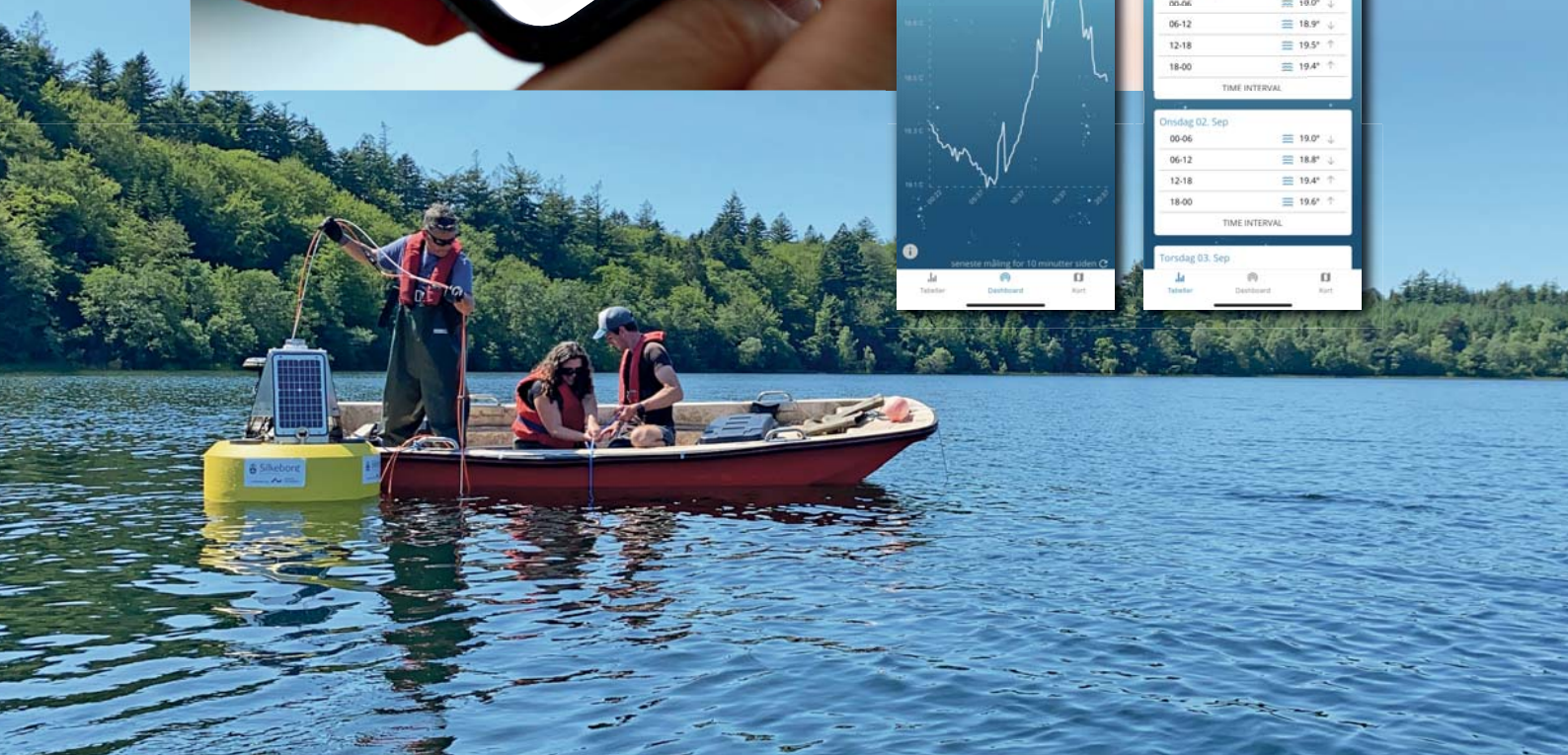


DCE giver indblik i naturen

Almind Sø er en velbesøgt badesø ved Silkeborg. Her blev der i juni 2020 udlagt en bøje med sensorer, som gør det muligt at få livemålinger af bl.a. vandtemperatur.

Derudover indsamles data, der anvendes til modellering af søens vandkvalitet, og som gør det muligt at lave prognoser. Projektet er blandt de første til at udnytte kombinationen af en fastinstalleret bøje og modelprognoser med fokus på badevandsøer.

