OVERVÅGNING AF VÅDOMRÅDER 2016 – 2017 – 2018

NOVANA

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 480 2021

AARHUS
UNIVERSITET
DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

OVERVÅGNING AF VÅDOMRÅDER 2016 – 2017 – 2018

NOVANA

Videnskabelig rapport fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 480 2021

Carl Christian Hoffmann
Joachim Audet
Niels Bering Ovesen
Ane Kjeldgaard

Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience

AARHUS
UNIVERSITET
DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

Serietitel og nummer:	Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 480
Kategori:	Rådgivningsrapporter
Titel:	Overvågning af vådområder 2016 - 2017 – 2018
Undertitel:	NOVANA
Forfattere:	Carl Christian Hoffmann, Joachim Audet, Niels Bering Ovesen &, Ane Kjeldgaard
Institution:	Aarhus Universitet, Institut for Ecoscience
Udgiver:	Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi ©
URL:	http://dce.au.dk
Udgivelsesår:	December 2021
Redaktion afsluttet:	December 2021
Faglig kommentering:	Hans Estrup Andersen
Kvalitetssikring, DCE:	Signe Jung-Madsen
Ekstern kommentering:	Miljøstyrelsen. Kommentarerne findes her: http://dce2.au.dk/pub/komm/SR480_komm.pdf
Finansiel støtte:	Miljøministeriet
Bedes citeret:	Hoffmann, C.C., Audet, J., Ovesen, N.B. og Kjeldgaard, A. 2021. Overvågning af vådområder 2016 - 2017 – 2018. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 60 s. - Videnskabelig rapport nr. 480 http://dce2.au.dk/pub/SR480.pdf

Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse

Sammenfatning: Overvågningsprogrammet for vådområder er udført for 10 områder i årene 2016 – 2017 - 2018 med henblik på at dokumentere den miljømæssige effekt af genopretningen af vådområder. Kvælstoffjernelsen er negativ i et enkelt område og ligger i intervallet -17 til 274 kg TN ha^{-1} projektområde $år^{-1}$ (-10 til 64%). Der er både nettotab af fosfor og tilbageholdelse af fosfor i vådområderne. Tilbageholdelse af total fosfor varierer fra -3.4 til + 12.9 kg TP ha^{-1} projektområde $år^{-1}$ (-146 % til 86 %).

Emneord:	Ferske vådområder, kvælstoftilbageholdelse, fosfortilbageholdelse, overvågning, Vandbalance
Layout:	Grafisk Værksted, AU Silkeborg
Foto forside:	Torsted sø. Foto: Carl Christian Hoffmann
ISBN:	978-87-7156-654-3
ISSN (elektronisk):	2244-9981
Sideantal:	60
Internetversion:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) som http://dce2.au.dk/pub/SR480.pdf
Supplerende oplysninger:	NOVANA er et program for en samlet og systematisk overvågning af både vandmiljø og terrestrisk natur. NOVANA erstattede 1. januar 2004 det tidligere overvågningsprogram NOVA-2003, som alene omfattede vandmiljøet.

Indhold

Forord **5**

Sammenfatning **6**

1 Introduktion **7**

2 Projektområder **10**

3 Vand- og stofbalanceberegninger **12**

3.1 Bølling Nørrebæk 13
3.2 Egå Engsø 17
3.3 Vissing Enge 21
3.4 Rønshoved 27
3.5 Kærby Mose 31
3.6 Hjulby Mose 37
3.7 Sallinge Å delområde 1 41
3.8 Sallinge Å delområde 2 45
3.9 Sallinge Å, delområde 6 49
3.10 Skenkelsø 53

4 Samlet overblik over alle områder **57**

5 Referencer **59**

Forord

Overvågningen af vådområder er iværksat med det formål at levere viden om effekten af Grøn Vækst virkemidlet "vådområder", at levere data til effektopgørelser af indsatser medfinansieret af landdistriktsprogrammet til EU-Kommissionen, og for at levere vidensgrundlag for videreudvikling af vådområder som virkemiddel til reduktion af kvælstof- og fosforudledning fra de dyrkede arealer til vandmiljøet.

Denne rapport er udarbejdet af DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi, Aarhus Universitet (DCE) som et led i den landsdækkende rapportering af det Nationale program for Overvågning af VAndmiljøet og NAturen (NOVANA). Rapporten er baseret på data indsamlet af Miljøstyrelsen. Miljøstyrelsen har haft mulighed for at kommentere på udkast til rapporten

Sammenfatning

I årene 2016 – 2017 – 2018 blev der foretaget overvågning af 10 genetablerede vådområder med henblik på at dokumentere de miljømæssige effekter af genopretningen af disse områder. De overvågede vådområder indbefatter 2 lavvandede søer: Egå Engsø og Skenkelsø; 2 ådalsprojekter: Bølling Nørrebæk og Sallinge Å, hvor Salling Å er opdelt i 3 delområder; 4 moseområder: Kærby Mose, Hjulby Mose, Rønshoved og Vissing Enge (både eng og mose).

Måleprogrammet bestod i vandføringsmålinger i ind- og udløb fra vådområderne samt vandprøvetagning samme steder til analyse for nitrat-N, total kvælstof (TN), fosfat-P og total fosfor (TP). Der er beregnet månedlige vandtransporter for indløb og udløb samt opstillet stoftransporter for ind- og udløb. Endelig er der beregnet årlige vand- og stofbalancer for vådområderne.

Massebalanceresultaterne viser, at et enkelt område taber kvælstof, og nitratfjernelse varierer fra -19 til +257 kg nitrat-N ha^{-1} projektområde $år^{-1}$, og at der fjernes -17 til +274 kg TN ha^{-1} projektområde $år^{-1}$ (minus betyder nettotab af hhv. nitrat og TN).

Der er både nettotab af fosfor og retention af fosfor i de overvågede vådområder. Retentionen af fosfat varierer fra -0.9 til 10.7 kg fosfat-P ha^{-1} projektområde $år^{-1}$ (- betyder nettotab af fosfat). Retention af total fosfor varierer fra -3.4 til 12.9 kg TP ha^{-1} projektområde $år^{-1}$.

Konklusion

Ikke alle de overvågede områder fjerner kvælstof, idet der er tab fra Rønshoved og muligvis fra Kærby Mose, hvor der er to sæt beregninger. I de øvrige områder varierer kvælstoffjernelsen ganske betydeligt

Der er tilbageholdelse af fosfor i nogle af de overvågede vådområder. Der er med sikkerhed kun tilbageholdelse af total fosfor (TP) i 4 områder, mens der med sikkerhed er tilbageholdelse af fosfat i 7 områder.

1 Introduktion

Denne rapport er en summarisk præsentation af resultaterne af overvågningen af vådområder foretaget i årene 2016, 2017 og 2018. Overvågningen omfatter 10 områder heraf 3 selvstændige områder langs Sallinge Å på Fyn (tabel 1). Data fra denne rapport vil indgå i slutrapporteringen af overvågningen af vådområder, som kommer i slutningen af 2021. De vådområder, hvor overvågningen er afsluttet, er vist i figur 1, men kun resultater fra 10 af disse områder er med i denne rapport. Hoffmann et al. (2018) har tidligere publiceret resultaterne fra overvågningen af vådområder, der blev foretaget i 2015.

Tabel 1. Projekttype, oplandsarealer til projektområderne, størrelse på projektområde herunder areal af overvåget del af projektområdet markeret med * samt i parentes eventuelt søareal i projektområdet, ratio mellem projektområdets og oplandets størrelse i procent, år for etablering af projektet, procent landbrugsareal i oplandet til vådområdet, jordtype, årlig gennemsnitlig nedbør og årlig gennemsnitlig lufttemperatur (2011-2020).

Lokalitet	Type	Opland areal ha	Vådomr. areal ha (sø)	Ratio Opl:våd %	Etabl. år	Land-brug %	Jordtype Sand %	Ler %	Tørv %	Nedbør mm	Temp °C
Bølling Nørre-bæk	Ådal	348	24	7	2014	76	79	14	7	932	8,8
Egå Engsø	Sø, mose, eng	5358	160 (117)	3	2006	46	11	87	2	752	8,9
Vissing Enge	Eng, mose og sø	176	21 (8)	12	2013	90	9	90	1	762	8,8
Rønshoved	Mose og eng	269	21	8	2014	48	21	77	2	977	9,4
Kærby Mose	Mose	38	2*	6	2014	82	30	70		757	9,3
Hjulby Mose	Mose	3	28**	-	2012	70	49	1	50	710	9,5
Sallinge Å, 1	Mose & våd eng	9	6			81	82	18		769	9,5
Sallinge Å, 2	Mose	702	2***		2014	75	46	53	1	769	9,5
Sallinge Å, 6§	Mose	20	2	16	2014	97	98		2	769	9,5
Skenkelsø	Sø og eng	1013	84 (44)	8	2010	44	38	56	6	666	9,3

* Kun et lille selvstændigt område "afløb fra Tving" er blevet overvåget. Hole Bæk er på 10,5 ha

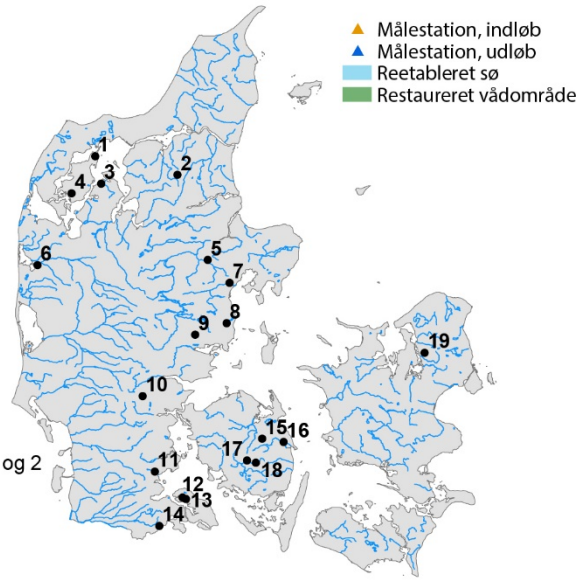
** Projektområdet består desuden af to små søer på 0,5 og 0,9 ha uden hydraulisk forbindelse til det store projektområde på 28 ha. Det store projektområde modtager vand via to Ø110 mm rør fra Vindinge Å, som tilsammen giver 6 l s^{-1}.

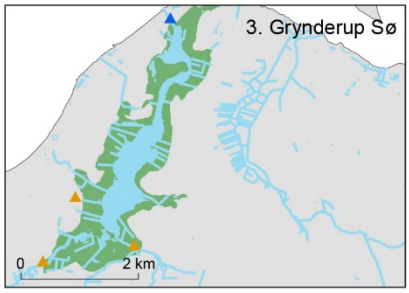
*** Kun arealet på den ene side af Sallinge Å blev overvåget (1ha)

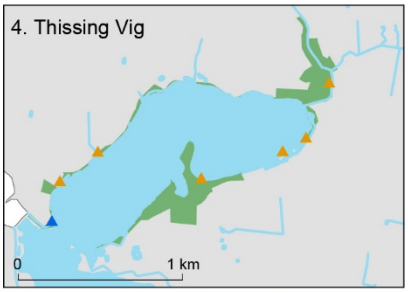
§ projektområdets størrelse usikker, men er opgjort til 2 ha af denne rapports forfattere.

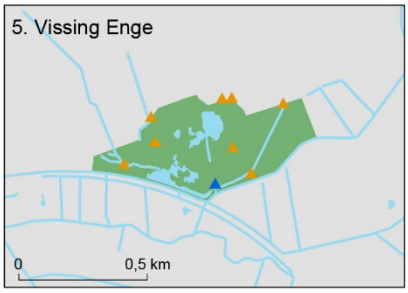
1. Hundsø
2. Torsted Sø
3. Grynderup Sø
4. Thissing Vig
5. Vissing Enge
6. Feldsted kog
7. Egå Engsø
8. Rævså
9. Tolstrup Enge II
10. Bølling Nørrebæk
11. Slivsø
12. Mjelsø
13. Bundsø
14. Rønshoved

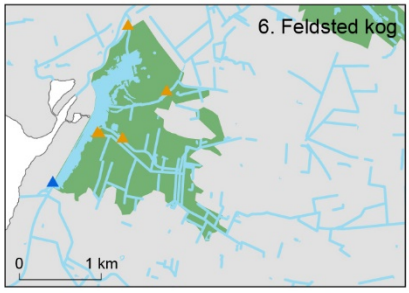
15. Kærby Mose
16. Hjulby mose
17. Sallinge Å, delomr. 6
18. Sallinge Å, delomr. 1 og 2
19. Skenkel Sø

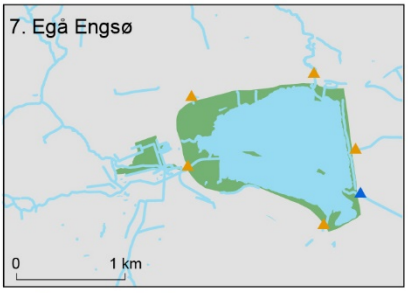


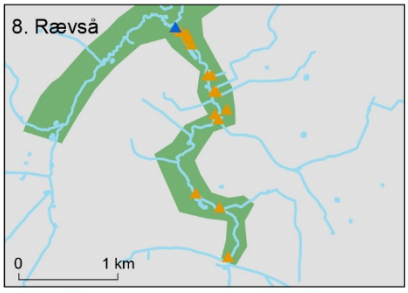


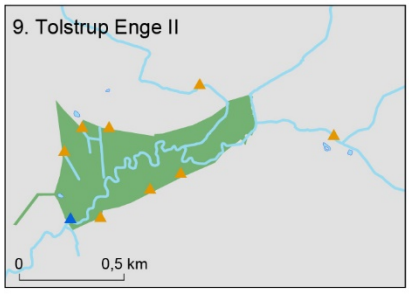


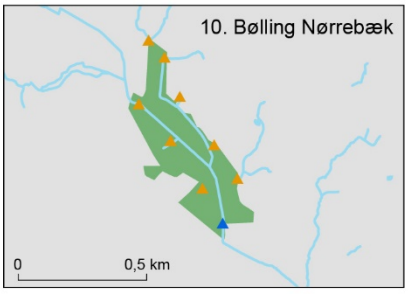


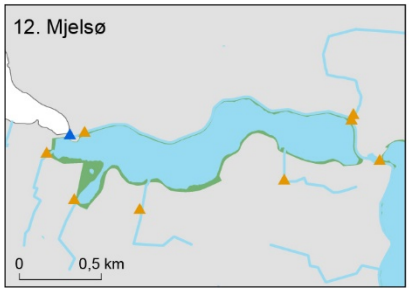


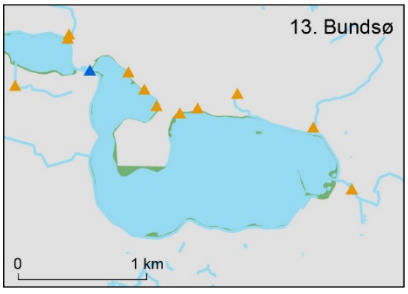


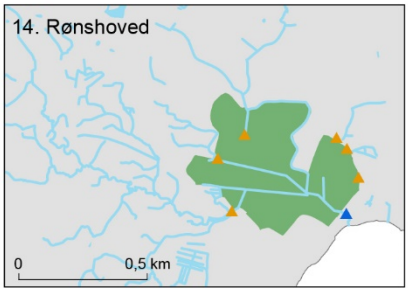


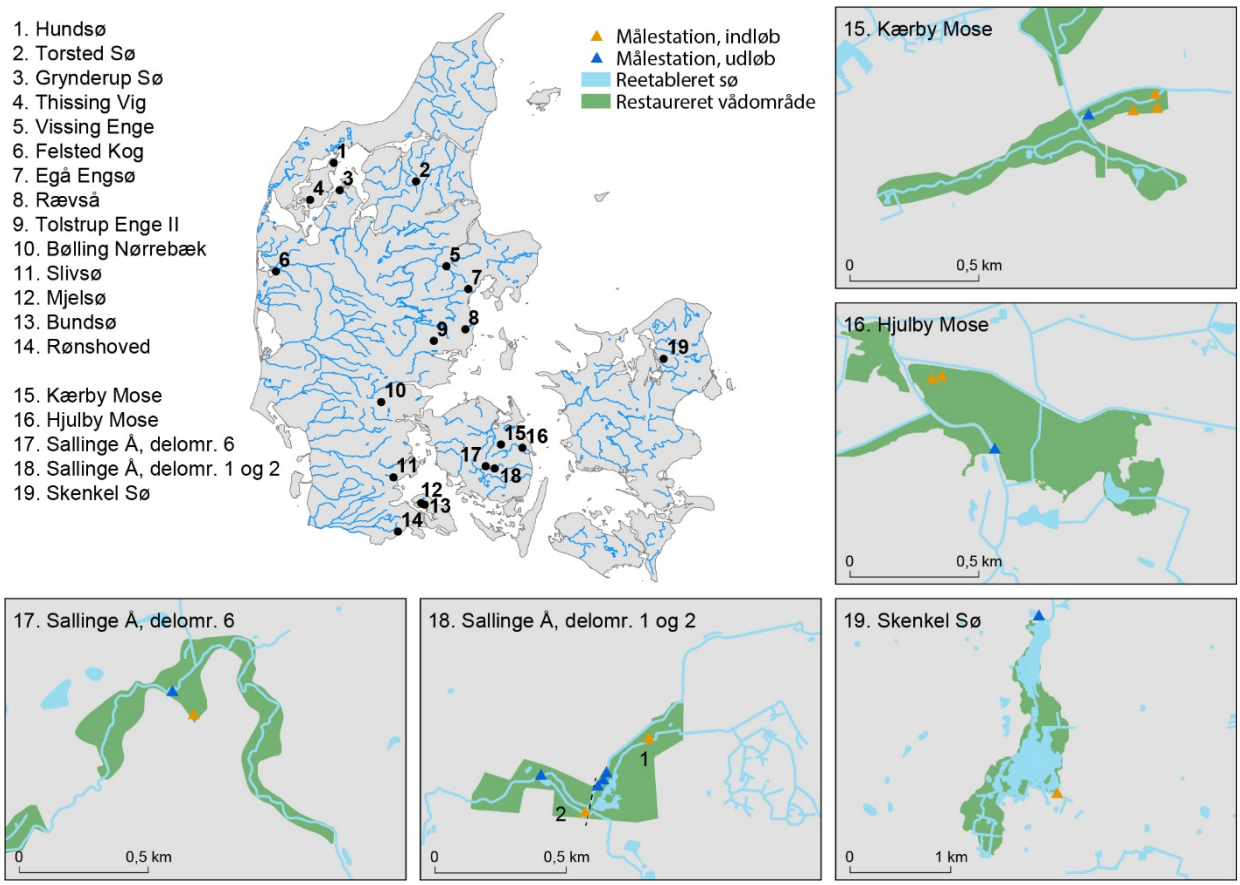












Figur 1. Ovenstående figurer viser de områder, hvor overvågningen er tilendebragt

2 Projektområder

Bølling Nørrebæk består af to sammenhængende delprojekter, der blot er adskilt af vejen – Jagtvej - mellem Hjelmdrup og Bølling. Den østlige del af projektområdet har en del afskårne drænsystemer og et relativt stort genetableret vådbundsareal på 14,3 ha. Den mere vestlige del af projektområdet på knap 10 ha er mere langtrukkent og smalt og mangler at få inddraget et oplagt areal, der imidlertid stadig er landbrugsareal. Herfra kommer der en del drænvand. Oplandet til projektområdet er 348 ha med 76 % dyrket areal. Bølling Nørrebæk er blevet gensnoet og lagt helt op i overfladen med brinker, der har en meget lille hældning på kun 17°. Området omkring ådalen er kuperet og højtliggende, men trods dette er der en del drænsystemer, der udmunder i ådalen. Der er målt på de 8 mest betydende afbrudte drænsystemer i ådalen.

Egå Engsø blev etableret i oktober 2006. Projektområdet er på 160 ha, hvoraf søarealet udgør ca. 117 ha med en middeldybde på 1 m. Søen modtager vand fra Egåen og Ellebækken, samt fra den rørførte Bueris Bæk og endnu tre rørtilløb (VL 25, VL 27, VL 28). Endvidere tilføres vand fra fire regnvandsbassiner (Regnvandsindløb ved P-pladsen på Viengevej, samt fra RB8, RB9 og RB10 ved Djurslandmotorvejen) og endelig modtager søen vand fra en pumpestation, der afvander et areal øst for Lystrupvej). Udløbet fra Egå Engsø til Egå Bugten sker via Egåen. Oplandet til Egå Engsø er på 5358 ha med 46 % dyrket areal.

Vissing Enge ved Lerbjerg i Favrskov Kommune blev etableret i 2013. Projektområdet har et areal på 21 ha, og et direkte opland på 176 ha. Hele projektområdet er omgivet af intensivt dyrkede marker i omdrift (90 %). Projektområdet består af et yderområde med relativ tør eng, hvor der tages høslæt, og dernæst af områder med fugtige enge og endelig af et område på ca. 8 ha med frit vandspejl med mosepræg (Vissing Engsø), som ligger ned mod jernbanen mellem Hadsten og Laurbjerg. Her ligger også udløbet til Vissing bæk. Ned mod jernbanen er der lavet terrænforhøjning og bag denne løber en grøft, der sikrer afvanding af jernbaneterrænet. Jernbanegrøften afgrænser således projektområdet. Tilførslen af vand til projektområdet sker via en del dræn, der er afbrudt tæt ved projektgrænsen. Enkelte steder fører nye gravede grøfter drænvandet længere ind i projektområdet på grund af meget lille terrænhældning. Der er endvidere en rørlagt grøft ved et fugletårn og et rørlagt vandløb vest for fugletårnet, der fører ind i projektområdet. Udløbet sker via et overfaldsbygværk og et 500 mm rør ud til Vissing Bæk. Udløbet var i moniteringsperioden monteret med en elektromagnetisk flowmåler

Rønshoved vådområde ligger ved byen Rønshoved lige ud til Fjordvejen, der løber langs Flensborg Fjord. Området er på 21 ha, og det er etableret ved at afbryde drænene i projektområdet, som var gennemdrænet (ca. 7,4 km dræn). Dræn og grøfter langs projektgrænsen er afbrudte, så der er dannet store sjapvandsområder flere steder, og endelig er vandløbsbunden hævet i Fruerskov bæk, der løber gennem projektområdet, således at bækken oversvømmer dele af vådområdet ved høje vandføringer (ca. 45 dage om året). Der er endvidere et privat vandløb, der løber gennem en del af området inden sammenløb med Fruerskov Bæk. Der er udløb til Flensborg fjord på den anden side af Fjordvejen. Da udløbet er tidevands-påvirket (hovedsagelig pga. vindforhold) blev der installeret en doppler flowmåler i udløbet.

