Afprøvning af "Remotely Operated Vehicle" (ROV) til vegetationsundersøgelser i søer

Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi Dato: 09. juni 2023 | **23**

AARHUS UNIVERSITET
DCE – NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Datablad

	Fagligt notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi
Kategori:	Rådgivningsnotat
Titel:	Afprøvning af "Remotely Operated Vehicle" (ROV) til vegetationsundersøgelser i søer
Forfattere:	Liselotte Sander Johansson & Martin Søndergaard
Institution:	Aarhus Universitet DCE- Nationalt Center for Miljø og Energi
Faglig kommentering:	Torben Linding Lauridsen
Kvalitetssikring, DCE:	Signe Jung-Madsen
Sproglig kvalitetssikring:	Anne Mette Poulsen
Ekstern kommentering:	Miljøstyrelsen. Kommentarerne findes her: http://dce2.au.dk/pub/komm/N2023_23_komm.pdf
Rekvirent:	Miljøstyrelsen
Bedes citeret:	Johansson, L. S. & Søndergaard, M. 2023. Afprøvning af "Remotely Operated Vehicle" (ROV) til vegetationsundersøgelser i søer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 28 s. - – Fagligt notat nr. 23 2023|23
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Foto forside:	Tue Stenholm Jakobsen
Sideantal:	28

Indhold

1 Baggrund og indledning 4

2 DCE's kommentarer til undersøgelsesmetode og resultater 5

Sammenligningsgrundlag 5

Generel betragtning 6

Usikkerhed og variation på resultater 6

Praktiske udfordringer og anbefalinger 7

3 Konklusioner og anbefalinger 9

4 Referencer 11

5 Bilag 12

Bilag 5.1 Resultater fra undersøgelser i fire søer 12

Bilag 5.2 – MST's redegørelse for resultater, opsamling af møde med DCE og generelle overvejelser 19

1 Baggrund og indledning

Miljøstyrelsen (MST) har afsøgt muligheden for at anvende en ny teknik til overvågningen af undervandsplanter i søer ved anvendelse af undervandskamera. Til det formål har MST indkøbt en ROV (Remotely Operated Vehicle) af mærket Gladius M2 med henblik på at teste og undersøge mulighederne for på sigt – helt eller delvist – at erstatte den del af vegetationsundersøgelserne i de dybe søer, som i dag bliver foretaget af dykkere. Ud over at gengive billeder på en skærm og filme under vandet er det muligt vha. fjernbetjening at ophente plantemateriale vha. en påmonteret klo.

Testen af ROV'en blev gennemført af MST i sommeren 2021 og 2022 i forbindelse med standardiserede vegetationsundersøgelser på udvalgte transekter i fem søer. For en enkelt sø var det planlagt at foretage en total vegetationsundersøgelse. ROV-undersøgelserne blev udført parallelt med dykkerundersøgelser på de samme transekter og samme observationspunkter. Dykkerundersøgelserne blev udført af MST i henhold til den tekniske anvisning TA S04 *Planteundersøgelser* version 6 (Johansson og Lauridsen, 2011). Se Bilag 5.2 for yderligere beskrivelse af undersøgelse vha. hhv. ROV og dykker.

MST har sammenskrevet resultaterne opnået vha. ROV'en og sammenlignet disse med resultaterne fra dykkerundersøgelserne i excelark og tabeller, som findes i Bilag 5.1.

MST har ønsket kommentarer fra Fagdatacenter for Ferskvand, sø, ved DCE (efterfølgende omtalt som DCE) til denne sammenskrivning og brug af ROV i øvrigt, og de følger i dette notat. I kommentarerne refereres der også til tidligere erfaringer opnået ved interkalibreringer af vegetationsundersøgelser i søer.

2 DCE's kommentarer til undersøgelsesmetode og resultater

Det bemærkes indledningsvis, at MST har gjort et grundigt stykke arbejde både mht. planlægning, udførelse og efterbehandling af resultaterne. Sidstnævnte omfatter en grundig gennemgang og sammenligning af resultater fra hhv. dykkerundersøgelser (DYK) og ROV-undersøgelser (ROV) i de søer og observationspunkter, hvor det var muligt. DCE gennemgår derfor ikke disse sammenligninger i detaljer; der henvises til Bilag 5.2.

Sammenligningsgrundlag

Det anerkendes, at ikke alt gik som planlagt, hvilket har reduceret datamaterialet betragteligt i forhold til den plan for arbejdet, som MST og DCE udarbejdede i fællesskab i foråret 2021. Planen var blandt andet at undersøge 4-5 transekter i hver af fem søer. Begrundelse for afvigelser i forhold til planen er grundigt beskrevet i MST's redegørelser i Bilag 5.2. Før projektets begyndelse var det DCE's ønske at foretage hele, parallelle vegetationsundersøgelser vha. de to metoder i et antal søer af forskellige typer, hvorved man kunne sammenligne det beregnede relative plantedækkede areal (RPA) og det relative plantefyldte volumen (RPV) samt finde søens dybdegrænse for plantevækst opnået ved de to undersøgelsestyper. Disse tre parametre er vigtige indikatorer for den økologiske tilstand i en sø, og dybdegrænse og RPA indgår desuden i beregning af planteindekset, som ligger til grund for fastlæggelse af søens økologiske kvalitet i henhold til vandrammedirektivet. MST tilkendegav, at der ikke var ressourcer til at foretage hele vegetationsundersøgelser vha. både DYK og ROV i alle søer, så dette blev kun forsøgt gennemført i én sø.

Blandt de fem søer blev undersøgelserne i Øje Sø og Sø ved Kulgården udeladt af betragtningerne pga. hhv. meget dårlig sigt og usikkerhed omkring positioner (se yderligere begrundelser i Bilag 5.2). Alligevel blev der også i disse søer opnået nyttige erfaringer vedr. betjening og anvendelsespotentiale af ROV'en. I Fussing Sø var det muligt at foretage sammenligning af resultater fra DYK med resultater fra ROV i 11 observationspunkter – alle med planter. I Skån Sø kunne 12 punkter sammenlignes – heraf fem uden planter.

I Mejlbygaard Sø, som var søen, hvor der i 2022 var planlagt foretaget en hel vegetationsundersøgelse vha. både DYK og ROV, indgik kun tre transekter i sammenligningen (se Bilag 5.2). Dermed ligger 54 observationspunkter af i alt 75 til grund for sammenligningen af de to metoder i denne sø. Af de 54 punkter var der kun planter i 10-11 punkter, afhængigt af metoden.

Samlet set betyder det, at det i forhold til den oprindelige plan er et beskedent antal observationspunkter, der ligger til grund for sammenligningerne mellem DYK og ROV. Med dette forbehold bygger de følgende betragtninger og konklusioner på resultaterne i Bilag 5.1, MST's sammenskrivning i Bilag 5.2 samt DCE's egne iagttagelser af ROV'en i anvendelse i Fussing Sø i 2021 og i Ravnsø i 2020 (resultater fra Ravn Sø er gennemarbejdet, men ikke publiceret).

Generel betragtning

Ved MST's demonstration af ROV'en i Fussing Sø og Ravn Sø samt ved iagttagelse af de videoer og fotos, der har været til rådighed, er det DCE's generelle opfattelse, at man i mange tilfælde kan opnå rigtigt gode billeder af søbunden og dens vegetation. Resultaterne fra Fussing Sø og Skån Sø, hvor forholdene (vejrmæssigt og vandets klarhed) på undersøgelsestidspunktet var optimale, viser, at der i de fleste tilfælde er en ret god overensstemmelse mellem angivelse af dækningsgrad, plantehøjde og dybdegrænse samt artsbestemmelse opnået ved DYK hhv. ROV. Det samme gælder resultaterne fra de tre transekter i Mejlbygaard Sø, hvor begge undersøgelsesmetoder blev anvendt. På grund af begrænset datamateriale har det dog ikke været muligt at foretage statistiske tests for forskelle mellem metoderne.

