

Ekstensiv overvågning af afstrømning fra nyetablerede vådområder på lavbundslande



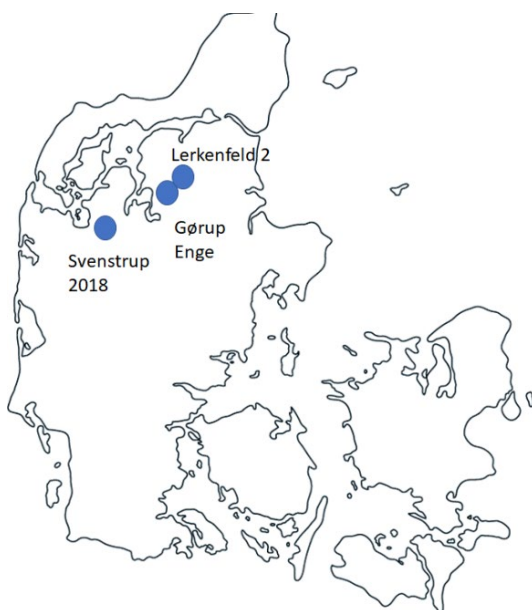
Udarbejdet af Sara Egemose og Anna Okholm, Syddansk Universitet, 2026

Afsluttende rapport for Nifa-projekt 33010-NIFA-20-751

Projektperiode 2021-2025

Formål

Projektets formål var at gennemføre en ekstensiv overvågning af næringsstofafstrømningen fra nyetablerede vådområder/lavbundsprojekter. Dette er gjort via målinger af næringsstoftransporten i vandløb op- og nedstrøms vådområdet før og efter etablering af området. Formålet var at dokumentere en evt. øget eller mindsket næringsstofafstrømning fra vådområdet efter projektgennemførelse samt fastlægge størrelsen af afstrømningen. Denne rapport beskriver resultaterne fra tre forsøgslokaliteter. Projektet kørte fra april 2021 til og med 2025.



Figur 1: Kort med placering af de tre undersøgte områder

Forsøgslokaliteter og metode

Der blev målt på tre forsøgslokationer. De blev udvalgt efter, at de var liggende på lavbundslande, blev etableret senest i 2022 med mulighed for monitoring i en periode før og efter etablering, og at den primære vandtilførsel og vandafførsel sker overfladisk via vandløb eller dræn. Oprindeligt var planen at måle på fire områder, men da der var behov for flere indløbsmålestationer per projekt, blev antallet af forsøgslokationer reduceret til tre.

Placeringen af de tre lokaliteter er angivet i Figur 1. De kaldes for hhv. Svenstrup 2018, Gørup Enge og Lerkenfeld. Se mere om forundersøgelser af de tre områder i hhv. Holstebro Kommune 2010, Rebild Kommune 2018 og Viborg Kommune 2012. Svenstrup 2018 og Lerkenfeld er genslyngningsvådområdeprojekt, mens Gørup Enge er et større vådområdeprojekt.

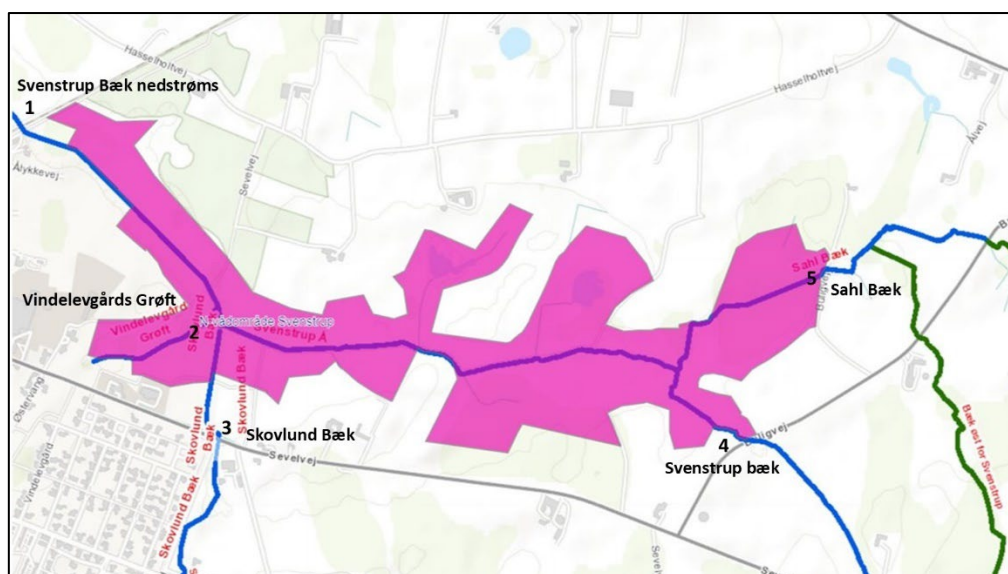
Tabel 1 nedenfor beskriver karakteristika omkring de 3 områder forunder projektareal, projekttype, etableringsperiode, antal målestationer og den andel af oplandet som der er målt på.

Svenstrup 2018-projektet omhandler Svenstrup Å, som blev genslynget i et højereliggende forløb i perioden april til november 2022 (Figur 2). Derved blev området vådere med periodevise oversvømmelser. Yderligere er der sløjfet drænen og grøfter i randområderne, så vand fra tilstødende områder kan overrisle området i stedet for at løbe direkte til åen. Projektarealet er 66 ha. Der blev målt på fem stationer: Svenstrup Bæk

nedstrøms området (st. 1) og hhv. Svenstrup Bæk (st. 4), Skovlund Bæk (st. 3), Sahl Bæk (st. 5) og Vindelevgård Grøft (st. 2) opstrøms området (Figur 2). Svenstrup Bæk og Sahl Bæk er de største tilløb. Projektarealet var inden projektetablering primært ekstensivt drevet og kun 27% var i omdrift.

Tabel 1: Informationer om de tre områder. Sensorer er tryksensorer til måling af vandstand. *Oplandsareal inklusive projektområde, **målt opland nedstrøms inklusive projektområdet.

	SVENSTRUP 2018	LERKENFELD	GØRUP ENGE
TYPE	Genslynget vandløb vådområdeprojekt	Genslynget vandløb	Vådområdeprojekt
PROJEKTOMRÅDE (HA)	66	49	175
ETABLERINGSMÅNEDER -ÅR	Apr-Nov 2022	Apr-Aug 2022	Jun-Aug 2021
ANTAL STATIONER	5	3	8
MÅLT HA OPLAND OPSTRØMS	1135	2525*	1823
UMÅLT HA OPLAND	307*	338	193*
MÅLT OPLAND NEDSTRØMS**	1442	2863	2016
STATIONER MED SENSORER	1,3,4,5 (2 fra 2/22)	1,2,3	1,2,7 (6 fra 12/21)



Figur 2: Kort over projektområder for Svenstrup 2018 med angivelse af de fem stationer.

Lerkenfeld-projektområdet består af to projekter, som strækker sig fra Binderup nedstrøms og øst på. Lerkenfeld 1-projektet blev realiseret i 2019 og er placeret mellem station 2 og 3 på Figur 3, og Lerkenfeld 2, som er projektet opstrøms station 2 på Figur 3. Samlet er projektarealet på ca. 49 ha. Lerkenfeld 2-anlægsperioden startede medio april 2022 og var færdig ultimo august 2022 (Tabel 1). Projektet omfattede genslyngning til det oprindelige vandløbsforløb, åbning af rørlagte strækninger samt afbrydelse af dræn og grøfter. Formålet var at skabe vådere enge samt hæve vandstanden på delstrækninger i vandløbet. Dertil kom potentialet for kvælstofreduktion. Der blev målt på tre stationer: Lerkenfeld opstrøms (st. 1), Lerkenfeld midtstrøms (st. 2) og Lerkenfeld nedstrøms (st. 3) (Figur 3). i det direkte opland er en stor del af arealerne i omdrift.

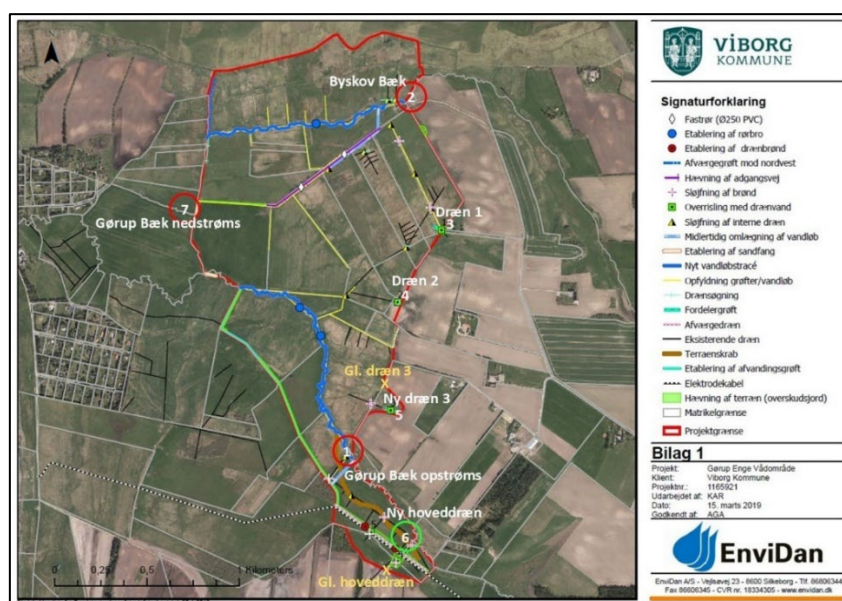
Gørup Enge ligger ud mod Lovns Bredning. Det er et vådområdeprojekt, designet til at fjerne kvælstof ved at hæve vandstanden i engene. Dette blev gjort ved at hæve vandløbsbunden i forbindelse med omlægning og genslyngning af de tidligere vandløb samt sløjfning af dræn og grøfter og endelig ved reduceret

vandløbsvedligeholdelse. Projektområdet er på 175 ha. Området blev anlagt fra medio juni til ultimo august 2021 (Tabel 1). Der blev målt på syv stationer: Gørup Bæk nedstrøms området (st. 7) og hhv. Gørup Bæk opstrøms (st. 1) og Byskov Bæk (st. 2) opstrøms samt fire dræn opstrøms (kaldet Dræn 1 (st. 3), Dræn 2 (st. 4), Dræn 3 (st. 5) og Hoveddrænet (st. 6) (Figur 4). Efter etableringen af vådområdet blev Dræn 1, Dræn 2, Dræn 3 og Hoveddrænet ført ud i åbne grøfter. Hovedparten af vandet føres af Gørup Bæk opstrøms, Byskov Bæk og Hoveddrænet.



