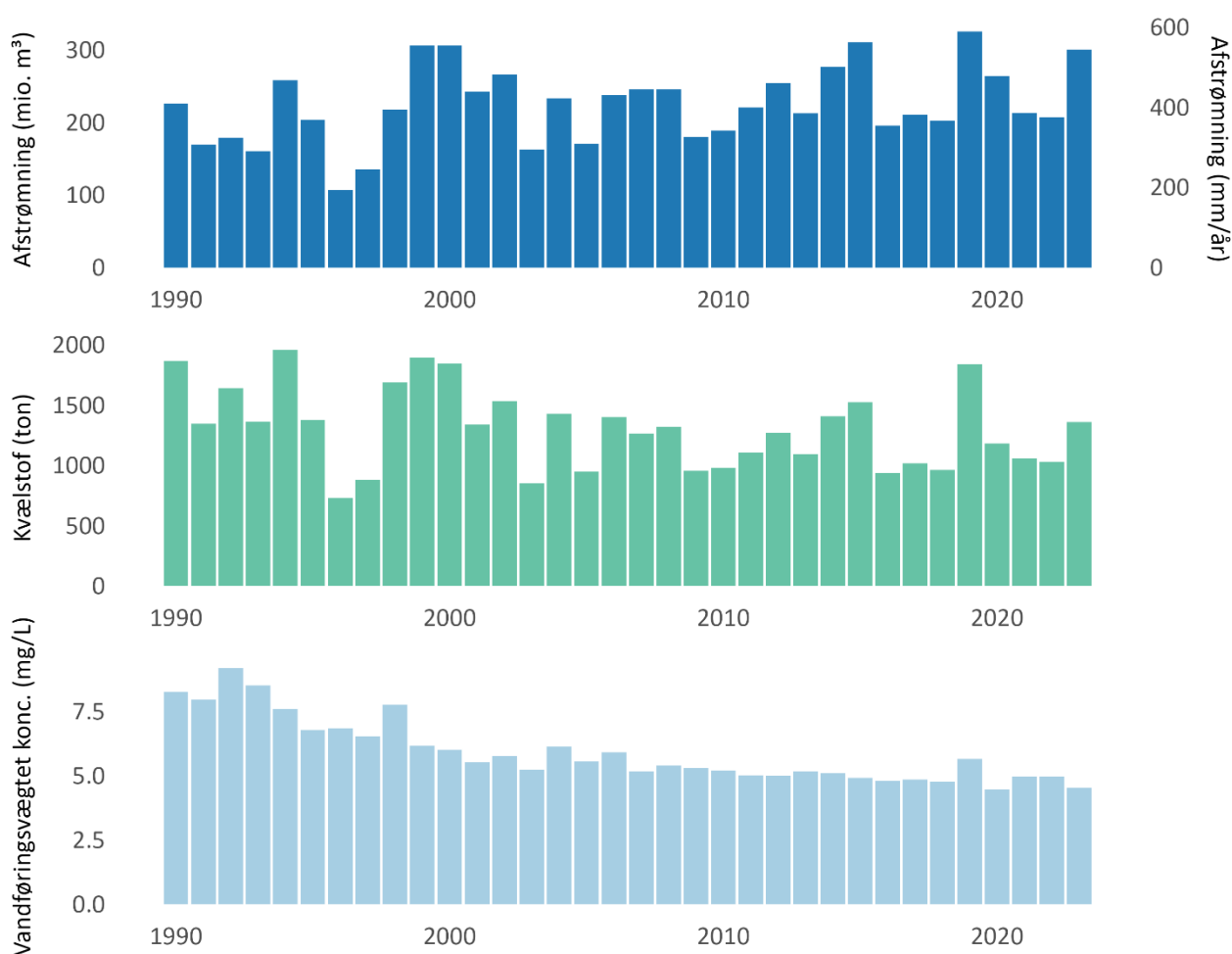
Figur 2.3. Middelårligt areal-specifikt totalt fosfortab (kg P/ha) fra målestationer længst nedstrøms i oplandet for perioden 2020-2024.



3 Vandafstrømning og næringstilførsel

Her præsenteres tidsseriedata for vandafstrømning (mio. m³), mængder af hhv. kvælstof og fosfor (ton), der transporteres til Thisted bredning, samt den vandføringsvægtede koncentration (mg/L) af kvælstof og fosfor. Den vandføringsvægtede koncentration refererer her til koncentrationer, hvor den transporterede mængde af det pågældende næringsstof divideres med den samtidige vandføring (Vandmængde). Der gives herved et billede af den effektive gennemsnitskoncentration af næringsstoffer, der eksporteres fra oplandet. For hhv. kvælstof (Figur 3.1) og fosfor (Figur 3.2) fremvises tidsseriedata for perioden 1990-2023 indenfor det samlede opland (både målt og umålt opland) til Thisted Bredning.

3.1 Kvælstof



Figur 3.1. Årlig vandafstrømning (mio. m³, mm/år), kvælstoftilførsel (ton) og vandføringsvægtet kvælstofkoncentration (mg/L) i perioden 1990-2023.

Der observeres en årsvariation i vandafstrømningen, hvor nogle år har betydelig variation med lav afstrømning (fx 1996) og andre høj (fx 2019) med tilsyneladende forøget gennemsnitlig afstrømning igennem perioden. For hele Limfjordens opland er der i Thodsen et al. (2025) beregnet en forøgelse af vandstrømningen imellem 1990 og 2024 på 28 %. For kvælstoftilførslen ses også tydelige variationer årene imellem og denne følger i høj grad variationen i afstrømningen – dog med en nedadgående udvikling gennem hele tidsserien

men et lavere fald i årene efter årtusindskiftet. For hele Limfjordens opland er faldet beregnet til 42 % imellem 1990 og 2024 (Thodsen et al., 2025). Dette skyldes udviklingen i den vandføringsvægtede koncentration, hvor de første år i tidsserien har de højeste værdier, hvorefter disse aftager igennem perioden (Figur 3.2).

