



Kulsø

Forundersøgelse for sørestaurering

Vejle Kommune
Dato: 7. november 2025

Rev.nr.	Dato	Beskrivelse	Udarbejdet af	Kontrolleret af	Godkendt af
2	07.11.2025	Kulsø, forundersøgelse	CAB/MIKE	JPM	TSV

Indhold

1.	Resumé.....	5
2.	Baggrund	6
3.	Kulsø.....	6
3.1.	Opland	7
3.2.	Tilløb til søen og afløb.....	7
4.	Søens nuværende tilstand.....	8
4.1.	Målsætning, tilstand og indsats jf. vandområdeplanen.....	8
4.2.	Sigtdybde og vandkemi.....	9
4.2.1.	Sigtdybde og klorofyl.....	10
4.2.2.	Næringsstoffer	11
4.2.3.	Øvrige vandkemiske parametre	12
4.3.	Lagdeling af vandmassen.....	12
4.4.	Fiskebestand.....	13
4.4.1.	Fiskebestandens betydning for søens tilstand og muligheden for målopfyldelse	15
4.5.	Sediment.....	16
4.6.	Vegetation.....	18
4.7.	Samlet vurdering af søens tilstand	19
5.	Belastningsopgørelse.....	21
5.1.	Ekstern belastning	21
5.1.1.	Belastning fra tilløb.....	21
5.1.2.	Belastning fra grundvand.....	22
5.1.3.	Belastning fra vandfugle, herunder udsætning og fodring.....	22
5.1.4.	Belastning fra ukloakerede ejendomme og andre punktkilder	23
5.1.5.	Direkte opland og atmosfærisk deposition	24
5.1.6.	Samlet ekstern belastning	25
5.2.	Søens forventede ligevægtstilstand.....	25
5.3.	Intern belastning.....	26
5.3.1.	Mobil pulje i sediment	26
5.3.2.	Samlet vurdering af den interne belastning.....	26
5.4.	Vurdering af målopfyldelse uden sørestaurering	27
6.	Mulige restaureringsindsatser.....	27

6.1.	Kemisk fosforfældning med aluminium eller phoslock.....	27
6.2.	Regulering af fiskebestanden	28
6.2.1.	Reduktion i brasenbestanden (vodfiskeri + opfiskning i gydeperioden)	29
6.2.2.	Vodfiskeri.....	29
6.2.3.	Kanalfiskeri.....	29
6.2.4.	Fiskeri i Ensø.....	30
6.3.	Anbefalet restaureringsindsats	31
7.	Foreslået monitoringsprogram	31
7.1.	Vandkemi og sigtddybde.....	31
7.2.	Fiskebestanden.....	31
7.3.	Samlet monitoringsprogram.....	32
8.	Økonomisk overslag	33
9.	Myndighedsbehandling og forhold til anden lovgivning	34
9.1.1.	§ 3 – naturtypebeskyttelse.....	34
9.1.2.	§ 16 - søbeskyttelseslinje.....	34
9.1.3.	§17 - skovbeskyttelseslinje	34
9.1.4.	§ 33 - Fredninger	34
9.2.	Natura 2000.....	34
9.3.	BilagIV-arter.....	34
9.4.	Miljøbeskyttelsesloven	35
9.5.	Fiskerilovgivning	35
9.6.	Samlet myndighedsvurdering	35
10.	Erstatning.....	36
11.	Referencer	37
12.	Bilag.....	39
12.1.	Tilløb og afløb til søen.....	39
12.1.1.	10. Afløb fra Nedersø	39
12.1.2.	11. Tilløb fra syd.....	40
12.1.3.	12. Odderbæk.....	41
12.1.4.	13. Tilløb fra Ensø	42
12.1.5.	14. Afløb fra Kul Sø.....	43
12.1.6.	17. Umålt til Kulsø	44

1. Resumé

Kulsø er i de statslige vandområdeplaner udpeget til restaurering i perioden 2021-2027. Nærværende forundersøgelse vurderer søens aktuelle tilstand og de mulige virkemidler, med udgangspunkt i kravene i vejledning for sørestaurering /3/ og vejledning om tilskud til sørestaurering /4/.

Kulsø opfylder i den nuværende tilstand ikke vandområdeplanens målsætning om god økologisk kvalitet, idet både fiskebestanden, fytoplanktonsamfundet, vegetationen, sigtddybden og fosforindholdet ikke opnår god økologisk tilstand. Søen har i 2024 været præget af algeopblomstringer, lav sigtddybde og høje næringsstofindhold.

Denne forundersøgelse viser, at den eksterne belastning fra det samlede opland, inkl. spildevandsudledninger og næringsbelastning fra vandfugle er så lav, at den ikke er til hinder for at der kan opnås målopfyldelse. Der er således ikke behov for indsatser i oplandet til søen, før der kan gennemføres en restaurering af søen. Søen er dog påvirket af det tilstrømmende vand fra de opstrøms søer Nedersø og Rørbæk Sø, idet der trods tilstrækkeligt lavt fosforindhold tilledes vand med høje algekoncentrationer i sommerhalvåret, hvilket er med til at bestemme tilstanden i Kulsø.

Nye sedimentundersøgelser og vandkemiundersøgelser har vist, der findes en mobil fosforpulje i sedimentet, men samtidig at denne pulje kun frigives i mindre omfang til søens bundvand (i det dybe område). For hele søen er der dog tegn på at fosforpuljen i sedimentet er under udvaskning, idet fosfortransporten ud af søen er markant større end ind i søen. Frigivelse sker muligvis fra de mere lavvandede områder, som følge af resuspension fra fisk eller lokale dårlige iltforhold i eksempelvis plantebede.

Fiskebestanden er domineret af skaller, små aborrer og en bestand af store brasen, i tætheder der både kan reducere mængden af dyreplankton og medføre en betydelig resuspension og næringsfrigivelse fra sedimentet. Det vurderes, at fiskebestanden i Kulsø har en betydelig negativ påvirkning på søens tilstand.

Der er derfor behov for at gennemføre en restaureringsindsats, der retter sig mod fiskebestanden, i form af en målrettet opfiskning af primært skaller, brasen og mindre aborrer. Der skal formentlig opfiskes omkring 10 ton i søen, ved en kombination af vodfiskeri, gydefiskeri med stormaskede garn og målrettet vinterfiskeri i søens til løb og afløb. Desuden skal det sikres, at der ikke sker en indvandring af store brasen fra den tilstødende Ensø, ved at gennemføre et målrettet fiskeri efter disse fisk i denne sø.

Restaureringen bør udføres samtidig med at der gennemføres tilsvarende restaureringsindsatser i de opstrøms beliggende søer, Rørbæk Sø og Nedersø, idet tilstanden af de tilstrømmende vand dermed forbedres, samtidig med at det sikres at der ikke blot sker en betydende indvandring af fisk fra disse søer. Det vurderes afgørende for søerne, at indsatserne koordineres og udføres samtidigt.

Et foreløbigt overslag over omkostningerne til en restaureringsindsats i Kulsø, samt det tilhørende obligatoriske undersøgelses- og overvågningsprogram, ligger på ca. 2,5 mio. kr.

2. Baggrund

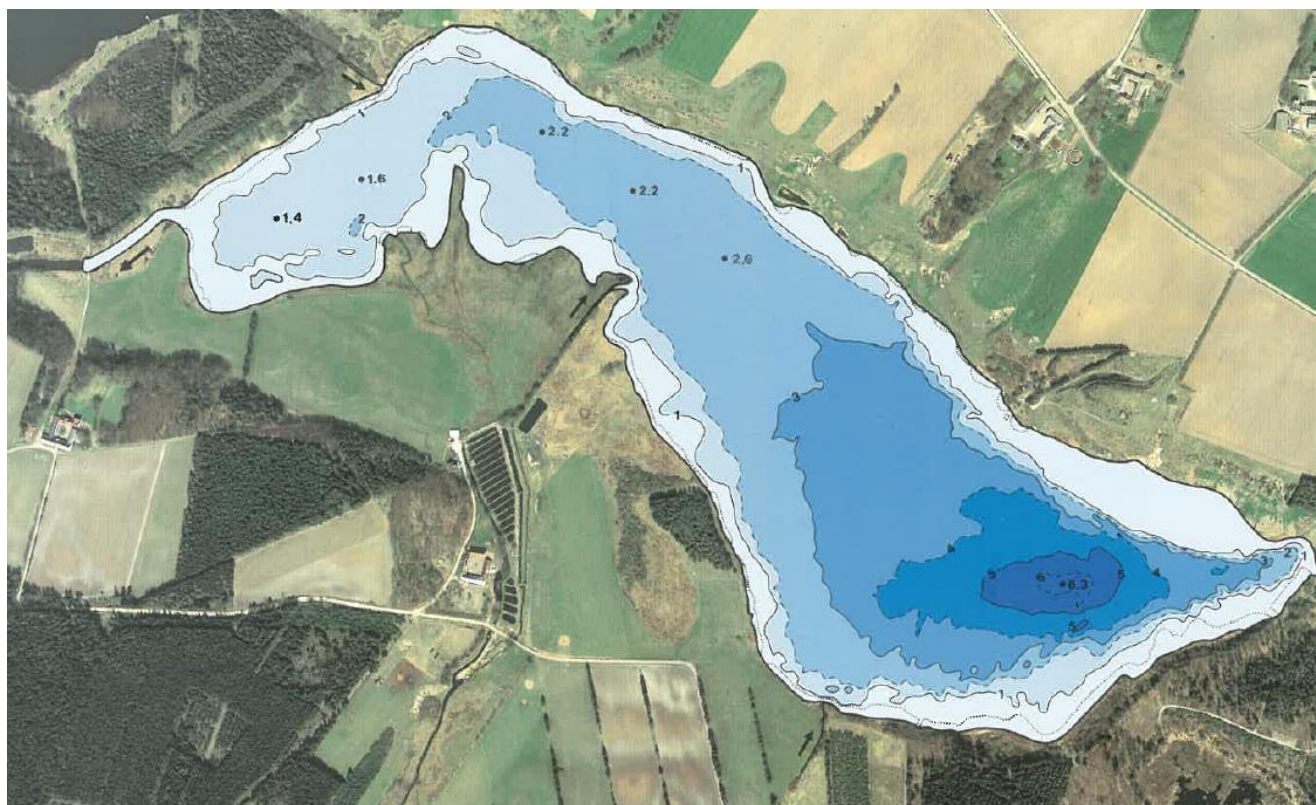
Kulsø er i vandområdeplanen for 2021-27 udpeget til restaurering i tredje planperiode, dvs. inden udgangen af 2027. Søens målsætning er "god økologisk tilstand", og den nuværende tilstand angivet i både de gældende vandområdeplaner 2021-27 og genbesøget af vandområdeplanerne (der pt. er i høring) er "dårlig økologisk tilstand" /1/2/.

Vejle Kommune ønsker med nærværende forundersøgelse at belyse mulighederne for restaurering af Kulsø. Denne forundersøgelse er således foretaget efter "Vejledning for gennemførelse af sørestaurering" /3/ og er baseret på eksisterende datagrundlag fra tidligere udførte undersøgelser i søen, samt på nye undersøgelser af sediment, fiskebestand og ekstern belastning, udført i løbet af 2024-25.

Rapporten indeholder bl.a. en overordnet vurdering af søens aktuelle tilstand, en vurdering af den interne og eksterne belastning, en vurdering af de godkendte virkemidler til sørestaurering med tilhørende monitoringsprogram og en oversigt over forventet myndighedsbehandling.

3. Kulsø

Kulsø er en del af Skjern Å systemet, der først gennemstrømmer Rørbæk Sø og Nedersø, for derefter at løbe til Kulsø i søens østlige ende. Søens areal er 45 ha og den er, med en middeldybde på 2,22 meter, en lavvandet sø /5/. I søens østlige ende, tæt ved indløbet fra Nedersø, findes dog et dybere område, hvor dybden når ca. 6,3 meter (Figur 3.1). Den store gennemstrømning betyder at søen har en lav opholdstid på bare ni dage /6/.

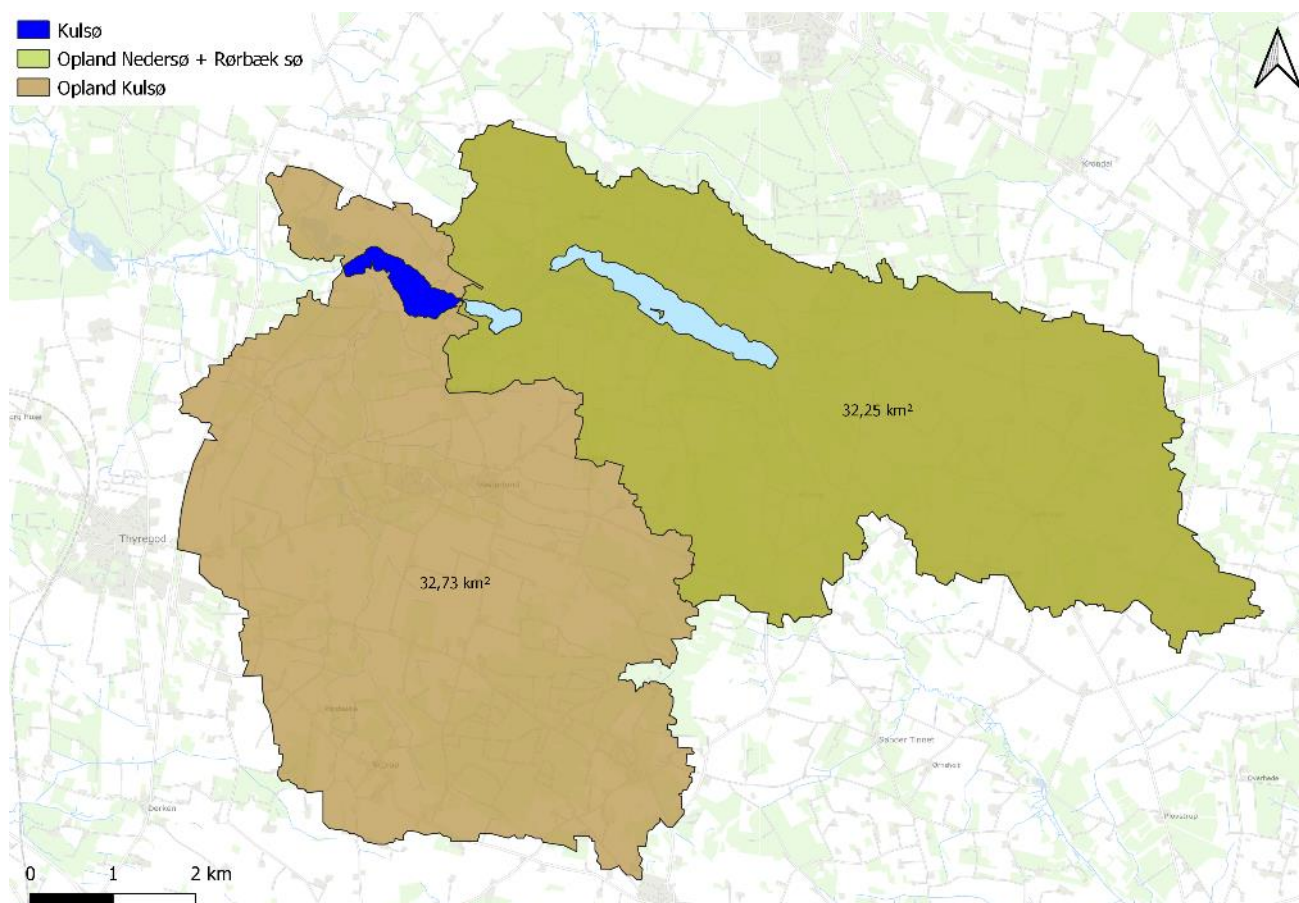


Figur 3.1: Dybdekort for Kulsø, udarbejdet i 1993. Kilde: Vejle Kommune.

3.1. Opland

I vandområdeplanerne 2021-2027 er oplandet til Kulsø angivet til 65,4 km² /7/. Det stemmer med Scalgo, hvor oplandsarealet beregnes til 65 km² /7/. 32,7 km² af oplandet er oplandsareal, der leder direkte til Kulsø, mens resten af oplandet (32,3 km²) afvander til Rørbæk Sø og Nedersø, hvorfra det løber videre til Kulsø (se Figur 3.2).

Ifølge Scalgo udgør skov og anden natur 51% af oplandet, mens marker også udgør en væsentlig andel med 40%. Befæstede arealer i form af veje og bebyggelse forekommer meget sparsomt og udgør kun omkring 1% af søens opland /7/.



Figur 3.2: Samlet opland på 65 km², hvor Kulsø isoleret set udgør 32,7 km². Fra Scalgo /7/

3.2. Tilløb til søen og afløb

Der er registreret 5 større tilløb til Kulsø og ét afløb, der er placeret i søens vestlige ende (Figur 3.3). De 6 større tilløb/afløb blev i begyndelsen af april 2024 besigtiget med henblik på at fastlægge prøvestationer, der efterfølgende blev anvendt til flowmålinger og vandkemiprøvetagninger i perioden april 2024 – marts 2025. Der blev lagt vægt på at placere stationerne så tæt på søen som muligt, for at sikre at så stor en del af belastningen fra vandløbene som muligt indgik i prøvetagningen.

På baggrund af besigtigelsen blev det besluttet, at tilløbene 10 (fra Nedersø), 11 (mindre tilløb fra syd), 12 (Odderbæk), 13 (tilløb fra Ensø) og 14 (afløbet fra Kulsø) skulle indgå i prøvetagningen. I Odderbæk og i afløbet fra Kulsø er der opstillet kontinuerlige vandføringsstationer, som drives af SGAV. På disse to stationer blev der således kun udtaget prøver til vandkemisk analyse, idet vandføringen allerede bliver målt.