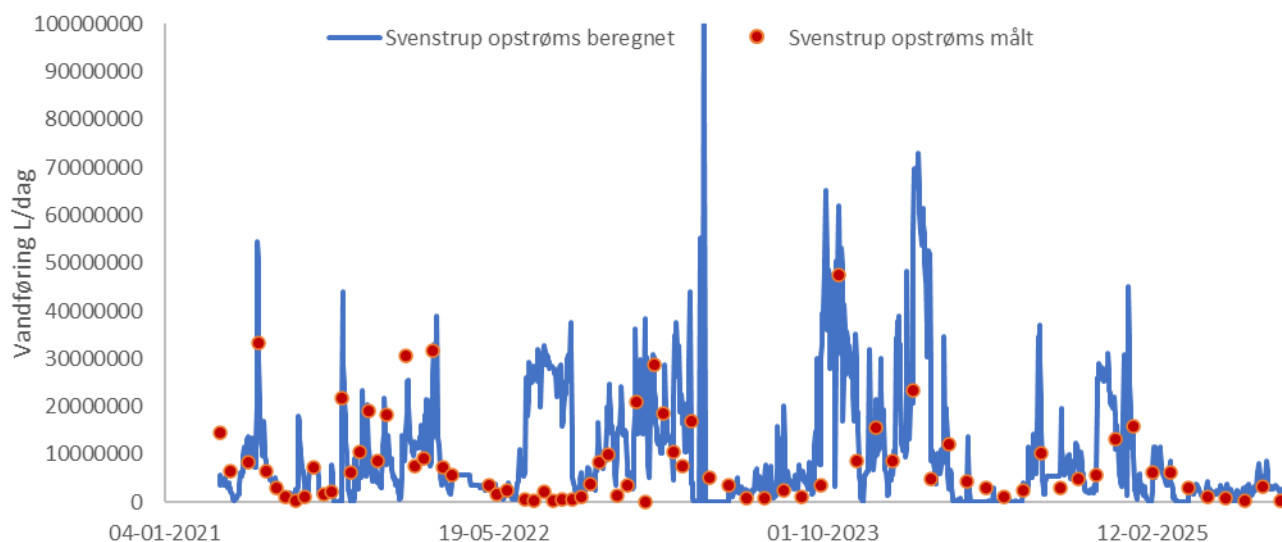
Figur 3: Kort over projektområdet for Lerkenfeld med angivelse af de tre stationer.

Moniteringen på alle tre projektområder startede i marts 2021. I perioden marts 2021-marts 2023 er der taget vandprøver hver anden uge, mens der fra marts 2023 til september 2025 blev taget vandprøver månedligt. Vandprøverne blev indsamlet manuelt eller ved hjælp af automatiske prøvetagere (ISCO-samlere). Vandprøverne blev analyseret for TP, TN, N- og P-salte, og DOC. I denne rapport præsenteres data fra projektets måleperiode på 4,5 år fra april 2021 til og med september 2025.



Figur 4: Kort over projektområdet for Gørup Enge. Numre illustrerer stationernes placering, mens den gule tekst angiver den oprindelige placering af to stationer, der er blevet flyttet efter anlæg. Rød ring betyder at tryksensoren blev udlagt i forsommeren 2021 og grøn ring at den blev udlagt i december 2021.

Derudover blev vandføring målt på stationerne minimum 18 gange i monitoringsperioden, samtidig med at vandstanden blev monitoreret vha. tryksensorer (hvert 15. minut) på de største tilløb (se Tabel 1), så der kunne udarbejdes Q/H-kurver for de enkelte stationer til beregning af vandføring for hvert 15. minut. For flere stationer var det nødvendigt at lave en Q/H-kurve før og efter etablering pga. ændringer skabt i forbindelse med etableringen af projektet, såsom stuvning, ændret opland mv. – se mere i Tabel 2. Endelig skabte grødeskæring flere steder udfordringer med etablering af Q/H-kurverne, ligesom der særligt i Gørup Enge skete tilretninger/ændringer/opgravninger efter projektetablering. For de mindre tilløb uden tryksensorer bruges de målte vandføringer.



Figur 5: Eksempel fra Svenstrup Bæk opstrøms på målt vandføring (røde cirkler) og beregnet vandføring (blå linje) på baggrund af Q/H-kurve og vandstandsmålinger hvert 15. minut.

På baggrund af de målte eller beregnede vandføringer og de indsamlede og analyserede vandprøver har det været muligt at beregne transporten af f.eks. kvælstof og fosfor ind- og ud af områderne. For at kunne beregne forskelle i næringsstofafstrømning opstrøms kontra nedstrøms er det nødvendigt at estimere oplandene til de enkelte stationer. Dette er gjort vha. informationer i de tekniske forundersøgelser for de enkelte områder samt vha. Scalgo. I Svenstrup 2018 udgør de monitorerede stationer ca. 79% af oplandet til nedstrømsstationen. De tilsvarende procenter er 88% for Lerkenfeld og 90% for Gørup Enge.

Afstrømningen er i flere af figurerne angivet for hhv. år 1, 2, 3 og 4. Året går fra april til marts, så år 1 er fra april 2021 til marts 2022 og så fremdeles.

Sikkerheden på afstrømningstallene er relativt stor idet der som nævnt er anvendt Q/H-kurver på vandstandsdata målt med 15 minutters interval. Koncentrationerne kan potentielt variere mere idet der her er målt med en langt mindre opløselighed, men afvejningen har været lange måleserier og god opløselighed på vandmængderne idet afstrømningen er enormt afhængig af afstrømningsmængderne.

Tabel 2: Oversigt over hvorvidt der er brugt Q/H-kurve på baggrund af sensordata og målt flow til at beregne massetransporter eller hvorvidt der er brugt målt flow. For nogle stationer er der lavet en samlet Q/H-kurve for monitoringsperioden, mens der for andre stationer er lavet 2 Q/H-kurver enten før og efter projektetablering eller opdelt i hhv. en sommer og en vinter Q/H-kurve.

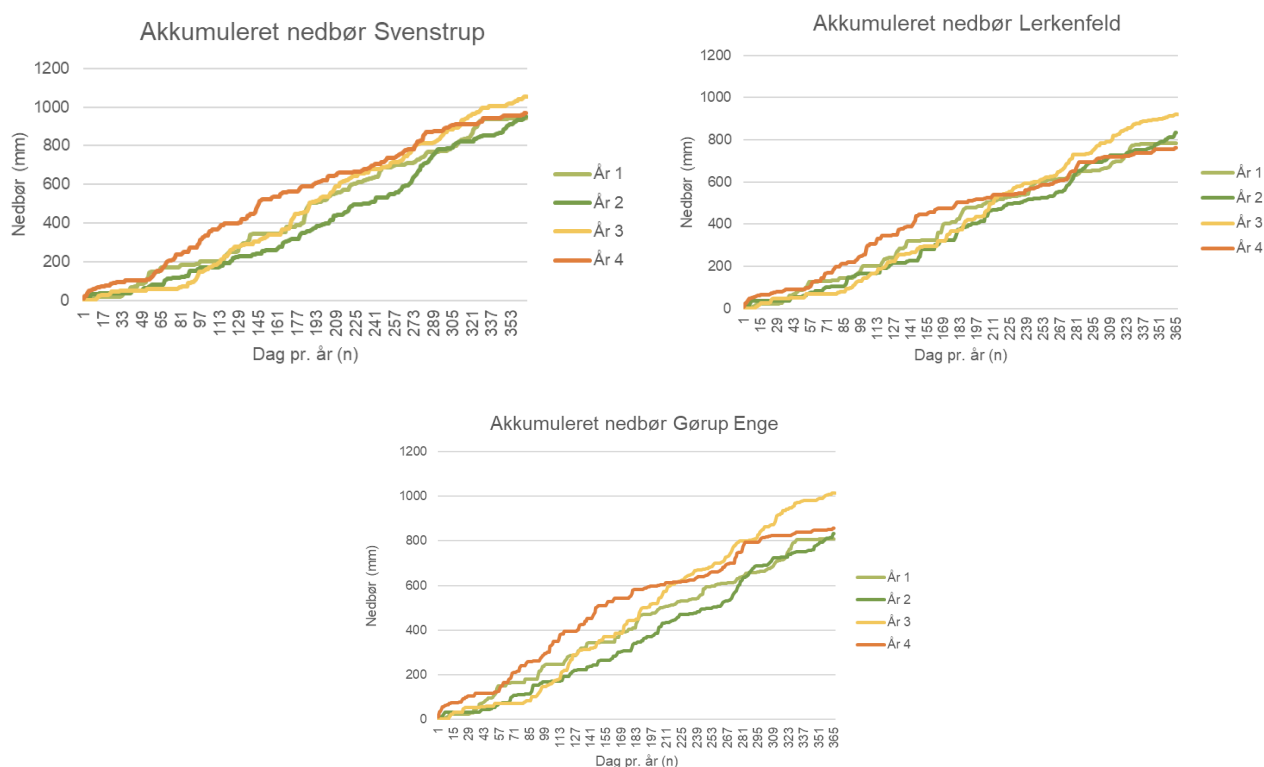
Projekt-område				Station			
Svenstrup 2018	Svenstrup Bæk opstrøms	Sahl Bæk	Skovlund Bæk	Vindelevgaard grøft	Svenstrup Bæk nedstrøms		
	1 Q/H-kurve	1 Q/H-kurve	Brugt målt flow	1 Q/H-kurve	1 Q/H-kurve		
Lerkenfeld	Opstrøms 1 Q/H-kurve før og efter etablering	Midtstrøms Brugt målt flow ***	Nedstrøms 2 Q/H-kurver, før og efter maj 2023****				
Gørup Enge	Gørup Bæk opstrøms	Byskov Bæk	Hovedræn	Dræn 1	Dræn 2	Dræn 3	Gørup Bæk nedstrøms
	Brugt målt flow sommer og 1 vinter Q/H-kurve*	Brugt målt flow	1 Q/H-kurve år 1-2, målt år 3-4**	Brugt målt flow	Brugt målt flow	Brugt målt flow	Brugt målt flow sommer og 1 vinter Q/H-kurve*

