



Biomanipulation i Dystrup Sø 2018-2020

Biomanipulation, fiskeundersøgelse, vandkemi og fremtidige tiltag

Maks Klastrup
Rapport, marts 2022

BioApp

Biomanipulation i Dystrup Sø 2018-2020

Biomanipulation, fiskeundersøgelse, vandkemi og fremtidige tiltag

Indhold

1. Indledning	3
Historik.....	3
2. Materiale og metode	4
Opfiskning	4
Vodfiskeri	4
Pæleruser	5
Fiskeundersøgelsen.....	6
Udregning af økologiske nøgletal	8
Vandkemi og fysiske målinger	9
3. Resultater.....	10
Opfiskning	10
Vodfiskeri	10
Pæleruse (Bundgarn)	11
Vildtkamera i kanalen.	12
Samlede fangster	12
Fiskeundersøgelser	13
Vandkemi og fysiske målinger	15
Total-N	15
Total-P og Ortho-P	15
Klorofyl-a.....	15
Suspenderet sediment.....	15
Fysiske målinger.....	17
4. Vurdering af resultater	18
Opfiskning	18
Fiskeundersøgelserne	18
Tidligere undersøgelser	21

Fiskeøkologiske nøgletal	22
Vandkemi	24
5. Vurdering af behov for supplerende tiltag	27
Supplerende opfiskning	27
Opfiskning	28
Pæleruse fiskeri.....	28
Fosforfældning med PhosLock®	29
Fjernelse af sediment.....	30
6. Referencer.....	30

1. Indledning

Dystrup Sø er beliggende i den nordlige del af Djursland, i den øverste del af Nimtofte Å's vandsystem med tilløb til Grenåen. Søen har et areal på 22,6 ha. Søen har et lille overfladisk tilløb i søens østlige side og nogle kildetilløb i den nordlige del. Desuden findes der drænudløb på søens nordvestlige side. Dystrup Sø afvandes til Ramten Sø igennem en tilgroet forbindelseskanal og herfra videre til Nimtofte Å. Forbindelseskanalen har ofte en ringe vandføring, særligt om sommeren. Dystrup Sø har en middeldybde på ca. 1,0 meter, og den største dybde er 1,4-1,5 meter. Det skal dog bemærkes, at søen aldrig er blevet systematisk opmålt, og der er i forbindelse med restaureringsprojektet ikke registreret vanddybder større end 1,2 meter. Vandets opholdstid i søen er fastsat til ca. 1,15 år. Afstrømningsoplandet til Dystrup Sø er ca. 1,68 km².

Søen er i statens Vandområdeplan 2015-2021 karakteriseret som søtype 9, dvs. en lavvandet, fersk, ikke brunvandet alkalisk sø med miljømålet "god økologisk tilstand". Miljømålet er ved projektstart ikke opfyldt.

Historik

Århus Amt foretog i perioderne 1995-1998 og 2002-2004 opfiskninger i søen, med fokus på at fjerne skaller og sudere, således at rovfiskene (gedde og store aborre) ville opnå en væsentlig større andel af biomassen. Ved opfiskningerne blev der fanget henholdsvis 3,8 tons og 2,2 tons. Inden opfiskningen i 1994 var sigtdybden god og klorofyl- koncentrationen lav i søen. I 2003 kollapsede vegetationen, der primært bestod af Tornfrøet hornblad, hvilket resulterede i en markant forringelse af søens økologiske tilstand. Siden har Dystrup Sø været karakteriseret ved uklart vand og ringe økologisk tilstand.

I 2013 blev der foretaget en fiskeundersøgelse efter de retningslinjer, som var gældende på daværende tidspunkt og beskrevet i den Tekniske anvisning TA-S05. Fiskeundersøgelsen udført i 2013 viste, at Dystrup Sø antalmæssigt var domineret af små og store skaller samt rudskaller og vægtmæssigt var domineret af sudere og skaller. Der blev også fanget mange småaborrer og 4 gedder, men ingen rovlevende aborre større end 10 cm. I kriterier for biomanipulation (Egemoose et al., 2013) vurderes det, at opfiskning af fredfisk er relevant, hvis den biomassebaserede fredfiskebestand er over ca. 60 % af den samlede fiskebestand.

I perioden 2018-2020 er der foretaget biomanipulation i Dystrup Sø. Efter endt biomanipulation blev der i august 2020 foretaget en fiskeundersøgelse for at vurdere søens fiskebestand. Desuden blev vandkvaliteten overvåget månedligt i perioden maj-september i både 2020 og 2021. Denne rapport præsenterer en slutopgørelse for opfiskningen, resultaterne af fiskeundersøgelsen og overvågningsresultaterne samt forslag til fremtidige tiltag.

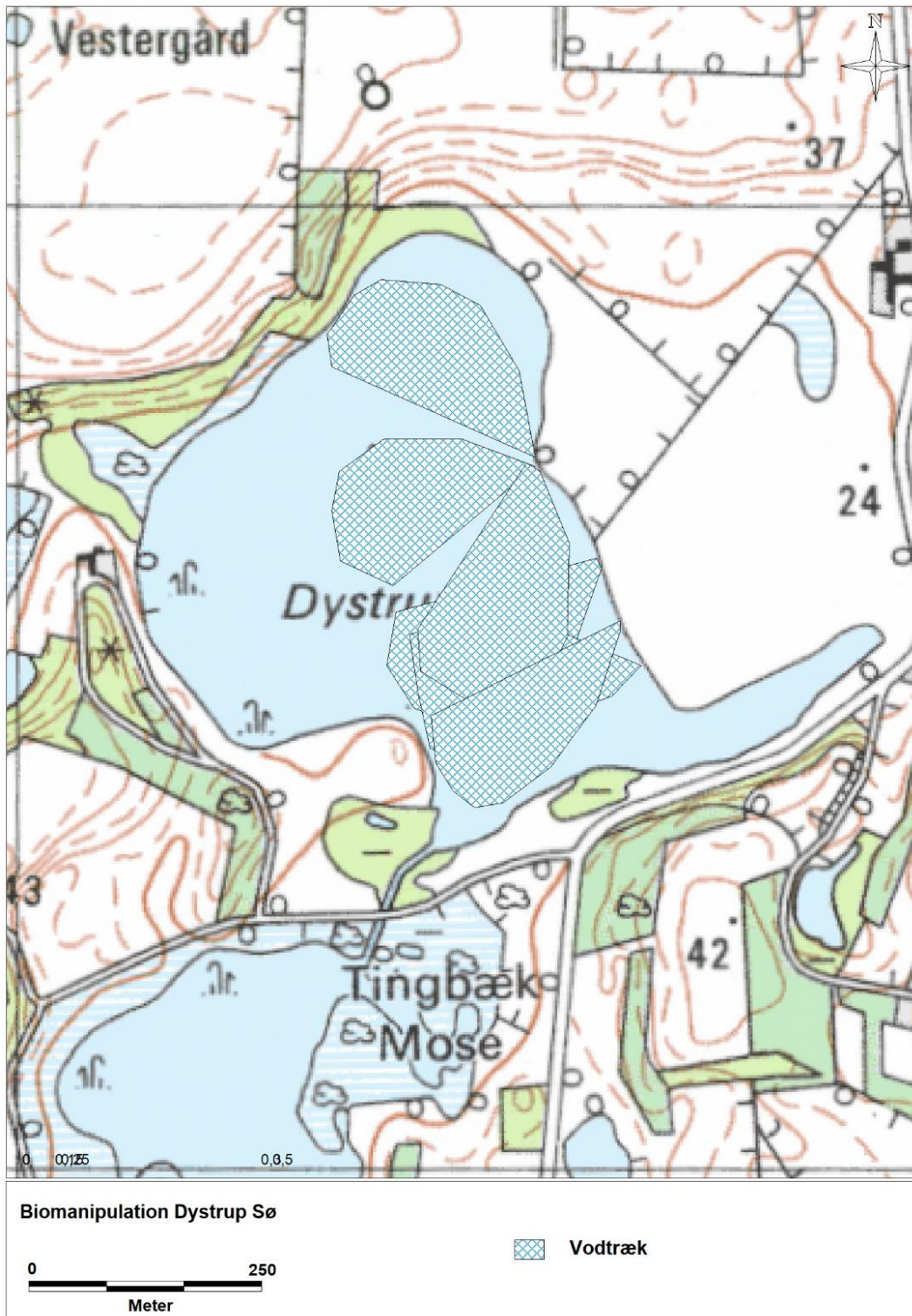
2. Materiale og metode

Opfiskning

Opfiskningen blev udført med landdragningsvod, pæleruser og overvågning af kanalen mellem de to søer, Dystrup Sø og Ramten Sø.

Vodfiskeri

Der blev udført 43 vodtræk i Dystrup Sø, fordelt på 21 dage. Vodfiskeriet blev foretaget over hele søen bortset fra den vestlige del, hvor der var mange grene/stammer, der forhindrede effektivt vodfiskeri, Figur 1. De varme somre i 2018 og 2019, særligt i 2018, forårsagede en stor omsætning i bunden, hvor nedbrydningen af gamle rødder medførte en stor gasproduktion. Herved blev store rodmatricer på op til 10x15 meter hævet fra bunden og drev rundt i søen som flydende øer. Dette besværliggjorde vodfiskeriet, i det de "flydende øer" strandede/sank u hensigtsmæssige steder i søen og var umulige at flytte. I sensommeren henfaldt disse øer yderligere og kunne ikke erkendes fra overfladen. Nogle af øerne blev således fanget i voddet og lukkede maskerne til, hvilket forårsagede, at vi fangede store mængder mudder (tons) og få fisk. Vodfiskerier i Dystrup Sø var således præget af meget varierende succes, alt efter mængden af sediment i de enkelte træk.

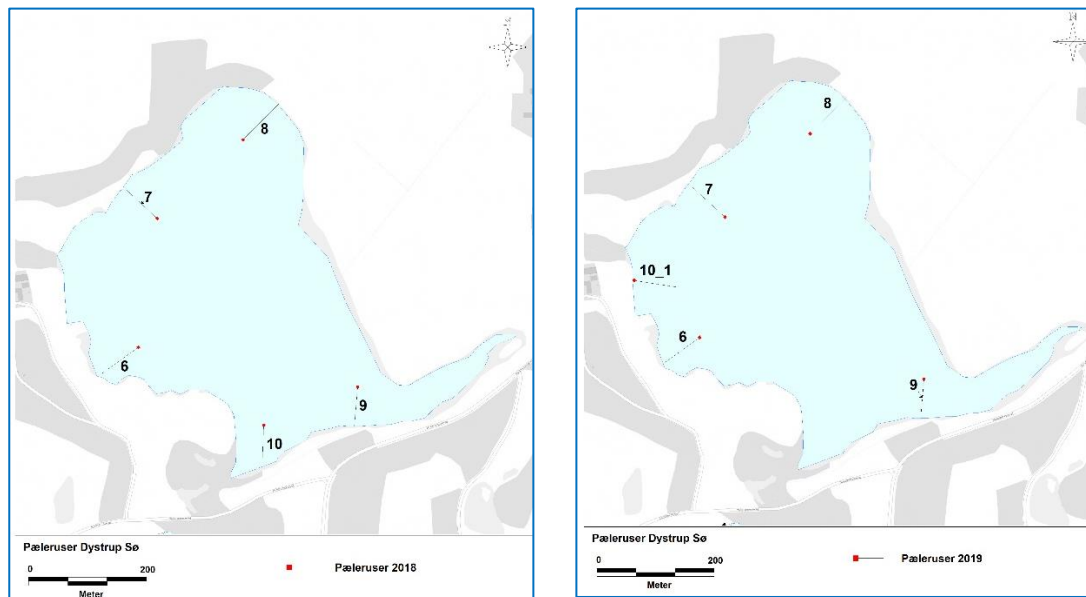


FIGUR 1. KORT OVER VODTRÆK OMRÅDER I DYSTRUP SØ.

Pæleruser

Der blev i foråret både i 2018 og 2019 fisket med pæleruser i Dystrup sø. Begge år blev der opstillet 5 stader. Pæleruse nr. 10 blev flyttet fra 2018 til 2019 pga. ringe fangst i netop dette redskab i 2018. Den ringe fangst har givet anledning til undren, da der var store forventninger til netop denne ruse, da den var placeret tæt på forbindelseskanaalen

mellem Dystrup Sø en Ramten Sø. Placering af pæleruserne i henholdsvis 2018 og 2019 er vist på kortene på Figur 2.