En beskrivelse af hver prøvetagningsstation kan findes i bilag 12.1.



Figur 3.3: Tilløb og afløb til Kulsø.

4. Søens nuværende tilstand

I dette afsnit gennemgås søens nuværende tilstand baseret på de data, der ligger til grund for vandområdeplanernes vurderinger, på eventuelle nyere data i databasen VanDa samt på de nyere undersøgelser udført i 2024-25 i forbindelse med nærværende forundersøgelse for sørestaurering.

4.1. Målsætning, tilstand og indsats jf. vandområdeplanen

Den samlede økologiske tilstand for Kulsø er i vandområdeplanerne 2021-2027 angivet som dårlig /5/. Tilstanden bedømmes som dårlig ud fra fiskebestanden, vandets klarhed, samt fosfor og nationalt specifikke stoffer (Tabel 4.1). Datagrundlaget for tilstandsvurderingen er for alle kvalitetselementer fra 2017.

Som i den eksisterende vandområdeplan for 2021-27 er Nedersø udpeget til restaurering i genbesøget af vandområdeplanerne 2021-2027 /2/.

Tabel 4.1: Kvalitetselementer med tilhørende miljømål, tilstand og undersøgelsesår som angivet i genbesøget af vandområdeplanerne 2021-2027 /5/.

Kvalitetselement	Miljømål	Økologisk tilstand	Undersøgelsesår
Fytoplankton	God tilstand	Moderat tilstand	2017
Makrofyter	God tilstand	Moderat tilstand	2017
Fytobenthos	God tilstand	Ukendt	-
Bentiske invertebrater	God tilstand	Ukendt	-
Fisk	God tilstand	Dårlig tilstand	2017
Vandets klarhed	God tilstand	Ikke-god tilstand	2017
Iltforhold	God tilstand	God tilstand	2017
Kvælstofindhold	God tilstand	God tilstand	2017
Fosforindhold	God tilstand	Ikke-god tilstand	2017
Nationalt specifikke stoffer	God tilstand	Ikke-god tilstand	2017

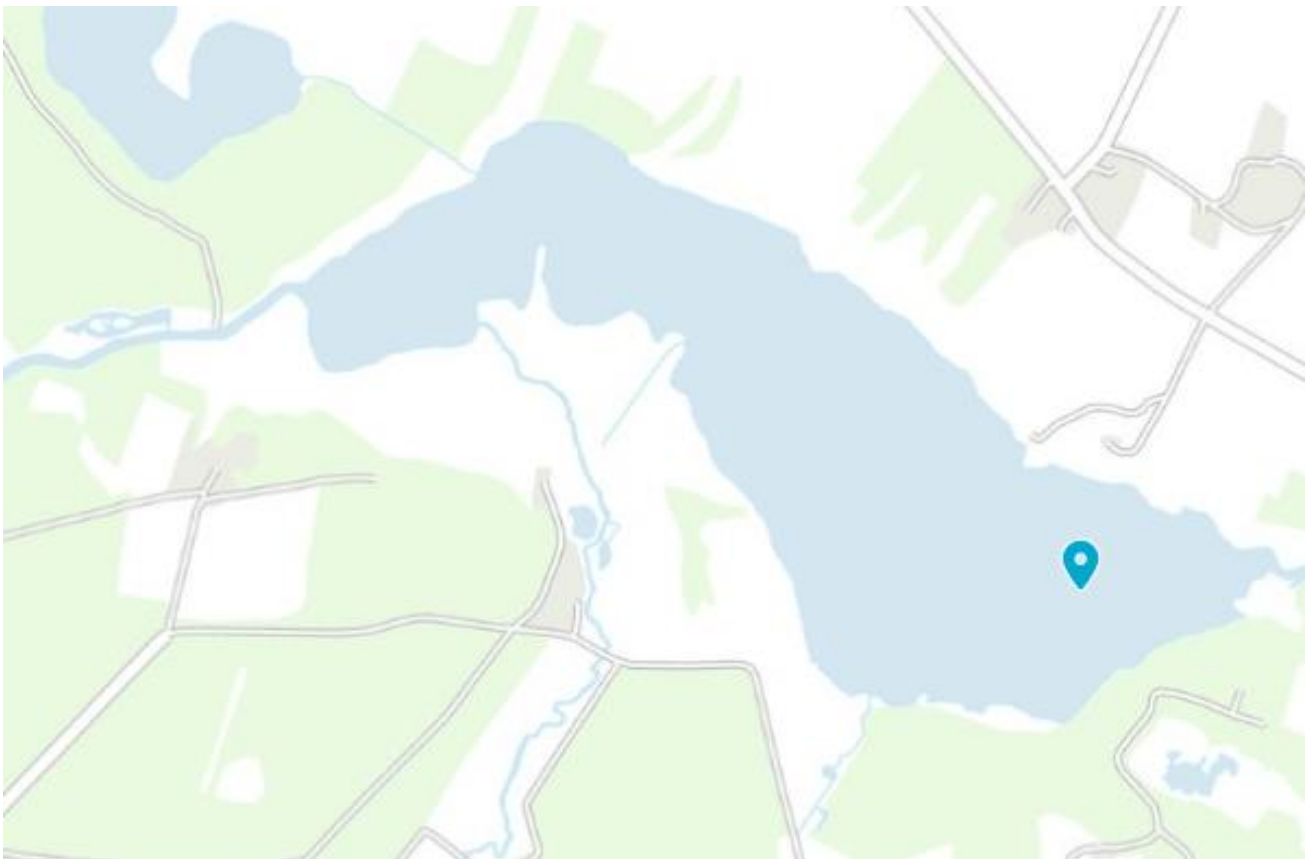
I de følgende afsnit gennemgås de forskellige kvalitetsparametre, samt øvrige relevante undersøgelser. I 2024 er der gennemført undersøgelser af vandkemi, sigtdybde og ilt-/temperaturprofiler månedligt i sommerperioden, samt en ny fiskeundersøgelse i august og en sedimentundersøgelse i november (se Tabel 4.2).

Tabel 4.2: Oversigt over udførte undersøgelser i Kulsø i 2024.

	Jan	Feb	Mar	Apr	Maj	Jun	Jul	Aug.	Sep	Okt	Nov	Dec
Vandkemi					x	x	x	x	x			
Sigtdybde					x	x	x	x	x		x	
Temp. og iltprofil					x	x	x	x	x			
Fisk								x				
Sediment											x	

4.2. Sigtdybde og vandkemi

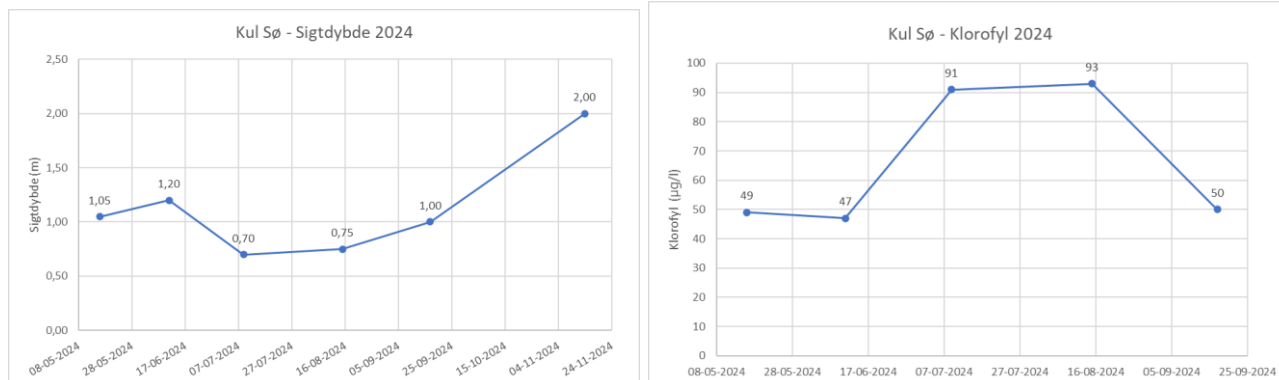
Prøvetagningen foregik på søns hovedstation (st. 25000644) som ligger i søns østlige ende, tæt på indløbet fra Nedersø (Figur 4.1). Prøvetagningen foregik månedlig i perioden maj-september, samt i november i forbindelse med sedimentprøvetagningen. Ved hver prøvetagning blev der målt ilt – og temperaturprofil fra overflade til bund, målt sigtdybde og udtaget vandprøver til analyse for de vandkemiske parametre total-P, ortho-P, klorofyl, lanthan og aluminium. Alle undersøgelser blev foretaget efter den tekniske anvisning om prøvetagning og målinger i søer /8/.



Figur 4.1: Stationsplacering for udtagning af vandprøver og måling af vandkemiske parametre.

4.2.1. Sigtdybde og klorofyl

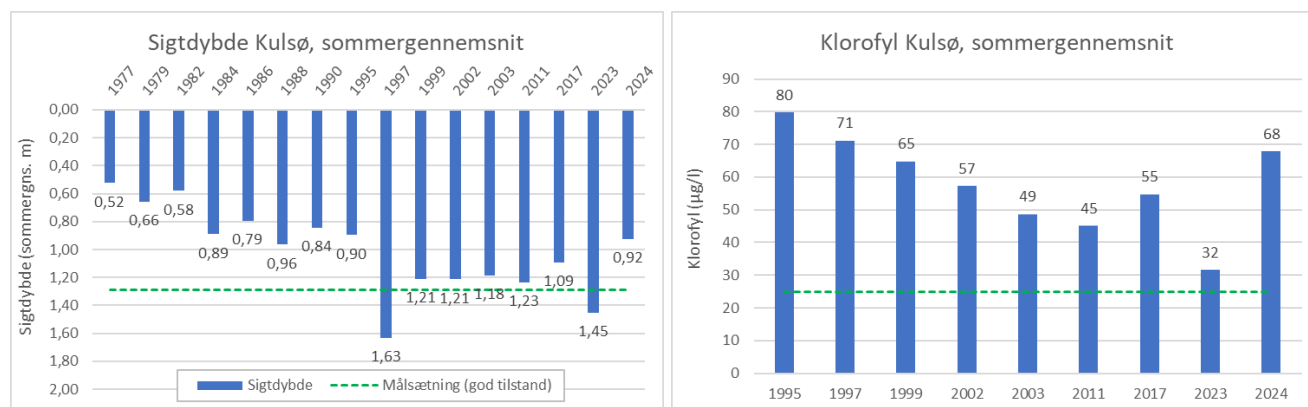
Sigtdybden i Kulsø i 2024 varierede mellem 0,7 og 2,0 meter, med de laveste værdier i juli og de højeste i november (Figur 4.2, tv)). Klorofylkoncentration varierede en del i 2024 med den laveste værdi i juni på 47 µg/l, mens den var næsten dobbelt så høj i august (Figur 4.2, th).



Figur 4.2: Sigtdybde (tv.) og klorofylværdier (th.) ved undersøgelserne i 2024

Sigtdybden i Kulsø har generelt undergået en positiv udvikling siden de første undersøgelser i slutningen af 1970'erne, men 2024 endte med et sommergennemsnit på 0,92 meter, hvilket var det laveste siden 1995 og også væsentlig lavere end året før (Figur 4.3, tv) /9/. Sigtdybden opfylder dermed ikke målsætningen om god økologisk tilstand for søen, hvor målsætningen er 1,29 meter, hvilket ellers var tilfældet i 2023 hvor sigtdybden var 1,45 meter /5/10/. Historisk har sigtdybden i Kulsø kun to gange siden 1997 opfyldt målsætningen om god tilstand.

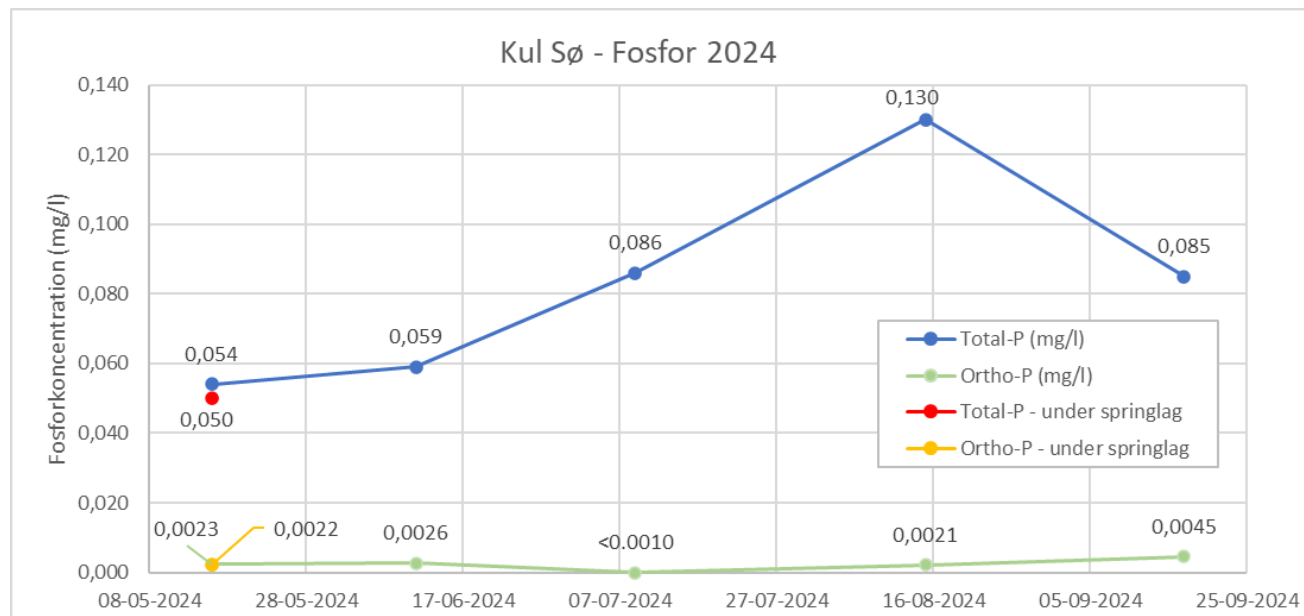
Klorofylkoncentrationen i Kulsø har generelt været faldende i perioden 1995 - 2023, hvorefter koncentrationen i 2024 var steget markant til 68 µg/l, hvilket var det højeste målte niveau siden 1999, og over dobbelt så højt som i 2023. Klorofylkoncentrationen følger dermed udviklingen i sigtdybden (Figur 4.3, th), blot med omvendt fortegn. Klorofylkoncentrationen i 2024 opfylder ikke opfyldt målsætningen om god tilstand på 25 µg/l, hvilket den ikke har gjort i nogle af måleårene /9/10/.



Figur 4.3: Tidsvægtede sommergennemsnit for sigtdybde (tv.) og klorofylindhold (th.) i Kulsø. På figurene fremgår målsætningen angivet i Vandplandata /5/.

4.2.2. Næringsstoffer

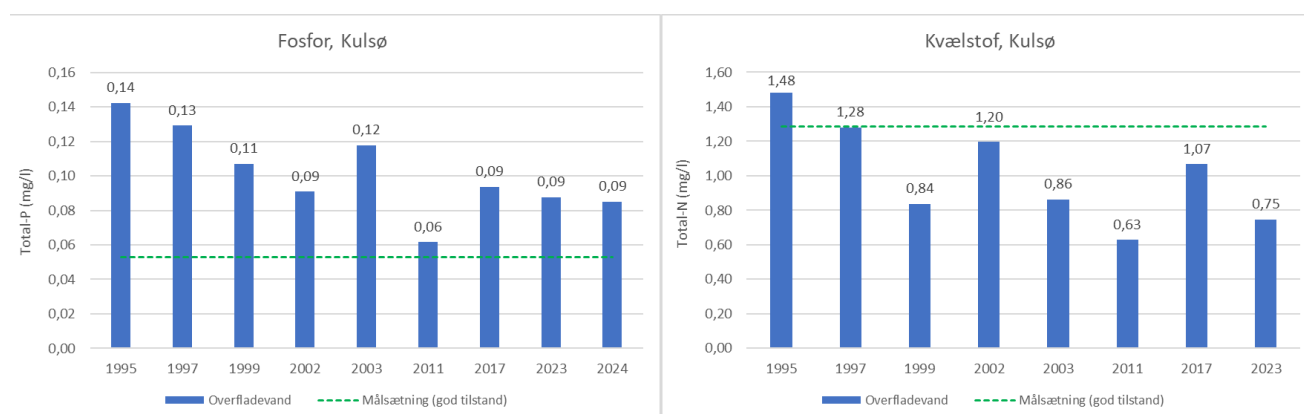
Prøverne fra 2024 viste, at det totale fosforindhold i vandet i Kulsø var stigende henover sommermånederne, fra 0,054 mg/l i maj til 0,130 mg/l i august, hvorefter det aftog til 0,085 mg/l i september. Det tilgængelige fosfor, målt som ortho-P, var generelt lav gennem hele perioden.



Figur 4.4: Fosforkoncentrationen i Kulsø i 2024 målt som total-P og ortho-P.

Fosforindholdet i Kulsø var i 2024 på niveau med de to foregående måleår med et sommergennemsnit på 0,085 mg/l (Figur 4.5, tv) /9/. Til trods for at fosforindholdet ved de seneste to måleår er faldet en lille smule opfylder niveauet i 2024 fortsat ikke målsætningen om en sommermiddelværdi på under 0,053, som iflg. SGAV's belastningsopgørelse kan sikre målopfyldelse /6/.