*sommer = maj-september og vinter er oktober-april, **sensorproblemer,***udfordringer med grødeskæring, ****Ændringer skyldes sammenstyrtning af brinker 10 meter bag målested, hvilket har forårsaget opstuvning.

Resultater fra områderne

I de følgende afsnit præsenteres resultaterne fra de tre projektområder. Undersøgelsesperioden dækker 4,5 år fra april 2021 til september 2025. Det betyder også at perioden dækker år med meget varierende nedbør. Som eksempel kan nævnes den store vinternedbør i 2023/2024, og forårstørke bl.a. i 2024 og også imellem de 3 projektområder var der lokale forskelle.

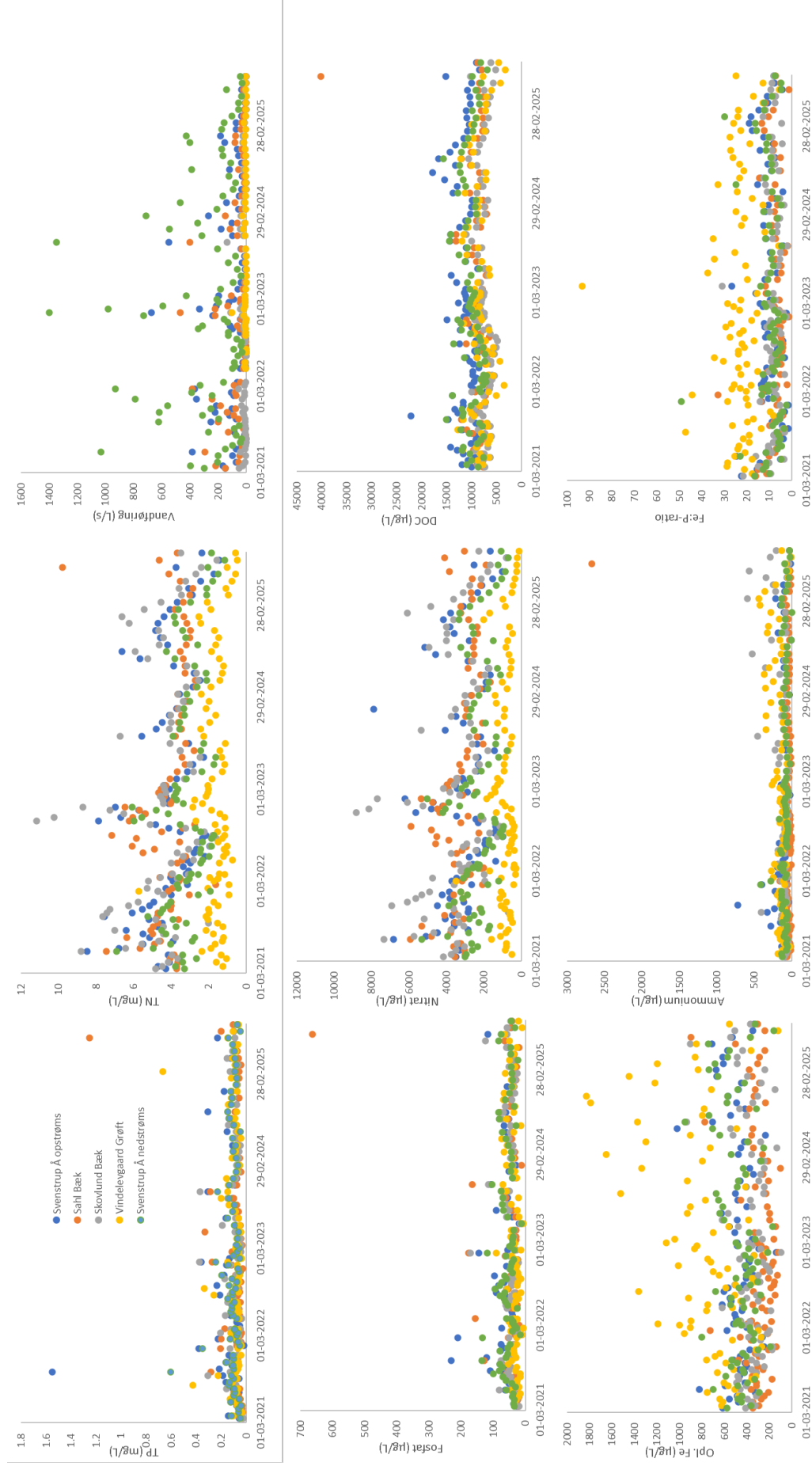
Figur 6 nedenfor viser nedbøren i de 3 områder i år 1-4 løbende fra april til marts. Svenstrup havde hhv. en årlig nedbør på 942, 951, 1055 og 967 mm fra år 1-4, mens de tilsvarende tal var 782, 834, 920 og 762 mm for Lerkenfeld og 809, 832, 1015 og 857 mm for Gørup Enge. Endelig kom der det sidste sommerhalvår i 2025 hhv. 372 mm i Svenstrup, 317 mm i Lerkenfeld og 361 mm i Gørup Enge.



Figur 6: Akkumuleret nedbør i de 3 projektområder over de første 4 undersøgelsesår løbende fra april til marts.

Svenstrup 2018

Projektet blev gennemført i apr-nov 2022. Dvs. at hele år 1 og starten af år 2 er før etablering, mens resten af år 2 samt år 3 og 4 er efter etablering. Vandføringen i området er naturligt meget nedbørsafhængig og det samme gælder i nogen grad koncentrationen af særligt fosfor. Det skyldes typisk at øget nedbør også medføre øget partikulær afstrømning. Både den vandføringsvægtede fosforkoncentration og ammoniumkoncentration falder efter år 1 på stationen ved Svenstrup Bæk opstrøms. Årsagen er ukendt, men menes ikke at skyldes etableringen af området. Ratioen imellem jern og fosfor er med undtagelse af Vindelevgaard Grøft generelt lav, hvilket indikerer at der ikke er store mængder jern tilstede til at tilbageholde fosfor. Der ses ingen tegn på øget transport af næringsstoffer under etablering af området.



Figur 7: Målte koncentrationer i Svenstrup-projektområdet fra april 2021 til september 2025. Der er 4 stationer opstrøms og en nedstrøms. Der er målt hhv. totalfosfor (TP), totalkvælstof (TN), fosfat, nitrat, ammonium, DOC, opløst jern (Fe) og vandføring. Derudover er ratioen mellem fosfat og opløst jern vist.

Nedstrøms projektområdet ved stationen Svenstrup Å nedstrøms falder den årsgennemsnitlige vandføringsvægtede koncentration af TP, TN, fosfat, nitrat og ammonium fra år 1 til år 2-4, mens der er en lille stigning i DOC i år 3-4. Omvendt er den årsgennemsnitlige vandføring højere i år 2-4 sammenlignet med år 1. Langt hovedparten af N kommer som nitrat, mens fosfat udgør ca. halvdelen af totalfosfor.

Tabel 3: Målte årsgennemsnitlige vandføringer for år 1-4 i Svenstrup 2018 samt de målte vandføringsvægtede årsgennemsnitlige koncentrationer også for år 1-4. Data er vist for de 5 målestationer.

