



Rørbæk Sø

Forundersøgelse for sørestaurering

Vejle Kommune
Dato: 7. november 2025

Rev.nr.	Dato	Beskrivelse	Udarbejdet af	Kontrolleret af	Godkendt af
2	07.11.2025	Rørbæk Sø - forundersøgelse	CAB/MIKE	JPM	TSV

Indhold

1.	Resumé	5
2.	Baggrund	6
3.	Rørbæk Sø.....	6
3.1.	Opland	7
3.2.	Tilløb til søen og afløb.....	7
4.	Søens nuværende tilstand	10
4.1.	Målsætning, tilstand og indsats jf. vandområdeplanen	10
4.2.	Sigtdybde og vandkemi.....	11
4.2.1.	Metodik.....	11
4.2.2.	Sigtdybde og klorofyl.....	11
4.2.3.	Næringsstoffer	13
4.2.4.	Øvrige parametre	14
4.3.	Lagdeling af vandmassen.....	15
4.4.	Fiskebestand	16
4.4.1.	Tidligere biomanipulation i Rørbæk Sø	20
4.5.	Sediment.....	21
4.6.	Vegetation.....	24
4.7.	Bunddyr	26
4.8.	Nationalt specifikke stoffer.....	26
4.9.	Samlet vurdering af søens tilstand	26
5.	Belastningsopgørelse	28
5.1.	Ekstern belastning	28
5.1.1.	Belastning fra tilløb	28
5.1.2.	Belastning fra grundvand.....	31
5.1.3.	Belastning fra vandfugle, herunder udsætning og fodring.....	32
5.1.4.	Belastning fra ukloakerede ejendomme og andre punktkilder.....	32
5.1.5.	Direkte opland og atmosfærisk deposition	33
5.1.6.	Samlet ekstern belastning	34
5.2.	Søens forventede ligevægtstilstand.....	35
5.3.	Intern belastning.....	35
5.4.	Vurdering af målopfyldelse uden sørestaurering	36
6.	Mulige restaureringsindsatser	36
6.1.	Kemisk fosforfældning med aluminium eller phoslock.....	36
6.1.1.	Aluminium eller Phoslock	39
6.1.2.	Beregning af dosering af Phoslock	39

6.1.3.	Udbringning af Phoslock.....	41
6.1.4.	Yderligere undersøgelse af sediment	41
6.2.	Regulering af fiskebestanden	41
6.2.1.	Fiskebestandens betydning for søens tilstand og muligheden for målopfyldelse	42
6.2.2.	Opfiskningsmetodik og mængde.....	44
6.3.	Andre restaureringsmetoder.....	46
6.3.1.	Sedimentfjernelse	46
6.3.2.	Øvrige restaureringsmetoder	50
6.4.	Anbefalet restaureringsindsats	51
7.	Foreslået monitoringsprogram	51
7.1.	Vandkemi og sigtddybde.....	51
7.2.	Fiskebestanden.....	52
7.3.	Sediment og fosforfrigivelse.....	52
7.4.	Samlet monitoreringsprogram.....	52
8.	Økonomisk overslag	53
8.1.	Sedimentfjernelse, økonomi	54
9.	Myndighedsbehandling og forhold til anden lovgivning.....	55
9.1.	Naturbeskyttelsesloven.....	55
9.1.1.	§ 3 – naturtypebeskyttelse.....	55
9.1.2.	§ 16 - søbeskyttelseslinje	55
9.1.3.	§17 - skovbeskyttelseslinje	56
9.1.4.	§33 - Fredninger	56
9.2.	Natura2000	56
9.3.	BilagIV-arter.....	58
9.4.	Miljøbeskyttelsesloven	58
9.5.	Fiskerilovgivning	58
9.6.	Samlet myndighedsvurdering	58
10.	Referencer.....	59
11.	Bilag.....	61
11.1.	Tilløb og afløbsbeskrivelser.....	62
11.1.1.	Tilløb 1 – Groest.....	62
11.1.2.	Tilløb 2 og 2B – Rørbæk Nord	63
11.1.3.	Tilløb 3 – Svinebæk	64
11.1.4.	Tilløb 4 – Dybdal Bæk.....	65
11.1.5.	Tilløb 5 – Skjern Å	66
11.1.6.	Tilløb 6 – Ballesbæk.....	67

1. Resumé

Rørbæk Sø er i de statslige vandområdeplaner udpeget til restaurering i perioden 2021-2027. Nærværende forundersøgelse vurderer søens aktuelle tilstand og de foreslåede virkemidler, med udgangspunkt i kravene i vejledning for sørestaurering /3/.

Rørbæk Sø opfylder i den nuværende tilstand ikke vandområdeplanens målsætning om god økologisk kvalitet, idet både fiskebestanden, fytoplanktonsamfundet, sigtdybden og næringsstofindholdet ikke opnår god økologisk tilstand. Søen har i 2024 været præget af algeopblomstringer, lav sigtdybde og høje næringsstofindhold, hvilket formentlig også har været tilfældet i 2025, hvor der kunne konstateres massiv algeopblomstring igen i slutningen af august.

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.

Nye sedimentundersøgelser og vandkemiundersøgelser har vist, der findes en stor mobil fosforpulje i sedimentet, og at denne pulje frigives i et omfang der er betydende for søens tilstand. Da søen ofte lagdeler i perioden maj – august, med lave iltkoncentrationer i bundvandet til følge, er det helt forventeligt, at der sker en stigning i fosforkoncentrationen i bundvandet hen over sommeren, hvilket også kan observeres. Den frigivne fosformængde vurderes at være på niveau med den samlede eksterne fosforbelastning og er af afgørende betydning for søens tilstand.

Fiskebestanden er domineret af mindre aborrer, en del skaller og en mindre bestand af brasen. Desuden findes en større bestand af bundfisken hork, der potentielt konkurrerer med aborrer om føden, hvilket kan være årsag til at søens aborrebestand sjældent når det rovelevende stadie (> 15 cm). Fiskebestanden vurderes at kunne påvirke søen negativt og være medvirkende til at fastholde søen i en uklar tilstand.

Der vurderes derfor at være behov for at gennemføre en restaureringsindsats, der retter sig mod både fiskebestanden og den interne belastning af søen.

Den interne belastning søges nedbragt ved hjælp af Phoslock-behandling af alle arealer af søen med vanddybder over 2 meter. Sedimentfjernelse er ligeledes vurderet i denne rapport, men vurderes både praktisk og økonomisk ikke at være realistisk at gennemføre, bl.a. på grund af terræn, beskyttelsesinteresser og afvandingsmuligheder.

Fiskebestanden i søen anbefales ændret ved en målrettet opfiskning af skaller, brasen og hork.

Et foreløbigt overslag over omkostningerne til en restaureringsindsatserne, samt det tilhørende obligatoriske undersøgelses- og overvågningsprogram, ligger på ca. 14,5 mio. kr.

Restaurering af Rørbæk Sø vil, udover de positive effekter på søen, have betydelige positive effekter på nedstrøms beliggende søer og vandløb, herunder de to søer Nedersø og Kul Sø, der i den nuværende situation tilføres store mængder næring fra Rørbæk Sø. Rørbæk Sø er beliggende i et Natura 2000-område og restaureringen vil derfor have en positiv effekt på dette.

2. Baggrund

Rørbæk Sø 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 er både i den gældende vandområdeplan for 2021-27 og i genbesøget fra 2024 "dårlig økologisk tilstand" /1/2/.

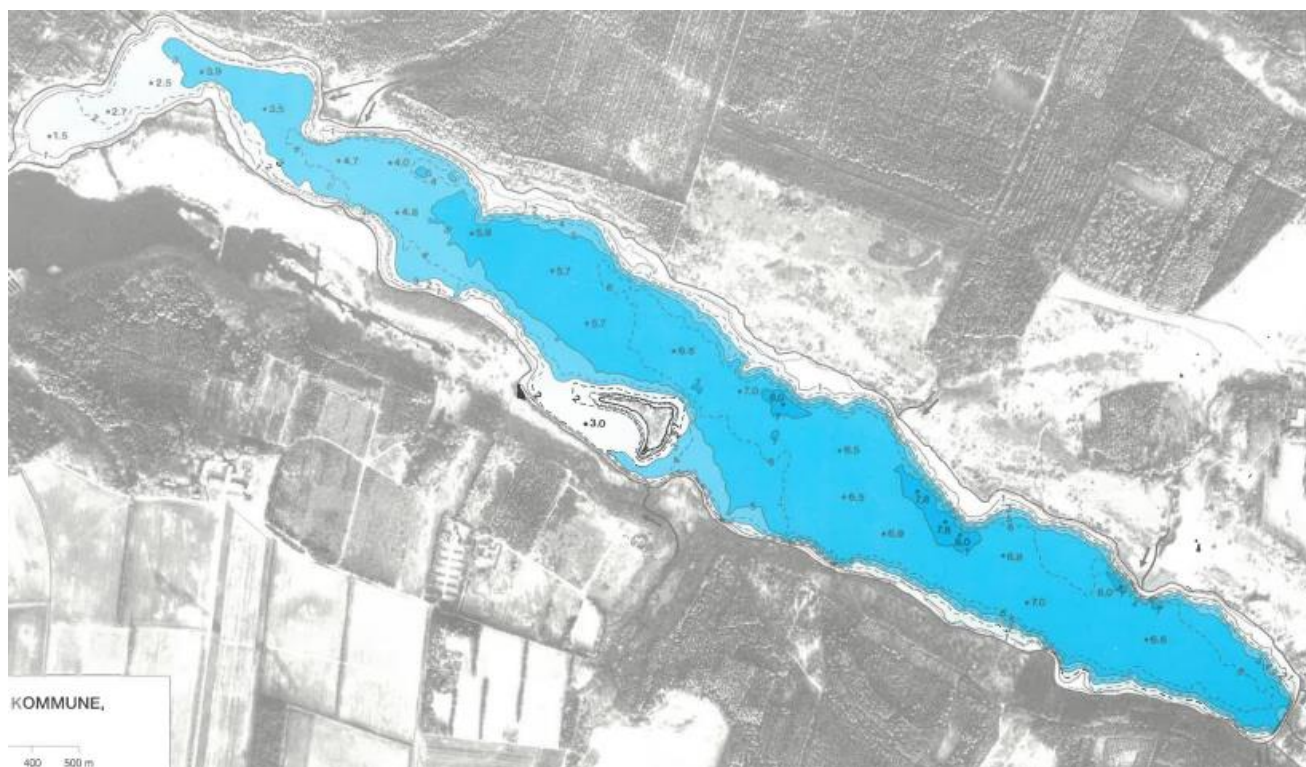
Vejle Kommune ønsker med nærværende forundersøgelse at belyse mulighederne for restaurering af Rørbæk Sø. Denne forundersøgelse er således foretaget efter "Vejledning for gennemførelse af sørestaurering" /3/ og er baseret på eksisterende datagrundlag fra tidligere udførte undersøgelser i søen, samt på 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, samt forslag til restaureringsmetoder, monitoringsprogram og en oversigt over forventet myndighedsbehandling.

3. Rørbæk Sø

Søen er den øverst beliggende sø i Skjern Å og med et overfladeareal på 84 ha tillige den største sø i vandløbssystemet. Skjern Å løber til i søens østlige ende, og afløbet findes i den vestlige ende, hvorfra vandet ledes videre til Nedersø og derefter Kulsø. Opholdstiden i søen er ifølge SGAVs belastningsopgørelse ca. 57 dage /5/.

Søens middeldybde er 4,2 meter med en maksimaldybde på ca. 8 meter, og den karakteriseres derfor som en dyb sø /8/. Det dybe område findes langs søens nordlige bred, hvor 2-3 dybe huller på 7-8 meter forekommer relativt tæt på land (Figur 3.1). Generelt er søens østlige ende dyb, med 6-meter kurven ganske tæt på land, mens den vestlige ende bliver tiltagende lavvandet, jo tættere man kommer på afløbet fra søen.

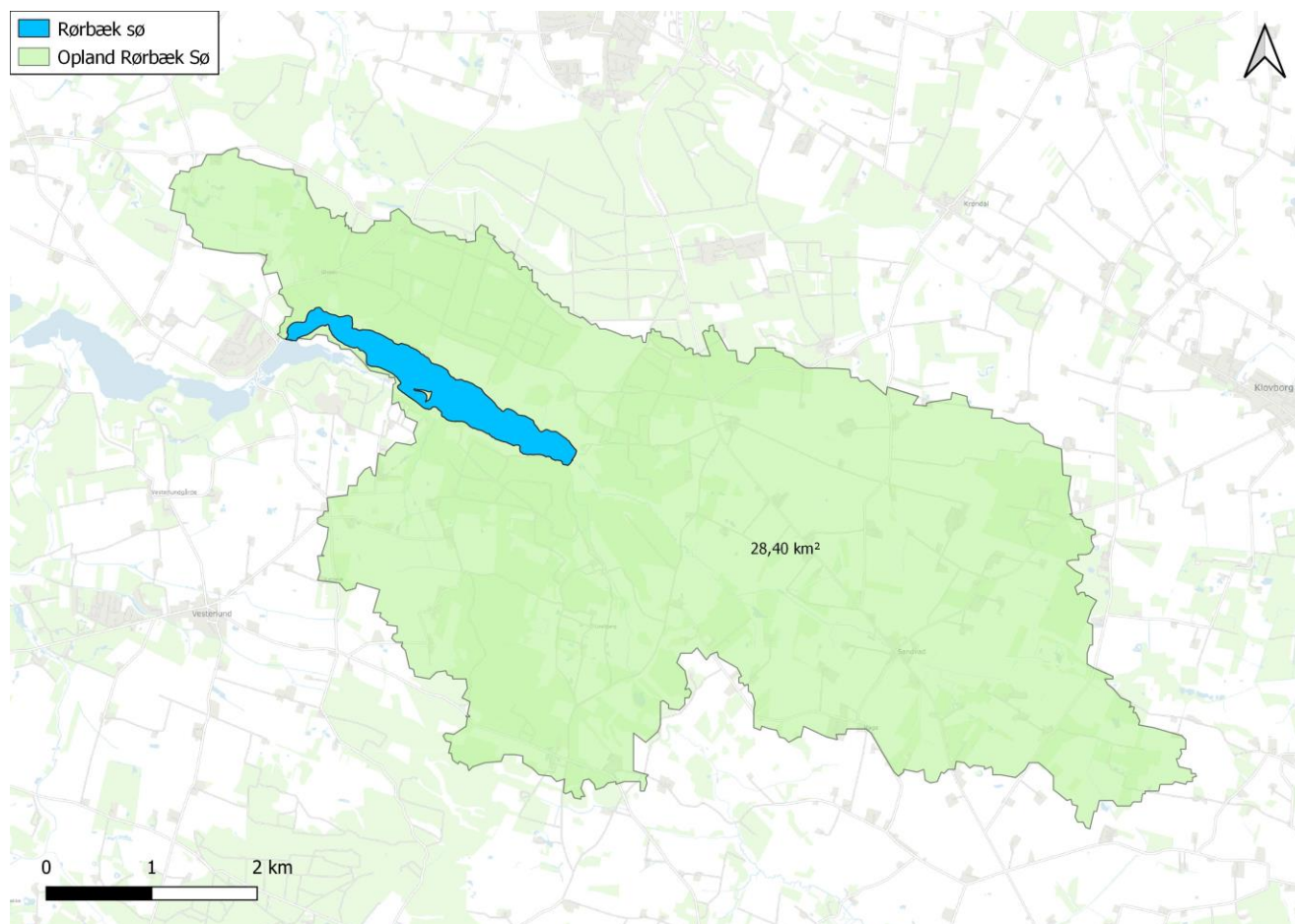


Figur 3.1: Dybdekort for Rørbæk Sø fra Vejle Kommune.