Der ikke målt kvælstof ved undersøgelserne i 2024, men tidligere undersøgelser viser at koncentrationen i 2023 var 0,75 mg/l, hvilket ligesom de mange foregående år opfylder målsætningen om god tilstand på 1,31 mg/l (Figur 4.5, th) /9/10/.



Figur 4.5: Tidsvægtede sommergennemsnit for total-P (tv) og total-N (th) i Kulsø. På figurerne fremgår målsætningen for god tilstand /10/.

4.2.3. Øvrige vandkemiske parametre

Udover klorofyl og fosfor blev der ved undersøgelserne i 2024 analyseret for lanthan og aluminium, da disse indgår i nogle af de mulige restaureringsmetoder (aluminium- eller Phoslock-binding af fosfor i sedimentet) /3/.

Indholdet af lanthan var ved alle analyserne under detektionsgrænsen på 0,2 µg/l, hvilket betyder at det, som i de fleste andre danske søer der er undersøgt ifm. forundersøgelser for restaureringer, forekommer i så lave koncentrationer, at det ikke er målbart /12/.

Aluminiumindholdet toppede i maj med 16 µg/l og faldt derefter til et stabilt niveau mellem 2,1 og 3,3 µg/l i de øvrige måneder (Tabel 4.3).

Tabel 4.3: Aluminium og lanthan i vandprøverne fra Kulsø i sommerperioden 2024.

	16/5-24	11/6-24	9/7-24	15/8-24	17/9-24
Aluminium (µg/l)	16,0	2,1	3,3	3,4	3,3
Lanthan (µg/l)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

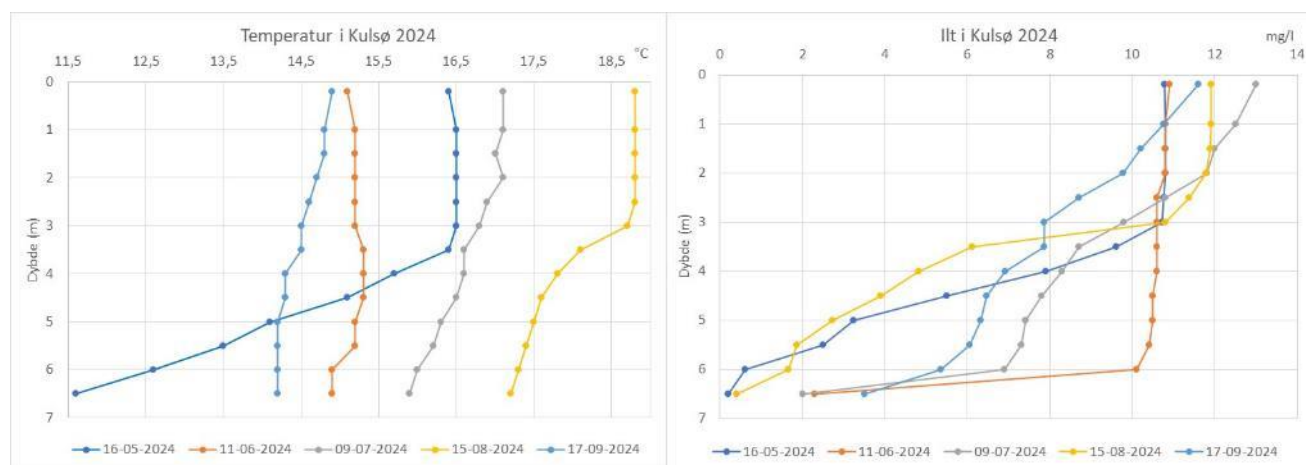
4.3. Lagdeling af vandmassen

I 2024 blev der kun målt et egentligt springlag i maj, hvor det lå i 3,5 meters dybde, mens et egentlig hypolimnion (vandsøjlen under springlaget) ikke var etableret, idet temperaturen blev ved med at falde helt ned til bunden (Figur 4.6, tv). Som en følge af lagdelingen var iltkoncentrationen ved bunden på dette tidspunkt lav (<2 mg/l).

I juni og juli var der også lave iltkoncentrationer lige omkring 2 mg/l helt nede ved bunden, mens der i august var antydning af et springlag fra 3-4 meters dybde, hvilket formentlig er årsagen til at der blev målt iltkoncentrationer under 2 mg/l fra 5,5 meters dybde og ned til bunden (Figur 4.6, th).

I september faldt temperaturen kun svagt mod bunden, og der var ikke antydning af springlag. Iltindholdet faldt dog jævnt ned mod bunden til 3,5 mg/l lige over bunden.

Samlet set var der i 2024 kun kortvarige springlagsdannelser eller tegn på dette. Iltniveauet nåede kun i maj og august meget lave niveauer ved bunden med faldende værdier fra 3-4 meters dybde.



Figur 4.6: Temperatur- (tv.) og iltprofiler (th.) i Kulsø i perioden maj-september 2024.

Tabel 4.4: Lagdeling af vandmassen i Kulsø. Data fra VanDa, samt egne tilsyn i maj-november 2024.

År	Første måle-dato	Første spring-lagsdato	Antal til-syn	Antal målte springlag	Laveste iltniveau ved bunden	Antal tilsyn med ilt <2 mg/l
1990	07-03-1990	07-05-1990	7	1	3,1	0
1995	06-03-1995	30-10-1995	9	0	3,6	0
1997	23-04-1997	15-07-1997	8	2	0	2
1999	05-05-1999	19-05-1999	8	4	0,4	4
2002	16-04-2002	18-06-2002	8	4	0	3
2003	27-01-2003	28-07-2003	13	3	0	4
2011	13-04-2011	11-05-2011	7	2	0,63	2
2017	10-05-2027	12-09-2017	5	0	7,43	0
2023	16-02-2023	10-07-2023	6	3	0	3
2024	16-05-2024	16-05-2024	6	1	0,2	2

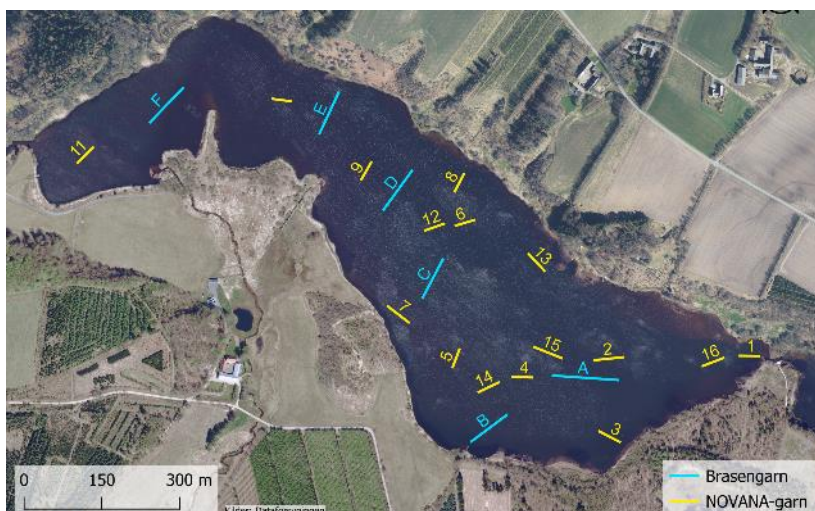
Der er blevet målt ilt- og temperaturprofiler i Kulsø ved 72 tilsyn fordelt på 10 år i perioden 1990-2024 /9/. På de 10 år har der været springlag otte af årene, og det er således kun i 1995 og 2017, hvor der ikke har været springlag (Tabel 4.4).

Målingerne viser at springlaget typisk etableres i perioden maj-juli og at det ofte blev målt ved flere tilsyn i træk, hvorfor der sandsynligvis er tale om en længerevarende springlagsperiode, der ofte strækker sig fra juni til august eller september. Springlagets top ses i hele vandsøjlen med en gennemsnitlig dybde på 2.7 meter.

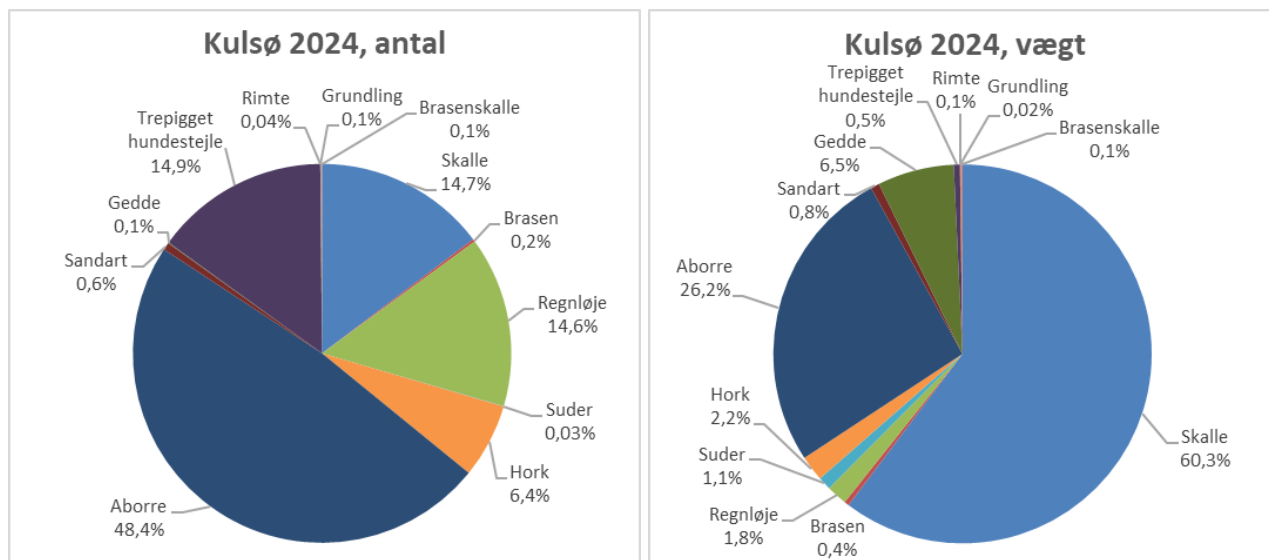
I de fleste år med springlagsdannelse i Kulsø opstår der flere perioder med meget lave iltkoncentrationer ved bunden, også udenfor springlagsperioderne (Tabel 4.4). De laveste iltkoncentrationer ses dog som regel samtidig med at der måles springslag.

4.4. Fiskebestand

Fiskebestanden i Kulsø blev undersøgt i perioden 27. – 29. august 2024 med biologiske oversigtsgarn og stormaskede garn. Der blev sat 15 biologiske oversigtsgarn af typen modificeret Ny-Nordisk-Norm, der er 35 meter lange, 1,5 meter høje og består af 14 forskellige maskevidder mellem 5 og 85 mm. Desuden blev der sat seks stormaskede garn der hver især er 90 meter, 1,8 meter høje og består af fem forskellige maskevidder mellem 85 og 130 mm. Placeringen af garnene fremgår af (Figur 4.7).



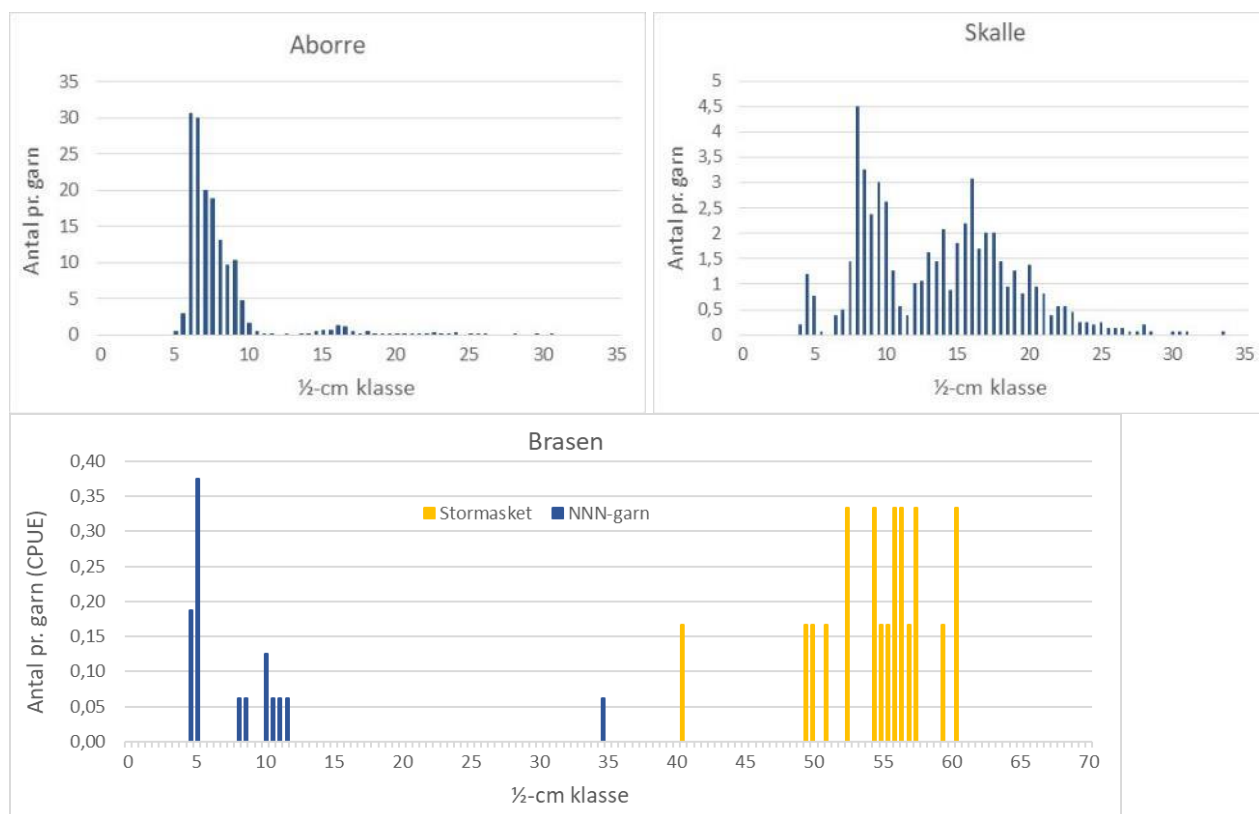
Figur 4.7: Garnplaceringer ved fiskeundersøgelsen i august 2024.



Figur 4.8: Antals- og vægtmæssig fordeling af fangsten i de biologiske oversigtsgarn. Bemærk: volumenvægtet gennemsnit.

Der blev fanget i alt 5.330 fisk med en samlet vægt på 182,3 kg i de 15 oversigtsgarn og det ene 48 mm garn. I de seks stormaskede garn blev der fanget 20 brasen med en samlet vægt på 64,2 kg og én rimte på 2,7 kg.

Fangsten i de biologiske oversigtsgarn var antalsmæssigt domineret af aborrer, der udgjorde knap 57 % af fangsten, mens det vægtmæssigt var skaller der dominerede med ca. 59 % af fangsten (se Figur 4.8). Forklaringen findes i de to arters længdefordelinger, med dominans af 0+ (årsyngel) af aborrer og en større andel af 1-, 2- og 3-årige skaller (Figur 4.9).



Figur 4.9: Længde-hyppighedsgrafer for aborrer, skaller og brasen, fra Kulsø i 2024.

Tabel 4.5: Fiskebestanden i Kulsø i 2024, omsat til pointscore i fiskeindeks for søer DFFS.

Delparameter DFFS	Værdi	Pointscore
NPUE (antal pr. garn)	341	0
Rovfiske-procent	19,7	0
Skalle-brasen-procent	61,3	0
Individbiomasse	20,4	0
Sum		0

Indikator	Lavvandede søer			Dybe søer		
	3 point	2 point	1 point	3 point	2 point	1 point
NPUE, antal	<54	<92	<174	<30	<54	<84
%rovfisk	>54	>32	>25	>62	>50	>35
%skalle-brasen	<28	<43	<55	<15	<34	<48
Individbiom.	>60	>41	>26	>53	>38	>31

Som det også fremgår af Figur 4.9 blev der kun fanget ganske få brasen i de almindelige oversigtsgarn (kaldet NNN-garn på figuren), men de stormaskede garn gav en del større brasen, primært mellem 50 og 60 cm.

Fiskebestandens tilstand i 2024 bedømmes ud fra fiskeindekset DFFS til "dårlig økologisk tilstand", idet fiske-sammensætningen resulterer i en pointscore på 0 (Tabel 4.5). dette svarer til den aktuelle vurdering i den gældende vandområdeplaner, hvor tilstanden også bedømmes til "dårlig", baseret på data fra en fiskeundersøgelse i 2017.

4.4.1. Fiskebestandens betydning for søens tilstand og muligheden for målopfyldelse

Søers biologiske struktur er ofte bestemmende for søens tilstand. I søer med en fiskebestand ude af balance bliver græsningskæden, som i en mere sund sø regulerer søens planteplankton, ødelagt gennem fiskenes prædation på de store effektivt græssende dafnier. De større fisk's fødesøgning efter myggelarver og andre smådyr på søbunden bringer desuden store mængder sediment i resuspension og bevirker fosforfrigivelse fra sedimentet til vandet.