Vandføringsvægtet koncentration (årsgennemsnit)	Enhed	År	Svenstrup Å opstrøms	Sahl Bæk	Skovlund Bæk	Vindelevgaard grøft	Svenstrup Å nedstrøms
Vandføring	L/s	1	87	65	15	2	341
		2	155	95	14	9	486
		3	183	223	22	13	588
		4	73	157	10	13	466
TP	mg/L	1	0,222	0,112	0,098	0,085	0,156
		2	0,127	0,087	0,178	0,097	0,110
		3	0,123	0,118	0,219	0,116	0,122
		4	0,131	0,081	0,100	0,105	0,101
TN	mg/L	1	5,1	4,4	5,6	1,4	4,0
		2	3,9	4,9	5,3	2,0	3,6
		3	4,1	3,5	4,0	2,0	3,2
		4	4,7	3,2	5,2	1,8	3,2
Fosfat	mg/L	1	0,080	0,050	0,045	0,028	0,061
		2	0,065	0,053	0,081	0,040	0,058
		3	0,056	0,060	0,076	0,048	0,057
		4	0,048	0,045	0,044	0,047	0,051
Nitrat	mg/L	1	3,8	3,5	4,3	0,8	3,0
		2	2,8	3,8	4,3	1,1	2,6
		3	3,2	2,6	3,0	1,1	2,1
		4	3,8	2,7	4,1	1,0	2,5
Ammonium	mg/L	1	0,167	0,057	0,092	0,170	0,139
		2	0,080	0,051	0,073	0,142	0,078
		3	0,079	0,048	0,091	0,221	0,081
		4	0,101	0,051	0,170	0,260	0,081
DOC	mg/L	1	11,6	8,7	7,7	5,9	10,3
		2	10,7	8,7	8,6	8,6	10,1
		3	11,8	9,7	9,5	9,7	11,3
		4	12,5	9,0	8,2	9,3	11,0
Opløst Fe	mg/L	1	0,423	0,328	0,275	0,671	0,404
		2	0,416	0,222	0,335	0,714	0,397
		3	0,414	0,246	0,269	0,928	0,467
		4	0,519	0,361	0,294	1,076	0,565
Fe:P (opløst)	ratio	1	5,3	6,6	6,1	23,8	6,7
		2	6,4	4,2	4,2	17,7	6,8
		3	7,4	4,1	3,5	19,1	8,2
		4	10,8	8,0	6,6	23,1	11,1

Figur 8 viser den akkumulerede afstrømning i kg af TP, TN og DOC i Svenstrup 2018-området sammen med den akkumulerede nedbør. Langt den største tilførsel til området kommer fra Svenstrup Bæk og Sahl Bæk, mens Skovlund Bæk og Vindelevgaard Grøft kun bidrager med en mindre andel.

Tabel 4: For TP, TN og DOC ses den samlede tilførsel til Svenstrupprojektområdet i kg og den samlede afstrømning nedstrøms samt differencen imellem opstrøms og nedstrøms (en positiv værdi betyder at området tilbageholder, mens en negativ værdi betyder at området aflaster). Opstrøms er medregnet både målt og umålt opland. For det umålte opland er brugt værdier for det tilløb som har det største opland af de målte tilløb.

			År 1	År 2	År 3	År 4	År 5
TP	Tilløb målt og umålt	Sommer År	293 1307	523 1337	345 2148	403 966	201 -
	Svenstrup Å nedstrøms	Sommer År	306 1674	452 1683	520 2259	592 1487	114 -
	Opstrøms - nedstrøms	Sommer År	-13 -367	71 -346	-175 -111	-189 -521	87 -
TN	Tilløb målt og umålt	Sommer År	15621 35331	14169 47322	11956 65449	14473 35970	2701 -
	Svenstrup Å nedstrøms	Sommer År	13412 42696	9104 54614	14260 58757	16785 47549	2228 -
	Opstrøms - nedstrøms	Sommer År	2209 -7365	5065 -7292	-2304 6692	-2312 -11579	473 -
DOC	Tilløb målt og umålt	Sommer År	28252 75206	43333 114625	35734 186066	43810 97995	11010 -
	Svenstrup Å nedstrøms	Sommer År	30255 110389	39087 154580	59741 146676	76045 80743	10291 -
	Opstrøms - nedstrøms	Sommer År	-2003 -35183	4246 -39955	-24007 39390	-32235 17252	719 -

Svenstrup 2018 er et genslyngningsvådområdeprojekt på lavbundsjord. Der har derfor været forventninger til en kvælstoffjernelse, hvorimod der også kunne være en potentiel risiko for øget frigivelse af fosfor, kvælstof i form af ammonium og DOC.

Tabel 4 viser for TP, TN og DOC den samlede tilstrømning og afstrømning fra projektområdet i kg for hhv. sommerperioden og pr. år. For fosfor sker der på årsbasis en netto afstrømning fra området i alle 4 år på mellem -111 kg og -521 kg og der er ingen forskel på før og efter etablering af området idet perioden før etablering ligger imellem de to netop nævnte tal. Hvis man kun ser på sommerperioden, så aflaster området fosfor i sommer 1, 3 og 4, mens der sker en fosfortilbageholdelse i området i sommer 2 og 5, som er hhv. sommeren lige før etablering og den sidst målte sommer efter etablering, så også her må det konkluderes at der ikke ses en hverken større eller mindre fosforaflastning/-tilbageholdelse efter etablering.

For totalkvælstof er billedet lidt det samme. Ser man på årsværdier så aflaster området kvælstof i år 1, 2 og 4, mens det optager kvælstof i år 3. Om sommeren derimod hvor der er biologisk aktivitet i området der fjernes kvælstof i sommer 1, 2 og 5, mens der aflastes kvælstof i år 3 og 4, men der er ikke noget der tyder på at det skyldes øget ammoniumafstrømning fra området.

Endelig viser tabel 4 også tilsvarende tal for DOC. Her aflaster området DOC år 1 og 2 på årsbasis, mens det tilbageholder DOC i år 3 og 4. Om sommeren er billedet dog et andet – her aflaster området DOC i sommer 1, 3 og 4, mens der tilbageholdes DOC i sommer 2 og 5, så som med fosfor kan det ikke konkluderes at projektetableringen fører til entydige ændringer i DOC-afstrømningen.

Lerkenfeld

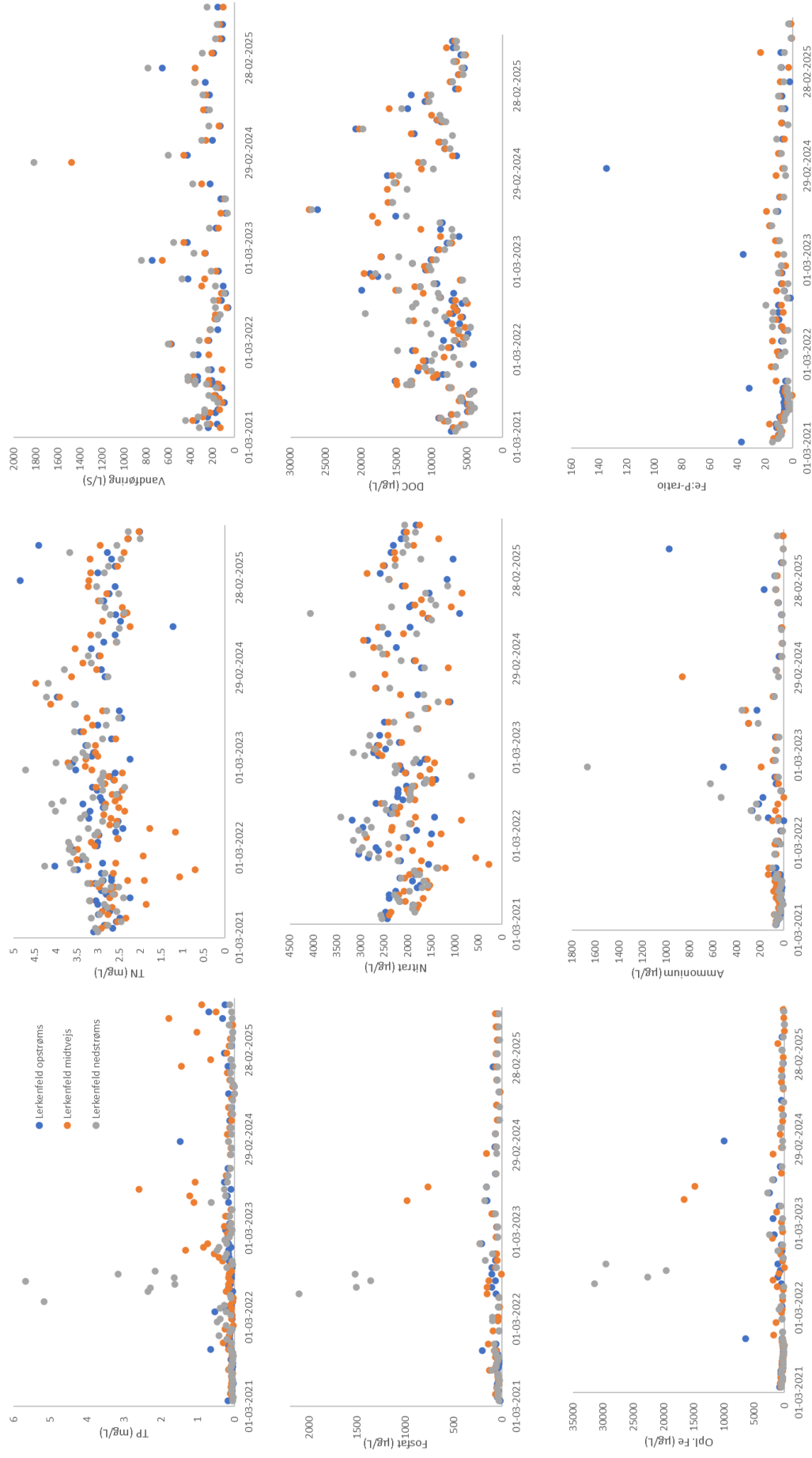
I Lerkenfeld er der målt 3 steder i vandløbet – hhv. opstrøms, midtstrøms (som er nedstrøms det seneste projekt) og nedstrøms (som er nedstrøms begge projekter). Det første projekt blev som nævnt etableret i 2019, mens dette seneste projekt blev anlagt i perioden april til august 2022. Det betyder, at der i denne undersøgelse som startede i 2021 er målt på området i 1 år inden etablering af det seneste projekt samt efter etablering.