3.1. Opland

Rørbæk Sø har ifølge vandområdeplanerne et opland på 29,2 km² (inkl. søen) /1/. Dette stemmer nogenlunde overens med det opland der fremkommer i Scalgo, hvor oplandet (inklusive søen) er 28,4 km². Ifølge Scalgo udgør naturarealer, domineret af skov, 51% af oplandet, mens landbrugsarealer også udgør en væsentlig andel på 40%. Befæstede arealer som veje og bebyggelse er sparsomme og udgør under 1% /6/.

Ifølge Miljøstyrelsens belastningsopgørelse /5/, udgøres kilderne til fosfortilførslen udelukkende af "åbent land, inkl. spredt bebyggelse". Der er således ingen tilledninger fra renseanlæg, dambrug eller regnbetingede udledninger.

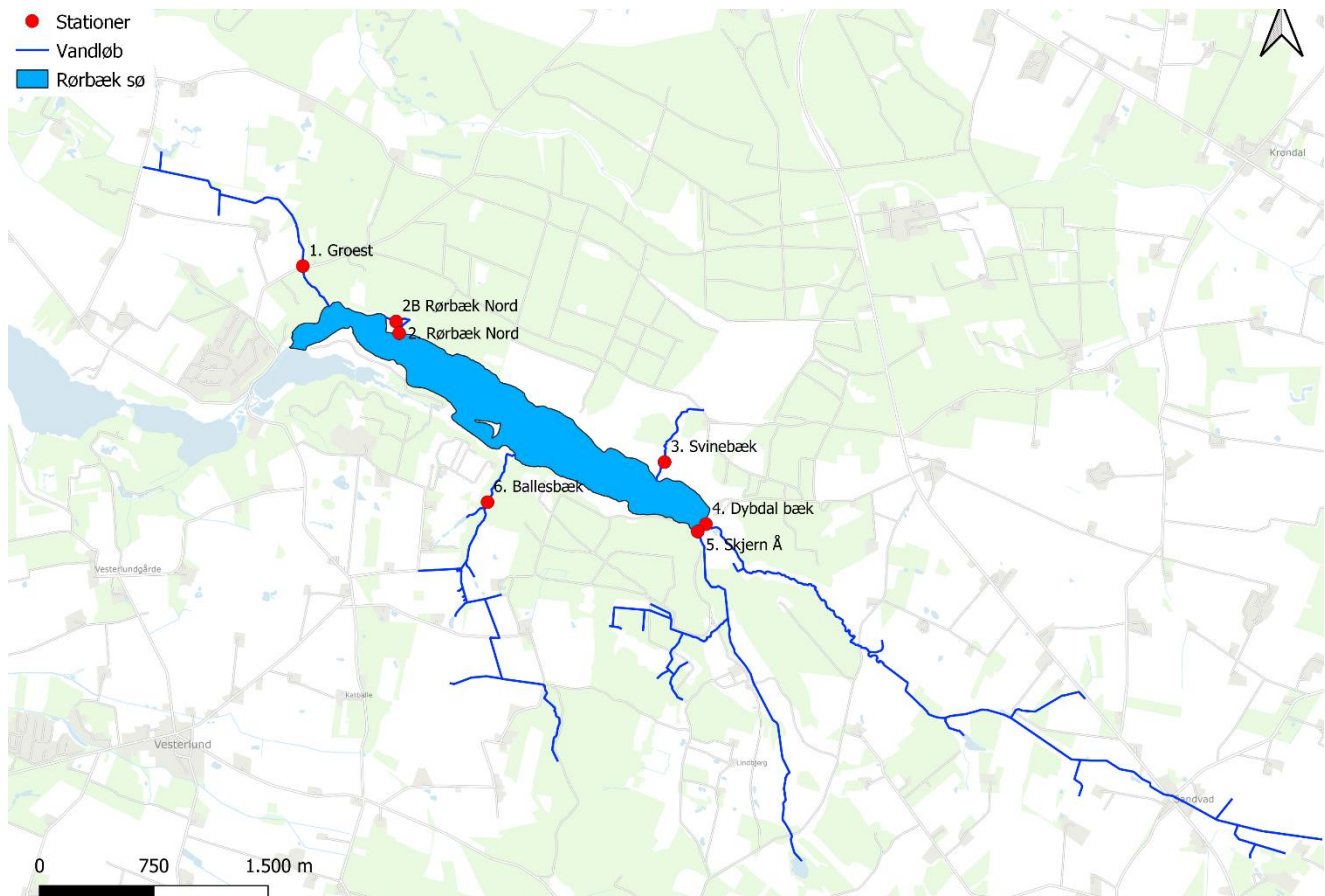


Figur 3.2: Oplandsareal til Rørbæk Sø fra Scalgo /6/.

3.2. Tilløb til søen og afløb

Der findes 6 større vandløb der leder til søen (se Figur 3.3). Disse vandløb blev i begyndelsen af april 2024 besigtiget med henblik på at fastlægge prøvestationer, der efterfølgende er anvendt ved 16 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.

En beskrivelse af hver prøvetagningsstation og flere fotos kan findes i bilag 11.1, mens et beskrivende stationsfoto kan ses i Figur 3.4.



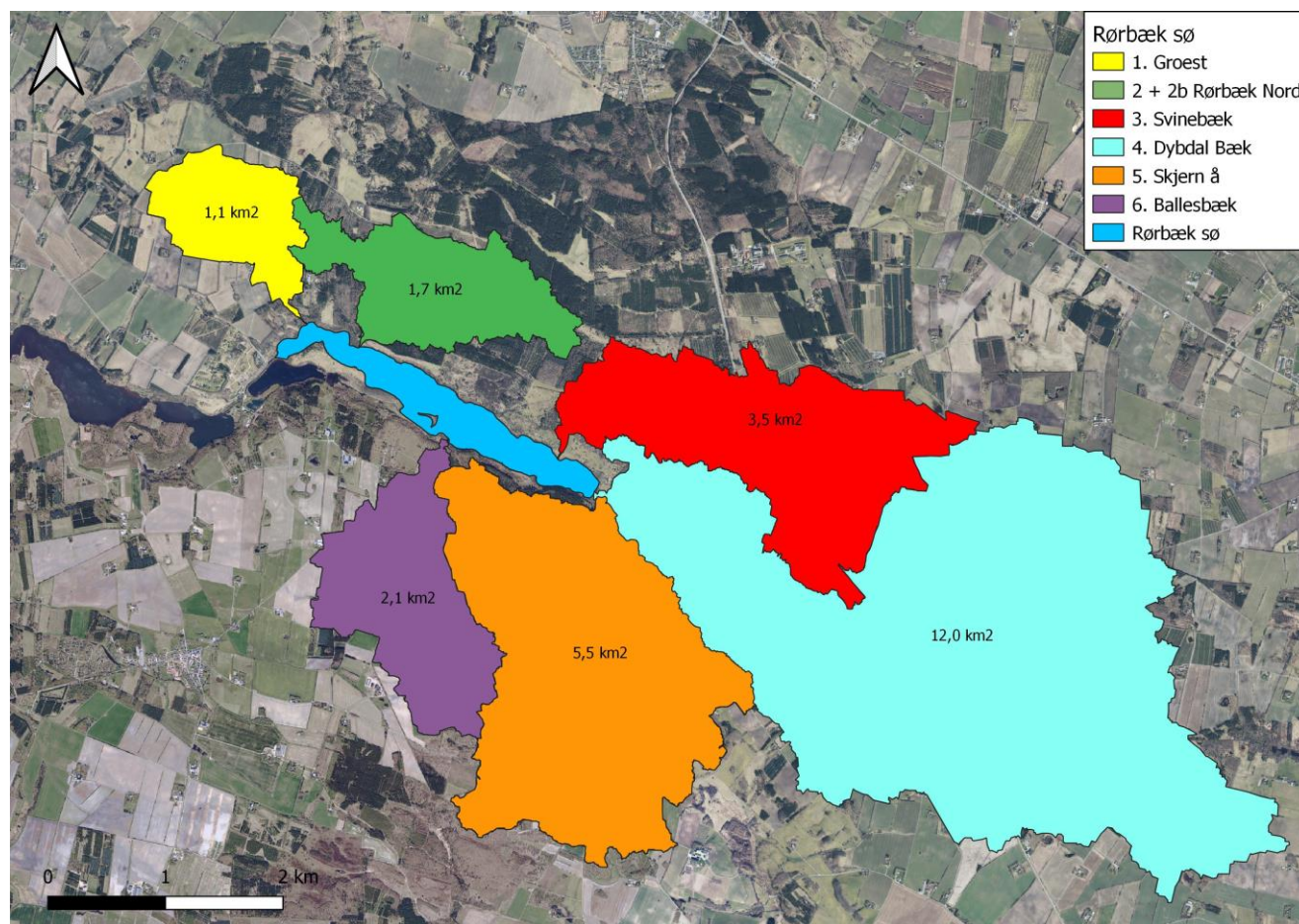
Figur 3.3: Oversigt over tilløb til Rørbæk Sø. Røde prikker markerer anvendte prøvetagningsstationer for flow og vandkemi.



Figur 3.4: Fotos af 6 prøvetagningstationer i tilløbene til Rørbæk Sø.

Dybdal Bæk afvander det største opland på ca. 12 km², efterfulgt af Skjern Å, Svinebæk og Ballesbæk (se Figur 3.5). Den øvrige del af oplandet afvandes direkte til søen, uden at løbe i et af de målte tilløb til søen.

Arealerne omkring den sydvestlige del af søen afvander til Lille Rørbæk Sø, som ifølge Vejle Kommune ikke har forbindelse til Rørbæk Sø.



Figur 3.5: Deloplande for de målte tilløb til søen.

4. Søens nuværende tilstand

I dette afsnit gennemgås nye undersøgelser lavet i forbindelse med forundersøgelsen. Resultaterne sammenlignes med eksisterende data for søen og vurderes op mod de gældende målsætninger, jf. vandområdeplanerne /4/.

4.1. Målsætning, tilstand og indsats jf. vandområdeplanen

Tilstanden bedømmes som dårlig baseret på fiskebestanden, mens der heller ikke er målopfyldelse for hhv. fytoplanktonsamfundet og fosforindholdet i vandet (Tabel 4.1). Datagrundlaget for tilstandsvurdering er for de fleste kvalitetselementer fra 2016, men for kvælstof og fosfor er det fra henholdsvis 2010 og 2013.

I 2022 er der gennemført nye undersøgelser i NOVANA-regi, men disse data indgår ikke i vandområdeplanernes vurderingsgrundlag

Som i den eksisterende vandområdeplan for 2021-27 er Rørbæk Sø udpeget til restaurering i genbesøget af vandområdeplanerne 2021-2027.

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

Kvalitetselement	Miljømål	Økologisk tilstand	Undersøgelsesår
Fytoplankton	God tilstand	Ringe tilstand	2016
Anden akvatisk flora	God tilstand	God tilstand	2016
Bentiske invertebrater	God tilstand	Ukendt	-
Fisk	God tilstand	Dårlig tilstand	2016
Vandets klarhed	God tilstand	God tilstand	2016
Iltforhold	God tilstand	God tilstand	2016
Kvælstofindhold	God tilstand	God tilstand	2010
Fosforindhold	God tilstand	Ikke-god tilstand	2013
Nationalt specifikke stoffer	God tilstand	Ukendt	-

I de følgende afsnit gennemgås tilstanden af 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 Rørbæk Sø 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			
Temp. og iltprofil					x	x	x	x	x			
Fisk								x				
Sediment											x	

4.2. Sigtdybde og vandkemi

4.2.1. Metodik

I perioden maj – september 2024 blev der taget prøver til analyse for vandkemi på søens hovedstation (st. 25000053) som ligger i søens dybeste område (Figur 4.1)

Ved hver prøvetagning blev der målt ilt – og temperaturprofil af vandsøjlen, sigtdybde, samt udtaget vandprøver til analyse for de vandkemiske parametre total-P, orhto-P, klorofyl, lanthan og aluminium. Ved lagdeling blev der således udtaget prøver i både overflade- og bundvand.

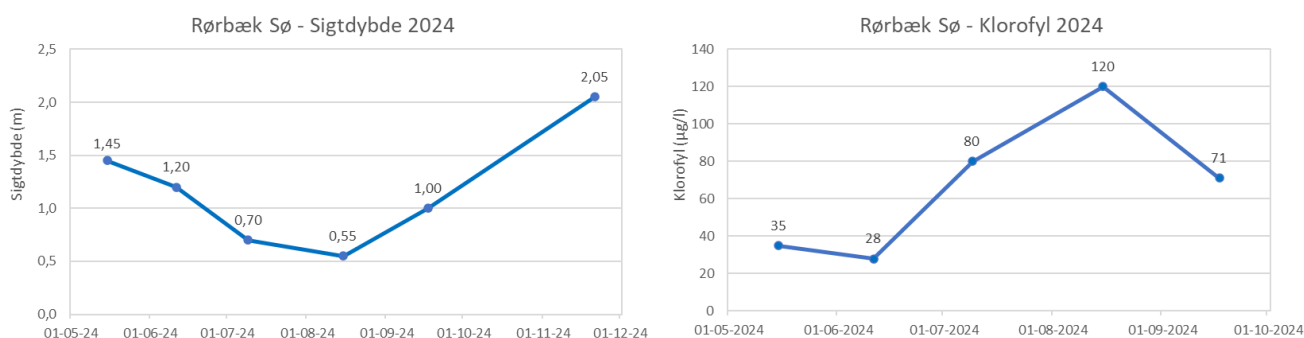
Prøvetagning og analyser blev udført efter den tekniske anvisning om prøvetagning og målinger i søer /7/.