Usikkerhed og variation på resultater

De største uoverensstemmelser mellem observationer fra ROV og DYK er diskuteret og delvist forklaret i MST's tekst (se Bilag 5.2), og DCE har ikke yderligere kommentarer til dette. DCE er enig i, at en uoverensstemmelse i et observationspunkt ikke nødvendigvis udelukkende kan tilskrives forskellige metoder eller udstyr, men også det faktum, at det er forskellige personer, der har registreret resultaterne. Denne variation i et givent resultat, som findes mellem personer, er tidligere belyst ved to interkalibreringer af vegetationsundersøgelser i søer, som blev foretaget i 2013 og 2018 (Johansson, 2013 og 2020). Ved disse lejligheder blev der fortaget parallelundersøgelser i afmærkede observationspunkter i hhv. Knudsø og Almind Sø samt i veldefinerede forsøgsbassiner (Lemming Forsøgsanlæg). I søerne var der en vis usikkerhed omkring, hvorvidt forskellige personer undersøgte præcist det samme punkt, mens forsøgsbassinerne i Lemming gav mulighed for en præcis afgrænsning af "observationspunktet" og dermed en nøjagtig sammenligning af resultaterne fra de enkelte deltagere. Resultaterne viste, at de totale dækningsgrader ofte varierede én kategori på følgende skala for dækningsgrad, der går fra 0 til 6, hvor 0: 0 %; 1: >0-5 %; 2: 6-25 %; 3: 26-50 %; 4: 51-75 %; 5: 76-95 %; 6: 96-100 %. Det svarer til en variation på op til ca. 20 %.

Ud over usikkerhed på dækningsgrad og plantehøjde vil der i nogle tilfælde også være forskel i artsbestemmelsen af planter i et observationspunkt. Sidstnævnte skyldes oftest, at der er forskel i plantekendskab og træning fra person til person. Dette kan afhjælpes ved at være opmærksom på dette, ved at afholde plantebestemmelseskurser og ved i tvivlstilfælde at indhente en second opinion hos en kvalificeret kollega eller samarbejdspartner.

Hvis man ser bort fra den variation i resultaterne, der kan relateres til de personer, der foretager registrering af de enkelte parametre, og hvis man går ud fra, at ROV'en betjenes optimalt (se også nedenfor), anser DCE de største fejlkilder ved anvendelse af ROV, i forhold til anvendelsen af dykker, for at være ringe sigtbarhed i vandet og/eller tætstående og højtvoksende planter. I alle tilfælde risikerer man at overse planter – især dem af ringe højde. Derudover kan det være svært at adskille de enkelte plantearter, hvis der er høj dækning i et observationspunkt, og hvis planterne står i forskellige etager. Både uklart vand og tætstående planter kan også være en udfordring ved DYK, men ofte er det nemmere for dykkeren at komme tæt på bunden og at skille planterne fra hinanden for at afsøge punktet for lavere planter. Dette er ikke altid muligt med ROV'en. Det fremgår dog af MST's redegørelse (se Bilag 5.2), at det er en stor hjælp, at det nu, vha. kloen, som er monteret på den senest anvendte ROV, er muligt og nemt at tage prøver af planterne op til overfladen. For at

kunne lave den bedst mulige artsliste og angivelse af den artsspecifikke dækning bør det på observationspunkter med høj plantedækning være obligatorisk at tage én-flere stikprøver af planterne. Disse stikprøver vil supplere observationerne på skærmen.

Ud over ovennævnte problematik vil det efter DCE's vurdering være sværere at angive den gennemsnitlige plantehøjde vha. ROV, fordi den ikke kan føres helt ned blandt planterne. MST har nævnt nogle tips til afhjælpning af dette (bl.a. opretstående snore på synkelinen med afmærkede højder, 10 cm-markeringer direkte på synkelinen eller måling vha. ROV'ens dybdemåler). Også i denne sammenhæng er det vigtigt, og potentielt problematisk, at inkludere de lavere planter, der kan befinde sig mellem de højere, i den gennemsnitlige højde.

Praktiske udfordringer og anbefalinger

MST har givet en god oversigt over nogle af de praktiske udfordringer, der kan være ved at anvende ROV'en. For eksempel kræver det træning at kunne "læse" billeder på ROV'ens skærm, selvom observation af ROV'ens skærm og ophentning af planter vha. ROV'ens klo i nogen grad kan sammenlignes med anvendelse af vandkikkert og ophentning af planter med en planterive, som man gør ved brug af de hidtil anvendte, traditionelle undersøgelsesmetoder. Derudover er det vigtigt at opnå træning i at betjene ROV'en, herunder at kunne styre den langs et transekt ved forskellige vind- og vandstrømningsforhold. DCE vurderer, ud fra MST's beskrivelser og egne iagttagelser, at det er umuligt at følge et transekt med ROV uden en synkeline (se Bilag 5.2), der markerer transektet, så dette må være obligatorisk ved evt. fremtidig anvendelse af ROV i vegetationsundersøgelser.

På baggrund af MST's beskrivelse er det heller ikke altid anbefalelsesværdigt at opankre båden, mens man arbejder med ROV'en, da en svajende båd gør det vanskeligt at lokalisere ROV'en, ligesom ledningen til ROV'en kan vikle sig omkring ankerlinen. En svajende båd kan især være problematisk ved stille vejr, men dette kan evt. afhjælpes ved anvendelsen af to ankre. Her skal det indskydes, at også en dykker kan komme "på afveje" i forhold til transektet – se MST's beskrivelse ved transekt 14S i Fussing Sø.

Opnåelse af valide resultater vha. ROV kræver øvelse både mht. tolkning af skærmbilleder, styring af ROV'en, anvendelse af klo og ophentning af materiale. Medarbejdere, der er "ROV-piloter" i udviklingsfasen og i de første år af anvendelsen, bør sikres erfaringer i flere typer af søer og ved forskellige vejrforhold ved at medtage ROV'en ved dykkerundersøgelser, og hvor det er relevant og gerne udfordrende (f.eks. tæt plantedække og dårlig sigtbarhed) at sammenligne observationer opnået ved DYK og ROV i samme observationspunkter. Ved disse sammenlignende testundersøgelser bør der anvendes rammer til afgrænsning af de observationspunkter, hvor begge metoder anvendes, for at være sikker på at opnå et nøjagtigt sammenligningsgrundlag. Resultaterne af disse sammenligninger bør systematiseres, evt. ved registrering i en fælles skabelon, hvor relevante parametre (f.eks. vejrforhold) registreres. Dette vil kunne bidrage til en fortsat evaluering af ROV'ens anvendelighed. I alle tilfælde vil det være et relevant indslag i den planlagte interkalibrering af vegetationsundersøgelse i søer, som planlægges afholdt i 2024.

Derudover er det selvfølgelig vigtigt at uddanne flere medarbejdere til betjening af ROV, så betjening såvel som billedlæsning på skærmen ikke er afhængig af få personer.

I forbindelse med en revision af den tekniske anvisning for vegetationsundersøgelser i søer (TA S04), der også skal tage højde for anvendelse af ROV, vil det være vigtigt at præcisere, hvornår ROV kan anvendes frem for DYK. Jf. den nuværende tekniske anvisning skal DYK anvendes i "dybe, vegetationsrige søer". Afklaring mellem anvendelse af DYK eller ROV kan også være vigtig af hensyn til planlægningen af vegetationsundersøgelser, fordi det ikke umiddelbart er muligt at skifte fra ROV til DYK, når man sidder på søen, på samme måde, som man kan skifte mellem rive og vandkikkert.

Hvis der primært er tale om et økonomisk incitament for i nogle tilfælde at anvende ROV frem for DYK, er det uhensigtsmæssigt, at der ikke er taget tid på de enkelte undersøgelser (DYK vs. ROV) i alle søerne. Det er i Bilag 5.2 angivet, at tidsforbruget ved de to undersøgelser i Mejlbygaard Sø var omtrent det samme, men der er ikke taget højde for, at det kun var tre transekter, der reelt kan sammenlignes. Det anbefales derfor, at tidsforbruget tages i betragtning i forbindelse med fremtidige overvejelser.

MST nævner også som argument for at bruge ROV, at det kan blive svært på sigt at skaffe kvalificerede dykkere. Hvis ROV på den måde bliver en ny standard, er der risiko for, at brugen af ROV bliver udbredt til søer, hvor den i sin nuværende form ikke er egnet (vurderet ud fra de nedenfor nævnte kriterier). DCE understreger, at vi fortsat finder det nødvendigt, at dykkerundersøgelser indgår som en del af overvågningen i de "dybe, vegetationsrige søer". Derfor er det vigtigt, at MST fastholder kompetencen til dette. *Hvis* det, mod de nuværende intentioner, på et tidspunkt besluttes at erstatte DYK helt med ROV (evt. pga. yderligere forbedring af udstyret), bør der gennemføres nye parallelundersøgelser til sammenligning af de to metoder.