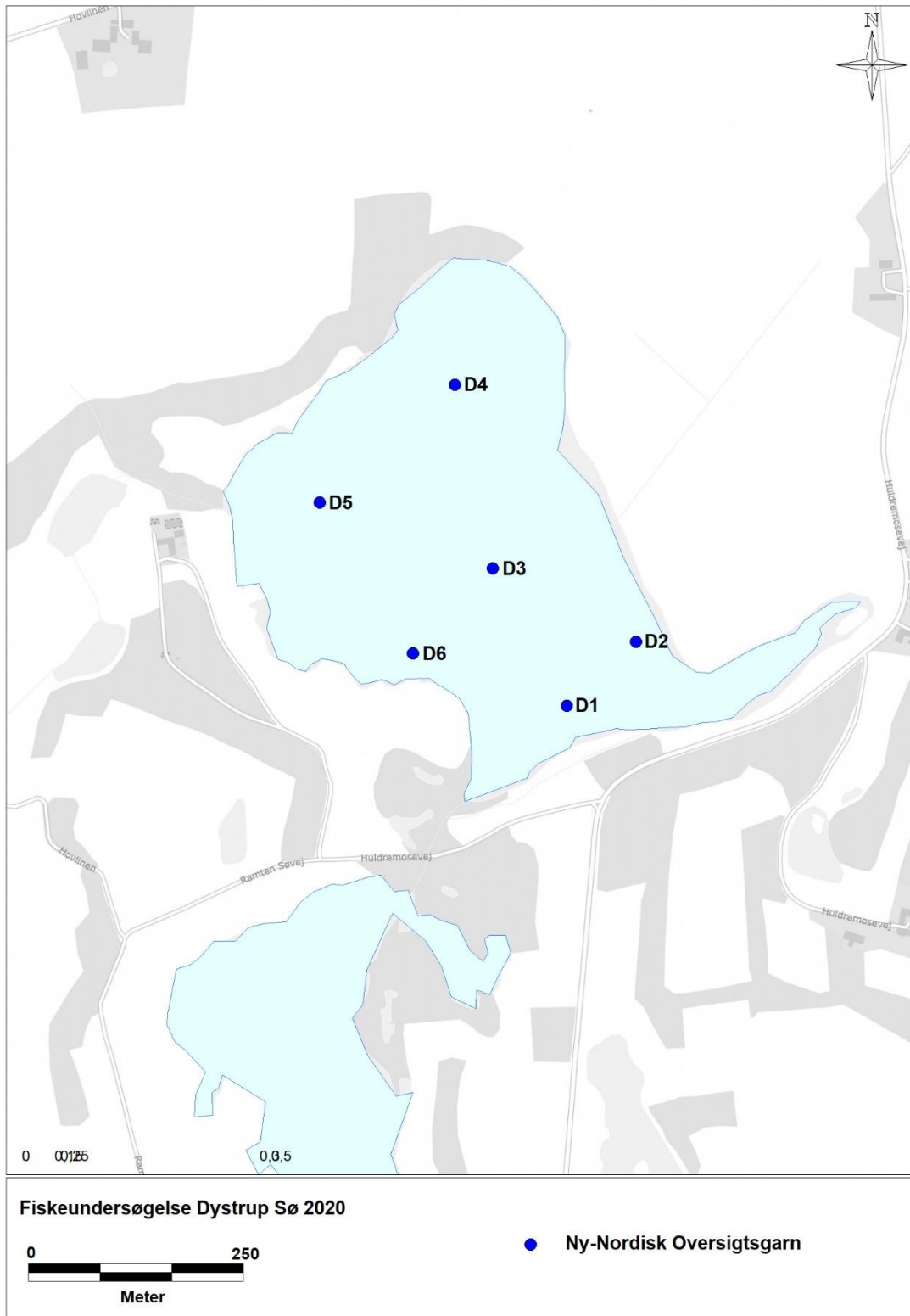
FIGUR 2. PLACERING AF PÆLERUSER I HENHOLDSVIS 2018 (TV.) OG 2019 (TH).

Fiskeundersøgelsen

Fiskeundersøgelsen i Dystrup Sø blev foretaget fra den 23.-24. august 2020. Undersøgelsen og den tilhørende databehandling blev foretaget som beskrevet i den seneste version af den Tekniske anvisning (TA) for fiskeundersøgelser publiceret af Nationalt Center for Miljø og Energi's (DCE) i søer (TA-S05).

https://ecos.au.dk/fileadmin/bioscience/Fagdatacentre/Ferskvand/S05_Fiskeundersoegelser_ver5.pdf. Dystrup Sø blev som udgangspunkt undersøgt på niveau 2, hvor der blev anvendt seks Ny-Nordiske Normgarn, bestående af 12 standardsektioner med maskestørrelser fra 5 mm til 55 mm. De enkelte maskesektion var 2,5 m lang og 1,5 m dyb (høj). Den samlede længde af garnene var således 30 meter. Da undersøgelsen alene havde til formål at vurdere fiskebestandens størrelse og artssammensætningen, blev der ikke foretaget elektrofiskeri for at supplere artslisten. For at kunne sammenligne den artsspecifikke kondition med tidligere undersøgelser, blev der som et supplement foretaget individuelle længde-vægt registreringer af op til 5 individer i hver centimeterklasse.

For at minimere den rumlige variation var de Ny-Nordiske Normgarn placeret i de samme 6 grid-celler, som blev udvalgt i forbindelse med undersøgelsen i 2013 og endda på samme positioner. Garnene blev nummereret med samme numre som i 2013, Figur 3.



FIGUR 3. PLACERING AF DE NORDISKE NORMGARN I AUGUST 2020.

Udregning af økologiske nøgletal

Fiskebestandens betydning for søens vandmiljø og økologiske tilstand, kan vurderes gennem flere nøgletal. I denne rapport er valgt at anvende fem mål for økologisk tilstand, der tilsammen giver et billede af fiskebestandens balance i søen.

Konditionsfaktor KF giver et mål for, hvor velnærede fiskene er. Dette kan bruges, som indikator for mængden af egnet føde og/eller om der er konkurrence om føde – eller om fiskene bliver stressede af rovfisk.

$$Kf = \text{vægt (g)} * 100 / \text{længde(cm)}^3$$

Rovfiskeindeks I_R beregnes som forholdet mellem den samlede vægt af alle rovfisk (gedde, sandart og aborre) ≥ 10 cm og den samlede vægt af alle fisk:

$$I_R = \frac{\text{Vægt af rovfisk} \geq 10 \text{ cm}}{\text{Vægt af alle fisk}}$$

Skidtfiskeindeks I_S beregnes ud fra forholdet mellem skidtfisk (skalle, rudskalle, brasen og flere) ≥ 10 cm og summen af skidtfisk og rovorborre ≥ 10 cm:

$$I_S = \frac{\text{Antal skidtfisk} \geq 10 \text{ cm}}{\text{Antal (skidtfisk + aborre)} \geq 10 \text{ cm}}$$

Fiskeindekset (I_F) udtrykker fiskenes potentielt negative påvirkning af vandmiljøet og er beskrevet ved følgende udsagn, (Fiskeøkologisk Laboratorium, 2016):

$$F_i = \frac{\frac{Kf}{50} + \frac{Br > 10}{5} + \frac{20}{40 - Ab \%}}{3}$$

- Kf er antallet af karpefisk pr. garn,
- Br > 10 er antallet af brasener og karper større end 10 cm pr. garn
- Ab % er andel af aborrrer > 10 cm af den samlede fiskebiomassen.

EQR-værdier fastsættes ved udregning og scorer af fire parametre, (Søndergaard et.al., 2013) (Lauridsen & Johansson, 2017):

- NPUE_(antal) = (Total # fisk pr. garn)
- % rovfisk > 10 cm = (vægt af aborre, gedde og sandart over 10 cm) / total totale fiskebiomasse * 100
- % skalle-brasen = (vægt af skalle, brasen og skalle/brasen / totale fiskebiomasse) * 100
- Individvægt = (CPUE_(vægt) / CPUE_(antal))

Resultatet/scoren af EQR kan omsættes til en økologisk tilstands efter nedenstående Tabel 1.

TABEL 1. TABEL TIL FASTLÆGGELSE AF ØKOLOGISK TILSTAND EQR I SØER, (LAURIDSEN & JOHANSSON, 2017).

Parameter	Lavvandede søer			Tilstand (sum point)
	3 point	2 point	1 point	
Scorer	3 point	2 point	1 point	Ring = 0-2
NPUE _(antal)	<52	<92	<174	Dårlig = 2-4
%Rovfisk	>54	>32	>25	Moderat = 5-6
% skalle-brasen	<28	<43	<55	God = 7-9
Gnst. Individ vægt	>60	>41	>26	Høj = 10-12

Der skal gøre opmærksom på, at I_R-værdien foruden at være et selvstændigt mål, også indgår som parameter til at udregne EQR-indeksværdierne.

Vandkemi og fysiske målinger

Vandkemi og fysiske målinger er blevet foretaget i Dystrup Sø i sommeren (maj-september) både i 2020 og 2021. Vandprøverne er blevet udtaget i overensstemmelse med den teknisk anvisning S01. Feltmålinger, måledybder, udtagning af prøver til analyse af vandkemiske parametre samt registrering af vejrlig i søer (version 8).

Vandprøverne til orthofosfat (ortho-p) blev i felten filtreret gennem 45µm nylonfilter. Prøverne blev afhentet af analyseselskabet samme dag, som de blev udtaget i søen. Analyserne af vandkemi blev foretaget af ALS Global, der er akkrediteret til analyserne.

3. Resultater

Opfiskning

Opfiskning blev foretaget ved en kombination af pæleruser og landdragningsvod. Til at supplere disse metoder blev kanalen mellem de to søer kameraovervåget gennem vinteren 2018-19. Dette blev foretaget for at registrere, om skallerne ville søge hertil i løbet af vinteren, hvilket er meget normalt i nogle søer.

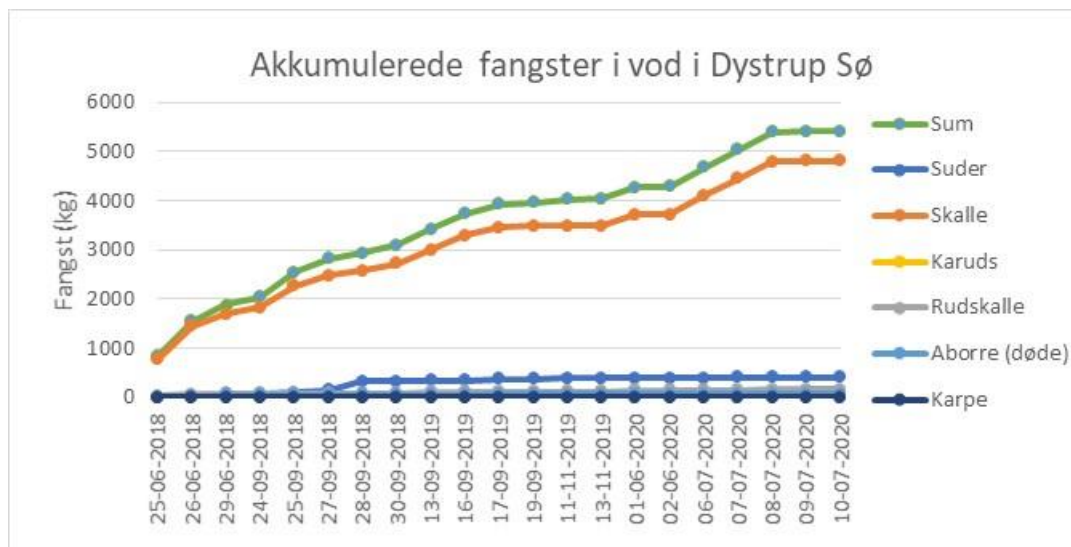
Vodfiskeri

I de 43 vodtræk blev der i alt fanget 5.420 kg fredfisk, heraf 4.813 kg skaller. Rudskaller og sudere bidrog samlet med godt 553 kg. Der blev også fanget en del gedder, ca. 8,6 kg gedder i gennemsnit pr. træk. Hovedparten af gedderne var i god kondition.

Fiskeriet med vod gik overordnet planmæssigt. I juni 2018 blev der gjort store fangster med et gennemsnit pr. træk på ca. 315 kg. I august 2018 aftog dette til ca. 121 kg pr. træk, ganske som forventet. I august 2019 faldt udbyttet yderligere til 110 kg pr. træk og yderligere til 92 kg pr. træk i juni-juli 2020. Det er normalt, at der forekommer nogen årstidsvariation i fangsterne. Sammenlignes sommerfiskeriet 2018 derfor med sommerfiskeriet 2020, ses en stor nedgang i fangsterne pr. træk. Sammenlignes august 2018 med august 2019, hvor der i den mellemliggende periode ingen indsats blev lavet, ses en beskedne nedgang. Indsatsen medio november 2019 gav en lille fangst, hvorfor der kun blev fisket i to dage.



FOTO 2: FANGSTER MED VOD I DYSTRUP SØ



FIGUR 4. DE AKKUMULEREDE FANGSTER I VOD I DYSTRUP SØ.

I juni 2018 udgjorde rovfiskene omkring 15 % af fangsterne i vodfiskeriet. I august 2018 steg dette tal til 20 %, og i august i 2019 udgjorde rovfiskene hele 63 %. I foråret 2020 faldt andelen til godt 7 %, Tabel 2. Det er svært at finde en forklaring på de svingende fangster af rovfisk. Særligt de små fangster i juni-juli 2020 virker besynderlige.

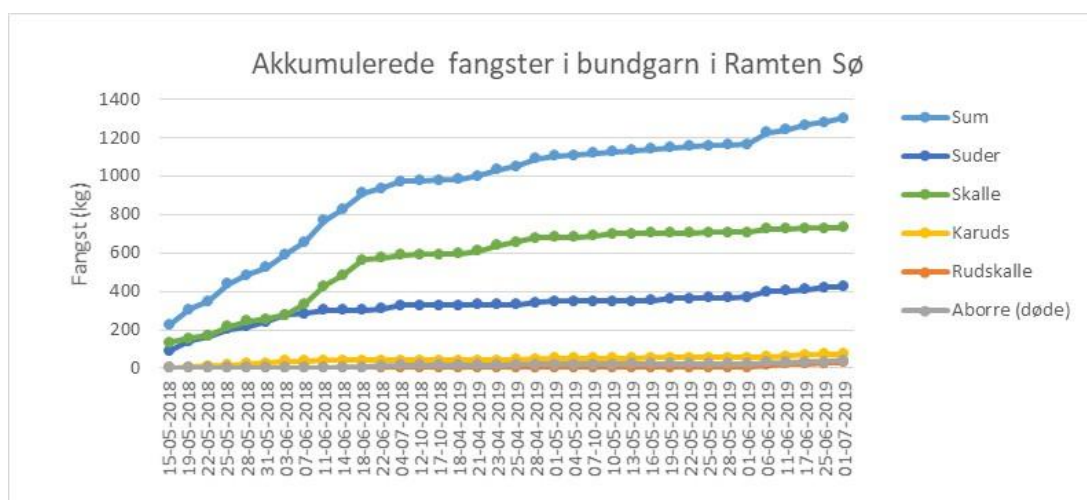
TABEL 2. FANGSTERNE VED VODFISKERIET I OKTOBER 2018, 2019 OG 2020 I DYSTRUP SØ.