Vandføringen følger afstrømningen og nedbørsmønsteret. Der ses særligt høje vandføringer i år 3 og år 4, hvor den årsgennemsnitlige vandføring er det dobbelte af hvad den er i år 1 og år 2 (Figur 9 og Tabel 5). Det vil forventeligt også påvirke afstrømningen af stof. Under etableringen i 2022 ses høje TP-, fosfat- og jernkoncentrationer på den nedstrømsliggende station (Figur 9). Det kan ikke kun skyldes transport af materiale, da der også er høje koncentrationer af de opløste stoffer. Så den konkrete årsag kendes ikke, men det er kun i etableringsperioden. Særligt i året efter etablering sås periodevist (primært i sommerhalvåret) høje koncentrationer af TP, fosfat, jern og ammonium især på midtstrømsstationen nedstrøms det nyetablerede område. Det indikerer at der skete en frigivelse fra området sandsynligvis pga. den højere vandstand og ændrede iltforhold. Kun for TP ses også høje koncentrationer i det sidste måleår, men kun på midtstrømsstationen, hvilket antages at skyldes transport af partikulært materiale som sandsynligvis er sedimenteret inden nedstrømsstationen da tilsvarende koncentrationer ikke genfindes der.

De vandføringsvægtede koncentrationer (Tabel 5) viser overordnet ingen generelle trends til trods for forskellige de enkelte parametre imellem. TP er høj i år 3 opstrøms, hvilket sandsynligvis hænger sammen med den meget store afstrømning i vinteren 23/24 (underbygget af at fosfat ikke stiger tilsvarende), men der ses ikke tilsvarende høje koncentrationer midt- og nedstrøms. Nedstrøms har derimod en høj koncentration i år 2 som nævnt ovenfor både for TP og fosfat. TN og nitrat over meget ensartet både over årene og imellem de enkelte stationer.

De vandføringsvægtede årsgennemsnitlige koncentrationer af ammonium og DOC steg særligt i år 2 og til dels i år 3, men er i år 4 enten helt eller næsten tilbage på samme niveau som før projektetablering. Samme overordnede tendens ses for opløst Fe dog med langt de højeste koncentrationer på opstrøms og midtstrøms i år 3, hvilket dog sandsynligvis også skyldes den store afstrømning og høje vandstand i vinterhalvåret 2023/2024. Hvis man undtager de høje afstrømningsår, så ligger Fe/P-forholdet <10 både før og efter etablering.

Figur 10 viser den akkumulerede afstrømning i kg af TP, TN og DOC i Lerkenfeld-området sammen med den akkumulerede nedbør. Det ses tydeligt at stoftransporten er meget afhængig af afstrømningen og dermed også af år til år variationer i nedbør – det ses bl.a. for fosfortransporten opstrøms i vinterperioden 2023/2024. Tilsvarende viser de varierende hældninger på DOC-kurverne hvordan at transporten af DOC stiger i år 2-3 efter etablering for så at falde tilbage til samme niveau som før projektetableringen. Figuren viser også at den øgede fosfortransport som sås nedstrøms under projektetablering, ikke er meget større end hvad år til år variationer kan skabe.

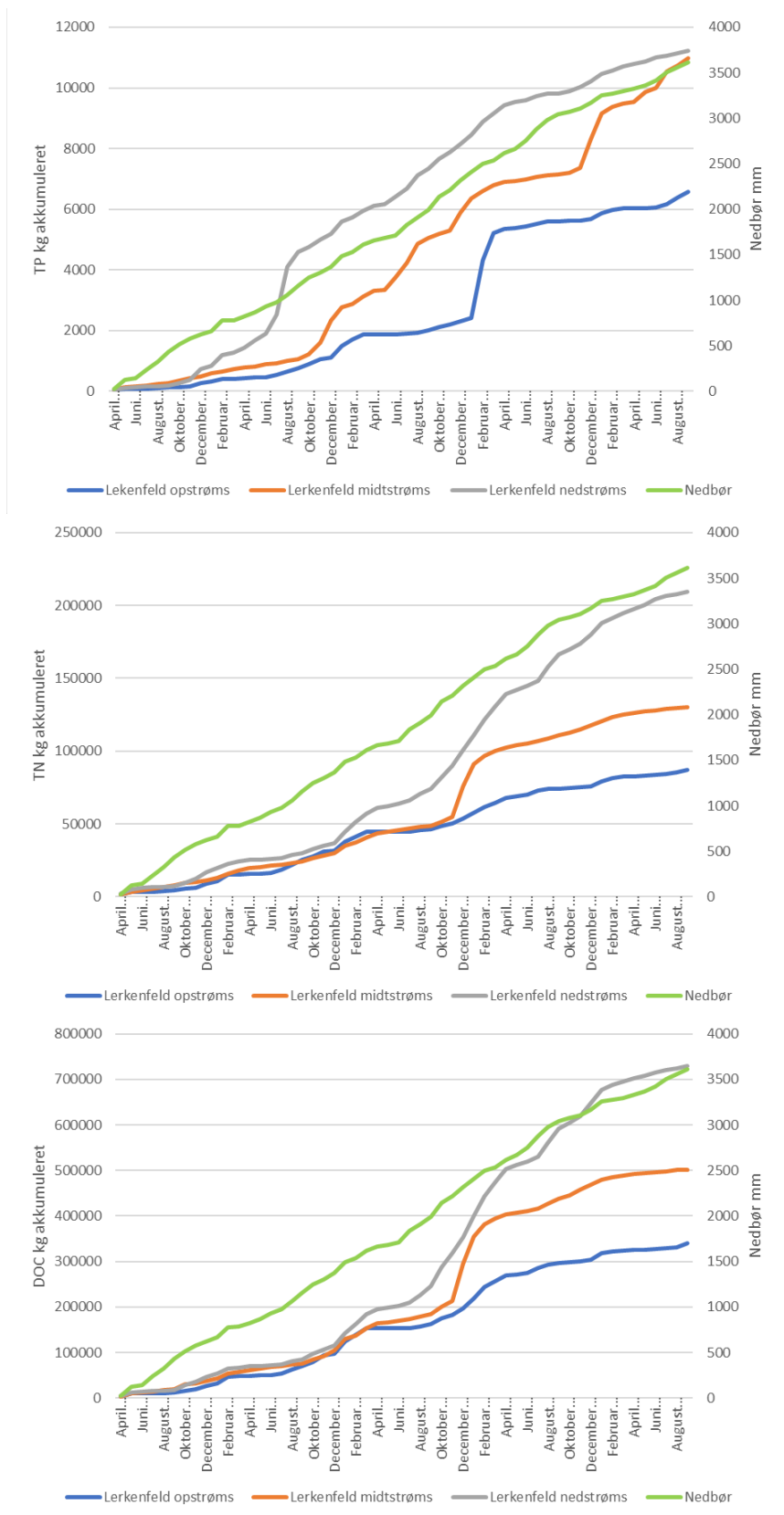


Figur 9: Målte koncentrationer i Lerkenfeld-projektområdet fra april 2021 til september 2025. Der er en station hhv. opstrøms, midtstrøms og nedstrøms. Der er målt hhv. totalfosfor (TP), totalkvælstof (TN), fosfat, nitrat, ammonium, DOC, opløst jern (Fe) og vandføring. Derudover er ratioen mellem fosfat og opløst jern vist.

Tabel 5: Målte årsgennemsnitlige vandføringer for år 1-4 i Lerkenfeld samt de målte vandføringsvægtede årsgennemsnitlige koncentrationer også for år 1-4. Data er vist for de 3 målestationer.

Vandføringsvægtet koncentration (årsgennemsnit)	Enhed	År	Lerkenfeld opstrøms	Lerkenfeld midtstrøms	Lerkenfeld nedstrøms
Vandføring	L/s	1	152	214	237
		2	303	261	305
		3	209	506	674
		4	200	269	657
TP	mg/L	1	0,085	0,108	0,169
		2	0,153	0,290	0,489
		3	0,509	0,231	0,151
		4	0,126	0,315	0,074
TN	mg/L	1	3,2	2,7	3,2
		2	3,1	2,8	3,4
		3	3,1	3,7	3,5
		4	2,8	2,9	3,1
Fosfat	mg/L	1	0,045	0,065	0,062
		2	0,096	0,101	0,264
		3	0,083	0,179	0,08
		4	0,066	0,054	0,042
Nitrat	mg/L	1	2,3	1,9	2,3
		2	2,1	2,0	2,3
		3	1,9	1,8	2,2
		4	2,0	2,1	2,2
Ammonium	mg/L	1	0,052	0,072	0,059
		2	0,178	0,090	0,491
		3	0,091	0,568	0,106
		4	0,069	0,037	0,037
DOC	mg/L	1	9,9	8,6	9,0
		2	11,0	11,7	12,2
		3	15,7	15,1	13,7
		4	10,7	11,0	10,7
Opløst Fe	mg/L	1	0,407	0,645	0,416
		2	0,925	0,867	3,596
		3	6,166	2,448	0,763
		4	0,397	0,460	0,333
Fe:P (opløst)	ratio	1	9,1	9,9	6,7
		2	9,6	8,6	13,6
		3	74,5	13,7	9,5
		4	6,0	8,5	8,0

Tabel 6 viser stoftransporten i kg for TP, TN og DOC for hhv. de 4 år og de 5 målte sommerperioder opstrøms og nedstrøms sammen differencen imellem de 2. Området imellem opstrøms og nedstrøms station øger stoftransporten ud af området også før etablering i år 1 og det gælder både sommer og for hele året. I år 2 øges fosfortransporten ud af området markant på års- men særligt på sommerbasis, hvilket indikerer at det nyetablerede område aflaster fosfor. Det samme ses for sommerperioden i år 3 dog reduceret til under det halve af mængden i år 2, men stadig ca. en faktor 20 mere end før etablering. Til gengæld ses for hele år 3 en tilbageholdelse af fosfor i projektområdet. Det skyldes sandsynligvis den store vinterafstrømning og den høje vandstand over vinteren som har ført til øget sedimentation/tilbageholdelse af fosfor. I år 4 ses stoftransporter på samme niveau som i år 1 før etablering for den årlige og kun en smule højere for sommerniveauet. Endelig tilbageholdes fosfor i området i sommeren år 5, hvilket ikke er set i de andre år.