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

4.2.2. Sigtdybde og klorofyl

Sigtdybden i Rørbæk Sø i 2024 faldt fra 1,45 meter i maj til 0,55 meter i midten af august, hvorefter den steg til lidt over 2 meter i slutningen af november. Klorofylværdierne viste, ikke så overraskende, det modsatte mønster, med de laveste værdier i maj, efterfulgt af en stigning til høje værdier i slutningen af august. Se Figur 4.2

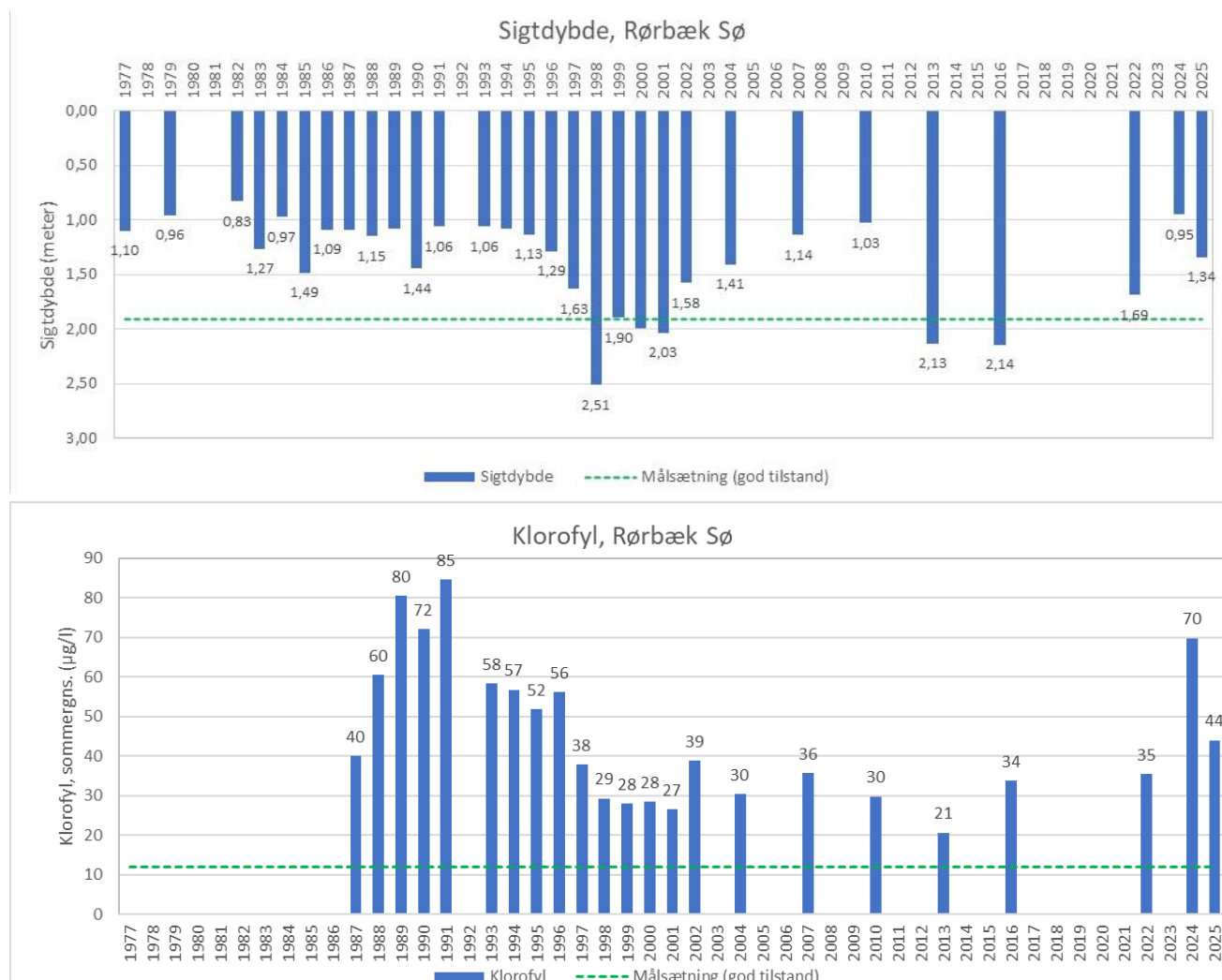


Figur 4.2: Sigtdybde (tv.) og klorofylværdier (th.) ved undersøgelserne i 2024.

Set over en længere årrække har sigtddybden i Rørbæk Sø varieret en del, og i 2024 og 2025 var den med sommergennemsnit på hhv. 0,95 og 1,34 meter noget lavere end de foregående tre måleår og på et niveau, der svarer til i 1970'erne og 1980'erne (Figur 4.3). Sigtddybden i 2024 og 2025 er således langt fra målsætningen på 1,91 meter, som senest var opfyldt i 2016, hvor de data der anvendes i vandområdeplanerne ligeledes er fra /4/.

Algemængden, målt som klorofylkoncentrationen, følger i 2024 udviklingen i sigtddybden med et sommergennemsnit på 70 µg/l, og med meget høje værdier især i august (Figur 4.2). Sommergennemsnittet for 2024 ligger dobbelt så højt som seneste undersøgelsesår i 2022 og på det højeste målte niveau siden 1989 (Figur 4.3, nederst). De nyeste data fra 2025 viser at sommergennemsnittet var reduceret til ca. 44 µg/l, dog uden analyserne fra september, da disse skrivende stund ikke foreligger.

Sammen med sigtddybden viser målingerne således at algeproduktionen i 2024 – og delvist også i 2025 - var på et særdeles højt niveau sammenlignet med tidligere måleår. Klorofylkoncentrationen var ligesom alle tidligere måleår ikke under målsætningen på 12 µg/l, og tilstanden bedømmes i 2024 til dårlig, hvilket er en forringelse af tilstanden i forhold til den nuværende tilstandsvurdering fra 2016, som var ringe /4/.



Figur 4.3: Tidsvægtede sommergennemsnit for sigtddybde (øverst) og klorofylindhold (nederst) i Rørbæk sø beregnet på data fra VanDa /8/. På figurerne fremgår målsætningen angivet i Vandplandata /4/. OBS: Data fra 2025 er foreløbige og indeholder ikke klorofylmålinger fra september, da disse ikke forelå i skrivende stund.

Ved et tilsyn i august 2025 kunne det konstateres, at vandet i kanalen mellem Rørbæk Sø og Nedersø, dvs. afløbet fra Rørbæk Sø, var særdeles grønt af alger, samt at der i Nedersø kunne konstateres kraftig blågrønalgeopblomstring af *Microcystis*. Der blev ikke foretaget besigtigelser af selve vandet i Rørbæk Sø, men eftersom vandet i kanalen mellem de to søer strømmer ret hurtigt, vurderes det at være repræsentativt for vandet i selve Rørbæk Sø. Der er således tegn på at der også i 2025 var kraftig algeopblomstring i Rørbæk Sø.

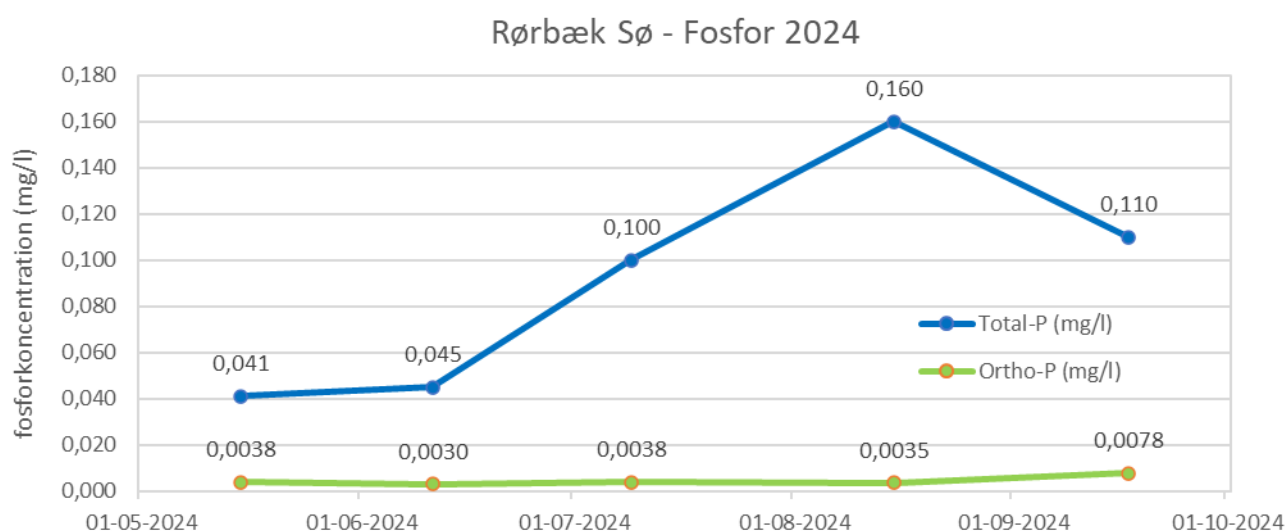


Figur 4.4: Fotos af algeopblomstring i Nedersø (tv.), kanalen mellem Rørbæk Sø og Nedersø (midten) og *Microcystis* sp. fra Nedersø (th.). Alle fotos fra 29.08.2025.

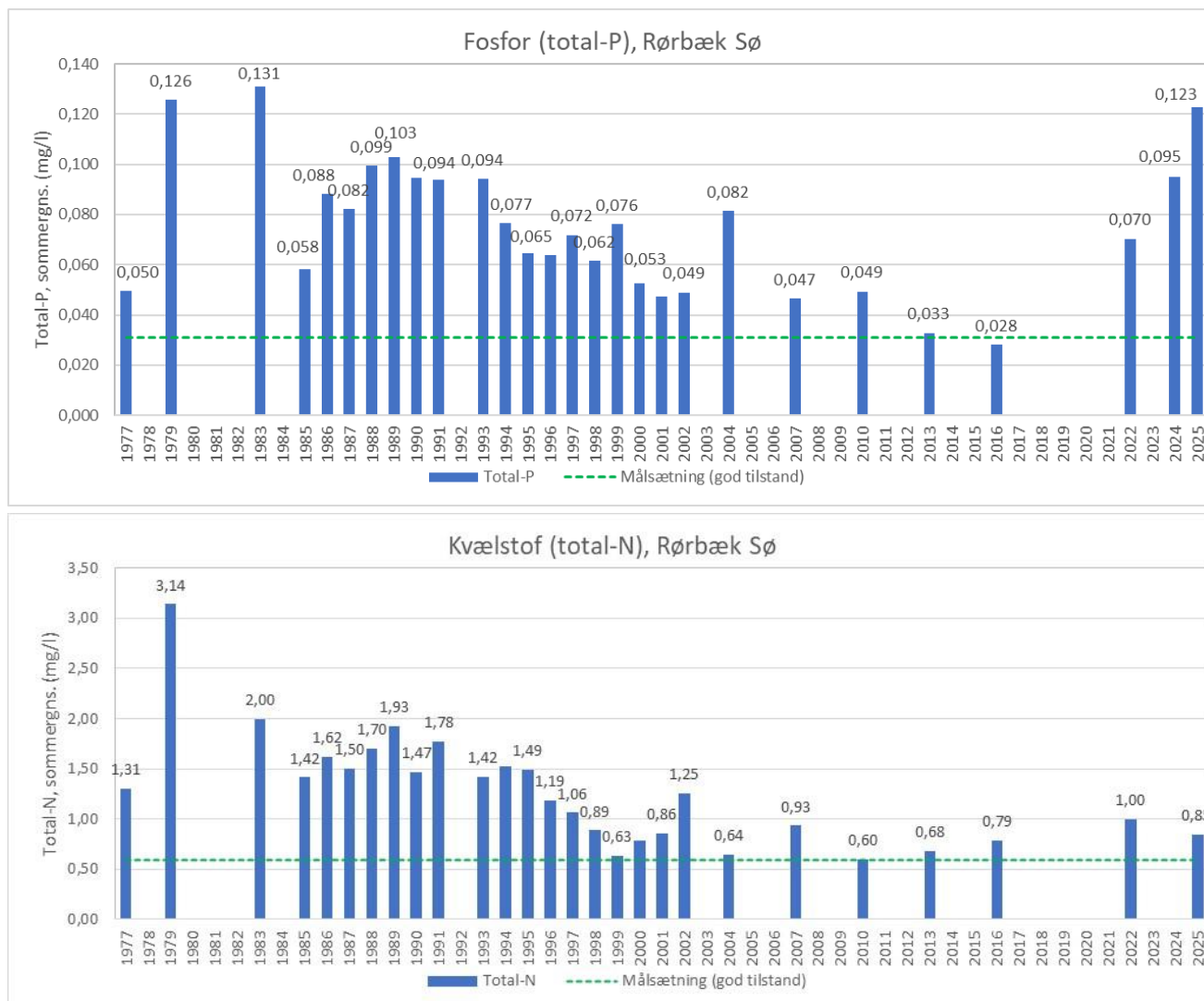
4.2.3. Næringsstoffer

Fosforniveauet (total-P) i Rørbæk Sø varierede i 2024 fra et niveau på 0,041 – 0,045 mg/l i maj/juni til 0,160 mg/l i august, hvorefter det faldt igen til 0,110 mg/l i september (Figur 4.5). I august var der lagdeling af vandet, hvilket gjorde det muligt at udtage en prøve fra bundvandet (hypolimnion), der viste et lettere forhøjet fosforniveau på 0,16 mg/l under springlaget i forhold til 0,13 over det (koncentrationen af ortho-P var ligeledes højere end i overfladevandet).