Borgere og besøgende kan følge de aktuelle data fra søen og badevandsudsigten via WaterWebTools.com - en spinoutvirksomhed, som er undervejs fra Aarhus Universitet i regi af InnoExplorer. Den digitale badevandsudsigt kan bruges til at planlægge den næste svømmetur eller holde øje med vandtemperaturen time for time



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi ved Aarhus Universitet yder forskningsbaseret rådgivning af myndigheder, virksomheder og organisationer og er desuden ansvarlig for Danmarks rapporter til EU og FN på natur- og klimaområdet.

Drænvirkemidlers vandkvalitet – ilt og temperatur

Minivådområder er effektive filtre i landskabet, som renser drænvand for kvælstof og fosfor og samtidig tilbageholder sediment inden vandløbet, og er en vigtig kollektiv brik i landbrugets grønne omstilling. Der har blandt myndigheder, som skal give tilladelser, været sat spørgsmålstegn ved, om vandet der ledes ud, er forringet i forhold til ilt og temperatur. SEGES har undersøgt sagen.

SEBASTIAN P. ZACHO, MAJKEN M. DEICHMANN & TOBIAS B. BENDIXEN

Med den nye Aftale om grøn omstilling af dansk landbrug (2021), er det målet, at kollektive virkemidler (vådområder, minivådområder, privat skovrejsning og evt. nye drænvirkemidler) skal reducere udledningen af kvælstof til danske fjorde med op til 4.500 ton inden 2027. De åbne minivådområder, som er det kollektive drænvirkemiddel, der langt overvejende implementeres, reducerer udover kvælstof, også fosfor med endnu højere effekt end kvælstof, og fjerner stort set alt sediment, sand, silt og ler inden vandløbet. Minivådområder kommer dermed ikke bare kystvande til gode, men også vandløbet i form af mindre fosfor og sediment. Blandt kommuner, som skal give myndighedstilladelser til etablering, har der været bekymring for, hvorvidt minivådområder udleder vand med

lavt iltindhold og høj temperatur. Denne problemstilling undersøgte SEGES i et måleprogram fra nov-2020 til okt-2021, hvor der som reference samtidig blev målt i vandløb, brønde og dræn.

7 forskellige drænvirkemidler undersøgt

I måleprogrammet indgik 7 drænvirkemidler hhv. 5 åbne minivådområder, 1 filtermatrice med træflis og 1 overrisling/afbrudt dræn (Tabel 1). Kriterier for valg af prøvetagningslokation er beskrevet i Boks 1. For hvert drænvirkemiddel blev der udvalgt en til fire referencepunkter til kontrolsammenligning af ilt og temperatur i de respektive vandløbssystemer. Prøvetagningerne er foretaget med ca. én gang per måned i perioden nov-2020 til okt-2021. For at afdække årstidsvariationen er prøvetagningsdatoerne løbende blevet fastlagt, således, at der både er målt i varme, kolde og regnfulde perioder i løbet af året. Dog er der ikke foretaget målinger i januar og

Boks 1

Bagvedliggende kriterier for udvælgelse af prøvetagningslokaliteter:

- Repræsenterer forskellige typer af drænvirkemidler og områder
- Placeret vandløbsnært, nær vandløbsspids og/eller i nærheden af vandløb med andre dræn
- Mulighed for at måle 1. ordens og 2. orden i vandløbssystemet som reference
- Mulighed for måling før og efter iltningstrappe
- Mulighed for at måle på effekten af rørtransport
- Mulighed for at undersøge, hvor hurtigt vandet bliver iltmættet ved måling i udløb til vandløbet og nedstrøms

februar 2021 på grund af hård frost. Vandkvaliteten er målt med en kalibreret 'YSI Professional Plus Water Quality Instrument', hvortil der er tilkoblet specifik sensor til måling