Figur 10: Den akkumulerede afstrømning af TP, TN og DOC i Lerkenfeld over hele måleperioden for de 3 stationer. Den akkumulerede afstrømning er på den primære y-akse og derudover vises den akkumulerede nedbør på den sekundære y-akse

Tabel 6: For TP, TN og DOC ses den samlede stoftransport i Lerkenfeldområdet i kg vist hhv. pr. år og for sommerperioden opstrøms og nedstrøms sammen differencen imellem de to. En positiv værdi betyder at strækningen tilbageholder, mens en negativ værdi betyder at strækningen øger stoftransporten.

			År 1	År 2	År 3	År 4	År 5
TP	Lerkenfeld opstrøms	Sommer	122	365	153	382	550
		År	406	1457	3365	795	-
	Lerkenfeld nedstrøms	Sommer	176	3335	1378	645	505
		År	1267	4697	3206	1541	-
	Opstrøms-nedstrøms	Sommer	-54	-2970	-1225	-263	45
		År	-861	-3240	159	-746	-
TN	Lerkenfeld opstrøms	Sommer	4595	10333	2087	9686	4767
		År	15212	29193	20239	17820	-
	Lerkenfeld nedstrøms	Sommer	7319	5737	16917	35244	14504
		År	24214	32964	73734	63874	-
	Opstrøms-nedstrøms	Sommer	-2724	4596	-14830	-25558	-9737
		År	-9002	-3771	-53495	-46054	-
DOC	Lerkenfeld opstrøms	Sommer	12503	23433	10528	39402	15571
		År	47477	105227	103815	67746	-
	Lerkenfeld nedstrøms	Sommer	17067	6612	61360	118118	32722
		År	67313	116836	289937	221877	-
	Opstrøms-nedstrøms	Sommer	-4564	16821	-50832	-78716	-17151
		År	-19836	-11609	-186122	-154131	-

Tilsvarende viser Tabel 6 transporten af TN som med undtagelse af sommeren i år 2 øger transporten af TN ud af området sammenlignet med tilførslen til området. Særligt i år 3 og 4 er transporten af TN ud af området sammenlignet med ind i området stor, hvilket også falder sammen med meget nedbørsrige år. Endelig viser tabellen DOC-transporten. Også her aflastes både sommer og på årsbasis alle år undtagen sommeren i år 2 hvor der tilbageholdes DOC i området. Den eksakte årsag er ukendt. Det kan skyldes lav vandstand pga. forårstørke. I år 3 og 4 (dvs. de første 2 år efter etableringsåret) øges afstrømningen af DOC meget både om sommeren med en faktor +10 sammenlignet med år 1 og på årsbasis med en faktor +7. I år 5 haves kun sommertransporten, men her indikerer værdien at den øgede afstrømning er meget aftagende idet den nu kun er en faktor +3 sammenlignet med år 1 – hvilket også underbygges af at de målte koncentrationer er faldende og på vej tilbage til udgangspunktet.

Lerkenfeld er også et genslyngningsprojekt på lavbundsjord. Der kunne være en potentiel risiko for øget frigivelse af fosfor, kvælstof i form af ammonium og DOC, hvilket også ses i de 2 første år efter etablering, mens år 4 viser niveauer som er enten helt eller på vej tilbage til niveauerne før etablering.

Gørup Enge

Vådområdeprojektet i Gørup Enge blev etableret allerede i sommerperioden juni til august 2021. Det betød desværre at måleperioden før etablering er ganske kort kun bestående af få måneder. Til gengæld er der en lang måleperiode efter etablering idet hele år 2-4, samt sommeren år 5 er efter etablering. Gørup Enge er et stort projektområde med mange tilløb, hvilket også er årsagen til at målingerne er udført på 7 tilløbsstationer og 1 nedstrøms station. Det til trods så er der både et mindre umålt opland og vand som kommer diffust ind i området via trykvand (observeret) og sandsynligvis også terrænnært grundvand. Gørup Enge adskiller sig også fra de 2 andre områder ved at oplandet her er langt mere sandet.

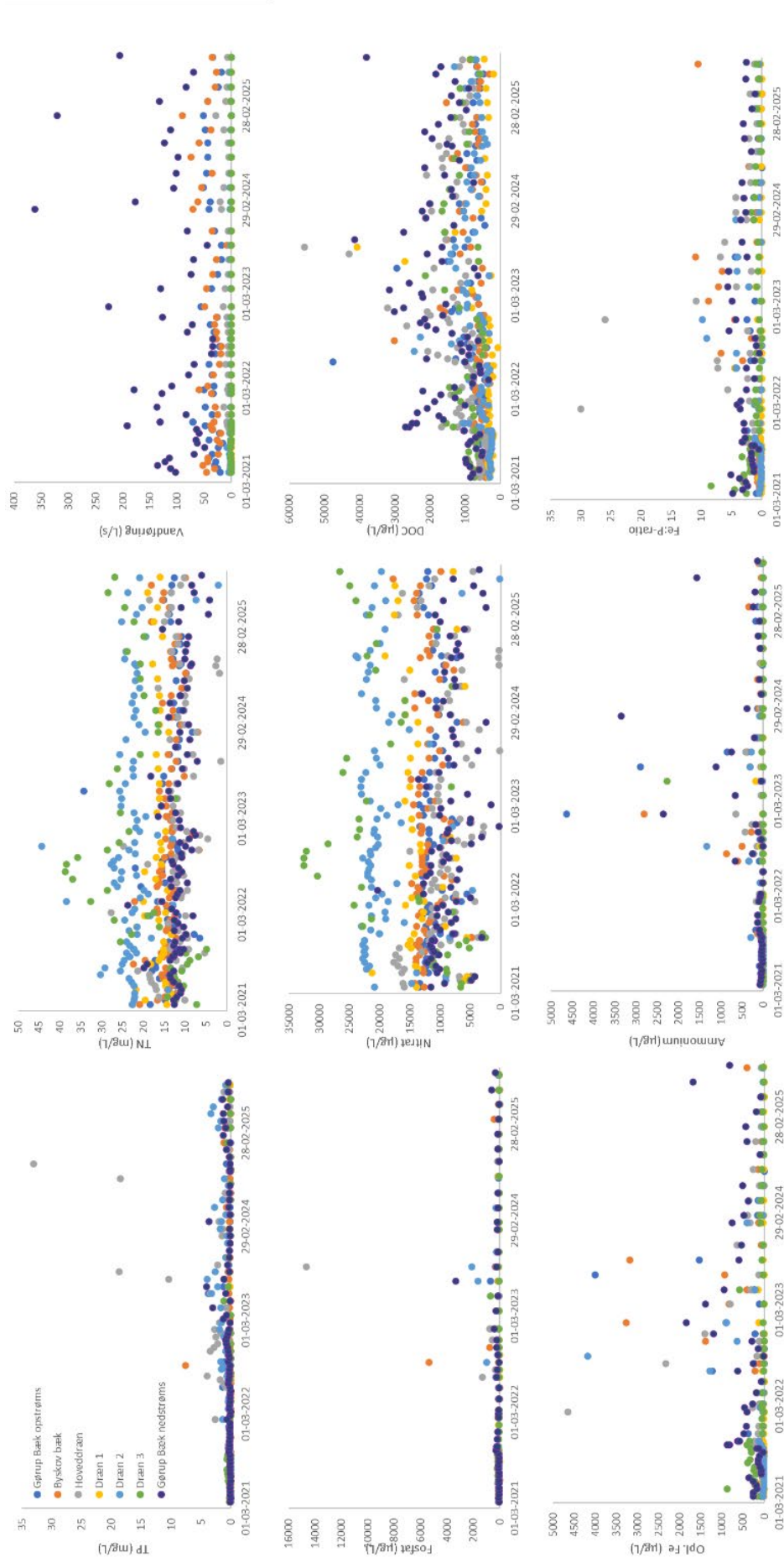
Figur 11 viser de målte vandføringer og de målte koncentrationer. For mange af tilløbsstationerne er koncentrationerne af de enkelte parametre hhv. konstante over årene men med koncentrationsforskellige imellem stationerne. Det gælder også vandføring, hvor nogle af stationerne bidrager markant mere til vandføringen ind i området end andre. Særligt år 3 har en stor afstrømningen pga. den store vinternedbør.