Det tidsvægtede sommergennemsnit af fosfor i Rørbæk Sø var med 0,093 mg/l i 2024 på et højt niveau, faktisk det højeste siden 1993 (Figur 4.6, tv). Det må formodes at en stor del af fosforen er bundet i den store algebiomasse, der var i 2024, eftersom den frie fosfor (ortho-P) gennem hele perioden var meget lav. Fosforkoncentrationen i Rørbæk Sø er langt fra målsætningen om god økologisk tilstand for fosfor som enkeltstående kvalitetselement på 0,034 mg/l. Niveaulet ligger ligeledes langt over den målsætning, der er udarbejdet i SGAV's belastningsopgørelse på 0,031 mg/l, der er grænsen for at sikre samlet målopfyldeelse for alle kvalitetselementerne.



Figur 4.5: Fosforkoncentrationen i Rørbæk Sø i 2024 målt som total-P og ortho-P.



Figur 4.6: Tidsvægtede sommergennemsnit (1/5-30/9) for total-P (tv) og total-N (th) i Rørbæk Sø, beregnet på data fra VanDa /8/. På figurene fremgår målsætningen for god tilstand i type 10 søer /9/. OBS: Data fra 2025 er foreløbige og indeholder ikke målinger fra september, da disse ikke forelå i skrivende stund.

Der er ikke målt kvælstof i 2024, men tidligere målinger viser at kvælstofindholdet er steget siden 2013 og at sommergennemsnittet i 2022 var 1,0 mg/l og i 2025 0,85 mg/l, hvilket ikke opfylder målsætningen om god tilstand /9/. Tilstanden i 2022 er således en forringelse af tilstanden angivet i Vandplandata, hvor tilstanden var bedømt til god med målinger fra 2013 som datagrundlag.

4.2.4. Øvrige 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/. Årsagen til at man måler disse parametre er, at det er vigtigt at kende baggrundsniveauet, hvis enten aluminium- eller Phoslock-behandling skal anvendes som virkemiddel til en restaurering.

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 (se eksempelvis /11/). Aluminiumindholdet blev også undersøgt og var størst i maj med 17 µg/l, hvorefter niveauet faldt til omkring 5 mg/l i de øvrige måneder (se Figur 4.7).

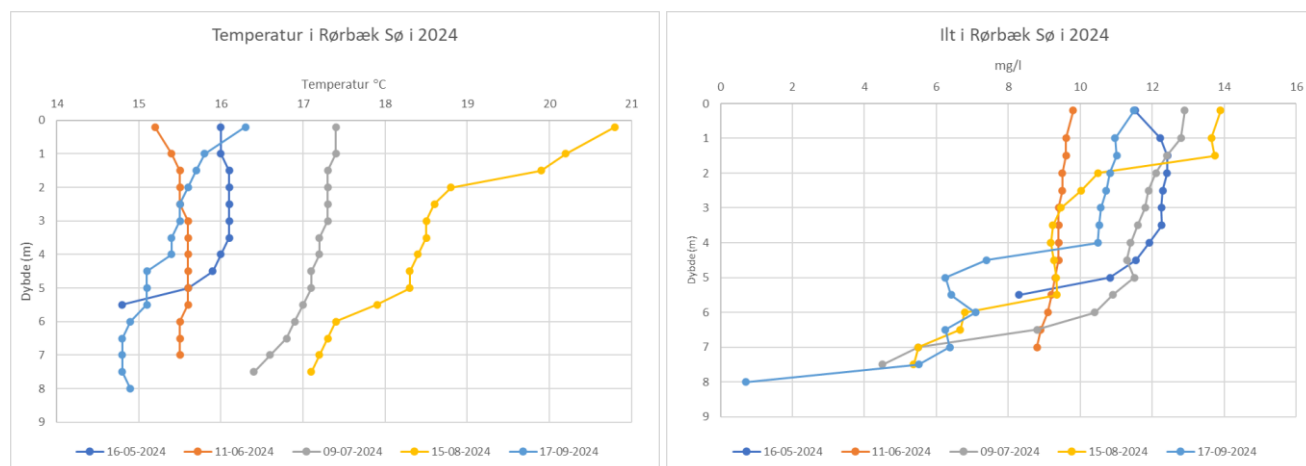


Figur 4.7: Aluminium-koncentrationen i Rørbæk Sø i perioden maj-september 2024.

Analyserne af aluminium og lanthan kan anvendes som "baseline", dvs. det naturlige niveau i søen inden en eventuel restaurering med enten aluminium eller Phoslock.

4.3. Lagdeling af vandmassen

Der blev i 2024 målt springlag på ét af tilsynene på søen, hvilket var i august (Figur 4.8, tv). Springlaget lå højt, omkring 1,5 meter og sluttede allerede i 2 meters dybde. Iltkoncentrationerne i hypolimnion (vandsøjlen under springlaget) og nær bunden var gode (>5 mg/l), hvilket vidner om en relativ kort springslagsperiode (Figur 4.8, th). Kun i september 2024 var iltkoncentrationerne over bunden lave, med under 1 mg/l.



Figur 4.8: Temperatur- (tv.) og iltprofiler (th.) i Rørbæk Sø i perioden maj-september 2024.

Der er gennem tiden blevet målt ilt – og temperaturprofiler på st. 25000053 i Rørbæk sø ved 156 tilsyn, fordelt på 21 måleår i perioden 1989-2024 /8/. Målingerne viser at, der dannes springlag de fleste år, og at springlagene forekommer i perioden maj-august (Tabel 4.3). Springslagsperioden er generelt kort, typisk 1-2 måneder, men enkelte år er der målt springlag af længere varighed.

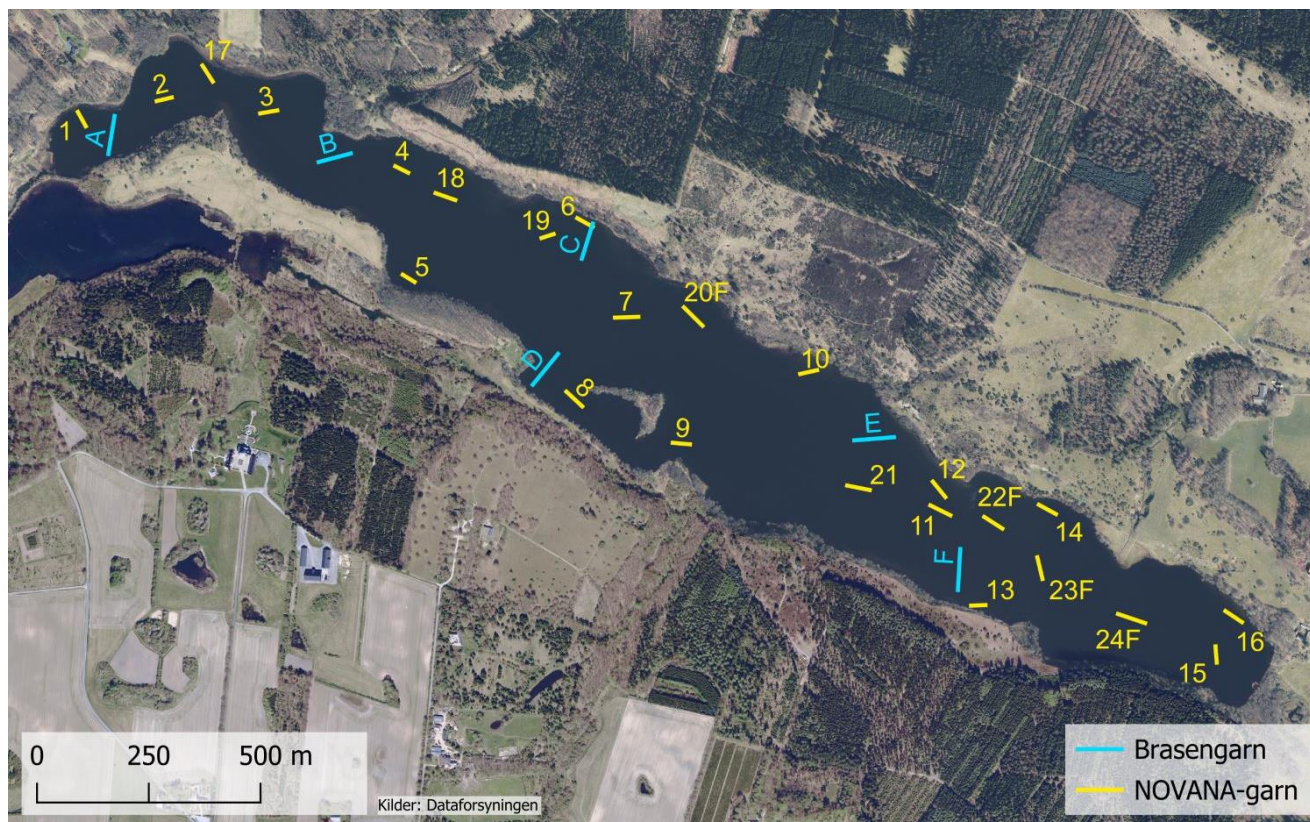
Iltkoncentrationen ved bunden varierer henover året, hvor de laveste koncentrationer ses i sommermånedene. Lave iltkoncentrationer ved bunden forekommer de fleste år i Rørbæk Sø, og der bliver typisk målt sådanne niveauer i 1-3 måneder hvert år, som for alle tilfældene er fra perioden maj-september.

Tabel 4.3: Lagdeling af vandmassen og iltniveau ved bunden i Rørbæk Sø. Data fra kemidata.dk, samt egne tilsyn i maj-november 2024.

År	Første måle-dato	Første springlags-dato	Antal tilsyn	Antal målte springlag	Laveste iltniveau ved bunden	Antal tilsyn med iltniveauer <2 mg/l
1989	06-03-1989	06-11-1989	7	0	1,5	1
1990	07-03-1990	07-05-1990	8	1	6,2	0
1991	19-03-1991	15-07-1991	9	1	0,3	1
1993	15-03-1993	02-08-1993	14	1	4,4	0
1994	07-04-1994	13-07-1994	8	1	0,6	1
1995	06-03-1995	17-07-1995	9	1	0,6	1
1996	01-05-1996	12-06-1996	8	1	1,6	1
1997	23-04-1997	01-07-1997	8	3	5	0
1998	22-04-1998	07-10-1998	7	0	5,5	0
1999	05-05-1999	14-07-1999	8	2	1	2
2000	03-05-2000	26-07-2000	8	1	8,5	0
2001	19-04-2001	16-05-2001	8	1	0,1	2
2002	24-01-2002	30-05-2002	14	4	0,1	2
2004	21-04-2004	15-11-2004	7	0	0,3	2
2006	06-07-2006	06-07-2006	2	2	0	2
2007	11-04-2007	07-06-2007	7	1	2,8	0
2010	27-04-2010	06-07-2010	8	1	0,3	2
2013	11-04-2013	18-06-2013	7	1	7,1	0
2016	09-05-2016	06-06-2016	5	2	0,03	3
2022	24-05-2022	17-08-2022	5	1	0,4	2
2024	16-05-2024	15-08-2024	6	1	0,7	1

4.4. Fiskebestand

Fiskebestanden i Rørbæk Sø blev undersøgt med garnfiskeri i perioden 25. – 28. august 2024. Der blev i alt sat og røgtet 24 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 . Der blev desuden sat 6 stormaskede garn, der var 90 meter lange og bestod af masker mellem 85 og 130 mm. Garnplaceringerne kan ses på Figur 4.9.



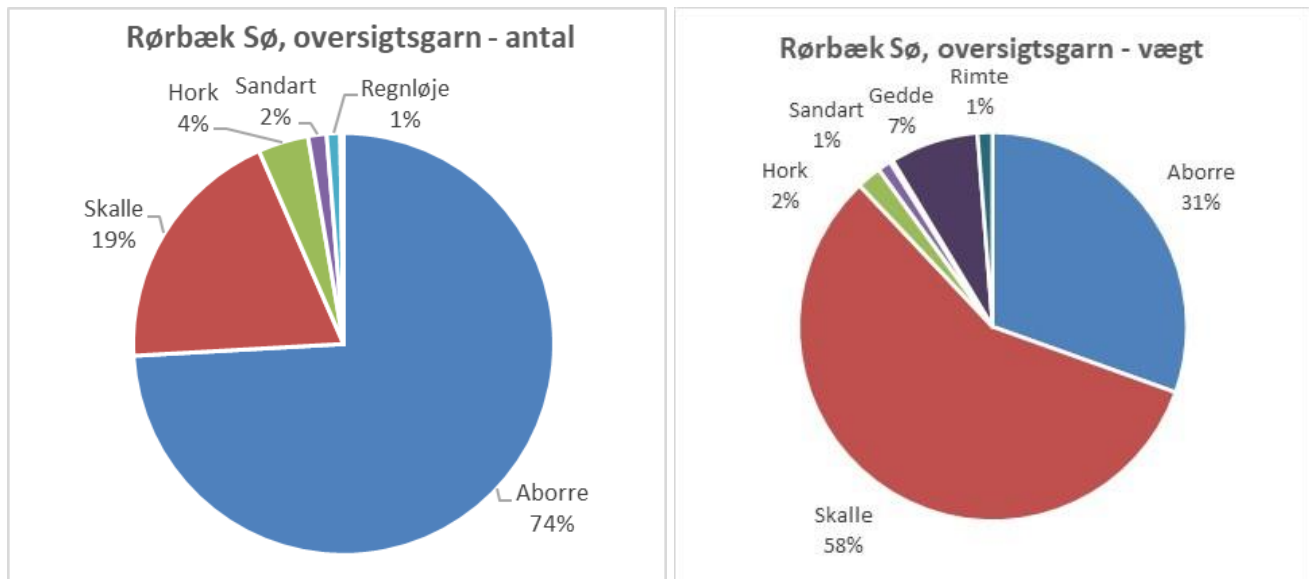
Figur 4.9: Garnplaceringer for fiskeundersøgelsen i Rørbæk Sø, august 2024.

Garnene blev sat om eftermiddagen mellem kl. 16 og 18 og røgtet den efterfølgende morgen mellem kl. 6 og 8. Alle fisk blev artsbestemt, optalt og målt. For hver art blev fangsten af fisk hhv. større og mindre end 10 cm vejret, og der blev foretaget sammenhørende længde-/vægtmålinger for mindst 5 individer fra hver cm-klasse. Alle levedygtige rovfisk blev genudsat, og den øvrige fangst blev afhentet af Givskud Zoo (til kæmpeodderne).