3 Konklusioner og anbefalinger

Ud fra det foreliggende materiale kan DCE ikke afgøre, om ROV overordnet set giver mere eller mindre retvisende resultater af nøgleparametrene RPA, RPV, dybdegrænse og artsforekomst end DYK, da der ikke er nogen klar systematik i forskellene mellem de to metoder. Sammenligningsgrundlaget mellem de to metoder er dog spinkelt, og på det foreliggende grundlag kan DCE ikke anbefale, at ROV generelt erstatter DYK ved vegetationsundersøgelser i dybe områder af søer, hvor det ikke er muligt at anvende vandkikkert eller rive. MST understreger, at det ikke er hensigten generelt at udskifte DYK med ROV i alle vegetationsundersøgelser, men at have mulighed for at anvende ROV. Se også Bilag 5.2, hvor det anføres: "*MST synes, det er vigtigt at få med, at der ikke er tale om skift af en metode som sådan. Kun udskiftning af udstyr/hjælpemiddel, der kan variere alt efter hvilke søer der undersøges. Lidt ligesom vi, alt efter hvilken sø der undersøges, varierer at bruge dykker/rive/vandkikkert*".

En yderligere vurdering fra DCE kræver, som ovenfor beskrevet, flere sammenligninger mellem ROV og dykkerundersøgelser. Både i enkelte observationspunkter og for hele søer.

Ved optimale forhold (passende klart og ikke for megen blæst, en god sigtbarhed i vandet og et plantedække, som ikke er for højt voksende i de enkelte observationspunkter), ser det iflg. MST's betragtninger, optagne fotos og videooptagelser og DCE's observationer i Fussing Sø ud, som om, at ROV kan fungere på linje med eller bedre end DYK. Én fordel ved anvendelse af ROV kombineret med synkeline er, at det kan det være nemmere at følge et transekt. Derudover vil personen, der styrer ROV'en, ofte have større erfaring i plantebestemmelse og specialviden herom end dykkeren. ROV-piloten kan også være mere opmærksom på faldgruber – f.eks. når der, som i Fussing Sø, er sandsynlighed for flere kransnålalgearter mellem hinanden, som er vanskelige at adskille (se Bilag 5.2). På den anden side ser vi, som beskrevet i kapitel 2, nogle potentielle ulemper ved anvendelse af ROV. Det er dog klart, at med overgang til den ROV, der blev introduceret i 2022 (med klo og større batterikapacitet), og med større erfaring hos ROV-piloten er dens anvendelighed væsentligt forbedret i forhold til afprøvninger i 2021 og før.

Som MST nævner, vil små usikkerheder i de enkelte observationspunkter med en vis sandsynlighed "drukne" i det store hele. Sammenligningen mellem en "hel" undersøgelse gennemført ved begge metoder (se Mejlbygård Sø, Bilag 5.2) blev kun delvist udført, men i punkter, hvor sammenligningen var mulig, blev der ikke set væsentlige forskelle i resultater mellem de to undersøgelsesmetoder. Sammenligningen af den totale dækningsgrad, som MST har foretaget i Bilag 2, skal tages med forbehold, da der efter DCE's mening er for mange punkter (20 i alt), hvor der ikke er lavet undersøgelser vha. både ROV og DYK til at kunne lave sammenligningen. MST beskriver også, at der er plantearter, som kun er fundet af hhv. ROV eller DYK, mens dybdegrænsen bestemt ved hver af metoderne er omtrent den samme. Disse fund af plantearter samt bestemmelsen af dybdegrænsen stammer fra den supplerende undersøgelse, og resultaterne fremgår ikke af resultaterne i tabellerne i Bilag 5.1.

Under alle omstændigheder er det vigtigt forud for en eventuel implementering – uanset omfang – at få nogle meget klart beskrevne procedurer for anvendelse af ROV føjet ind i den tekniske anvisning for vegetationsundersøgelser. Ikke mindst kriterier for, hvornår ROV kan anvendes i en given sø.

Herunder oplistes en række punkter, der kan være relevante i forbindelse med en revision af den tekniske anvisning, TA S04:

- Grundig uddannelse og fortsat erfaringsindsamling hos ROV-piloter, herunder interne kurser og interkalibreringer både mellem personer og mellem DYK og ROV i søer, hvor DYK stadig er nødvendig.
- Kriterier for, hvornår ROV kan erstatte DYK i en given sø (der skal tages hensyn til f.eks. søtype og vejrforhold). Yderligere undersøgelser kan være nødvendige. MST foreslår, at vinden maksimalt er jævn (<8 m/s) for at undgå bølgegang og meget resuspension, og at sigtdybden er mindst 1,5 meter, for at man kan orientere sig på bunden af søen.
- Forberedelse før undersøgelse – dybdekalibrering af ROV'en og udlægning af synkeline langs transekter.
- Retningslinjer for optagelse af planteprøver med kloen (hvornår og hvor mange pr. observationspunkt). MST foreslår samme praksis, som dykkere bruger, dvs. hvis man er i tvivl, så tager man noget med op til overfladen.
- Retningslinjer for angivelse af gennemsnitlig plantehøjde. Iflg. MST kan man kan i nogle tilfælde bruge ROV'ens dybdemåler eller markeringer på synkelinen.
- Sikring af, at registrerede planter er rodfæstede (MST har i Bilag 5.2 beskrevet et tip med anvendelse af propel til at puste til et enkeltstående individ for at se, om det er rodfæstet eller ej. Efter den første afsøgning af observationspunktet kan propellen evt. i visse tilfælde også anvendes til at puste til løst organisk materiale og derved til en vis grad blotlægge søbunden.
- Det kan være relevant med instruktioner om, hvordan man er sikker på at få lave planter mellem de høje planter inkluderet i registreringerne. Dette er efter DCE's mening en af de største udfordringer, da ROV'en ikke kan gå ned i plantedækket på samme måde, som en rive eller dykkeren kan. MST bemærker, at der sjældent står meget tætte bestande i mosaik mellem høje og lave planter på mere end 3 meter vand, men at man under 3 meter må supplere med riven, om nødvendigt. MST vurderer derfor, at den nuværende formulering i TAS04 er fyldestgørende: "Vær ekstra opmærksom i observationspunkter med tæt plantedække og en mosaik af lave og høje planter. Husk at medtage de lave planter i vurderingen af den gennemsnitlige plantehøjde".
- Opstilling af det af MST beskrevne udstyr med plastikkasse og evt. håndklæde. Det bør overvejes, om dette er holdbart. Evt. kan der etableres en arbejdsstation til, eller i båden, som under alle vejrforhold sikrer en tydelig og læsbar laptop-skærm.

Samlet set er der ud fra de indsamlede data ikke noget, der tyder på, at der er betydende forskelle mellem resultaterne, der opnås fra ROV og DYK. Sammenligningsgrundlaget er dog som nævnt beskedent. Derfor bør der ved den planlagte interkalibrering af vegetationsundersøgelser i 2024 gennemføres en sammenligning af resultater opnået vha. hhv. DYK, ROV, rive og vandkikkert, så man undgår et tab af homogenitet som følge af skift af udstyr i metoden.

4 Referencer

Johansson, L. S., Lauridsen, T. L (2011): Teknisk Anvisning TA S04 – Vegetationsundersøgelser i søer (version 6). DCE Nationalt Center for Miljø og Energi/Institut for Bioscience. Aarhus Universitet.

Johansson, L. S. (2013): Interkalibrering Planteundersøgelser i søer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 13 s. https://pure.au.dk/portal/files/54488733/Sediment_Interkal_notat_endeligt2.pdf

Johansson. L. S., Johnsen, T. J. (2020): Interkalibrering. Planteundersøgelser i søer 2018. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 26 s. - Fagligt notat nr. 2020|57 https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Notatet_2020/N2020_57.pdf

5 Bilag

Bilag 5.1 Resultater fra undersøgelser i fire søer

Resultater fra DYK- og ROV-undersøgelser i hhv. Sø ved Kulgården, Fussing Sø og Skån Sø (alle undersøgt sommeren 2021) samt Mejlbygaard Sø, undersøgt i sommeren 2022. Undersøgelserne er foretaget og beskrevet af MST.