3.1.1 Andel uorganisk kvælstof

Da der ikke kan reduceres væsentligt i den organiskbundne del af kvælstoftilførslen, er det relevant at beregne andelen af uorganisk kvælstof, hvoraf nitrat NO_3 udgør langt den største andel. I Tabel 3.1 ses gennemsnitlig vandføringsvægtet koncentration af total kvælstof og uorganisk kvælstof samt andel af uorganisk kvælstof for det samlede målte opland (ikke inkluderende det umålte opland) til Thisted Bredning.

Indsatsbehovet for kystområderne er fastsat på baggrund af totale kvælstofmængder, der består af både organisk- og uorganisk bundne kvælstof. Da mængden af det organiske bundne kvælstof ikke umiddelbart kan reduceres i oplandet, må indsatsen rettes imod tabet af uorganisk kvælstof, primært nitrat. Det er testet af Larsen et al. (2021) at der ikke er en trend i koncentrationen af den organiske bundne del af total kvælstoftransporten i perioden 1990 – 2021, mens der er en tydelig trend i total-kvælstoftransporten og nitrattransporten (vandføringsvægtede koncentrationer) (Thodsen et al., 2025).

Opgørelsen er for perioden 2020, 2021 og 2023 (år hvor der for alle fem målestationer kan beregnes transporter) og opgjort som gennemsnit opdelt på årstider og helår. Nitrit-Nitrat-N udgør ca. 96 % af den uorganiske kvælstofkoncentration (Nitrit-Nitrat + Ammonium-Ammoniak).

Tabel 3.1. Gennemsnitskoncentrationer (mg/l) af total-kvælstof (TN) og ikke organisk-bundet kvælstof (uorg. N) samt %-andel som uorg. N udgør af TN, dels for hele perioden 2020, 2021 og 2023 og dels for hver årstid. DJF = december, januar, februar; MAM = marts, april, maj; JJA = juni, juli august; SON = september, oktober, november.

	TN (mg/L)	Uorg. N (mg/L)	Andel uorg. N (%)
DJF	4.3	3.5	83
MAM	4.4	3.9	88
JJA	4.7	4.2	90
SON	4.3	3.6	83
År	4.4	3.7	85

Det ses at omkring 85 % af kvælstoftransporten på de fem målestationer sker som uorganisk kvælstof. Procenten er lidt højere i sommerperioden (JJA = 90 %) end i vinterperioden (DJF = 83 %). Andelen af uorganisk kvælstof er meget forskellig imellem de målte oplande og spænder over intervallet 29 til 94 % af total kvælstoftransporten (Tabel 3.2).

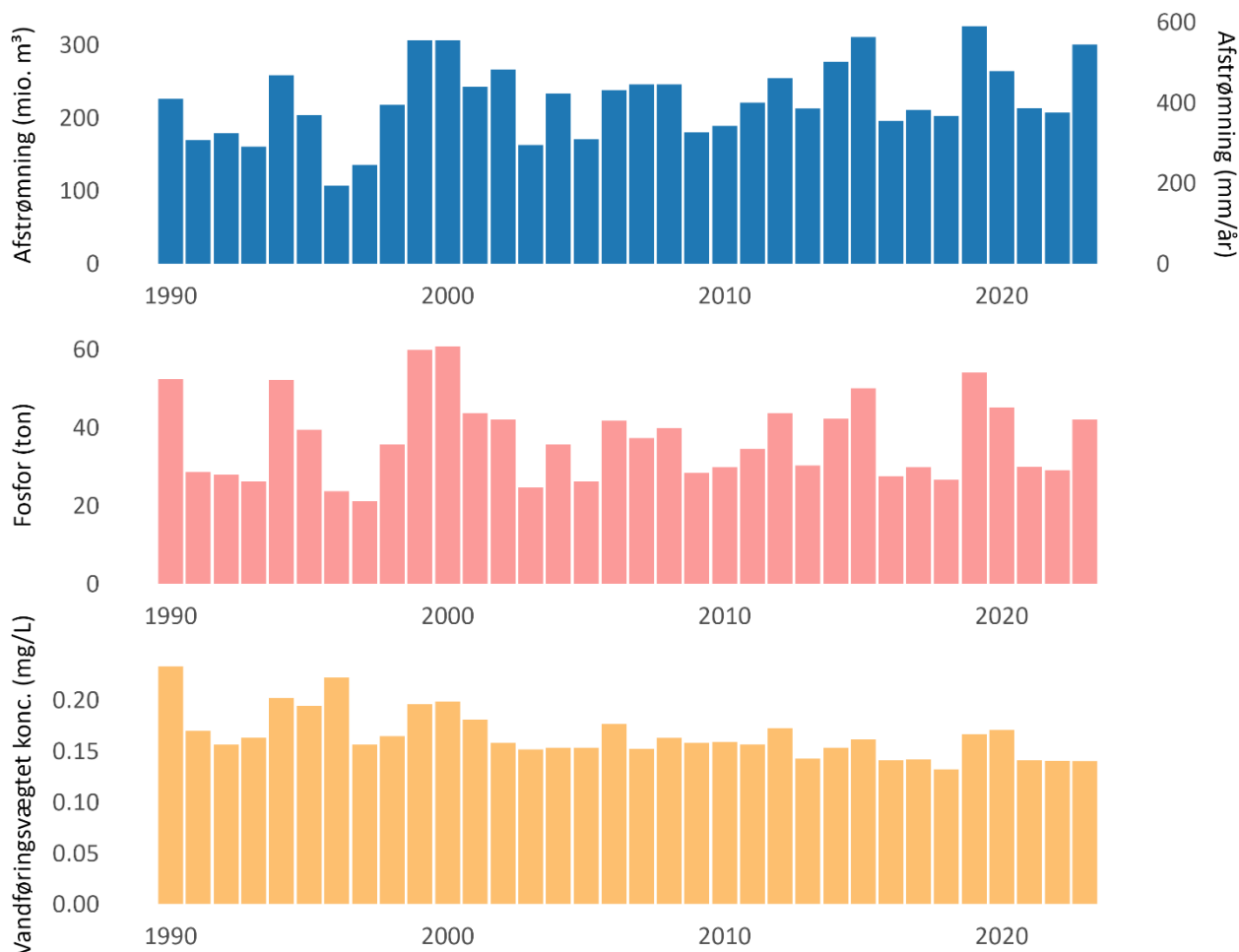
Tabel 3.2. Andel uorganisk kvælstof af total kvælstoftransporten for fem målestationer i oplandet til Thisted Bredning for årene 2020, 2021, 2023.