Der blev fanget i alt 6.967 fisk med en samlet vægt på 98,5 kg i de 24 oversigtgarn. I de seks stormaskede garn blev der fanget blot 9 fisk, fordelt på 6 suder, 2 brasen og 1 sandart.

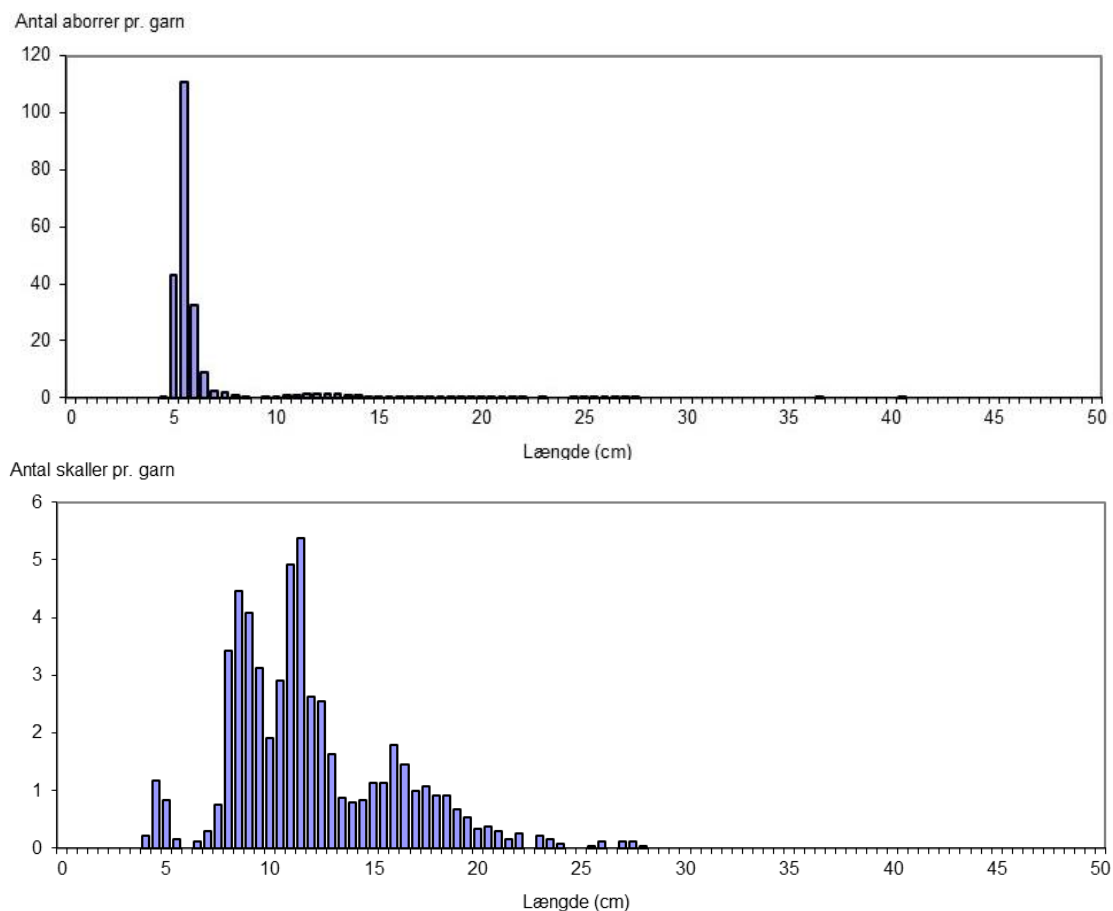
Tabel 4.4: Samlet, volumenvægtet fangst (CPUE-værdier) i de biologiske oversigtgarn (ekskl. tillægssektioner).

	Aborre	Brasen	Gedde	Grundling	Hork	Regnløje	Rimte	Sandart	Skalle	Trepigget hundestejle
CPUE, antal < 10 cm	245,9	0	0	0	8,2	2,6	0	1,3	20,5	0,1
CPUE, antal > 10 cm	13,6	0,1	0,2	0	1,6	0	0,1	2,8	38,3	0
CPUE, antal sum	259,5	0,1	0,2	0	9,8	2,6	0,1	4,2	58,8	0,1
CPUE, vægt < 10 cm	506,2	0,1	0	0,2	54,5	6	0	7,4	178,4	0
CPUE, vægt > 10 cm	807,1	0,7	315	0,3	39,6	0	69,6	36	1870	0
CPUE, vægt sum	1.313	0,8	315	0,5	94,1	6	69,6	43,4	2.048	0



Figur 4.10: Antals- og vægtmæssig fordeling af fangsten i de biologiske oversigtsgarn (ekskl. tillægssektioner). Der er kun vist arter der udgjorde mindst 1% af henholdsvis antal og vægt. Bemærk: Data er ikke volumenvægtede, men simple gennemsnit.

Fangsten i de biologiske oversigtsgarn var antalsmæssigt domineret af aborrer, der udgjorde 74% af fangsten, mens det vægtmæssigt var skaller der dominerede (se Figur 4.10). 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 4.11).



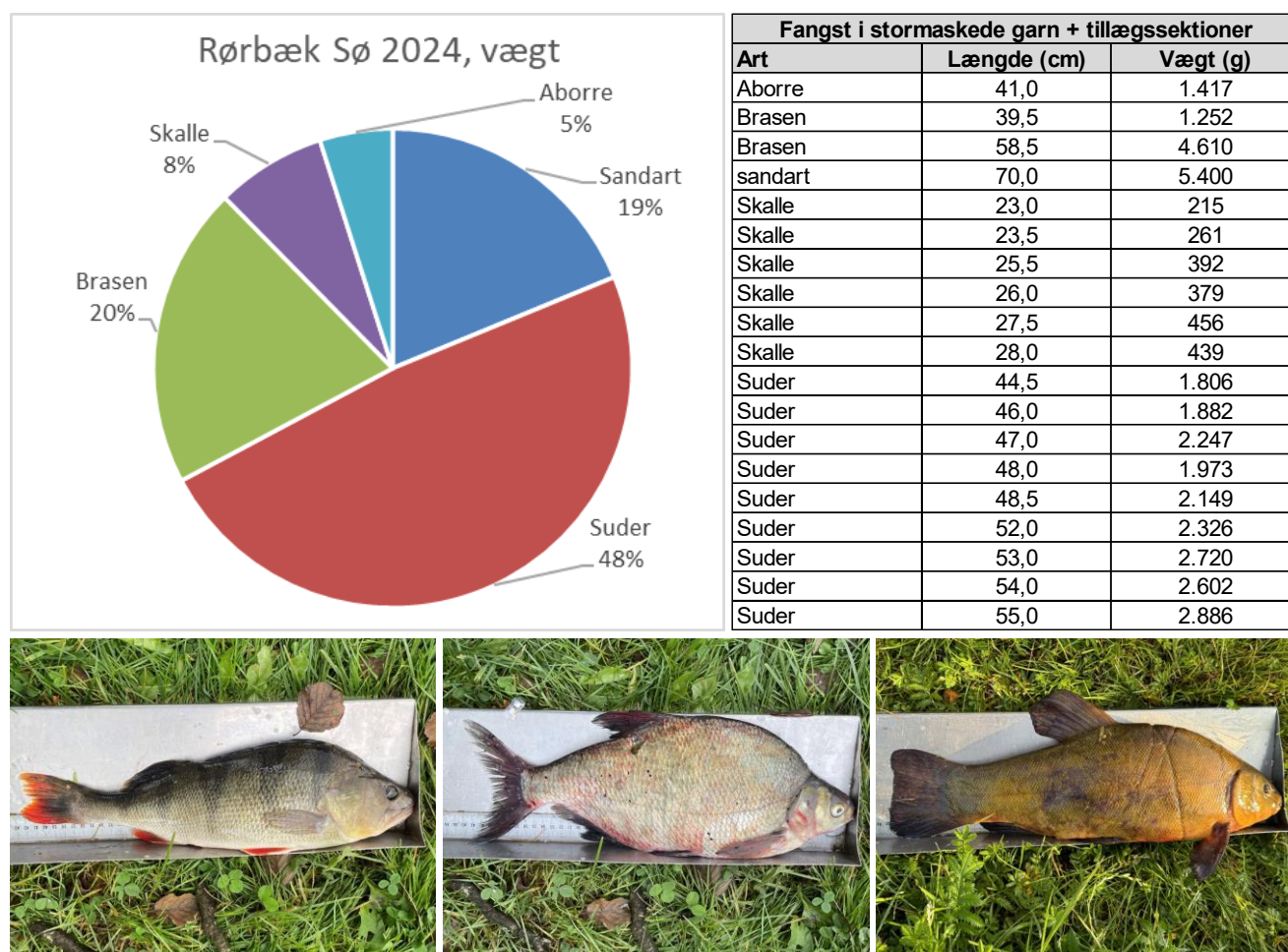
Figur 4.11: Længde-hyppighedsgrafer for aborrer (øverst) og skaller (nederst), fra Rørbæk Sø i 2024.

Af de øvrige arter der blev fanget i oversigtsgarnene, udgjorde kun hork, sandart og regnløje betydende andele af den antalsmæssige fangst. Der blev dog også fanget enkelte større rimter og gedder, hvilket betyder at disse arter udgør en større andel vægtmæssigt.

Når fangsten i de stormaskede garn og tillægssektionerne i oversigtsgarnene (dvs. de fisk der sad i de to sektioner med 68 og 85 mm maskevidde) vurderes, er det overordnede billede, at bestanden af større fisk er begrænset i Rørbæk Sø. En samlet fangst på i alt 19 fisk i de i alt 660 meter garn med maskevidder, der er egnede til at fange større fisk (120 meter tillægssektioner + 540 meter stormaskede garn), er bestemt ikke en høj fangst. Til sammenligning blev der fanget mere end dobbelt så mange fisk i Nedersø, på kun 420 meter garn med store masker.

Fangsten i de store masker udgjordes primært af suder på 44 – 55 cm, samt en del større skaller på 23 – 28 cm (Figur 4.12). En enkelt stor sandart trækker den arts andel af fangsten op på knap 20%, hvilket er det samme som de to brasen udgør.

Der er således ingen indikationer på at der findes en stor bestand af brasen, som kan påvirke søens tilstand negativt. De suder der er fanget udgør ikke på samme måde som brasen, en trussel mod søens tilstand.



Figur 4.12: Samlet fangst i stormaskede garn og tillægssektioner. Graf tv. viser den vægtmæssige fordeling af fangsten, mens de enkelte fisk er listet i tabellen th. Nederst fotos af stor aborre, brasen og suder fra Rørbæk Sø.

Tabel 4.5: Nøgletal fra fiskeundersøgelsen i Rørbæk Sø august 2024, baseret udelukkende på fangsten i oversigtsgarnene (ekskl. tillægssektionerne). Desuden er vist nøgletal fra 2022 og 2016-undersøgelser i Rørbæk Sø. Pointscore og tilstand for fiskeindekset DFFS vist til højre i tabellen. Nederst er vist scoringssystemet fra fiskeindekset i søer, hvor grænseværdierne for dybe søer anvendes for Rørbæk Sø /12/.

	NPUE (antal pr garn)	Rovfisk%	Skalle- brasen%	Individ biomasse	Point- score	Tilstand DFFS
Rørbæk Sø, 2024	335 (0 point)	30 % (0 point)	53 % (0 point)	12 gram (0 point)	0	Dårlig økologisk tilstand
Rørbæk Sø, 2022	324 (0 point)	30 % (0 point)	47,9 % (1 point)	11 gram (0 point)	1	Dårlig økologisk tilstand
Rørbæk Sø, 2016	407 (0 point)	23 % (0 point)	63,4 (0 point)	20 gram (0 point)	0	Dårlig økologisk tilstand

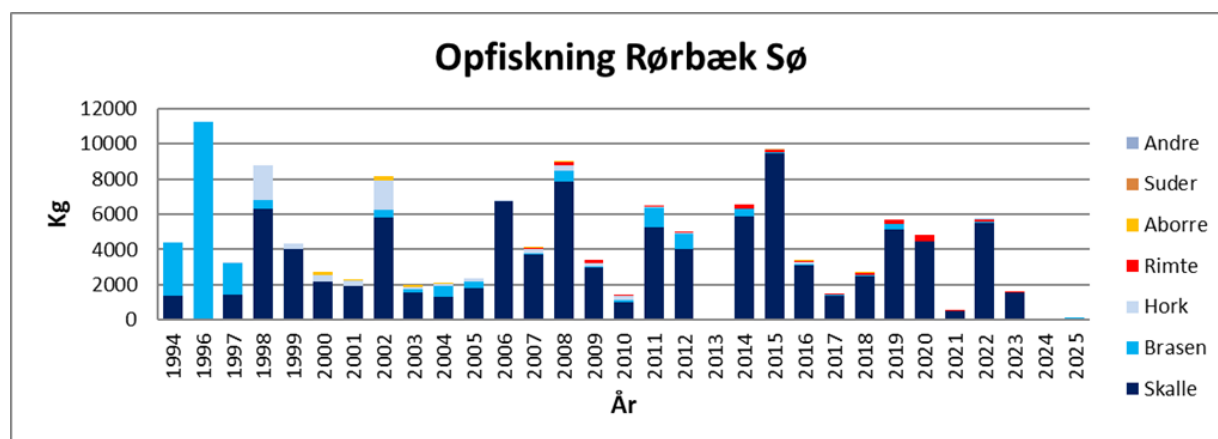
Indikator	Lavvandede søer			Dybe søer		
	3 point	2 point	1 point	3 point	2 point	1 point
NPUE, antal	<54	<92	<174	<30	<54	<84
%rovfisk	>54	>32	>25	>62	>50	>35
%skalle-brasen	<28	<43	<55	<15	<34	<48
Individbiom.	>60	>41	>26	>53	>38	>31

En beregning af fiskeindekset for søer (DFFS) viser at søen opnår dårlig økologisk tilstand, idet Rørbæk Sø scorer 0 point på alle delparametre (Tabel 4.5). Som det ses, er det samme tilstandsvurdering som i 2016 (vandplannerens vurderingsgrundlag) og i 2022.