Ser man på det vandføringsvægtede årsgennemsnitlige koncentrationer (Tabel 7), så er der nogle interessante observationer. Der ses en stigning for TP og til dels også for fosfat for alle stationerne (minus de 3 dræn) i år 2-4. I tilløbene tyder det på at der i perioder sker stuvning udenfor projektområdet som bidrager til en øget fosforafstrømning ind i området. Nedstrøms er den vandføringsvægtede koncentration yderligere forhøjet sammenlignet med de primære tilløb, hvilket indikerer, at der også sker en fosforafkastning fra selve projektområdet. For nogle af tilløbene er stigningen stadig markant i år 4 og det samme gør sig gældende for nedstrømsstationen selv værdien i år 4 indikerer at niveauet kan være faldende.

DOC-koncentrationsdynamikkerne ligner meget fosfors. Koncentrationen i mange af tilløbene stiger fra år 1 til år 2-4 og for de fleste er den stadig markant forhøjet i år 4. Det må skyldes at projektområdet også påvirker arealer udenfor projektområdet f.eks. via stuvning. Også nedstrøms stiger DOC i år 2 og 3, men er her i år 4 tilbage på samme niveau som i år 1.

TN-koncentrationerne ind i Gørup Enge er høje (+10 mg/L i alle tilløb og i nogle op imod 30 mg/L vandføringsvægtet). Nedstrøms er den årsgennemsnitlige vandføringsvægtede koncentration generelt lidt lavere på 10,9-11,7 mg/L afhængig af året. Langt hovedparten af det kvælstof som både tilføres området og afstrømmer fra området er nitrat. Ammonium udgør kun en mindre andel af kvælstoftilførslen. Her ses for flere af tilløbene en stigning i den vandføringsvægtede koncentration særligt i år 2 og 3, hvilket sandsynligvis skyldes stuvning i oplandet. For de fleste tilløb er koncentrationen dog helt eller næsten tilbage på år 1 niveau i år 4. Denne udvikling er helt den samme på nedstrømsstationen dog med den tilføjelse af koncentrationsniveauerne er lidt højere end i tilløbene hvilket også indikerer et bidrag fra projektområdet. Koncentrationen af opløst Fe følger samme udvikling som ammonium. Ratioen imellem jern og fosfor er meget lave både ind og ud af området, hvilket indikerer at jern sandsynligvis spiller en meget lille rolle for regulering af fosfortransporten.

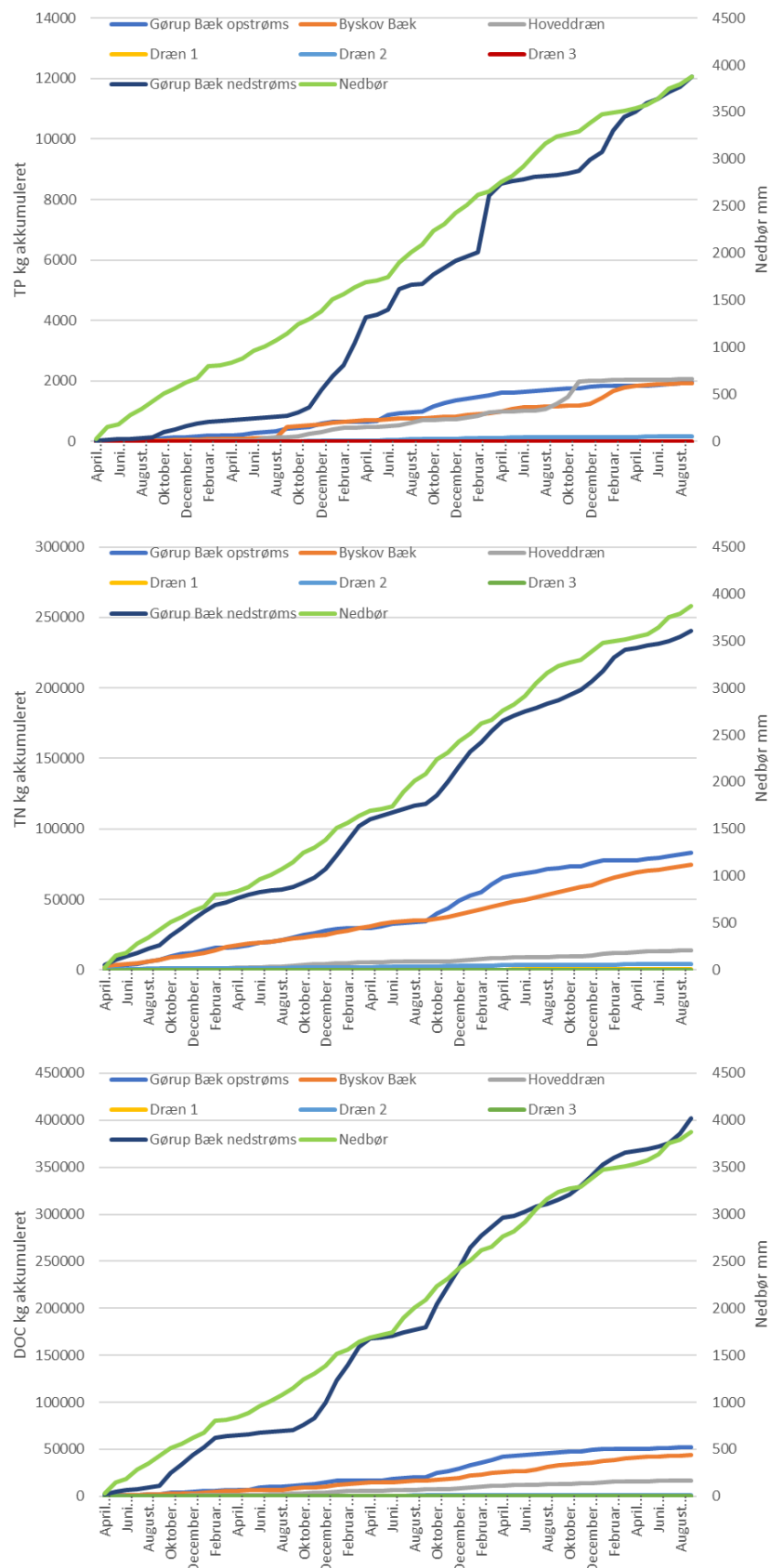
Figur 12 viser den akkumulerede transport af TP, TN og DOC over årene sammen med den akkumulerede nedbør. Figuren viser tydeligt at for tilløbene er det Gørup Bæk, Byskov Bæk og Hoveddrænet (som er åbnet op) som har betydning for fosfor, mens det for TN og DOC primært er Gørup Bæk og Byskov Bæk som står for tilførslen til området. Transporten i tilløbene følger for alle tre parametre meget nedbøren og er rimeligt fordelt over året. Dog ses bl.a. i perioden med den store vinterafstrømning i 2023/2024 en øget stofafstrømning. Nedstrømsstationen derimod viser for både TP, TN og DOC at meget af transporten sker i vinterhalvåret, hvor der ikke er samme biologiske aktivitet.



Figur 11: Målte koncentrationer i Gørup Enge-projektområdet fra april 2021 til september 2025. Der er 6 stationer opstrøms og en nedstrøms. Der er målt hhv. totalfosfor (TP), totalkvælstof (TN), fosfat, nitrat, ammonium, DOC, opløst jern (Fe) og vandføring. Derudover er ratioen mellem fosfat og opløst jern vist.

Tabel 7: Målte årsgennemsnitlige vandføringer for år 1-4 i Gørup Enge samt de målte vandføringsvægtede årsgennemsnitlige koncentrationer også for år 1-4. Data er vist for de 7 målestationer

Vandføringsvægtet koncentration (årsgennemsnit)	Enhed	År	Gørup Bæk opstrøms	Byskov Bæk	Hoved-dræn	Dræn 1	Dræn 2	Dræn 3	Gørup Bæk nedstrøms
Vandføring	L/s	1	37	35	4	0,2	1,7	0,3	130
		2	33	31	10	0,03	0,8	0,01	150
		3	80	40	9	0,1	1,7	0,01	193
		4	48	57	12	0,3	1,0	0,02	169
TP	mg/L	1	0,177	0,078	0,147	0,096	0,101	0,407	0,167
		2	0,427	0,612	1,404	0,093	0,860	0,091	0,544
		3	0,352	0,213	1,700	0,145	1,686	0,277	0,798
		4	0,204	0,467	2,919	0,165	0,959	0,155	0,490
TN	mg/L	1	13,7	14,7	12,6	18,2	23,8	12,0	11,7
		2	13,3	13,9	12,0	19,1	23,6	28,5	11,3
		3	12,3	12,3	10,6	15,2	23,2	19,6	11,1
		4	11,5	12,6	11,0	17,2	22,9	20,7	10,9
Fosfat	mg/L	1	0,132	0,065	0,093	0,090	0,074	0,119	0,131
		2	0,193	0,592	0,388	0,092	0,176	0,065	0,236
		3	0,194	0,110	0,584	0,083	0,775	0,078	0,363
		4	0,115	0,113	0,089	0,099	0,120	0,047	0,125
Nitrat	mg/L	1	11,1	11,4	10,2	13,3	19,5	9,1	8,6
		2	11,0	11,8	8,5	10,6	19,1	25,2	7,3
		3	10,4	11,5	7,1	14,1	19,6	18,1	7,3
		4	10,4	11,1	7,8	15,4	20,8	17,3	8,6
Ammonium	mg/L	1	0,051	0,032	0,066	0,009	0,021	0,018	0,085
		2	1,165	0,589	0,252	0,005	0,168	0,012	0,736
		3	0,231	0,110	0,079	0,020	0,151	0,054	1,247
		4	0,040	0,082	0,058	0,014	0,013	0,011	0,113
DOC	mg/L	1	5,4	5,1	9,0	3,3	3,6	7,7	15,5
		2	10,0	8,4	14,7	2,7	8,3	9,7	20,1
		3	8,8	8,5	18,5	10,3	10,5	15,3	21,0
		4	7,6	8,9	12,5	3,8	6,7	11,9	14,6
Opløst Fe	mg/L	1	0,089	0,039	0,130	0,018	0,033	0,319	0,405
		2	0,388	3,287	4,318	0,008	0,636	0,018	0,945
		3	0,324	0,370	3,726	0,022	2,956	0,071	1,646
		4	0,071	0,058	0,156	0,008	0,048	0,036	0,351
Fe:P (opløst)	ratio	1	0,7	0,6	1,4	0,2	0,4	2,7	3,1
		2	2,0	5,6	11,1	0,1	3,6	0,3	4,0
		3	1,7	3,4	6,4	0,3	3,8	0,9	4,5
		4	0,6	0,5	1,8	0,1	0,4	0,8	2,8