ODA stations nummer	Andel uorganisk kvælstof (%)
9000022	29
9000370*	90
9000451	43
12000199	85
12000519	94

*Sammensat af station 9000001 og 9000370, beliggende meget tæt på hinanden.

For placering af stationer se Figur 2. For sammenligning til 40 andre målestationer se Thodsen et.al., (2021).

3.2 Fosfor



Figur 3.2. Årlig vandafstrømning (mio. m³, mm/år), fosfortilførsel (ton) og vandføringsvægtet fosforkoncentration (mg/L) i perioden 1990-2023.

For fosfortilførsel ses stor variation, årene imellem, en variation der i høj grad følger variationen i vandafstrømningen. Den vandføringsvægtede koncentration har sin maksimale koncentration i 1990 efterfulgt af et moderat fald i koncentrationen over tidsseriens forløb (Figur 3.2).

3.2.1 Andel orthofosfat

Det er relevant at betragte andelen af orthofosfat af den totale fosfortilførsel da orthofosfat er direkte omsætteligt i primærproduktionen og herved indikerer risiko for eutrofiering i kystområdet. I Tabel 3.3 ses den gennemsnitlige vandføringsvægtede koncentration af total fosfor og orthofosfat, samt andelen af den totale fosfor udgjort af orthofosfat for det samlede målte opland (samlet opland til vandløbsmålestationerne) til Thisted Bredning for årene 2020, 2021 og 2023 (år hvor der for alle fem målestationer kan beregnes transporter) og opdelt på årstider i samme periode.

Tabel 3.3. Gennemsnitskoncentrationer (mg/l) af total-fosfor (TP) og ikke organiskbundet fosfor (Orto-P) samt %-andel som uorg. P udgør af TP, dels for hele årene 2020, 2021 og 2023 og dels for hver årstid. DJF = december, januar, februar; MAM = marts, april, maj; JJA = juni, juli august; SON = september, oktober, november.

	TP (mg/L)	Orto-P (mg/L)	Andel uorg. P (%)
DJF	0.17	0.090	52
MAM	0.12	0.056	46
JJA	0.067	0.033	49
SON	0.16	0.085	52
År	0,14	0,072	50

Det ses af Tabel 3.3 at omkring halvdelen af den totale fosfortransport på de fem målestationer sker som Orto-P årsvariationen i andelen er lav. De fem målestationer har Orto-P andele imellem 42 % og 62 % (Tabel 3.4).

Tabel 3.4. Andel orto-fosfat af total fosfortransporten for fem målestationer i oplandet til Thisted Bredning for årene 2020, 2021, 2023.

ODA stations nummer	Andel Orto-P (%)
9000022	53
9000370*	48
9000451	55
12000199	42
12000519	62

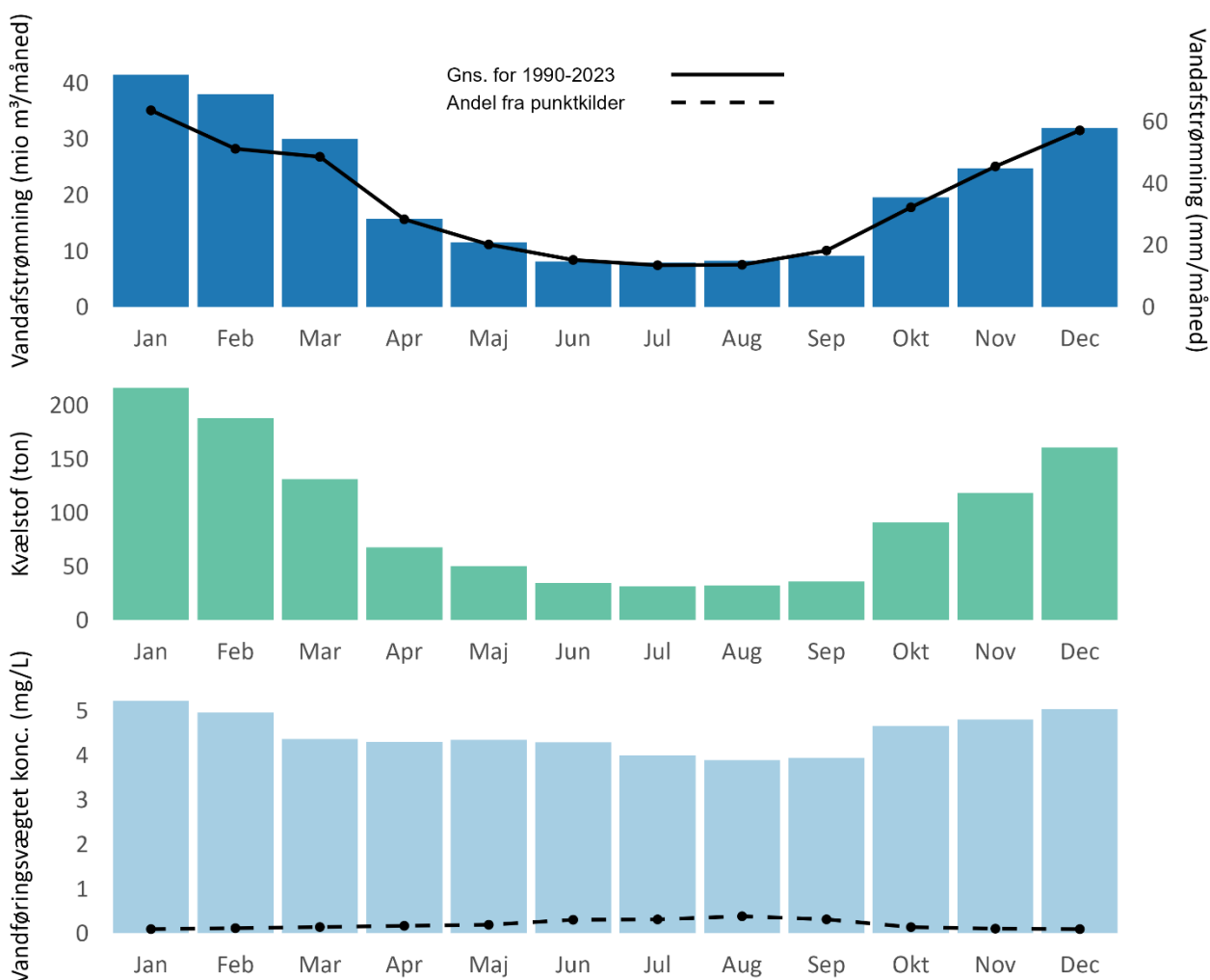
*Sammensat af station 9000001 og 9000370, beliggende meget tæt på hinanden.