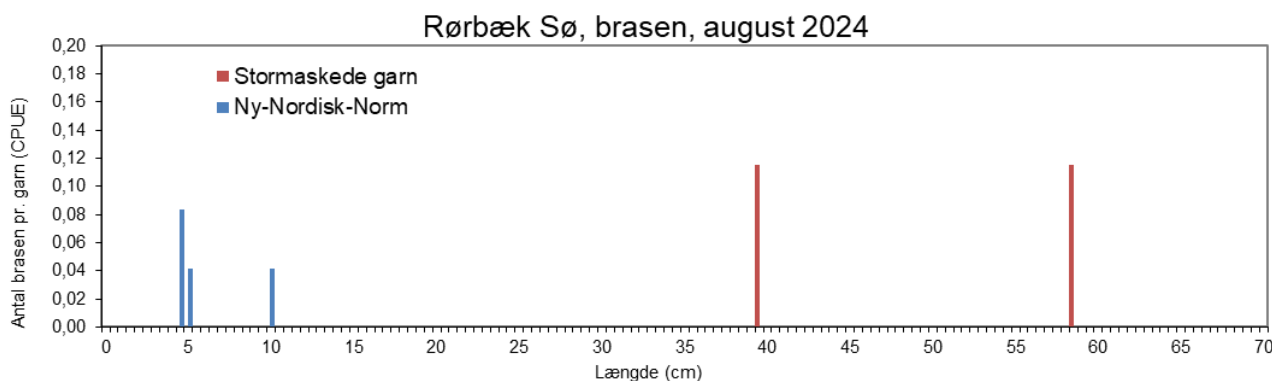
Fiskebestanden i Rørbæk sø ser således ud til at være forholdsvis stabil og kraftigt domineret af småfisk, lav individvægt og med en høj skalle-brasen-%. Rovfisk udgør typisk omkring 30% eller mindre.

4.4.1. Tidligere biomanipulation i Rørbæk Sø

Rørbæk sø blev biomanipuleret i perioden 1994-1999 med opfiskning med bundgarn, vod, trawl og stormaskede garn, hvoraf voddet viste sig mest effektivt (pers. komm, Jens peter Müller). Der blev i denne periode fjernet 16,4 ton brasen, 13,2 ton skaller og et par ton hork. Efterfølgende er der gennemført vinterfiskeri efter stimer i afløbet fra søen. Fiskeriet har vist sig ret effektivt, og der er i perioden 2000 – 2025 fjernet 85 ton skaller, 6 ton brasen, 4 ton hork og knap 3 ton andre arter (primært småfisk < 10 cm). Artsfordelingen af de opfiskede mængder kan ses på Figur 4.13 øverst.



Figur 4.13: Opfiskede mængder af fisk i Rørbæk Sø og kanalen der løber fra søen.



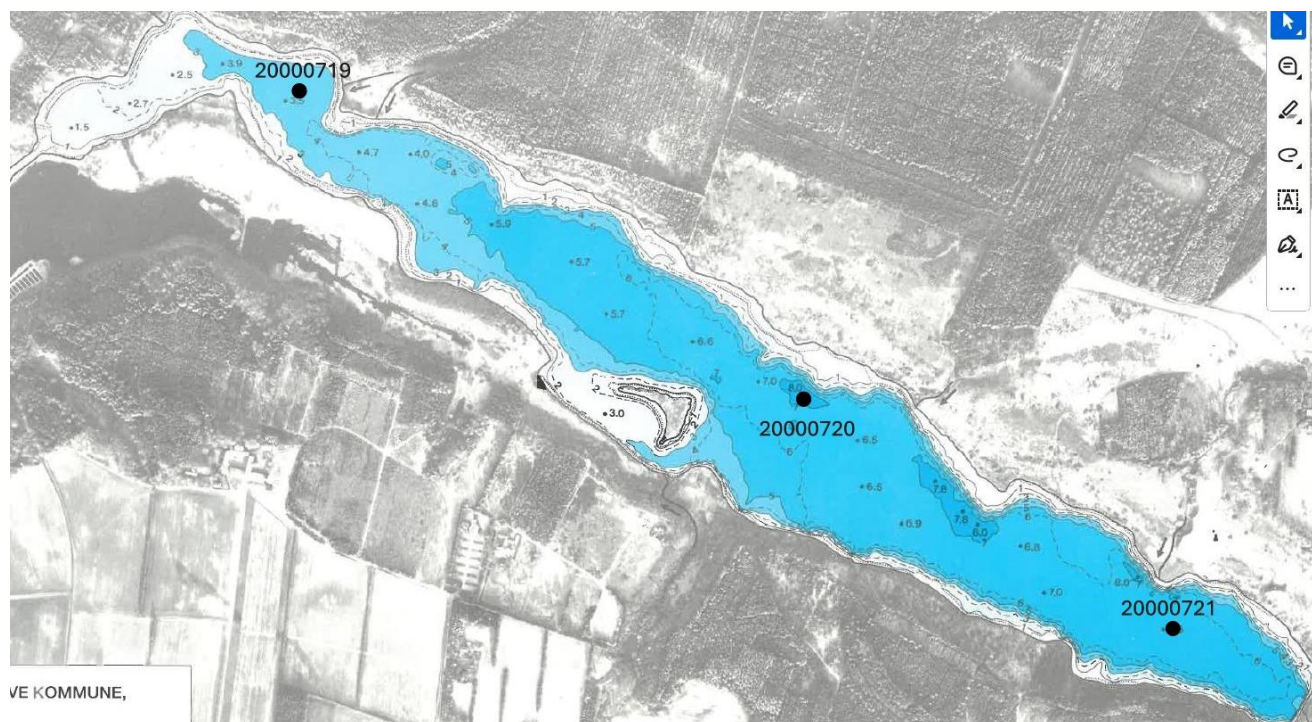
Figur 4.14: Længdefordeling af brasen ved fiskeundersøgelsen i Rørbæk Sø 2024.

Det ser ud til, at brasenbestanden blev reduceret så kraftigt i perioden 1994 – 1997, at den aldrig siden er blevet reetableret i en grad hvor kanalfiskeriet ikke har kunnet holde den nede. Ved fiskeundersøgelsen i 2024 blev der således kun fanget 4 mindre brasen og 2 større (se Figur 4.14) i de i alt 1.380 meter garn der blev sat. Ved tidligere undersøgelser var fangsterne af brasen ligeledes lave - i 2022 blev der fanget i alt 7 brasen fra 4 – 40 cm, mens der i 2016 kun blev fanget 2 brasen på knap 10 cm.

4.5. Sediment

I november 2024 blev der udtaget sedimentprøver på tre stationer i Rørbæk Sø (Figur 4.15). På hver station blev udtaget tre sedimentkerner til en dybde af mindst 20 cm. Efterfølgende blev sedimentkernerne opdelt i dybdeintervallerne 0-5, 5-10 og 10-20 cm, og sedimentet fra de samme dybdeintervaller puljet til én prøve.

Sedimentprøverne blev sendt til akkrediteret laboratorium 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 tilsammen den mobile fosfor, dvs. den pulje af fosfor der potentielt kan frigives fra sedimentet.



Figur 4.15: Placering af sedimentstationer i Rørbæk Sø ved prøvetagningen i November 2024.

Tabel 4.6: Udvalgte parametre på de tre sedimentstationer i de tre opdelte dybdefraktioner: øverst 0-5 cm, midterst 5-10 cm og nederst 10-20 cm.

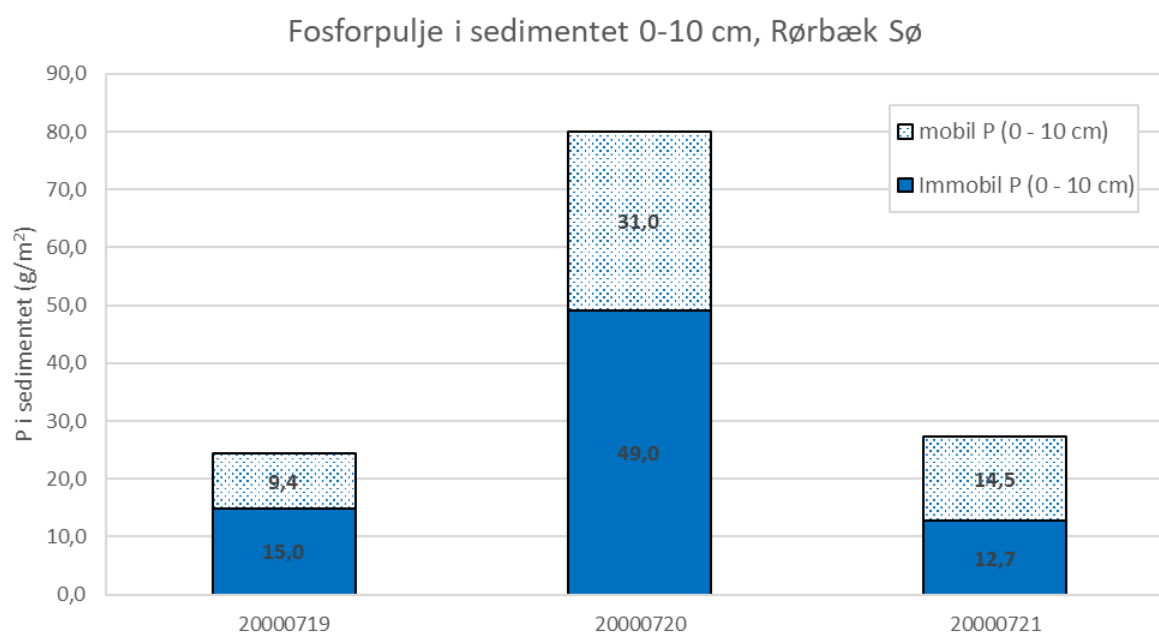
0 – 5 cm	Vanddybde (m)	Tørvægt (mg/kg TS)	Total-P (mg/kg TS)	Mobil-P (mg/kg TS)	Mobil-P (g/m ²)
20000719	3,3	3,9	3.900	1.910	3,8
20000720	7,8	4,0	11.000	9.210	18,8
20000721	6,2	6,5	5.200	2.140	7,2

5 – 10 cm	Vanddybde (m)	Tørvægt (mg/kg TS)	Total-P (mg/kg TS)	Mobil-P (mg/kg TS)	Mobil-P (g/m ²)
20000719	3,3	12,8	2.500	840	5,6
20000720	7,8	13,0	8.500	1.810	12,2
20000721	6,2	7,8	2.400	1.800	7,3

10 – 20 cm	Vanddybde (m)	Tørvægt (mg/kg TS)	Total-P (mg/kg TS)	Mobil-P (mg/kg TS)	Mobil-P (g/m ²)
20000719	3,3	8,0	1.700	1.310	10,9
20000720	7,8	5,0	4.400	3.050	15,6
20000721	6,2	8,5	3.400	3.120	27,8

Der var forholdsvis stor forskel på de tre sedimentstationer, både i tørvægt og fosforindhold i sedimentet (se Tabel 4.6). Generelt var fosforindholdet størst på den dybeste station 20000720 og lavest på den station, der lå på lavest vanddybde (se Figur 4.16).

De øverste 5 cm havde, ikke overraskende, lavest tørvægt, men derefter fandtes på to af stationerne et meget mere fast lag fra 5-10 cm, hvorefter sedimentet blev lidt "vådere" igen fra 10-20 cm, hvilket er atypisk. Den mobile del af fosforpuljen (g/m²) var nogenlunde ensartet ned gennem de øverste 20 cm på de to mest lavvandede stationer, mens den dybeste station viste et fald ned gennem sedimentet.



Figur 4.16: Fosforindhold på tre stationer i Rørbæk Sø (tv) og udvikling i samlet fosforpulje (th).

Sammenlignet med andre danske søer følger både tørstof og glødetab et lidt atypisk mønster ned igennem sedimentet, som normalt vil være stigende for tørstof og faldende for glødetab /10/. Som det fremgår af Tabel 4.7 adskiller dybdeintervallet 5-10 cm sig ved et højere tørstofindhold, samt et højt glødetab, der angiver at det organiske indhold i dette sedimentlag er meget højt.

Fosforindholdet pr. kg tørstof (både det totale og den mobile pulje) følger et forholdsvis normalt mønster med de højeste koncentrationer i de øverste 5 cm af sedimentet, men derefter med højere koncentrationer i 10-20 cm's dybde i forhold til 5 – 10 cm. Fosforindholdet ligger generelt højt i forhold til andre dybe søer /10/.

Jernindholdet i sedimentet er ikke tilsvarende høj, men på et gennemsnitligt niveau for dybde søer.