År	Uge	# Træk	Destrueret (kg)						Genudsat			% rovfisk
			Skalle	Rudskalle	Suder	Karusse	Aborre	Sum Fredfisk	Aborre (kg)	Gedde (kg)	Ål (stk.)	% Rovfisk af alle fisk
2018	Juni	6	1690	81	53	14	49	1887	10	113	0	15,3
	Aug.	10	1026	0	279	56	0	1207	0	60	0	20,0
2019	Aug.	8	775	42	45	4	11	876	3	11	3	63,0
	Nov.	4	5	0	19	42	0	66	0	0	0	0,0
2020	Jun-Juli	15	1317	22	12	3	8	1383	37	155	7	7,2
Sum		43	4813	145	408	119	68	5419	50	339	10	13,9

Pæleruse (Bundgarn)

Pælerusefiskeriet var målrettet gydeperioden, hvor fredfiskene søger ind i den brednære vegetation (bl.a. søkogleaks og tagrør) for at gyde. De enkelte fiskearter har forskellige specifikke krav til vandtemperaturen på gydetidspunktet. Gedde og Aborre er de første arter, der søger ind på det lave vand langs bredden for at gyde. De har som udgangspunkt deres hovedgydeperiode i april. Herefter følger skalle, der har størst gydeaktivitet ved en temperatur omkring 10-12°C. I Dystrup Sø afsluttes gydesæsonen med suder, der gyder ved en vandtemperatur omkring 18°C.

Der blev i alt røgtet 5 pæleruser 34 gange i søen, dvs. i alt 170 røgtninger. Den samlede akkumulerede fangst i pæleruserne var 1.563 kg. Fangsten bestod hovedsageligt af sudere med 942 kg og af skaller med 315 kg. Der blev også fanget bemærkelsesværdigt mange karusser, i alt 216 kg, Figur 5. Fangsterne var særligt gode det første år, hvor der alene blev fanget knap 1.116 kg. I 2019 startede vi fiskeriet noget tidligere end i 2018, da vi var i tvivl, om vi gik glip af starten af gydningen i 2018. Dette var der dog intet, der tydede på, var tilfældet, da vi kun fangede 448 kg i 2019, Figur 5. At der blev fanget færre fisk i 2019, skyldes formentlig også at der var færre fisk at fange, da de allerede var fisket op i 2018.



FIGUR 5. DE AKKUMULEREDE FANGSTER I BUNDGARN I DYSTRUP SØ.

Fiskeriet med pæleruser i 2018 forløb som forventet. I mange af røgtningerne var fangsterne middelmådige, men enkelte dage omkring gydetidspunkterne for skaller og sudere, steg fangsterne

betydeligt. I 2018 blev der opfisket knap 980 kg med pæleruserne. I 2019 blev ruserne røgtet 21 gange. En enkelt pæleruse blev flyttet, da den næsten ikke fangede noget i 2018. Til trods for dette faldt fangsterne til 1/3, hvilket indikerede, at den samlede fredfiskebestand var blevet reduceret betydeligt ved opfiskningen i 2018.

TABEL 3. FANGSTERNE VED PÆLERUSEFISKERIET I 2018 OG 2019 I DYSTRUP SØ.

År	# røgtninger	Destrueret (kg)					Genudsat (kg)			
		Skalle	Suder	Rudskalle	Karusse	Aborre	Sum Opfisket	Gedde	Aborre	Ål
2018		89,3	851,5	3,0	167,7	3,8	1115,3	305,5	151,2	217,8
2019		226,2	90,7	31,0	49,0	51,1	447,9	111,65	59	85,4
Total		315,4	942,2	34,0	216,7	54,9	1563,1	417,15	210,2	303,2

Vildtkamera i kanalen.

I vinteren 2018-19 blev der opsat et vildtkamera i kanalen. Vildtkameraet kunne fjernbetjenes med SMS, således at kameraet returnerede et billede ved modtagelse af en sms. Kameraet var monteret således at det fokuserede på en hvid plade på bunden af kanalen. Det var således muligt at registrere fisk i kanalen og derved undgå en forgæves køretur. For at kunne tilbageholde fiskene, blev der også opsat "kalve", der efter ruseprincippet skulle forsinke/tilbageholde fiskene og hindre deres vandring tilbage til søen. Der blev i alt taget omkring 235 billeder, dog uden at der blev registreret fisk i kanalen. Systemet blev tilset og testet to gange i løbet af vinteren. En enkelt gang var vandstanden i kanalen så høj, at kameraet var oversvømmet, og kun antennen fra kameraet var over vandspejlet.

Samlede fangster

Samlet blev der opfisket med både pæleruser og vod i alt fanget 5.128 kg skaller, 179 kg rudskaller, 1.350 kg sudere og godt 123 kg små eller døde aborrer samt 335 kg karusser og karper, Tabel 4. Den samlede opfiskede mængde fisk, som spiser dyreplankton, eller fisk med negativ effekt på søens økologi, var således knap 6.982 kg, Tabel 2 og Tabel 3. Der var meget få rovlevende aborrer, hvorimod fangsterne af gedder var noget større og i stort set alle størrelsesgrupper. Meget få rovfisk døde under opfiskningen. I forundersøgelsen blev der estimeret et behov for at opfiske mellem 4,6-6,9 tons fredfisk, for at en reduktion af fredfiskebestanden vil være tilstrækkeligt, til at vende den økologiske balance i søen og få et fiskesamfund domineret af rovfisk.

TABEL 4. SAMLEDE FANGSTER I DYSTRUP SØ UNDER OPFISKNINGEN.

År	Destrueret (kg)					Genudsat (kg)			
	Skalle	Suder	Rudskalle	Karusse	Aborre	Sum Opfisket	Gedde	Aborre	Ål
2018	2.805	1.184	84	237	53	4.209	162	479	218
2019	1.006	155	73	95	62	1.390	62	123	88
2020	1.317	12	22	3	8	1.383	37	155	7
Sum	5.128	1.350	179	335	123	6.982	261	756	313

Ved det netop overståede opfiskningsprojekt blev fredfiskebestanden reduceret med 101-152 %, set i forhold til den mængde der blev estimeret i forundersøgelsen. Der blev under opfiskningen således fjernet 309 kg fredfisk pr. hektar.

Fiskeundersøgelser

Ved fiskeundersøgelserne i Dystrup Sø i 2020 blev der fanget 6 forskellige arter. De 6 arter var fordelt på 977 individer, med en samlet vægt på godt 29 kg, Tabel 5. Antalsmæssigt var aborrer og skaller de mest talrige småfisk <10 cm, og udgjorde tilsammen mere end 90 % af de fangede fisk i denne størrelsesgruppe. Vægtmæssigt udgjorde aborrerne knap halvdelen af biomassen af de små fisk. Af fisk større end 10 cm, var skalle den mest dominerende art og udgjorde i antal mere end 55 % af denne gruppe. Vægtmæssigt var fiskesammensætningen domineret af gedder, der udgjorde ca. 60% af fangsterne i den størrelsesgruppe. Ved fiskeundersøgelsen i 2020 blev der fanget 10 gedder med en gennemsnitlig vægt på ca. 1,6 kg, ligeledes blev der fanget 62 aborrer større end 10 cm og en enkelt stor suder på 1,7 kg, Tabel 5. Det store antal gedder fanget i fiskeundersøgelsen, stemmer godt overens med antallet af gedder fanget i forbindelsen med vodfiskeriet under opfiskningen.

De økologiske nøgletal og en samlet vurdering af fiskesamfundet i 2020 sammenholdt med tidligere år er præsenteret i afsnit 4 – Vurdering af Resultater.

TABEL 5. FANGSTERNE I FISKEUNDERSØGELSEN I DYSTRUP SØ 2020.

Art	< 10 cm				≥ 10 cm			
	Antal		Vægt (g)		Antal		Vægt (g)	
	Sum	CPUE	Sum	CPUE	Sum	CPUE	Sum	CPUE
Aborre	437	72,83	1.201	200,17	62	10,33	1901	316,83
Gedde	0	0,00	0	0,00	10	1,67	16.625	2.770,83
Karusse	1	,17	3	,50	1	,17	835	139,17
Rudskalle	68	11,33	363	60,50	40	6,67	1592	265,33
Skalle	207	34,50	937	156,17	150	25,00	4.087	681,17
Suder	0	0,00	0	0,00	1	,17	1.744	290,67
Sum	713	119	2504	417	264	44	26784	4464

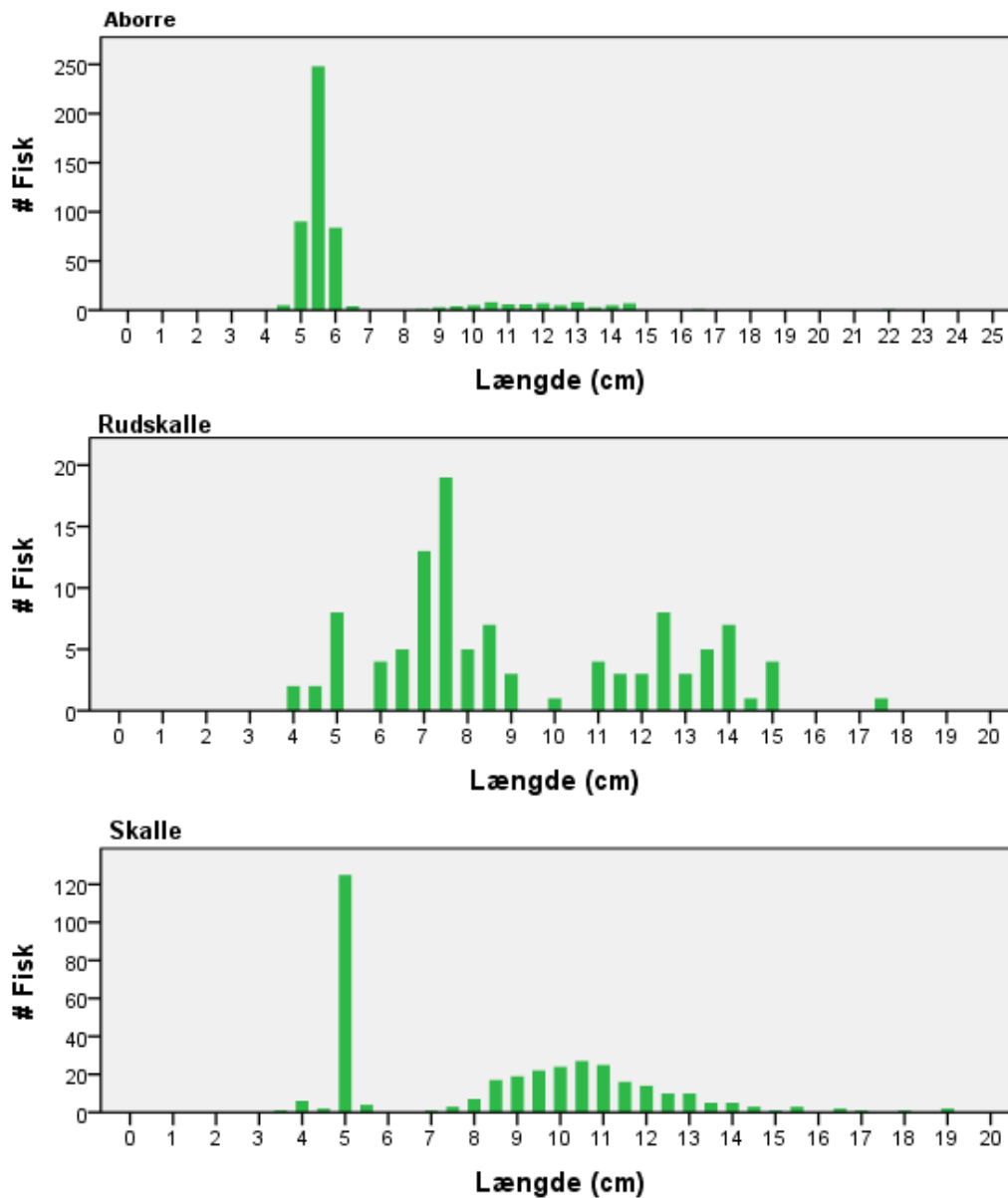
Fiskeundersøgelsen i 2020 viste, at fiskebestanden i Dystrup Sø bestod af et stort antal småfisk, det være sig både aborrer, rudskaller og skaller. Småfisk af disse arter er eksploderet i antal, forårsaget af mindsket fødekonekurrence med større zooplanktivore fisk.

Sammensætning af aborrebekstanden bestod af en stor mængde yngel, dvs. fisk mindre end 7-8 cm, og en beskedne andel af rovlevende aborrer over 14-15 cm samt et enkelt eksemplar over 20 cm, Figur 6. Aborrer i størrelsen 10-13 cm vurderes at være lige på grænsen til at ernære sig som piscivore, og forventes tidligst i 2021 at blive rovlevende. De mange aborrer vurderes ligeledes på sigt at kunne bidrage til en positiv udvikling i søen, da der er stort rekrutteringspotentiale til den rovlevende aborrebekstand. Dette forudsætter dog, at der ikke opstår et tusindebrødre-samfund, dvs. et stort antal zooplanktivore småaborrer, der i sig selv er med til at hindre en aborrebekstand domineret af rovfisk.