Vådområdet Kærby Mose er sammensat af flere delområder med flere bække. Afløb fra Tving er et lille selvstændigt projektområde på 2,75 ha, hvor afløbet til Fraugde Bæk er flyttet til laveste topografiske område, lagt i niveau med jordoverfladen og gensnoet. Området er en del af Birkum Mose. Det omkringliggende område har fået

afbrudt to dræn, der nu overrisler den højre side af vådområdet. Der er et veldefineret indløb og et veldefineret udløb. Oplandsarealet til den overvågede del er på 38 ha.

Hjulby Mose i Nyborg kommune har et areal på 28 ha og er omgivet af Ladegårds Å og Vindinge Å. Vådområdet omfatter også to nyetablerede søer med et areal på henholdsvis 0,5 og 0,9 ha. Søerne ligger i serie, og de har ikke hydraulisk forbindelse til det store vådområde. Indløbet til moseområdet sker via to Ø110 mm rør fra Vindinge Å, som tilsammen giver 6 l s^{-1}. På begge indløbsrørene blev der monteret elektromagnetiske flowmålere. Ved meget høje vandføringer kan der ske indløb til moseområdet fra Ladegårds Å (angives at ske i 22 % af tiden). Afløbet fra moseområdet sker også til Vindinge Å over en bred flade. De to nyanlagte søer har tilløb fra Åmoserenden via et stort betonrør og afløb til Vindinge Å via et stort betonrør. Ved store vandføringer kan der forekomme indløb fra Vindinge Å til de to søer.

Sallinge Å vådområdeprojektet består af flere uafhængige delområder, der er blevet overvåget hver for sig, da de ikke - i hydrologisk forstand - er indbyrdes forbundne. Sallinge Å-projektet omfatter hhv. delområde 1, delområde 2 og delområde 6. Delområderne har oplande med marker i omdrift, der fører drænvand direkte til vådområderne. Delområde 1 og 2, ved Boltinggårdsvej, består af to hydrologisk set adskilte arealer på hhv. 6 ha og 2 ha. Det første område – delområde 1 - ligger ved Boltinggård. Der er et veldefineret tilløb via et 600 mm betonrør. Vandet føres under en markvej og ind i området via en grøft, hvorefter vandet fordeler sig ud over området som sjapvand og lidt dybereliggende vand. Området har vegetationsmæssigt udpræget mosepræg. Afløbet finder sted via 3 afløb direkte til Sallinge Å, der løber tæt langs hele projektområdet. Det første afløb er ca. to tredjedel inde på arealet, og vandet strømmer diffust af over en lidt bredere strækning. Det andet og tredje afløb er mere veldefineret og ligger for enden af arealet ved projektgrænsen. Sallinge Å, delområde 2 har sit indløb fra Boltingsgårdsvej. Indløbet er et 400 mm betonrør, der løber et kort stykke i en lille grøft, inden vandet spredes diffust over arealet. Vandet samles to gange undervejs i to små søer. Sidste sø har direkte afløb til Sallinge Å. Denne del af området er på 1 ha. Til delområde 2 hører også et areal på 1 ha beliggende på den anden side af Sallinge å, som ikke blev overvåget. Delområde 6 er på ca. 2 ha og får vand fra et intensivt drænet opland på ca. 20 ha. Drænvandet pumpes ud i vådområdet. Drænvandet løber diffust ud i vådområdet og der er afløb direkte til Sallinge Å via et lille veldefineret afløb.

Skenkelsø vådområde projektet er på 84 ha, hvoraf 44 ha er lavvandet sø med en dybde på 30-40 cm dog med enkelte dybere partier. Søen er 2,5 km lang. Den har et indløb, Vejlborenden, som løber til fra byen Ølstykke og kan tilgås ved Rørsangervej. Ved indløbet er der ligeledes et regnvandsbetinget tilløb, der dog kun er i funktion i meget sjældne tilfælde. Der bliver endvidere pumpet vand ud i Skenkelsø fra et sommerhusområde lige ved tilløbet. Skenkelsø er omgivet af græsningsenge på østsiden. På hele vestsiden af søen grænser store landbrugsarealer ned til søen. Drænsystemerne fra disse marker er afbrudte (slået i stykker). Der er ikke synlige overrislingsflader, så drænvandet løber formentlig til søen diffust via stenkister. Skenkelsø har sit udløb ved togbanen, der går fra Frederikssund (S-togbanen) tæt ved Snostrupvej. Udløbet har en fast kant i kote 7,25 m.

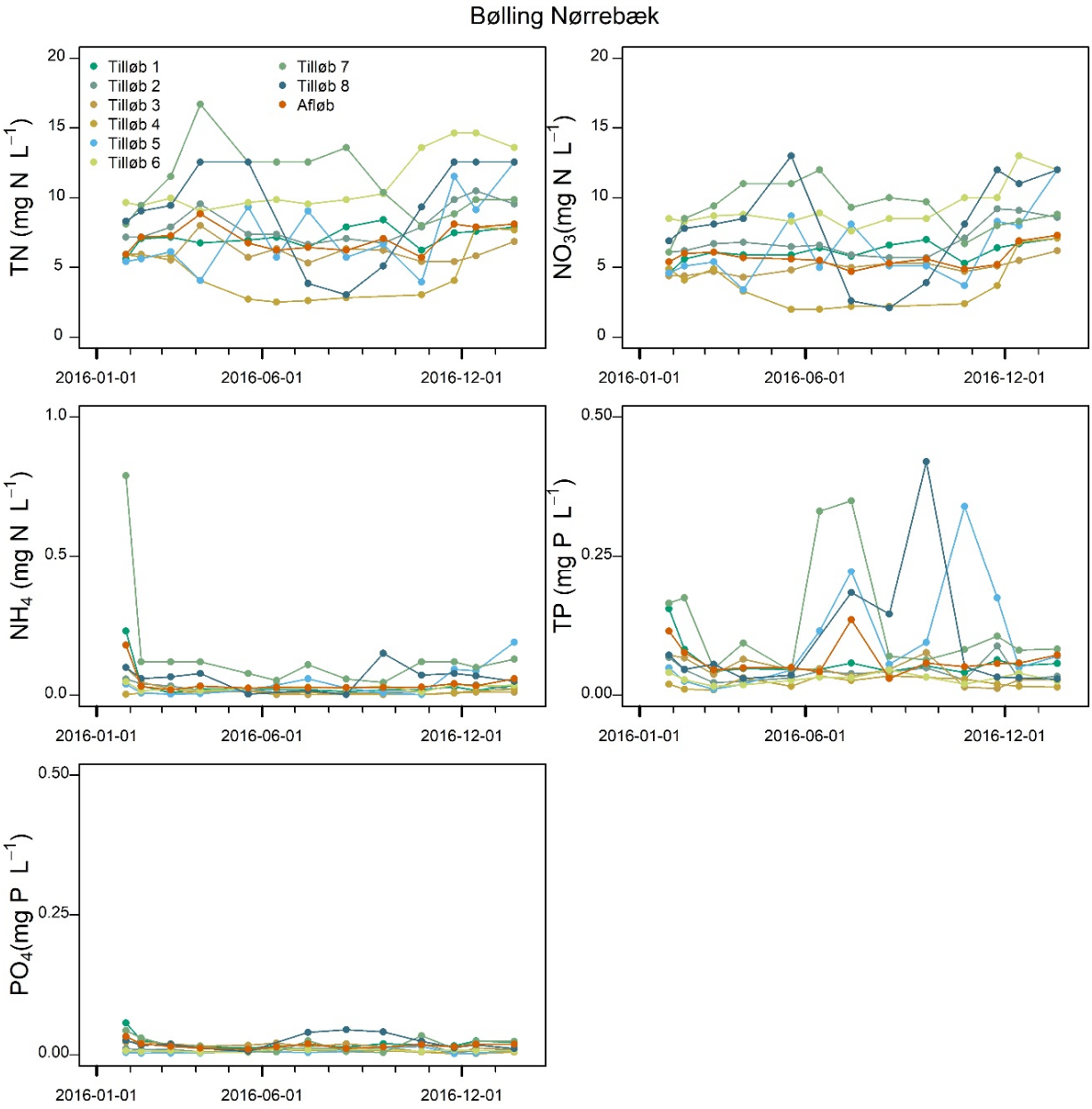
3 Vand- og stofbalanceberegninger

Det har ikke været muligt at måle alle indløb, som fx grundvandsindsivning samt indløb fra små grøfter og dræn, til de overvågede vådområder. For den umålte del af oplandet blev tilførslen af vand beregnet ved at tage det målte tilløb fra et givet opland og dividere med oplandsarealet for at få den arealspecifikke tilførsel, og næringsstoftilførslen herfra blev beregnet ved at multiplicere arealet af det umålte opland med den arealspecifikke tilførsel fra det målte opland. De opstillede vandbalancer er korrigeret for nedbør og fordampning. Her er anvendt data fra DMI, 10×10 km^2 grid for korrigeret nedbør og 20×20 km^2 for potentiel evapotranspiration. Målinger af vandtransport i tilløb og afløb blev foretaget ved at foretage vandføringsmålinger og opstille Q/h eller QQ-relationer. Ved Rønshoved var der vandstuvning ved udløbet til Flensborg Fjord, og her blev der installeret en doppler flowmåler. I to områder blev opstillet elektromagnetiske flowmålere, ved Vissing Enge i udløbet og ved Hjulby Mose i indløbet. Næringsstofbidraget fra det umålte opland blev beregnet på tilsvarende måde som vandtransporten fra det umålte opland. Næringsstoftransporten fra det målte opland blev divideret med oplandsarealet for at få den arealspecifikke tilførsel og denne blev så multipliceret med arealet af det umålte opland.

Vandprøver blev taget som punktprøver 1 gang per måned i 14 måneder (dog 18 gange for Sallinge Å områderne). Månedlige stoftransporter blev beregnet som flowvægtede koncentrationer ved lineær interpolation mellem de målte næringsstofkoncentrationer og ved anvendelse af beregnet daglig flow (Q/h, QQ, doppler målinger eller flowmålinger med elektromagnetisk flowmåler).

3.1 Bølling Nørrebæk

De målte næringsstofkoncentrationer fra de 8 tilløb samt afløbet (Bølling Nørrebæk nedstrøms) er vist på figur 2. Det er vanskeligt at få et overblik over næringsstofkoncentrationerne fra alle 8 indløb samt afløbet, som er vist på figur 2. Et simpelt gennemsnit af målingerne (tabel 2) viser, at der en lille nedgang i TN- og nitratkoncentrationerne opstrøms og nedstrøms projektområdet (i.e. Tilløb 1 og Afløb), mens der ikke er ændringer i ammonium-, fosfat- og TP-koncentrationer opstrøms og nedstrøms projektområdet. Fem af tilløbene viser større nitrat- og TN-koncentrationer sammenlignet med Bølling Nørrebæk nedstrøms projektområdet. Tre tilløb har højere TP-koncentrationer sammenlignet Bølling Nørrebæk nedstrøms projektområdet.



Figur 2. Målte næringsstofkoncentrationer fra de 8 tilløb samt afløbet Bølling Nørrebæk. Tilløb 1 er Bølling Nørrebæk før indløb gennem projektområdet, og afløb er Bølling Nørrebæk nedstrøms projektområdet

Tabel 2. Simple årlige gennemsnitskoncentrationer for kvælstof og fosfor. Enhed mg N/ l og mg P/l. Tilløb 1 er Bølling Nørrebæk opstrøms projektområdet og Afløb er Bølling Nørrebæk nedstrøms projektområdet.

Område	Station	TN	NO_3^--N	NH_4^+-N	TP	PO_4^{3-}-P
Bølling Nørrebæk	Tilløb 1	7.13	6.11	0.04	0.06	0.02
Bølling Nørrebæk	Tilløb 2	8.06	6.94	0.02	0.04	0.01
Bølling Nørrebæk	Tilløb 3	6.06	5.01	0.02	0.04	0.02
Bølling Nørrebæk	Tilløb 4	4.57	3.80	0.01	0.02	0.01
Bølling Nørrebæk	Tilløb 5	7.30	6.35	0.04	0.10	0.01
Bølling Nørrebæk	Tilløb 6	11.06	9.32	0.03	0.03	0.01
Bølling Nørrebæk	Tilløb 7	11.07	9.14	0.15	0.13	0.02
Bølling Nørrebæk	Tilløb 8	9.24	8.00	0.06	0.09	0.02
Bølling Nørrebæk	Afløb	7.06	5.71	0.04	0.06	0.02

Den beregnede månedlige vandtransport (figur 3) er højest i vintermånederne og lavest i perioden maj – september. Vandbalancen for kalenderåret 2016 viser et mindre tab mellem opstrøms og nedstrøms målestationer (tabel 3). Dette tilskrives måleusikkerhed samt intervallet mellem vandføringsmålinger, der kun blev foretaget en gang om måneden.

De månedlige kvælstoftransporter er ligeledes højest i vintermånederne og lavest i sommerhalvåret. I tabellerne 4 – 6 ses balancerne for kalenderåret 2016 for ammonium, nitrat og total kvælstof. Der er markant kvantitativ tilbageholdelse af nitrat-N og total kvælstof (TN).

De månedlige fosfortransporter (figur 3) er høje i januar og februar med små toppe i juli og november grundet høje TP-koncentrationer i nogle tilløb og lidt højere udløbskoncentrationer. Den årlige balance for fosfat og total fosfor viser tilbageholdelse (tabel 7 og 8) af P. Ved den kvalitative P risikovurdering i 2013 blev det vurderet, at der var risiko for P-tab på 5,3 ud af de undersøgte 17,4 ha i projektområdet.

Tabel 3. Vandbalance for kalenderåret 2016 for Bølling Nørrebæk.

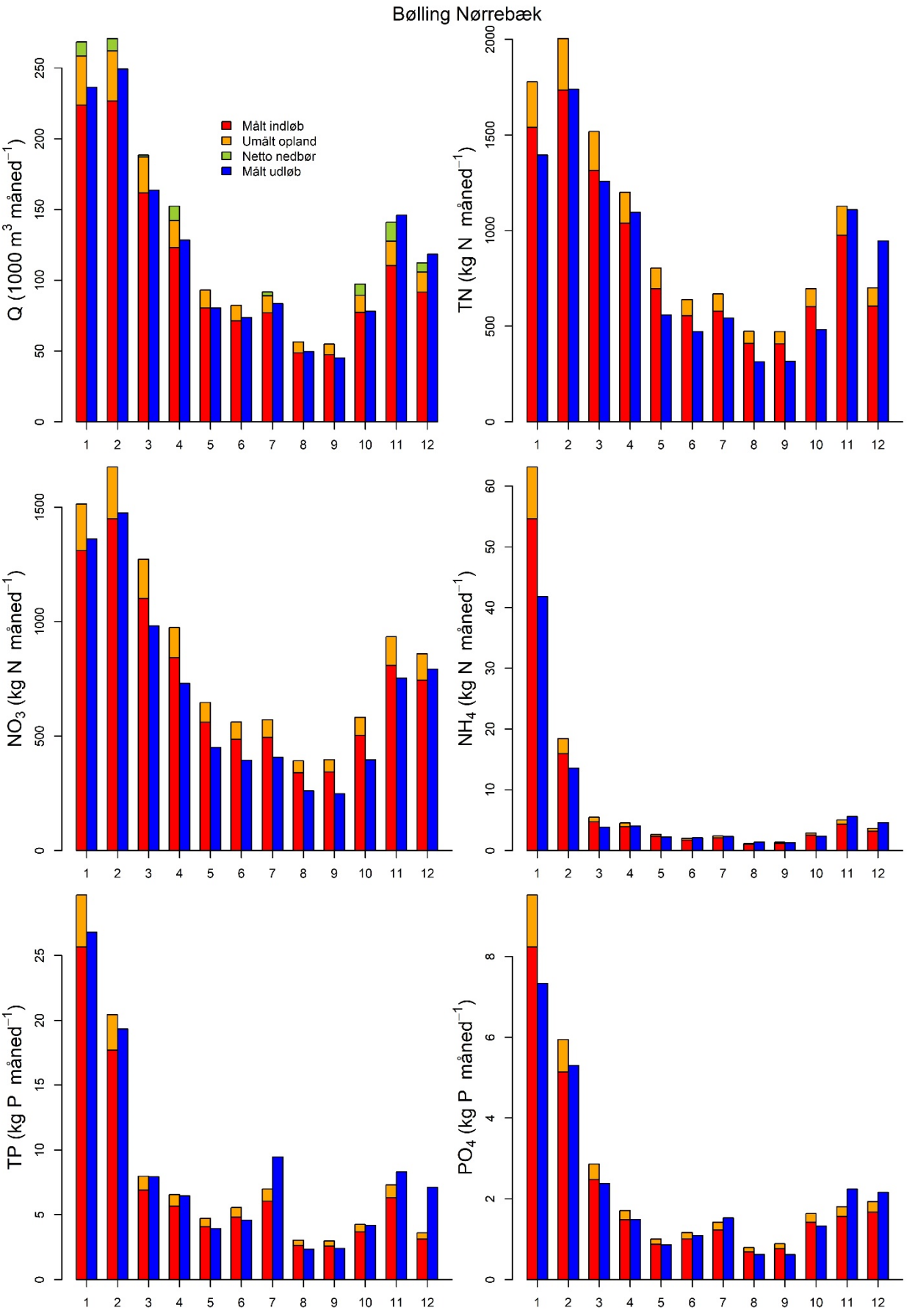
Vandbalance	Q_ind (10^3 m^3)	Q_ud (10^3 m^3)	Q_ud – Q_ind / Q_ind * 100 (%)
Bølling Nørrebæk	1592	1453	-9

Tabel 4. Ammoniumbalancen for Bølling Nørrebæk.

NH_4^+ ind kg N $år^{-1}$	NH_4^+ ud kg N $år^{-1}$	NH_4^+ fjernelse %	NH_4^+ fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
113	85	25	2

Tabel 5. Nitratbalance for Bølling Nørrebæk.

NO_3^- ind kg N $år^{-1}$	NO_3^- ud kg N $år^{-1}$	NO_3^- fjernelse %	NO_3^- fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
10375	8247	21	153



Figur 3. Bølling Nørrebæk månedlige vand- og stoftransporter i indløb, udløb og fra umålt opland.

Tabel 6. Total kvælstofbalance for Bølling Nørrebæk.

TN ind kg N $år^{-1}$	TN ud kg N $år^{-1}$	TN fjernelse %	TN fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
12079	10223	15	133

Tabel 7. Fosfatbalance for Bølling Nørrebæk.

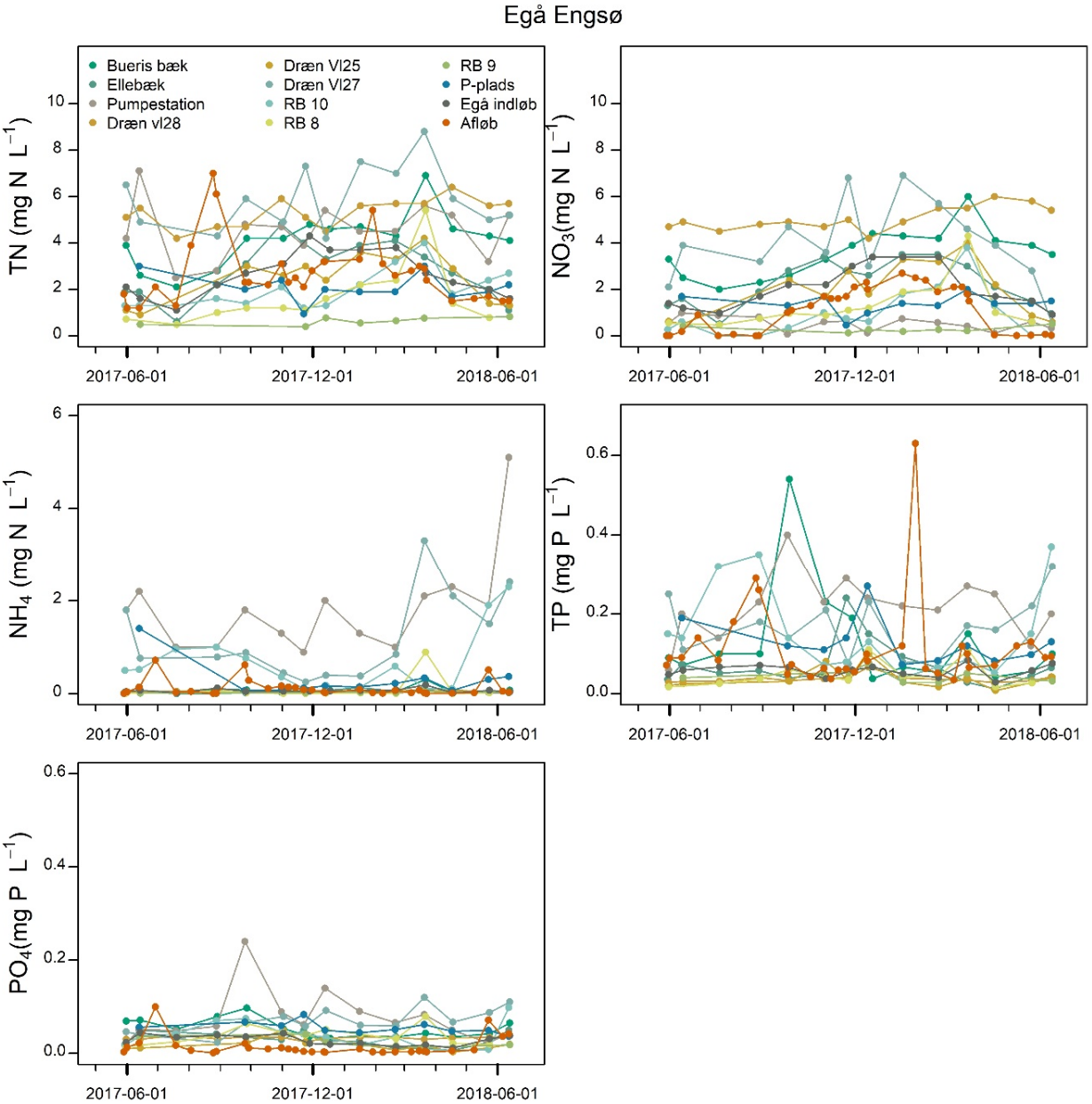
PO_4^{3-} ind kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} ud kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} retention %	PO_4^{3-} retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
30.7	26.9	12.2	0.3

Tabel 8. Total fosforbalance for Bølling Nørrebæk.

