

Udvikling af en korrektionsformel for kvælstofkoncentrationer analyseret i naturvandløb i perioden 2009-2015

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato: 7. oktober 2022 | 64



AARHUS
UNIVERSITET

DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi

Kategori: Rådgivningsnotat

Titel: Udvikling af en korrektionsformel for kvælstofkoncentrationer analyseret i naturvandløb i perioden 2009-2015

Forfattere: Søren E. Larsen, Henrik Tornbjerg, Brian Kronvang

Institutioner: Institut for Ecoscience, Aarhus Universitet

Faglig kommentering: Hans Thodsen
Kvalitetssikring, DCE: Signe Jung-Madsen

Ekstern kommentering: Miljøstyrelsen. Kommentarerne findes her:
http://dce2.au.dk/pub/komm/N2022_64_komm.pdf

Rekvirent: Miljøstyrelsen

Bedes citeret: Larsen, S.E., Tornbjerg, H. & Kronvang, B. 2022. Udvikling af en korrektionsformel for kvælstofkoncentrationer analyseret i naturvandløb i perioden 2009-2015. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 19 s. – Fagligt notat nr. 2022 | 64
https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2022/N2022_64.pdf

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Foto forside: Colourbox

Sideantal: 18

Indhold

Sammenfatning	5
Indledning	6
Metode	8
Resultater	10
Betydningen af korrektionen for koncentrationerne af TN og OrgN i vandløb	13
Konklusion og anbefalinger	15
Referencer	17
Bilag 1	18
Bilag 2	19

Sammenfatning

DCE, AU har tidligere gennemført en foreløbig korrektion af de målte koncentrationer af total kvælstof i den nationale overfladevandsdatabase (ODA) i perioden 2007-2014. Korrektionerne var nødvendiggjort af, at analyselaboratorierne i denne periode indførte en ny metode (UV-metode) til oplukning (oxidation) af total kvælstof i vandprøverne, og at denne metode i flere parallelanalyser mod den rigtige oplukningsmetode (autoklavemetoden) viste sig at give for lave koncentrationer af organisk kvælstof i vandprøverne. Derfor er der i dette notat arbejdet videre med at undersøge behovet for yderligere korrektioner i naturvandløb af organisk kvælstof- og total kvælstof-koncentrationerne i vandprøver i perioden 2009-2015.

Der er i notatet opstillet en model for en korrektion af målingerne i 2009-2015, som ud fra gennemsnitskoncentration af organisk kvælstof eller total kvælstof i hvert kvartal og for vandløbstypen naturvandløb kan benyttes til at genoprette koncentrationerne i ODA. De nye korrektionsmodeller er opstillet ved at sammenholde koncentrationer målt i de to år 2011 og 2014 (UV-metode på EUROFINS-laboratoriet) med koncentrationer målt med autoklavemetoden af ALS i de to år 2017 og 2020. At der ikke findes data for hvert år, skyldes, at naturvandløb kun prøvetages hvert 3. år i NOVANA-programmet plus enkelte målinger i december året før et kalenderårs prøvetagning og i januar året efter en prøvetagningsrunde.

De udviklede korrektionsformler for naturvandløb viser, at der er behov for en yderligere korrektion af koncentrationen af organisk kvælstof i 1. kvartal, mens der ikke skal korrigeres yderligere i 2. kvartal. Den allerede foretagne midlertidige korrektion i 2018. I 3. kvartal skal den tidligere gennemførte korrektion helt tilbagerulles, og i 4. kvartal skal den delvist tilbagerulles. Den samlede betydning af de nye korrektioner, etableret i dette notat, og den allerede gennemførte midlertidige korrektion i 2018 betyder, at den gennemsnitlige årlige total kvælstof-koncentration i naturvandløb målt med UV-metoden i perioden 2009-2015 ender med at være korrigeres op med i gennemsnit 13,5 %.

Indledning

I to tidligere DCE-notater af Larsen et al. (2021a,b) og i tidligere notater fra DCE, AU (Larsen, 2018; Larsen et al., 2018) er der foreslået genopretninger af koncentrationen af organisk kvælstof (OrgN) og dermed af koncentrationen af total kvælstof (TN) i vandløb i perioden 2009-2015, hvor Eurofins analyse-rede vandprøver fra vandløb under NOVANA-programmet med UV-metoden i stedet for med den godkendte autoklavemetode. Brugen af UV-metoden betød, at koncentrationen af OrgN og dermed TN i prøverne blev systematisk underestimeret (se f.eks. Larsen et al., 2021a). Nærværende notat bygger videre på resultater og analyser præsenteret i Larsen et al. (2021a) og bør læses i forlængelse heraf. For uddybende introduktion til problemstilling, baggrund og indgående beskrivelser af metode, statistik og forudsætninger henvises til ovennævnte notat.