Figur 12: Den akkumulerede afstrømning af TP, TN og DOC i Gørup Enge over hele måleperioden for de 7 stationer. Den akkumulerede afstrømning er på den primære y-akse og derudover vises den akkumulerede nedbør på den sekundære y-akse

Tabel 8: For TP, TN og DOC ses den samlede tilførsel til Gørup Enge-projektområdet i kg og den samlede afstrømning nedstrøms samt differencen imellem opstrøms og nedstrøms (en positiv værdi betyder at området tilbageholder, mens en negativ værdi betyder at området aflaster). Opstrøms er medregnet både målt og umålt opland. For det umålte opland er brugt værdier for det tilløb som har det største opland af de målte tilløb

			År 1	År 2	År 3	År 4	År 5
TP	Tilløb målt og umålt	Sommer År	112 360	809 1601	821 1933	771 2330	347 -
	Gørup Bæk nedstrøms	Sommer År	136 685	173 2573	1965 4864	690 2609	1328 -
	Opstrøms-nedstrøms	Sommer År	-24 -325	636 -972	-1144 -2931	81 -279	-981 -
TN	Tilløb målt og umålt	Sommer År	17700 38260	16820 34866	13436 57405	26105 48654	15006 -
	Gørup Bæk nedstrøms	Sommer År	17391 48188	10732 53528	16103 67631	21953 57966	12982 -
	Opstrøms-nedstrøms	Sommer År	309 -9928	6088 -18662	-2667 -10226	4152 -9312	2024 -
DOC	Tilløb målt og umålt	Sommer År	4947 14483	10916 25802	8974 43627	20421 34814	7792 -
	Gørup Bæk nedstrøms	Sommer År	10905 63862	6751 94906	20788 127964	28338 78469	36883 -
	Opstrøms-nedstrøms	Sommer År	-5958 -49379	4165 -69104	-11814 -84337	-7917 -43655	-29091 -

Tabel 8 viser stoftransporten i kg for TP, TN og DOC for hhv. de 4 år og de 5 målte sommerperioder opstrøms og nedstrøms samt differencen imellem tilløb og nedstrøms station. En stor del af fosfortransporten både ind og ud af området sker i vinterperioden. Set over året så bidrager området med fosfor idet der i alle årene løber mere ud end der kommer ind, men det er særligt at år 2 og 3 at tabet er 3-10 gange højere end i år 1, mens det i år 4 er tilbage på samme niveau som i år 1. I sommerperioden tilbageholder området fosfor i år 2 og 4, taber en smule i år 1 og taber en større andel i år 3 og 5. Tabet i år 3 og 5 skyldes tab fra projektområdet idet tilførslen til området er uændret.

For TN er billedet et andet. Området tilbageholder/fjerner kvælstof i sommerperioden i 4 ud af 5 år. Kun i år 3 sker et tab i sommerperioden – som var et meget vådt og atypisk afstrømningsår. Tilbageholdelsen i år 2, 4 og 5 er en faktor 6-20 højere end tilbageholdelsen i år 1, hvilket tyder på at området fjerner kvælstof i sommerperioden. Ser man derimod på den årlige effekt, så aflaster området netto kvælstof over året i alle årene. Aflastningen er dog kun forøget i år 2, mens år 3 og 4 er sammenlignelig med år 1.

Endelig er der DOC (Tabel 8). Her sker der en netto aflastning fra området både sommer og over året for alle årene undtagen for sommeren år 2, hvor området tilbageholder DOC. Udfordringen er at der både kommer mere til området i år 2-4(5) sammenlignet med år 1, men også at området bidrager med DOC, så nettoafstrømningen bliver større. Selvom sommerafstrømningen i år 5 er meget høj er den årlige afstrømning i år 4 på niveau med år 1, så måske er aflastningen ved at klinge af. Derimod kan den øgede tilførsel risikere at fortsætte.

Gørup Enge er et vådområdeprojekt og derfor ses også en kvælstoffjernelse her sammenlignet med de 2 andre områder, men kun set over sommerperioden. Dele af området virker stadig meget tørt og til trods for at grøfter og dræn er afskåret så løber vandet stadig meget i de samme områder. Dertil kommer stuvningen og transporten af næringsstoffer fra oplandet omkring projektområdet idet dræn mv. er afskåret tæt på projektgrænsen. Der kunne med fordel være inkluderet yderligere randområder. Gørup Enge har endnu ikke

helt indfundet sig i en ny økologisk balance. Området burde følges yderligere et par år for at afdække hvordan udviklingen fortsætter.

Sammenfatning

Resultaterne fra de tre overvågede projekter i lavbundsområder viser, at vådlægning kan medføre midlertidige negative effekter på næringsstofafstrømningen, men at både omfang og varighed varierer betydeligt mellem lokaliteterne. De negative effekter består primært af øget frigivelse og afstrømning af fosfor, ammonium og DOC efter etablering – især i projekter, hvor hydrologien ændres markant, hvor der sker stuvning af oplandet, eller hvor jordbunden har lav kapacitet for fosforbinding. Frigivelsen forværres i år med meget høj vinterafstrømning, hvor mobiliseringen øges. Der er også et tydeligt sæsonmønster både hvad angår næringsstofflørsel, -mobilisering og -fjernelse.

Svenstrup 2018 viser ingen vedvarende negative effekter. Her ses hverken systematiske stigninger i fosfor, kvælstof eller DOC efter genslyngning, og variationerne før og efter projektet ligger inden for samme størrelsesorden. Det indikerer, at vådlægningen ikke har forårsaget en markant negativ påvirkning, og eventuelle kortvarige effekter har været så små, at de drukner i den naturlige hydrologiske variation.

Lerkenfeld viser tydelige negative effekter de første 1–2 år efter projektetablering, bl.a. forhøjede koncentrationer af TP, fosfat, ammonium, DOC og opløst jern. Dette tolkes som en frigivelsesfase udløst af højere vandstand og reducerede iltforhold i de nyligt vådlagte arealer. Effekterne aftager dog markant efter to år, og i år 4 ligger koncentrationer og transport igen tæt på niveauerne før projektetablering. De negative effekter vurderes derfor at være midlertidige og begrænset til ca. 1–2 år efter anlæg.

Gørup Enge viser de mest markante og længstvarende negative effekter. Fosfor og DOC stiger i både tilløb og nedstrøms i år 2–3, og flere tilløb samt nedstrømsstationen har fortsat forhøjede koncentrationer i år 4. Derudover ses stigning i ammonium i samme periode. I Gørup Enge tyder resultaterne på, at vådlægningen også påvirker oplandet udenfor projektområdet, formentligt via stuvning og ændrede iltforhold med deraf følgende øgede næringsstofafstrømninger. For DOC ses fortsat store nettoafkastninger i år 4–5. Samlet set tyder resultaterne på, at de negative effekter kan være længerevarende hvor design, jordbund og hydrologi favoriserer frigivelse.

De tre områder er alle 3 etableret på lavbund, men f.eks. variere bl.a. jordbundsforhold og topografi områderne imellem. Gørup Enge ligger i et opland med langt mere sandet opland og langt større højdeforskelle sammenlignet med de 2 andre områder. Det betyder bl.a. også at kvælstofkoncentrationerne i tilløbene til Gørup Enge typisk er 3-5 gange højere end til de 2 andre områder. Desværre set der ikke den størrelsesorden af forventet kvælstoffjernelse som var forudsagt for nogen af områderne. I denne sammenhæng er Gørup Enge det mest effektive område.

Samlet set er vådlægning af lavbundslande forbundet med ret forudsigelige, men typisk midlertidige negative effekter på fosfor, ammonium og DOC i nogle områder. Varigheden afhænger af design og lokalitet, men ligger baseret på resultaterne i dette på projekt indenfor 0-4(+) år afhængigt af projektets type, oplandets anvendelse samt hydrologi. Så med omhyggelig design og etablering kan de negative effekter på områderne minimeres,

Referencer

DMI vejarkiv – data hentet senest i januar 2026.

Holstebro Kommune. 2010. Vådområdeprojekt Svenstrup Å – forundersøgelse november 2010. Rapport over teknisk forundersøgelse af Holstebro Kommune Natur og Miljø, leveret november 2010.

Rebild Kommune. 2018. Lerkenfeld 2 Vådområde – Udvidelse af projektområdet. 32 s. Rapport over teknisk forundersøgelse fra Rebild Kommune, leveret dato.

Viborg Kommune. 2012. Gørup Enge – Teknisk forundersøgelse af vådområde. 91 s. Rapport over teknisk forundersøgelse fra Viborg Kommune Teknik og Miljø, leveret december 2012.