TP ind kg P $år^{-1}$	TP ud kg P $år^{-1}$	TP retention %	TP retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
103.0	102.8	0.2	0.0

3.2 Egå Engsø

Moniteringen af Egå Engsø foregik i perioden maj 2017 – juni 2018. De målte næringsstofkoncentrationer er vist nedenfor i figur 4. Total kvælstof (TN) i udløbet har en markant top i august september 2017, men ligger ellers lavt i forhold til de mest betydende tilløb (Bueris Bæk, Ellebæk og til dels Egåens indløb). Også nitrat i udløbet ligger lavt i forhold til de mest betydende tilløb, og udløbskoncentrationerne i maj – september 2017 og april – juni 2018 ligger tæt på nul. De gennemsnitlige TN-koncentrationer er højest i 4 af tilløbene, mens Egåens indløb og udløb stort set ligger på samme niveau (tabel 9). Den gennemsnitlige nitratkoncentration i udløbet er lavere end for 9 af tilløbene, kun pumpestationen og regnvandsbassin 9 har lavere gennemsnitskoncentration.



Figur 4. Målte næringsstofkoncentrationer fra Bueris Bæk, Ellebæk, pumpestationen, diverse dræn, regnvandsbassiner (RB), P plads, Egåens indløb og afløb.

Total fosfor i udløbet har ligesom for TN i udløbet en markant top i august september 2017 og igen i februar 2018 (figur 4). De målte fosfatkoncentrationer i udløbet er stedse meget lave (figur 4), hvilket også ses af, at den gennemsnitlige årlige fosfatkoncentration i udløbet er lavest sammen med de to tilløb Dræn Vl25 og RB9 (tabel 9).

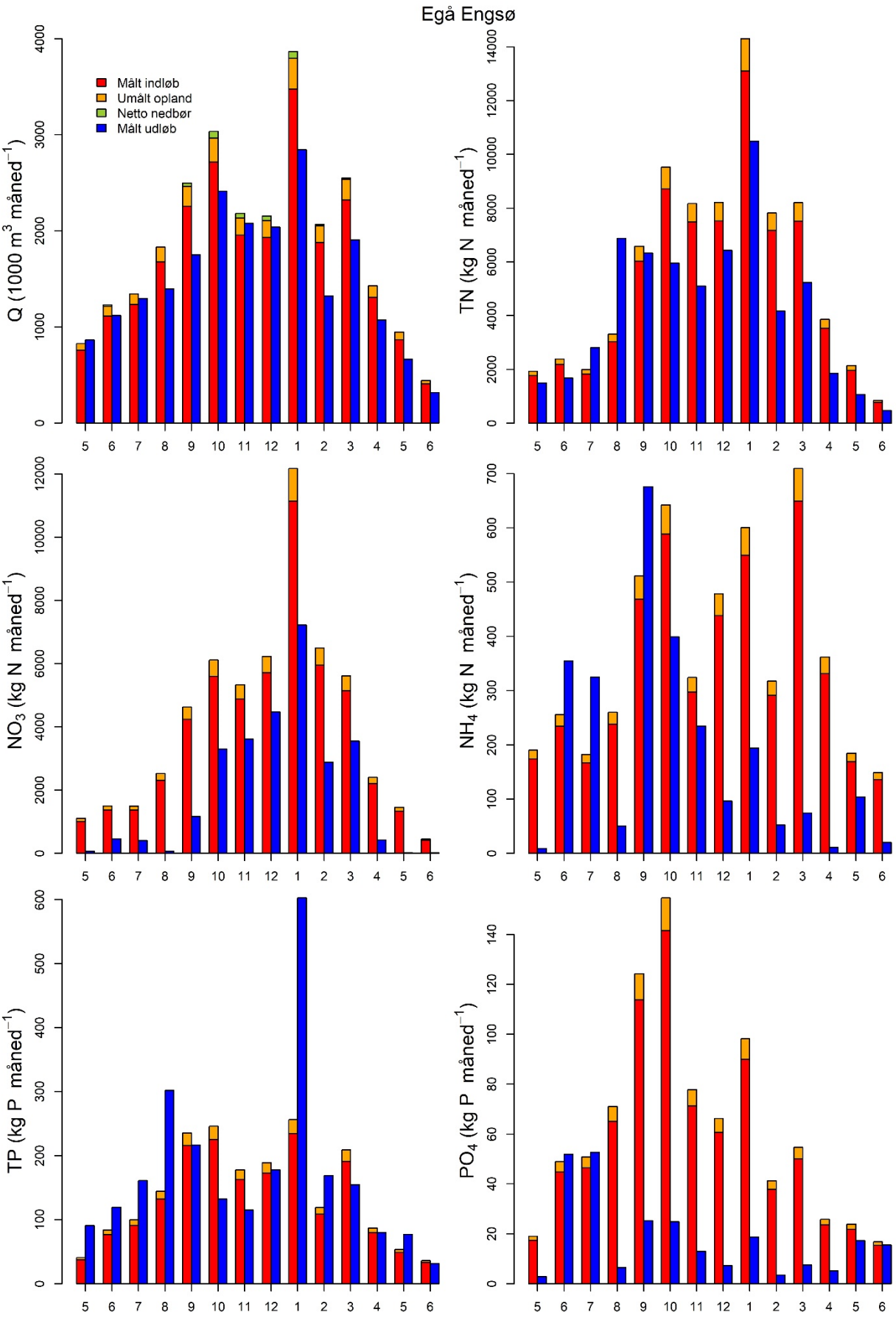
Tabel 9. Årlige gennemsnitskoncentrationer for kvælstof of fosfor. Enhed mg N/ l og mg P/l. Der er 11 tilløb og et afløb. RB er regnvandsbassiner ved Djurslandmotorvejen.

Område	Station	TN	NO_3^--N	NH_4^+-N	TP	PO_4^{3-}-P
Egå Engsø	Bueris bæk	4.15	3.59	0.07	0.13	0.05
Egå Engsø	Ellebæk	2.79	2.25	0.04	0.07	0.03
Egå Engsø	Pumpestation	4.54	0.53	1.84	0.22	0.08
Egå Engsø	Dræn vl28	5.31	5.06	0.06	0.04	0.03
Egå Engsø	Dræn Vl25	2.48	2.00	0.02	0.04	0.02
Egå Engsø	Dræn Vl27	5.95	3.98	1.22	0.17	0.07
Egå Engsø	RB 10	1.99	0.90	0.68	0.15	0.04
Egå Engsø	RB 8	1.62	1.31	0.09	0.05	0.04
Egå Engsø	RB 9	0.63	0.29	0.03	0.04	0.02
Egå Engsø	P-plads	2.09	1.38	0.30	0.13	0.05
Egå indløb til søen	Jernbanebro, Opstrøms styrt	2.64	2.06	0.07	0.06	0.03
Egå Lystrupvej	Udløb	2.81	0.68	0.18	0.11	0.02

Vandbalancen for Egå engsø viser større indløb end udløb både månedligt og opgjort for hele perioden (figur 5 og tabel 10). Udløbsmålinger er formentlig behæftet med større usikkerhed, idet der periodevis kan være tale om stuvning.

De månedlige kvælstoftransporter (figur 5) viser, at der kan være tab af ammonium (juni, juli og september), men overordnet set er der tilbageholdelse af ammonium nitrat og total kvælstof (TN). Ser man på de årlige kvælstofbalancer (tabellerne 11 – 13), skal det bemærkes, at tilbageholdelsen af TN er noget mindre end tilbageholdelsen af nitrat, både hvad gælder effektivitet, som var henholdsvis 26 og 52 % og kvantitativ tilbageholdelse, som var 184 kg TN ha^{-1} $år^{-1}$ og 269 kg NO_3^- -N ha^{-1} $år^{-1}$. Dette tilskrives høj primærproduktion – formentlig alger der har optaget ammonium og nitrat og indbygget det i biomassen – og derved tabes organisk kvælstof, når nogle af algerne samt dødt organisk materiale skylles ud via udløbet, hvilket formindsker tilbageholdelsen af TN.

De månedlige transporter af fosfat er betydeligt mindre i udløbet sammenlignet med indløbene (figur 5), hvor det kun er i juni og juli at ind- og udløbstransporten balancerer. Der er højere TP-transport i udløbet fra maj til og med august 2017 og igen i januar februar 2018. (figur). Årsbalancen for fosfat (tabel 14) viser høj fosfatretentionseffektivitet, 76 %, og en retention på 5.8 kg PO_4^{3-} P ha^{-1} $år^{-1}$, mens der er et TP-tab på 3.0 kg P ha^{-1} $år^{-1}$. Igen tilskrives TP-tabet høj primærproduktion – formentlig alger, der optager fosfat og indbygger det i biomassen - og som senere resulterer i tab af organisk fosfor, fordi en del alger og dødt organisk materiale skylles ud med udløbsvandet.



Figur 5. Egå Engsø månedlige vand- og stoftransporter i indløb, udløb og fra umålt opland.

Tabel 10. Vandbalance for perioden juni 2017 – juni 2018 for Egå Engsø.

Vandbalance	Q_ind (10^3 m3)	Q_ud (10^3 m^3)	Q_ud – Q_ind / Q_ind * 100 (%)
Egå Engsø	24145	19086	-21

Tabel 11. Ammoniumbalancen for perioden juni 2017 – juni 2018 for Egå Engsø.

NH_4^+ ind kg N $år^{-1}$	NH_4^+ ud kg N $år^{-1}$	NH_4^+ fjernelse %	NH_4^+ fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
4721	2234	53	23

Tabel 12. Nitratbalancen for perioden juni 2017 – juni 2018 for Egå Engsø.

NO_3^- ind kg N $år^{-1}$	NO_3^- ud kg N $år^{-1}$	NO_3^- fjernelse %	NO_3^- fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
54859	27071	51	257

Tabel 13. TN balancen for perioden juni 2017 – juni 2018 for Egå Engsø.

TN ind kg N $år^{-1}$	TN ud kg N $år^{-1}$	TN fjernelse %	TN fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
74978	56753	24	169

Tabel 14. Fosfatbalancen for perioden juni 2017 – juni 2018 for Egå Engsø.

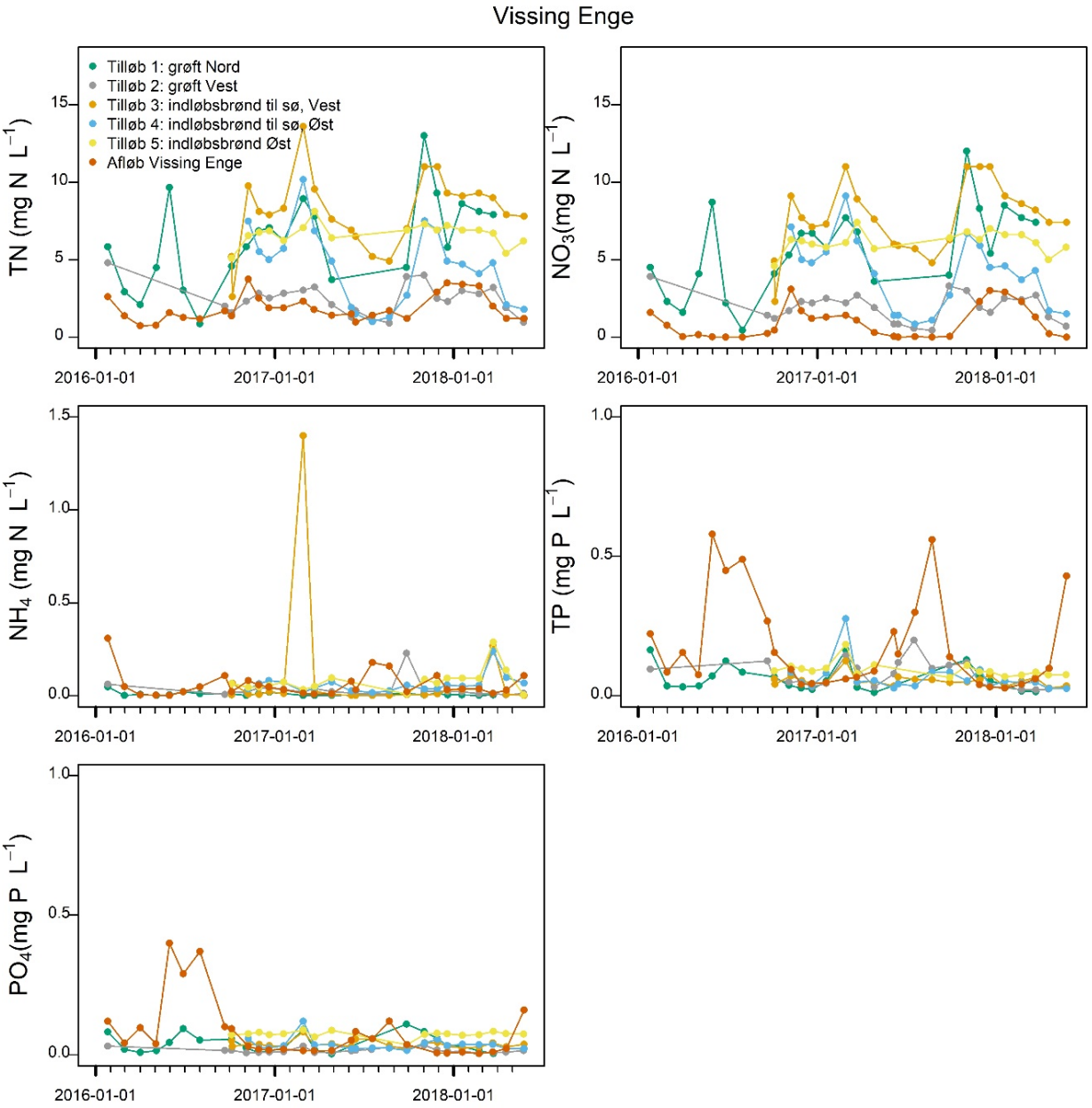
PO_4^{3-} ind kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} ud kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} retention %	PO_4^{3-} retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
805.2	196.5	75.6	5.6

Tabel 15. TP balancen for perioden juni 2017 – juni 2018 for Egå Engsø.

TP ind kg P $år^{-1}$	TP ud kg P $år^{-1}$	TP retention %	TP retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
1850.7	2217.5	-19.8	-3.4

3.3 Vissing Enge

Moniteringen af Vissing Enge foregik både i kalenderåret 2016, 2017 og frem til juni 2018. Der er i alt 5 tilløb til vådområdet, men der kunne ikke altid måles vandføring i alle tilløb ved hver prøvetagningsrunde, og i 2016 blev der først målt vandføring i tilløb 5, Indløbsbrønd Øst, fra starten af efteråret. I 2 tilløb, henholdsvis tilløb Sø Vest og tilløb Sø Øst var det ikke muligt at korrelere vandføringen med øvrige stationer. At der kun blev foretaget månedlige vandføringsmålinger har formodentlig været hovedårsagen til, at der er målt større vandføring i udløbet end den summerede vandføring fra tilløbene (figur 7 og tabel 17), da undergrunden er meget leret og tilløb til vådområdet derfor må antages at være sket via dræn og grøfter. Udløbet var monteret med en elektromagnetisk flowmåler, hvilket har givet en meget præcis måling af udløbsmængderne.



Figur 6. Vissing Enge. Målte næringsstofkoncentrationer fra indløbsgrøfter og udløb til Vissing Bæk.

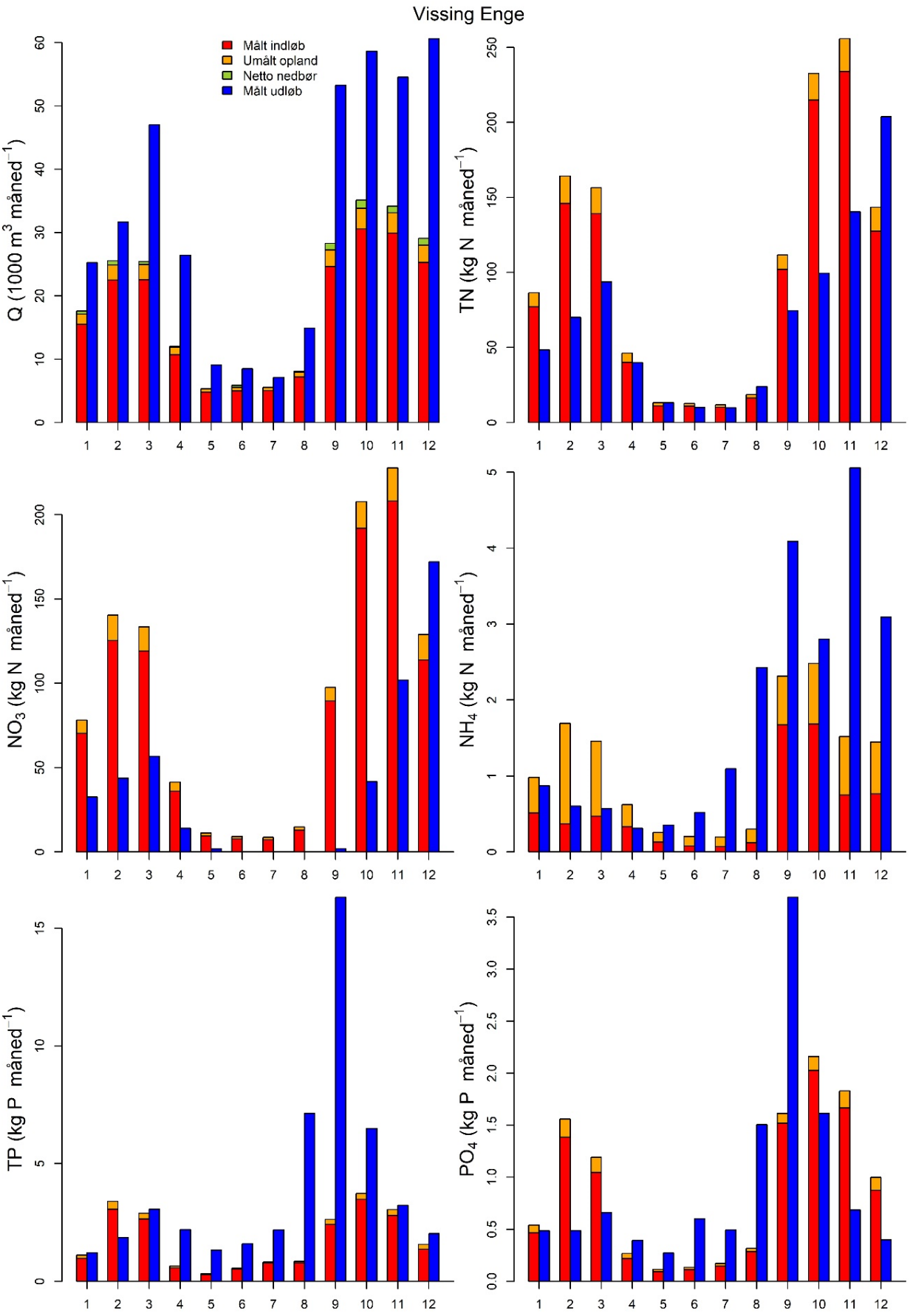
De målte koncentrationer af nitrat og total kvælstof (TN) viser, at nitrat er den dominerende fraktion i både tilløb og afløb (figur 6 og tabel 16). Der er høje nitrat og TN-koncentrationer i indløb 1, 3, 4, 5 – dog med en vis årstidsvariation – mens indløb 2 har lavere koncentrationer. Med enkelte undtagelser ses de laveste nitrat og TN-koncentrationer i udløbet. I sommerhalvåret 2016 og 2017 er nitratkoncentrationerne i udløbet tæt på nul. Tilløb 5 har vedvarende og stabile fosfatkoncentrationer omkring 0.07 mg PO_4^{3-} -P l^{-1}, mens de øvrige tilløb og afløbet ligger lavere med koncentrationer i området 0.01 – 0.05 (figur 6 og tabel 16). Dog er der høj fosfatkoncentration i udløbet i juni, juli og august 2016 (figur 6). Koncentrationen af total fosfor i udløbet (TP) ligger højt både i sommerhalvåret 2016 og 2017, og det ses, at dette formodentlig vil gentage sig for sommerhalvåret 2018 (figur 6).

Tabel 16. Beregnede årlige gennemsnitskoncentrationer i 2017. Enhed mg N /l og mg P/l.