For sammenligning til andre stationer se Thodsen et.al., (2021). For placering af stationer se Figur 2.1.

4 Månedlig vandafstrømning og næringsstofforførsel

Månedsfordelingen af vand- og næringsstofforførslen til Thisted Bredning kan have betydning for fjordens tilstand (DHI, 2024). Derfor er middel-månedstilførslerne og middelmånedsvandføringsvægtede-koncentrationer præsenteret i dette kapitel for hhv. kvælstof (Figur 4.1) og fosfor (Figur 4.2). Den fireårige periode 2020-2023 er anvendt, for at give den mest nutidige månedsfordeling. Beregningerne er baseret på NOVANA-opgørelsen for 1990-2023 (Thodsen m.fl. 2024), for hele oplandet altså både den målt og den umålte del af oplandet. Det månedlige gennemsnit af vandafstrømningen for perioden 1990-2023 vises også til sammenligning. Desuden vises koncentrationen punktkilde bidraget af de vandføringsvægtede koncentrationer, der stammer fra oplandets relevante punktkilder (regnbetingede udløb, renseanlæg, industri, havbrug og dambrug) (opløst i den total vandmængde).

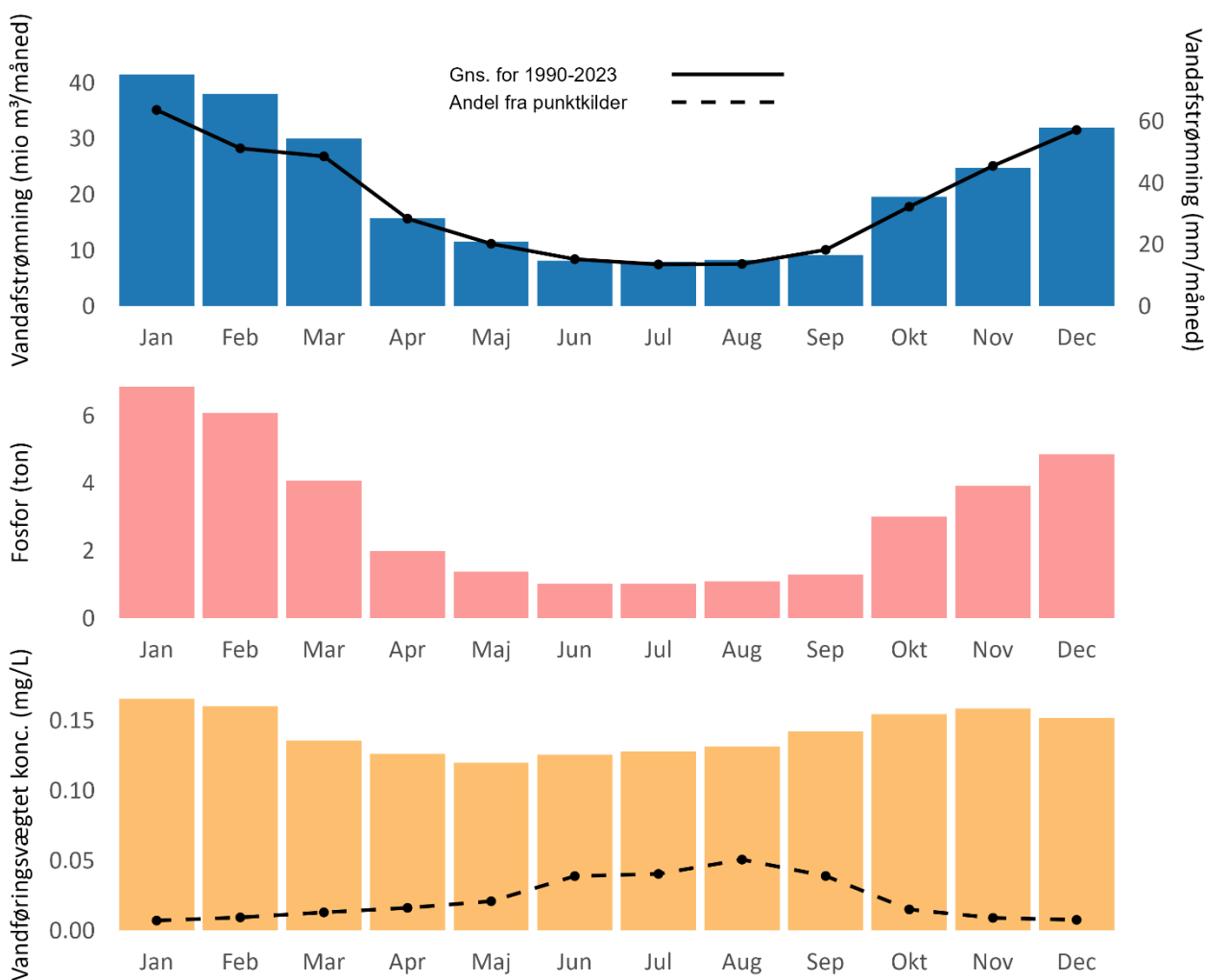
4.1 Kvælstof



Figur 4.1. Gennemsnitlig vandafstrømning (mio. m³, mm/år), gennemsnitlig mængde (ton) og vandføringsvægtet koncentration (mg/L) af kvælstof pr. måned i perioden 2020-2023. Den fuldt optrukne linje viser den gennemsnitlige måneds vandafstrømning i perioden 1990-2023. Den stiplede linje viser den vandføringsvægtede koncentration, der stammer fra punktkilder.