Naturvandløbene er inddraget i NOVANA-programmet med henblik på at kunne måle tilstanden og udviklingen i både de vandløbskemiske og økologiske forhold under minimalt forstyrrede forhold. Kravet til oplandene er, at dyrkningsgraden i oplandet skal være mindre end 10 %. Derfor er arealanvendelsen i naturoplandene mest skov, hede og andre naturarealer. Naturvandløbene er i perioden 2009-2015, hvor der er konstateret anvendelse af en fejlagtig metode til analyse af TN (UV-metoden), blevet målt i 2009, 2010, 2011 og 2014. Fra 2009 overgik naturvandløb til kun at blive målt hvert 3. år. Det forventes, at TN målt med UV-metoden i hvert fald i dele af året giver for lave koncentrationer, ligesom det var tilfældet for almindelige vandløbsstationer og sø afløb i NOVANA-programmet (se Larsen et al., 2021a,b).

I perioden 2007-2014, hvor det blev sandsynliggjort, at Eurofins havde anvendt UV-metoden, blev der gennemført en første foreløbig korrektion af TN på i gennemsnit 1,3 % for alle vandløb, samt for alle øvrige laboratorier undtaget ALS i årene 2007-2010. Denne foreløbige korrektion blev baseret på parallelanalyser for TN i vandløbsprøver, men der indgik kun vandprøver udtaget i en sommerperiode (Larsen, 2018). Derfor er den udførte foreløbige korrektion på i gennemsnit 1,3 % af TN-koncentrationen forventeligt ikke fyldestgørende for hele året, som også angivet i Thodsen et al. (2021). Målinger af TN blev også genoprettet i naturvandløbene efter anvisningerne i Larsen et al. (2018). I naturvandløbene slog genopretningen mere igennem pga. det relativt høje indhold af OrgN ud af TN i vandprøverne (bilag 1). I gennemsnit bevirkede den gennemførte genopretning af TN en gennemsnitlig stigning på 15 % i TN-koncentrationen for naturvandløbene, men med en variation mellem 7 og 34 % for de enkelte naturvandløb (bilag 1).

Efterfølgende er den foreløbige genopretning af TN blevet revurderet for de almindelige vandløb samt sø afløb, hvilket resulterede i, at analyserne blev foretaget på kvartalsniveau med en samlet årlig genopretning på hhv. ca. 6 % og ca. 20 for hhv. almindelige vandløb og sø afløb (se Larsen et al., 2021 a,b). I den forbindelse blev det besluttet, at naturvandløb skulle analyseres for sig selv, da den større betydning af OrgN ud af TN-koncentrationen i naturvandløb end i de åbne og landbrugsbelastede vandløb kan have betydning for den korrektionsfaktor, der skal anvendes.

I dette notat foretages der en analyse af, om der skal gennemføres yderligere genopretninger på kvartalsniveau, som det tidligere er gennemført for almindelige vandløb og søafløb, af OrgN og dermed af de målte TN-koncentrationer i naturvandløb.

Notatet har været fremsendt i udkast til MST, der har haft lejlighed til at kommentere skriftligt herpå (se link til kommentarark i datablad). Desuden har der været afholdt et møde, hvor DCE har fremlagt metode og resultater, og MST har haft lejlighed til at stille opklarende spørgsmål.

Metode

Analysen af udvikling i organisk N (OrgN)-koncentrationen i danske vandløb i Larsen et al. (2021a) har, som forventet, ikke påvist ændringer over tid i indholdet af organisk N bortset fra det pludselige fald i perioden 2009-2015, hvor UV-metoden blev anvendt til analyse af total kvælstof (TN) på alle vandprøver i NOVANA af analyselaboratoriet Eurofins. Derfor kan betydningen af anvendelsen af UV-metoden analyseres ved at etablere en sammenhæng mellem perioden med anvendelsen af den korrekte autoklavemetode til analyse af TN (efter 2015) og perioden med anvendelse af den forkerte UV-metode (2009-2015).

Den statistiske analyse ser på størrelsen af OrgN-koncentrationer, som er beregnet som:

$$\text{OrgN} = \text{TN} - \text{NO}_x - \text{NH}_4, \quad (1)$$

hvor vi har brugt de målte koncentrationstværdier for TN og de opløste uorganiske fraktioner af kvælstof (nitrat-nitrit ($\text{NO}_x\text{-N}$) og ammonium-N ($\text{NH}_4\text{-N}$)). OrgN-værdier beregnet efter formel (1) får tilknyttet en større analyseusikkerhed end de elementer, idet analyseusikkerheden på hver af målingerne af TN, NO_x eller NH_4 bidrager til usikkerheden på den beregnede OrgN, som illustreret i Larsen et al. (2020). I analysen beregnes følgende:

1. Et kvartalsgennemsnit af TN, NO_x , NH_4 og OrgN beregnes pr. station og pr. år. For at sikre at flest mulige stationer indgår i analysen og for at begrænse variationen i data, har vi valgt at se bort fra at beregne månedsgennemsnit. Flere stationer vil ellers bortfalde, da der kan være måneder uden prøvetagninger.
2. To af de i alt 19 naturvandløb blev efter en indledende screening af data og oplande bedømt til at være sø afløb (bilag 2). Derefter blev der screenet for om alle stationer havde data fra alle kvartaler og hvert måleår for naturvandløb i årene 2011, 2014, 2017 og 2020. Det blev konstateret, at for to af de 17 tilbageværende naturvandløb, manglede der data i enkelte kvartaler og år hvorfor de blev udeladt af de statistiske analyser (ID-nr: 1000228 og 45000059) (se bilag 1 og 2).
3. Der beregnes gennemsnit pr. station, pr. kvartal og pr. periode, hvor vi opererer med to testperioder defineret som 2011 & 2014 (P1) og 2017 & 2020 (P2).