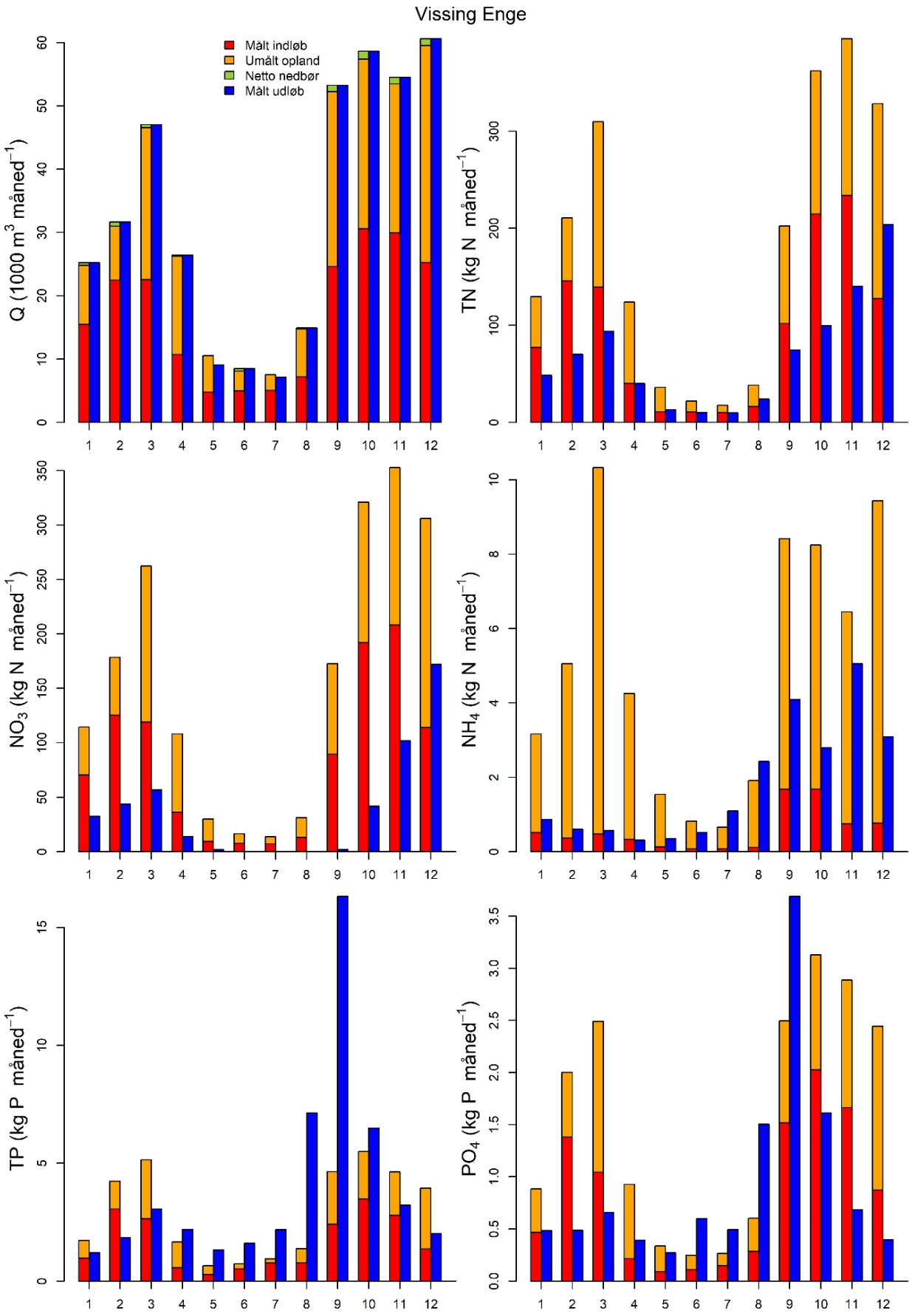
Område	Station	TN	NO_3^--N	NH_4^+-N	TP	PO_4^{3-}-P
Vissing Enge	Tilløb 1: grøft Nord	7.62	7.02	0.01	0.06	0.04
Vissing Enge	Tilløb 2: grøft Vest	2.49	1.87	0.04	0.08	0.02
Vissing Enge	Tilløb 3: sø vest	8.41	8.04	0.13	0.06	0.04
Vissing Enge	Tilløb 4: sø øst	4.61	4.12	0.04	0.08	0.04
Vissing Enge	Tilløb 5: Indløbsbrønd Øst	7.01	6.44	0.06	0.10	0.07
Vissing Enge	Afløb Vissing Enge	1.72	0.70	0.06	0.16	0.04

De månedlige vandtransporter i udløbet i 2017 er højere end de summerede målte tilløb (figur 7) og ved korrektion for umålt opland er udløbsmængderne stadig større i 9 af de 12 måneder i 2017. Da udløbet var monteret med en elektromagnetisk flowmåler er usikkerheden på disse målinger under 1 % ifølge specifikationerne (Krohne flowmåler), mens indløbsmålingerne er behæftet med større usikkerhed (12 målinger per indløb per år og efterfølgende opstilling af Q/h relation, eller QQ relation, hvis dette var muligt). Vandføring i tilløb 3 og 4 kunne ikke korreleres til vandføringen på de øvrige stationer. Oplandet til Vissing Enge er stærkt leret (tabel 1), så de manglende indløbsmængder, der er opgjort til 167 x 10^3 m^3 for 2017, kan antages at være kommet via tilløbene. Der er opstillet to sæt vand- og stofbalancer for Vissing enge (tabel 17A og 17B). Et sæt hvor de målte vandmængder i indløbene er anvendt, og et sæt hvor det er antaget, at tilførslen af vand til projektområdet svarer til den målte udløbsmængde, når der korrigeres for nedbør. I begge sæt massebalancer er udløbsmængderne identiske, da vandføringen i udløbet som nævnt er opgjort meget præcist.

De højeste kvælstoftransporter af TN ind i projektområdet sker fra september til marts, og det samme gælder for transporten af TN ud til Vissing Bæk. Samme mønster ses for nitrat, dog med den undtagelse at der stort set ikke er tab af nitrat i september, hvilket i øvrigt også gælder for månederne maj til august (Fig. 7A & 7B). Massebalancen for nitrat for 2017 viser en tilbageholdelse af nitrat på 29 kg NO_3^- -N ha^{-1} $år^{-1}$, og for TN 20 kg TN ha^{-1} $år^{-1}$ (tabel 19A & 20A), mens den alternative massebalance giver en tilbageholdelse af nitrat på 67 kg NO_3^- -N ha^{-1} $år^{-1}$, og for TN 63 kg TN ha^{-1} $år^{-1}$ (tabel 19B & 20B). Da massebalancerne for ammonium (tabel 18A & 18B) enten viser et beskedent tab på 0.4 kg NH_4-N ha^{-1} $år^{-1}$ eller en tilbageholdelse på 2 kg NH_4-N ha^{-1} $år^{-1}$ må den lavere mængde TN, der tilbageholdes sammenlignet med tilbageholdelsen af nitrat skyldes tab af organisk kvælstof. Fra maj til september er tabet af nitrat stort set nul (figur 7A & 7B), mens der kan konstateres tab af TN. Dette formodes at være i form af alger og dødt organisk materiale produceret i Vissing Engsø, der samtidig fungerer som udløb til Vissing Bæk.



Figur 7A. Vissing Enge. Månedlige vand- og stoftransporter for indløb og udløb for kalenderåret 2017.



Figur 7B. Vissing Enge. Alternativ månedlig vand- og stoftransporter for Q_ind = Q_ud i 2017.

Der er større transport af fosfat ind i Vissing Enge end ud i månederne januar til marts (Fig. 7A) alternativt fra januar til maj (Fig. 7B), mens der er større transport ud til Vissing Bæk fra april til september (Fig. 7A) alternativt fra maj til september (Fig. 7B), hvorefter der igen er nettotilbageholdelse af fosfat fra oktober til december (figur 7A & 7B). Begge beregninger viser, at der er nettotab af total fosfor (TP) fra april til oktober (7A &7B) og netto retention af TP i de øvrige måneder. Den årlige balance for 2017 viser for første balanceberegning et meget beskedent tab af fosfat på 0.02 kg PO_4^{3-} -P ha^{-1} $år^{-1}$ og et tab af TP på 1.3 kg TP ha^{-1} $år^{-1}$ (tabel 21A & 22A), men den alternative beregning viser en tilbageholdelse af fosfat på 0.3 kg PO_4^{3-} -P ha^{-1} $år^{-1}$ og et TP tab på 0.6 kg TP ha^{-1} $år^{-1}$ (tabel 21B & 22B).

Tabel 17A. Vandbalance for kalenderåret 2017 for Vissing Enge. Målt udløb for 2016 også medtaget.

Vandbalance	**Q_ind (10^3 m^3)**	**Q_ud (10^3 m^3)**	**Q_ud – Q_ind / Q_ind * 100 (%)**
Vissing Enge 2016		416	
Vissing Enge 2017	230	397	72

Tabel 17B. Vandbalance for kalenderåret 2017 for Vissing Enge. Indløb, Q_ind, er antaget at være lig udløb, Q_ud. Målt udløb for 2016 også medtaget.

Vandbalance	**Q_ind (10^3 m^3)**	**Q_ud (10^3 m^3)**	**Q_ud – Q_ind / Q_ind * 100 (%)**
Vissing Enge 2016		416	
Vissing Enge 2017	397	397	0

Tabel 18A. Ammoniumbalancen for kalenderåret 2017 for Vissing Enge.

NH_4^+ ind kg N $år^{-1}$	**NH_4^+ ud kg N $år^{-1}$**	**NH_4^+ fjernelse %**	**NH_4^+ fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$**
13	22	-62	-0.4

Tabel 18B. Ammoniumbalancen for kalenderåret 2017 for Vissing Enge under forudsætning af, at Indløb, Q_ind, er lig udløb, Q_ud.

NH_4^+ ind kg N $år^{-1}$	**NH_4^+ ud kg N $år^{-1}$**	**NH_4^+ fjernelse %**	**NH_4^+ fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$**
60	22	64	2

Tabel 19A. Nitratbalancen for kalenderåret 2017 for Vissing Enge.

NO_3^- ind kg N $år^{-1}$	**NO_3^- ud kg N $år^{-1}$**	**NO_3^- fjernelse %**	**NO_3^- fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$**
1099	467	58	29

Tabel 19B. Nitratbalancen for kalenderåret 2017 for Vissing Enge under forudsætning af, at Indløb, Q_ind, er lig udløb, Q_ud.

NO_3^- ind	NO_3^- ud	NO_3^- fjernelse	NO_3^- fjernelse
kg N $år^{-1}$	kg N $år^{-1}$	%	kg N ha^{-1} $år^{-1}$
1907	467	76	67

Tabel 20A. TN balancen for kalenderåret 2017 for Vissing Enge.

TN ind	TN ud	TN fjernelse	TN fjernelse
kg N $år^{-1}$	kg N $år^{-1}$	%	kg N ha^{-1} $år^{-1}$
1253	827	34	20

Tabel 20B. TN balancen for kalenderåret 2017 for Vissing Enge under forudsætning af, at Indløb, Q_ind, er lig udløb, Q_ud

TN ind	TN ud	TN fjernelse	TN fjernelse
kg N $år^{-1}$	kg N $år^{-1}$	%	kg N ha^{-1} $år^{-1}$
2177	827	62	63

Tabel 21A. Fosfatbalancen for kalenderåret 2017 for Vissing Enge.

PO_4^{3-} ind	PO_4^{3-} ud	PO_4^{3-} retention	PO_4^{3-} retention
kg P $år^{-1}$	kg P $år^{-1}$	%	kg P ha^{-1} $år^{-1}$
10.9	11.3	-3.6	0.0

Tabel 21B. Fosfatbalancen for kalenderåret 2017 for Vissing Enge under forudsætning af, at Indløb, Q_ind, er lig udløb, Q_ud.

PO_4^{3-} ind	PO_4^{3-} ud	PO_4^{3-} retention	PO_4^{3-} retention
kg P $år^{-1}$	kg P $år^{-1}$	%	kg P ha^{-1} $år^{-1}$
18.7	11.3	39.7	0.3

Tabel 22A. TP balancen for kalenderåret 2017 for Vissing Enge.

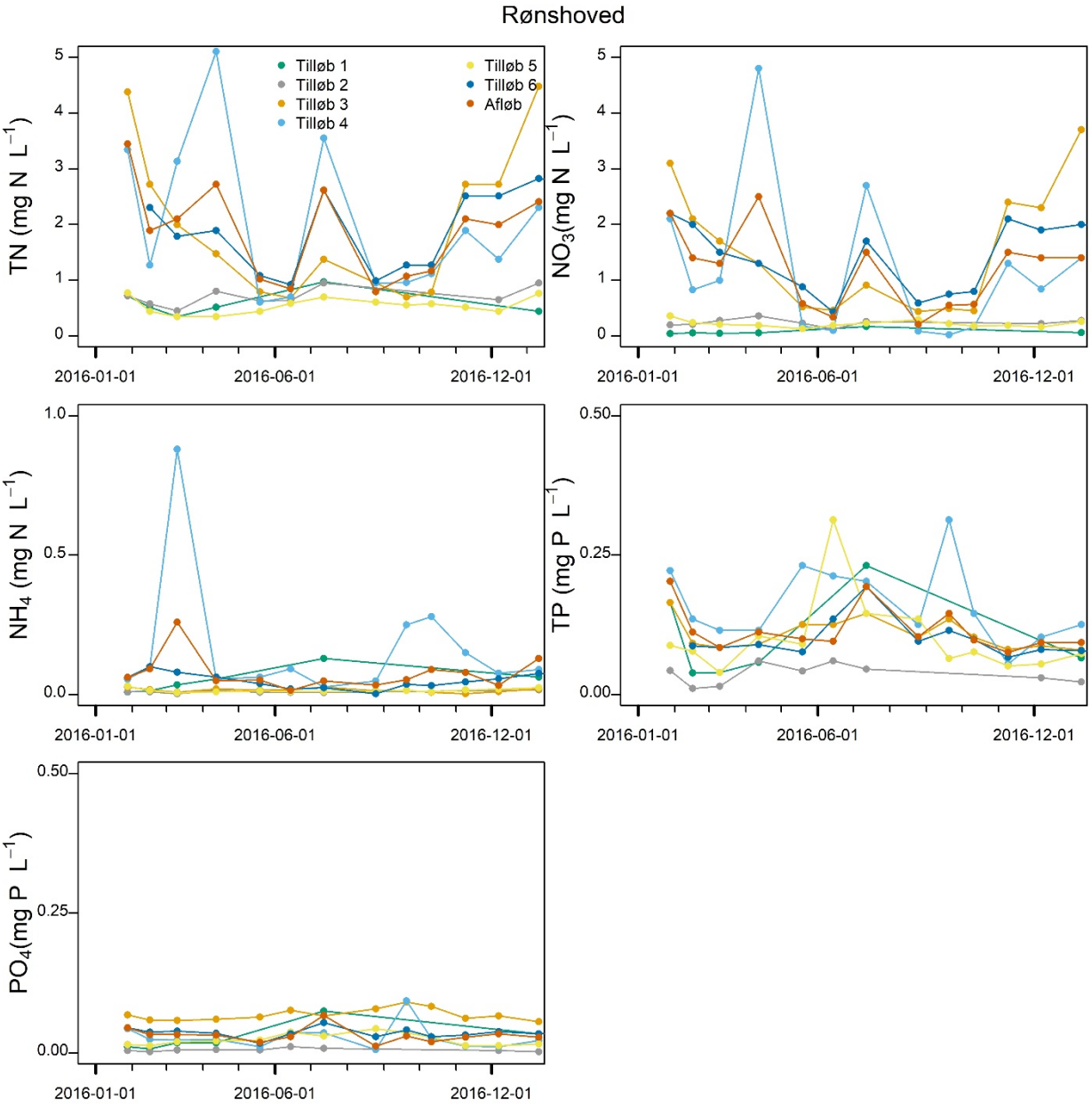
TP ind	TP ud	TP retention	TP retention
kg P $år^{-1}$	kg P $år^{-1}$	%	kg P ha^{-1} $år^{-1}$
21.5	48.6	-125.9	-1.3

Tabel 22B. TP balancen for kalenderåret 2017 for Vissing Enge under forudsætning af, at Indløb, Q_ind, er lig udløb, Q_ud.

TP ind	TP ud	TP retention	TP retention
kg P $år^{-1}$	kg P $år^{-1}$	%	kg P ha^{-1} $år^{-1}$
35.2	48.6	-38.2	-0.6

3.4 Rønshoved

Moniteringen af Rønshoved foregik i perioden december 2015 til januar 2017. Af de 6 tilløb var Tilløb 6, Fruerskov Bæk ved Kelstrup Skov, det dominerende mht. vandføring. Tilløb 1 og 2 var meget små, og det var kun muligt at beregne vandføring henholdsvis 1 og 2 gange. For tilløb 3, 4, og 5 blev der beregnet vandføring gennem hele moniteringsperioden, dog med nogen usikkerhed. I Fruerskov Bæks udløb til Flensborg Fjord blev der opsat en doppler flowmåler, og det er antaget at udløbsmængde er lig indløbsmængde med korrektion for nedbør og fordampning. De målte næringsstofkoncentrationer er vist på figur 8.



Figur 8. Rønshoved. Målte næringsstofkoncentrationer fra indløbene Fruerskov Bæk og diverse småbække og udløb til Flensborg Fjord via Fruerskov Bæk.

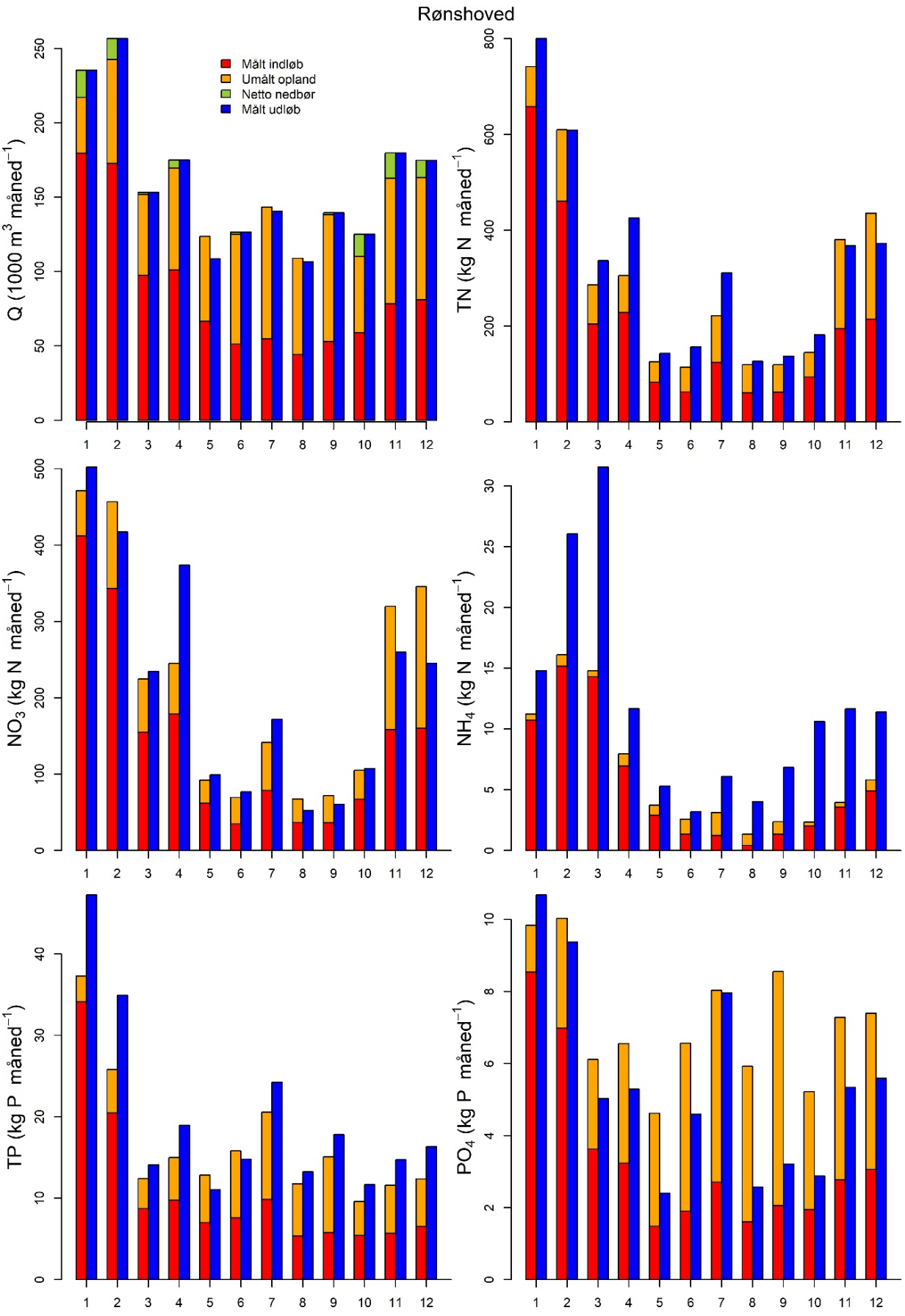
Tilløb 1 og 2 er små lokale bække, der udspringer i den omkransende skov, og næringsstofkoncentrationer er lave. Tilløb 3 har forbindelse til en opstrømsliggende mark i omdrift, og det har tilløb 4 formentlig også. Begge har periodevis kvælstofkoncentrationer, der når op på 3 – 5 mg N l^{-1}. Tilløb 5 starter lokalt i selve projektområdet, og næringsstofkoncentrationerne er lave. Tilløb 6 er Fruerskov Bæks indløb i projektområdet, og også her ses lave næringsstofkoncentrationer, som afspejler, at bækken er højt målsat (faunaindeks 7). De gennemsnitlige årlige kvælstof og fosforkoncentrationer er generelt lave både for indløb og udløb, som vist i tabel 23.