Længdefordelingen af rudskaller viser som udgangspunkt 4-5 kohorter mindre end 15 cm, med medianer på henholdsvis 5 cm, 7,5 cm, 11 cm og en gruppe mellem 12-15 cm, der muligvis indeholder flere kohorter. Det kan således konstateres, at bestanden af rudskaller i Dystrup Sø har en stabil rekruttering med succesfuld gydning de fleste år.

Undersøgelsen i 2020 viste også en stor kohorte af 0+ skaller. Foruden 0+ fiskene blev der også fanget mange individer i størrelser fra 8-19 cm. Denne gruppe omfattede flere kohorter. Der blev ligeledes observeret 9 individer over 15 cm, Figur 6. Skaller bliver generelt kønsmodne i danske søer, i en alder af 2-3 år, hvor de typisk har en længde på 9-11 cm, selvom der kan være stor forskel fra sø til sø. I Dystrup Sø forventes skallerne i gruppen 8-12 cm, at være 1+ fisk, der har draget

fordel af den manglende fødekonekurrence fra den store mængde fisk, der er blev fjernet ved biomanipulationen. De tilbageblivende skaller har således opnået en stor vækst. Det vides ikke om de 8-12 cm skaller, der er registreret i undersøgelsen i Dystrup Sø, har sluttet sig til den gydemodne skallebestand i foråret 2021, men det er bestemt en mulighed.



FIGUR 6. LÆNGDEFREKVENSFORDELINGERNE AF ABORRE, RUDSKALLE OG SKALLE VED FISKEUNDERSØGELSERNE I 2020.

Samlet er fiskebestanden i søen på et stadie, hvor de mange småfisk kan forhindre at mere vegetation etableres i søen. I et fremtidigt perspektiv kan dette medføre, at fiskebestandens sammensætning i søen igen udvikler sig i retning af tilstanden fra før opfiskningen med mange fredfisk og ingen rovlevende aborrer.

Vandkemi og fysiske målinger

Samlet viser resultaterne af vandkemien i søen, at der er potentiale til at opnå en god økologisk tilstand i Dystrup Sø.

Total-N

Generelt er den totale kvælstofkoncentration middelhøj i Dystrup Sø i både 2020 og 2021. Der ses dog en tendens til et fald i kvælstofkoncentrationerne fra maj 2020 til september 2021, og endte ved sidste måling i 2021 at falde til 0,75 mg total-N/l. Koncentrationer lavere end 1,2 mg Total-N/l, er det niveau, hvor kvælstof i tilfælde af total-P koncentration over 0,06-0,08 mg/l vil kunne medvirke til et øget klorofyl-a indhold i vandet (Sara Olsen et. al., 2016), Figur 7. Ved stigende Total-P niveauer kan kvælstofniveauet således bidrage til at reducere planteplanktonproduktionen.

Total-P og Ortho-P

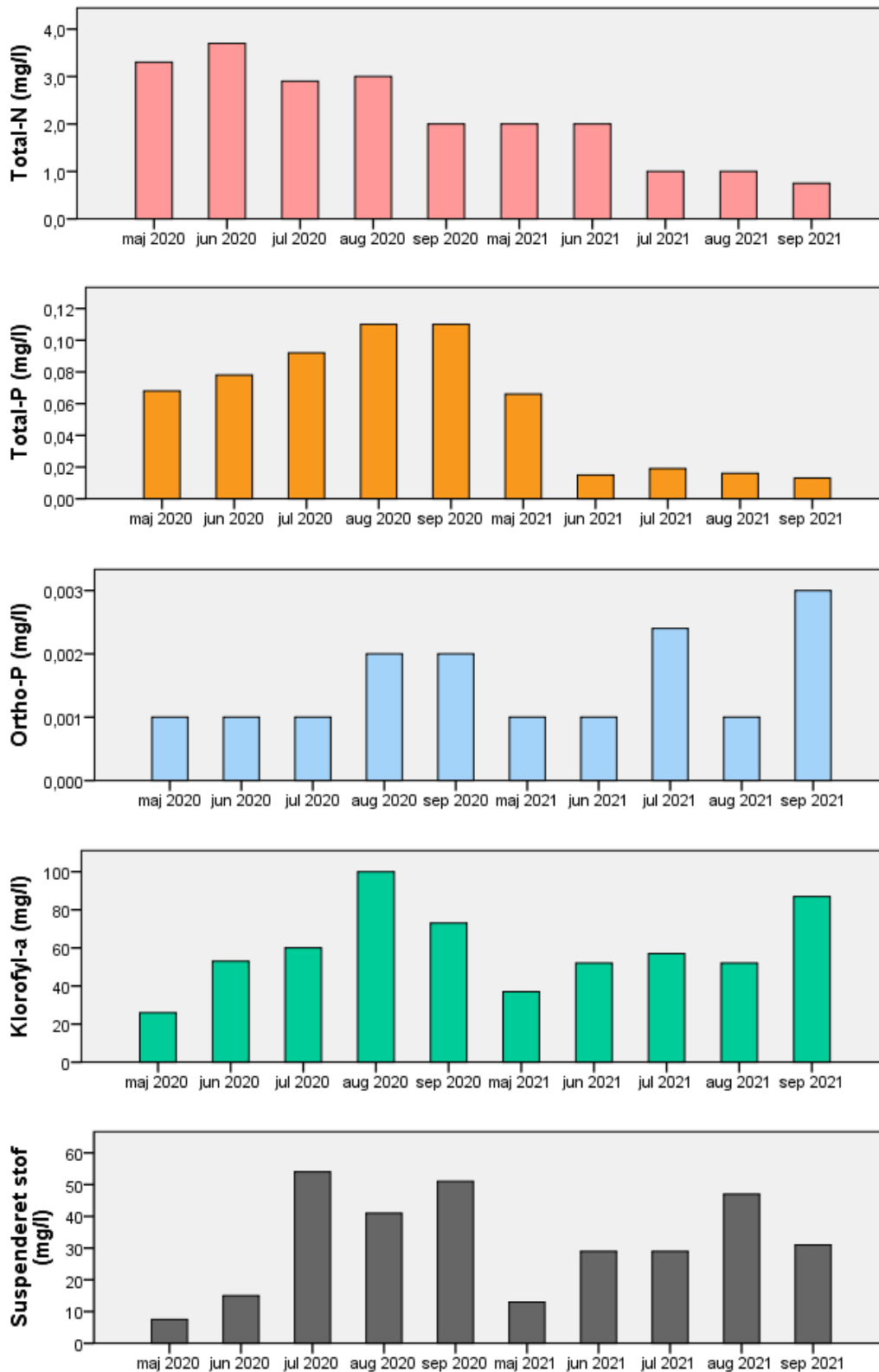
Målingerne af Total-P i sommerperioden 2020 var i gennemsnit 0,092 mg/l, hvilket er væsentlig højere end i 2021, hvor det gennemsnitlige niveau var på 0,026 mg P/l, Figur 7. Total-P sommergennemsnittet var således på niveau med eller lavere, end de anbefalede 0,05-0,07 mg P/l, der ifølge Vandområdeplan 2015-2021, er en forudsætning for at opnå "god økologisk tilstand" i lavvandede søer. Årsagen til den betydelige reduktion fra 2020 til 2021 er svær at redegøre for præcist, da dette sandsynligvis er drevet af flere faktorer. Opfiskningen kan være en medvirkende årsag, da reduktionen af sudere har betydet en reduceret re-suspension. Ligeledes kan det have betydning, at der blev trukket vand i forsommeren 2020, hvilket kan have medvirket til at frigive fosfor fra bundsedimenterne, da vandet uundgåeligt mekanisk har rodet op i bunden. Niveauet af ortho-p var meget lavt i de fleste vandprøver <0,001 mg OP/l, Figur 7. De højeste ortho-P niveauer blev registreret i juli og september 2021. Dette peger i retning af, at der Dystrup Sø, i disse perioder, var et øget græsningstryk på planteplanktonet, (Liboriussen et.al., 2007).

Klorofyl-a

Klorofyl-a koncentrationen i 2020 havde et middelhøj sommergennemsnit i både 2020 og 2021, med henholdsvis 62,4 µg/l og 57 µg/l, Figur 7. Til sammenligning er den målsatte værdi i Vandområdeplan 2015-2021 25 µg/l for "god økologisk" tilstand i lavvandede ferske søer, og Dystrup Sø har således, isoleret set ud fra klorofyl-a, ikke opnået god økologisk tilstand. Klorofyl-a niveauet i Dystrup Sø er primært styret af tilgængeligheden og sammensætningen af næringsstoffer, i samspil med græsningstrykket fra zooplanktivore fisk. Koncentrationerne af ortho-P var, som allerede beskrevet, periodevis høj, hvilket var sammenfaldende med høje klorofyl-a koncentrationer. Det formodes derfor, at den frit tilgængelig fosfor har forårsaget en stor primærproduktion, og at mængden af zooplankton har været nedgræsset af fredfiskene.

Suspenderet sediment

Niveauet af suspenderet sediment var højest i 2020, og særligt efter juni/juli, hvilket er kort efter de sidste vodtræk i søen, hvor der tilmed blev fanget meget sediment i vandet pga. de "flydende øer". I 2021 faldt niveauet marginalt fra et sommergennemsnit på 34 mg/l i 2020 til 30 mg/l, Figur 7. At koncentrationerne af suspenderet sediment ikke blev reduceret yderligere fra 2020 til 2021, er uventet. Det kan dog skyldes, at det øverste sedimentlag (0,5-1m) i Dystrup Sø er meget dyndet, og let re-suspenderes i forbindelse med blæsevejr. Ligeledes er der ikke registreret væsentlig undervandsvegetation, som ellers kunne mindske bølgepåvirkningen og via deres rødder være med til at stabilisere sedimentet.



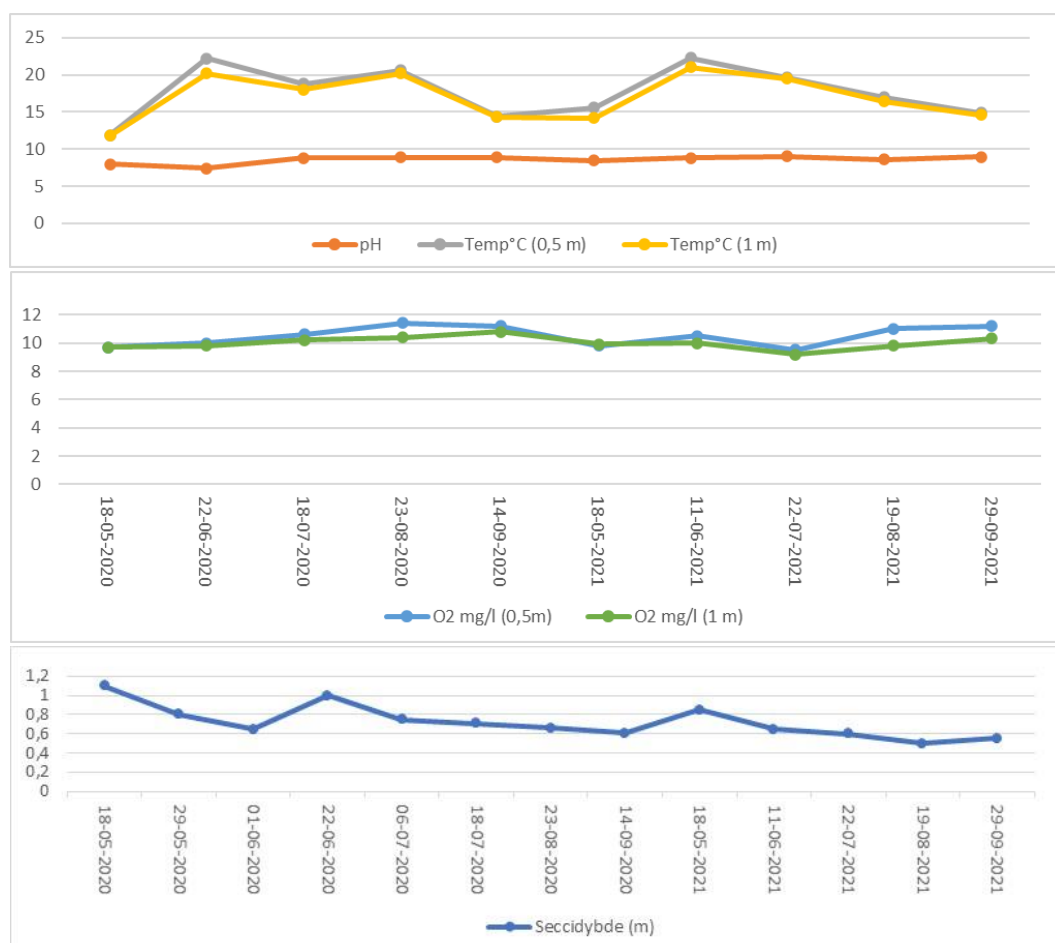
FIGUR 7. VANDKEMI I DYSTRUP SØ I 2020 OG 2021.