De gennemførte statistiske analyser baseres på Type II-regression (se Larsen et al., 2021). Analyserne er gennemført ved anvendelse af PROC MODEL i SAS (SAS Institute Inc, 2013). Kvartalsgennemsnit analyseres separat.

Den geografiske fordeling af de 17 naturvandløbsstationer er vist i Figur 1. De 17 stationer fordeler sig med tre på Bornholm, tre på Sjælland, en på Fyn og ti i Jylland. Generelt er der udtaget vandprøver månedligt i naturvandløbene i 2011 og 2014, som er analyseret for TN, NO_x og NH_4 .

Data beregnet ved anvendelse af trin 1-3 ovenfor kan ansues som et sæt "parallelprøver", idet vi for hver station har en observation udført med UV-metoden af Eurofins (P1: 2011 & 2014) og observationer udført med autoklave-metoden eller en tidligere korrigeret UV-metode af ALS eller Eurofins (P2: 2017 & 2020) (se Larsen et al., 2021a). Bemærk, at TN-koncentrationer fra 1. kvartal af 2017 er prøver analyseret med UV-metoden af ALS og efterfølgende korrigeret (Larsen, 2018).

Forskellen mellem disse to grupper af observationer (P1 og P2) fra de to perioder vil være et udtryk for metodeforskel og en laboratoriebias mellem de to laboratorier. Det er nu muligt, ved anvendelse af Type II-regression, at korrigere OrgN-koncentrationer i naturvandløb i perioden 2009-2015 (kun 1. kvartal 2015) op til niveau med OrgN-koncentrationer i perioden 2017 & 2020.

Figur 1. Den geografiske fordeling af de i alt 17 naturvandløbsstationer, hvoraf de 15 indgår i den statistiske analyse af korrektionsformler (se bilag 1). I kortet vises ikke de 2 naturvandløbsstationer, som er bedømt til at være sø afløb.



Resultater

Følgende sammenhænge er bestemt ud fra Type II-regressionsanalysen af kvartalsgennemsnit for i alt 15 naturvandløb med et fuldt datasæt i de to perioder (P1: 2011 & 2014 - UV-metode; P2: 2017 & 2020 - autoklavemetode), hvor der er testet for signifikans af de enkelte regressionsparametre (skæringspunkt=0 og hældning=1) (Figur 5):

$$\text{Kvartal 1: } OrgN_{P2} = 1,1879 \cdot OrgN_{P1} \quad (1)$$

$$\text{Kvartal 2: } OrgN_{P2} = OrgN_{P1} \quad (2)$$

$$\text{Kvartal 3: } OrgN_{P2} = 0,8919 \cdot OrgN_{P1} \quad (3)$$

$$\text{Kvartal 4: } OrgN_{P2} = \exp(1,280 \cdot \ln(OrgN_{P1})) \quad (4)$$

De fire kvartalsligninger er estimeret hver for sig, og deres adjusted R^2 er lig 0,94 (kvartal 1), 0,76 (kvartal 2), 0,88 (kvartal 3) og 0,73 (kvartal 4) (Figur 2). De fire regressioner er signifikante på 5 % signifikansniveau. De fundne korrektioner i de enkelte kvartaler i naturvandløb følger meget godt det mønster, der blev fundet i de almindelige vandløb i Larsen et al. (2021a), med størst korrektion i 1. kvartal og mindst i 3. kvartal. Forskelle imellem korrektion i kvartaler kan forklares ved, at der i 1. kvartal tilføres mest 'gammelt' svært nedbrydeligt organisk stof til vandløbene fra jorden fra erosion i vandløbsbrinker mv., som det formodes at UV-metoden har sværere ved at nedbryde, end med autoklave metoden. Derimod tilføres der i 3. kvartal en del nyligt produceret organisk stof fra de nære omgivelser langs vandløbet, samt fra den biologiske produktion i vandløbet, som det formodes lettere kan nedbrydes med UV-metoden.