De månedlige vand- og stoftransporter for kalenderåret 2017 er vist på figur 9. Der er en beskeden tilbageholdelse af TN i februar, november og december, mens der et mindre tab i de øvrige måneder. Der er tilbageholdelse af nitrat i alle måneder pånær januar, april, (maj) og juli. Derimod er der tab af ammonium gennem hele året, som kan opgøres til 3 kg NH_4^+ -N ha^{-1} $år^{-1}$. Massebalancen for nitrat viser en meget lille tilbageholdelse på 0.5 kg NO_3^- N ha^{-1} $år^{-1}$ (tabel 26), mens massebalancen for TN viser et tab på 17 kg TN ha^{-1} $år^{-1}$ (tabel 27).

Månedstransporten for fosfat viser, at der tilbageholdes fosfat i alle måneder (figur 9). Det bør bemærkes, at bidraget fra det umålte opland udgør en væsentlig delmængde i den samlede tilførsel (Fig. 9). Massebalancen viser en årlig tilbageholdelse på 1.0 kg PO_4^{3-} -P ha^{-1} $år^{-1}$ (tabel 28). Der er tab af total fosfor (TP) i alle måneder pånær maj og juni (figur 9), og det årlige tab kan opgøres til 1.8 kg TP ha^{-1} $år^{-1}$ (tabel 29)..

Tabel 23. Årlige gennemsnitskoncentrationer for kvælstof og fosfor. Enhed mg N/ l og mg P/l .

Område	Station	TN	NO_3^--N	NH_4^+-N	TP	PO_4^{3-}-P
Rønshoved	Tilløb 1	0.59	0.07	0.05	0.10	0.03
Rønshoved	Tilløb 2	0.71	0.24	0.01	0.04	0.01
Rønshoved	Tilløb 3	1.98	1.53	0.02	0.11	0.07
Rønshoved	Tilløb 4	2.02	1.19	0.17	0.16	0.03
Rønshoved	Tilløb 5	0.55	0.22	0.01	0.10	0.02
Rønshoved	Tilløb 6, Kelstrup Skov	1.63	1.23	0.04	0.10	0.04
Rønshoved	Afløb	1.86	1.19	0.08	0.12	0.03



Figur 9. Rønshoved. Månedlige vand- og stoftransporter for indløb og udløb for kalenderåret 2017.

Tabel 24. Vandbalance for kalenderåret 2017 for Rønshoved.

Vandbalance	Q_ind (m^3)	Q_ud (m^3)	Q_ud – Q_ind / Q_ind * 100 (%)
Rønshoved	1922	1922	0

Tabel 25. Ammoniumbalancen for kalenderåret 2017 for Rønshoved.

NH_4^+ ind kg N $år^{-1}$	NH_4^+ ud kg N $år^{-1}$	NH_4^+ fjernelse %	NH_4^+ fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
75	143	-90	-3

Tabel 26. Nitratbalancen for kalenderåret 2017 for Rønshoved.

NO_3^- ind kg N $år^{-1}$	NO_3^- ud kg N $år^{-1}$	NO_3^- fjernelse %	NO_3^- fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
2610	2600	0	0

Tabel 27. TN balancen for kalenderåret 2017 for Rønshoved.

TN ind kg N $år^{-1}$	TN ud kg N $år^{-1}$	TN fjernelse %	TN fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
3601	3965	-10	-17

Tabel 28. Fosfatbalancen for kalenderåret 2017 for Rønshoved.

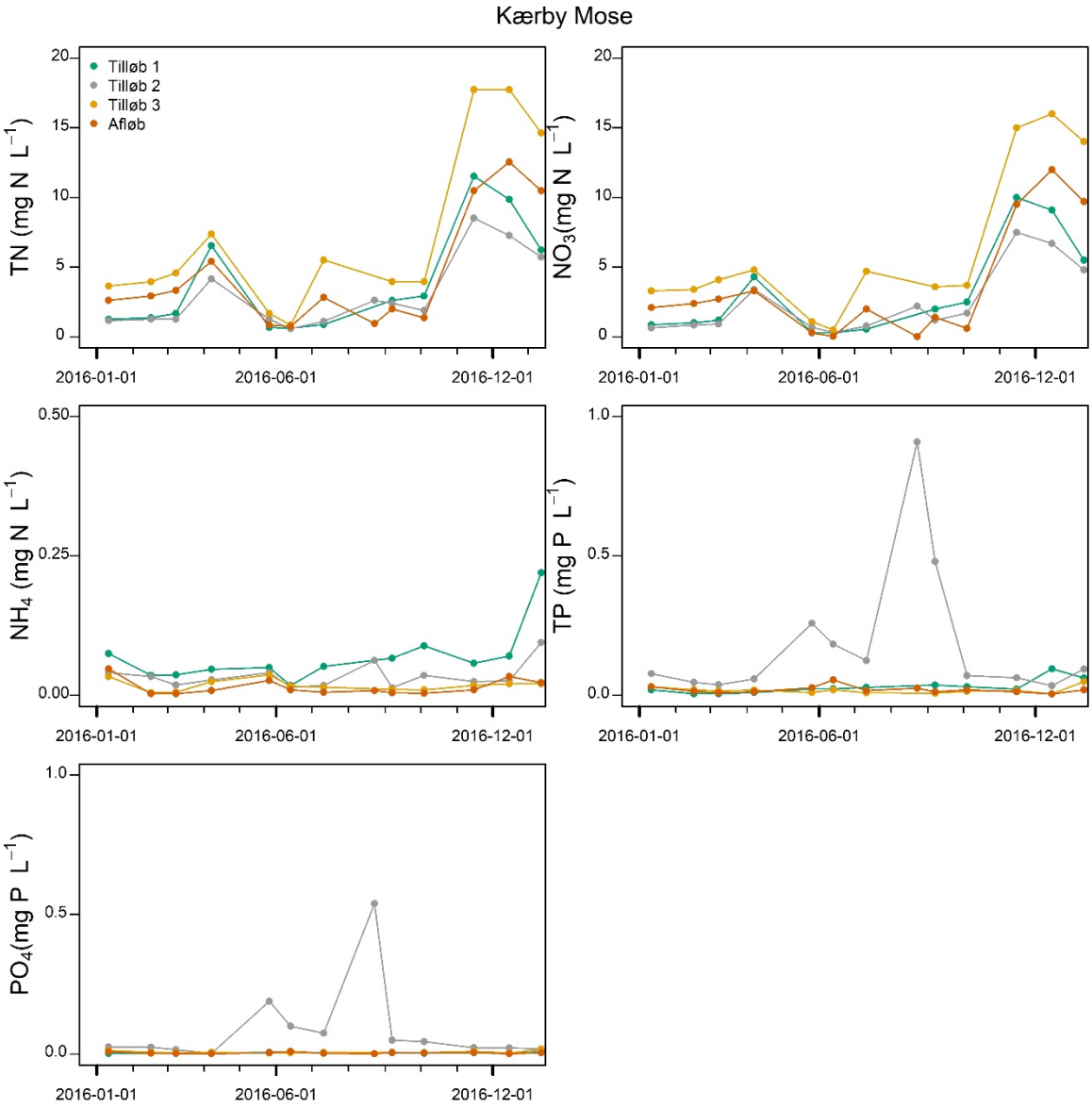
PO_4^{3-} ind kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} ud kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} retention %	PO_4^{3-} retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
86.1	64.9	24.6	1.0

Tabel 29. TP balancen for kalenderåret 2017 for Rønshoved.

TP ind kg P $år^{-1}$	TP ud kg P $år^{-1}$	TP retention %	TP retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
200.0	239.0	-19.5	-1.8

3.5 Kærby Mose

Moniteringen af Kærby Mose foregik i perioden 19.11.2015 til 04.01.2017. Tilløb 1 og 2 er drænrør, og tilløb 3 er en tilløbsrende. Udløbet er benævnt Afløb fra Tving, og det løber ud i Fraugde Bæk. Som det ses af figur 1, nr. 15, er der ingen målestationer på den nordlige side af det lille 2.75 ha store projektområde, hvilket betyder, at vandet fra det tilhørende landbrugsopland siver diffust gennem vådområdet. De målte kvælstofkoncentrationer viser, at nitrat er den dominerende kvælstoffraktion i både tilløb og afløb (figur 10 og tabel 30). Tilløbsrenden – tilløb 3 – havde de højeste kvælstofkoncentrationer gennem moniteringsperioden. Der var lave fosfat og TP-koncentrationer undtagen i tilløb 2, der havde højere koncentrationer i sommer- og efterårsperioden (figur 10 og tabel 30). Den opstillede vandbalance for Kærby Mose viser markant forskel mellem det samlede indløb og udløb, da de målte udløbsmængder gennem hele moniteringsperioden konsekvent er højere (figur 11A og tabel 31A).



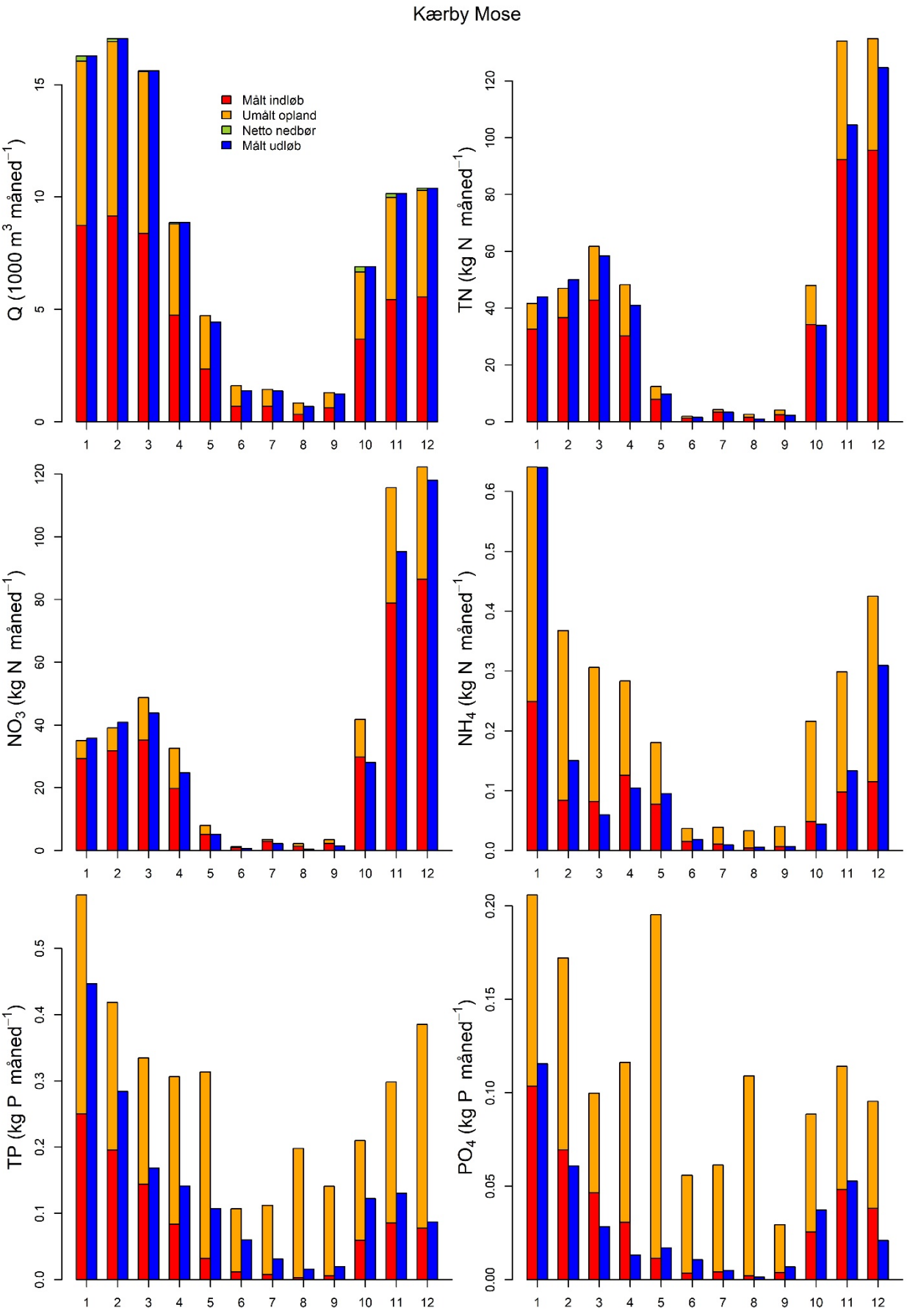
Figur 10. Kærby Mose. Målte næringsstofkoncentrationer i tilløb og afløb

Det er derfor valgt at opstille to sæt massebalance-beregninger. Første sæt (A) hvor målte vandmængder i ind- og udløb er anvendt og andet sæt (B) hvor det er antaget, at de 37 x 10^3 m^3 vand, der ikke kan redegøres for, kommer fra de 3 tilløb og/eller den diffuse indsivning af grundvand fra nordsiden af projektområdet, altså at Q_ind = Q_ud korrigeret for nettonedbør (figur 11B og tabel 31B). Det skal bemærkes, at der ikke er grund til at betvivle vandføringsmålingerne i udløbet, der var nyetableret og med et fint vandløbsprofil. Ved det andet sæt beregninger blev anvendt gennemsnit af næringsstof-koncentrationer fra tilløb 1 og tilløb 2.

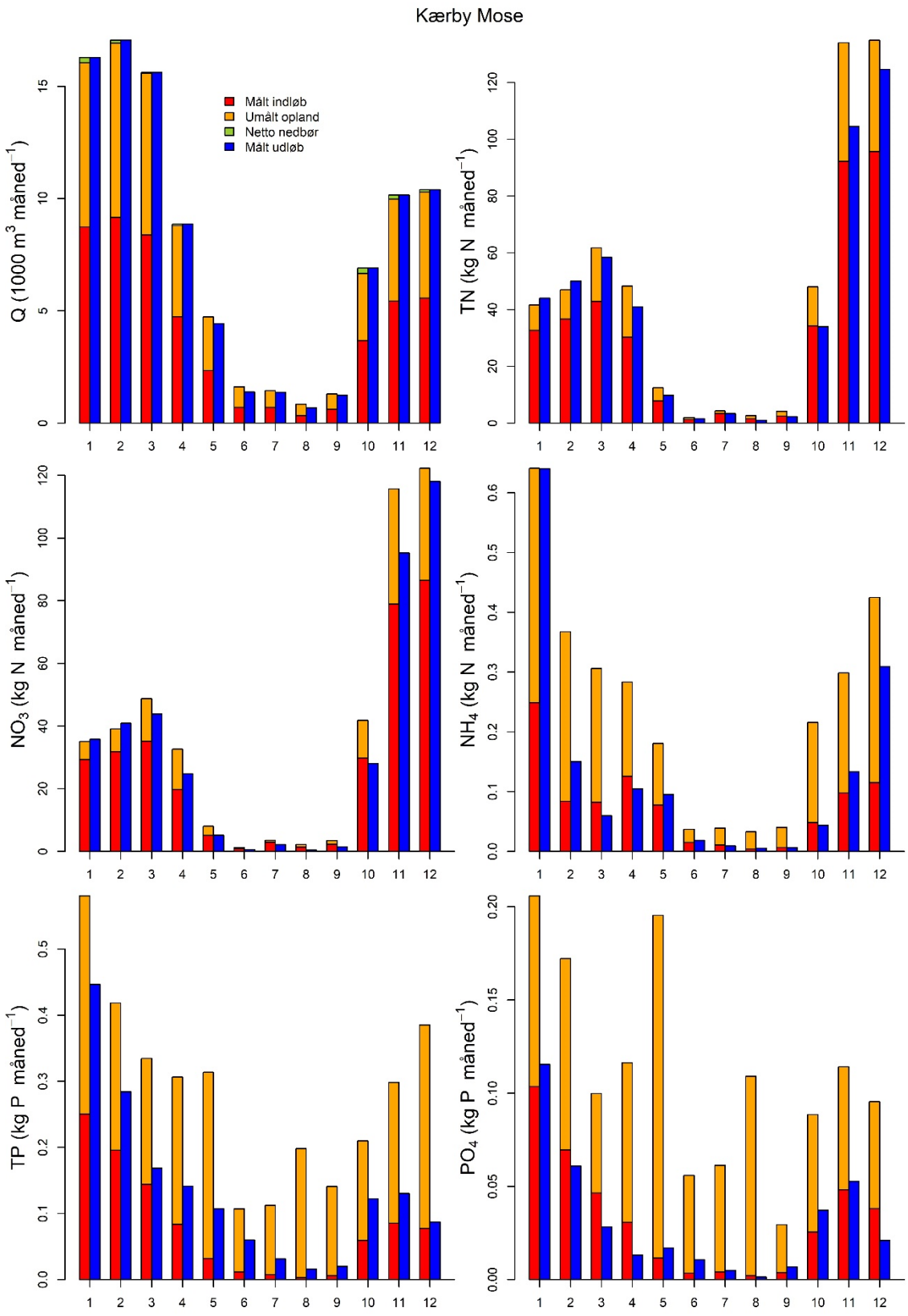
Tabel 30. Gennemsnitskoncentrationer i tilløb og afløb. Enhed mg/L.

Område	Station	TN	NO_3^--N	NH_4^+-N	TP	PO_4^{3-}-P
Kærby Mose	Tilløb 1	3.85	3.14	0.07	0.03	0.00
Kærby Mose	Tilløb 2	3.02	2.44	0.04	0.19	0.09
Kærby Mose	Tilløb 3	7.14	6.18	0.02	0.02	0.01
Kærby Mose	Afløb	4.35	3.54	0.01	0.02	0.00

Massebalancerne ved udelukkende at anvende målte vandføringer i indløbene giver et lille tab af ammonium på 0.1 kg NH_4^+-N ha^{-1} $år^{-1}$ (tabel 32A), mens andet sæt beregninger giver en tilbageholdelse på 0.5 kg NH_4^+-N ha^{-1} $år^{-1}$ (tabel 32B). For nitrat er der et tab på 19 kg NO_3^- -N ha^{-1} $år^{-1}$ ved første beregning (tabel 33A) og en tilbageholdelse på 21 kg NO_3^- -N ha^{-1} $år^{-1}$ ved beregning B (tabel 33B). Tilsvarende for TN et tab på 25 kg TN ha^{-1} $år^{-1}$ ved beregning A (tabel 34A) og en tilbageholdelse på 24 kg TN ha^{-1} $år^{-1}$ ved beregning B (tabel 34B). Der tilbageholdes fosfat ved begge sæt beregninger, henholdsvis 0.1 og 0.4 kg PO_4^{3-}-P ha^{-1} $år^{-1}$ (tabel 35A & 35B). For TP giver beregning A et tab på 0.1 kg TP ha^{-1} $år^{-1}$ og beregning B en tilbageholdelse på 0.7 kg TP ha^{-1} $år^{-1}$.



Figur 11A. Kærby Mose. Månedlige vand- og stoftransporter. Målt vandtransport i indløbene er anvendt.



Figur 11B. Kærby Mose. Månedlige vand- og stoftransporter. Antaget at Q_indløb = Q_udløb.

Tabel 31A. Vandbalance for Kærby Mose, målte mængder

Vandbalance	Q_ind (m^3)	Q_ud (m^3)	Q_ud – Q_ind / Q_ind * 100 (%)
Kærby mose	57	94	65

Tabel 31B. Vandbalance for Kærby Mose, hvor det er antaget at Q_ind = Q_ud når der er korrigeret for nettonedbør.

Vandbalance	Q_ind (m^3)	Q_ud (m^3)	Q_ud – Q_ind / Q_ind * 100 (%)
Kærby mose	94	94	0

Tabel 32A. Ammoniumbalance med målt Q_ind

NH_4^+ ind kg N $år^{-1}$	NH_4^+ ud kg N $år^{-1}$	NH_4^+ fjernelse %	NH_4^+ fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
1.2	1.6	-30	-0.1

Tabel 32B. Ammoniumbalance med Q_ind = Q_ud.

NH_4^+ ind kg N $år^{-1}$	NH_4^+ ud kg N $år^{-1}$	NH_4^+ fjernelse %	NH_4^+ fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
2.9	1.6	45	0.5

Tabel 33A. Nitratbalance med målt Q_ind.

NO_3^- ind kg N $år^{-1}$	NO_3^- ud kg N $år^{-1}$	NO_3^- fjernelse %	NO_3^- fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
344	396	-15	-19

Tabel 33B. Nitratbalance med Q_ind = Q_ud.

NO_3^- ind kg N $år^{-1}$	NO_3^- ud kg N $år^{-1}$	NO_3^- fjernelse %	NO_3^- fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
454	396	13	21

Tabel 34A. TN med målt Q_ind,

TN ind kg N $år^{-1}$	TN ud kg N $år^{-1}$	TN fjernelse %	TN fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
406	474	-17	-25

Tabel 34B. TN balance med Q_ind = Q_ud.

TN ind kg N $år^{-1}$	TN ud kg N $år^{-1}$	TN fjernelse %	TN fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
541	474	12	24

Tabel 35A. Fosfatbalance med målt Q_ind.

PO_4^{3-} ind kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} ud kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} retention %	PO_4^{3-} retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
0.5	0.4	29	0.1

Tabel 35B. Fosfatbalance med Q_ind = Q_ud.

PO_4^{3-} ind kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} ud kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} retention %	PO_4^{3-} retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
1.3	0.4	72.5	0.4

Tabel 36A. TP balance med målt Q_ind.