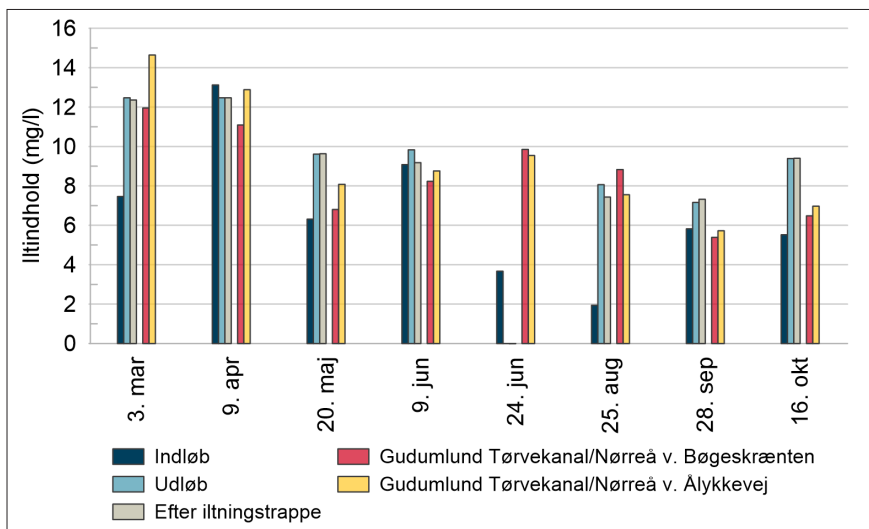
Tabel 1. Oversigt over drænvirkemiddel, placering og dimensioner.

Lokalitet	Virkemiddel	Hovedopland	Drænopland (ha)	Virkemidlets areal (ha)	Arealforhold (%)
Fillerup ¹	Minivådområde	Horsens Fjord	38	0,30	0,8
Haslund	Minivådområde	Randers Fjord	72	0,76	1,1
Jordrup	Minivådområde	Kolding Fjord	39	0,40	1,0
Kærvej	Minivådområde	Limfjorden	53	0,75	1,4
Wiffertsholm	Minivådområde	Mariagerfjord	58	0,64	1,0
Fensholt ²	Afskåret dræn	Horsens Fjord	4	1,15	29,5
Skovlyvej ³	Filtermatrice	Horsens Fjord	20	0,05	0,3

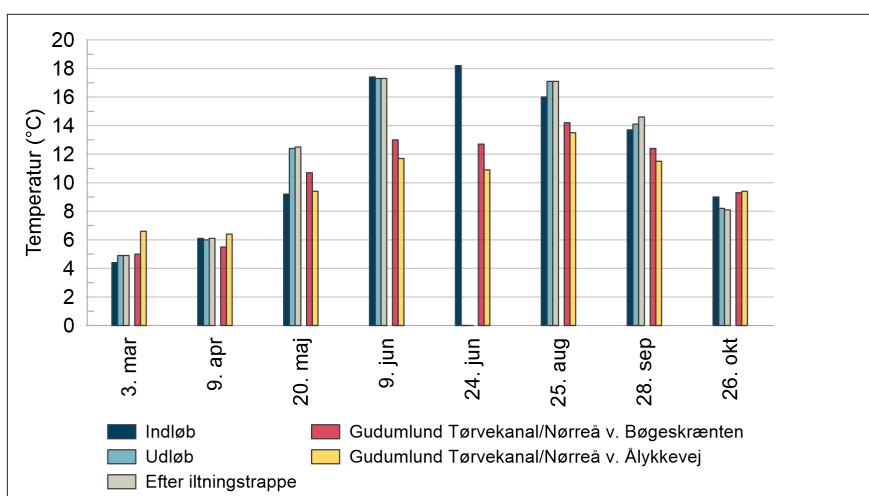
1) Data fra Innovationsfondens projektet SUPREMTECH (2010-2016)

2) Data fra innovationsfondens projektet TRenDS (2015-2018)

3) Data fra Grønt Udviklings- og Demonstrationsprogram projektet iDRÆN (2011-2016).



Figur 1. Målinger af iltindhold ved minivådområdet Kærvej.



Figur 2. Målinger af vandtemperatur ved minivådområdet Kærvej.

Tabel 2. Gennemsnitlig halvårlig vandtemperatur og iltkoncentration i drænvand ved henholdsvis indløb til virkemidlet samt ved udløb til vandløb. *Udløbsmålingerne ved Kærvej og Haslund er foretaget efter iltningstrappe. Tabellen indeholder kun målinger, hvor der er samtidige målinger for ind- og udløb.