Den gennemsnitlige vandafstrømning fra oplandet i perioden 2020-2023 er høj i efterår-vinter halvåret og en lav i forår-sommer halvåret (Figur 4.1 blå søjler). Samme tendens ses for den gennemsnitlige vandafstrømning i perioden 1990-2023 (Figur 4.1 sort linje) dog med lavere afstrømning i januar, februar og marts. Den gennemsnitlige vandafstrømning er herved lidt højere for perioden 2020-2023 end for perioden 1990-2023. Kvælstofmængden følger samme tendens som vandafstrømningen, dog med lidt større relativt fald i sommerhalvåret, hvilket resulterer i et dyk i den vandføringsvægtede koncentration for sommerperioden. Punktkilderne har en meget begrænset indflydelse på den vandføringsvægtede koncentration - punktkildernes andel er højest i sommermånederne og det tidlige efterår (Figur 4.1).

4.2 Fosfor



Figur 4.2. Gennemsnitlig vandafstrømning (mio. m³, mm/år), gennemsnitlig mængde (ton) og vandføringsvægtet koncentration (mg/L) af fosfor pr. måned i perioden 2020-2023. Den fuldt optrukne linje viser den gennemsnitlige måneds vandafstrømning i perioden 1990-2023. Den stiplede linje viser andelen af den vandføringsvægtede koncentration, der stammer fra punktkilder.

Ligesom for kvælstof (Figur 4.1) ses for fosfor en lav tilførsel i forårs- og sommerhalvåret og en højere tilførsel i efterår og vinterhalvåret. Den vandføringsvægtede fosfortilførsel er ligeledes lidt lavere i sommerhalvåret. I modsætning til kvælstof er punktkildernes betydning for den månedlige vandføringsvægtede koncentration af fosfor højere året igennem og ganske betydningsfuld fra juni til september (Figur 4.2).

5 Kildeopsplittet næringsstofftilførsel

I dette kapitel præsenteres de kildeopdelte gennemsnitlige årlige mængder af hhv. kvælstof (Tabel 5.1) og fosfor (Tabel 5.2) over perioden 2020-2023 for Thisted Brednings samlede opland og tilførsler direkte til fjorden. Lysegrå felter i tabellerne angiver punktkilder. Punktkilder defineres som udledninger af næringsstoffer til miljøet fra eget udløb til vandløb, søer eller havet. En industriel punktkilde er en virksomhed eller et anlæg, der har en særskilt udledning af processpildevand og/eller industrielt overfladevand direkte til oplandets vandmiljø. Regnbetingede udløb (RBU), dvs. punktvis udledninger fra befæstede arealer tilsluttet kloaknettet. RBU udgøres både af separatkloakerede overløb og overløb fra fælleskloakerede områder. Rensningsanlæg modtager og renser spildevand fra husholdninger og visse industrier, med henblik på at reducere udledningen af næringsstoffer. Det behandlede vand føres herefter til vandmiljøet. Dambrug (her ferskvand) betragtes som en punktkilde, fordi det har et diskret, afgrænset udledningspunkt (Frank-Gopolos, m.fl. 2024). Havbrug er udledninger ifm. saltvandopdræt af fisk. Mørkegrå felter angiver diffuse kilder. En diffus kilde er en spredt, ikke-afgrænset kilde, hvor udledning af næringsstoffer til vandmiljøet ikke kan måles i et enkelt punkt. Dette omfatter typisk landbrugsarealer, skov, og naturarealer men også udledninger fra spredt bebyggelse.

5.1 Kvælstof

Tabel 5.1. Gennemsnitlig årlige kvælstoftilførsel i kg, procenter af totaltilførslen () og kildetyper for perioden 2020-2023 udledt til Thisted Bredning fra det samlede opland. Kolonner med punktkilder er angivet med lysegrå og diffuse kilder med mørkegrå. RBU = Regnbetingede udløb

	Total	RBU	Renseanlæg	Dambrug	Havbrug	Diffus
Tilførsel,	1.150.000	7400	27.100	300	760	1.120.000
Kg/år		(0,6 %)	(2,4 %)	(~0 %)	(0,1)	(97 %)

Det diffuse bidrag af kvælstof til Thisted Bredning er det absolut største (ca. 97 %), hvorimod punktkilderne udleder mere begrænsede mængder. Renseanlæg står for ca. 2,4 % af den samlede kvælstofudledning til Thisted Bredning og er dermed den punktkilde, der bidrager mest til den totale kvælstofudledning (Tabel 5.1).

Den samlede kvælstoftilførsel præsenteret i Tabel 5.1 er ikke den samme som statusbelastningen. De to tal tager udgangspunkt i forskellige tidsperioder og er beregnet med forskellige metoder og kan derfor ikke forventes at være ens.

5.2 Fosfor

Tabel 5.2. Gennemsnitlig årlige fosfortilførsel i kg, procenter af totaltilførslen () og kildetyper for perioden 2020-2023 udledt til Thisted Bredning fra det samlede opland. Kolonner med punktkilder er angivet med lysegrå og diffuse kilder med mørkegrå. RBU = Regnbetingede udløb

	Total	RBU	Renseanlæg	Dambrug	Havbrug	Diffus
Tilførsel,	36.500	1140	2360	23	140	32.800
Kg/år		(3,2 %)	(6,6 %)	(0,1 %)	(0,4 %)	(90 %)

Det diffuse bidrag af fosfor udgør ca. 90 % og dermed størstedelen, af den totale fosformængde. Den punktkilde der bidrager mest til fosfortilførslen, er renseanlæg, der udgør ca. 6,6 % af den totale mængde (Tabel 5.2).