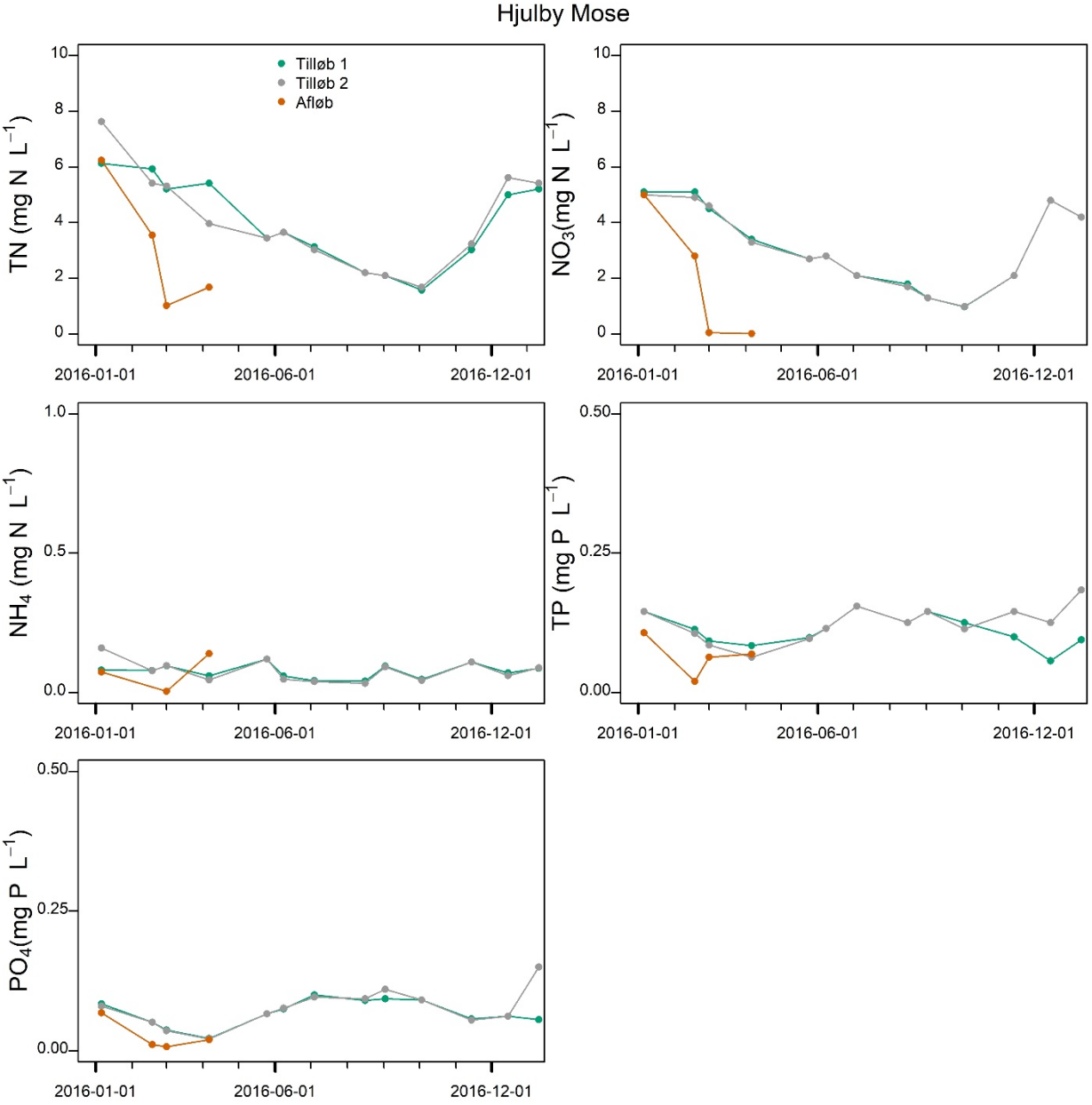
TP ind kg P $år^{-1}$	TP ud kg P $år^{-1}$	TP retention %	•	TP retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
1.3	1.6	-23.5	•	-0.1

Tabel 36B. TP balance med Q_ind = Q_ud.

TP ind kg P $år^{-1}$	TP ud kg P $år^{-1}$	TP retention %	TP retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
3.4	1.6	52.6	0.7

3.6 Hjulby Mose

Indløbet til moseområdet er bemærkelsesværdigt, da det foregår via to Ø110 mm rør fra Vindinge Å, som tilsammen skulle give et flow på 6 l s^{-1}. Der blev monteret to elektromagnetiske flowmålere på de to rør, så det målte indløb til projektområdet er opgjort meget præcist. Afløbet fra Hjulby Mose sker til Vindinge Å over en bred afrømmet flade. I statusrapporten for 2016 er det oplyst, at der blev gravet en rende for at kunne måle på udløbsvandet, men dette var kun muligt i første halvdel af moniteringsperioden, da vandet løb dybere nede i jorden i sidste halvdel. Ser man på de månedlige vandtransporter (figur 13), er der en mulig forklaring på det manglende udløb fra projektområdet. Vandet tilføres på overfladen af projektområdet via de to rør, og herved oversvømmes området, og kan efterfølgende strømme overfladisk af, fordampe eller sive ned i jorden.



Figur 12. Hjulby Mose. Målte næringsstofkoncentrationer i indløb og udløb.

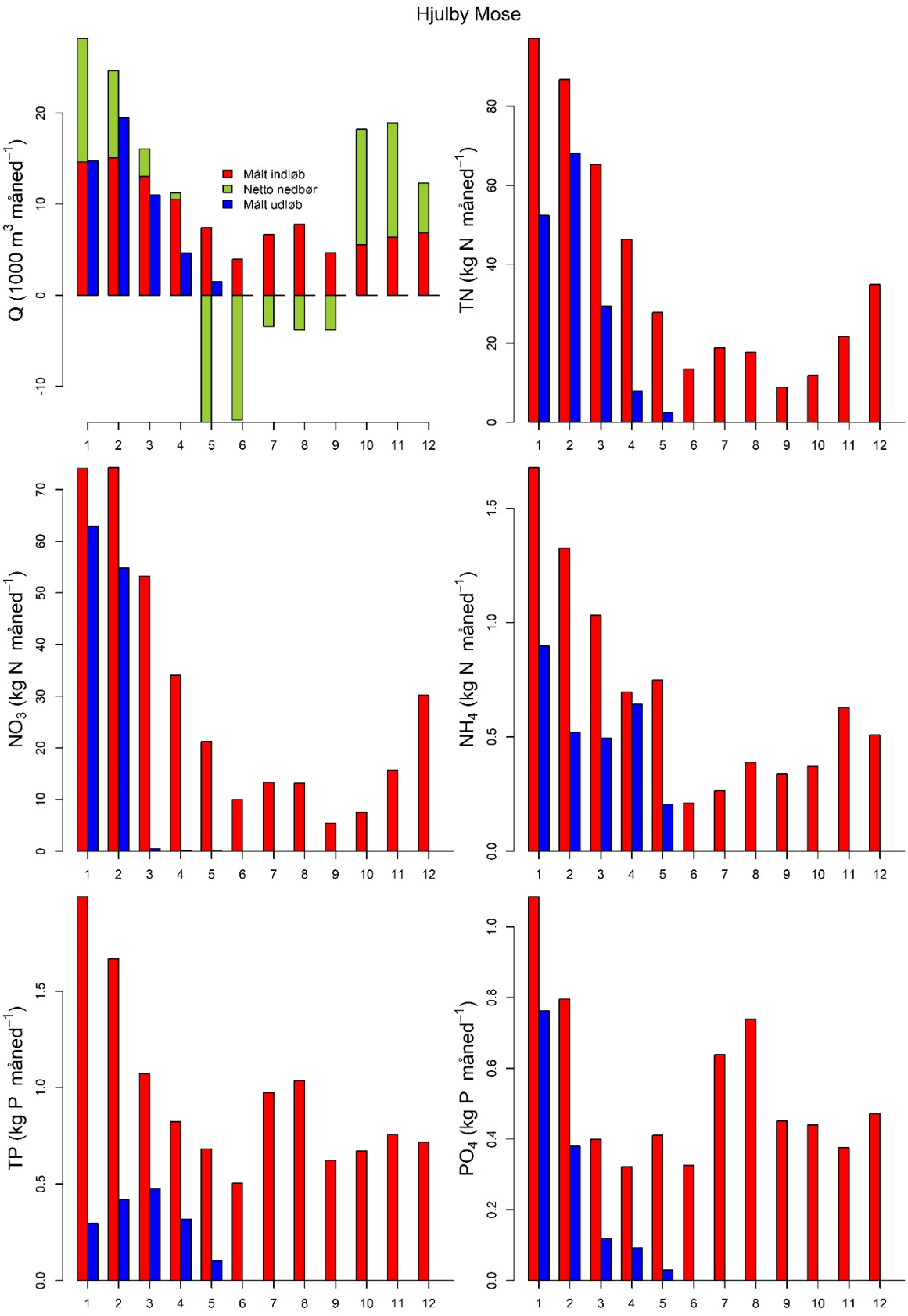
Det fremgår af vandtransportberegningerne (figur 13), at der er nedbørsdeficit i månederne maj – september, hvorved grundvandsspejlet med al sandsynlighed er faldet i projektområdet, og det kan være årsagen eller en medvirkende årsag til, at der ikke ses udløb fra juni til december. De to indløbsrør (Ø 110) skulle give samme konstante indløbsmængde året rundt, hvilket flowmålingerne også viste. Det daglige indløb kan ud fra flowmålingerne beregnes til at have været 249315 l dag^{-1}, som skulle fordeles over et areal på 28 ha, hvilket under antagelse af jævn fordeling har givet 0.89 l m^{-2} dag^{-1} (dvs. mindre end 1 mm vand pr. m^2). Det er derfor sandsynligt, at grundvandsspejlet er faldet i månederne med nedbørsdeficit, da der har været stor fordampning i disse måneder, idet at tilløbsvandet er tilført på jordoverfladen.

De målte næringsstofkoncentrationer i de to tilløb samt afløbet er vist på figur 12. Tilløbskoncentrationerne er stort set identiske, hvilket de også burde være, da de to rør ligger tæt på hinanden (figur 12 & tabel 37).

Det er svært at vurdere resultaterne fra Hjulby Mose, da der mangler data for udløbet for de sidste 9 prøvetagningsrunder. Nitrat, der strømmer med grundvandet gennem vådområder, bliver omsat med stor effektivitet, blot der er mere end 3 % organisk stof i jorden. Hvis det er korrekt, at der ikke var afløb fra Hjulby Mose fra juni til og med december 2016, vil nedenstående vand- og stofbalancer være retvisende (tabellerne 38 – 43). Men det må tages med forbehold, da vandet kan have strømmet dybere nede i jorden.

Tabel 37. Beregnede gennemsnitskoncentrationer for indløb og udløb. Enhed mg/l.

Område	Station	TN	NO_3^--N	NH_4^+-N	TP	PO_4^{3-}-P
Hjulby Mose	Tilløb 1	4.00	3.14	0.08	0.11	0.07
Hjulby Mose	Tilløb 2	4.05	3.11	0.08	0.12	0.08
Hjulby Mose	Afløb	3.12	1.97	0.07	0.06	0.03



Figur 13. Hjulby Mose. Månedlige vand- og stoftransporter.

Tabel 38. Vandbalance indløb udløb. Intet udløb juni – december.

Vandbalance	Q_ind (10^3 m^3)	Q_ud (10^3 m^3)	Q_ud – Q_ind / Q_ind * 100 (%)
Hjulby mose	91	51	-43

Tabel 39. Ammoniumbalancen for kalenderåret 2016 for Hjulby Mose. Med forbehold for manglende udløbsdata fra juni til december

NH_4^+ ind	NH_4^+ ud	NH_4^+ fjernelse	NH_4^+ fjernelse
kg N $år^{-1}$	kg N $år^{-1}$	%	kg N ha^{-1} $år^{-1}$
8	3	66	0.2

Tabel 40. Nitratbalancen for kalenderåret 2016 for Hjulby Mose. Med forbehold for manglende udløbsdata fra juni til december.

NO_3^- ind	NO_3^- ud	NO_3^- fjernelse	NO_3^- fjernelse
kg N $år^{-1}$	kg N $år^{-1}$	%	kg N ha^{-1} $år^{-1}$
352	118	66	8

Tabel 41. TN balancen for kalenderåret 2016 for Hjulby Mose. Med forbehold for manglende udløbsdata fra juni til december.

TN ind	TN ud	TN fjernelse	TN fjernelse
kg N $år^{-1}$	kg N $år^{-1}$	%	kg N ha^{-1} $år^{-1}$
451	160	64	10

Tabel 42. Fosfatbalancen for kalenderåret 2016 for Hjulby Mose. Med forbehold for manglende udløbsdata fra juni til december

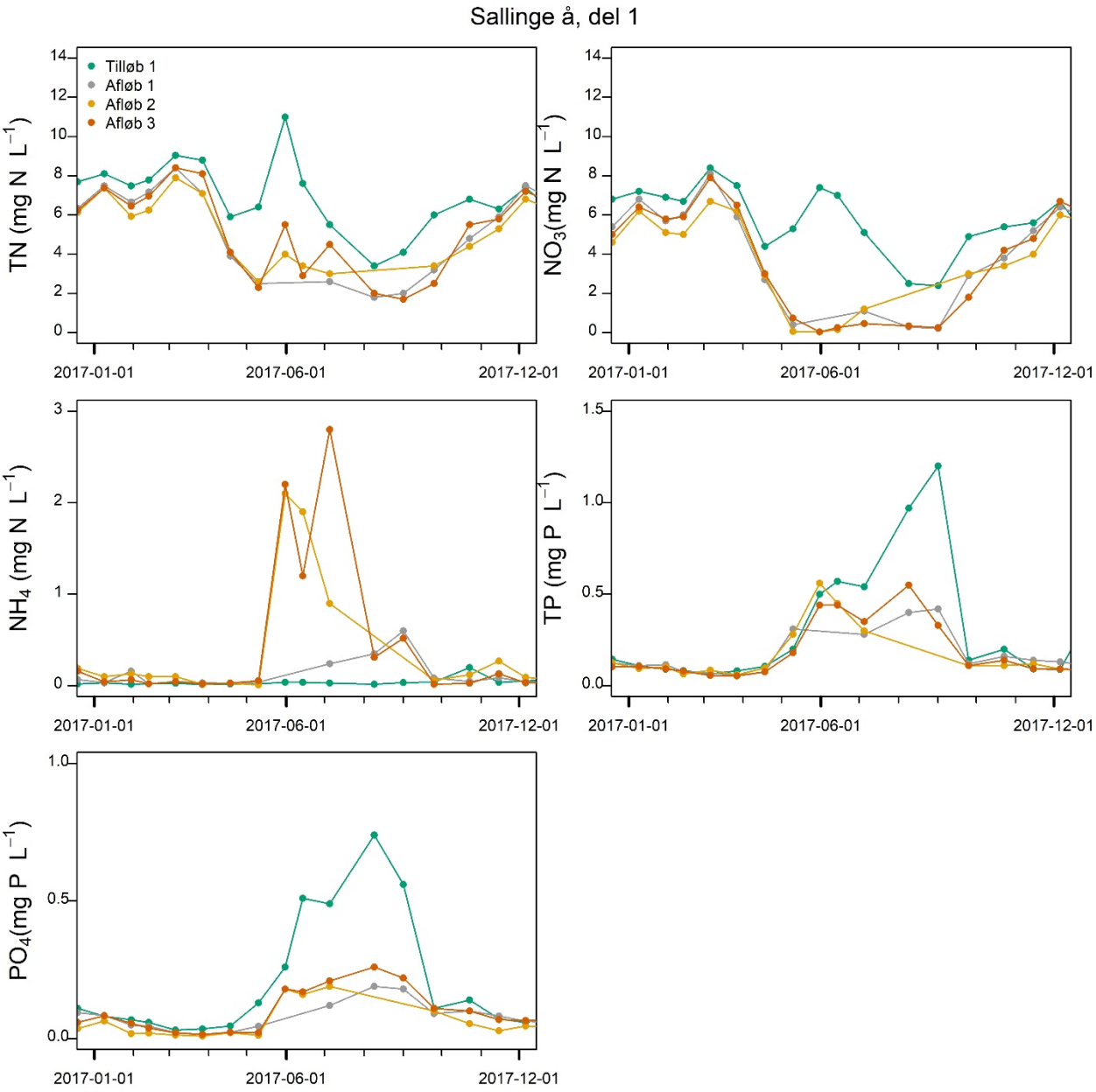
PO_4^{3-} ind	PO_4^{3-} ud	PO_4^{3-} retention	PO_4^{3-} retention
kg P $år^{-1}$	kg P $år^{-1}$	%	kg P ha^{-1} $år^{-1}$
6.5	1.4	79	0.2

Tabel 43. TP balancen for kalenderåret 2016 for Hjulby Mose. Med forbehold for manglende udløbsdata fra juni til december.

TP ind	TP ud	TP retention	TP retention
kg P $år^{-1}$	kg P $år^{-1}$	%	kg P ha^{-1} $år^{-1}$
11.5	1.6	86	0.4

3.7 Sallinge Å delområde 1

Moniteringen af projekterne i Sallinge Å systemet foregik i perioden december 2016 til januar 2018. Frekvensen af både vandføringsmålinger og vandprøvetagninger er høj med 18 runder. Et veldefineret tilløb via et 600 mm betonrør fordeler vandet ud over det ripariske projektområde. Der har naturligt etableret sig 3 afløb fra området og ud til Sallinge Å.



Figur 14. Sallinge Å, delområde 1. Målte næringsstofkoncentrationer i indløbet og de 3 udløb.

Nitrat- og TN-koncentrationerne i de 3 afløb er indbyrdes meget ensartede i moniteringsperioden, hvorimod ammoniumkoncentrationerne i afløb 2 og 3 er noget højere i sommerperioden (figur 14 & tabel 44). TP- og fosfatkoncentrationerne er højest i indløbet og markant højere i sidste halvdel af året (figur 14). TP- og fosfatkoncentrationerne i de 3 afløb ligger tæt (figur 14 & tabel 44).

Tabel 44. Beregnede gennemsnitskoncentrationer for tilløb og afløb for kalenderåret 2017. Enhed mg/l.

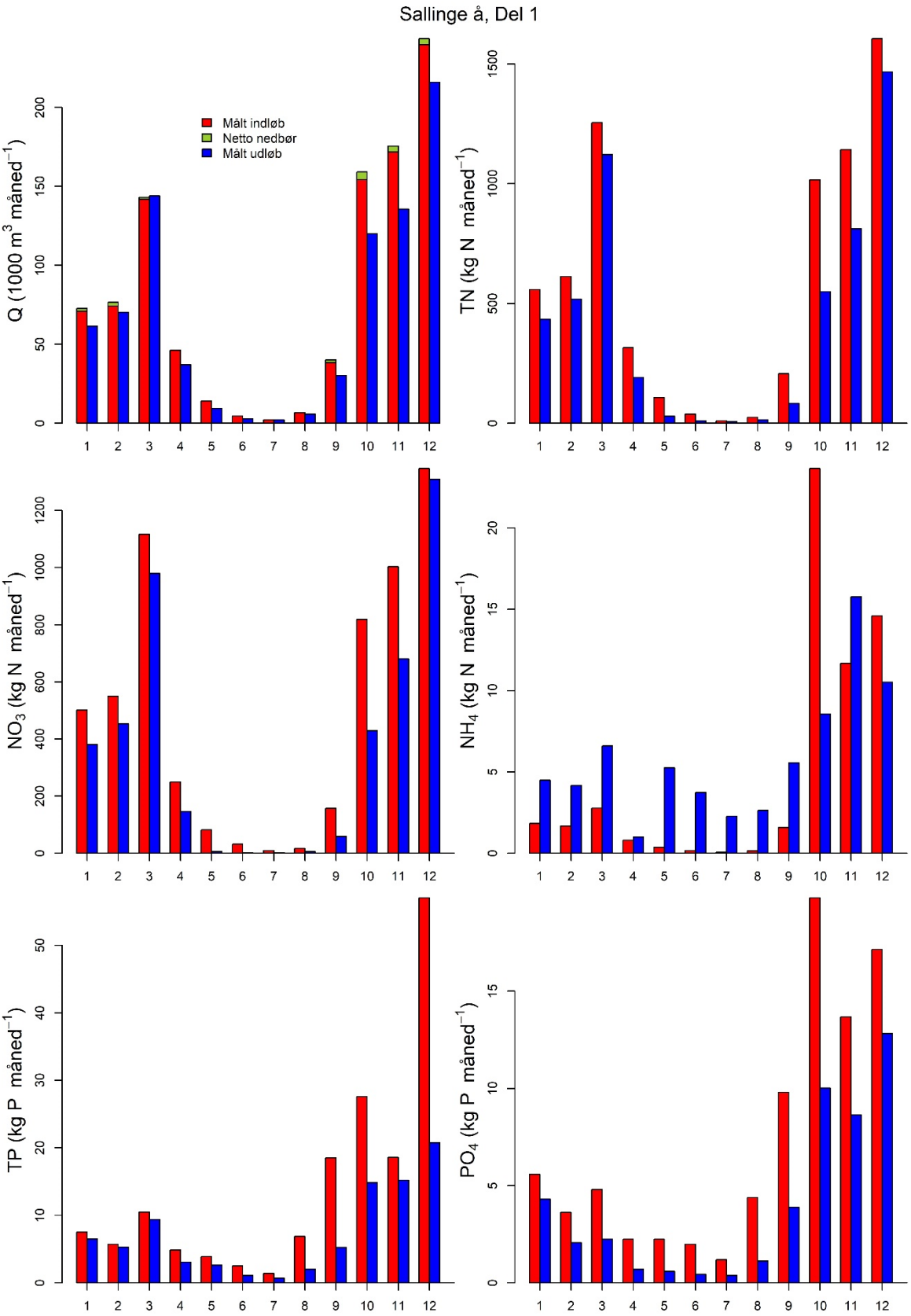
Område	Station	TN	NO_3^--N	NH_4^+-N	TP	PO_4^{3-}-P
Sallinge å del 1	Tilløb 1	6.98	5.84	0.04	0.31	0.21
Sallinge å del 1	Afløb 1	5.03	3.96	0.12	0.16	0.07
Sallinge å del 1	Afløb 2	5.09	3.67	0.37	0.17	0.06
Sallinge å del 1	Afløb 3	5.02	3.34	0.48	0.20	0.10

De månedlige vand- og stoftransporter fremgår af figur 15. Især oktober, november og december viser højere indløb af vand end udløb af vand formentligt begrundet i større usikkerhed i vandføringsmålingerne i de naturligt dannede udløb sammenlignet med indløbet, der var et 600 mm betonrør.