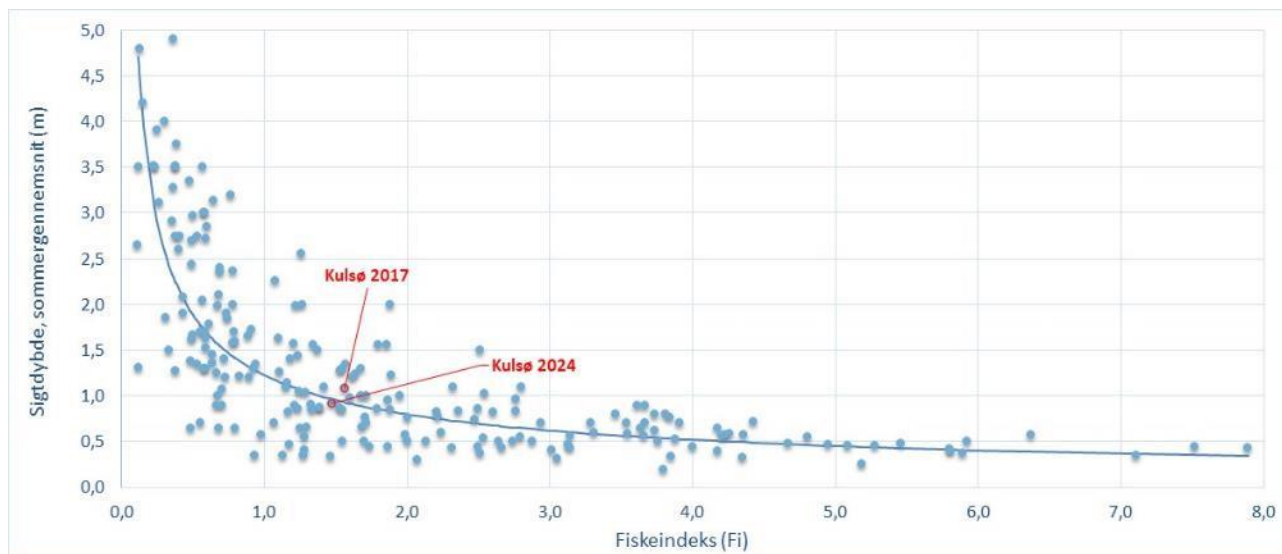
Fiskebestandens betydning for søens vandmiljø kan vurderes gennem et "skidtfiskeindeks" (F_i), udviklet af Fiskeøkologisk Laboratorium, som udtrykker fiskenes potentielt negative påvirkning af vandmiljøet:

$$F_i = \frac{\frac{Kf}{50} + \frac{Br > 10}{5} + \frac{40}{15 + Ab \%}}{3}$$

Hvor Kf er antallet af karpefisk pr. garn, Br > 10 er antallet af brasener og karper større end 10 cm pr. garn og Ab % er de store aborrers andel af fiskebiomassen.

Plottes dette indeks mod den målte sommersigttybde i en lang række undersøgte danske søer viser det sig, at sigttybden stort set altid er ringe, når indekset er større end 2, og at et indeks under 1 er en betingelse for klart vand (se Figur 4.10).

I Kulsø beregnes Skidtfiskeindekset F_i til lige omkring 1,5, både i 2017 og 2024, hvilket er i god overensstemmelse med de målte sommersigttybder på 1,09 m. (2017) og 0,95 m. (i 2024) – se Figur 4.10. Det er særligt søens mange skaller, aborrengelen og de store brasen, der påvirker miljøtilstanden negativt, og en regulering af fredfiskebestanden kan derfor være medvirkende til at sikre en mere klarvandet tilstand i søen.



Figur 4.10: Sigt dybden (sommermiddelt) sammenholdt med et fiskeindeks i en række danske søer og i Kulsø i 2017 og 2024.

4.5. Sediment

I november 2024 blev der udtaget sedimentprøver på tre stationer i Kulsø (Figur 4.11). På hver station blev udtaget tre sedimentkerner til en dybde af mindst 20 cm, hvorefter sedimentkernerne blev opdelt i dybdeintervallerne 0-5, 5-10 og 10-20 cm og sedimentet fra de samme dybdeintervaller puljet til én prøve. Efterfølgende blev sedimentprøverne sendt til akkrediteret laboratorie og analyseret for tørstof, glødetab, total-P, let adsorberet P, labilt organisk P, total-Fe, BD-jern og aluminium. Let adsorberet og labilt organisk P angiver den mobile del af fosforpuljen, der potentielt kan frigives til vandfasen, hvis de rette forhold opstår.



Figur 4.11: Placering af sedimentstationer i Kulsø ved prøvetagningen i November 2024.

Tabel 4.6: Analyseresultater fra sedimentundersøgelsen i Kulsø, vist som gennemsnitsværdier for dybdefraktionerne.

	Tørstof (%)	Glødetab (% af TS)	Tot-P (mg/kg TS)	Lab. org. P (mg/kg TS)	Let ads. P (mg/kg TS)	Jern BD (mg/kg TS)	Jern (mg/kg TS)	Aluminium (mg/kg TS)
0-5 cm	10,0	26	5.900	<50	373	4.333	55.667	8.400
5- 10 cm	10,9	26	4.467	<50	467	6.567	47.333	8.433
10 – 20 cm	15,2	22	2.633	<50	263	9.033	36.667	9.033

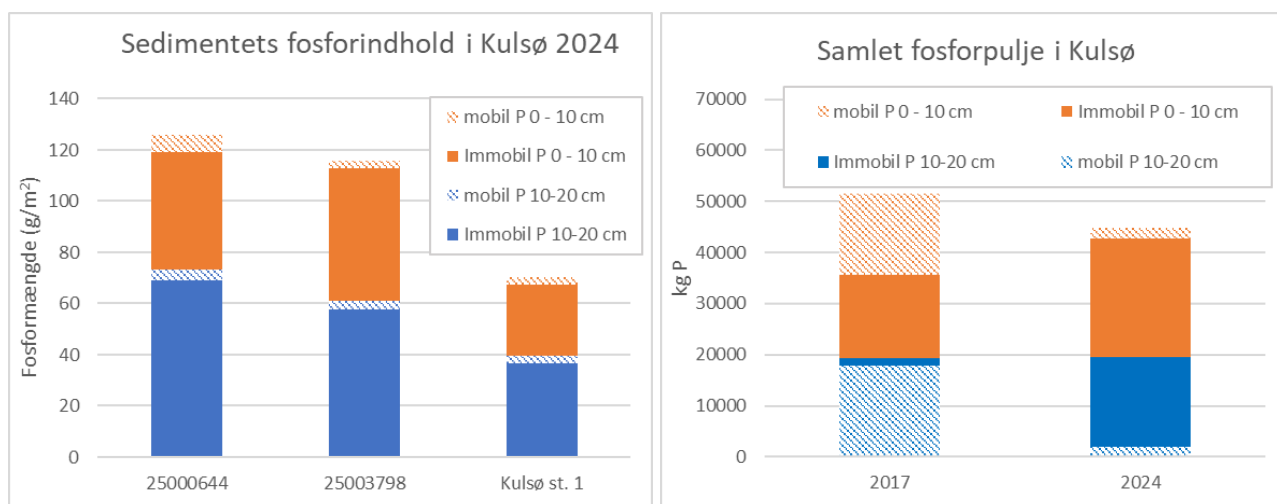
De tre prøvetagningsstationer varierede en del, således at de dybeste station (25000644) havde det klart højeste tørstofindhold og laveste glødetab. De to stationer beliggende på lavere vand havde derimod de højeste fosforkoncentrationer (pr. kg tørstof), både med hensyn til total-mængden og den mobile fosforpulje.

På alle tre stationer var der en øget tørstofprocent og et faldende fosforindhold ned gennem sedimentet. Overordnet set lå tørstofprocenten og glødetabet på et normalt niveau for søtypen, mens fosforindholdet pr kg tørstof lå en smule højt /11/.

St. 25000644, der er beliggende på søens dybeste sted, havde den største fosformængde pr. areal, på 126 gram pr m² i de øverste 20 cm sedimenter (Figur 4.12, tv). Næststørst var st. 25003798, hvor dybden var 3,85 m og fosformængden 116 g/m², mens den sidste station, der havde den mindste dybde af prøvestationerne, havde den klart mindste fosformængde på 70 g/m². Således følger fosfordelingen et normalt billede, hvor det meste fosfor akkumuleres på de dybeste steder i søen.

Fe:P forholdet i sedimentets øverste 10 cm var mellem 8 og 15 og i gennemsnit 10, hvilket er i den lavere ende i forhold til de 15, der normalt skal til for at fosfor effektivt bindes i sedimentet under iltede forhold /14/.

Den samlede fosforpulje i de øverste 20 cm af sedimentet i Kulsø beregnes ud fra analyseresultaterne i 2024 til at være på knap 45 ton (se Figur 4.12 th.). Den mobile pulje består udelukkende af let adsorberet P, der angiver den jernbundne fosfor, og udgør godt 9 % af den samlede fosforpulje, svarende til ca. 4 ton, hvilket er en lav andel af mobil-P sammenlignet med andre naturlige søer /13/.



Figur 4.12: Fosforindhold på tre stationer i Kulsø (tv) og udvikling i samlet fosforpulje (th).

Der er tidligere foretaget sedimentundersøgelser i Kulsø i 2017, hvor de øverste 40 cm af sedimentet blev undersøgt. På daværende tidspunkt blev der ikke foretaget sekventiel ekstraktion af mobile fosforpuljer som i indeværende undersøgelse. Det er dog muligt at beregne en tilnærmet værdi for den mobile fosforpulje ved at antage et baggrundsniveau, der findes dybere i sedimentet, hvorved den mobile pulje beregnes som forskellen mellem baggrundniveauet og fosforindholdet i de respektive dybdeintervaller /3/.

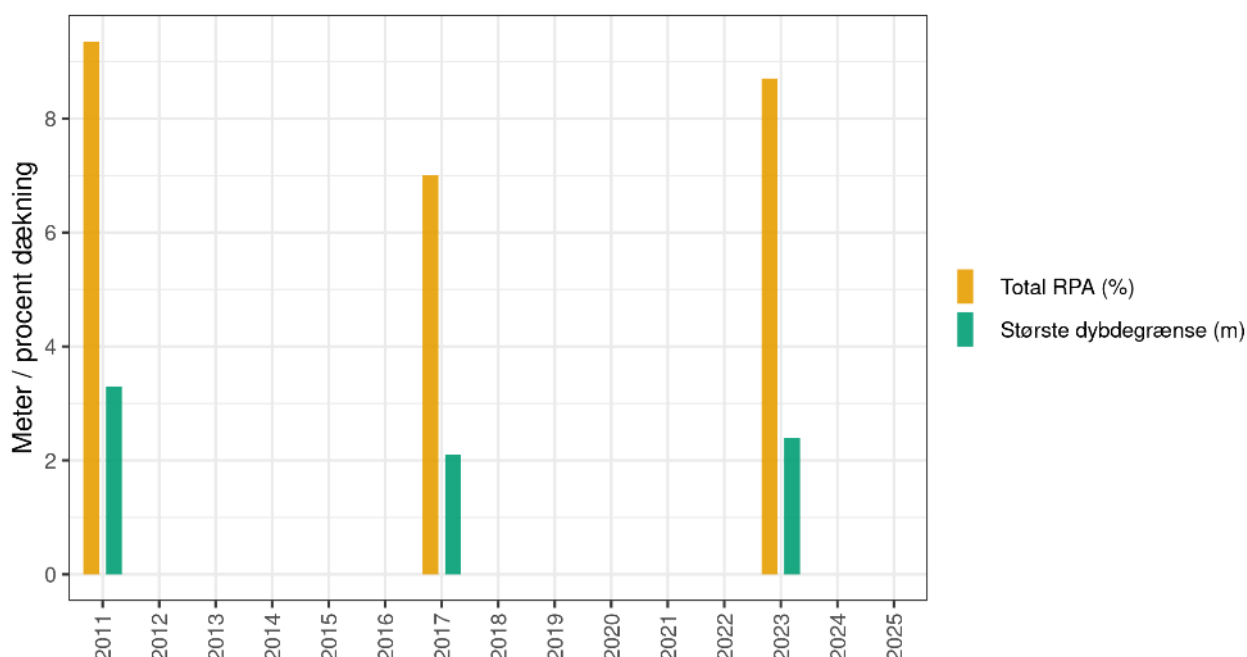
For undersøgelsen i 2017 var der kun undersøgt sediment dybere end 20 cm på st. 25000644, der også anvendes i indeværende undersøgelse, så den mobile pulje estimeres ud fra denne prøvestation. Den samlede fosforpulje er siden 2017 faldet med omkring 5 tons P, samtidig med at andelen af den mobile pulje synes at være reduceret markant (Figur 4.12, th). Den markante reduktion må formodes i en vis grad at kunne tilskrives usikkerheden ved beregningsmetoden, men der kan også være sket en reduktion i den mobile pulje siden 2017.

4.6. Vegetation

Vegetationen i Kulsø er undersøgt i 2011, 2017 og senest i 2023 /9/. Det samlede plantedækkede areal har været mellem 7,0 og 9,4 % af søens areal, mens dybdegrænsen har varieret mellem 2,1 og 3,3 meter (Figur 4.13). I Kulsø udgør dybder over 2,5 meter 57 % af søens areal og det er således en stor del af søen som er uden vandplanter.

Der er siden 2011 fundet 21 forskellige arter/slægter af undervandsplanter i Kulsø, hvoraf de 12 blev fundet ved seneste undersøgelse i 2023, med vandpest som den mest dominerende art, efterfulgt af spinkel og hjertebladet vandaks. I 2023 er der desuden fundet kransnålalger af slægten Nitella, der sandsynligvis kan være samme art (brodspidset glastråd) som blev fundet i forbindelse med både fiske- og sedimentundersøgelserne i Nersø i 2024. Arten er sjælden i Danmark og bør indtænkes i eventuelle restaureringsindsatser, så den ikke påvirkes negativt.

Tilstanden af vandplanter beregnes i henhold til Dansk søvandplanteindeks (DSVI), hvor EQR-værdien i 2023 er 0,57, svarende til moderat tilstand /18/. Tilstanden er således uændret i forhold til 2017, der udgør grundlaget for tilstandsvurderingen af Kulsø i vandplandata, hvor EQR-værdien også var 0,57 /5/.



Figur 4.13: Udvikling af totalt plantedækket areal (RPA) og største dybdegrænse i Kul Sø.

Tabel 4.7: Artsliste med tilhørende dækningsgrader for hver undersøgelse i Kul Sø.

Art	Art latin	2011	2017	2023
Butbladet vandaks	<i>Potamogeton obtusifolius</i>	0,26	0,76	0,04
Enkelt pindsvineknop, submers	<i>Sparganium emersum f. submersum</i>	0,06	-	-
Gul åkande, submers	<i>Nuphar lutea f. submersa</i>	0,07	0,01	0,20
Hjerterbladet vandaks	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	0,22	2,08	1,82
Kors-andemad	<i>Lemna trisulca</i>	0,09	0,02	0,98
Kruset vandaks	<i>Potamogeton crispus</i>	0,01	0,04	-
Liden vandaks	<i>Potamogeton berchtoldii</i>	1,78	-	-
Spinkel vandaks	<i>Potamogeton pusillus</i>	0,07	0,04	2,88
Storblomstret vandrunkel	<i>Ranunculus peltatus subsp. peltatus</i>	0,46	-	-
Storfrugtet vandstjerne	<i>Callitriche stagnalis</i>	0,02	-	-
Tornfrøet hornblad	<i>Ceratophyllum demersum</i>	0,39	0,15	-
Vandpest	<i>Elodea canadensis</i>	6,60	4,05	3,03
Kredsbladet vandrunkel	<i>Ranunculus circinatus</i>	-	0,27	0,17
Sump-forglemmigej	<i>Myosotis laxa subsp. caespitosa</i>	-	0,04	-
Sø-kogleaks, submers	<i>Schoenoplectus lacustris f. submersus</i>	-	0,05	-
Tykskulpet brøndkarse	<i>Nasturtium officinale</i>	-	0,04	-
Vandrunkelslægten	<i>Batrachium</i>	-	0,02	-
Brodbladet vandaks	<i>Potamogeton friesii</i>	-	-	0,02
Børstebladet vandaks	<i>Stuckenia pectinata</i>	-	-	0,04
Glanstrådslægten	<i>Nitella</i>	-	-	0,43
Hvid Nøkkerose, submers	<i>Nymphaea alba f. submersum</i>	-	-	0,02
Pindsvineknopslægten	<i>Sparganium</i>	-	-	0,02
Skør kransnål	<i>Chara globularis</i>	-	-	0,03

4.7. Samlet vurdering af søens tilstand

Det er kun kvalitetselementer kvælstof og ilt, der opnår god tilstand i Kulsø (se Tabel 4.8), hvor kvalitetselementet ilt reelt ikke kan bruges som indikator for tilstanden, idet kravet for god tilstand på 60% iltmætning i overfladevandet meget nemt opnås i søer med kraftig algeproduktion. Den samlede tilstand, vurderet ud fra kvalitetselementerne der anvendes i vandområdeplanerne, vil også med de nyeste undersøgelser være dårlig økologisk tilstand (fiskebestanden ligger i denne tilstandsklasse).

Tabel 4.8: Tilstanden af kvalitetselementer ved nyeste undersøgelser i Kulsø.

Kvalitetselement	Økologisk tilstand ved seneste undersøgelse	Undersøgelsesår
Fytoplankton (klorofyl)	Ringe tilstand	2024
Makrofytter	Moderat tilstand	2023
Fytobenthos	Ukendt	-
Bentiske invertebrater	Ukendt	-
Fisk	Dårlig tilstand	2024
Vandets klarhed	Ikke-god tilstand	2024
Iltforhold	God tilstand	2024
Kvælstofindhold	God tilstand	2023
Fosforindhold	Ikke-god tilstand	2024

Nationalt specifikke stoffer	Ikke-god tilstand	2017
------------------------------	-------------------	------

Kulsø var i 2024 karakteriseret ved lav sigtdybde, høje klorofylkoncentrationer (alger) og en fosforkoncentration, der med et sommergennemsnit på 0,90 mg/l lå et pænt stykke over de 0,053 mg/l, der iflg. SGAV er den målbelastning søen skal ned under for at der kan forventes målopfyldelse.