Ud fra de opstillede sammenhænge for naturvandløbene er det tydeligt, at der er en signifikant lavere OrgN-koncentration i 1. kvartal P1 (UV-metoden) end i P2 (autoklavemetoden), hvorfor der er brug for en yderligere korrektion. I 2. kvartal er der ikke behov for yderligere korrektion af OrgN-koncentrationer. I 3. kvartal ses en mindre OrgN-koncentration i P2 (autoklavemetoden) end i P1 (UV-metoden). Da der i 2018 blev foretaget en mindre korrektion af alle TN-koncentrationsdata i intervallet 0-4 mg N/l analyseret med UV-metoden i vandløb på i gennemsnit 1,3 % for alle vandløb i hele året (i gennemsnit dog en korrektion på 15% i naturvandløbene), ruller korrektionen i dette kvartal tilbage i naturvandløbene. Tilbagekorrigeringen i 3. kvartal løser problemet med den konstaterede forskel mellem de to perioder (figur 3). I 4. kvartal er der igen behov for en yderligere korrektion af OrgN, og i de fleste tilfælde er det en negativ korrektion (Figur 2). Den negative korrektion i 4. kvartal viser igen, at den tidligere gennemførte korrektion i 2018 har været for stor i naturvandløbene. I både 3. kvartal og 4. kvartal skal tilbagekorrektionen i naturvandløb nok forklares ved, at den tidligere gennemførte korrektion i 2018 for hele året i gennemsnit for naturvandløb på ca. 15 % (bilag 1) har været en overkorrektion. I 3. og delvist i 4. kvartal vil der være en relativ stor tilførsel af alloktont input af frisk organisk materiale fra den naturlige vegetation langs vandløbene, som formodes lettere at kunne oplukkes med UV-metoden.

Det er muligt at beregne usikkerheden på den gennemførte korrektion af OrgN-koncentrationer.

Usikkerheden for OrgN-korrektionen for naturvandløbsstationer er i gennemsnit følgende:

- 1. kvartal: 14,8 %
- 4. kvartal: 50,1 %.

Den tilsvarende usikkerhed for TN-koncentrationen er:

- 1. kvartal: 6,7 %
- 4. kvartal: 23,5 %.

Der er ikke beregnet usikkerhed for 2. kvartal, da der ikke skal korrigeres yderligere, og heller ikke for 3. kvartal, da der her sker en tilbagerulning af den tidligere foretagne korrektion angivet i Larsen (2018).

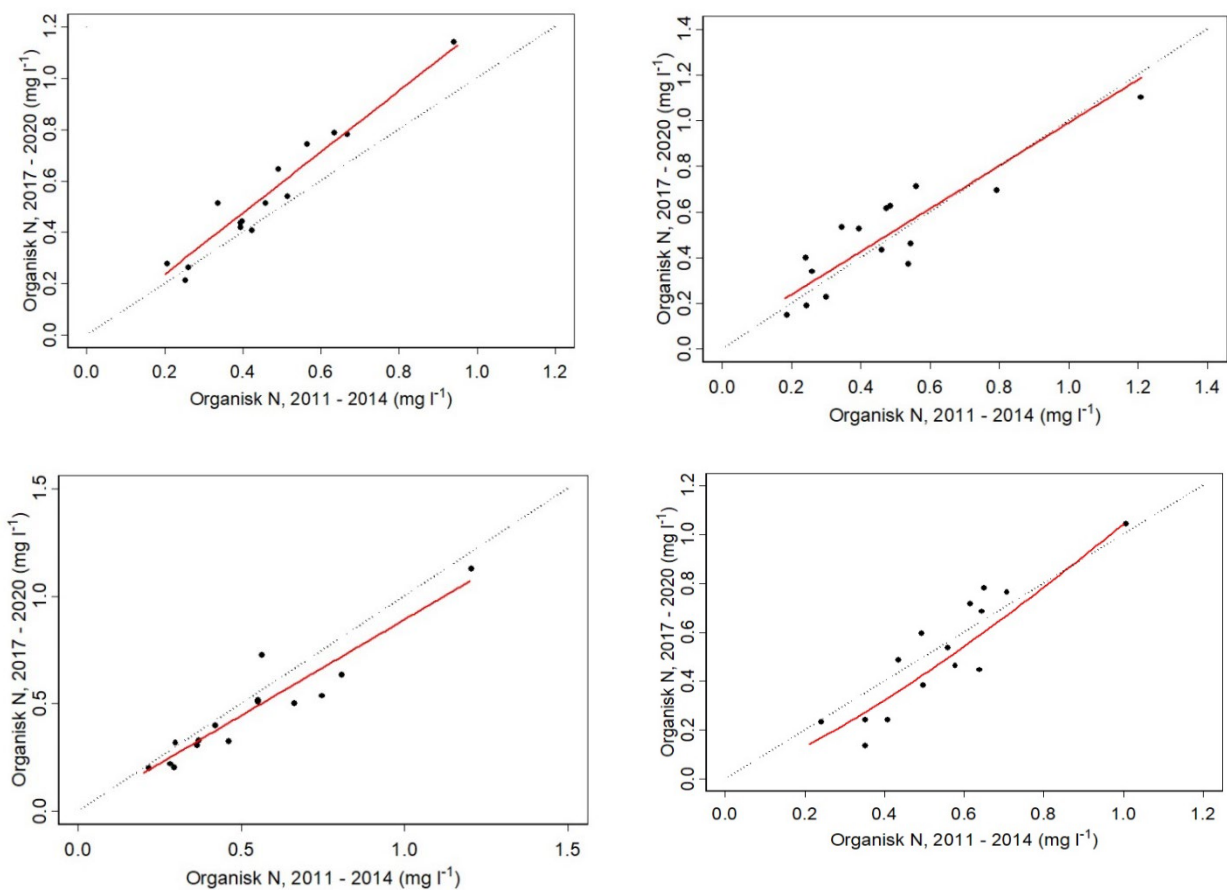
For at opnå et 95 % konfidensinterval skal usikkerhederne ganges med 2,14 i 1. kvartal og 4. kvartal (fra t-fordelingen med 14 frihedsgrader) og trækkes fra for at få nedre grænse og adderes for at få øvre grænse i intervallet.