Fysiske målinger

Secchi-dybde eller sigtdybde er et mål for hvor langt sollyset trænger ned i vandsøjlen. En tommelfingerregel siger, at den fotiske zone, dvs. den dybde hvori vandplanter har mulighed for at etablere sig, er ca. 2 gange sigtdybden. I Dystrup Sø var sigtdybden i sommeren 2020 i gennemsnit 0,79 meter, og i 2021 var sommergennemsnittet 0,63 meter, Figur 8. Da dybden i størstedelen af Dystrup Sø er mindre end 1 meter, har vandplanterne god mulighed for at spire og etablere sig over hele søen. Dette er dog ikke sket endnu, selvom der er registreret kruset-vandaks og græsbladet vandaks. Kruset-vandaks blev registreret enkelte gange i voddet i den vestlige del af søen, og græsbladet vandaks blev observeret langs den nordligere bred.

pH har gennem hele miljøovervågningen ligget højt i forhold til mange danske søer med et niveau lige under 9, Figur 8. Umiddelbart er dette ingen trussel for søens mulighed for at opnå en god økologisk tilstand. pH har dog indflydelse på mulighederne for alternative restaureringstiltag, da aluminiumbehandling kan påvirkes af høje pH-værdier, se afsnit 0 – Vurdering af behov for supplerende tiltag.

Da søen er meget lavvandet, er temperaturen omtrent den samme i overfladen som ved bunden, dvs. uden lagdeling. Vandsøjlen i søen var på alle prøvedatoer veliltet, og lå generelt over 9 mg O₂/l, Figur 8.



FIGUR 8. FYSISKE MÅLINGER I DYSTRUP SØ I 2020 OG 2021.

4. Vurdering af resultater

Opfiskning

I forundersøgelsen blev det ved et groft estimat vurderet, at der skulle fjernes ca. mellem 4,6-6,9 tons fredfisk fra søen. Med ca. 6.993 kg blev den estimerede mængde opfisket over en periode på godt to år. Biomasseestimatene i forundersøgelsen er estimeret ud fra en fjernelse af 200-300 kg pr. hektar, og dette er behæftet med betydelige usikkerheder. På baggrund af udviklingen i de akkumulerede fangster i pæleruserne, Figur 4, ses en fornuftig reduktion i fangsterne fra 2018 til 2019. Figur 5 der viser de akkumulerede fangster i vodfiskeriet, indikerer i nogen grad tegn på faldende fangster i slutning af opfiskningsperioden, hvilket vurderes at være et tegn på, at fiskebestanden er blevet reduceret.

I forbindelsen med vodfiskeriet blev der fanget mange gedder. Fangsten af gedder forblev på et jævnt niveau igennem hele opfiskningsperioden, hvilket igen indikerer, at effektiviteten af voddet i de enkelte træk har være meget ens. I henhold til vodfangsterne vurderes geddebestanden i søen at være fin, med gedder i mange størrelsesgrupper. Der blev desuden kun fanget få rovlevende aborrer og kun enkelte individer større end 20 cm. Manglen på rovlevende aborrer vurderes at være en trussel for søens økologiske tilstand og er medvirkende til, at fredfiskene hurtigt kompenserer i antal trods de gennemførte indgreb, ligesom det var tilfældet kort tid efter de tidligere indgreb i fiskebestanden i både 1995-98 og 2002-2004.

Fiskeundersøgelserne

Indsatsen med opfiskningen har gjort et stort indhug i den samlede bestand af fisk i Dystrup Sø og næsten halveret fredfiskebestanden i søen set i forhold til undersøgelsen fra 2013. Målet var at fjerne 80% af fredfiskene i søen, men ud fra fiskeundersøgelserdata, med de usikkerheder disse data indebærer, er dette ikke lykket, Tabel 6. Skaller mindre end 10 cm er dog blevet reduceret med hele 70 %, hvilket er godt, taget i betragtning af, at det er netop denne størrelsesgruppe, der ofte bliver ekstrem talrige efter et indgreb i fredfiskebestanden. I 2020 blev der fanget 62 eksemplarer af aborrer over 10 cm. Dette er en positiv udvikling i søen, da der ikke blev registreret aborrer >10 cm i 2013. Ligeledes blev der fanget flere småaborrer i 2013 set i forhold til 2020. Der er således et stort rekrutteringspotentiale for en større bestand af rovlevende aborrer. I undersøgelsen i 2020 blev der også fanget flere og større gedder end 2013. Den potentielle rovfiskebestand er således styrket betydeligt ved indgrebet.

I undersøgelsen i 2020 blev der også fanget flere rudskaller end i 2013. Hovedbestanddelen i rudskallernes diæt er vegetation, det kan i mange tilfælde have en negativ effekt på søernes økologi, særligt i de søer, som Dystrup Sø, hvor vegetationen er meget sparsom, (Carl & Møller, 2012). I Dystrup Sø kan rudskallerne græsse på de nye planteskud i en sådan grad, at vegetationen kan have svært ved at etableres. I Dystrup Sø kan den meget dyndede søbund også være medvirkende til, at vegetationen har svært ved at etableres.

Fiskesammensætningen i undersøgelsen fra 2013 var præget af flere fisk, men en mindre biomasse end i 2020. Dette skyldes, at der i 2020 blev fanget 10 gedder med en samlet vægt på godt 16 kilo.

Biomassen af sudere blevet reduceret fra 2013 til 2020, det skal i denne sammenhæng fremhæves, at der kun blev fanget en stor suder i 2013 og en lille suder i 2020. At der ikke blev fanget store sudere i 2020, hvilket virker som en logisk effekt af, at der ved opfiskningen er blevet fjernet godt 900 kg sudere fra søen. Omvendt afspejler dette også usikkerhederne ved fiskeundersøgelserne, da tilfældige fangster af mindre talrige store individer kan ændre det samlede resultat af en

fiskeundersøgelse. At der er fjernet mange sudere fra søen, er godt for søens økologi. Sudere har i store træk samme effekt på søernes økologi som brasen, da de begge "graver" i bunden i forbindelse med fødesøgning, og derved bidrager til stor re-suspension af søbunden, samt hindrer planterne i at få rodfæste. Fjernelse af sudere har således stor gavnlige effekt på søen, og i særdeleshed i Dystrup Sø, da den i forvejen har et meget dyndet overfladesediment.

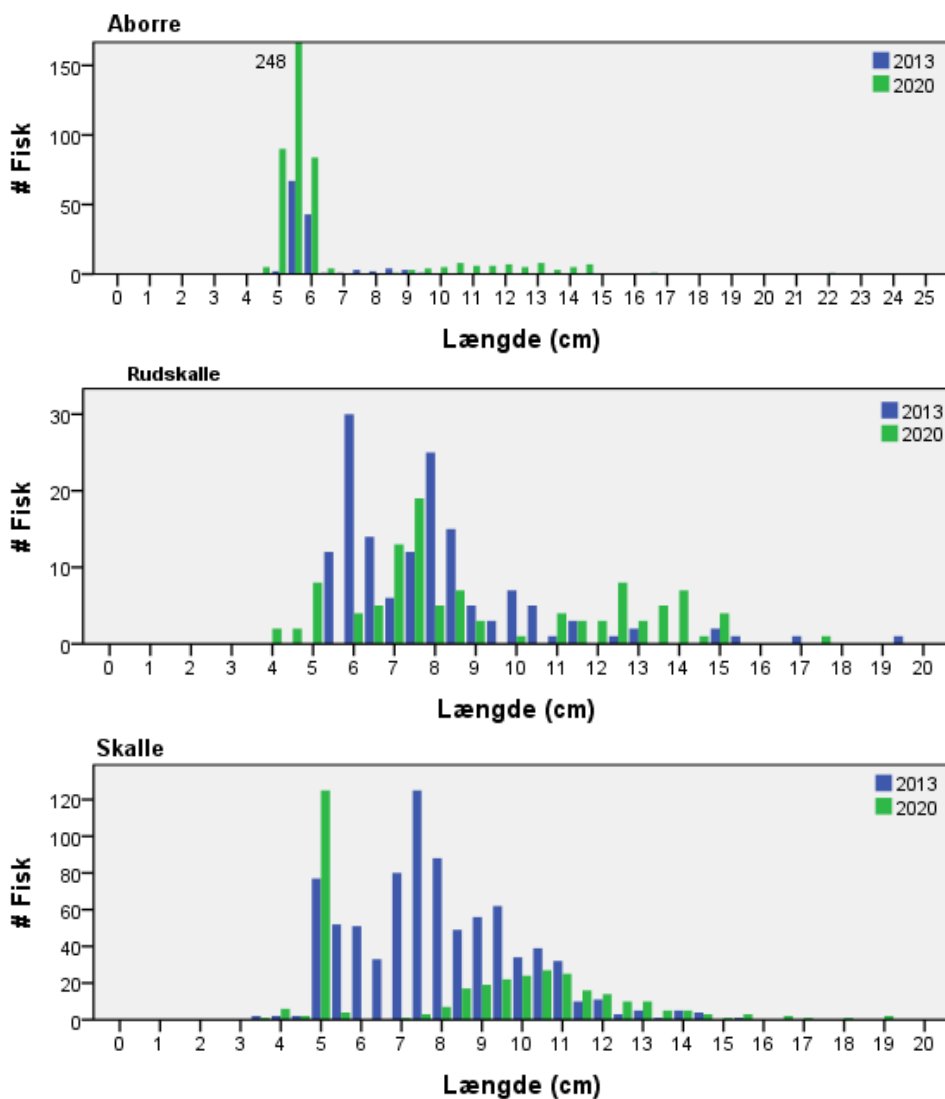
TABEL 6. FANGSTERNE I FISKEUNDERSØGELSERNE I DYSTRUP SØ I 2013 OG 2020.

År	Art	< 10 cm		≥ 10 cm	
		CPUE-antal	CPUE-vægt	CPUE-antal	CPUE-vægt
2013	Aborre	21,17	74,43	0,00	0,00
	Gedde	0,00	0,00	0,67	733,00
	Karusse	0,00	0,00	0,17	4,91
	Rudskalle	20,33	123,29	4,00	123,78
	Skalle	113,17	670,92	24,17	485,00
	Suder	0,00	0,00	1,17	1.629,07
Sum	Alle	154,67	868,64	30,17	2.975,76
2020	Aborre	72,83	200,17	10,33	316,83
	Gedde	0,00	0,00	1,67	2.770,83
	Karusse	0,17	0,50	0,17	139,17
	Rudskalle	11,33	60,50	6,67	265,33
	Skalle	34,50	156,17	25,00	681,17
	Suder	0,00	0,00	0,17	290,67
Sum	Alle	118,83	417,33	44,00	4.464,00

I undersøgelserne fra både 2013 og 2020 blev der fanget et stort antal småaborrer. I 2020 var fangsten af småaborre faktisk så stor, at bestanden viste tegn på et tusindebrødre-samfund. I 2013 blev der ikke fanget en eneste aborre større end 10 cm. I 2020 blev der i alt fanget 62 aborrer større end 10 cm og en enkelt på 22cm. Af aborrer større end 9-10 cm blev der således fanget betydelige flere i 2020 end i 2013. Dette skyldtes sandsynligvis, at opfiskningen gav bedre levevilkår for denne gruppe, der fouragerer på bunddyr. Det er også fisk i denne gruppe der blev talrigt genudsat i forbindelse med opfiskningen.

Længdefordelingen af rudskaller viser samme mønster begge år med den forskel, at der i 2020 blev fanget væsentlig flere rudskaller end i 2013, Figur 9.

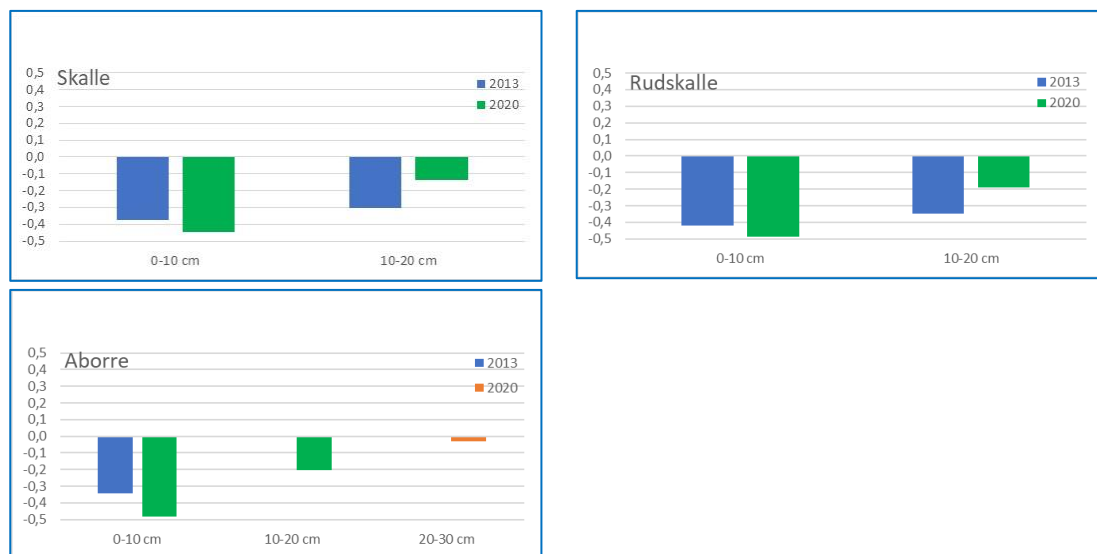
Skallerne viser en lidt besynderlig længdefordeling i 2020, hvor der i det store hele mangler fisk i størrelserne 5,5-8,5 cm, dvs. den størrelsesgruppe hvor rudskallerne var særlig talrige, Figur 9 (dette blev også observeret i Ramten Sø). Dette blev opdaget allerede under feltarbejdet, hvilket medførte ekstra grundig kontrol af artsadskillelse af netop rudskaller og skaller. Skaller har en meget stor kohorte af årsyngel 0+ fisk med en længde på ca. 5 cm. Fordelingen af skaller over 10 cm var overordnet ens begge år. Dette er imod forventningen om, at andelen af store skaller ville være blevet reduceret betydeligt i forbindelse med opfiskningen. Årsagen til, at der i 2020 stadigvæk var mange større skaller, kan være, at de har udnyttet de gunstige fødeforhold, og den skallelyngel der ikke var fangbare på opfiskningstidspunktet, har opnået en eksplosiv vækst.