Den lave sigtdybde er formentlig en af hovedårsagerne til at vegetationsdækket i søen er forholdsvis lavt. På den positive side findes der en artsrig undervandsvegetation, med en del positive arter såsom hjertebladet vandaks, vandranunkler og kransnålalger.

Søen lagdeler i perioder med et springlag der nogle år kan findes i 3-4 måneder, mens det andre år slet ikke opstår. Dette har betydning for fosforfrigivelsen fra sedimentet, særligt i det dybe område tæt på indløbet fra Nedersø. Fosforpuljen i sedimentet er forholdsvis stor, men kun en meget lille andel udgøres af mobile fosforfraktioner, der potentielt kan frigives til vandet.

Fiskebestanden er domineret af skaller, aborre yngel og store brasen, i en tæthed og biomasse der potentielt har en negativ betydning for søens tilstand.

5. Belastningsopgørelse

5.1. Ekstern belastning

En vigtig forudsætning for en succesfuld sørestauration er, at den eksterne belastning er tilstrækkelig lav til at søen kan opretholde en stabil, klarvandet tilstand efter restaureringsindgrebet. I høringsudgaven af genbesøget af vandområdeplanerne, udsendt december 2024, angiver belastningsopgørelsen for Kulsø en baselinebelastning på 1.566 kg P/år i 2027, samt en målbelastning på 2.402 kg P/år /6/. Dette giver et negativt brutto-indsatsbehov på 836 kg P/år for Kulsø.

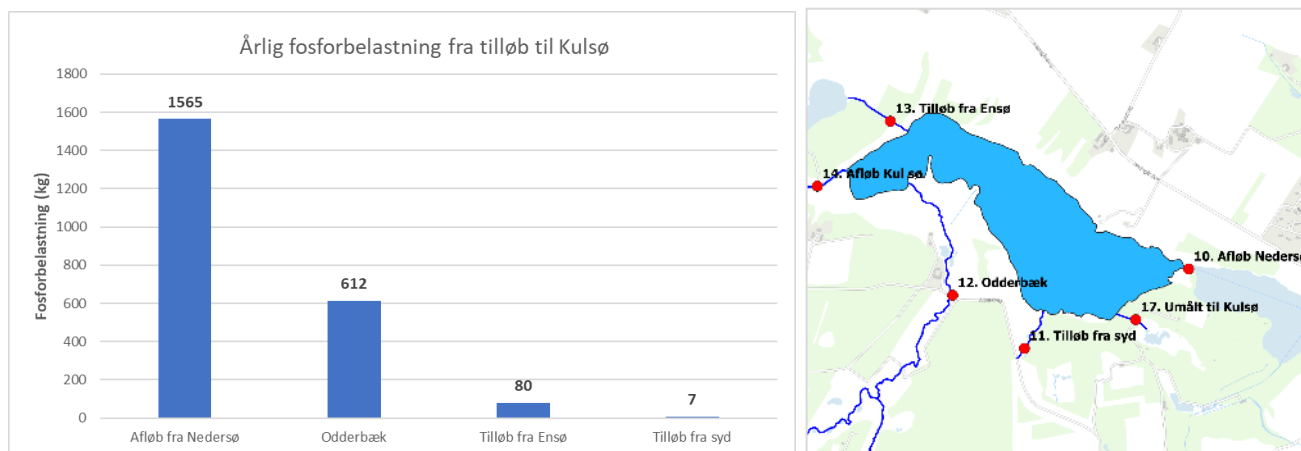
I de oprindelige vandområdeplaner fra 2021-2027 er baselinebelastningen i 2027 angivet som 2.161 kg P/år, mens målbelastningen er 2.383 kg P/år /1/.

5.1.1. Belastning fra tilløb

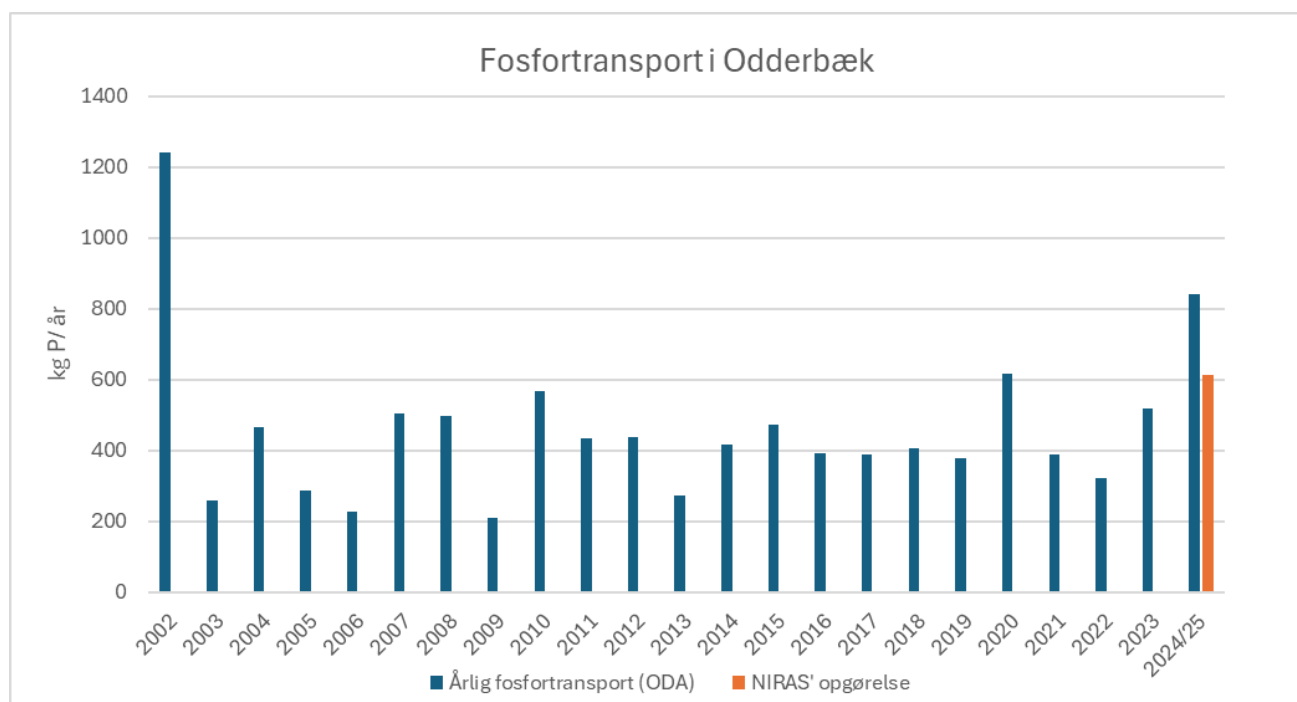
NIRAS har i perioden april 2024 – marts 2025 målt vandføring og udtaget vandprøver til analyse for fosfor og kvælstof ved 16 tilsyn i fire tilløb som nævnt i afsnit 3.2. For tilløb 12 – Odderbæk er der anvendt daglige målinger af vandføringer fra SGAV's målestation i tilløbet, mens vandkemiske prøver udgøres af en kombination af prøvetagninger fra SGAV og NIRAS, der samlet set giver analyseresultater fra 39 prøvetagninger i perioden januar 2024-marts 2025. Døgnbelastningen i hvert tilløb beregnes ud fra vandføring og vandkemi under antagelse af en lineær sammenhæng mellem undersøgelsesdatoer. Der beregnes en summeret værdi for hele undersøgelsesperioden, som derefter omregnes til en årsbelastning.

Den samlede årlige fosforbelastning fra tilløb til Kulsø i 2024-25 er derved beregnet til at være 2.264 kg P, hvor den største belastning kommer fra afløbet fra Nedersø, mens også Odderbæk bidrager med en betydelig mængde (Figur 5.1).

Da målingerne af næringsstof baserer sig på enkeltmålinger har NIRAS foretaget undersøgelser af smådyrsfaunaen i tre af de undersøgte tilløb til Kulsø /23/. Smådyrsfaunaen afspejler vandkvaliteten over en længere periode og vil kunne indikere eventuelle spildevandspåvirkninger eller andre udledninger, som ikke er blevet opfanget af vandprøverne. Selvom Odderbæk viser tegn på stor næringsbelastning er dette ikke noget, der afspejler sig i smådyrsfaunaen. Ud fra dette vurderes det, at der ikke foregår periodiske udledninger af større mængder spildevand eller lignende i Odderbæk, men at den blot præges af en generel næringspåvirkning fra oplandet. I de øvrige tilløb var der ligeledes ikke tegn på spildevandspåvirkning.



Figur 5.1: Årlig fosforbelastning fra fire tilløb til Kulsø.



Figur 5.2: Fosfortransport i Oddebæk for perioden 2002-2024/25. Fosfortransporten for 2024/25 i ODA er opgjort for hele 2024, mens den for NIRAS er opgjort fra april 2024- marts 2025.

I Oddebæk findes der, som beskrevet ovenfor, en fast vandføringsmåler og der udtages vandkemiprøver til analyse for bl.a. fosfor gennem året, hvilket betyder at det er muligt at beregne fosfortransport for de seneste 22 år (se Figur 5.2). Disse beregnede fosfortransporter, der er tilgængelige via overfladevandsdatabasen ODA, viser, at opgørelsen for hele 2024 var på det højeste niveau siden 2002 /21/. NIRAS' opgørelse ligger noget lavere, hvilket skyldes at måleperioden er forskudt med tre måneder (apr.-marts 2024/25). Tilførslen er dog, med 612 kg P/år, stadig på et højt niveau, der ligger næsten 154 kg over gennemsnittet for de seneste 22 år.

5.1.2. Belastning fra grundvand

Vandets massebalance, dvs. den samlede årlige vandmængde, der tilføres via de målte tilløb og afløbet fra søen kan beregnes ud fra vandføringsmålingerne. I Kulsø er det samlede vandvolumen tilført via de målte tilløb opgjort til 37,8 mio. m³/år, mens vandvolumen i afløbet er opgjort til 47,9 mio. m³/år. Differencen er således ca. 10 mio. m³/år og det må antages at denne vandmængde i høj grad stammer fra grundvandsindsivning i søen, idet fordamning og nedbør antages at udligne hinanden. I området omkring Kulsø findes flere kildeudspring, blandt andet nord for Rørbæk Sø og ved Tinnets Krat, hvor Gudenå og Skjernå har deres udspring, hvilket understøtter at grundvandet står højt i området.

Fra målinger af kildefødte vandløb nord for Rørbæk Sø, samt nærliggende data fra boringsdatabasen Jupiter /15/, bestemmes fosforkoncentrationen af grundvandet til 0,027 mg/l, hvilket sammenholdt med grundvandsindsivningen på ca. 10 mio. m³/år giver en årlig belastning på 272 kg P.

5.1.3. Belastning fra vandfugle, herunder udsætning og fodring

Vandfugle kan medføre en væsentlig næringsstofbelastning af søer, hvis antallet af fugle der raster eller fouragerer på søen er højt. Den teoretiske næringstilførsel fra vandfugle kan beregnes ud fra hvor mange af de forskellige arter, der har opholdt sig på søen, og i hvor stort antal de enkelte arter forekommer pr. dag, kombineret med erfaringstal for næringsstofbelastningen fra de enkelte arter pr. dag /15/. Da forekomsten af arter er

sæsonafhængig laves denne beregning for hvert kvartal, hvorefter den årlige belastning opgøres som summen disse. I beregningen medtages observationer fra 2020 og frem til juli 2025.

Ifølge dofbasen.dk suppleret med egne tællinger raster flere vandfugle periodisk i større antal i Kulsø, blandt andet troldænder, sangsvaner og måger, men perioder med ganske få fugle forekommer også (Tabel 5.1) /17/. Den årlige fosforbelastning fra vandfugle beregnes således til kun at være 4 kg P. Fugle med størst betydning for belastningen er vist i Figur 5.1.

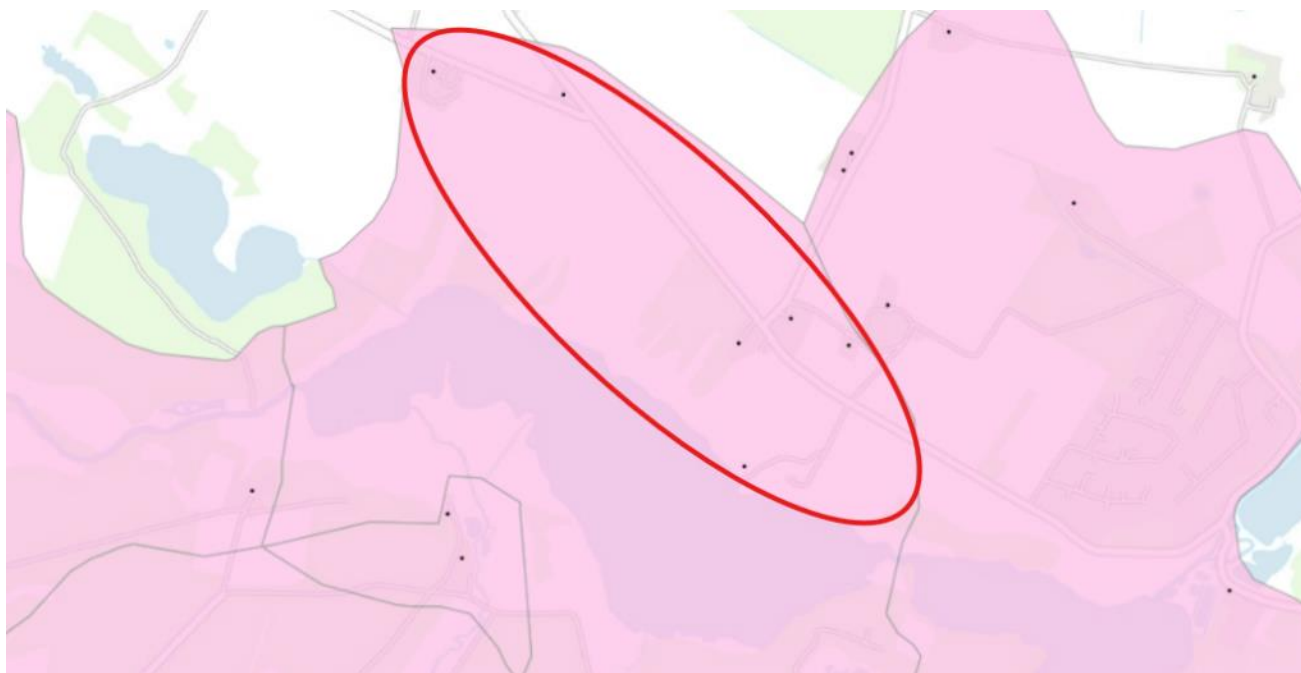
Der foregår, så vidt det er oplyst, hverken udsætning eller fodring i betydende omfang i Kulsø.

Tabel 5.1: Fuglearter med størst belastning til søen.

Artsnavn	Antal individer pr observation	Årlig fosforbelastning (kg P)
Hættemåge	300	1,7
Skarv	1-8	0,7
Måge sp.	50	0,6
Knopsvane	1-15	0,4
Fiskehejre	1-22	0,4
Sangsvane	8-70	0,1
Gråand	3-36	0,1
Troldand	1-48	0,1
Sølvmåge	3-7	0,1
Grågås	2-7	<0,1

5.1.4. Belastning fra ukloakerede ejendomme og andre punktkilder

Der forekommer, ifølge MiljøGIS for genbesøg af vandområdeplanerne, 6 ukloakerede ejendomme indenfor det opland, der ikke afvandes via de målte tilløb. Disse ejendomme er beliggende på nordsiden af søen (Figur 5.3).