6 Lange måletidsserier

6.1 Næringsstofkoncentrationer

Der er i ODA databasen (<https://odaforalle.au.dk/>) gemt en del næringsstofkoncentrationsmålinger fra vandløb fra perioden før 1989, hvor den nationale overvågning begyndte. Der er fundet data fra de 5 målestationer, der indgår i Figur 2.1. Der er for vandløbsmålestationen #9000001 (Stor å) total kvælstof (TN)- og total fosfor (TP) koncentrationer tilbage til 1984 og nitrat koncentrationer fra 1985 (Tabel 6.1.). For perioden efter 2021 er stationen flyttet lidt nedstrøms og har nummeret 9000370, de to stationer er slået sammen i dette arbejde under #9000001, lige som de betragtes som en station i NOVANA opgørelserne. De fire øvrige stationer har måledata fra perioden 2017 og frem. Kun 9000022 har enkelte øvrige år. Der findes ikke næringsstofkoncentrationer i ODA databasen før 1984 fra andre stationer i oplandet til Thisted bredning. Der findes lidt tidligere data fra enkelte andre målestationer i Thy.

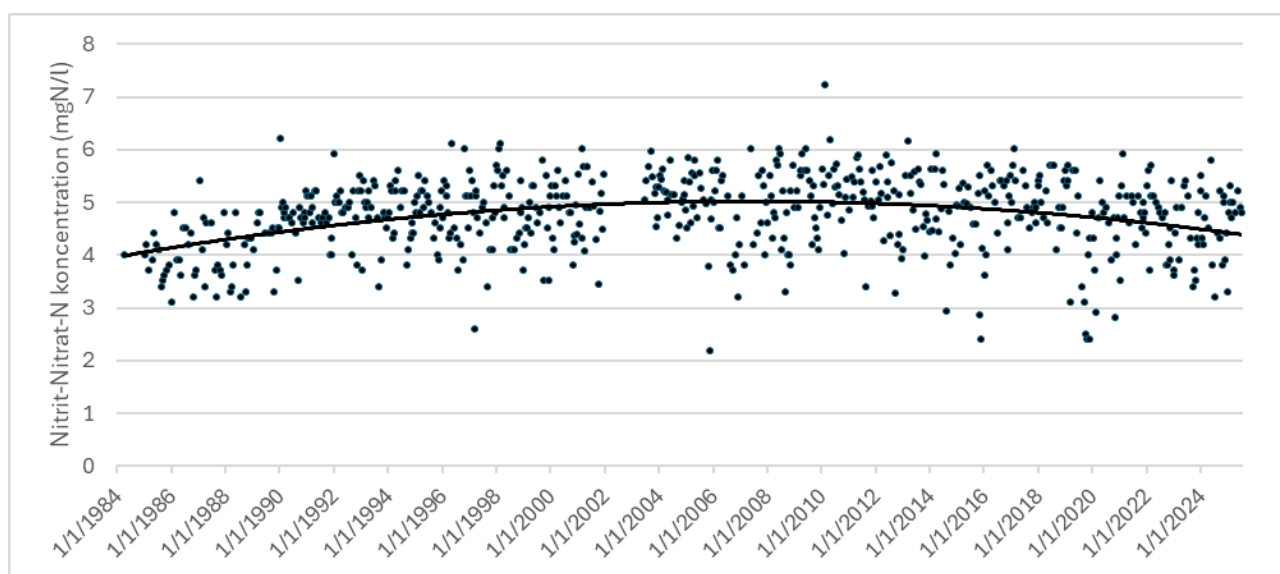
Tabel 6.1. Årligt antal analyser af total kvælstof (TN), nitrit-nitrat (NO3) og total fosfor (TP) for fem vandløbsmålestationer i oplandet til Thisted bredning, angivet ved ODA# (<https://odaforalle.au.dk/>). For perioden efter 2021 er stationen 9000001 flytte lidt nedstrøms og har nummeret 9000370, de to stationer er slået sammen i dette arbejde. Stationsår med mindst 10 analyser er fremhævet med gråt. Data er hentet i ODA databasen i efteråret 2025.

	9000001			9000022			9000451			12000199			12000519		
	TN	NO3	TP	TN	NO3	TP	TN	NO3	TP	TN	NO3	TP	TN	NO3	TP
1984	12	1	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1985	12	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1986	12	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1987	12	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1988	12	12	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1989	11	11	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1990	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1991	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1992	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1993	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1994	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1995	18	18	18	17	17	17	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1996	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1997	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1998	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1999	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2000	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2001	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2002	18	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2003	18	10	18	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	18	18	18	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	18	18	18	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2006	15	15	15	7	7	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	12	12	12	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	20	20	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	18	18	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	16	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	16	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2012	16	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	15	15	14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