Den beregnede usikkerhed indeholder også usikkerheden på laboratorieanalyserne, men det er ikke muligt, på grund af manglende data, at angive andelen, som hidrører fra korrektionen, og andelen af usikkerhed, der stammer fra laboratorieanalyserne.

De foreslåede korrektioner i de fire kvartaler for de to år 2011 og 2014 medfører i gennemsnit for de 15 undersøgte naturvandløb en stigning i TN-koncentrationen på ca. 8,7 % i 1. kvartal (ud over den tidligere gennemførte), ingen yderligere korrektion i 2. kvartal, en tilbagekorrektion på -6,8 % i 3. kvartal (dog er det besluttet at tilbagerulle den tidligere foretagne korrektion fra 2018 i 3. kvartal) og en tilbagekorrektion på i gennemsnit -8,4 % i 4. kvartal. Betydningen for den samlede korrektion af TN-koncentrationen er i gennemsnit på årsbasis i naturvandløb på -1,5 %.

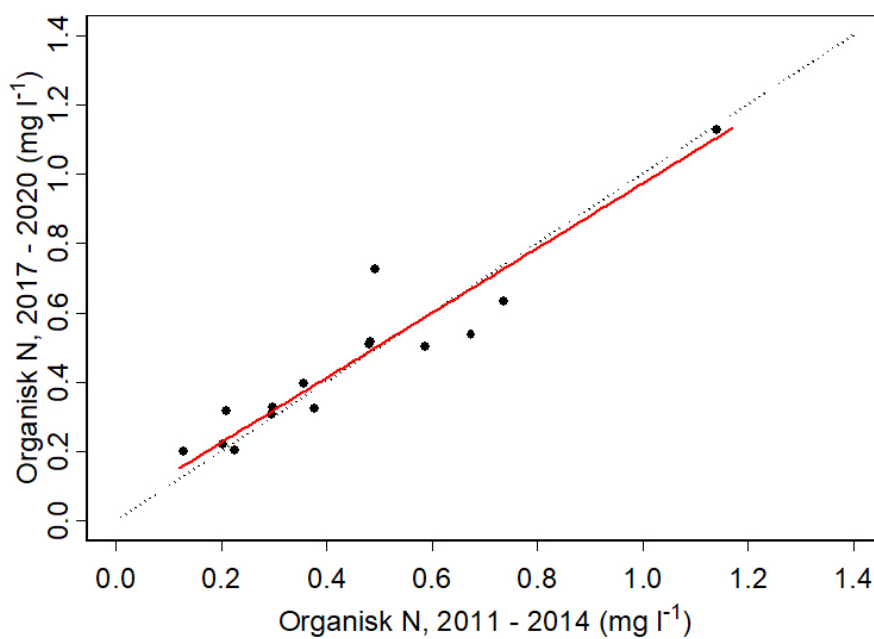
Korrigerede TN-koncentrationer opnås ved at addere NO_x- og NH₄-koncentrationer til de korrigerede OrgN-koncentrationer beregnet efter ovenstående ligninger.

Tilbagerulningen af den tidligere foretagne korrektion af OrgN i 3. kvartal medfører, at OrgN målt i de to perioder er nærmest ens, hvilket ses af den signifikante sammenhæng mellem OrgN i de to perioder P1 (2011 & 2014) og P2 (2017 & 2020) (Figur 3).



Figur 2. Sammenhænge mellem kvartalsvis gennemsnitlig OrgN-koncentration i kvartal 1, 2, 3 og 4 for 15 naturvandløbsstationer med et fuldt datasæt i de to perioder (P1: 2011 & 2014 – UV-metode og P2: 2017 & 2020 – autoklavemetode) under NO-VANA-programmet.

Figur 3. Effekt af tilbagerulning af den i 2018 gennemførte korrektion (1,3 %-korrektionen fra Larsen, 2018) for OrgN koncentrationen i 3. kvartal i perioden P1 og P2.