Figur 5.3: Ukloakerede ejendomme på nordsiden af Kulsø. Data fra <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3genbesoeg2024>

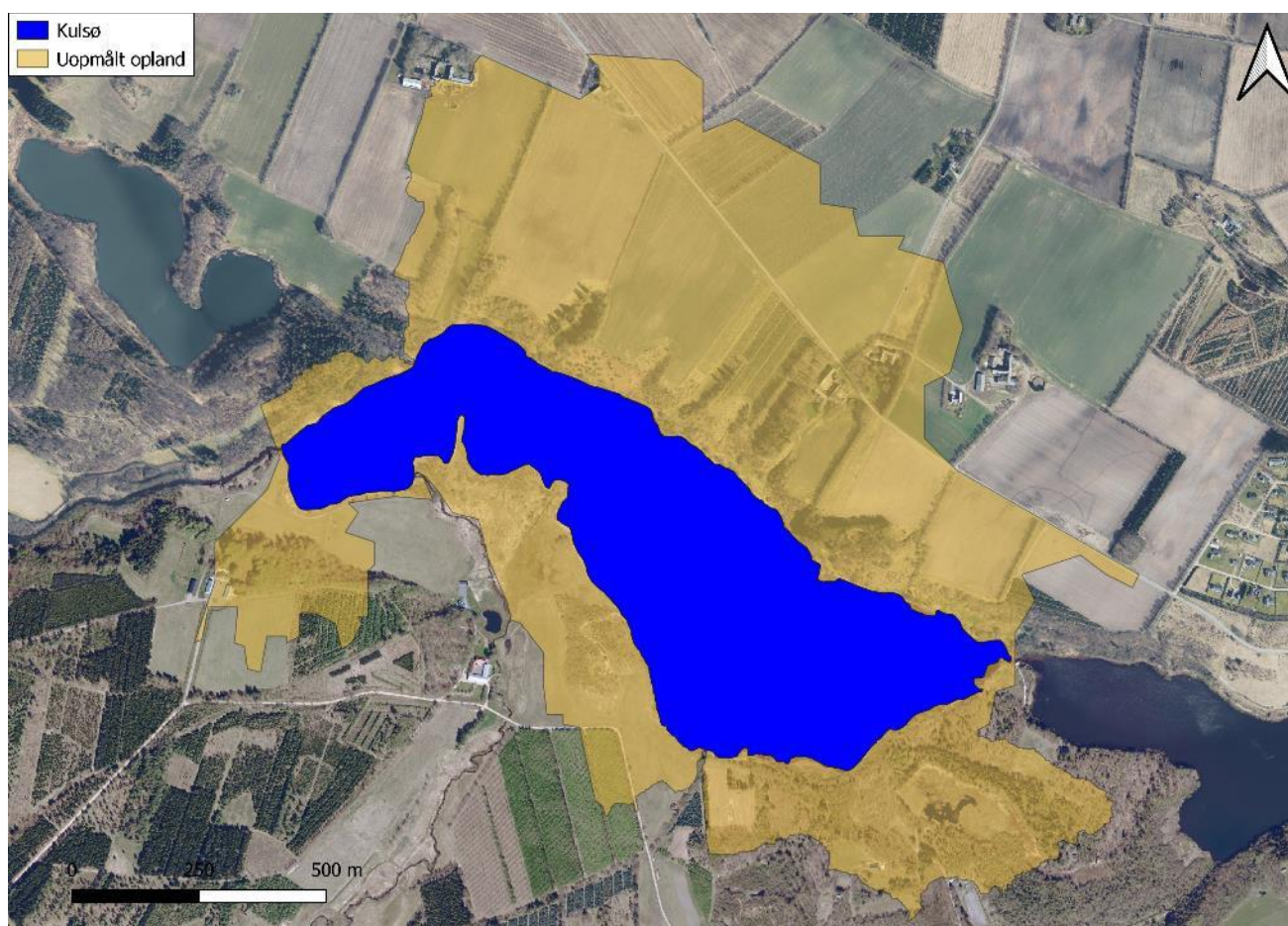
Hvis der antages et worst-case-scenarie, hvor hver af disse ejendomme udleder direkte til søen, vil der kunne ske en teoretisk udledning af $6 \times 1,62 \text{ kg P/år} = 9,7 \text{ kg P}$. Dette er baseret på oplysninger om udledningsmængder fra ukloakerede ejendomme, i Miljøstyrelsens rapport om virkemidler overfor punktkilder fra 2019 /29/.

Arealet af befæstede arealer i oplandet til Kul Sø er minimalt (se afsnit 3.1) og det vurderes derfor usandsynligt at der skulle forekomme andre punktkilder end tilløbene og de ukloakerede ejendomme, med betydning for belastningen i Rørbæk Sø.

5.1.5. Direkte opland og atmosfærisk deposition

Det opland til søerne, der ikke afleder vand til et af tilløbene, men i stedet ligger direkte ned til søerne, betegnes det direkte opland. Vand herfra ledes til søerne via overfladisk afstrømning eller gennem jorden. Da der er tale om et mindre bidrag i forhold til de øvrige belastningskilder, er der ikke foretaget nærmere undersøgelser af næringsindholdet i dette vand, men blot anvendt erfaringstal for fosfortilførslen pr. ha fra lignende undersøgelser. Der er således antaget en fosfortilførsel på $0,046 \text{ kg fosfor årligt pr. ha}$ direkte opland, som i Kulsø er 116 ha , svarende til en årlig tilførsel på $5,3 \text{ kg P}$.

Den årlig atmosfæriske deposition fastsættes også ud fra et erfaringstal på $0,1 \text{ kg P pr ha}$, hvilket i Kulsø svarer til $4,5 \text{ kg P/år}$ /22/.



Figur 5.4: Direkte opland til Kulsø.

5.1.6. Samlet ekstern belastning

Ud fra førnævnte kilder er den samlede årlige eksterne belastning til Kulsø på 2551 kg P, hvor belastningen fra tilløb udgør den klart største belastning til søen. Af tilløbene er det særligt afløbet fra Nedersø, men også Od-derbæk, der udgør den største del af fosforbidraget.

Den opgjorte belastning er 134 kg højere end den målbelastning, der er anført i belastningsopgørelsen fra SGAV, som er på 2402 kg P/år /6/. Belastningen er desuden en del højere end den statusbelastning der er angivet i belastningsopgørelsen, som er angivet til 1577 kg /6/.

Tabel 5.2: Opgørelse af den årlige fosforbelastning via eksterne kilder til Kulsø.

Belastningskilde	Årlig P-belastning 2024-25 (kg)
Tilløbene til Kulsø	2.264
Grundvandsindsivning	272
Fuglebelastning	5,3
Ukloakerede ejendomme	9,7
Direkte opland	5,3
Atmosfærisk deposition	4,5
Samlet	2.560,8

5.2. Søens forventede ligevægtstilstand

Fra en given årsbelastning kan årsmiddelkoncentrationen beregnes ud fra følgende formel:

$$TP_{sø} (\text{årsmiddel}) = 3,428 \cdot TP_{\text{indløb}}^{1,483} / (1 + \sqrt{tw})^{0,596}, \text{ hvor } tw \text{ er søens opholdstid (0,025 år) /24/}$$

Herefter omregnes til sommermiddelkoncentration ud fra denne sammenhæng for lavvandede søer:

$$TP_{\text{sommermiddel}} = (TP_{\text{årsmiddel}} / 0,585)^{1,1754} / 25/.$$

Anvendes statusbelastningen fra SGAV's belastningsopgørelse på 1.577 kg P/år og en årlig vandføring på 40,3 mio. m³/år, svarende til en indløbskoncentration på 0,039 mg/l. opnås en sommermiddelkoncentration på 0,025 mg/l.

Hvis data fra de udførte undersøgelser i 2024-25 anvendes, med en årlig ekstern fosforbelastning på 2.536 kg P og en vandføring på 47,8 mio m³/år, svarende til en indløbskoncentration på 0,053 mg/l, bliver den beregnede sommermiddelkoncentration for Kulsø i stedet 0,044 mg/l.

I belastningsopgørelsen er sommermiddelmålsætningen for fosfor angivet til 0,053 mg/l, hvilket betyder at den belastning, der er målt i indeværende undersøgelser opfylder målet og belastningen er derfor på et niveau, hvor der kan forventes målopfyldelse, også selvom målbelastningen på 2.402 kg P/år er overskredet ved 2024-25-undersøgelserne.

De seneste tre måleår (2017, 2023 og 2024) har dog vist et sommergennemsnit af fosfor på mellem 0,085 mg/l og 0,094 mg/l, hvilket tyder på, at fosforindholdet i søen er for højt.

5.3. Intern belastning

I 2024 dannede Kulsø kun springlag i maj og da opholdstiden i søen blot er 9 dage, kan stigningen af fosfor i sommerperioden ikke bruges til at beregne den interne belastning, da sådan en beregning i stedet vil reflektere indløbsvandet.

Der er tidligere blevet målt længerevarende springlag i søen, senest i 2023, og desuden i 2002 og 2003, hvor lagdelingen har været tre eller fire måneder. Der er samtidig taget vandprøver under springlaget, hvilket sammen med antagelsen om at søens tilførsel og fraførsel af næringsstoffer sker gennem overfladevandet, gør det muligt at estimere søens interne belastning ved at kigge på stigningen af fosfor i bundvandet i løbet af springlagsperioden, idet bundvandet betragtes som et lukket system.

Stigningen af fosfor i bundvandet i søens dybe område (ved station 25000644) er lav med blot 16 kg på 63 dage i 2023, mens den var endnu lavere i 2003 og 2002. Baseret på disse beregninger, er der ikke de store indikationer på intern belastning.

I måleåret i 2024-25 var den samlede eksterne fosforbelastning til Kulsø beregnet til ca 2.561 kg/år, mens fraførslen i afløbet fra søen blev opgjort til 2.985 kg P via SGAV's målestation i afløbet fra Kulsø (st. 25003929). Det giver en forskel på 424 kg, hvilket modsat overstående, tyder på en intern belastning og indikerer samtidig at søens fosforpulje aflastes.

5.3.1. Mobil pulje i sediment

Den mobile pulje i Kulsø udgør kun en lille andel af den totale fosforpulje og er lav i forhold til andre søer. Den er primært lokaliseret i de lavere dele af søen, mens indholdet af mobilt fosfor i de dybe hul ved station 25000644 er lavt.

Puljen er med en størrelse på omkring 4 ton på et niveau, der kan have betydning for søen, hvis fosforet frigives til vandfasen. Da Fe:P forhold samtidig ligger lavt, kan det betyde, at der sker en frigivelse af fosfor i perioder med dårlige iltforhold ved bunden. Søens store brasenbestand er, gennem deres fødesøgning, sandsynligvis medvirkende årsag til kontinuerlig frigivelse af fosfor fra sedimentet.

5.3.2. Samlet vurdering af den interne belastning

Der er i Kulsø konstateret en mobil fosforpulje i sedimentet af betydelig størrelse. Betingelserne for intern belastning i form af fosforfrigivelse fra sedimentet er til stede med lave iltkoncentrationer ved bunden, samt et lavt Fe:P forhold i sedimentet. Målinger i bundvandet ved lagdeling viser ikke tegn på en betydelig belastning fra sedimentet, men ind- og udløbspuljer i søen viser en klar aflastning af søens p-pulje på 424 kg årligt (i 2024-25), og det må formodes at dele af denne pulje stammer fra fosforfrigivelse fra sedimentet.

Baseret på sedimentundersøgelserne i 2017 og 2024 ser det ud til at den samlede fosforpulje i sedimentet i Kulsø er aftaget med ca. 6,7 ton på de 7 år (se Figur 4.12), hvilket kan skyldes den udvaskning, der angiveligt sker i disse år.

Det vurderes sandsynligt, at der i perioder forekommer en frigivelse af fosfor fra sedimentet, både i dybere dele af søen, men måske især i de lavere dele af søen, hvor sedimentanalyserne viser, at der forekommer en mobil pulje af fosfor. Lokalt lave iltkoncentrationer kan opstå bl.a. i søens områder med vegetation, idet der om natten sker respiration i plantebiomassen. Dette kan, i kombination med det lave Fe:P-forhold, betyde at der frigives fosfor fra sedimentet.

Søens bestand af store brasen er formentlig også medvirkende til at frigive fosfor fra sedimentet.

5.4. Vurdering af målopfyldelse uden sørestaurering

Ifølge ligevægtsberegningerne er den eksterne fosforbelastning tilstrækkeligt lav til at opnå god tilstand for alle kvalitetselementerne. Kulsø ser dog ud til at befinde sig i en uklar tilstand, med et højt fosforindhold i vandfasen, hvilket giver gode betingelser for algevækst og deraf uklart vand. Dette har ledt til en fiskesammensætning domineret af skaller og små aborrer, som lever af dyreplankton, der filtrerer vandet for alger, samt en bestand af store brasen der medfører en næringsfrigivelse fra sedimentet til vandfasen. Fiskesammensætningen bidrager derved til en uklar tilstand i Kulsø og forhindrer derfor en opnåelse af målsætningen.

Vandet i Kulsø er desuden påvirket af tilstanden i de to opstrømsliggende søer Nedersø og Rørbæk Sø, der ligeledes er præget af algeopblomstringer hen over sommeren. Hvis der foretages en restaureringsindsats i disse to søer forventes en positiv effekt i disse søer at have en betydelig positiv effekt på tilstanden i Kulsø.

Uden en samtidig restaurering af de tre søer, vurderes det ikke realistisk at Kulsø vil opnå målopfyldelse indenfor de kommende 1-2 planperioder. Fiskebestanden vil formentlig fastholde søen i en uklar tilstand, uden mulighed for at etablere et udbredt vegetationsdække, som vil kunne stabilisere en klarvandet tilstand.

6. Mulige restaureringsindsatser

Da den eksterne belastning i Kulsø er lavere end målbelastningen, er forudsætningen for en restaurering teoretisk set på plads. I Kulsø er der dog fortsat tegn på, at fosforkoncentrationen er for høj, hvilket bør adresseres både i forhold til den interne og eksterne belastning. Søens lave opholdstid betyder, at det tilstrømmende vand fra Nedersø og Rørbæk Sø spiller en afgørende rolle for søens tilstand. Det vil derfor være afgørende at kigge på en yderligere reduktion i næringsbelastningen og tilstrømningen af algepåvirket vand fra disse to søer, selvom belastningen teoretisk set er lav nok til at der kan forventes målopfyldelse.

I det følgende behandles de virkemidler, der anses som værende egnede til restaurering af søer og samtidig tilskudsberettigede, jf. vejledningen om tilskud til sørestaurering /26/.

6.1. Kemisk fosforfældning med aluminium eller phoslock

Som det fremgår af tidligere afsnit er der tegn på en betydende intern belastning i form af fosforfrigivelse fra sedimentet i Kulsø. Påvirkningen herfra vurderes dog at være af mindre betydning, da vandets opholdstid i søen er så kort at fosforen hurtigt udvaskes.

Kulsø opfylder ikke kravene til hverken aluminium- eller phoslock-behandling, idet flere af kriterierne iflg. vejledningen for gennemførelse af sørestaurering /3/ ikke er opfyldt:

- Søens P-pulje skal kun udvaskes meget langsomt, og der skal være en lav P-transport ud af søen om sommeren pga. ringe vandføring. Dette er ikke tilfældet i Kulsø, der har lav opholdstid på få dage selv i sommerhalvåret. Samtidig viser resultaterne fra 2017 og 2024-25, at der formentlig sker en løbende udvaskning af en væsentlig del af sedimentets fosforpulje.
- Søens dynamik er ikke præget af intern belastning, men formentlig i langt højere grad af det vand der tilføres opstrøms fra Nedersø og Rørbæk Sø.
- Aluminium bør ikke anvendes, da alkaliniteten ligger under 1,00 mmol/l (data fra 2023 – ikke vist, men findes i VanDa) og da pH i perioder når værdier over 8,5 (i 2023 lå pH omkring 8,8 i både juli og august), hvilket betyder at der er risiko for genopløsning af udfældet aluminium.

- Den store brasenbestand betyder en høj resuspension og dermed risiko for forstyrrelse af det udfældende aluminium eller phoslock.

På baggrund af ovenstående, kan aluminium- eller Phoslock-behandling af Kulsø ikke anbefales.

En stor del af vandet, såvel som belastningen i Kulsø kommer fra Rørbæk Sø, der præges af en betydende fosforfrigivelse fra sedimentet. Som led i at opnå målopfyldelse i Kulsø kan der med fordel foretages kemisk fosforfældning i Rørbæk Sø, hvilket vil mindske næringsstofftilførslen til både Kulsø og Nedersø, der ligger mellem de to søer. For en mere detaljeret beskrivelse af dette henvises til forundersøgelsen af Rørbæk Sø.

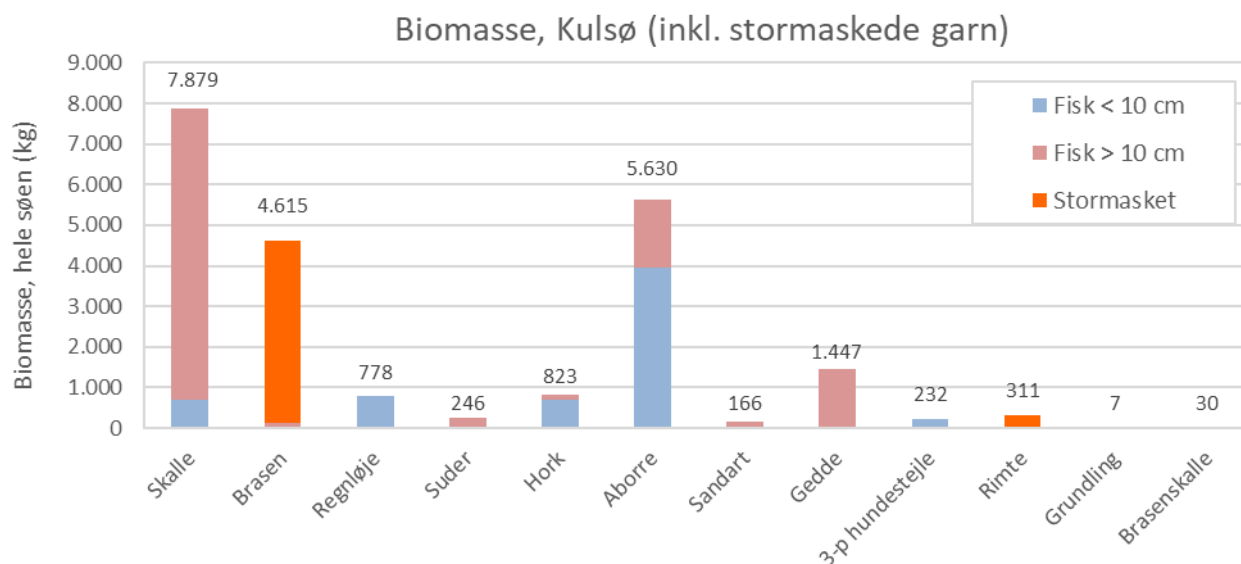
6.2. Regulering af fiskebestanden

Fiskeundersøgelsen i 2024 viste, at fiskebestanden i Kulsø er domineret af skaller, små aborrer og store brasen i en tæthed og biomasse, der påvirker søens tilstand. Dette afspejler sig ligeledes i fiskeindekset DFFS, der resulterer i dårlig økologisk tilstand. En uhensigtsmæssig fiskebestand kan fastholde søer i en dårlig tilstand i mange år, også selvom mængden af næringsstoffer nedbringes. En regulering af fiskebestanden anses derfor som værende nødvendig for at opnå målopfyldelse i Kulsø.