Dato	13-14. juli 2021																									
Sø	Sø ved Kulgården																									
Feltpersoner (ROV)																										
Feltpersoner (Dykker)	Jens Christensen, Per Grøn, Matthias Engell																									
	ROV	Dykke	ROV		Dykker		ROV	Dykke	ROV		Dykker		ROV		ROV		Dykker		ROV	Dykke	ROV			Dykker		
Transekt	1S	1S	1N		1N		3S	3S	3N		3N		78S	78S	78N		78N		77S	77S	77N			77N		
Dybdegrænse	6,8	6,5	6,4		6,7		0	5,5	5,5		6,4		6,8	6,4	6,8		7,3		5,5	7,3	6,2			7,5		
Aktivitetssted (waypoint)	R1	R1	R2	R3	R2	R3	R4	R4	R5	R6	R5	R6	R7	R7	R8	R9	R8	R9			R10	R11	R12	R10	R11	R12
Vanddybde	6,8	6,5	6,3	5,5	6,7	5,5	7,5	7,3	6,5	5	6,4	5,5	5,5	5,5	7,3	6,5	7,3	6,5			5,1	4,1	3,5	5,6	4,5	3,5
Nitella flexilis	1	1			1	2					1	2		2							2			4	3	4
Almindelig vandpest					1	1						1		1		1	1	1				1	2	1	2	2
Chara globularis						1						1		1							2	5	6	3	4	3
Liden vandaks																										1
Sphagnum sp?						1												1						1	1	
Chara virgata										1			2			1										
Total dækningsgrad	1	1	0	0	1	2	0	0	0	1	1	2	2	2	0	1	1	1			3	5	6	6	6	6
Gns højde	5	10	0	0	10	10	0	0	0	5	10	20	10	20	0	10	40	30			10	10	10	20	20	20
Trådalger	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0
Bemærkninger					Har dykkeren registreret uden for rammerne?																					

Konsulenterne har ikke angivet hvilke punkter rammerne er på. Derfor er sammenligningsgrundlaget for rammerne usikkert.

Dato	10-12/8-21																							
Sø	Fussing Sø																							
Feltpersoner (ROV)	Tue, Olaf, Rikke, Christian																							
Feltpersoner (dykker)	Inge, Jens og Poul																							
	ROV		Dykker		ROV		Dykker		ROV		Dykker		ROV		Dykker		ROV		Dykker		ROV		Dykker	
Transekt	12 N		12 N		13 N		13 N		14 S		14 S		6 N		6 N		5 N		5N		3 N		3 N	
Dybdegrænse	5,0 m		8,4 m (hornblad)		10,0 m		7,6 meter (hornblad)		7,4 m		9,9 meter (hornblad)		5,8 m		6,6 (hornblad)		13,1 m		4,8 meter (Chara)		7,9 m		4,6 meter (brodbladet vandaks)	
Aktivitetssted (waypoint)	R1	R2	R1	R2	R3	R4	R3	R4	R5	R6	R5	R6	R7	R8	R7	R8	R9	R10	R9	R10	R11	R12	R11	R12
Vanddybde (cm)	500	800	400	820	390	1050	400	1050	740	690	750	550	350	610	350	650	310	410	320	450	320	450	330	490-530
Tornfrøet Hornblad	2		1		3		3		1	1		1			1	1		1			1		1	
Glanstrådslægten	4		3										1		tjekkes									
Vandpest			1		1		2																	
Kredsbladet vandranunkel					1								1											
Akstusindblad					1																			
Chara globularis					1		1					1	5		4		6	4	6	3	6		6	
Hjertbladet vandaks													3		3									
Børstebladet vandaks																	2		2					
Total dækningsgrad	4	0	3	0	3	0	3	0	1	1	1	1	6	0	6	1	6	4	6	3	6	0	6	0
Gns højde (cm)	20	0	10	0	30	0	40	0	10	30	15	25	50	0	50	10	40	15	40	30	15	0	15	0
Trådalger	3	0	3	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	2	0
Bemærkninger	Enkelte makrofytter fra 12,5 til 10 m, der dog ikke er rodfæstede og derfor ikke medregnes. Fra 10 til 5 m ingen makrofytter, men mange muslinger (dårlige vækstforhold for planter)		Hornblad fundet på 5,5 m (punkt) og så kun nulpunkter udefter. Dog fundet en hornblad (fastsiddende på 8,4 meter)				iltsvind registreret på de større dybder		Dybdegrænsen svarer til det dybeste punkt, da der stod planter hele vejen over transekt 14.		dykker registrerede dybder til og med 10,5 meter (dybdegrænse hornblad 9,9), men dykker kan jo være svømmet lidt for meget mod vest og dermed fundet en større dybde? 14 N transekt (Helle) har fundet dybder ud til 9,5 meter		Stængler af hjertebladet vandaks filtrer sig nemt ind i propellerne.		hornblad planter i ramme som strækker sig fra 6,3-6,6 meter). Ramme 2 har lagt hjertebladet vandaks ned		Video og billede af et enkelt rodfæstet individ af tronfrøet hornblad på dybt vand.		ramme i dybder fra 4-4,7 meter (løs hornblad og løs kredsbladet i rammen, men de er heller ikke registreret af ROV kan der konstateres ved indtastning i skema.				Løs chara	

Dato	19-08-2021																									
Sø	Skån Sø																									
Feltpersoner (ROV)	Tue, Olaf																									
Feltpersoner (dykker)	Inge, Jens og Poul																									
	ROV						Dykker						ROV						Dykker						ROV	Dykker
Transekt	3						3						5 rammer lagt uden for transekt						5 rammer lagt uden for transekt						4	4
Dybdegrænse	V = 250	Ø=320					V=280	Ø=320					V=300	Ø=300					V= 300	Ø=310					V=290, Ø=300	V=300, Ø=310
Aktivitetssted (waypoint)	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10	R11	R12	R7	R8	R9	R10	R11	R12		
Vanddybde (cm)	450	520	530	660	410	240	?	550	550	680	470	260	190	240	220	170	240	190	210	250	250	200	240	210		
Sortgrøn Brasenføde						4						4	6	2	4	6	4	6	6	2	3	5	5	6		
Nitella flexilis																2	1		1	1	1					
Tørvemosslægten																1	1		2	1	1	2	2	1		
Seglmosslægten																			1	1		1				
Strandbo													1			1										
Total dækningsgrad	0	0	0	0	0	5	?	0	0	0	0	4	6	2	4	6	4	6	6	2	3	6	5	6		
Gns højde (cm)	0	0	0	0	0	15	?	0	0	0	0	15	15	15	15	10	15	20	20	15	15	15	15	15		
Trådalger	0	0	0	0	0	0	?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
Bemærkninger											løs plante															

Mejlbygaard Sø 15-08-2022, resultater af plantedækningsgrad (total) og gennemsnitlig plantehøjde undersøgt i observationspunkter vha. hhv. dykker (DYK) og ROV. Transekt 1 blev ikke undersøgt vha. DYK men vha. langskaftet rive. Transekt 5 blev pga. ringe dybde kun undersøgt vha. vandkikkert/rive. Observationspunkter, hvor der ikke blev fundet planter i nogen af undersøgelserne, er ikke medtaget.						
Transektnr.	**Punktnr.**	**Dybde, cm**	**Dækning_DYK (Vedr. transekt 1 og 5, se tabeltekst)**	**Dækning ROV**	**Gns. plantehøjde, cm DYK (Vedr. transekt 1 og 5, se tabeltekst)**	**Gns. plante højde, cm ROV**
1	1	50	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
1	2	150	3 - 26-50 %	3 - 26-50	40	20
1	3	250	1 - 1-5 %	1 - 1-5 %	20	10
1	4	350	1 - 1-5 %	1 - 1-5 %	20	20
1	5	450	0 - 0 %	1 - 1-5 %	0	10
1	6	550	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
1	7	650	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
1	8	50	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
1	9	150	0 - 0 %	1 - 1-5 %	0	10
1	10	250	1 - 1-5 %	0 - 0 %	10	0
1	11	350	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
1	12	450	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
1	13	550	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
1	14	650	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
1	15	750	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
1	16	850	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
1	17	850	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
1	18	750	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	1	50	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	2	150	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	3	250	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	4	350	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	5	450	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	6	550	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	7	450	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	8	350	0 - 0 %	1 - 1-5 %	0	10
2	9	250	2 - 6-25 %	2 - 6-25 %	30	30
2	10	150	1 - 1-5 %	2 - 6-25 %	15	40
2	11	50	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	12	850	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	13	750	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	14	650	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	15	550	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	16	650	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	17	750	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
2	18	850	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
3	1	50	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
3	2	150	2 - 6-25 %	2 - 6-25 %	20	30
3	3	250	3 - 26-50 %	2 - 6-25 %	130	150
3	4	350	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
3	5	450	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
3	6	550	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
3	7	650	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0