Tabel 4.7: Analyseresultater fra sedimentundersøgelsen i Rørbæk Sø, vist som vægtet gennemsnitsværdier for de tre undersøgte stationer i 2024 – vægtet efter det pågældende dybdeinterval arealmæssige andel af hele søen (st. 20000719 er repræsentativ for 2-5 meter dybdeintervallet)

	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	5,4	29	4.775	257	1.935	23.843	32.622	5.597
5-10 cm	10,0	31	2.571	53	1.343	15.325	23.734	5.661
10-20 cm	8,2	25	2.705	119	2.237	32.930	75.622	6.350

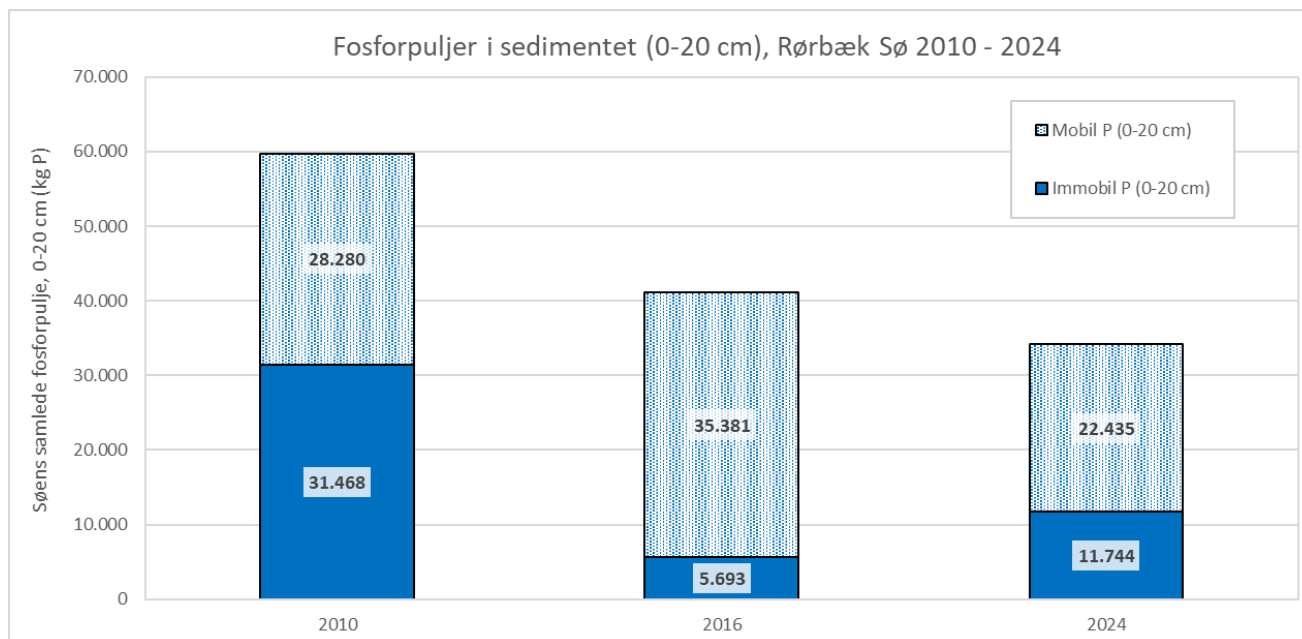
Den samlede mobile fosforpulje i Rørbæk Sø er beregnet til at være 8.595 kg i de øverste 10 cm og 22.435 kg hvis hele dybden ned til 20 cm inddrages. I beregningen er kun medtaget den del af søens areal, hvor vanddybden er over 2 meter, idet mobilt fosfor normalt ikke akkumuleres på lavere dybder i dybe søer /3/. Det mobile fosfor udgøres i overvejende grad af let adsorberet P, der primært angiver den jernbundne fosfor, men organisk fosfor forekommer også.

Tidligere undersøgelser af sedimentet i Rørbæk Sø udgøres af undersøgelser fra 2010 og 2016, hvor der i 2010 blev undersøgt de samme stationer som i indeværende undersøgelse, mens undersøgelsen fra 2016 er foretaget på andre stationer, der alle har en dybde på over 6 meter.

I de tidligere undersøgelser er 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 sediment, hvorved den mobile pulje beregnes som forskellen mellem baggrundniveauet og fosforindholdet i de respektive dybdeintervaller /3/. I de tidligere undersøgelser er op til 50 cm af sedimentprofilen undersøgt, hvilket giver mulighed for at bestemme et baggrundsniveau.

Den samlede fosforpulje var i 2024 en del lavere end i 2010, hvor samme stationer blev undersøgt, mens den kun er en smule lavere end i 2016 (Figur 4.17). Den mobile pulje i de øverste 20 cm udgjorde formentlig en stor del af den samlede pulje i 2016, med en teoretisk beregnet andel på 86% af den samlede fosforpulje, hvilket er meget højt /13/. Trods beregningens usikkerhed anses den som værende nogenlunde troværdig idet andelen af den mobile pulje i dybdeintervallet 10-20 cm stemmer overens med det tal, der blev opnået i 2024-undersøgelsen ved anvendelse af den mere præcise sekventielle ekstraktionsmetode /3/.

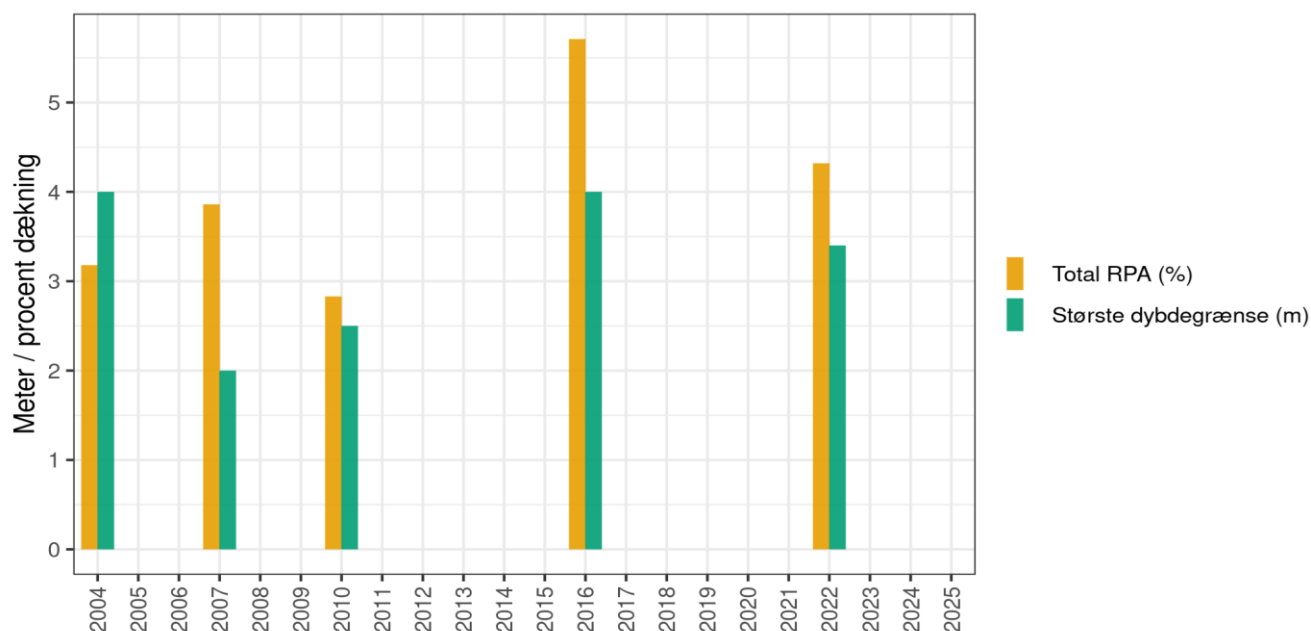
Sedimentprøverne i 2016 er alle udtaget på dybder over 6 meter, hvilket sandsynligvis påvirker resultatet i en retning mod en højere andel af mobilt fosfor og den mobile fosforpulje formodes derfor reelt at udgøre en mindre andel end hvad beregninger viser, og ligger derfor formentlig på omtrent det samme som i 2024.



Figur 4.17: Mobile og immobile fosforpuljer i Rørbæk Sø's øverste 20 cm af sedimentet i 2010, 2016 og 2024.

4.6. Vegetation

Vegetationen i Rørbæk Sø er undersøgt fem gange i perioden 2004-2024, hvor der er fundet et samlet plantedækket areal på mellem 2,8 % og 5,7 % af søbunden, mens dybdegrænsen har varieret mellem 2 og 4 meter (Figur 4.18). Dybdegrænsen er udslagsgivende for den lave dækningsgrad af vandplanter i Rørbæk Sø, idet 68 % søens areal udgøres af dybder over 4 meter /8/.



Figur 4.18: Udvikling af totalt plantedækket areal (RPA) og største dybdegrænse i Rørbæk Sø.

Der er siden 2004 fundet 21 arter af vandplanter i Rørbæk Sø, hvoraf alle sammen blev fundet ved undersøgelsen i 2022, heriblandt også ni nye arter for søen (Tabel 4.8). I 2022 var hjertebladet vandaks den dominerende art, efterfulgt af vandpest.

Det er undersøgelsen fra 2016, i kombination med fyto-benthos-undersøgelsen fra samme år, der udgør data-grundlaget for tilstanden af anden akvatisk flora, som blev bedømt til god tilstand, med en EQR-værdi på 0,68 /4/.

EQR-værdien for søvandplanteindekset (DSVI) i 2022 beregnes til at være 0,84, mens fyto-benthos-indekset ikke er beregnet /15/. Bedømmes tilstanden af anden akvatisk flora derfor alene på DSVI opnås der en EQR-værdi på 0,84, der lige akkurat svarer til høj økologisk tilstand, men det er formodningen, at inddragelse af fyto-benthos indekset vil trække den kombinerede EQR-værdi en smule ned, som det sås i 2016, og tilstanden i 2022 formodes derfor at være god ligesom i 2016 /9/.

Tabel 4.8: Artsliste med tilhørende dækningsgrader for hver undersøgelse i Rørbæk Sø.

Art	Art latin	2004	2007	2010	2016	2022
Butbladet vandaks	<i>Potamogeton obtusifolius</i>	1,00	0,28	0,01	0,29	0,04
Hjertebladet vandaks	<i>Potamogeton perfoliatus</i>	0,10	0,10	0,23	1,50	1,77
Kredsbladet vandranunkel	<i>Ranunculus circinatus</i>	0,02	0,19	0,14	0,87	0,36
Kruset vandaks	<i>Potamogeton crispus</i>	0,03	0,003	0,004	0,17	0,11
Liden vandaks	<i>Potamogeton berchtoldii</i>	0,55	1,99	0,46	0,01	0,17
Strandbo	<i>Plantago uniflora</i>	0,05	0,23	0,23	0,23	0,12
Sø-kogleaks	<i>Schoenoplectus lacustris</i>	0,01	-	-	-	-
Vandpest	<i>Elodea canadensis</i>	1,38	1,75	1,67	2,94	0,98
Almindelig kildemos	<i>Fontinalis antipyretica</i>	-	0,14	0,15	0,15	0,24
Gul åkande, submers	<i>Nuphar lutea f. submersa</i>	-	-	0,03	0,20	0,26
Kors-andemad	<i>Lemna trisulca</i>	-	-	0,01	-	0,03
Aks-tusindblad	<i>Myriophyllum spicatum</i>	-	-	-	0,05	0,13
Almindelig kransnål	<i>Chara vulgaris</i>	-	-	-	-	0,02
Brodbladet vandaks	<i>Potamogeton friesii</i>	-	-	-	-	0,09
Børstebladet vandaks	<i>Stuckenia pectinata</i>	-	-	-	-	0,03
Enkelt pindsvineknop, submers	<i>Sparganium emersum f. submersum</i>	-	-	-	-	0,01
Krybende vandkrans	<i>Zannichellia palustris var. palustris</i>	-	-	-	-	0,04
Liden siv, submers	<i>Juncus bulbosus f. submersus</i>	-	-	-	-	0,01
Skør kransnål	<i>Chara globularis</i>	-	-	-	-	0,02
Spinkel vandaks	<i>Potamogeton pusillus</i>	-	-	-	-	0,02
Svømmende vandaks, submers	<i>Potamogeton natans f. submersus</i>	-	-	-	-	0,01
Sø-kogleaks, submers	<i>Schoenoplectus lacustris f. submersus</i>	-	-	-	-	0,03



Figur 4.19: Hjerterbladet vandaks fra garnene ifm. Fiskeundersøgelsen i 2024.

I forbindelse med fiskeundersøgelserne i 2024 blev der observeret bl.a. hjerterbladet vandaks (Figur 4.19) og vandpest, hvor førstnævnte stod ud til ca. 2,5 meters dybde

4.7. Bunddyr

Søens bunddyr er for første gang blevet undersøgt af Miljøstyrelsen i 2022, hvor der blev udtaget fire sparkeprøver i søens bredzone. Tilstanden beregnes som et gennemsnit af de fire prøver, som havde en EQR-værdi på 0,08 (dårlig) - 0,44 (moderat), hvilket giver en samlet værdi på 0,32, svarende til ringe økologisk tilstand /9/15/.

4.8. Nationalt specifikke stoffer

NIRAS har i 2024 i forbindelse med arbejde for Miljøstyrelsen udtaget prøver til analyse for nationalt specifikke stoffer i fisk. I tilfældet blev fem mellemstore aborrer sendt til analyse, som viste en klar overskridelse af tungmetallet kviksølv, som var på 92,2 µg/l, hvor miljøkvalitetskravet er på 20 µg/l /20/. Denne overskridelse alene betyder at tilstanden for nationalt specifikke stoffer bedømmes til ikke-god /21/.

4.9. Samlet vurdering af søens tilstand

Rørbæk Sø er tydeligvis ikke i en stabil god tilstand, hvilket de seneste års opblomstringer af blågrønalger i sensommeren, kombineret med den generelt lave sigtddybde og det forhøjede næringsstofindhold, vidner om. Der findes desuden en stor mobil pulje af fosfor i sedimentet og fiskebestanden er ikke i balance, med for mange fredfisk og for få rovfisk.

På den positive side, er der en varieret undervandsvegetation, med både storbladede vandaks-arter, kransnålalger og grundskudsplanter som strandbo. Disse vil formentlig kunne øge deres udbredelse, hvis søens vand klarer op i forbindelse med en restaurering.

Selvom kvalitetselementerne ilt og anden akvatisk flora (planter og fyto-benthos) opnår god tilstand i vandområdeplanerne, vurderer disse ligeledes, at den samlede tilstand af søen er dårlig, baseret på kvalitetselementerne fisk og klorofyl (Tabel 4.9).

Årsagen til den dårlige tilstand er med stor sandsynlighed vandets næringsindhold, hvor særligt fosforniveauet er for højt, hvilket har en negativ påvirkning på de øvrige kvalitetselementer i form af øget algevækst og heraf uklart vand.

Tabel 4.9: Tilstanden af kvalitetselementer ved nyeste undersøgelser i Rørbæk Sø. *Beregning ikke mulig – vurderet tilstand.

Kvalitetselement	Økologisk tilstand ved seneste undersøgelse	Undersøgelsesår
Fytoplankton (klorofyl)	Dårlig tilstand	2024
Anden akvatisk flora	Høj-god tilstand*	2022
Bentiske invertebrater	Ringe tilstand	2022
Fisk	Dårlig tilstand	2024
Vandets klarhed	Ikke-god tilstand	2024
Iltforhold	God tilstand	2024
Kvælstofindhold	Ikke-god tilstand	2024
Fosforindhold	Ikke-god tilstand	2024
Nationalt specifikke stoffer	Ikke-god tilstand	2024

5. Belastningsopgørelse

5.1. Ekstern belastning

En vigtig forudsætning for en succesfuld sørestaurering 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 Rørbæk sø en forventet (baseline-) belastning på 504 kg P/år i 2027, samt en målbelastning på 1.396 kg P/år /5/. Dette betyder at den aktuelle eksterne belastning iflg. belastningsopgørelsen er næsten 900 kg lavere end søen "kan tåle".