På baggrund af fiskeundersøgelsen i 2024 vurderes den samlede fiskebiomasse i Kulsø at være på ca. 22 tons, hvoraf skaller og brasen udgør ca. 12,5 tons (Figur 6.1). Opfiskningen skal reducere biomassen af skaller og brasen med 80% og der skal derfor fjernes i omegnen af 10 tons af disse. Fangster af regnløje, suder, hork, hundestejler, grundling og rimter fjernes ligeledes, men disse indgår ikke som de primære mål-arter der fiskes efter.

Gedder, sandart og store aborrer genudsættes så vidt muligt.

Der foreslås en indsats mod fiskebestanden, bestående af fire dele, der uddybes i de følgende afsnit.



Figur 6.1: Biomasseberegninger af fiskebestanden i Kulsø, baseret på fiskeundersøgelsen i 2024.

6.2.1. Reduktion i brasenbestanden (vodfiskeri + opfiskning i gydeperioden)

Store brasen har få naturlige fjender og vil, når de først har fået overtaget i en sø, kunne påvirke tilstanden og i mange tilfælde fastholde søer i en dårlig tilstand i mange år. Dette selvom næringsstofftilførslen nedbringes, idet de gennem deres fødesøgning roder op i bunden og derved øger fosforfrigivelsen fra sedimentet. En regulering af brasenbestanden vil derfor mindske frigivelse af fosfor fra sedimentet.

Udover at mindske fosforfrigivelse fra sedimentet vil reducere af brasenbestanden øge sandsynligheden for at fiskeindekset opnår god tilstand ved at undgå år med stor rekruttering af brasenyngel. En reduktion i mængden af brasen vil desuden øge fødetilgængeligheden af eksempelvis dansemyggelarver i sedimentet, hvorved det kan skabe hurtigere vækst hos unge aborrer, så de kan vokse til det rovlevende stadie. Dette vil øge rovfiske-% i fiskeindekset, samt reducere mængden af årsyngel hos brasen og skalle, og derigennem forbedre tilstanden af fisk såvel som øvrige parametre i søen.

Opfiskning kan udføres med vod eller med stormaskede garn i brasens gydeperiode (forventeligt maj), hvor der bør fiskes intensivt i en kort periode, dvs. med mange garn ad gangen. Brasen yngler i lavvandede områder, med eller uden vegetation, ved vandtemperaturer på 12 – 15 °C /27/. I Kulsø findes mange af sådanne områder, men en udpegning af gydeområder bør ske ved indledende fiskeri med stormaskede garn i alle potentielle områder, hvorefter indsatsen kan fokuseres på de områder, hvor der reelt sker gydning.

Vodfiskeri bør udføres ad flere omgange årligt, med store vod der både areal- og dybdemæssigt kan dække hovedparten af søen. Ved fiskeriet bør der erfaringsmæssigt skiftes plads eller maksimalt fiskes i 2-3 dage i træk i samme område, da fangsten normalt vil aftage efter disse dage.

Der bør opfiskes mindst 80 % af brasenbestanden, dvs. en anslået mængde på ca. 3,7 ton og gerne over en kort periode (maks. 2 år).

6.2.2. Vodfiskeri

Dominans af små aborrer, der endnu ikke er rovlevende, og en del større skaller betyder, at der findes en overvægt af fisk, hvis primære fødegrundlag er dyreplankton, hvilket resulterer i et underskud af dyreplankton med øget algevækst til følge. En reduktion af fredfisk kan derfor øge forekomsten af dyreplankton, særligt de store arter af f.eks. *Daphnia*, der kan græsse på større alger end mindre arter som *Cyclops* og *Bosmina*, og derigennem mindske algevækst, hvilket helt grundlæggende kan forbedre tilstanden i Kulsø.

Regulering af fredfiskebestanden vil endvidere have en direkte påvirkning på underparametrene i fiskeindekset med forbedring af hvert parameter, hvilket samlet set vil forbedre tilstanden af kvalitetselementet fisk.

Opfiskningen af de øvrige fredfisk kan udføres med vod i perioder med uklart vand, da fangsten her sker mest effektivt. Fangsten sorteres således at fredfisk fjernes og rovfisk genudsættes og mængden af fredfisk bør reduceres med mindst 80 % af biomassen over en periode på maksimalt 2 år.

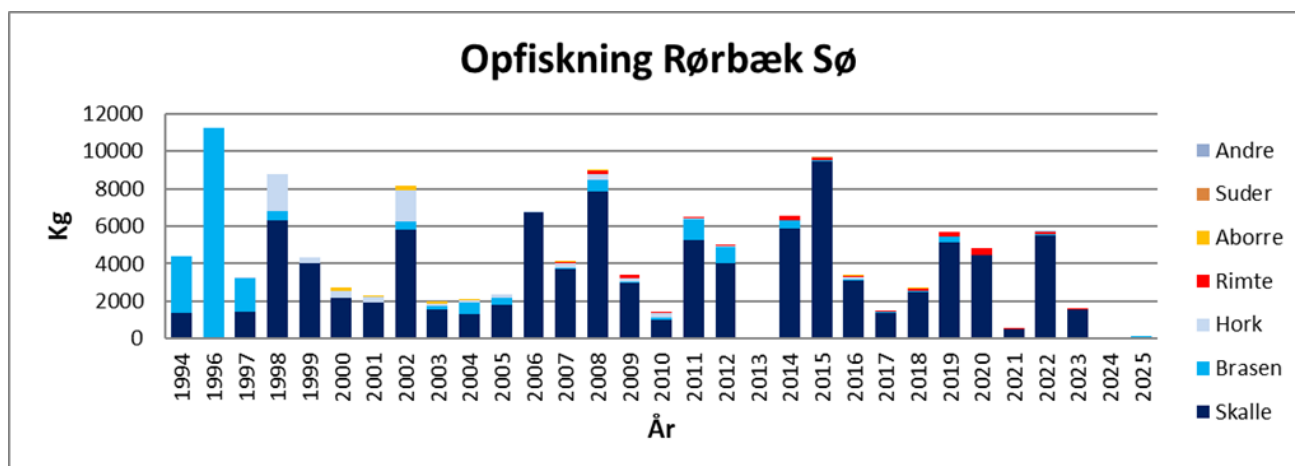
Ved anvendelse af vodfiskeri fanges også store brasen og vodfiskeri reducerer derved også brasenbestanden.

6.2.3. Kanalfiskeri

Det ses ofte at store stimer af 1. og 2. års brasen og skaller samles i tilløb og afløb i løbet af vintermånederne. Vinterfiskeri med kanaltvod i udvalgte tilløb/afløb kan derfor være særdeles effektivt i forhold til den beskudte indsats, som det blandt andet er set i Rørbæk Sø de seneste 30 år (se Figur 6.2), og fiskeriet kan således være et godt supplement til den samlede opfiskning.

Det er særligt i større tilløb og afløb at fiskene samles og i Kulsø vurderes det, at der kan være mulighed for store fiskesamlinger i afløbet fra søen, tilløbet fra Ensø, Oddebæk og tilløbet fra Nedersø og vinterfiskeri kan med fordel foretages her.

I praksis foregår fiskeriet ved opstilling af spærrevod i området hvor fiskene samles, hvorefter et kanalvod trækkes gennem vandet og fiskene opsamles og sorteres.



Figur 6.2: Opfiskning udført i afløbet fra Rørbæk Sø af Fiskeøkologisk Laboratorie og NIRAS.

6.2.4. Fiskeri i Ensø

Nordvest for Kulsø ligger en mindre sø, Ensø, der afvander direkte til Kulsø (Figur 6.3). Fiskebestanden i Ensø er senest undersøgt i 2017, hvor fiskesamfundet antalsmæssigt var domineret af skalle, men en pæn bestand af større aborre betyder at disse dominerer biomassen /9/. I 2017 blev der ikke registret brasen, hvilke der dog blev ved undersøgelsen i 2011, hvor der optrådte 6 individer mellem 20 og 30 cm i garnene og der er derigen- nem indikationer på en bestand af brasen i søen. Undersøgelsen i 2017 inkluderede ikke stormaskede garn, og det er før set at en bestand af store brasen kan overses, hvis der udelukkende anvendes almindelige oversigts- garn, hvilket blandt andet var tilfældet i Nedersø, hvor brasenbestanden næsten udelukkende bestod af fisk på 50-70 cm.



Figur 6.3: Tv.: Placering af Ensø nordvest for Kulsø. Th.: Foto fra kanalen der forbinder Kulsø og Ensø.

For at udelukke en rekruttering af brasenyngel fra Ensø til Kulsø bør der foretages en undersøgende indsats i Ensø med opfiskning af brasen i gydeperioden som i Kulsø. Opfiskningen foregår som i Kulsø med garnfiskeri på lavt vand, hvor legen finder sted. Hvis garnsætningen indledningsvis viser at der ikke findes en betydende bestand af brasen, kan indsatsen afbrydes og ressourcerne i stedet anvendes til fiskeriet i Kulsø.

6.3. Anbefalet restaureringsindsats

En forbedring af tilstanden så der kan opnås målopfyldelse i Kulsø er afhængig af der gennemføres en indsats i de to opstrøms beliggende søer, Nedersø og Rørbæk Sø, idet tilførslen af vand fra disse søer er bestemmende for tilstanden i Kulsø. I den nuværende situation tilføres vand med høje algetætheder fra Nedersø, hvilket, på grund af søens lave opholdstid, bliver bestemmende for tilstanden i Kulsø. For en mere detaljeret beskrivelse af anbefalede restaureringsindsatser i Nedersø og Rørbæk henvises til de respektive forundersøgelser.

Udover indsatser i de to opstrømsliggende søer Nedersø og Rørbæk Sø, bør der gennemføres en indsats mod fiskebestanden i Kulsø, der tydeligvis er i ubalance, med en kraftig dominans af fredfisk, herunder en stor bestand af store brasen. Indsatsen indebærer en opfiskning af brasen og andre fredfisk ved vod- og garnfiskeri, samt en opfiskning med garnfiskeri i Ensø.

7. Foreslået monitoringsprogram

Ifølge vejledningen om tilskud til sørestaurering kan der gives tilskud til montering op til 2 år under realiseringen og til en afsluttende monitoring efter gennemført behandling /26/.

I vejledningen til sørestaurering /3/ beskrives det, at der skal foretages monitoring af vandkemi og sigtddybde før, under og efter restaureringsindgrebene. Desuden skal fiskebestanden undersøges mindst én gang efter indgrebet (året efter restaureringen), men det nævnes desuden, at supplerende undersøgelser kan udføres for at vurdere udviklingen i fiskebestanden.

Nedenfor gives forslag til monitoringsprogram for de påtænkte restaureringstiltag.

7.1. Vandkemi og sigtddybde

Vandkemi og sigtddybde monitoreres i årene for gennemførslen, samt året efter restaureringen. Monitoringen sker ved fem månedlige tilsyn fra maj-september og vandkemi analyseres for klorofyl, Total-P og ortho-P.

Kulsø monitoreres med 6-årige intervaller som led i NOVANA-overvågningen og er senest undersøgt i 2023, hvilket betyder at næste undersøgelsesår forventeligt finder sted i 2029 og igen i 2035. Intervallerne er således et godt supplement til det anbefalede monitoringsprogram for vandkemi og sigtddybde.

7.2. Fiskebestanden

For at vurdere effekten af reguleringen af fiskebestanden, bør der udføres fiskeundersøgelser årligt under selve opfiskningen, for at følge resultaterne af fiskefjernelsen (herunder hvor stor en andel der er fjernet). Efter gennemført opfiskning (forventeligt efter 2 år) foretages yderligere en fiskeundersøgelse.

Fiskebestanden undersøges med biologiske oversigtsgarn af typen Ny-Nordisk-Norm, suppleret med stormaskede garn med maskestørrelser på 85-130 mm. Det anbefales, at omfanget og metodikken fra 2024-undersøgelsen gentages (dvs. inkl. individuelle længde-vægt registreringer).

Da fiskeundersøgelser gennem det nationale overvågningsprogram ikke involverer hverken stormaskede garn eller individuelle længde-vægt registreringer, vil fiskeundersøgelser herfra ikke kunne anvendes til at vurdere fiskebestanden i relation til restaureringsindsatser og eventuelle behov for supplerende indsatser.

For at mindske risikoen for at fiskebestanden falder tilbage til tidligere tilstande anbefales det at foretage endnu en fiskeundersøgelse med samme metodik ca. fem år efter gennemført opfiskning. Sådan en fiskeundersøgelse er ikke tilskudsberettiget og udgiften vil være pålagt Vejle Kommune, men undersøgelsen vurderes vigtig, da en opfølgende indsats kan være nødvendig for at opnå fuld effekt af opfiskningen som set ved andre biomanipulationer.

Fiskeundersøgelser i Ensø vurderes ikke nødvendig, da opfiskningen med garn er tilstrækkelig til vurdering af mængden af store brasen i søen.

7.3. Samlet monitoringsprogram

Forslag til det samlede monitoringsprogram fremgår af Tabel 7.1.

Det samlede undersøgelsesprogram bør koordineres med SGAV, som udfører undersøgelser efter det nationale overvågningsprogram NOVANA.

De foreslåede undersøgelser skal vurderes i årlige rapporter, hvor data fra de udførte undersøgelser analyseres, med henblik på en vurdering af om søen har opnået målopfyldelse eller er på vej til det. Hvis målopfyldelse udebliver skal det vurderes hvilke tiltag der kan tages i brug for at sikre målopfyldelse.

Tabel 7.1: Forslag til samlet monitoringsprogram for restaurering af Kulsø med 2026 som første monitoringsår. (x) betyder monitoring muligvis udført gennem det nationale overvågningsprogram NOVANA. Rødt kryds angiver ikke-tilskudsberettiget undersøgelse.

	Indsats, år1	Indsats, år2	År 1, efter	År 2, efter	År 3, efter	År 4, efter	År 5, efter	År 6, efter	År 7, efter	År 8, efter	År 9, efter	År 10, efter
Vandkemi og sigtdybde	x	x	x	(x)						(x)		
Fiskeundersøgelse	x	x	x				x					

8. Økonomisk overslag

I vejledningen om tilskud til sørestaurering /26/ er der angivet vejledende referenceværdier for biomanipulation, samt priser på de forskellige typer monitoring. I Tabel 8.1 og Tabel 8.2 vises anslåede priser for henholdsvis restaureringsindsatser og monitoringsprogram for restaurering af Kulsø.

Tabel 8.1: Anslåede priser for de foreslåede restaureringsindsatser i Kulsø

Restaureringsindsatser, fiskebestand	Pris pr. år/indsats	Samlet pris
Opfiskning af brasen i Kulsø i gydeperiode, årligt 5 dage for 2 mand + planlægning og rapportering m.m.	120.000 kr. pr. år	240.000 kr.
Vodfiskeri, 5 vodfiskeperioder a' 3 dage pr. år	600.000 kr. pr. år	1.200.000 kr.
Kanalfiskeri om vinteren, 5 dage pr. år	100.000 kr. pr. år	200.000 kr.
Opfiskning af brasen i Ensø i gydeperiode 5 dage for 2 mand + planlægning og rapportering m.m.	120.000 kr. pr. år	120.000 kr.
Bestandsundersøgelser pr. år	80.000 kr. pr. år	160.000 kr.
Projektstyring og uforudsete udgifter	100.000 kr. pr. år	200.000 kr.
Sum		2.120.000 kr.

Tabel 8.2: Anslåede priser for monitoringsprogrammet til restaureringen af Kulsø. Rød tekst markerer

Restaureringsindsatser	Pris pr. år/indsats	Samlet pris
Vandkemi og sigtdybde, 5 tilsyn pr. år i 3 år	50.000 kr pr. år	150.000 kr.
Fiskeundersøgelse efter TA + stormaskede garn, 1 år	90.000 kr. pr. år	90.000 kr.
Rapportering af vandkemi, tilsyn og fiskeundersøgelser	50.000 kr. pr. år	150.000 kr.
Sum		390.000 kr.

Den samlede pris på selve restaureringen i Kulsø anslås til ca. 2,5 mio. kr. inkl. monitoring før, under og efter restaureringsindsatsen. I disse beløb er indregnet udgifter til projektstyring.

Selve biomanipulationen holder sig indenfor de beløb der gives tilsagn til, idet der jf. /26/ kan gives tilskud på 50.000 kr. pr. ha. der biomanipuleres, hvilket i Kulsø vil svare til 2.225.000 kr. Dertil er ikke lagt de 50% der kan lægges oveni, før kriteriet for omkostningseffektivitet overstiges. Den foreslåede biomanipulation vurderes således at være omkostningseffektiv.

Monitoringsprogrammet som angivet i Tabel 8.2 holder sig ligeledes indenfor de angivet referenceværdier*1,5 i /26/ og vurderes derfor også at være omkostningseffektivt.

9. Myndighedsbehandling og forhold til anden lovgivning

Der er udført en screening ift. nødvendige tilladelser og natur- og miljømæssige bindinger, som kan have betydning for gennemførelsen af en restaurering. Til screeningen er anvendt naturdata.miljoeportal.dk, naturbasen.dk, arter.dk, DOFbasen.dk, danmarkssarealinformation.miljoeportal.dk, vandområdeplaner og genbesøg heraf, samt Håndbog om dyrearter på habitatdirektivets bilag IV (2007) Naturbeskyttelsesloven.