FIGUR 9. LÆNGDEFREKVENS DIAGRAMMER FOR ABORRE, RUDSKALLE OG SKALLE I DYSTRUP DE SENESTE TO UNDERSØGELSER.

I forbindelse med fiskeundersøgelserne i både 2013 og 2020 blev der udtaget individer til individuel længde-vægt målinger. Ud fra disse data kan der fastlægges en artsspecifik gennemsnitlig konditionsfaktor, der er et udtryk for, hvor velnærede fiskene er. Alle fiskearter i Dystrup Sø har generelt en lavere kondition end gennemsnittene af udvalgte lignende lavvandede danske søer, Figur 10. Aborrer og skaller udviser samme tendens, hvor det af Figur 10 kan udledes, at små skaller, rudskaller og aborrer før opfiskningen var mere velnærede end i 2020, og at konditionen for de lidt større rudskaller og aborrer var en smule bedre efter opfiskningen. At de større aborrer har bedre kondition efter opfiskningen, skal ses som et godt tegn, da det kan medvirke til, at de hurtigere når det rovlende stadie. Rudskaller har ligeledes nydt godt af opfiskningen, der med al sandsynlighed har medført, at flere plantefrø har spiret og derigennem sørget for mere føde til rudskallerne. Rudskallerne konditionsindeks er således steget efter opfiskningen.

Ud fra konditionen af de tre mest betydende arter i Dystrup Sø, kan det udledes, at opfiskningen har haft den ønskede effekt. Småfiskene har fået det markant sværere, og de store fisk trives bedre.



FIGUR 10. KONDITIONSFAKTOREN FOR SKALLER, RUDSKALLER OG ABORRE I DYSTRUP SØ 2013 OG 2020, INDEKSERET I FORHOLD TIL UNDERSØGELSER I EN RÆKKE ANDRE LIGNENDE SØER I DANMARK.

Tidligere undersøgelser

Fiskeundersøgelser er som allerede nævnt forbundet med en del usikkerheder. Alligevel er CPUE-vægt værdien for fredfisk i 2020 sammenholdt med alle CPUE-vægt værdier for tidligere fiskeundersøgelser foretaget siden 1994, Tabel 7 & Tabel 8. For at sammenligne NOVA med NOVANA garn er fangsterne i undersøgelsen fra 1994 multipliceret med 0,71, hvor der er anvendt NOVA garn. Ligeledes er fisk, som er fanget i tillægssektionerne i NOVANA garnene, ikke medtaget. Af tabellerne fremgår det, at den netop overståede opfiskning, har reduceret biomassen af fredfisk i Dystrup Sø sammenlignet med mange af de tidligere undersøgelser, og i særdeleshed i forhold til 2004-undersøgelsen. I 1994 var CPUE-biomasse noget lavere end i 2020. 1994 undersøgelsen omfattede da også "kun" tre garn, og resultaterne skal derfor evalueres med forsigtighed. I forhold til undersøgelsen fra 2004, kort efter forrige indgreb i fredfiskebestanden i 2002-2004, er CPUE for fredfiskebiomassen i 2020 reduceret med godt 70%. Med de usikkerheder der er i forbindelse med fiskeundersøgelserne i mente, tyder det på, at rovfiskebestanden har svært ved at kontrollere fredfiskebestanden i Dystrup Sø. Efter de tidligere opfiskninger viste det sig, at fredfiskene er hurtigere end rovfiskene til at udnytte de nye gunstige forhold og øge deres vækst nærmest eksplosiv. Det er derfor ikke utænkeligt, at dette vil ske igen, da aborrerne i Dystrup Sø har en vis træghed i at blive rovlevende, og aborrebestandens sammensætning formodes at være nøglen til en rovfiskedominerede sø. Et scenarie med en eksplosiv tilvækst af fredfisk inden for en kort årrække, er derfor temmelig sandsynlig, til trods for de relativt mange og store gedder og det lave næringsstofniveau.

TABEL 7. FANGSTERNE AF FREDFISK, ABORRE OG GEDDE I FISKEUNDERSØGELSERNE I DYSTRUP SØ SIDEN 1994 (FANGSTER I NOVA UNDERSØGELSEN FRA 1994 ER MULTIPLICERET MED 0,71 FOR SAMMENLIGNING MED NOVANA GARN).

År	Art/gruppe	CPUE-antal	CPUE-vægt
1994	Aborre > 10 cm	13,7	718,0
	Gedde	0,9	2.790,8
	Fredfisk + fisk <10cm	17,0	477,8
2004	Aborre > 10 cm	0,3	12,9
	Gedde	0,5	797,0
	Fredfisk + fisk <10cm	267,3	6.659,4
2013	Aborre > 10 cm	0,0	0,0
	Gedde	0,7	733,0
	Fredfisk + fisk <10cm	184,0	3106,5
2020	Aborre > 10 cm	10,3	316,8
	Gedde	1,7	2.770,8
	Fredfisk + fisk <10cm	150,8	1.793,7

Rudskaller er kun som helt små er zooplanktivore og bliver som større herbivore. De store rudskaller har således en stor negativ effekt på søer, hvor vandplanter har svært ved at etablere sig, men har kun en mindre effekt på mængden af zooplankton. I en vurdering af ændringerne af zooplanktivore fisk er rudskaller således ikke medtaget i Tabel 8. Tabellen viser at mængden af zooplanktivore fisk i 2020 er reduceret i forhold til 2004 og 2013, hvilket tegner godt for fremtidsperspektiverne for søen.

TABEL 8. DEN PROCENTUELLE REDUKTION I SKALLER, KARUSSE OG SUDER (IKKE RUDSKALLER) I DYSTRUP SØ I 2020 I FORHOLD TIL TIDLIGERE UNDERSØGELSER (GRØN = EFTER TIDLIGERE OPFISKNINGER).

År	Reduktion %
2020 vs. 1994	-232,4
2020 vs. 2004	73,4
2020 vs. 2013	48,7

Fiskeøkologiske nøgletal

De fire nøgletal er udregnet, for fiskeundersøgelserne foretaget i Dystrup Sø siden 1994. Indekstallene for 1994, den eneste undersøgelse før indgrebene i 1994-1998 og 2002-2004, viser at fiskebestanden i Dystrup Sø i 1994 var domineret af rovfisk, og at fredfiskene kun udgjorde en lille andel af den samlede biomasse.

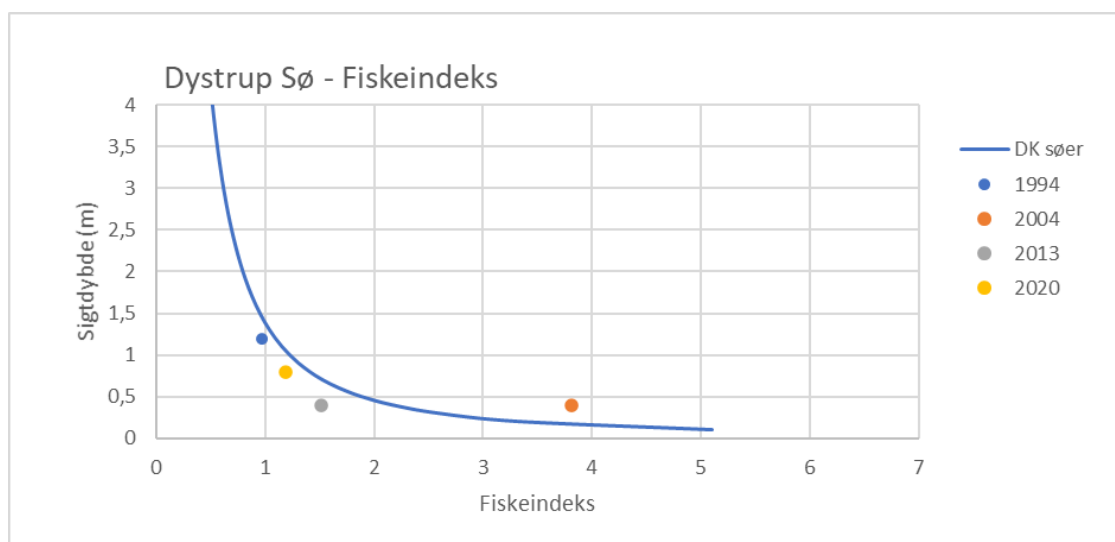
Efter opfiskningerne i 1994-1998 og igen fra 2002-2004 var det forventeligt, at nøgletallene for søen i 2004 ville være blevet forbedret. Dette viste sig dog ikke at være tilfældet. Tværtimod var søen i den dårligste forfatning, set ud fra fiskebestanden i de fire undersøgelser i perioden 1994-2020. Undersøgelsen fra 2020, efter seneste opfiskning, viste en klar fremgang i de økologiske parametre for søen, der har afsæt i fiskebestanden, Tabel 9. De økologiske nøgletal skal dog tolkes med et vist forbehold, da der er en usikkerhed forbundet med fiskeundersøgelserne, i og med at enkelte store fisk har stor indflydelse på resultaterne.

Skidtfiskeindekset er ganske som forventet faldet i forbindelse med opfiskningen. Reduktion ved afslutningen af opfiskningen i 2020 er desværre ikke så markant, som man umiddelbart kunne forvente/ønske, set i lyset af, at der er fjernet knap 6,67 ton skaller, rudskaller og sudere fra søen. Grunden til at skidtfiskeindekset stadig er relativt højt, er at rekrutteringen af rovlevende aborrer endnu ikke har slået igennem i en udstrækning, hvor søen styres af Top-Down kontrol. I

undersøgelsen fra 2020 er der registreret en stor gruppe af aborrer i størrelsen 8-15 cm, Figur 6, dvs. aborrer der formodes snart at blive rovlevende, men stadigvæk er zooplanktivore eller bentivore, og derved modarbejder bestræbelserne på at skabe en klarvandet sø.

Fiskeindekset (F_I) er medtaget i denne rapport, da det inddrager store fredfisk som brasen, sudere og karper. Her ses det, at sigtdybden stiger eksponentiel med faldende fiskeindeks. Fiskeindekset for fiskeundersøgelserne i 2020 efter opfiskningen ligger på 1,19 Tabel 9. Der kan således forventes en sommersigtdybde op til 1,2 meter. Da Dystrup Sø har en max. dybde på blot 1,2-1,5 meter, betyder dette, at den fotiske zone teoretisk forventes at nå bunden. I 2020 og 2021 blev der i overvågningen målt en sommersigtdybde på henholdsvis 0,8 m og 0,6 m. Disse sigtdybder vurderes at give tilstrækkeligt lys til bunden over store dele af søen, og det må formodes, at den øgede sigtdybde hjælper aborrerne med at blive piscivore.

EQR-værdierne er udarbejdet af DCE med henblik på at kunne klassificere danske søers økologiske tilstand i fem kategorier, på baggrund af bl.a. fiskebestandene i de enkelte søer. Søerne bliver således klassificeret fra 1 (dårlig) til 5 (høj) økologisk tilstand, Tabel 1. Inden indgrebene i Dystrup Sø, i 1994, blev søen klassificeret som værende i en "Høj" økologiske tilstand, med en score på 12 jf. Tabel 1. Årsagen til datidens økologiske tilstand formodes at skyldes nogle hårde vintre der forårsagede omfattende iltsvind og fiskedød efter længere tids isdække. I undersøgelsen foretaget i både 2004 og 2013 blev scorerne henholdsvis 0 og 2, der klassificeres som dårlig økologisk tilstand, Tabel 9. Årsagen til denne lave score er flere, men i særdeleshed få gedder og rovlevende aborrer (ingen aborre >10 cm i 2013) er hovedfaktorerne for de dårlige klassificeringer. I 2020 opnåede Dystrup Sø scorer på 8, hvilket er en "God" økologisk tilstand, til trods for de mange småfisk. Den fine score er således primært genereret af de mange store gedder, og at der igen blev fanget aborrer over 10 cm i Dystrup Sø. De mange småfisk vurderes i fremtiden at udgøre en trussel for søens tilstand.



FIGUR 11. SOMMERMIDDEL SIGTDYBDEN SAMMENHOLDT MED ET FISKEINDEKS I EN RÆKKE DANSKE SØER OG I DYSTRUP SØ I 1994, 2004, 2019 OG 2020 (BEMÆRK AT DER VAR SIGT TIL BUNDEN I 1994 – HAVDE SØEN VÆRE DYBERE KUNNE SIGTDYBDEN HAVE VÆRET STØRRE).

TABEL 9. ØKOLOGISKE NØGLETAL FOR FISKEBESTANDEN I DYSTRUP SØ (LYSEGRØN ER ÅR KORT EFTER OPFISKNINGER).