Mejlbygaard Sø 15-08-2022, resultater af plantedækningsgrad (total) og gennemsnitlig plantehøjde undersøgt i observationspunkter vha. hhv. dykker (DYK) og ROV. Transekt 1 blev ikke undersøgt vha. DYK men vha. langskaftet rive. Transekt 5 blev pga. ringe dybde kun undersøgt vha. vandkikkert/rive. Observationspunkter, hvor der ikke blev fundet planter i nogen af undersøgelserne, er ikke medtaget.						
3	8	550	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
3	9	450	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
3	10	350	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
3	11	250	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
3	12	150	1 - 1-5 %	1 - 1-5 %	1	10
3	13	50	1 - 1-5 %	0 - 0 %	7	0
3	14	650	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
3	15	750	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
3	16	850	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
3	17	850	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
3	18	750	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
4	1	50	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
4	2	150	1 - 1-5 %	1 - 1-5 %	10	10
4	3	250	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
4	4	350	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
4	5	450	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
4	6	550	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
4	7	650	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
4	8	750	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
4	9	850	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
4	10	750	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
4	11	650	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
4	12	550	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
4	13	450	1 - 1-5 %	0 - 0 %	1	0
4	14	350	0 - 0 %	1 - 1-5 %	0	20
4	15	250	3 - 26-50 %	2 - 6-25 %	120	150
4	16	150	4 - 51-75 %	4 - 51-75	60	50
4	17	50	0 - 0 %	1 - 1-5 %	0	10
4	18	850	0 - 0 %	0 - 0 %	0	0
5	1	25	3 - 26-50 %		10	
5	2	10	2 - 6-25 %		1	
5	3	25	2 - 6-25 %		10	

Mejlbygaard Sø 15-08-2022, resultater af arternes dækningsgrad undersøgt i observationspunkter vha. hhv. dykker (DYK) og ROV."-" betyder, at arten ikke er fundet i den pågældende undersøgelse. Transekt 1 blev ikke undersøgt vha. DYK men vha. langskaftet rive. Transekt 5 blev pga. ringe dybde kun undersøgt vha. vandkikkert/rive. Observationspunkter, hvor der ikke blev fundet planter i nogen af undersøgelserne, er ikke medtaget.

Transekt-nr.	Punkt-nr.	Art, latinsk	Art, dansk	Dækning DYK	Dækning ROV
1	2	Elodea canadensis	Vandpest	2 - 6-25 %	3 - 26-50 %
1	2	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	2 - 6-25 %	-
1	2	Lemna trisulca	Kors-andemad	1 - 1-5 %	-
1	3	Elodea canadensis	Vandpest	1 - 1-5 %	1 - 1-5 %
1	4	Elodea canadensis	Vandpest	1 - 1-5 %	1 - 1-5 %
1	5	Elodea canadensis	Vandpest	-	1 - 1-5 %
1	9	Elodea canadensis	Vandpest	-	1 - 1-5 %
1	10	Elodea canadensis	Vandpest	1 - 1-5 %	-
2	8	Elodea canadensis	Vandpest	-	1 - 1-5 %
2	9	Elodea canadensis	Vandpest	2 - 6-25 %	2 - 6-25 %
2	10	Ranunculus circinatus	Kredsbladet vandranunkel	-	1 - 1-5 %
2	10	Elodea canadensis	Vandpest	1 - 1-5 %	2 - 6-25 %
2	10	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	-	1 - 1-5 %
3	2	Batrachium	Vandranunkelslægten	1 - 1-5 %	-
3	2	Ranunculus circinatus	Kredsbladet vandranunkel	-	1 - 1-5 %
3	2	Elodea canadensis	Vandpest	2 - 6-25 %	1 - 1-5 %
3	2	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	0 - 0 %	1 - 1-5 %
3	3	Elodea canadensis	Vandpest	1 - 1-5 %	-
3	3	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	3 - 26-50 %	2 - 6-25 %
3	12	Elodea canadensis	Vandpest	-	1 - 1-5 %
3	12	Lemna trisulca	Kors-andemad	1 - 1-5 %	-
3	13	Elodea canadensis	Vandpest	1 - 1-5 %	-
4	2	Elodea canadensis	Vandpest	1 - 1-5 %	1 - 1-5 %
4	2	Lemna trisulca	Kors-andemad	1 - 1-5 %	1 - 1-5 %
4	13	Lemna trisulca	Kors-andemad	1 - 1-5 %	-
4	14	Elodea canadensis	Vandpest	-	1 - 1-5 %
4	15	Elodea canadensis	Vandpest	1 - 1-5 %	-
4	15	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	3 - 26-50 %	2 - 6-25 %
4	16	Ranunculus circinatus	Kredsbladet vandranunkel	-	1 - 1-5 %
4	16	Elodea canadensis	Vandpest	3 - 26-50 %	2 - 6-25 %
4	16	Potamogeton perfoliatus	Hjertebladet vandaks	3 - 26-50 %	3 - 26-50 %
4	16	Stuckenia pectinata	Børstebladet vandaks	-	1 - 1-5 %
4	16	Lemna trisulca	Kors-andemad	2 - 6-25 %	1 - 1-5 %
4	17	Elodea canadensis	Vandpest	-	1 - 1-5 %
5	1	Alisma plantago-aquatica f. submersum	Vejbred-skeblad, submers	1 - 1-5 %	
5	1	Elodea canadensis	Vandpest	1 - 1-5 %	
5	1	Potamogeton berchtoldii	Liden vandaks	2 - 6-25 %	
5	1	Stuckenia pectinata	Børstebladet vandaks	1 - 1-5 %	
5	1	Lemna trisulca	Kors-andemad	2 - 6-25 %	
5	2	Lemna trisulca	Kors-andemad	2 - 6-25 %	
5	3	Alisma plantago-aquatica f. submersum	Vejbred-skeblad, submers	1 - 1-5 %	
5	3	Elodea canadensis	Vandpest	1 - 1-5 %	
5	3	Potamogeton berchtoldii	Liden vandaks	1 - 1-5 %	
5	3	Lemna trisulca	Kors-andemad	1 - 1-5 %	
5	3	Sparganium emersum f. submersum	Enkelt pindsvineknop, sub-mers	1 - 1-5 %	

Bilag 5.2 – MST's redegørelse for resultater, opsamling af møde med DCE og generelle overvejelser

Miljøstyrelsens redegørelse for resultater fra sammenligninger af ROV og dykker ved vegetationsundersøgelser i dybe søer og sammenfatning af diskussionsemner på evalueringsmøde med DCE

Deltagere i sammenligningerne:
Team ROV: Medarbejdere fra Miljøstyrelsen Midtjylland. Teamet deltog på alle søerne.
Dykkerteam fra Miljøstyrelsen Østjylland. Teamet deltog på Øje Sø, Fussing Sø, Skån Sø og Mejlbygård Sø
Dykkerteam fra konsulentfirmaet Fishlab. Teamet deltog på Sø ved Kulgården.

Miljøstyrelsens beskrivelse af forholdene og fremgangsmåde i de fem søer

Øje Sø
Sigtdybde var under ½ m. Mest uklart i den sydlige ende pga. resuspension.

Blæst fra nordlig retning 6-8 m/s Tiltagende vind. Solskin

Vi lagde liner og rammer ud på 3 deltransekter i sydenden.

Meget udfordrende forhold. ROVpiloten havde svært ved at orientere sig under vandet. Det var svært at følge liner fra overfladen ned til bund pga. dårlig sigt, strøm og afdrift (vind og bølgers træk i ledningen). Der var stor risiko for at ramme i bunden, og skabe stor ophvirvling, da der var meget blødt materiale på bunden af Øje Sø. ROVpiloten mistede hyppigt orienteringen og kunne ikke genfinde synkeline.

Afbrød sammenligninger i sydenden. Kunne ikke få valide resultater. Lagde synkeliner ud i nordenden af søen, hvor der ikke var så meget resuspension. Men sigtdybden var fortsat under ½ m og vi vurderede at det heller ikke her gav mening at forsøge sammenligninger.

ROVpilot var relativt uerfaren på det tidspunkt (første sø i sammenligningerne). En mere erfaren ROVpilot kunne måske få mere ud af forholdene.

Dykkeren havde tilsvarende svære forhold at arbejde under. Det var meget svært at orientere sig og overskue de to gange to meter. Kun muligt at gennemføre dykkerundersøgelsen i henhold til TA S04 pga lygte blev brugt (det plejer ikke at være nødvendigt).

Lys også forsøgt på ROV. Meget svæv i vandet gav blænding fra lyset. Lige som at køre bil i tåge.