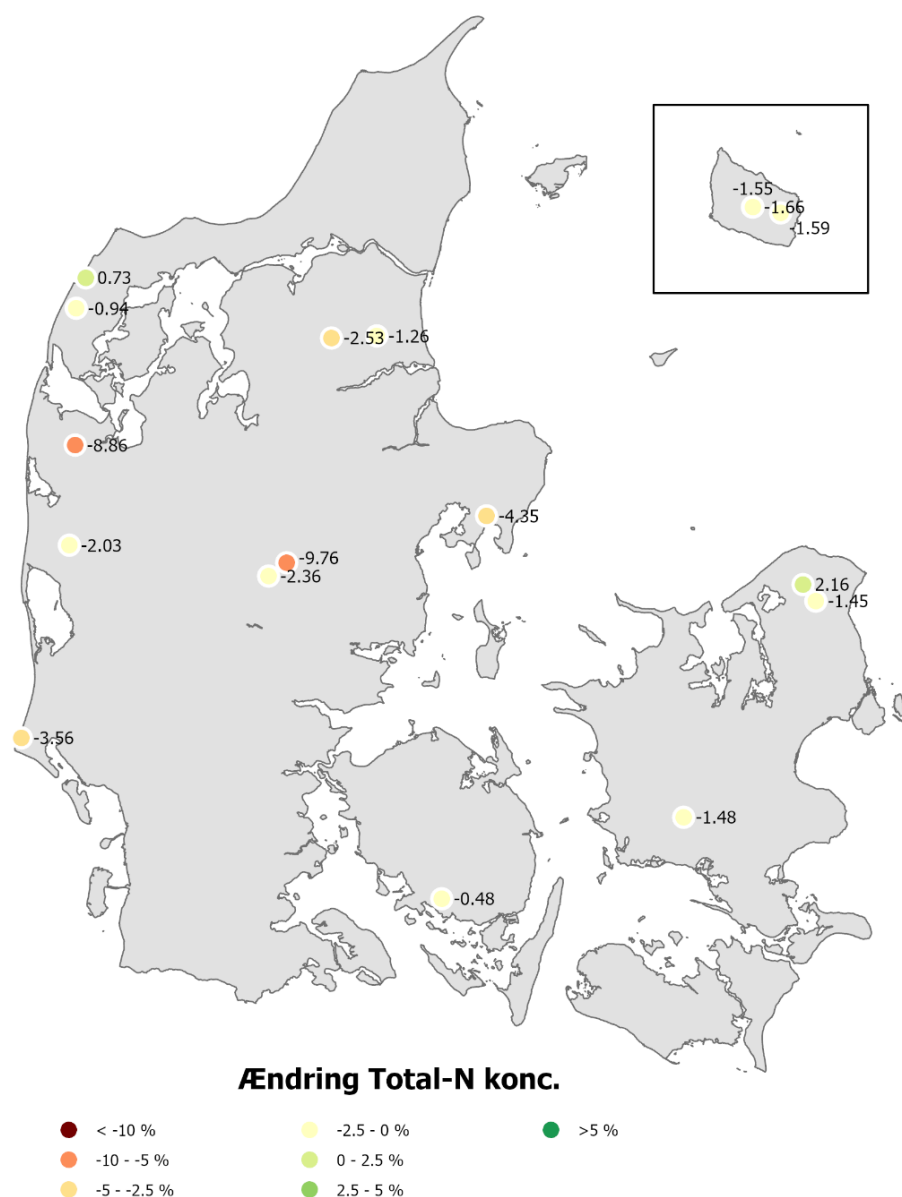


Betydningen af korrektionen for koncentrationerne af TN og OrgN i vandløb

Korrektionen af OrgN- eller TN-koncentrationerne målt i naturvandløb for perioden 2009-2015 (1. kvartal) foreslås gennemført for de enkelte kvartaler, som beskrevet i dette notat.

Betydningen af korrektionen er vist for TN-koncentrationen ved de 17 NO-VANA-naturvandløbs målestationer (Figur 4). Igen er de to naturvandløb, som er blevet bedømt til at være søafløb udeladt.

Figur 4. Kort over den beregnede gennemsnitskorrektion af koncentrationen af total kvælstof (TN) ved 17 naturvandløbsmålestationer. De to naturvandløb som er bedømt til at være søafløb er ikke medtaget i kortet.



Generelt er der med anvendelse af korrektionsligningerne i dette notat tale om, at TN-koncentrationen i 15 af de 17 vandløb i gennemsnit for 2011 og 2014 skal tilbagekorrigeres med mellem -0,5 til -9,8 % (Figur 4). I to naturvandløb skal TN-korrektionen korrigeres lidt op med 0,7 % og 2,2 % (Figur 4). I gennemsnit for alle naturvandløb i de to måleår er der tale om en tilbagekorrektion på -1,5

%. Det negative fortegn betyder, at der i gennemsnit sker en reduktion af OrgN-koncentrationen og dermed TN-koncentrationen efter korrektionen, som skyldes, at den tidligere gennemførte korrektion i 2018 var for stor i 3. og 4. kvartal.

Den tidligere gennemførte korrektion i 1. kvartal skal øges med ca. 9 % efter analyserne i dette notat. I 2. kvartal har der derimod ikke vist sig behov for at ændre på den tidligere gennemførte korrektion. Korrektionen i de enkelte kvartaler følger systematikken, som også blev konstateret ved de almindelige vandløbsstationer i NOVANA-programmet med størst korrektion i vinterperioden og mindst i sommerperioden, formentligt relateret til kilderne til organisk stof i vandløb. Især i naturvandløb kan der forventes et større alloktont input af friskt organisk materiale i 3. og 4. kvartal fra den naturlige vegetation langs vandløbene. Det kan være forklaringen på, at der tilsyneladende ikke er så stor forskel på UV-metoden og autoklavemetoden til oplukning af TN i især i 4. kvartal sammenlignet med de almindelige vandløbsstationer.