År	Sommersigt- dybde (M)	Rovfiskeindeks (I_R)	Skidtfiskeindeks (I_S)	Fiskeindeks (I_F) (Forundersøgelse)	EQR- værdi	Økologisk tilstand jf. EQR

1994	1,2*	0,42	0,88	0,97	12	Høj
2004	0,4	1,00	0,12	3,81	0	Dårlig
2013	0,4**	1,00	0,19	1,52	2	Dårlig
2020	0,8	0,76	0,63	1,19	8	God
2021	0,6	-	-	-	-	-

* 1995

** 2010

Vandkemi

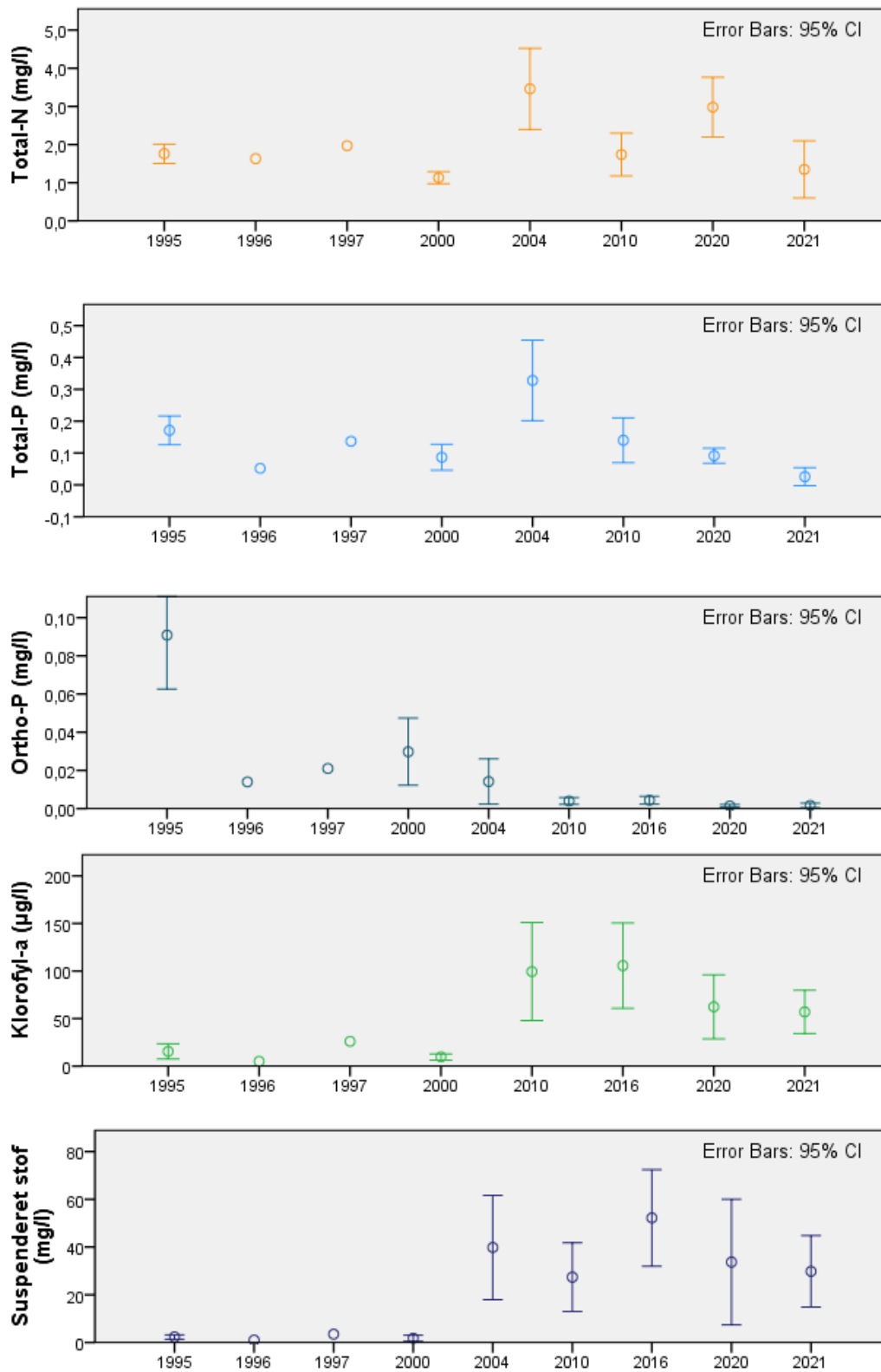
De gennemsnitlige sommerniveauer af Total-N i Dystrup Sø har siden 1995 ligget på relativt stabile niveauer, hvor de i store træk har ligget indenfor 1 - 2 mg/l, på nær i 2004 og 2020. Ved Total-N niveauer over 1 mg/l forventes planteplankton ikke at være kvælstofbegrænset.

Sommergennemsnittet for total fosfor har svinget meget i perioden 1995-2021. Den højeste værdi blev målt i 2004 med hele 328 µg/l, og i 2021 blev der målt et gennemsnit 25,8 µg/l, der er det laveste niveau af Total-P siden 1995. Sommergennemsnittene af ortho-P i 2020 og 2021 er ligeledes lavere end de tidligere undersøgte år, og særligt i forhold til perioden 1995-2004, Figur 12.

I 2020 og 2021 er ortho-P værdierne under detektionsgrænsen på 0,001 mg/l i mange af vandprøverne, hvilket giver et sommergennemsnit under 0,002 mg/l, dvs. på et niveau der bør være begrænsende for planktonvækst. Klorofyl-a niveauerne har varieret fra år til år de seneste 25 år, og klorofyl-a og Total-P koncentrationerne co-varierer i nogen grad. Det er således tydeligt, at planteplanktonproduktionen i søen er fosforbegrænset, og den megen vegetation i Dystrup Sø, i perioden frem til 2003, har haft en betydelig indflydelse på mængden af klorofyl-a i søen.

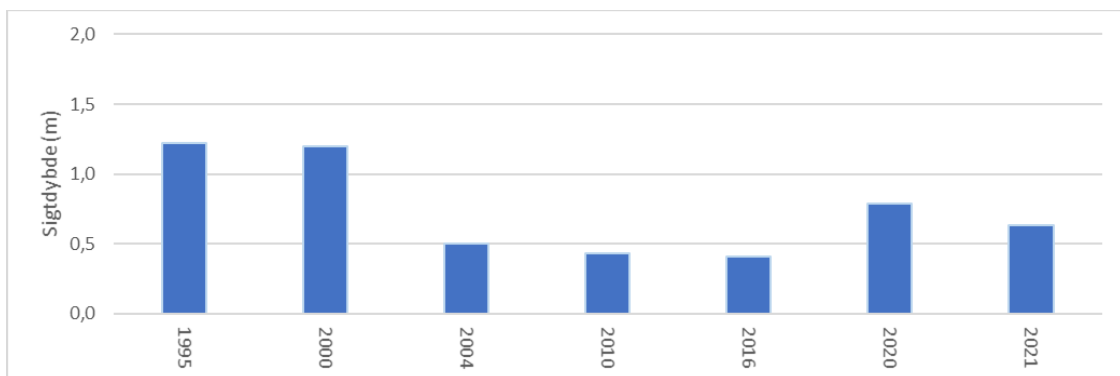
Koncentrationer af suspenderet sediment i Dystrup Sø har historisk haft store udsving. Som for Klorofyl-a har de store mængder vegetation haft stor indflydelse på mængden af suspenderet stof. Vegetation har således haft held til at stabilisere søbunden, og derved undgå re-suspension af sedimenterne. I forbindelse med den seneste opfiskningsindsats er der også observeret en nedgang i klorofyl-a, men ikke i mængden af suspenderet sediment. Den reducerede mængde klorofyl-a er forårsaget af de lave total-P koncentrationer. Den store mængde suspenderede sediment skyldes, at søbunden ikke er stabiliseret pga. manglende vegetation i 2020 og 2021. Overordnet må det siges, at opfiskningen i 2018-2020 har haft en god effekt på vandkvaliteten. Søbunden mangler dog at blive stabiliseret, således at vegetation kan etablere sig, og det til trods for at der er fjernet mange sudere.

Samlet vurderes søens vandkemi at have en kvalitet, hvor der for Total-P og ortho-P er tale om en "God/moderat økologisk tilstand", da sommergennemsnittene af Total-P koncentrationerne var 91,6 µg P/l i 2020 og 25,8 µg P/l i 2021, og grænsen for "God" økologiske tilstand er 60 µg P/l i lavvandede ferske søer, (Søndergaard et al., 2019). Klorofyl-a koncentrationerne i Dystrup Sø i 2020 og 2021 var henholdsvis 62,4 og 57 µg/l. Dette er væsentligt over kriteriet på 25 µg/l, som er grænsen for god økologisk tilstand og lidt højere end 56 µg/l, der er grænsen for mellem "Moderat" og "Ringe" økologisk tilstand, (BEK nr 1001 af 29/06/2016, 2016).



FIGUR 12. VANDKEMI I DYSTRUP SØ I PERIODEN FRA 1995-2021.

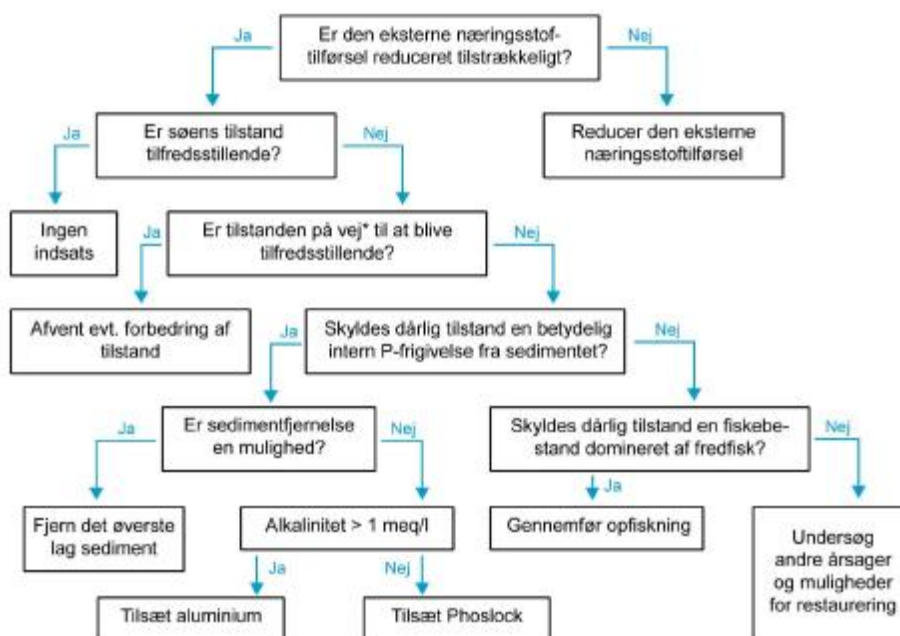
Den gennemsnitlige sommersigt dybde i Dystrup Sø har været varierende i takt med udviklingen i de vandkemiske forhold og mængden af vegetation i søen. Sidstnævnte kollapsede i 2003. Det ses, at opfiskningen i 2002-2004 ikke har resulteret i en øget sigt dybde, tværtimod. Ved opfiskningsindsatserne i 2018-2020 er der dog målt en øget sigt dybde, men ikke til samme niveau som i årene 1995 og 2000, hvor der har været sigt til bunden. I 2020 og 2021 blev der således registeret det klareste vand i sommerperioden i søen siden 2000 med en sommersigt på 0,79 m i 2020 og 0,63 m i 2021, Figur 13. Disse sigt dybder må formodes at give tilstrækkeligt lys til bunden, så vandplanterne vil kunne spire og overleve. Årsagen til at vandplanterne endnu ikke har etableret sig, tilskrives at søbunden er meget ustabil og nemt re-suspenderes og der periodevis er observeret mange planteædende fugle, herunder særligt grågæs i hvoraf der er registreret op til 424 fouragerende individer, (DOF-databasen, 2022).



FIGUR 13. FYSISKE MÅLINGER I DYSTRUP SØ I PERIODEN FRA 1995-2021.

5. Vurdering af behov for supplerende tiltag

Til at vurdere om der er behov for supplerende tiltag i Dystrup Sø, anvendes monitoringsdata fra 2020 og 2021 samt informationer om sedimentet fra forundersøgelsen. For at vurdere, hvilke supplerende tiltag der bør iværksættes anvendes nedenstående flowdiagram, Figur 14. I forundersøgelsen fra 2017 blev det kortlagt at den dårlige miljøtilstand i Dystrup Sø skyldtes en stor intern fosfor belastning i sedimentet, samt en uhensigtsmæssig fiskesammensætning. Med baggrund i monitoringsresultaterne fra 2020 og 2021 vurderes det, at der stadigvæk periodevis forekommer høje Total-P koncentration, der formodes at stamme fra sedimentet. I flowdiagrammet kan der således svares både "ja" og "nej" til spørgsmålet om søens dårlige tilstand skyldes betydelig intern P-frigivelse fra sedimentet. Der er således to forgreninger der kan følges for supplerende tiltag. Er svaret "nej" til intern P-frigivelse, kan der svares "ja" til, at den dårlige tilstand kan skyldes fiskebestanden. Årsagen til dette er særligt de mange småfisk fanget i undersøgelsen fra 2020. Dette peger på en supplerende opfiskning. Svares der "nej" til intern P-frigivelse, kan det afsøges, om det er muligt at fjerne overfladesedimenterne, eller om den interne P-pulje i sediment skal udfældes med aluminium eller Phoslock.