Års tid	Lokalitet		Gennemsnitlig halvårlig vandtemperatur (°C)		Gennemsnitlig halvårlig iltkoncentration (mg/L)	
			Indløb	Udløb	Indløb	Udløb
Vinter	Fillerup	Minivådområde	6,3	6	11,0	11,9
	Haslund*	Minivådområde	6,6	6,3	10,1	12,0
	Jordrup	Minivådområde	5,4	5,7	8,6	12,1
	Kærvej*	Minivådområde	5,3	5,5	10,3	12,4
	Wiffertsholm	Minivådområde	6,7	6,9	4,7	10,1
	Fensholt	Afskåret dræn	7,7	5,3	5,6	1,1
	Skovlyvej	Filtermatrice	7,2	6,9	11,2	7,2
Sommer	Fillerup	Minivådområde	12,6	12,1	9,8	10,4
	Haslund*	Minivådområde	12,8	16,4	8,7	9,8
	Jordrup	Minivådområde	12,5	14,0	9,8	9,6
	Kærvej*	Minivådområde	12,9	13,8	5,7	8,9
	Wiffertsholm	Minivådområde	11,2	13,2	2,3	10,7
	Fensholt	Afskåret dræn	10,1	11,2	3,7	0,4
	Skovlyvej	Filtermatrice	11,4	10,9	10,1	8,9

af temperatur, iltindhold samt iltmætning. Målingerne er typisk udført i tidsrummet kl:09-14:00, hvilket betyder, at døgnets ilt- og temperatursvingninger ikke dækkes. Døgnvariationen i vandets iltindhold såvel i minivådområder som i vandløb, varierer som følge af produktion og forbrug af ilt ved fotosyntese og respiration. Tilsvarende vil en temperaturvariation i minivådområdet hen over døgnet være forventeligt.

Resultater

Generelt var temperaturforskellen på ind- og udløbsvandet størst i sommerhalvåret (maj-oktober 2021), hvor den gennemsnitlige halvårslige temperatur steg i udløbsvandet for 5 af de 7 drænvirkemidler (Tabel 2). Den største gennemsnitlige temperaturstigning (3,7°C) blev observeret for minivådområdet Haslund hvor der den 9. juni 2021 blev registreret en stigning i udløbstemperaturen på 8,0°C i forhold til indløb. Dette var samtidig den største temperaturstigning, der blev observeret på tværs af de målte drænvirkemidler (Tabel 3). For de øvrige 6 virkemidler var den gennemsnitlige stigning i sommerhalvåret på 0,8 °C. I vinterhalvåret (november-april) var den maksimale gennemsnitlige halvårslige temperaturstigning i minivådområderne på 0,3°C (Tabel 2). Iltkoncentrationen steg i 5 drænvirkemidler om vinteren og i 4 om sommeren. Særsigt positiv var stigningen i Wiffertsholm fra 2,3 mg/l til 10,7 mg/l i sommerperioden og ligeledes for Kærvej, som steg fra 5,7 til 8,9 mg/l. Omvendt var virkemidlet ved Fensholt1 særsigt ringe, da iltindholdet faldt fra 3,7 mg/l til 0,4 mg/l i sommerhalvåret og ligeledes faldt til et kritisk niveau på 1,1 mg/l i vinterhalvåret. Af de 7 virkemidler var det således Fensholt1, som performerer uhensigtsmæssigt hvad angår ilt.

Sammenligning af minivådområde og referencevandløb

Figur 1 viser iltindholdet i det vand, som blev ledt ud af minivådområdet på Kærvej sammenlignet med referencevandløb. I 7 ud af 8 tilfælde var iltindholdet højere efter minivådområdet sammenlignet med referencevandløbet Nørreå/Bøgeskrænten, mens det var tilfældet i 4 ud af 8 tilfælde for Nørreå/Ålykkevej, som er en lokation tæt på vandløbspidsen.

Temperaturen i udløbsvandet fra minivådområdet på Kærvej var på niveau eller lavere sammenlignet med temperaturen i referencevandløbene i det tidlige forår og hen på efteråret, mens det var højere i månederne juni-september (Fig. 2) med en maksimal forskel på ca. 5 °C (9. juni 2021). En forskel, som dog kun var 1,1 °C i en måling ca. 300 m ned-

strøms minivådområdet (Gudumlund Tørvekanal ved Torsvej).