Konklusion og anbefalinger

Der er på baggrund af data for koncentrationer af TN, NO_x og NH₄ ved 15 naturvandløbsmålestationer udviklet korrektionsformler til genopretning af koncentrationen af OrgN og dermed også TN i de fire kvartaler.

De gennemførte statistiske analyser af målinger af organisk kvælstof (OrgN) og total kvælstof (TN) fratrukket nitrat-nitrit-N (NO_x-N) og ammonium-N (NH₄-N) i naturvandløbene for 2011 og 2014, hvor UV-metoden blev anvendt, mod 2017 og 2020, hvor autoklavemetoden blev anvendt, viser tydeligt følgende forhold:

- Der er behov for at foretage en yderligere korrektion på i gennemsnit 8,7 % i 1. kvartal af TN-koncentrationen.
- I 2. kvartal viser analyserne, at den tidligere foretagne korrektion er tilstrækkelig.
- Den tidligere gennemførte korrektion for anvendelse af UV-metoden har været for stor i 3. kvartal, og den skal derfor reduceres med 6,8 % for TN-koncentrationen. Dette sker ved at tilbagerulle den tidligere udførte midlertidige korrektion efter Larsen (2018).
- I 4. kvartal skal der også hovedsagelig ske en tilbagekorrektion af OrgN, der i gennemsnit er på 8,4 %.

De foreslåede korrektioner for naturvandløb svarer til en gennemsnitlig korrektion af den målte årlige middelkoncentration af TN i de 15 naturvandløb på -1,5 %.

Den tidligere korrektion af TN for de 17 naturvandløb, der blev gennemført i 2018, var på ca. 15 %, hvorfor den samlede korrektion for de forkerte UV-analyser i gennemsnit er på ca. 13,5 % af den årlige TN-koncentrationen i naturvandløb. De gennemførte analyser i dette notat vil derfor sikre en endelig genopretning af målingerne af OrgN og TN i naturvandløb på både sæson- og årsbasis.

I to af de eksisterende naturvandløb (52000425 og 52000428) er det i undersøgelsen blevet konstateret, at der ligger søer i oplandet, så målestationen tydeligt ift. OrgN-koncentrationens sæsonforløb opfører sig som et søafløb. De er derfor begge udeladt af analyserne i dette notat, og det skal nærmere undersøges, om søerne har været til stede i hele perioden, inden der tages endelig stilling til korrektionen af OrgN for disse. Desuden skal det besluttes, om de kan blive ved med at indgå som naturvandløb i NOVANA-programmet.

Betydningen af korrektionen for den årlige transport af TN-koncentrationen i naturvandløb og for den årlige vandføringsvægtede koncentration af TN er ikke bestemt i denne undersøgelse. Der bør laves et opfølgende projekt, hvor de enkelte naturvandløb kontrolleres for påvirkninger (dyrkning mv.) samt en ny beregning af baggrundskoncentration og -belastning af total kvælstof.

Endelig har vi i dette notat ikke undersøgt, om der er behov for korrektion af de målte total fosfor-koncentrationer i naturvandløb. Der bør derfor laves en kontrol af, om der er behov for dette.

Referencer

Larsen, S.E. 2018. Dokumentation for genopretning af TN og TP data fra perioden 2007-14. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 8 s. – Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.

https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2018/Dokumentation_genopretning_TN_TP.pdf

Larsen, S.E., Windolf, J., Tornbjerg, H., Hoffmann, C.C., Søndergaard, M. & Blicher-Mathiesen, G. 2018. Genopretning af fejlbehæftede kvælstof- og fosforanalyser. Ferskvand. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 72 s. – Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 110 <http://dce2.au.dk/pub/TR110.pdf>

Larsen, S.E., Tornbjerg, H., Søndergaard, M., Thodsen, H. & Blicher-Mathiesen, G. 2020. Forskelle i målt koncentration af totalkvælstof og totalfosfor i ferskvand ved at anvende de to oplukningsmetoder til organisk stof; auto-klave- og UV-metode. Aarhus Universitet, DCE – nationalt Center for Miljø og Energi, 53 s. – Fagligt notat nr. 2020|38 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_38.pdf

Larsen, S.E., Tornbjerg, H., Thodsen, H., Kronvang, B. & Blicher-Mathiesen, G. 2021a. 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

Larsen, S.E., Tornbjerg, H., Thodsen, H., Kronvang, B. & Blicher-Mathiesen, G. 2021b. Analyse af organisk kvælstof koncentrationer i vandløb med henblik på at udvikle en korrektionsformel for 2015. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 19 s. – Fagligt notat nr. 2021|39. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notater_2021/N2021_39.pdf