FIGUR 14. FLOWDIAGRAM, SOM KAN ANVENDES, HVIS VANDKVALITETEN OG DEN ØKOLOGISKE TILSTAND IKKE ER TILFREDSSTILLELLE I SØER, OG DER ØNSKES EN FORBEDRING. DER KAN VÆRE ANDRE BAGGRUNDE FOR BESLUTNINGER END DEM VIST I DIAGRAMMET, EKSEMPELVIS HVIS PHOSLOCK ØNSKES ANVENDT FREM FOR ALUMINIUM. (SØNDERGAARD ET AL. M. K., 2020)

Supplerende opfiskning

Efter opfiskningen er det lykkedes at forbedre søens økologiske tilstand fra "Dårlig" til "God" set ud fra fiskesamfundet. Erfaringer har vist, at søer med en markant forbedring af den økologiske tilstand efter indgreb i fiskebestanden, efter en årrække ikke kan fastholde den nye tilstand og tipper tilbage til Ringe eller Dårlig økologiske tilstand. Ud fra de tidligere opfiskninger i Dystrup Sø, i 1996-1998 og 2002-2004, kan det formodes, at fiskebestanden inden for en kort årrække vil

vende tilbage til udgangspunktet, forudsat at der ikke foretages supplerende indgreb. Erfaringerne fra søer, hvor biomanipulation har haft størst succes, findes det fællestræk, at der er iværksat nogle supplerende eller opfølgende tiltag.

Opfiskning

Der er i 2018-2020 fjernet en stor mængde fredfisk i Dystrup Sø. Fiskeundersøgelsen i 2020 viste, at skallerne havde god gydesucces i 2020, og at små skaller, rudskaller og aborrer i antal udgjorde hovedparten af de fangede fisk. Ligeledes ses en del aborrer, der er på nippet til at blive rovlevende. De mange småskaller, sammenholdt med fangsten af mange aborrer, som endnu ikke er blevet rovlevende, giver risiko for, at søen indenfor en kort årrække vil falde tilbage fra "God økologisk tilstand" til en dårligere klassificering. Fiskesamfundet og de enkelte fiskearters populationsstrukturer ligger således til grund for, at det vurderes nødvendigt med supplerende tiltag i Dystrup Sø.

I både 2020 og 2021 blev der ved voddiskeriet observeret meget store mængder løst sediment i søbunden i Dystrup Sø. Ligeledes blev der i sommervarme perioder i både 2018, 2019 og 2020 observeret flere flydende øer, bestående af gamle rødder formodentligt tagrør og rødder fra anden bred vegetation. Disse øer er sandsynligvis dannet ved gasudvikling fra en stor omsætning af det organiske materiale under de høje temperaturer. På baggrund af de mange nye øer, der flyder rundt i søen og herefter synker, så de ikke længere kan erkendes på overfladen, vurderes det at der er meget stor risiko for at sidde fast i bunden med voddet ved voddiskeri. Det anbefales derfor ene og alene at anvende passive redskaber, dvs. redskaber som ruser, nedgarn, pæleruser og bundgarn, der udnytter fiskenes vandring rundt i søen, som er særlig aktuelt i foråret, hvor de søger ind til bredden for at gyde.

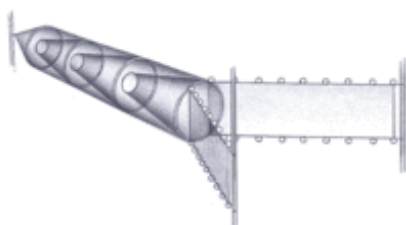
Fiskeriet skal målrettes både skaller og de sudere der måtte være tilbage i søen. Fiskeri med nedgarn giver mulighed for at fange sudere. Suderen er desværre en "glat" fisk og sidder ikke så nemt fast i nedgarnene som f.eks. aborrer og gedder. Under fiskeundersøgelsen i 2020 viste bestanden af gedder sig at være fin, set i forhold til suderne. Nedgarnsfiskeri med store masker formodes derfor at resultere i en procentvis stor bifangst af særligt gedder. Nedgarnsfiskeri med mindre maskestørrelse målrettet små skaller og rudskaller vil være for tidskrævende, da det tager uhensigtsmæssigt lang tid at pille 1 kg småfisk ud af garnene. Pæleruser er tidligere anvendt i gydeperioden i forbindelse med opfiskningen. Fangsterne var meget gode i første sæson. At fiske med pæleruser i gydeperioden, hvor de uønskede fisk samles og søger ind på det lave vand i stort antal, er at foretrække. Ulempen med pæleruser er, at de er tidskrævende at flytte, og de skal forsynes med en odderist, som formodentligt holder nogle af suderne ude af rusen. I skrivende stund står der stadigvæk pæle til ruserne i Dystrup Sø. Det er således nemt at hænge ruserne ud igen. Ligeledes er vi ved at få godkendt en alternativ odderist til anvendelse i forbindelse med sø-restaureringer. Den nye odderist tillader selv store suder at komme ind i rusen og reducerer samtidig risikoen for, at odderen forvilder sig derind. Fiskeri med almindelige kasteruser er også en mulighed. Kasterusefiskeriet skal ligeledes foregå i gydeperioden, hvor fiskene samles i stort antal. Fordelen med kasteruser er at de er relative nemme at flytte. Ulempen er at der er lidt mere krævende at sætte og røgte.

Pæleruse fiskeri

Med det indgående kendskab til søen, der er indsamlet under det nu afsluttede projekt, vurderes det, at supplerende fiskeri med pæleruser/bundgarn 1-3 sæsoner vil kunne fastholde og sandsynligvis reducere fredfiskebestanden i søen yderligere i forhold til det nuværende niveau.

Herved får aborrebestanden, længere tid til at udvikle sig til en aborrebestand domineret af rovlevende fisk. Det forventes, at aborrerne inden for 1-3 år bliver styrende for søens økologi.

Pælerusen vil være så finmaskede, at den både kan fange små individer af skaller, rudskaller og småaborrer foruden sudere i fiskenes gydeperioden. Pælerusen består af en lang rad, der strækker sig fra et fæstningspunkt på land og ud til rusehoved. Selve rusehoved bliver sat med 4 fæstningspunkter pr. ruse. Ruserne vil blive udskiftet efter behov ved algetilgroning. Alle ruser skal være forsynet med en odderrist, hvilket er lovpligtigt, men desværre også er med til at mindske fangsterne af store fisk (ny på tegnebrættet). Pæleruserne har en ruseåbning på 1 meter i yderste bøjle og en maskevidde på 12 mm og 8 mm i ruseenden. Pæleruserne vil blive forsynet med den nye type odderrist, hvis den bliver godkendt, og er monteret med ekstra lang pose for at kunne rumme så mange fisk som muligt, uden at skade rovfiskene. Den lange pose vil ligeledes lette røgtningen af ruserne.



FIGUR 15. SKITSE AF PÆLERUSE.

Fosforfældning med PhosLock®

I forundersøgelsen, der blev udarbejdet i 2017, er belyst to muligheder for fosforfældning. De to tiltag er udbringning af aluminiumsalte eller lerproduktet Phoslock®. I forundersøgelsen er de to metoder gennemgået nøje, hvilket resulterede i, at aluminium ikke kunne anbefales pga. den høje pH i søvandet. Resultaterne af overvågningen gennemført i 2020 og 2021 viste, i tråd med tidligere, at pH lå mellem 7,44-8,99, med et gennemsnit omkring 8,4 i 2020 og 8,8 i 2021. Der forekom således perioder i både 2020 og 2021, hvor pH i Dystrup Sø overskred grænsen på 8,5, hvor der var risiko for genopløsning af aluminium, samt for at fosfor igen kunne frigives til søvandet. Aluminiumsbehandling er således stadigvæk ikke en mulighed.

Phoslock's binding af fosfat er meget stærk og brydes ikke under anoxiske forhold. Produktet virker over en bred pH gradient fra ca. pH 4-11, hvor der dog sker et fald i kapaciteten, når pH er under 5 og over 9 (Ross et. al., 2007). Det er således ingen hindring at anvende Phoslock i Dystrup Sø. Phoslock binder både fosfat i vandfasen, og fosfat som frigives fra sedimentet (Robb et. al., 2003). Sedimentationshastigheden er forholdsvis langsom, men varierer med partikelstørrelse og pH (Ross et. al., 2007). Da opholdstiden i Dystrup Sø er forholdsvis lang (ringe vandgennemstrømning i kanalen til Ramten Sø), vil den lange sedimentationstid ikke forringe effekten af Phoslock i Dystrup Sø. Det har ikke været muligt at finde noget litteratur, der beskriver den længerevarende effekt af anvendelsen af Phoslock i søer som Dystrup, hvor størstedelen af søbunden består af 1-1,5 meter af vandmættet dyndet sediment, der i blæsevejr må formodes at omlægges. Før det kan anbefales at udbringe Phoslock i Dystrup Sø, er der behov for at få kortlagt tykkelsen af det vandmættede dyndede bundlag. I forbindelse med pælerusefiskeriet blev der sat pæle i søen. Her kunne 4 meter lange pæle med en diameter på 10 cm i diameter uden hjælpemidler (pælehammer etc..) trykkes så langt ned i søbunden,

at de forsvandt under vandoverfladen. Dette var meget overraskende, da de øverste sedimentlag blev registreret i en dybde på bare 1 meter.

Inden der udbringes Phoslock skal sedimentlaget i søens sedimentforhold beskrives i detaljer, for at sikre at rodfæstede vandplanter reel har mulighed for at etablere sig og derved stabilisere søbunden. Efter 2-3 år med supplerende fiskeri, uden at vandplanterne har fået rodfæste, kan udbringning af Phoslock være en mulighed. Udbringning af Phoslock er under forudsætning af, at fosforkoncentrationerne i sedimentet til den tid stadigvæk fordrer dette.

Fjernelse af sediment

Med det indgående kendskab til Dystrup Sø der er opnået efter 2 års arbejde i og med søen, vurderes det meget ustabile sediment at være medvirkende til, at søens økologiske tilstand er meget svingende. Historisk havde Dystrup Sø den bedste økologiske tilstand i årene 1995-2000, hvor der var høj vegetation dække i form af tornfrøet-hornblad over hele søen. Årsagen til den gode tilstand skal nok også findes i naturlig fiskedød efter vintre med hård frost. Tornfrøet-hornblad er kendt for ikke at forme et veludviklet rodnet og kan endda leve uden rodfæste. Det forventes derfor, at vegetationen der kan indvandre i de kommende år, ligeledes er planter, der kan leve i meget ustabil sediment og sågar uden et egentligt rodnet.

Fjernelse af sediment i Dystrup Sø har derfor ikke alene til formål at fjerne P-holdigt sediment, men i lige så høj grad at skabe grobund for roddannende vandplanter.

Sedimentfjernelse kræver en selvstændig projektering, hvor sedimentfordelingen blandt andet kortlægges i søen, så der opnås en passende beskrivelse af den horisontale og vertikale sedimentsammensætning. Overordnet er der behov for en beskrivelse af tørstofindhold, TP- og jernindhold samt en beskrivelse af P-puljer evt. beregnet via TP. Desuden skal udbredelsen af området med fastbund (sand) langs den nordlige bred, hvor der under opfiskningen blev registreret spæde individer af græsbladet vandaks, kortlægges. Det skal vurderes, om det er muligt at fjerne alt P-holdigt sediment fra alle de relevante områder.

Fjernelse af sediment er forholdsvis dyr, med en anslået udgift på ca. 150-250 DKK pr. m³ oppumpet sediment. Udgifterne til den efterfølgende sedimenthåndtering afhænger af sedimentets indhold af tungmetaller og miljøfremmede stoffer, som kan kræve særlig håndtering af sedimentet. Det er således ikke altid muligt at udbringe opgravet sediment efter slambekendtgørelsen (<https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2018/1001>).

6. Referencer

- BEK nr 1001 af 29/06/2016. (2016). *Bekendtgørelse om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder*. København: Miljø- og Fødevarerministeriet.
- Carl, H., & Møller, P. (2012). *Atlas over danske ferskvandsfisk*. København: Statens Naturhistoriske Museum.
- DOF-databasen. (14. 03 2022). *WWW.dofbasen.dk*. Hentet fra DOF-databasen.
- Egemose et al., J. H. (2013). *Vejledning i sørestaurering*. Naturstyrelsen.
- Fiskeøkologisk Laboratorium. (2016). *Notat - Vurderinger af mulighederne for Sørestaurering - udarbejdet for Brønderslev Kommune*. Helsingør.

- Lauridsen, T. L., & Johansson, L. S. (2017). *Justeret fiskeindeks til vurdering af økologisk tilstand i søer Betydning for EU-interkalibreringen*. Silkeborg: DCE.
- Liboriussen et.al., L. S. (2007). *Sørestaurering i Danmark. Del II: Eksempelsamling. – Faglig rapport fra DMU nr. 636*. Aarhus Universitet: Danmarks Miljøundersøgelser.
- Robb et. al., M. G. (2003). . Applikation of Phoslock, an innovative phosphorus binding clay, to two Western Australian water- ways: preliminary findings. . *Hydrobiologia* , s. 494: 237-243.
- Ross et. al., G. H. (2007). . The effect of pH and anoxia on the per- formance of Phoslock, a phosphorus binding clay. *Harmful algae* 7, s. 545-550.
- Sara Olsen et. al., M. S. (2016). Spiller kvælstof en rolle for tilstanden i Søerne. *Vand & Jord* 23. årgang nr. 2, maj, 59-62.
- Søndergaard et al., M. J. (2019). *Anvendelsen af fysisk-kemiske kvalitetselementer til understøttelse af økologisk tilstandsvurdering i søer*. Aarhus: Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi,74 s. - Videnskabelig rapport nr. 330.
- Søndergaard et al., M. K. (2020). *Vejledning for gennemførelse af sørestaurering*. Aarhus: Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi,56 s. - Videnskabelig rapport nr. 382.
- Søndergaard et.al., L. T.-P.-L. (2013). *Biologiske indikatorer til vurdering af økologisk kvalitet i danske søer og vandløb*. Silkeborg: Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 59.