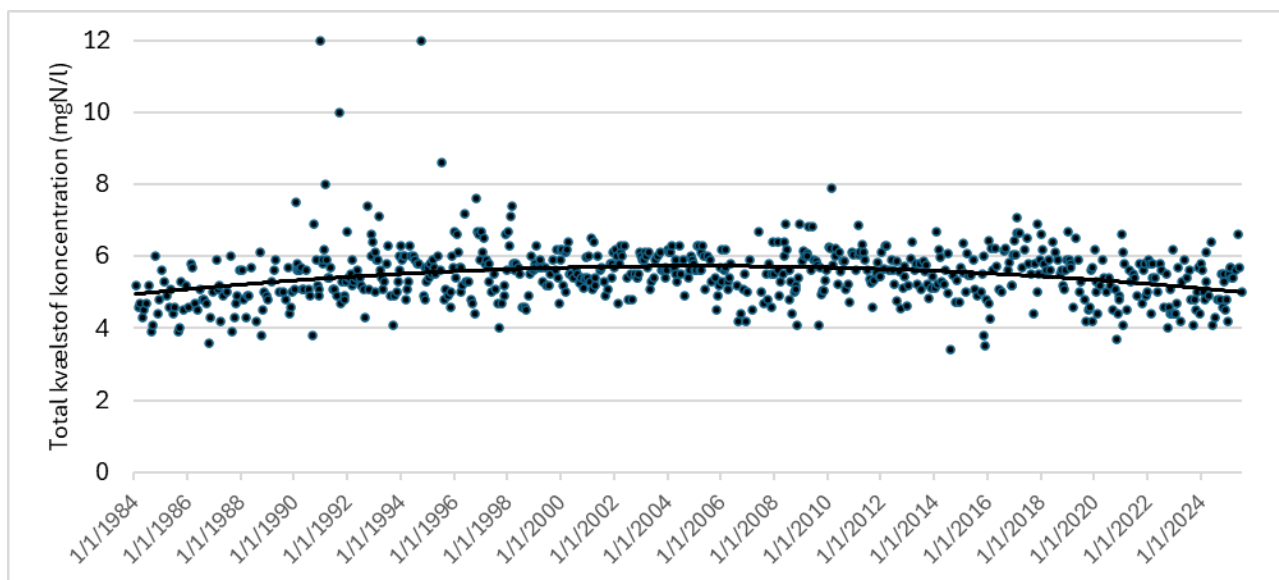
2014	15	15	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2015	16	16	16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2016	16	16	16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2017	16	16	16	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
2018	16	16	16	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
2019	16	16	16	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
2020	16	16	16	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
2021	16	16	16	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
2022	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
2023	16	16	16	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
2024	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18	18
2025	10	10	10	14	14	14	10	10	10	11	11	11	11	11	11

6.1.1 Kvælstof

Tidsseriegrafer af næringsstofkoncentrationerne kan give et billede af udviklingen i næringsstofftilførslerne. For vandløbsmålestationen på Stor å, nord for Thisted ses for de første ca. 20 år en opadgående udvikling i nitrit-nitratkoncentrationen (Figur 6.1) og total-kvælstofkoncentrationen (Figur 6.2). Nitratkoncentrationen er beregnet til at toppe omkring 2007 og TN-koncentrationen i 2004. Disse tal er ikke præcise og skal ses som en indikation af at toppunktet ligger i perioden omkring 2004 til 2007 og ikke nødvendigvis imellem de to tidspunkter. Kvælstoftransporten er således for dette opland ikke faldet meget mindre end man kunne forvente ud fra den generelle udvikling på landsplan og ud fra udviklingen i kvælstoftabet fra landbruget (Thodsen et al., 2025). Det skyldes sandsynligvis meget lange transporttider for kvælstof transporteret med grundvand i lige netop dette opland, og at en stor del af kvælstoffet dels transporteres til grundvand, og at der under denne transport foregår en forholdsvis lille kvælstoffjernelse (retention). Dette fænomen kendes også fra større områder i Himmerland (Højberg, Thodsen og Børgesen (Reds), 2025) (Delprojekt 2 omhandler forsinkelsen i kvælstoftransporten (se kap 1)). Sandsynligvis følger udviklingen fra den øvrige del af oplandet til Thisted bredning i højere grad udviklingen i udvaskningen. På landsplan er koncentrationen i vandløbene ca. halveret siden 1990 til Limfjorden er total-kvælstoftransporten faldet omkring 42 % (Thodsen m.fl. 2025).



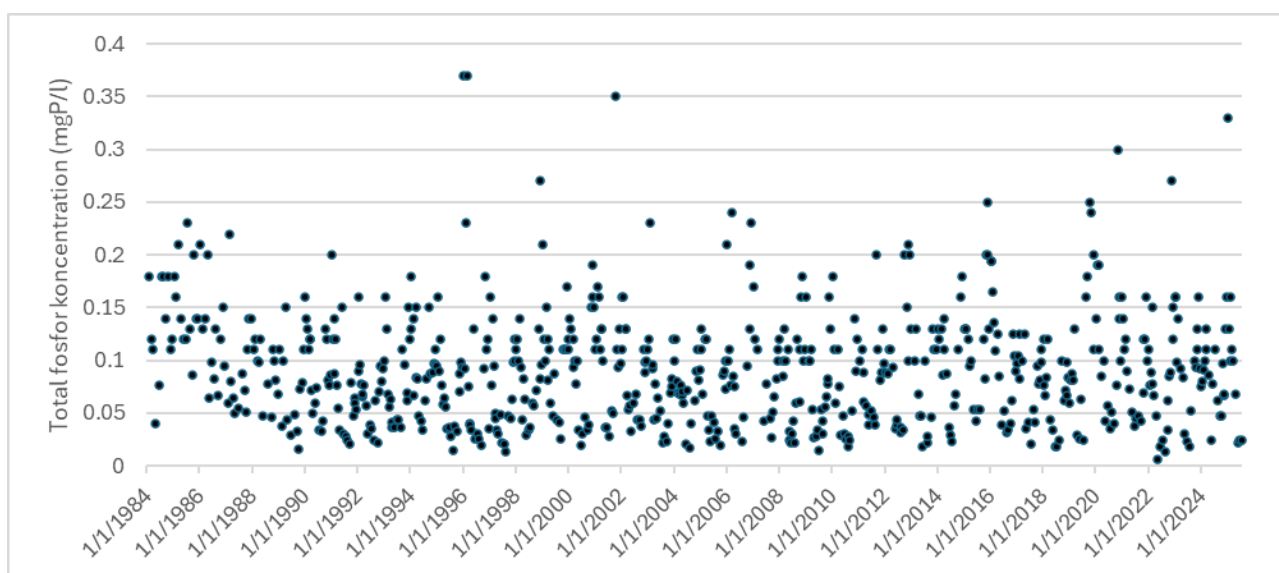
Figur 6.1. Nitrit-nitrat koncentrationer fra vandløbsmålestation 9000001, Stor å, nord for Thisted.