Der var til mødet med DCE enighed om, at det var meget ærgerligt at vi ikke fik nogle sammenligninger fra Øje Sø. Det er dog også et resultat at ROV ikke kan bruges når søen er meget uklar, som følge af en kombination af algeopblomstring og resuspension.

For MST-medarbejdere findes der optagne billeder og video, der kan ses ved henvendelse til Tue S. Jakobsen.

Sø ved Kulgåden

Sigtdybde ca. 6 meter på kemistationen. Men stedvist med mange alger i springlaget. "Sværme" af alger kan ses på video. Især på transekt 77 og 78 (østenden) var der mange alger i springlaget.

Svag vind begge dage. Solskin med skyer. Udfordring med at båden lå for svaj og drejede hele vejen rundt. – Dette kan udfordre ROVpilotens orienteringen af ROV i forhold til båd.

Liner og rammer lagt ud på transekt 1 og 3 første dag, samt 77 og 78 anden dag.

Meget ujævn bund kan udfordre lineudlægningen. Nogle steder på tr 77 lå synkelinen ikke på bunden men ca 1 – 1½ meter over.

Konsulenterne har i deres data ikke angivet hvor rammerne lå og om de har registreret inden for eller uden for rammerne. Så sammenligninger er på baggrund af dybdeangivelser, hvilket giver usikkerhed om data.

I efterfølgende korrespondance beskriver konsulenten:

"Ved undersøgelsen havde dykkeren vanskeligt ved at lokalisere enkelte rammer og deres afgrænsning, bl.a. som følge af hans oprodning af bundsedimentet ved dykningen. Det vigtigste ved dykkerundersøgelsen har derfor været forekomsten af undervandsplanter i de enkelte dybdeintervaller, og i den forbindelse har dykkeren uden tvivl i flere tilfælde undersøgt et større og bredere bælte end 2 meter, både til venstre og højre for 2 meter-bæltet på transekten. Da planterne i mange tilfælde ikke er homogent fordelt på bunden, kan det give en vis forskel i både arter, dækningsgrad og dybdegrænse. Jeg har ikke en oversigt over hvilke rammer, som dykkeren ikke kunne finde og afgrænse helt præcis."

Dykkerens fremgangsmåde forklarer højst sandsynlig forskellene i dækningsgrader på transekt 1N og 77N, hvor der er markante forskelle i ROVdata og dykkerdata. På videomateriale fra ROV'en ses i R2 og R3 ingen planter, mens dykkeren i samme dybde fandt en dækningsgrad på 0-5 % og 6-25 %. Tilsvarende på videoen fra ROV'en i R11, var der en dækningsgrad på 76-95 %, mens dykkeren fandt 96-100 % i samme dybde. Der findes ikke videomateriale fra R10, hvor den største forskel (26-50 % / 96-100 %) mellem ROV og dykker blev registreret.

Dykkerens fremgangsmåde forklarer sandsynligvis også forskellene i dybdegrænse mellem ROV og dykker, da dybdegrænsen med ROV blev bestemt langs et ca. 2 meter bælte, hvor synkelinen var midterlinje. I 2 af deltransekterne fandt ROV'en den største dybdegrænse, mens dykkeren fandt den største dybdegrænse i de øvrige 6 deltransekter. Undersøgelsens største dybdegrænse blev af ROVholdet fastlagt til 6,8 m, hvor der var fastsiddende planter af Nitella flexilis og almindelig vandpest.

Konsulentens kommentarer til dybdegrænserne:

"Undervandsvegetationens største dybdegrænse fandt dykkeren til 7,8 m, hvor der var enkelte mere eller mindre fastsiddende planter af Nitella flexilis og tørvemosser. Desuden var der små enkeltplanter af vandpest ud til en dybde på 7,4 m. Planterne af vandpest og Nitella havde helt sikker rodfæste, mens tørvemosserne kun var mere eller mindre løst forankret i sedimentet. I lignende søer som "Sø ved Kulgården" med stejle skrænter kan det nogen gange være vanskeligt at fastlægge den største dybdegrænse, da løsrevne planter kan "rulle" ned af skrænten indtil de lægger sig i huller i sedimentet eller komme til at sidde fast i blød dynd. Dykkeren har kun registreret de fastsiddende planter, men det kan være svært at afgøre på de største dybder, hvis der er ophvirvling af mudder og dynd."

Der var overordnet god overensstemmelse i mellem artsbestemmelserne. ROVholdet fandt dog 2 arter af chara, hvor dykkeren kun fandt 1. Da artsbestemmelse af kransnålalger er næsten umulig i felten, kunne dette lige så nemt have været omvendt. Dykkeren fandt en art af tørvemos på flere transekter, som ROVholdet ikke havde registreret. ROVholdet medtog kun arter som de var sikre på var rodfæstede. Endelig registrerede dykkeren liden vandaks på transekt 77N. ROVholdet registrerede også denne art på transektet, men uden for ramme 12.

Konsulentens kommentarer til artslisten:

”Jeg har kigget en ekstra gang på de indsamlede og konserverede kransnålalger fra "Sø ved Kulgården", og jeg har fundet Nitella flexilis og Chara globularis. Der er enkelte planter af den sidstnævnte art, som afviger lidt fra den typiske Chara globularis, og som måske kan være Chara virgata. Der er dog ingen af disse planter som har regelmæssige triplostikøse torne, som planten på dit billede har. Så jeg tror, at Chara virgata kun er meget fåtalligt til stede i søen. I øvrigt har Chara virgata tidligere været omtalt som en varietet af Chara globularis. Jeg har tidligere fundet arten i råstofgrave og andre kalkrige søer som Nors Sø, men næsten altid på forholdsvis lavt vand. I "Danmarks vandplanter" skriver de også, at arten vokser fortrinsvis på lavt vand, < 1 meter, og sjældent på dybere vand. Der er dog altid undtagelser fra reglen, da I på det fremsendte skema har fundet Chara virgata ned til en dybde af 6,5 meter.”

ROVen fungerede godt i Sø ved Kulgården. Vandet var klart og bunden stod skarpt på skærmen. Se video fra R4 og R11, for henholdsvist en plantetom ramme og en næsten plantefyldt ramme. Kloen var hyppigt i brug for at få kransnålalger med hjem til bestemmelse under stereolup (se video med opsamling af planter).

Fussing Sø

Dag 1 lagt liner og rammer ud på transekt 12N, 13N og 14S og disse tre deltransekter blev undersøgt med dykker. Dag 2 undersøgt de tre deltransekter med ROV. Først sol og jævn vind, så torden og frisk vind, der afbrød undersøgelserne. Dag 3 indsamlet og flyttet liner og rammer til transekt 3N, 5N og 6N og disse tre deltransekter blev undersøgt med dykker. Demo for FDC. Sol og svag vind. Dag 4 undersøgt de sidste tre deltransekter med ROV. Sol og let vind

Sigtdybden 3-3,5 meter.

Generelt meget gode overensstemmelser af dækningsgrader i rammerne mellem ROV og dykker.

Eksempler på gode overensstemmelser: Transekt 5 N, transekt 3 N, transekt 14 S og transekt 13 N

Eksempler på dårlige overensstemmelser:

Transekt 6 N: Dykkernoter for ramme R8 angiver to hornbladplanter som strækker sig fra 6,3-6,6 meter. ROV noter har registreret ramme ved R8 i 6,1 meter og ingen planter fundet.
I ramme R3 og R7 er der registreret samme totale dækning, dog er det ikke helt de samme arter som er fundet.

Der er i flere tilfælde en forskel i dybdeangivelse af rammerne mellem ROV og dykker. Dette kan skyldes flere forhold. Stejle skråninger i søen kan betyde at rammerne har ligget skævt, og dykker har typisk registreret dybde så tæt på midten som muligt, hvor ROV piloten ikke har været helt så konsistent. Både dykker og ROV (med langskaftet rive i 1 m og 3 m, samt med ekkolod) har dybdekalibreret udstyret inden målingerne, men der blev ikke foretaget en direkte sammenligning mellem ROV og dykker. Dykkerundersøgelserne og ROV-undersøgelserne blev ikke foretaget samme dag for de selvsamme rammer og synkeliner, så disse kan have forskubbet sig som følge af vejr og vind, eller dykkeren har ved et uheld haft rykket ved dem. Eksempel R6 – stor forskel på dybde af ramme.

I nogle tilfælde var der stor forskel på angivelsen af dybdegrænser mellem ROV og dykker. Nedenstående eksempler om dette forhold er kommenteret i det følgende.