9.1.1. § 3 – naturtypebeskyttelse

Kulsø er omfattet af naturbeskyttelseslovens §3, hvilket betyder, at det er en forudsætning for restaureringsarbejdet, at der kan gives dispensation til de påtænkte indsatser. Vandløbet der løber til og fra søen er ligeledes §3-beskyttet.

Ca. 650 meter sydvest for søen (nedstrøms udløbet fra søen) løber vandet fra denne ind i Nedersø, der ligeledes er omfattet af naturbeskyttelseslovens §3, hvorfor tiltag i Rørbæk Sø der kan ændre kvaliteten af vandet i afløbet fra denne, skal vurderes ift. en eventuel påvirkning af Nedersø.

Da der er tale om en forbedring af vandkvaliteten i det vand der løber fra Rørbæk Sø, vurderes restaureringen dog ikke at være i konflikt med naturtypebeskyttelsen af vandløbet nedstrøms denne eller Nedersø.

9.1.2. § 16 - søbeskyttelseslinje

Idet søer med et areal større end 3 ha afkaster en søbeskyttelseslinje, er arealer omkring Kulsø omfattet heraf. Det vurderes, at mulige restaureringsmetoder ikke vil have en påvirkning på de omgivende landarealer, der forudsætter myndighedsbehandling ift. søbeskyttelseslinjen.

9.1.3. §17 - skovbeskyttelseslinje

En del af arealerne omkring Kulsø er omfattet af skovbyggelinjer. Det vurderes, at mulige restaureringsmetoder ikke vil have en påvirkning på disse arealer, der forudsætter myndighedsbehandling i relation til skovbeskyttelseslinjen.

9.1.4. § 33 - Fredninger

Hverken Kulsø eller de umiddelbare omgivelser er omfattet af nogen gældende eller foreslåede fredninger. Nærmeste fredning er fredningen Hærvejen 07869.00 der omfatter Rørbæk Sø beliggende 880m opstrøms og har til formål at bevare og forbedre de naturhistoriske, landskabelige og kulturhistoriske værdier, som området rummer. Det vurderes, at fredningen ikke vil være til hinder for de foreslåede restaureringsmetoder, idet disse ikke vil påvirke fredningsværdierne.

9.2. Natura 2000

Vandet fra Kulsø løber godt 25 km nedstrøms ind i Natura2000-område nr 68, Skjern Å og siden ud i Natura2000-område nr 69, Ringkøbing Fjord og Nymindestrømmen. Eventuelle restaureringstiltag må derfor forventes at skulle myndighedsvurderes i relation hertil, i det mindste ved en væsentlighedsvurdering.

9.3. Bilag IV-arter

Der er ikke registreret Bilag IV-arter i selve Kulsø, men der er observeret odderspor (se Figur 9.1) omkring søen ved flere lejligheder og det må derfor antages at arten findes i området omkring søen.

De foreslåede restaureringsmetoder vurderes, ikke at være til fare for odderne i området. Hvis der skal anvendes bundgarn eller ruser ved en opfiskning, forsynes disse naturligvis med odderriste.



Figur 9.1: Odderspor ved afløbet fra Kulsø. Foto taget den 4. april 2024.

9.4. Miljøbeskyttelsesloven

Da der ikke anbefales restaurering med hverken aluminium eller Phoslock, vil der ikke være behov for myndighedsbehandling efter miljøbeskyttelsesloven.

9.5. Fiskerilovgivning

Opfiskning med vod og gællegarn vil forudsætte tilladelse efter ferskvandsfiskeriloven.

9.6. Samlet myndighedsvurdering

Det vurderes, at det vil være muligt at opnå de nødvendige tilladelser/dispensationer, idet projektet forbedrer tilstanden i selve søen og reducerer belastningen af de nedstrøms beliggende områder, uden i sig selv eller ved resultatet heraf at være til fare for beskyttelsesinteresserne i området. Der er i tidligere lignende restaureringsprojekter meddelt tilladelse til biomanipulation, hvorfor det vurderes muligt at opnå tilladelse til indsatsen i Kulsø. Der er ingen åbenbare negative effekter af projektet, som det er beskrevet i nærværende rapport.

10. Erstatning

Der kan gives erstatning jf. Vandløbslovens §37, stk. 4 og §5 i bekendtgørelsen om tilskud til restaurering af søer /28/. Erstatningen gives hvis der findes et dokumenteret tab forårsaget af et projekt gennemført med tilskud efter ordningen /26/.

Biomanipulation vil i mange tilfælde kræve transport af større udstyr til og fra søen, hvilket kan medføre mark-skader fra køretøjer og dermed erstatningskrav til berørte lodsejere.

Midlertidig inddragelse af arealer nær søen til håndtering af fisk og opmagasinering af udstyr kan desuden kræve erstatning, hvis det inddragede areal har økonomisk værdi for lodsejer i form af f.eks. dyrkning eller jagt-udlejning. I detailplanlægningen bør det vurderes – og afklares med de omkringboende lodsejere - hvor håndtering af fisk og opmagasinering af udstyr bedst muligt placeres.

Det er uvist hvorvidt der foregår udlejning af fiskeriet i Kulsø, men biomanipulation er generelt positivt for fiskeriet, idet rovfiskene favoriseres. En forringelse af fiskeriet i sådan en grad, at der kræves erstatning vurderes derfor at være usandsynligt.

11. Referencer

- /1/ MiljøGIS for vandområdeplaner 2021-27. <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3-2022>.
- /2/ MiljøGIS for høring af genbesøg af vandområdeplaner 2021-27. <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3genbesoeg2024>
- /3/ Søndergaard, M., Reitzel, K., Jeppesen, E., Egemose, S., Lauridsen, T.L. & Jensen, H. 2020. Vejledning for gennemførelse af sørestaurering. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 56 s. - Videnskabelig rapport nr. 382.
- /4/ Vejledning om tilskud til kommunale projekter til restaurering af søer under vandområdeplanerne 2021- 2027. <https://sgvmst.dk/media/lwuljyxp/vejledning-om-tilskud-til-soerestauring-30-10-23.pdf>
- /5/ Vandplandata.dk
- /6/ Miljøstyrelsen, 2024. Belastningsopgørelse for Rørbæk Sø, Nedersø og Kul Sø, modtaget pr. mail fra Casper Risholt den 15.04.2024.
- /7/ Scalgo.dk
- /8/ Johansson og Lauridsen 2011. Feltnålinger, måledybder og udtagning af prøver til analyse af vandkemiske parametre i søer, TA S01. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.
- /9/ VanDa.dk, Danmarks Miljøportal.
- /10/ Bekendtgørelse om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder. Bekendtgørelse nr 792 af 13/06/2023.
- /11/ Søer 2015
- /12/ Søndergaard, M. & Reitzel K., 2023. Restaurering af Lyngsø. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 37 s. - Videnskabelig rapport nr. 573. https://dce.au.dk/fileadmin/dce.au.dk/Udgivelser/Videnskabelige_rapporter_500-599/SR573.pdf.
- /13/ Fosforindhold og frigivelse fra sediment i nye og naturlige søer. Vand og Jord 2020.
- /14/ Søndergaard, M., Jensen J.P., Jeppesen, E. 2003. Role of sediment and internal loading of phosphorus in shallow lakes. Hydrobiologia 506–509: 135–145, 2003.
- /15/ Boringsdatabasen Jupiter
- /16/ Søndergaard, M. & Lauridsen, T.L. 2014. Fugle og karpers påvirkning af søer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 50 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 84 <http://dce2.au.dk/pub/SR84.pdf>.
- /17/ Dofbasen.dk
- /18/ Søndergaard, M. mfl. 2013. Biologiske indikatorer i danske søer og vandløb. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 59. <https://www.dmu.dk/Pub/SR59.pdf>
- /19/ Søndergaard, M. & Lauridsen, T.L. 2014. Fugle og karpers påvirkning af søer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 50 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 84 <http://dce2.au.dk/pub/SR84.pdf>.
- /20/ Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand. BEK nr 796 af 13/06/2023.

- /21/ Overfladevandsdatabasen ODA. <https://odaforalle.au.dk/>
- /22/ Bjerring, R., Windolf, J., Kronvang, B., Sørensen, P. B., Timmermann, A., Kjeld-gaard, A., Larsen, S. E., Thodsen & H., Bøgestrand, J. 2014. Belastningsopgørelser til søer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 102 s. - Teknisk rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 36. <https://dce2.au.dk/pub/TR36.pdf>
- /23/ Forundersøgelse af Rørbæk Sø, Nedersø og Kul Sø - Smådyrsfauna i tilløb til søerne 2025. Notat udarbejdet af NIRAS for Vejle Kommune.
- /24/ Søndergaard, M., Nielsen, A., Levi, E.E., Johansson, L.S., Sørensen, P.B. & Trolle, D. 2020. Empiriske sømodeller for sammenhænge mellem indløbs- og søkoncentrationer af fosfor og kvælstof. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 32 s. - Videnskabelig rapport nr. 376
- /25/ Trolle, D., Søndergaard, M. & Bjerring, R. 2015. Sammenhænge mellem næringsstofftilførsel og søkoncentrationer i danske søer. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 34 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 138. <http://dce2.au.dk/pub/SR138.pdf>
- /26/ Miljøstyrelsen, 2023. Vejledning om tilskud til kommunale projekter til restaurering af søer under vandområdeplanerne 2021- 2027. <https://sgavmst.dk/media/lwuljyxp/vejledning-om-tilskud-til-soerestauring-30-10-23.pdf>
<https://dce2.au.dk/pub/SR376.pdf>
- /27/ Carl, H. 2012. Brasen. I: Carl. H. & Møller, P. R. (red.). Atlas over danske ferskvandsfisk. Statens Naturhistoriske Museum. S. 115-127.
- /28/ Bekendtgørelse nr. 1251 af 25/10/2023 om tilskud til restaurering af søer.
<https://www.retsinformation.dk/eli/lta/2023/1251>
- /29/ Miljøstyrelsen, juli 2019. Virkemidler overfor punktkilder. 38 s. <https://sgavmst.dk/media/fldbg5ot/76-virkemidler-over-for-punktkilder-rapport-fra-cowi-for-miljoestyrelsen-2019.pdf>

12. Bilag

12.1. Tilløb og afløb til søen

12.1.1. 10. Afløb fra Nedersø

Afløbet fra Nedersø er det største tilløb til Kulsø og afvander et samlet areal på 32 km² og omfatter oplandene til Rørbæk Sø og Nedersø. Oplandet er overvejende landbrugsarealer, men en god del udgøres også af naturarealer.

Stationen for flowmåling og vandkemiprøver blev placeret tæt ved broen, der krydser afløbet og hvor vanddybden var tilpas lav til vadning.



Figur 12.1: Tv: Oplandareal til 10. afløb fra Nedersø. Th: Måling af vandføring i 10. afløb fra Nedersø.

12.1.2. 11. Tilløb fra syd

Tilløbet fra syd afvander et opland op 0,6 km², der udgøres af skov og brakmarker, der muligvis er under periodevis dyrkning. Vandløbet er småt og det åbne profil starter omkring 50 meter nedstrøms Ålbækvej, hvorefter det løber i et kuperet terræn mod Kulsø.

Stationen for flowmåling og vandkemiprøver blev lagt lige ved starten af vandløbets åbne profil, hvor vandløbet var bredest.



Figur 12.2: Tv: Oplandsareal til 11. Tilløb fra syd. Th: Måling af vandføring i 11. tilløb fra syd

12.1.3. 12. Oddebæk

Oddebæk er et mellemstort vandløb med et stort oplandsareal på næsten 30 km². Oplandet udgøres overvejende af landbrugsarealer, men tættest på Kulsø er skov og naturarealer dominerende. Vandløbet er blandende dybdeforhold mellem 10-80 cm og løber med kraftig strøm.

Stationen blev lagt lige nedstrøms Ålbækvej på den eksisterende målestation. Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø (SGAV) måler løbende vandføring på stationen, så NIRAS udtog kun prøver til vandkemiske analyser.



Figur 12.3: Tv: Oplandsareal til 12. Oddebæk. Th: Måling af vandføring i 12. Oddebæk

12.1.4. 13. Tilløb fra Ensø

Tilløbet afvander den nærliggende sø Ensø og vandløbet er bare 300 meter langt. Oplandet består således overvejende af oplandet til Ensø, som primært er landbrugsareal og udgør 0,9 km². Vandløbet er lavvandet og forholdsvis langsomtflydende.

Stationen for flowmåling og vandkemiprøver blev placeret omkring 100 meter fra udløbet til Kulsø.



Figur 12.4: Tv: oplandsareal til 13. Tilløb fra Ensø. Th: Måling af vandføring i 13. Tilløb fra Ensø

12.1.5. 14. Afløb fra Kul Sø

Afløbet afvander Kulsø og oplandet udgøres derfor af det samlede oplandsareal for Rørbæk sø, Nedersø og Kul Sø, hvilket i alt giver et oplandsareal 65 km² bestående af en blanding af landsbrugsarealer, skov og naturarealer. Afløbet er bredt og lavvandet, mens strømmen løber med en jævn til god hastighed.

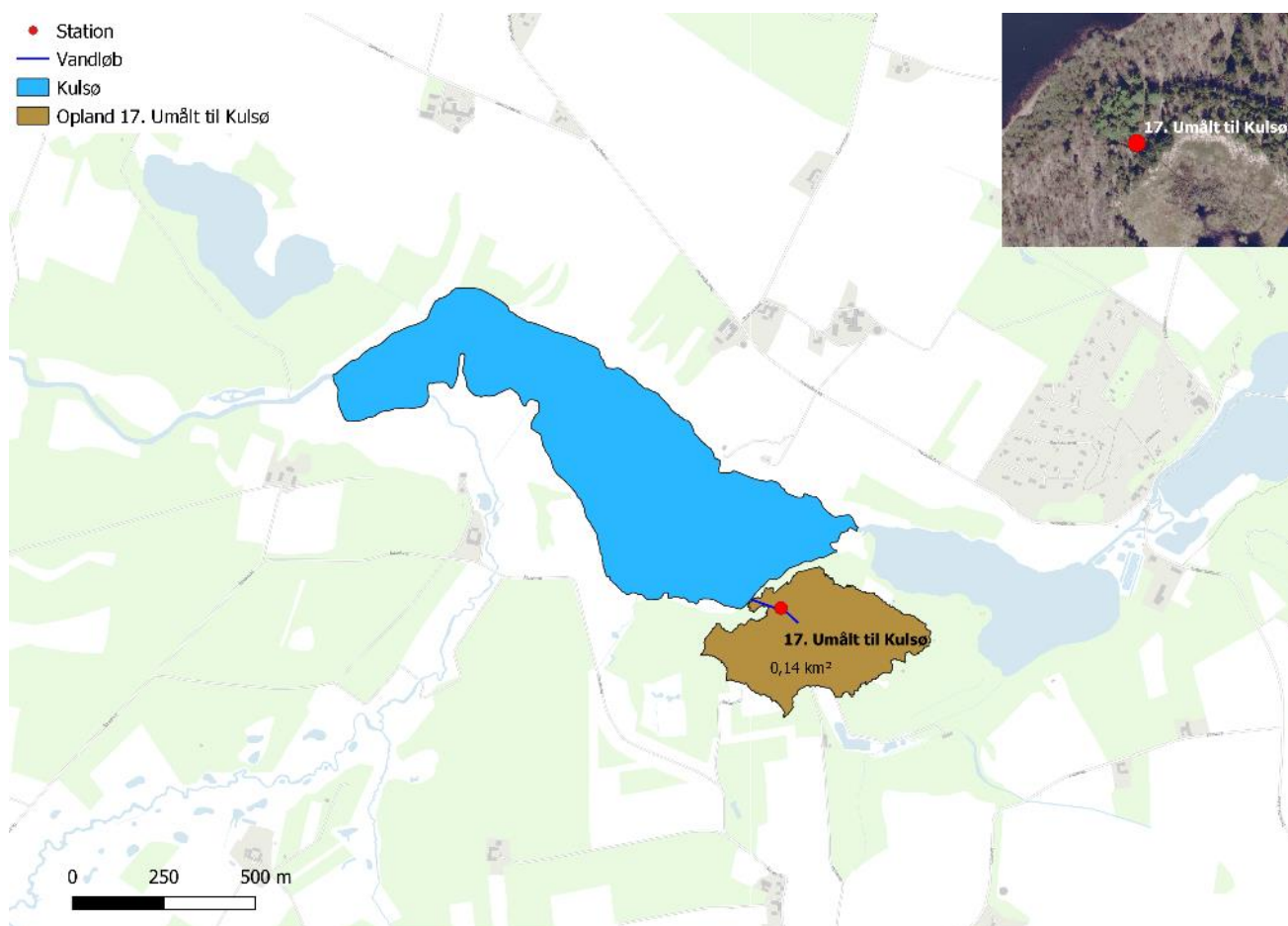
Stationen blev lagt omkring 140 meter nedstrøms Kul Sø, hvor en gangbro krydser afløbet (eksisterende målestation). Styrelsen for Grøn Arealomlægning og Vandmiljø (SGAV) måler løbende vandføring på stationen, så NIRAS udtog kun prøver til vandkemiske analyser.



Figur 12.5: Tv: Oplandsareal til 14. Afløb fra Kulsø. Th: Måling af vandføring i 14. Afløb fra Kulsø.

12.1.6. 17. Umålt til Kulsø

Tilløbet er et beskedent vandløb med lav vandføring. Oplandet på 0,14 km² er ligeledes småt og udgøres af skov. Der blev ikke lavet flowmålinger eller vandkemiprøver, men vandføringen blev vurderet ved besigtigelse hver prøverunde og kunne konstateres at være særdeles lav.



Figur 12.6: Oplandsareal til 17. umålt til Kulsø.