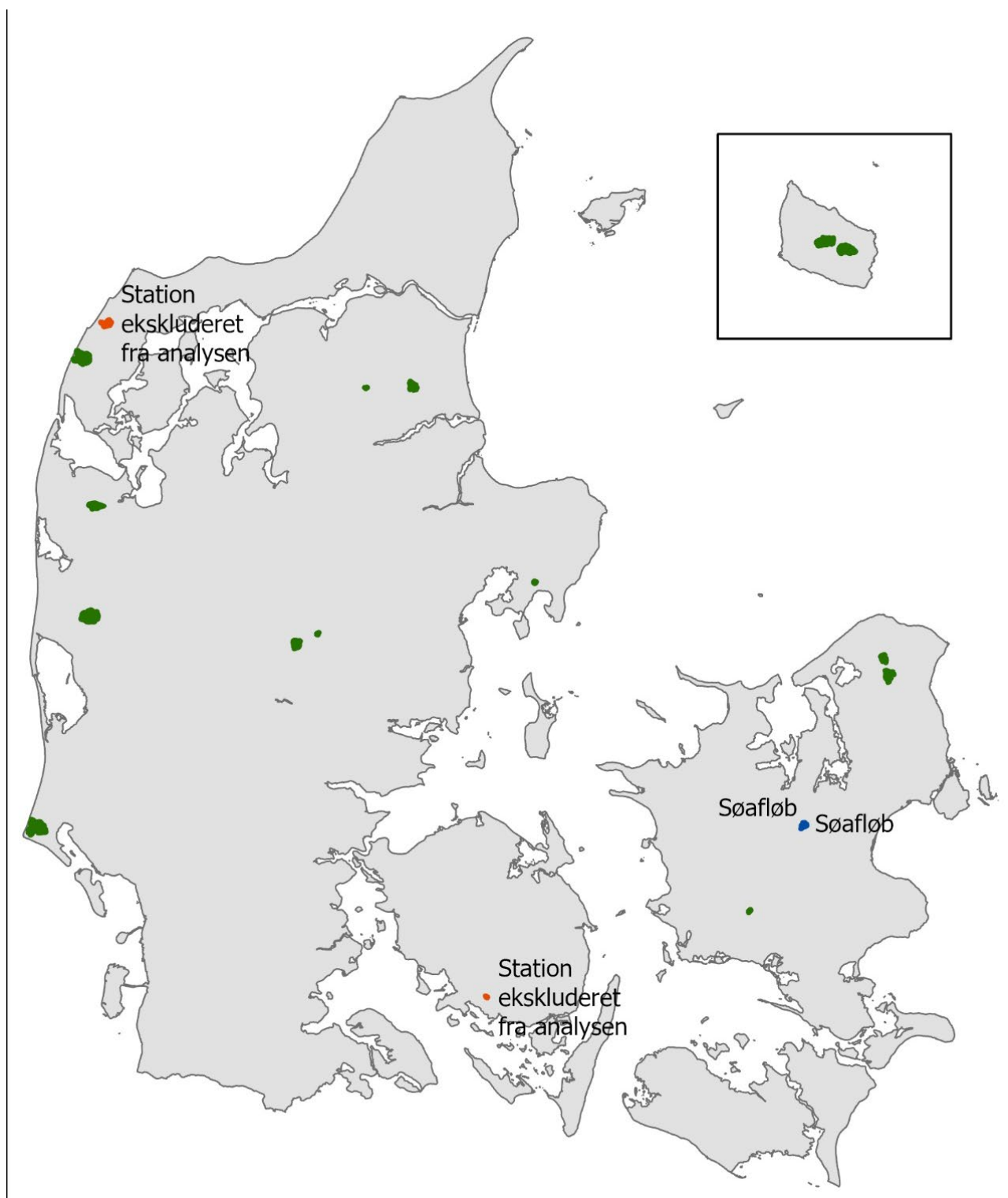
SAS Institute Inc. (2013) PROC MODEL. SAS/STAT® version 9.4

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. - Videnskabelig rapport, under udgivelse.

Bilag 1

ID-nummer på vandløbsstation i ODA	TN-koncentration efter første korrektion i 2018 (mg N/l)		TN-koncentration (ukorrigeret mg N/l)		Stationer inddraget i de statistiske analyser i dette notat
	2011	2014	2011	2014	
1000228	1,05		0,98		-
11000272	0,77	0,86	0,69	0,79	+
14000020	1,83	1,53	1,78	1,39	+
14000284	1,18	1,15	1,02	1,08	+
21000110	1,41	0,94	1,35	0,78	+
21000861	0,43	0,37	0,34	0,29	+
22000047	0,30	0,44	0,21	0,35	+
23000173	0,66	0,67	0,58	0,59	+
25000707	1,44	1,45	1,38	1,39	+
30000013	0,61	0,59	0,53	0,50	+
45000059	1,32	1,71	1,16	1,43	-
48000006	1,13	0,97	0,91	0,90	+
49000146	1,33	1,19	1,26	0,96	+
57000178	1,36	1,31	1,30	1,16	+
66000034	0,94	1,06	0,86	0,72	+
67000019	0,99	0,88	0,91	0,70	+
67000030	1,27	1,18	1,21	1,11	+
Gennemsnit	1,06	1,02	0,97	0,88	

Bilag 2



Oversigt over de i alt 19 naturvandløb, som har været med i overvejelserne til inddragelse i de statistiske analyser i dette notat. To af de 10 naturvandløb blev siet fra da de blev bedømt til at være søafløb og to blev siet fra da de manglede en komplet data-serie i de analyse perioder (2011 & 2014: UV-metode og 2017 & 2020 autoklave metode)