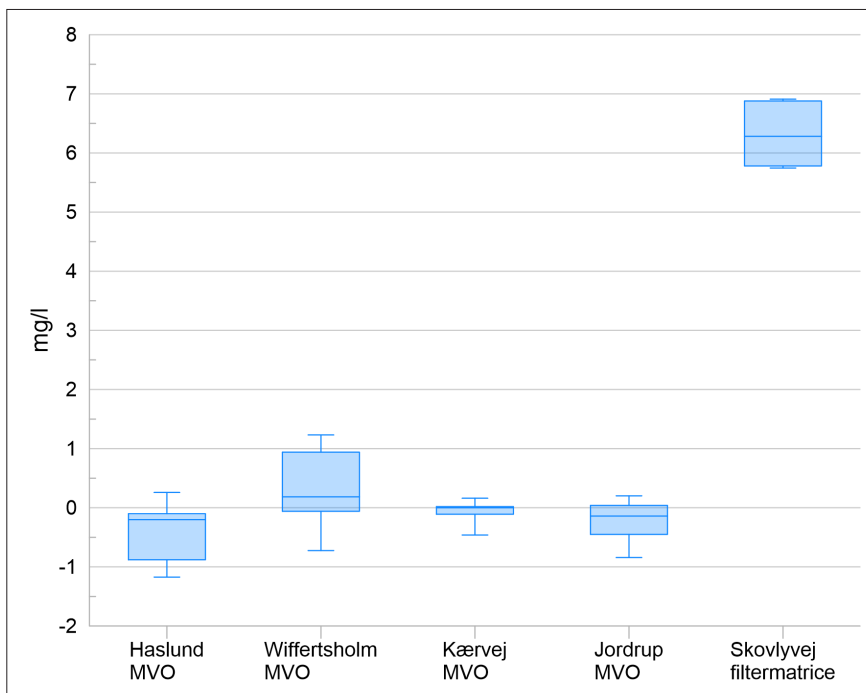
Effekt af iltrapper

Der stilles krav om at etablere iltrapper i minivådområdeprojekter for at forhindre, at der ledes iltfattig vand ud i vandløbene. Derfor er det væsentligt at bemærke, at iltindholdet i udløbsvandet fra de åbne minivådområder generelt var tæt på fuld iltmætning allerede inden iltrappen. Iltrapperne havde generelt ikke den store effekt for de åbne minivådområder, med undtagelse af minivådområdet i Wiffertsholm, hvor der var to datoer med iltmålinger under 3 mg/l i udløbsvandet. Iltrappen ved træflisanlægget ved Skovlyvej havde derimod en høj geniltningseffekt (Fig. 3). Dette skal dog ses i lyset af, at iltindholdet i udløbsvandet var under 1 mg/l ved alle målinger (rådata), og derfor havde et højere geniltningspotentiale. I minivådområdet Kærvej (Fig. 1), som for de øvrige åbne minivådområder, var vandets iltkoncentration før og efter iltningstrappen stort set identiske. Dette indikerer, at iltningen af vandet indtræffer inden vandet når frem til iltningstrappen. Der kan derfor stilles spørgsmål ved, hvorvidt iltningstrapper er nødvendige ved anlæggelsen af minivådområder med åbne bassiner, mens det omvendt er meget vigtigt at etablere iltningstiltag efter et anlæg med træflis.

Selve designet af iltrappen kan også have haft en betydende faktor for geniltningseffekten. Iltrapperne ved de undersøgte åbne minivådområder er primært etableret ved udlægning af store sten efter udløbet, som vandet risler nedover med et mindre fald, inden det ledes videre mod vandløbet. Ilt-trappen ved filtermatricen er derimod designet ved at vandet drypper ned igennem to perforerede jernplader i udløbsbrønden inden det ledes videre mod vandløbet.

Vandtilstrømning til minivådområder

Igennem Promilleafgiftsprojekter og SEGES Innovationsplatform for drænvirkemidler og Videreudvikling og optimering af målrettede dræn- og lavbundsvirkemidler har Aarhus Universitet målt vandføringen i indløb til to minivådområder (Fensholt2 og Fillerup). SEGES har på baggrund af de udleverede data beregnet den totale vandføring (m^3 /måned) ind i minivådområderne for 2019/2020 afstrømningssæsonen (oktober-september) for at undersøge fordelingen af indløb hen over året og med fokus på, hvor meget drænvand minivådområderne modtager i sommerperioden. Minivådområdet i Fensholt2 på 0,25 ha, modtager drænvand fra drænet landbrugsareal



Figur 3. Boksplot af ilttrappeeffekten (forskell i målingerne før og efter iltrappe) for virkemidler med iltrapper. Boksene afgrænses af den øvre og nedre kvartil og den vandrette linje i boksen angiver medianen. 'Halerne' angiver én standardafvigelse fra middelværdien.