Stor forskel i transekt 14S, som er endetransektet i øst. I ROV noter står der: "Dybdegrænsen svarer til det dybeste punkt, da der stod planter hele vejen over transekt 14" = 7,4 meter. Dykker har registreret dybder tæt på 10 meter, hvilket tyder på at dykker er kommet for langt mod vest og dermed har fundet en større dybde.

Eksempel med dybdegrænse fra transekt 5 N: Dykker observerede Chara på 4,8 meter, ROV fandt tornfrøet hornblad på 13,1 meter. På bunden af Fussing Sø i dybdeintervallet fra ca 6 meter til ca. 17 meter observerede ROVpiloten en del plantemateriale på bunden. Noget af det var stadigt delvist grønt, noget af det var drivende og enkelte var rodfæstede. For at finde ud af om de var i live og rodfæstede placeredes ROVen lige ovenover planten, og vandstrømmen fra propellerne skubbede til planten. De rodfæstede planter blev stående og de drivende blev skubbet hen over bunden. Med kloen blev der taget eksempler med til overfladen (se video og billede af et enkelt rodfæstet individ af tronfrøet hornblad på dybt vand).

Dybdegrænser er baseret meget på enkelte individer af tornfrøet hornblad. Det kan forklare store forskelle mellem ROV og dykker. Når både ROV og dykker kunne gå ca. 1 meter på hver side af synkeline, var det lidt tilfældigt om et enkelt individ lige blev fundet. Resultaterne viser at nogle gange var det dykker der fandt en højere/større dybdegrænse og andre gange var det ROV.

Andre betragtninger omkring sammenligningerne i Fussing Sø:

Eksempel 12 N: mht dybdegrænse og ramme R1, virker det mærkeligt at der er en høj dækningsgrad af planter i samme dybde som dybdegrænsen. ROV-teamets bemærkninger: "Jeg har kigget video og feltskemaer på transekt 12 N. Vi har først registreret dybdegrænsen til 12,5 m, da vi her fandt enkelte tornfrøet hornblad. Efterfølgende (næste transekt) er vi blevet opmærksom på at det var drivende døde individer. Denne dybdegrænse var derfor ikke reel. Notater fra feltskemaet: Fra ca 8 – ca 5 m, mange muslinger (ingen planter). Fra 5

m fasthæftede tornfrøet hornblad. Husker også det som om der var en ret brat overgang fra planter til mange muslinger. Så jeg kommer det ikke nærmere end en dybdegrænse på 5 m. Vi missede nok de fasthæftede hornbladindivider i 8,4 m som dykker fandt, da vi først havde fastlagt dybdegrænsen til 12,5 m."

I Ramme 7 var der en del langstængelede hjertebladet vandaks. Når ROVen dykker ind i dem kan de nemt sidde fast i propellerne. Det kræver derfor ekstra forsigtighed med styring af ROVen under disse forhold. Det forhindrede dog ikke ROVpiloten i at få valide data fra rammen. Det var ikke propelproblemer på de øvrige transekter.

Dykker har ikke været opmærksom på at der er forskellige kransnålalge-slægter og -arter.

Skån Sø

1 dags undersøgelser. Overskyet. Svag til let vind.

Sigtdybde ca. 4,3 m.

Liner lagt ud på transekt 3, 4 og 5 på begge sider af det dybe hul. 6 rammer blev først lagt på transekt 3 og undersøgt med dykker og ROV. Derefter flyttes de 6 rammer til transekt 5 (for at få færre 0-værdier, blev de lagt mellem transekt 5 og 6, på 2-2,5 meters vand) Samtidig undersøgte dykker dybdegrænse på transekt 4. Derefter transekt 5 med ROV og dykker. Og til slut undersøgte ROV dybdegrænse på transekt 4.

Rammer forsvandt især på dybt vand uden planter ret meget ned i dyndet.

Vi konstaterede at ROVens dybdesensor målte ca. 20 cm mindre end dykkerens dybdemåler. Efter en dybdekalibrering af ROV'en (kalibrering af software med efterfølgende tjek på 3 meter vand med langskaftet rive) blev denne forskel udlignet. Det er et opmærksomhedspunkt, at der skal laves en procedure for kalibrering af dybdemåleren i ROVen.

ROV'en fungerede godt i Skån Sø. Selvom der var overskyet og dermed ikke så godt lys ned gennem vandet, var der en god visning på skærmen. Se billeder og video.

Generelt gode overensstemmelser imellem ramme-observationerne og dybdegrænseobservationerne.

Ved transekt 5 (rammer lagt uden for transekt for at få flere arter med og færre nul-punkter) blev der fundet næsten samme totale dækning af de to teams, dog er det ikke helt de samme arter som er fundet. Se under afsnittet 'rammer' nedenfor under diskussionsemner, hvor denne problematik er beskrevet.

Dykkerteamet noterede i øvrigt at ROV-teamet var ret hurtige til at lave registreringerne ved transekt 5, hvor dykkerteamet fulgte lige efter, men det tog længere tid. Ved Fussing sø vurderede 'dykkerteamet' at de var hurtigere til at lave registreringerne end 'ROV-teamet'.

Mejlbygård Sø

1 dag undersøgelse. Solskin. Svag vind

Sigtdybde ca. 1,8 m

Kalibrering af dybdemålere på to dybder. God overensstemmelse: Dykker/ROV (3,2m/3,2m og 6,8m/6,7m).

Liner lagt ud på transekt 3 og 4 fra morgenen af. ROV og dykker undersøgte transekt 3 og 4 inden frokost. Liner flyttet til transekt 1 og 2. ROV undersøgte transekt 1 og 2. Dykker undersøgte transekt 2, men fik defekt udstyr og kunne ikke undersøge transekt 1. Efterfølgende uge blev transekt 1 undersøgt med langskaftet (6 meter) rive, da dykkerressourcen ikke var til rådighed. Resultater med rive er tilføjet dykkerundersøgelsen for at få en fuld undersøgelse i VanDa. Transekt 5 ligger i den lavvandede ende af Mejlbygård Sø og her var dykker/ROV ikke anvendelig (0-0,5 m's dybde). Undersøgelsen af transekt 5 blev foretaget af 1 person og resultaterne blev tilføjet både ROV- og dykkerundersøgelsen.

I VanDa er dykkerundersøgelsen tastet ind på d. 15. august 2022 og ROVundersøgelsen er for nemhedens skyld indtastet på d. 16. august 2022, selvom undersøgelsen også er foretaget den 15. august. ROV-undersøgelsen er angivet til ikke at have fulgt teknisk anvisning.

Tidsforbruget på de enkelte transekter var ensartet mellem dykker og ROV.

Forekomster af hjertebladet vandaks stod som rankegrøde, enkelte steder meget tæt, men kun ud til ca. 3 meter. I tilfælde af tætte bestande blev en langskaftet rive brugt i stedet for ROV'en, mens dykkeren godt kunne bevæge sig igennem rankegrøden. Video viser brugen af ROVens dybdemåler til at bestemme højde på hjertebladet vandaks.

Der var en god overensstemmelse mellem dækningsgraderne, til trods for at der ikke var lagt rammer ud. Samlet dækningsgrad for søens vandplanter var 1,93% med dykker-data og 1,79 % med ROVdata (Beregnet ud fra alle 5 transekter)

Der var en forskel på 0,2 m (Dykker = 4,9 m og ROV = 4,7 m) i den størst fundne dybde med fasthæftede planter.

I dykkerdata blev der fundet 4 arter ved punktundersøgelsen og 2 arter uden for transekterne og i ROVdata fandtes 5 arter ved punktundersøgelsen og en art uden for transekterne. (Der er set bort fra arter fundet på det lavvandede transekt 5) Dykker fandt et eksemplar af krybende vandkrans uden for transekterne, som ROV'en ikke fandt. Tilsvarende fandt ROV'en et eksemplar af børstebladet vandaks på et transekt, som dykker ikke fandt.

Vandets klarhed var moderat god i Mejlbygård Sø, men undersøgelserne kunne godt gennemføres med et tilfredsstillende resultat. Se video for visualisering.

Nørre Askærgård Sø

Det var ikke muligt at få MSTs og konsulenternes kalendere til at passe sammen så der kunne foretages undersøgelser på samme dag. Derfor blev denne undersøgelse ikke gennemført.

Generelle diskussionsemner ved evalueringsmøde mellem MST og DCE

Vandets klarhed:

Meget dårlig sigtdybde i Øje Sø (under ½ m) umuliggjorde testen. Det er svært at "føle" sig frem til bunden med en ROV, ligesom en dykker kan. Et begrænset synsfelt er gældende for både ROV og dykker, men en dykker kan nemmere end ROVen orientere sig med lys. I de øvrige søer med bedre sigtdybder fungerer ROVen godt.