Vand- og stofbalancerne for kalenderåret 2017 er vist i tabellerne 45 – 50. Den årlige vandbalance viser 15 % mindre udløb i forhold til indløb (tabel 45). Hvis dette alene skyldes usikkerhed på målt udløb, vil det betyde, at der er et større tab af ammonium end angivet i tabel 46, idet tabet vil øges fra 2 kg NH_4^+ -N ha^{-1} $år^{-1}$ til 3.6 kg NH_4^+ -N ha^{-1} $år^{-1}$. For de øvrige stofbalancer vil det betyde, at nitratfjernelsen vil gå ned fra 237 kg NO_3^- - N ha^{-1} $år^{-1}$ til 128 kg NO_3^- -N ha^{-1} $år^{-1}$, og TN-fjernelsen vil gå ned fra 274 kg TN N ha^{-1} $år^{-1}$ til 146 kg TN ha^{-1} $år^{-1}$.

Også retentionen af fosfat vil mindskes, hvis forskellen alene tilskrives usikkerhed på vandførings-målingerne i udløbet, der derved vil gå ned fra 6.5 PO_4^{3-} kg P ha^{-1} $år^{-1}$ til 5.4 kg PO_4^{3-} P ha^{-1} $år^{-1}$, mens retentionen af TP vil gå ned fra 12.9 kg TP ha^{-1} $år^{-1}$ til 10.9 kg TP ha^{-1} $år^{-1}$.

Det er dog ikke nødvendigvis vandføringsmålingerne i udløbet, der alene kan tilskrives forskellen mellem indløb og udløb. Der kan have været nedsivning af vand i projektområdet, som efterfølgende er strømmet som overfladenært grundvand mod vandløbet. Hvis dette er korrekt, er nitrat i det overfladenære grundvand formentlig blevet denitrificeret, mens det er mere uvist hvilken indflydelse det har haft på TN – udover at nitrat er denitrificeret – da der kan være sket ændringer i både ammonium- og organisk kvælstof-koncentrationerne. Det er ligeledes vanskeligt at vurdere, hvorledes fosforkoncentrationerne kan have ændret sig i det overfladenære grundvand. Hvis der var iltfrie forhold, kan der være sket en udvaskning af fosfor via mobilisering af fosforholdige jernforbindelser (i.e. ferrihydroxyforbindelser hvor ferrijern reduceres til ferrojern og deraf følgende frigivelse af fosfat til jordvæsken) og derved har retention af fosfor været mindre end beregnet i tabel 49 & 50.



Figur 15. Sallinge Å, Del 1. Månedlige vand- og stoftransporter i indløb og udløb.

Tabel 45. Vandbalance for Sallinge Å, del 1

Vandbalance	Q_ind (10^3 m^3)	Q_ud (10^3 m^3)	Q_ud – Q_ind / Q_ind * 100 (%)
Sallinge å, del 1	975	834	-15

Tabel 46. Ammoniumbalancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 1.

NH_4^+ ind kg N $år^{-1}$	NH_4^+ ud kg N $år^{-1}$	NH_4^+ fjernelse %	NH_4^+ fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
59	70	-19	-2

Tabel 47. Nitratbalancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 1.

NO_3^- ind kg N $år^{-1}$	NO_3^- ud kg N $år^{-1}$	NO_3^- fjernelse %	NO_3^- fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
5881	4448	24	237

Tabel 48. TN balancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 1.

TN ind kg N $år^{-1}$	TN ud kg N $år^{-1}$	TN fjernelse %	TN fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
6892	5233	24	274

Tabel 49. Fosfatbalancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 1.

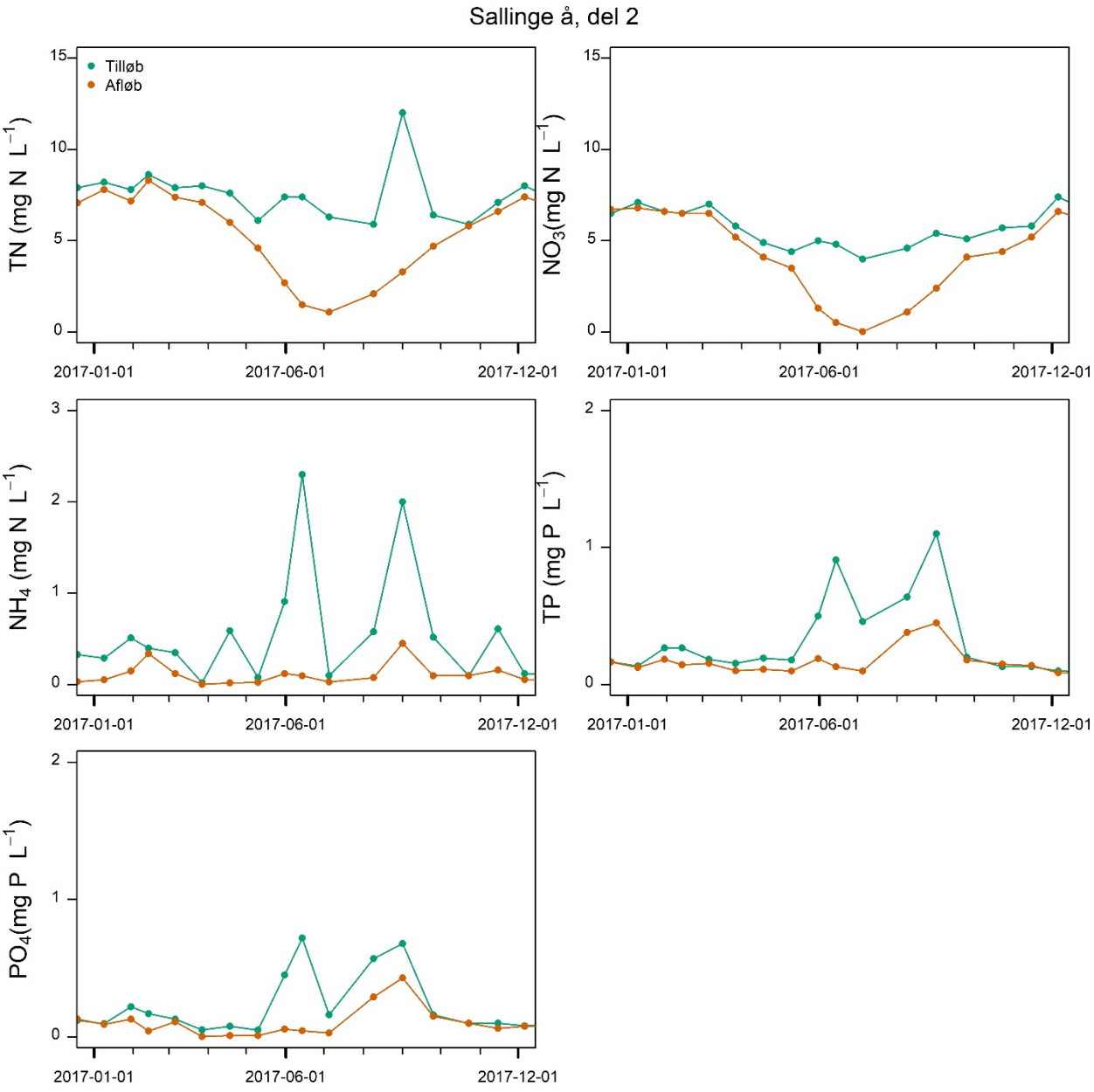
PO_4^{3-} ind kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} ud kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} retention %	PO_4^{3-} retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
86.4	47.1	46	6.5

Tabel 50. TP balancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 1.

TP ind kg P $år^{-1}$	TP ud kg P $år^{-1}$	TP retention %	PO_4^{3-} retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
164.8	86.5	47	12.9

3.8 Sallinge Å delområde 2

Delområde 2 med mosepræg og 2 småsøer og et topografisk opland på 702 ha har veldefineret ind- og udløb. De målte næringsstofkoncentrationer, som ses på figur 16, viser, at alle de målte specier har lavere udløbskoncentrationer end indløbskoncentrationer. Dette afspejles også i de beregnede årlige gennemsnitskoncentrationer (tabel 51).

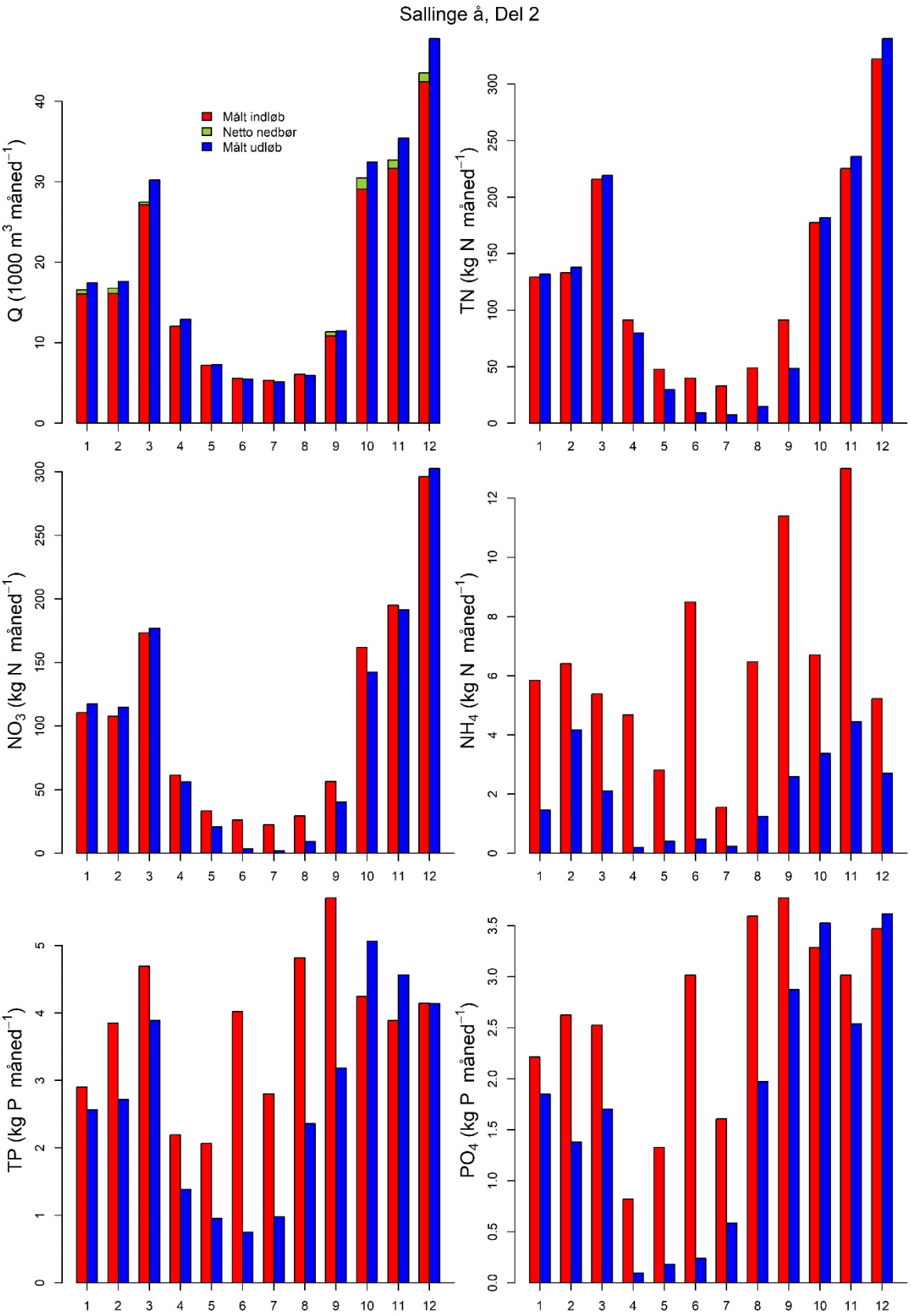


Figur 16. Sallinge Å, del 2. Målte næringsstofkoncentrationer.

Tabel 51. Beregnede gennemsnitskoncentrationer for tilløb og afløb for kalenderåret 2017. Enhed mg/l.

Område	Station	TN	NO_3^--N	NH_4^+-N	TP	PO_4^{3-}-P
Sallinge å, del 2	Tilløb	7.54	5.63	0.59	0.35	0.24
Sallinge å, del 2	Afløb	5.22	4.05	0.12	0.17	0.10

Den beregnede månedlige vandtransport viser, at der var lidt højere udløb end indløb, som enten kan tilskrives måleusikkerhed eller eventuel indsivning af grundvand indikeret af de topografiske forhold langs den ene side af projektområdet (figur 17). TN-transporterne viser, at det er i sommerhalvåret – april til september - der er tilbageholdelse af TN. Det samme gør sig gældende nitrat, hvor der også er tilbageholdelse i oktober og november. Ammonium transporterne viser, at der tilbageholdes ammonium hele året, og det tyder på, at ammonium oxideres til nitrat i hvert fald uden for vækstsæsonen (figur 17). Massebalancerne for kvælstof (tabel 53, 54 og 55) indikerer, at der er et tab af organisk kvælstof, idet der tilbageholdes 55 kg NH_4^+-N ha^{-1} $år^{-1}$ og 97 kg NO_3^- -N ha^{-1} $år^{-1}$, mens TN tilbageholdelsen kun er på 119 kg TN ha^{-1} $år^{-1}$. Da TN tabet sker uden for vækstsæsonen kunne det være tab organisk kvælstof fra henfalden plantemateriale. Der er tilbageholdelse af TP gennem hele moniteringperioden pånær oktober, november og december, og det samme gør sig gældende for fosfat, hvor der dog også er tilbageholdelse i november (figur 17). TP massebalancen for 2017 viser en årlig tilbageholdelse på 12.8 kg TP ha^{-1} $år^{-1}$, mens der en retention af fosfat på 10.7 kg PO_4^{3-} -P ha^{-1} $år^{-1}$. Heraf ses, at der har været en tilbageholdelse af organisk fosfor og eller partikulært P på 2.1 kg P ha^{-1} $år^{-1}$.



Figur 17. Sallinge Å, Del 2. Månedlige vand- og stoftransporter i indløb og udløb.

Tabel 52. Vandbalance for Sallinge Å, del 2.

Vandbalance	Q_ind (10^3 m^3)	Q_ud (10^3 m^3)	Q_ud – Q_ind / Q_ind * 100 (%)
Sallinge å, del 2	213	229	8

Tabel 53. Ammoniumbalancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 2.

NH_4^+ ind kg N $år^{-1}$	NH_4^+ ud kg N $år^{-1}$	NH_4^+ fjernelse %	NH_4^+ fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
78	23	70	55

Tabel 54. Nitratbalancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 2.

NO_3^- ind kg N $år^{-1}$	NO_3^- ud kg N $år^{-1}$	NO_3^- fjernelse %	NO_3^- fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
1274	1177	8	97

Tabel 55. TN balancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 2.

TN ind kg N $år^{-1}$	TN ud kg N $år^{-1}$	TN fjernelse %	TN fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
1555	1437	8	119

Tabel 56. Fosfatbalancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 2.

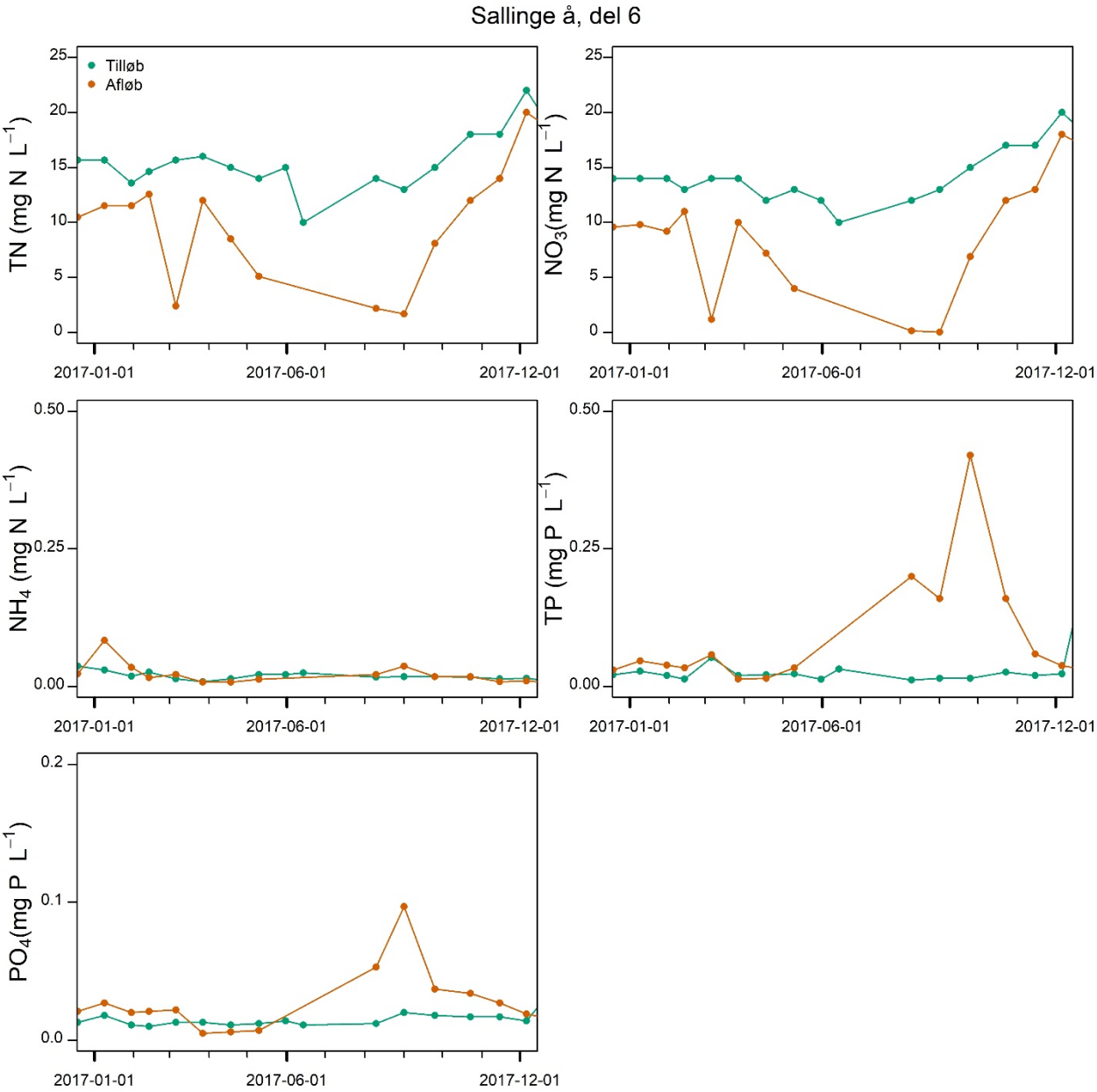
PO_4^{3-} ind kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} ud kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} retention %	PO_4^{3-} retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
31.3	20.6	34	10.7

Tabel 57. TP balancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 2.

TP ind kg P $år^{-1}$	TP ud kg P $år^{-1}$	TP retention %	TP retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
45.3	32.5	28	12.8

3.9 Sallinge Å, delområde 6

Delområde 6 modtager vand via en pumpe. Pumpekarakteristik, pumpehøjde og elforbrug er kendt, og det er derfor antaget, at indløb er lig udløb efter korrektion for nedbør og fordampning (figur 19). De målte TN-koncentrationer og nitratkoncentrationer er gennem hele måleperioden højere i indløbet end i udløbet, hvorimod ammoniumkoncentrationerne i ind- og udløb ligger på samme niveau (figur 18 og tabel 58). Bortset fra april og maj 2017 er TP-koncentrationerne højere i udløbet, og særlig i efteråret 2017 ses høje TP-koncentrationer i udløbet. Også fosfatkoncentrationerne ligger højere i udløbet, dog undtagen forårsmånederne, hvor indløbskoncentrationerne er lidt højere (figur 18 og tabel 58).