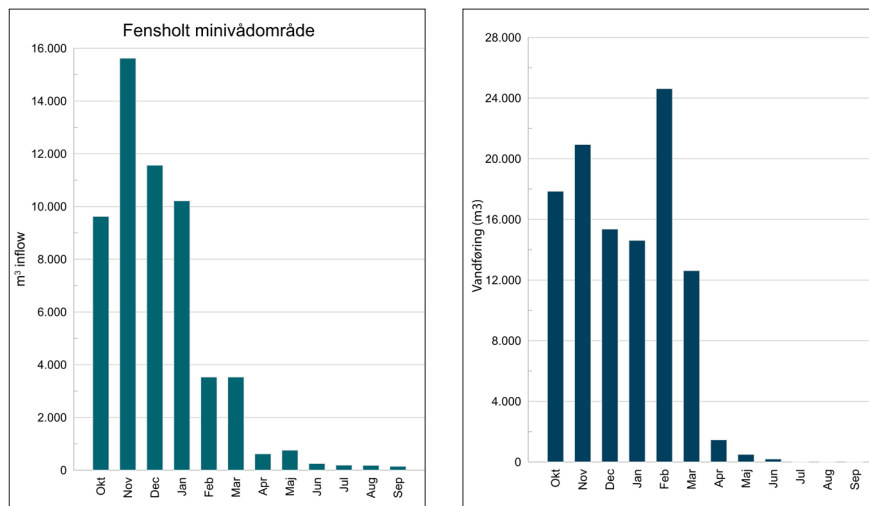
på 33 ha (Kjærgaard, C. 2020) og afvander til Grønbæk (type 1 vandløb), som er forbundet til Stampemøllebæk (type 2 vandløb). Minivådområdet i Fillerup er på 0,30 ha, modtager drænvand fra et drænet landbrugsareal på 38 ha (Kjærgaard, C. 2020) og afvander til Odder Å (type 2 vandløb)

Som det fremgår af figur 5, så modtager de to minivådområder i måleåret 2019/2020 primært drænvand i perioden oktober-marts, hvor ca. 98-99 % af vandføringen til minivådområdet registreres. Den største risiko for uledning af opvarmet og iltfattigt vand er i årets

varmeste måneder (juni-august/september). Sommervandføringen til hhv. Fensholt2 (juni-august) og Fillerup (juni-september) udgjorde i det aktuelle måleår 2019/2020 hhv. 632 m^3 og 200 m^3 svarende til 1,1 % og 0,2% af den samlede tilstrømning for hele måleperioden. Da vandføringsmålingerne repræsenterer tilstrømning til minivådområderne, må det forventes at vandføringen fra minivådområderne i sommerperioden vil være lavere, da der i sommerhalvåret med høje temperaturer og lang opholdstid vil være en netto-fordampning.



Figur 4. Iltningstrapper ved hhv. filtermatriceanlægget ved Skovlyvej (tv), og minivådområdet Jordrup (th), som viser et typisk eksempel på hvordan iltningstrapper i minivådområder er konstrueret.



Figur 5. Vandføring (m³) til minivådområderne Fensholt og Fillerup i afstrømningsæsonen okt-sep. 2019/2020.

Diskussion

Overordnet viste målingerne at der var tale om relativt små variationer af ilt og temperatur mellem indløb og udløb fra virkemidlerne. Ofte er drænvandføringen på morænelokaliteter meget begrænset i sommerhalvåret, hvilket betyder, at der er tale om meget små påvirkninger, der kan være af såvel negativ som positiv karakter. Undersøgelsen viste også, at der var to tilfælde, hvor der var større

negativ effekt. Minivådområdet i Haslund i forhold til temperatureffekt, og det afbrudte dræn i Fensholt1 i forhold til iltindhold. Det afskårne dræn og drænvand udledt på vådområdeflade i Fensholt1 viste, at der blev udledt iltfattigt vand fra vådområdet til vandløbet. Det lille vådområde ved Fensholt1 er ikke nødvendigvis typisk for overskårne dræn i vådområder, men overskårne dræn indgår typisk som komponent i mange vådområde-

Tabel 3. Datoer for den største målte vandtemperaturforskel og den største målte forskel i iltkoncentration ved sammenligning af indløb og udløb til vandløb. *Udløbsmålingerne ved Kærvej og Haslund er foretaget efter iltningstrappe.