Rammer:

Generelt meget gode overensstemmelser imellem rammeobservationerne, på nær at der er registreret forskellige dybder for samme rammer flere steder – men ofte stejle skråninger – og så et spørgsmål om hvor man har registreret vanddybden. Dykkerteamet har typisk noteret dybde så tæt på midten som muligt, mens ROVpiloten ikke har været helt så konsistent.

Det er mange eksempler på, at der i rammerne er registreret samme totale dækningsgrad af ROV og dykker (fx Fussing Sø og Skån Sø), dog er det ikke helt de samme arter som er fundet ved nogle af rammerne. Det er imidlertid vigtigt at pointere at 2 gange 2 meter er et ret stort område, og at MST ikke har fuldstændig systematisk endevendt hele rammen (hverken af ROV eller af dykker). Der er tilstræbt ikke at bruge væsentligt mere tid end ved et hvilken som helst andet observationspunkt. Dykkerundersøgelserne blev lavet samtidig med én reel planteundersøgelse, og der var ikke afsat ekstra tid til dykkerteamet til dette projekt. Det giver derfor et meget realistisk billede af, sådan som det også 'normalt' vil være når vi observerer et 2 gange 2 meter område i henhold til TA med enten rive, vandkikkert eller dykker. Der vil stort set næsten altid være i hvert fald små forskelle alt efter hvilket udstyr der bruges og hvem der laver registreringen.

Dybdegrænse:

Usikkerheden for ROVens dybdemåler er i manualen angivet til at være mindre end 0,25 meter. I teknisk anvisning S04 er der et krav til at man kan fastlægge en dybdegrænse i meter med 1 decimal.
Man skal derfor ved start af hver undersøgelse dybdekalibrere softwaren og tjekke ROVen mod en langskaftet rive på mindst 3 meter. Desuden skal man kontrollere ROVens dybdeangivelse mod et nøjagtigt ekkolod i båden hver gang man starter et nyt transekt. Hvis der er forskel, skal der korrigeres for dette i registreringerne.

Specielt i Fussing Sø var der store forskelle mellem ROV og dykker i fastlæggelse af planternes dybdegrænse, som ikke skyldtes forskellig nøjagtighed på udstyret. I Fussing Sø var dybdegrænsen hovedsageligt bestemt af enkelte individer, og ikke et bælte af planter. Når både ROV og dykker kunne gå ca. 1 meter på hver side af synkelinie, var det lidt tilfældigt om et enkelt individ blev fundet. Resultaterne viste, at nogle gange var det dykker der fandt en højere/større dybdegrænse og andre gange var det ROV.

Det er vigtigt at se hele undersøgelsen som en helhed. På trods af at der kan være stor forskel på de enkelte transekters største dybdegrænse, så er det kun den samlede dybdegrænse for HELE søen der er vigtig i den sidste ende i fht. makrofytindeks, og der er forskellen imellem ROV og dykker sandsynligvis lille, når der er mange transekter i en sø og de alle tæller med. Samme betragtning mht. dækningsgrader. Der kan godt være enkelte forskelle ved den enkelte ramme, men hvis man laver en overordnet beregning af total dækningsgrad for søen, så vil der sandsynligvis være en lille forskel om ROV eller dykker er brugt.

Artsliste:
Antallet af arter fundet af dykker og af ROV-pilot afviger ikke meget fra hinanden. Det vurderes at være afhængigt af, hvor man lige vælger at fokusere sin undersøgelse inden for rammerne, og hvad man vælger at tage med op til overfladen.
Specielt med kransnålalger er det noget nær umuligt at lave en sikker artsbetemmelse i felten. Derfor udtager man jævnligt plantemateriale i en pose og antager at denne pose er repræsentativ for et transekt/en vig/en sø-ende, hvis der ikke er visuelt forskel på kransnålalgerne. Der er ikke nævneværdig forskel i den praksis om man bruger dykker eller ROV.

ROVens funktioner:
Kloen fungerer godt til mange forskellige slags undervandsplanter. Uden nogen tilpasning kan den opsamle rigeligt med materiale til sikker bestemmelse, hvis planterne forekommer med en vis dækningsgrad på bunden af søen. Selv små og spinkle individer af kransnålalger sidder fast i kloen. Det kan dog være en udfordring at få materiale med op, hvis der er tale om enkeltindivider eller løstdrivende plantemateriale, da det kræver en meget stor nøjagtighed, og vandstrøm fra ROVens propeller kan flytte på materialet. En forbedring til at samle mere materiale op og til bedre at kunne fange enkeltindivider, kunne være at montere to små plader på kloen, så overfladen mellem klosaksene bliver større.

Vandstrømmen fra ROVens propeller kan i nogle tilfælde bruges aktivt til at undersøge om planter er rodfæstede eller bare døde og drivende. Især Tornfrøet hornblad kan "rulle" ned ad en skrænt under vandet og lægge sig på dybere vand end der er lys til at opretholde fotosyntese. Hvis planten er rodfæstet, kan den blive stående selvom ROV'en er positioneret lige over planten. Hvis den ikke er rodfæstet, vil planten blive skubbet hen over bunden.

For at modvirke lysreflektioner brugte ROVpiloten en stor grå plastikkasse som "mobilt kontor" i båden. Ved skarp sol anvendes også en håndklæde til at lukke strålerne ude. Det "mobile kontor" beskyttede også mod slag fra river, og lignende.

Batterikapaciteten er fornuftig, og levede op til specifikationerne på 3 timer ved standardbrug. Typisk skulle batteri skiftes i frokostpausen, og man kunne klare en feltdag med to batterier. Det tager under 1 minut at skifte batteri, så batterikapaciteten var ikke et problem.

Betjeningen af ROVen var relativ enkel, og krævede ikke uddannelse. I løbet af få timer har man oparbejdet erfaring til at kunne styre ROVen på dybt vand. Det er dog klart at nogle har mere flair for at bruge en fjernstyringsenhed end andre, så erfaring med fjernstyrede biler, flyvende droner, m.m. er en fordel.

Tidsforbrug:
Der blev ikke konsekvent målt tidsforbrug på hverken ROV- eller dykkerundersøgelserne, men det var tydeligt at den ene metode ikke var markant hurtigere end den anden. I nogle tilfælde tog det længere tid med ROV'en og i andre tilfælde med dykkeren. Derfor antages det at de to typer undersøgelser i gennemsnit tager lige lang tid.

Overordnede betragtninger om brugen af ROV kontra dykker:

På evalueringsmødet mellem MST og DCE blev det vendt, at man kunne sammenligne resultaterne med erfaringer/usikkerheder fra de to interkalibreringer der er lavet for vegetation (hhv Knud Sø og Almind Sø og testkar i Lemming) – jf de to notater på DCE's hjemmeside. Der vil altid være usikkerheder både i fht de personer som laver bedømmelser og i fht de 'udstyrsmetoder' som bruges (vandkikkert, rive, dykker eller nu evt. ROV).

Det er vigtigt at pointere at vegetationsundersøgelserne består af subjektive vurderinger af dækningsgrader, dybdegrænser og artsbestemmelser. ROVen er biologens øjne under vand, mens dykkeren bruger sine egne øjne. Langt hen ad vejen er det de samme visuelle indtryk dykkeren og ROVpiloten vurderer på.

Oplæring af nye dykkere i et godt artskendskab af ferskvandsplanter og erfaring med undersøgelsesmetoden tager lang tid og når de erfarne dykkere skal på pension er de ikke sådan lige at erstatte. I mange tilfælde er MST nødsaget til at købe ydelsen ude i byen, men heller ikke her er der mange velkvalificerede dykkere. MST risikerer at stå i en situation, hvor der ikke er velkvalificerede dykkere nok til at foretage alle vegetationsundersøgelserne i de danske søer. Derfor anbefaler MST at anvende ny teknologi, der hvor det giver mening.

AU/DCE gav udtryk for til evalueringsmødet at de stadig synes at det er et spinkelt grundlag at lave vurderingen på – altså et spinkelt grundlag at udtale sig på. Men MST synes, det er vigtigt at få med, at der ikke er tale om skift af en metode som sådan. Kun udskiftning af udstyr/hjælpemiddel, der kan variere alt efter hvilke søer der undersøges. Lidt ligesom vi, alt efter hvilken sø der undersøges, varierer at bruge dykker/rive/vandkikkert.