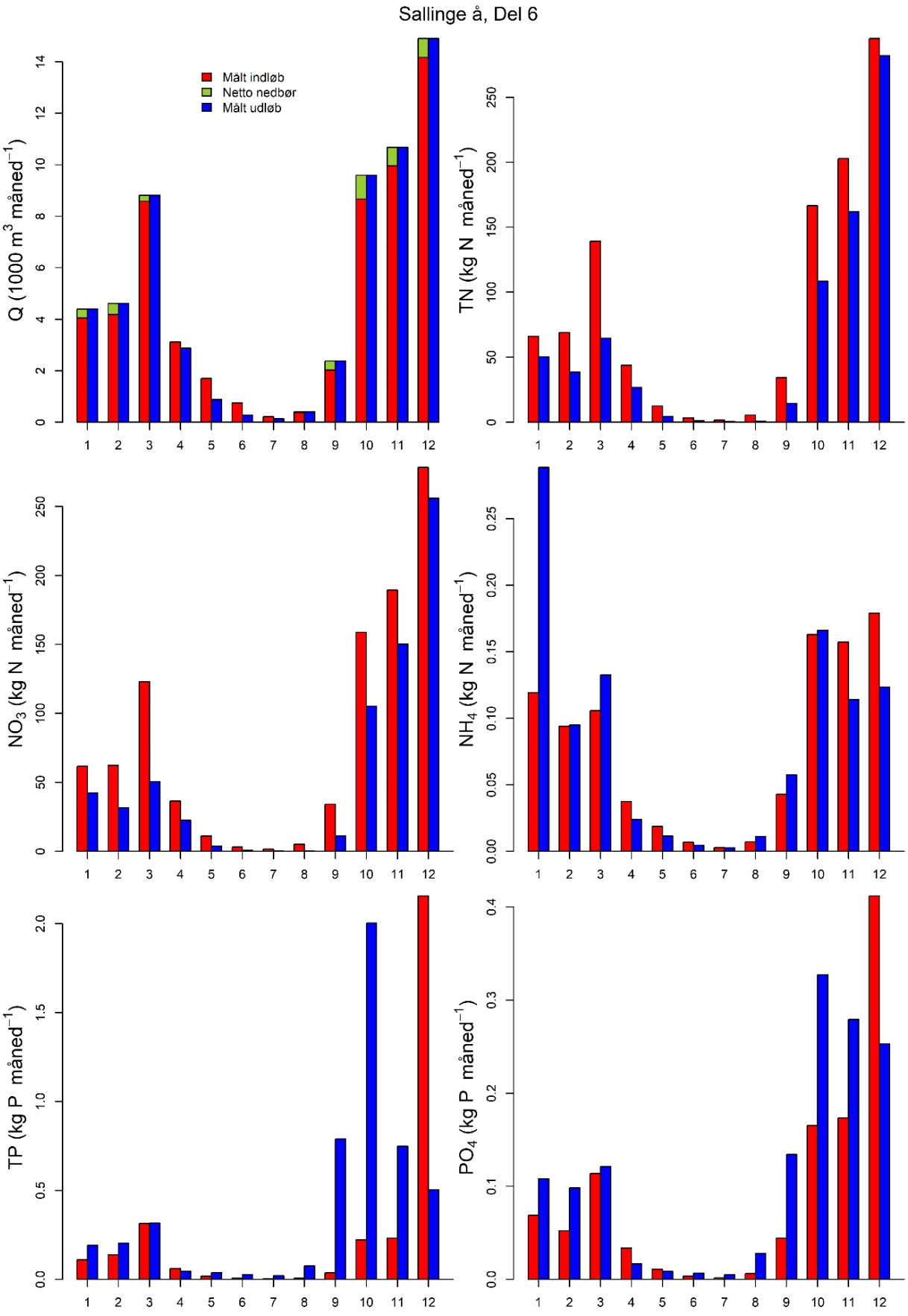
Figur 18. Sallinge Å. Målte næringsstofkoncentrationer i kalenderåret 2017.

Tabel 58. Beregnede gennemsnitskoncentrationer for kalenderåret 2017. Enhed mg/l.

Område	Station	TN	NO_3^--N	NH_4^+-N	TP	PO_4^{3-}-P
Sallinge å, del 6	Tilløb	15.41	14.19	0.02	0.04	0.02
Sallinge å, del 6	Afløb	9.35	7.88	0.02	0.10	0.03

De beregnede månedlige transporter af total kvælstof (TN) og nitrat viser, at der er tilbageholdelse i alle årets måneder (figur 19), og massebalancerne for nitrat og TN viser også en tilbageholdelse på henholdsvis 145 kg NO_3^- N ha^{-1} $år^{-1}$ og 143 kg TN ha^{-1} $år^{-1}$ (tabel 61 og 62). Da tabet af ammonium er minimalt (tabel 60), har der været et lille tab af organisk kvælstof på 2 kg N ha^{-1} $år^{-1}$.

Det er især i efterårsmånederne, at der ses et stort tab af TP og fosfat (figur 19). I december ses høj tilførsel af TP og fosfat. Massebalancen for 2017 viser et tab af fosfat på 0.2 kg PO_4^{3-} -P ha^{-1} $år^{-1}$ og et noget større tab af TP på 0.8 kg TP ha^{-1} $år^{-1}$. Som nævnt ovenfor var der tab af organisk kvælstof og det har formodentlig været ledsaget af et tab af organisk fosfor på op til 0.6 kg organisk P ha^{-1} $år^{-1}$, men der kan også have været et tab af partikulært P (blev ikke målt).



Figur 19. Månedlige vand- og stoftransporter for Sallinge Å, del 6.

Tabel 59. Vandbalancen for Sallinge å, del 6.

Vandbalance	Q_ind (10^3 m^3)	Q_ud (10^3 m^3)	Q_ud – Q_ind / Q_ind * 100 (%)
Sallinge å, del 6	60	60	0

Tabel 60. Ammoniumbalancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 6

NH_4^+ ind kg N $år^{-1}$	NH_4^+ ud kg N $år^{-1}$	NH_4^+ fjernelse %	NH_4^+ fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
1	1	-10	-0.05

Tabel 61. Nitratbalancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 6.

NO_3^- ind kg N $år^{-1}$	NO_3^- ud kg N $år^{-1}$	NO_3^- fjernelse %	NO_3^- fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
965	674	30	145

Tabel 62. TN balancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 6.

TN ind kg N $år^{-1}$	TN ud kg N $år^{-1}$	TN fjernelse %	TN fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
1039	754	27	143

Tabel 63. Fosfatbalancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 6.

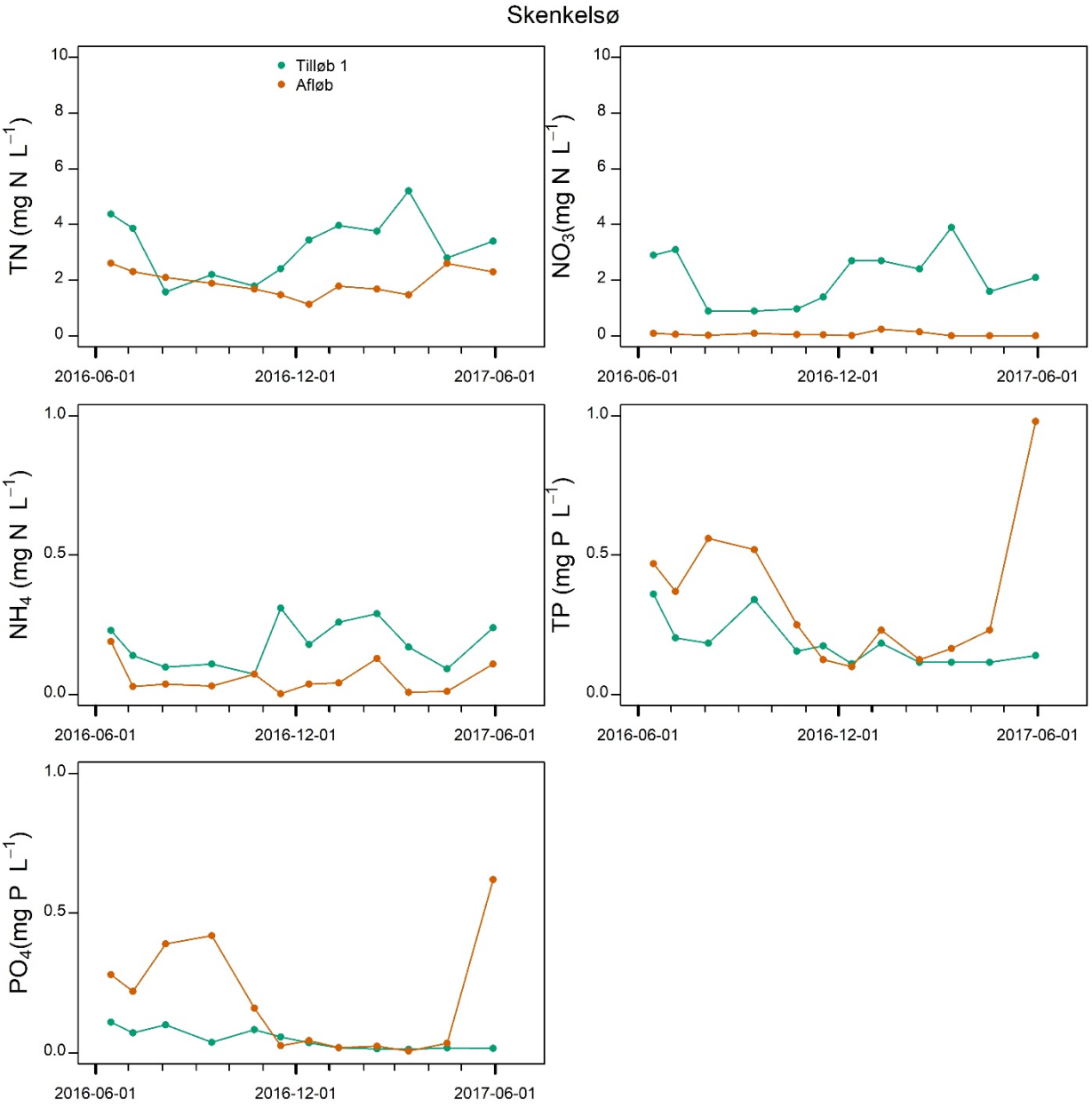
PO_4^{3-} ind kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} ud kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} retention %	PO_4^{3-} retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
1.1	1.4	-28	-0.2

Tabel 64. TP balancen for kalenderåret 2017 for Sallinge Å, del 6.

TP ind kg P $år^{-1}$	TP ud kg P $år^{-1}$	TP retention %	TP retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
3.3	5.0	-50	-0.8

3.10 Skenkelsø

Skenkelsø blev overvåget i perioden juni 2016 til juni 2017. Der er kun data fra et enkelt tilløb, Vejlborenden, og fra udløbet, hvor Sillebro Å krydser jernbanen mellem Ølstykke og Frederikssund. Der pumpes også vand ind i søen fra et sommerhusområde tæt på Vejlborenden, men det lykkedes ikke at få data herfra. Endvidere vides det, at der fra de omkringliggende landbrugsarealer er tilløb fra afbrudte dræn. Data fra disse drænsystemer blev ikke indhentet. Dette er således hovedforklaringen på, at de beregnede vandtransporter (figur 21) og vandbalancen (tabel 66) viser noget større udløb fra Skenkelsø end indløb til Skenkelsø.



Figur 20. Målte næringsstofkoncentrationer fra ind- og udløb af Skenkelsø.

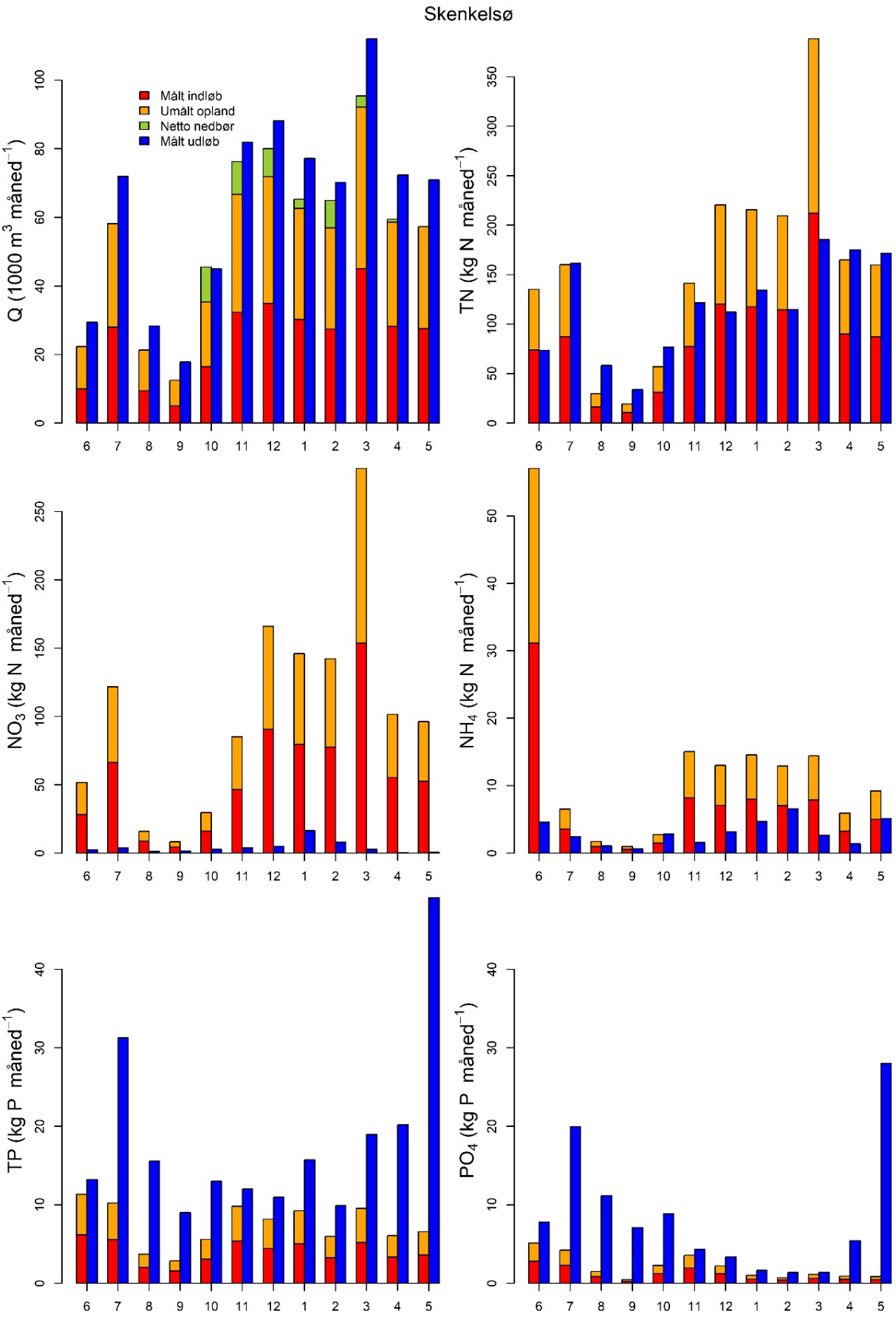
De målte kvælstofkoncentrationer viser tydelig forskel mellem højere indløbskoncentrationer og lavere udløbskoncentrationer, og især bemærkes det, at nitratkoncentrationen i udløbet er tæt på 0 året rundt (figur 20 og tabel 65). De målte indløbskoncentrationer af fosfat lå stabilt omkring 0.05 mg PO_4^{3-} -P l^{-1}, men der var høje udløbskoncentrationer frem til december 2016, som blev efterfulgt af en lang periode med udløbskoncentrationer omkring 0.05 mg PO_4^{3-} -P l^{-1} (figur 20 og tabel 65). TP-koncentrationerne i indløbsvandet var stort set lavere end i udløbsvandet gennem hele måleperioden (figur 20 og tabel 65).

Tabel 65. Beregnede gennemsnitskoncentrationer for perioden juni 2016 – juni 2017.
Enhed: mg/l

Område	Station	TN	NO_3^--N	NH_4^+-N	TP	PO_4^{3-}-P
Skenkelsø	Tilløb 1	3.23	2.13	0.18	0.18	0.05
Skenkelsø	Afløb	1.92	0.07	0.06	0.34	0.19

Massebalancerne for kvælstof viser tilbageholdelse af både ammonium, nitrat og total kvælstof, om end i beskedne mængder, henholdsvis 1, 14 og 6 kg N ha^{-1} $år^{-1}$. Heraf ses også, at der har været tab af organisk kvælstof på ca. 9 kg N ha^{-1} $år^{-1}$.

Massebalancerne for fosfat og TP viser tab på henholdsvis 0.9 kg PO_4^{3-} -P ha^{-1} $år^{-1}$ og 1.5 kg TP ha^{-1} $år^{-1}$, hvilket indikerer, at der har været et tab af organisk fosfor på op til 0.6 kg P ha^{-1} $år^{-1}$. Der kan have været tab af partikulært P, men det blev ikke målt, og set i lyset af ovennævnte tab af organisk kvælstof har der formodentlig været høj primærproduktion i søen, hvoraf en del er skyllet ud med udløbsvandet.



Figur 21. Skenkelsø. Månedlige vand- og stoftransporter fra 1. juni 2016 til 31. maj 2017.

Tabel 66. Vandbalance for Skenkelsø 1. juni 2016 til 31. maj 2017.

Vandbalance	Q_ind (10^3 m^3)	Q_ud (10^3 m^3)	Q_ud – Q_ind / Q_ind * 100 (%)
Skenkelsø	606	765	26

Tabel 67. Ammoniumbalancen for Skenkelsø 1. juni 2016 til 31. maj 2017.

NH_4^+ ind kg N $år^{-1}$	NH_4^+ ud kg N $år^{-1}$	NH_4^+ fjernelse %	NH_4^+ fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
154	37	76	1

Tabel 68. Nitratbalancen for Skenkelsø 1. juni 2016 til 31. maj 2017.

NO_3^- ind kg N $år^{-1}$	NO_3^- ud kg N $år^{-1}$	NO_3^- fjernelse %	NO_3^- fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
1246	48	96	14

Tabel 69. TN balancen for Skenkelsø 1. juni 2016 til 31. maj 2017.

TN ind kg N $år^{-1}$	TN ud kg N $år^{-1}$	TN fjernelse %	TN fjernelse kg N ha^{-1} $år^{-1}$
1902	1418	25	6

Tabel 70. Fosfatbalancen for Skenkelsø 1. juni 2016 til 31. maj 2017.

PO_4^{3-} ind kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} ud kg P $år^{-1}$	PO_4^{3-} retention %	PO_4^{3-} retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
23.9	100.4	-321	-0.9

Tabel 71. TP balancen for Skenkelsø 1. juni 2016 til 31. maj 2017.

TP ind kg P $år^{-1}$	TP ud kg P $år^{-1}$	TP retention %	TP retention kg P ha^{-1} $år^{-1}$
89.0	218.8	-146	-1.5

4 Samlet overblik over alle områder

En samlet oversigt for alle de overvågede områder over den årlige kvælstoffjernelse – både TN og nitrat – fremgår af tabel 72. Der er stor variation i arealspecifik kvælstoffjernelse både mht. TN og nitrat. Rønshoved har et tab af TN på 17 kg TN ha^{-1} $år^{-1}$, hvilket er meget bemærkelsesværdigt. Dog er der hverken tilbageholdelse eller tab af nitrat ved Rønshoved.

Tabel 72. Samlet oversigt over den arealspecifikke kvælstoffjernelse i de overvågede vådområder samt den procentuelle fjernelse i relation til belastningen. For Vissing Enge og Kærby mose er der medtaget to sæt beregninger, A: beregningen anvender målt udløb og B: beregningen anvender indløb=udløb (Q_ind=Q_ud), som anses for det mest sandsynlige

Vådområde	TN fjernelse		Nitrat-N fjernelse	
	Kg N ha^{-1} $år^{-1}$	%	Kg N ha^{-1} $år^{-1}$	%
Bølling Nørrebæk	133	15	153	21
Egå Engsø	169	24	257	51
Vissing Enge A	20	34	29	58
Vissing Enge B	63	62	67	76
Rønshoved	-17	-10	0	0
Kærby Mose A	-25	-17	-19	-15
Kærby Mose B	24	12	21	13
Hjulby Mose	10	64	8	66
Sallinge Å, 1	274	24	237	24
Sallinge Å, 2	119	8	97	8
Sallinge Å, 6	143	27	145	30
Skenkelsø	6	25	14	96

Der er både retention og frigivelse af fosfor i de overvågede vådområder. Bedst fungerer de to delprojekter langs Sallinge Å, delområde 1 og delområde 2, som begge har en betydelig retention af både TP og fosfat i 2017 (tabel 73). Det er også værd at bemærke, at kun 2 projekter har tab af fosfat, nemlig Sallinge Å, delområde 6, mens 6 projektområder har tab af TP.

Tabel 73. Samlet oversigt over den arealspecifikke fosforfjernelse i de overvågede vådområder samt den procentuelle fjernelse i relation til belastningen. For Vissing Enge og Kærby mose er der medtaget to sæt beregninger, A: beregningen anvender målt udløb og B: beregningen anvender indløb=udløb (Q_ind=Q_ud), som anses for det mest sandsynlige.

Vådområde	TP retention		Fosfat-P retention	
	kg ha^{-1} $år^{-1}$	%	kg ha^{-1} $år^{-1}$	%
Bølling Nørrebæk	0.0	0.2	0.3	12
Egå Engsø	-3.4	-20	5.6	76
Vissing Enge A	-1.3	-126	0.0	-4
Vissing Enge B	-0.6	-38	0.3	40
Rønshoved	-1.8	-20	1.0	25
Kærby Mose A	-0.1	-24	0.1	29
Kærby Mose B	0.7	53	0.4	73
Hjulby Mose	0.4	86	0.2	79
Sallinge Å, 1	12.9	47	6.5	46
Sallinge Å, 2	12.8	28	10.7	34
Sallinge Å, 6	-0.8	-50	-0.2	-28
Skenkelsø	-1.5	-146	-0.9	-321

5 Referencer

Hoffmann, C.C., Audet, J., Ovesen, N.B. Larsen, S.E. og Kjeldgaard, A. 2018. Overvågning af vådområder 2015. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 46 s. - Videnskabelig rapport nr. 293 http://dce2.au.dk/pub/SR293.pdf

OVERVÅGNING AF VÅDOMRÅDER 2016 – 2017 – 2018.

NOVANA

Overvågningsprogrammet for vådområder er udført for 10 områder i årene 2016 – 2017 – 2018 med henblik på at dokumentere den miljømæssige effekt af genopretningen af vådområder. Kvælstoffjernelsen er negativ i et enkelt område og ligger i intervallet -17 til 274 kg TN ha^{-1} projektområde $år^{-1}$ (-10 til 64%). Der er både nettotab af fosfor og tilbageholdelse af fosfor i vådområderne. Tilbageholdelse af total fosfor varierer fra -3.4 til + 12.9 kg TP ha^{-1} projektområde $år^{-1}$ (-146 % til 86 %).

ISBN: 978-87-7156-654-3
ISSN: 2244-9981