Største målte vandtemperaturforskel					
Lokalitet	Dato	Drænvirkemiddel		Vandløb	
		Indløb (°C)	Udløb (°C)	Opstrøms (°C)	Nedstrøms (°C)
Fillerup	10.06.2021	11,6	13,3	13,7	13,4
Haslund*	09.06.2021	13,8	21,8	-	15,2
Jordrup	10.06.2021	11,2	15,8	13,9	14,0
Kærvej*	20.05.2021	9,20	12,5	-	10,7
Wiffertsholm	09.06.2021	10,4	11,0	13,9	13,1
Fensholt	24.08.2021	10,5	13,0	13,0	12,2
Skovlyvej	02.12.2021	8,80	9,10	-	7,40
Største målte forskel i iltkoncentration					
Lokalitet	Dato	Drænvirkemiddel		Vandløb	
		Indløb (mg/l)	Udløb (mg/l)	Opstrøms (mg/l)	Nedstrøms (mg/l)
Fillerup	20.05.2021	11,2	10,7	11,7	11,7
Haslund*	24.06.2021	9,87	5,95	-	10,0
Jordrup	05.03.2021	15,6	12,5	12,2	12,2
Kærvej*	09.04.2021	13,1	12,5	-	11,1
Wiffertsholm	-	-	-	-	-
Fensholt	09.04.2021	5,98	0,77	10,2	11,2
Skovlyvej	02.12.2020	10,9	8,22	-	7,21

projekter, og man skal således være opmærksom på risiko for udledning af iltfattigt vand anlæggelse af vådområder generelt.

Konklusion

SEGES' undersøgelse har vist, de undersøgte drænvirkemidler i det aktuelle måleår ikke påvirkede ilt og temperatur i vandløbene negativt på en måde, som har været enten signifikant eller målbar nedstrøms. Dette dog undtaget et enkelt minivådområde samt ved virkemidlet overskårne dræn. En analyse af vandføringsdata viste, at minivådområderne i det aktuelle måleår modtog maksimalt 1 % af indløbsvandet i den varmeste periode (juni-august/september), hvor udløbsvandet må forventes at udgøre en endnu lavere andel, som følge af fordampning fra bassinerne. Dertil vil den udledte vandmængde i sommermånederne sandsynligvis kun udgøre en lille andel af den samlede vandføring i vandløbet. Dette understøttes af målingerne nedstrøms i nærværende undersøgelse, som kun viste en meget lille eller ingen forskel i forhold til målingerne opstrøms. Langt de fleste minivådområder vil ikke have en negativ effekt på vandløbet. I få tilfælde kan det være relevant med indarbejdelse af foranstaltninger, som kan sænke udløbstemperaturen. Iltningstrapperne viste kun væsentlig geniltningseffekt ved filtermatricen, hvor iltindholdet blev iltet fra lavt til højt. For de åbne minivådområder er iltindholdet oftest højt allerede inden iltningstrappen. Målingerne ved Fensholt1, hvor drænvandet dannede et lille vådområde på engen, demonstrerede at man skal være opmærksom på risiko for iltfattigt vand generelt når man etablerer vådområder med overskårne dræn. SEGES ønsker at lægge alt rådata frem. Derfor er der udarbejdet et webkort, som indeholder alle oplysninger om, hvor målingerne er foretaget. Ligeledes findes links til dokumenter, som indeholder resultater fra de mere end 700 målinger. Adressen er <https://oplandskonsulenterne.dk/maps/virkemidlersvandkvalitet.html>

Referencer

- Kjærgaard, C. 2020. Foreløbig effektogørelse af anlægsopptimerede minivådområder med overfladestromning. SEGES.
- MAJEN M. DEICHMANN (mamd@seges.dk) er seniorkonsulent ved Planter & Miljø, SEGES Innovation. SEBASTIAN P. ZACHO og TOBIAS B. BENDIXEN var på tidspunktet for arbejdet med artiklen ansat som konsulenter samme sted, men er pt i nye ansættelser.