Figur 6.2. Total kvælstof koncentrationer fra vandløbsmålestation 9000001, Stor å, nord for Thisted.

6.1.2 Fosfor

Der ses ikke en markant udvikling i den totale fosfor koncentration for vandløbsmålestation 9000001, Stor å, nord for Thisted (Figur 6.3). Det ses dog, at koncentrationerne ser ud til at være en anelse højere for perioden før ca. 1990, specielt er fraværet af lave koncentrationer tydeligt. Faldet i de lave koncentrationer, frem til ca. 1990, skyldes sandsynligvis en forbedret spildevandsrensning eller et stop for direkte udledninger fra spredt bebyggelse. Det vil primært kunne ses som lavere koncentrationer i sommerperioden, hvor afstrømningen i vandløbet er mindst, og derfor ikke kan fortynde spildevandsudledningen i samme grad som i perioder med højere vandafstrømning. Dette synes også evident i koncentrationsudviklingen indenfor hvert år når data inspiceres nært.



Figur 6.3. Total fosfor koncentrationer fra vandløbsmålestation 9000001, Stor å, nord for Thisted. Der er i datasættet 3 værdier $>0,4$ mgP/l som ikke er vist på figuren for at gøre variationen i koncentrationerne mere synlig.

7 Referencer

DHI, 2024. Second opinion fase III: Styrket modelgrundlag - Styrket modelgrundlag, scenarier og fortolkninger Arbejdspakke 4. Teknisk Rapport. <https://mst.dk/media/n0tj31a5/bilag-11-styrket-modelgrundlag-scenarier-og-fortolkninger.pdf>

Frank-Gopolos, T., Christensen, A. E., Skovmark, B. 2024. Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø, (SGAV) - Punktkilder 2023, Novana – punktkilder [978-87-7038-686-9.pdf](https://mst.dk/media/n0tj31a5/bilag-11-styrket-modelgrundlag-scenarier-og-fortolkninger.pdf)

Højberg, A.L., Thodsen, H., Børgesen, C.D. (red.) Andersen, A.H., Andersen, L.T., Audet, J., Bach, E.O., Christiansen, D.T., Christiansen, D.A., Conde, J.T., Falk, F.A., Frederiksen, R.R., Giannini-Kurina, F., Gudbjerg, J., Hansen, B., Henri, C.V., Henriksen, E.S., Hermansen, N., Hoffmann, C.C., Høyer, A., Iversen, B.V., Jakobsen, R., Jørgensen, M.S., Kim, H., Kjeldgaard, A., Koch, J., Kronvang, B., , Liu, J., Madsen, R.B., Martin, N.L., Molis, M., Mortensen, M.H., Motevalli, A., Muff, E., Møller, I., Ondracek, M., Petersen, R.J., Pugliese, L., Rosenkrantz, A., Sandersen, P., Schneider, R.J.M., Sonnenborg, T.O., Stisen, S., Sørensen, P.B., Thorling, L., Tornbjerg, H., Trolldborg, L., Uldall-Jessen, L., Voutchkova, D., Aamand, J.. 2025. National kvælstofmodel - version 2025. Udvikling af nye kvælstofretentionskort. Metoderapport. De Nationale Geologiske Undersøgelser for Danmark og Grønland. GEUS særudgivelse. https://data.geus.dk/pure-pdf/National_kv%C3%A6lstofmodel_2025_Metoderapport.pdf

Larsen, S.E., Tornbjerg, H., Thodsen, H., Kronvang, B. & Blicher-Mathiesen, G. 2021. Analyse af organisk kvælstof koncentrationer i vandløb i to perioder med henblik på at udvikle en korrektionsformel for perioden 2009-2014. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 115 s. – Fagligt notat nr. 2021 | 29. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2021/N2021_29.pdf

Thodsen H., Erfurt J., Tornbjerg H., Larsen SE., Rosenkrantz Conradsen A. 2024. Beskrivelse af stoftransportberegning. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, Fagligt notat nr. 77 2024. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2024/N2024_77.pdf

Thodsen, H., Tornbjerg, H., Larsen, S.E., Conradsen, A.R., Muff, E. & Blicher-Mathiesen, G. 2024. Vand- & Stoftransport 2023. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 71 s. - Videnskabelig rapport nr. 629. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Videnskabelige_rapporter_600-699/SR629.pdf

Thodsen, H., Tornbjerg, H., Larsen, S.E., Conradsen, A.R., Muff, E. Blicher-Mathiesen, G., Ovesen, N.B., Trolldborg, L. 2025. Vand- og Næringsstoftransport 2024. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 104 s. - Videnskabelig rapport nr. 681. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Videnskabelige_rapporter_600-699/SR681.pdf

Thodsen, H., Tornbjerg, H., Rolighed, J., Baattrup-Pedersen, A., Larsen, S.E., Ovesen, N.B., Blicher-Mathiesen, G. & Kjeldgaard, A. 2021. Vandløb 2020.

NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 82 s. - Videnskabelig rapport nr. 473 <http://dce2.au.dk/pub/SR473.pdf>

Thodsen, H., Tornbjerg, H., Bøgestrand, J., Larsen, S.E., Ovesen, N.B., Blicher-Mathiesen, G., Rolighed, J., Holm, H. & Kjeldgaard, A. 2021. Vandløb 2019 - Kemisk vandkvalitet og stoftransport. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 74 s. - Videnskabelig rapport nr. 452 <http://dce2.au.dk/pub/SR452.pdf>

TILFØRSEL AF VAND OG NÆRINGSSTOFFER TIL THISTED BREDNING

Leverane til Kystvandråd Thisted Bredning

Denne rapport indeholder en række oplandsanalyser, der udføres af DCE, Aarhus Universitet for Kystvandråd for Thisted Bredning og den nordvestlige Limfjord. Rapporten omfatter resultaterne af den del af projektet, der beskriver næringsstofbidraget og ferskvandsafstrømningen til Thisted Bredning.

ISBN: 978-87-7648-042-4
ISSN: 2244-999X