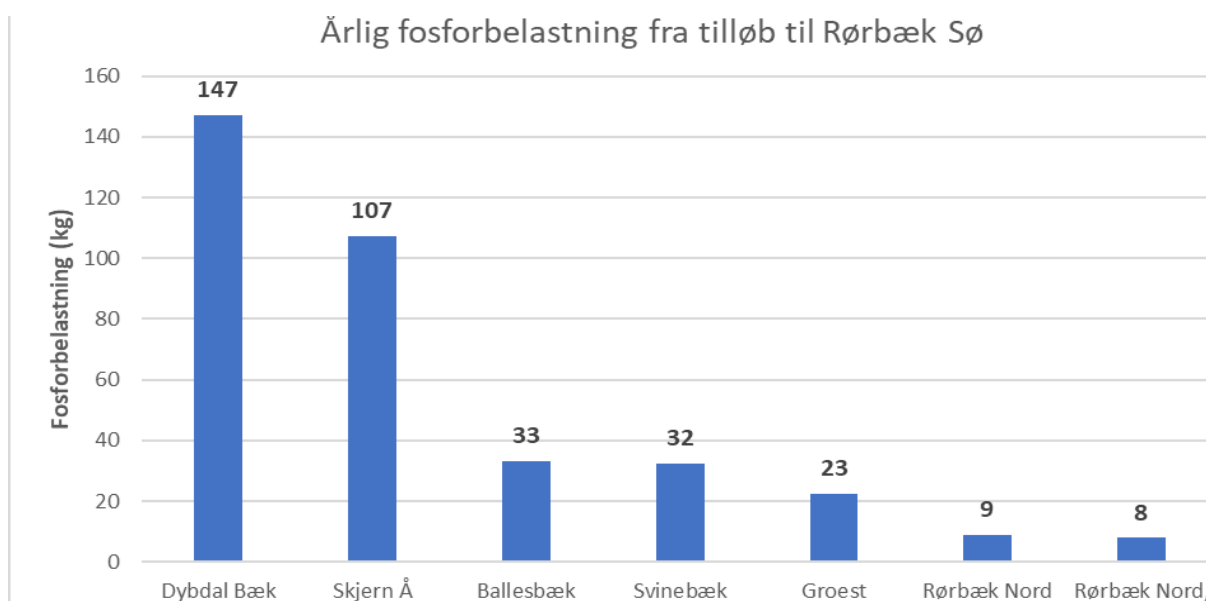
Belastningsopgørelsen i genbesøget af vandområdeplanerne afviger noget fra opgørelsen i de tidligere udsendte vandområdeplaner fra 2021-2027. Her angives baselinebelastningen i 2027 til at være 838 kg P/år, mens målbelastningen er 899 kg P/år /1/.

I de følgende afsnit foretages en vurdering af den eksterne belastning i Rørbæk Sø på baggrund af de undersøgelser der er foretaget i tilløbene i 2024-25, samt belastningen fra vandfugle, direkte opland, ukloakerede ejendomme og atmosfærisk deposition. Til sidst sammenholdes disse belastningstal med SGAV's belastningsopgørelser fra vandområdeplanerne og genbesøget af disse.

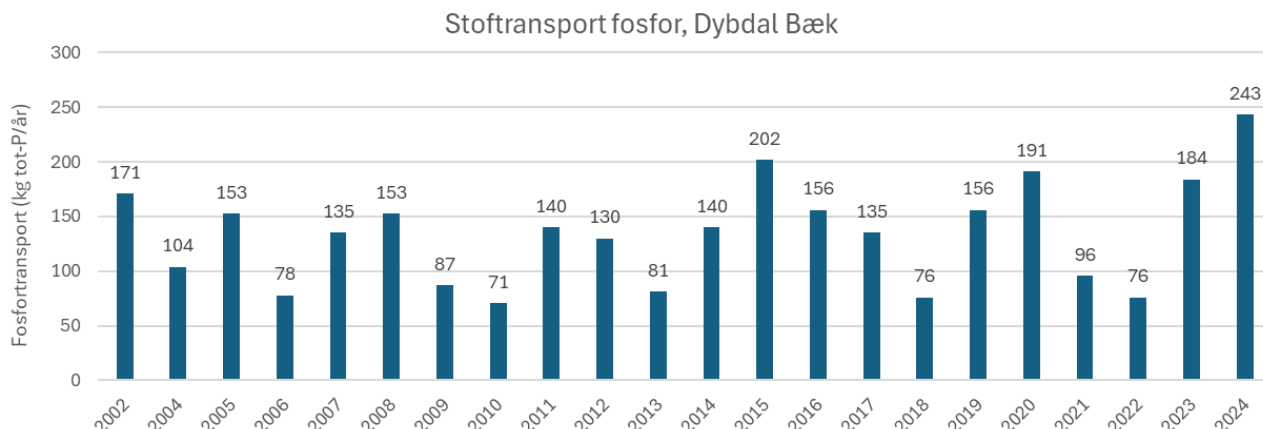
5.1.1. Belastning fra tilløb

NIRAS har i perioden april 2024 – marts 2025 målt vandføring og udtaget vandprøver til analyse for fosfor og kvælstof ved 16 tilsyn i de 7 tilløb nævnt i afsnit 3.2. For tilløb 4 – Dybdal Bæk er 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 40 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 Rørbæk Sø er derved beregnet til at være 360 kg P, hvoraf de to største bidragydere er Dybdal Bæk og Skjern Å (Figur 5.1).



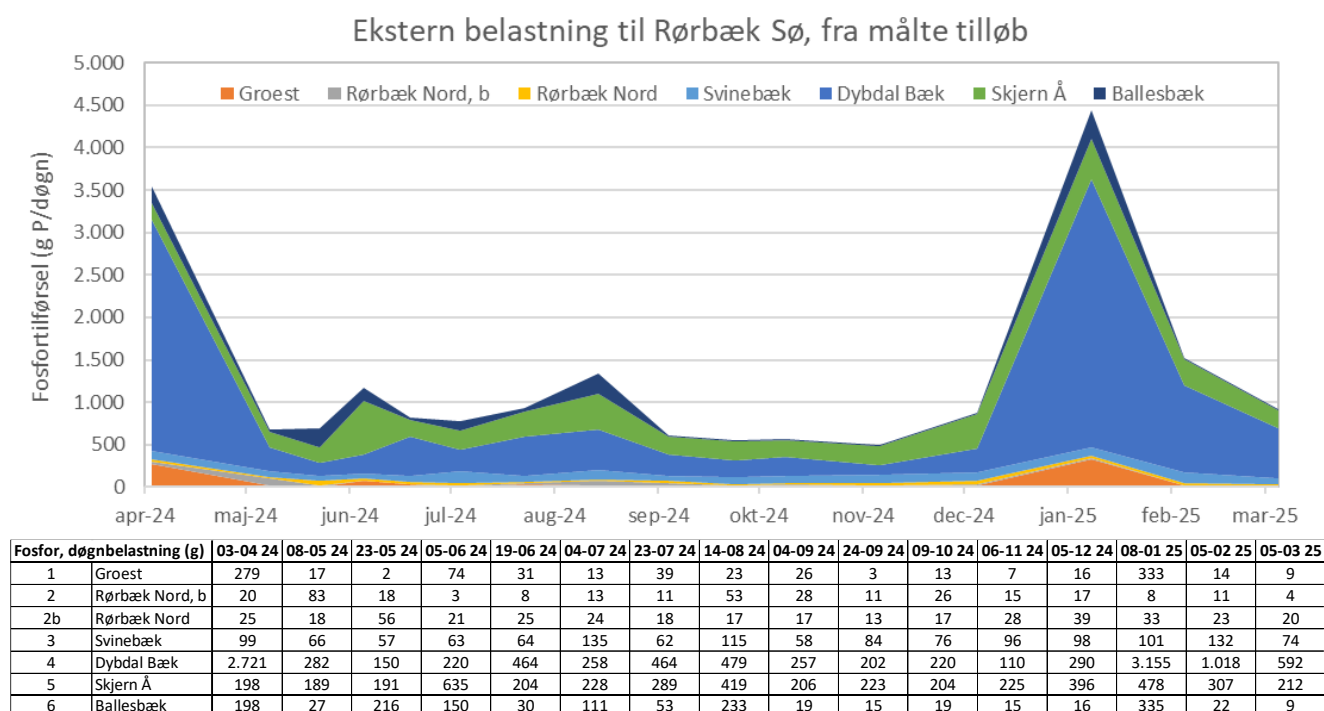
Figur 5.1: Årlige fosforbelastning fra de syv tilløb til Rørbæk Sø.



Figur 5.2: Årlig stoftransport af fosfor i to tilløb til Rørbæk Sø. Fra databasen ODA /22/.

Der er siden 2002 lavet hyppige analyser af den årlige fosfortransport i Dybdal Bæk (Figur 5.2), som kan hentes i databasen ODA /22/. Tallene herfra viser, at belastningen fra Dybdal Bæk varierer en del fra år til og at fosfortransporten i 2024 er næsten 100 kg større end i indeværende undersøgelse, dog er de to måleperioder forskudt med tre måneder, hvilket kan forklare forskellen. Resultatet i indeværende undersøgelse vurderes at være repræsentativt, idet middelbelastningen i Dybdal Bæk de seneste 10 år har været 151 kg P/år, hvilket er meget tæt på resultatet på 147 kg P/år, som er fundet i nærværende undersøgelse.

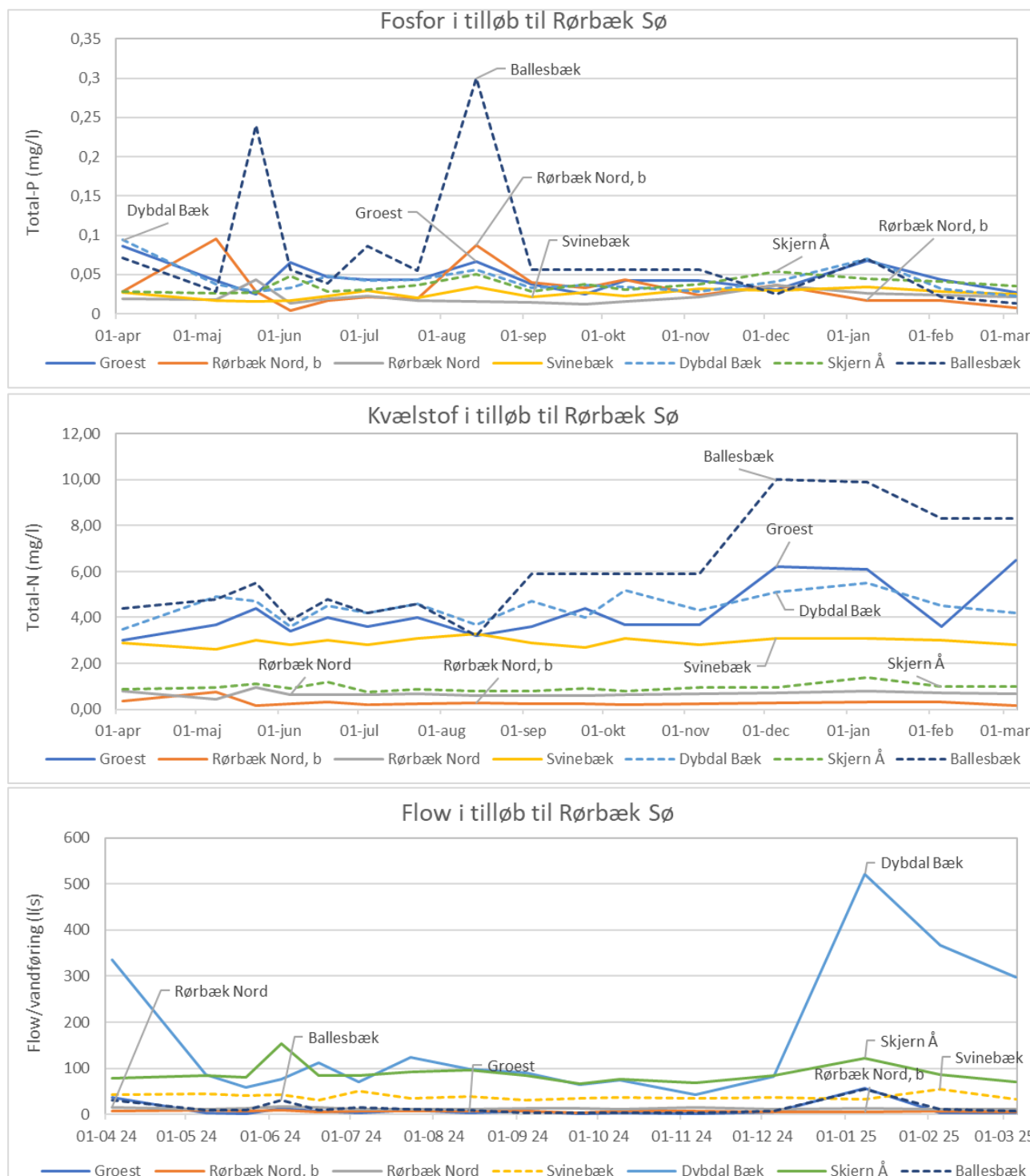
En nærmere analyse af fosforbelastningen fra de forskellige tilløb viser at tilførslen fra tilløbene Rørbæk nord, Rørbæk Nord b og Svinebæk var meget konstant, hvilket formentlig skyldes deres karakter af kilder der udspringer relativt kort opstrøms søen. I disse tilløb var både flow og vandkemi meget konstante. De to tilløb ved Rørbæk Nord ledte hver især gennemsnitligt omkring 20-25 gram fosfor til søen om dagen, mens Svinebæk lå noget højere på gennemsnitligt 85 gram om dagen (Figur 5.3).



Figur 5.3: Døgnbelastningen med fosfor fra de 7 målte tilløb til Rørbæk Sø, i perioden april 2024 – marts 2025.

I de to tilløb benævnt Ballesbæk og Groest var fosfortilførslen meget mere varierende og i høj grad korreleret med nedbørsmønstret. Skjern Å havde den mest konstante fosfortilførsel, mens Dybdal Bæk viste tegn på kraftige peaks i fosforbelastningen i april 2024 og januar 2025 – begge gange i forbindelse med kraftige nedbørsperioder.

Fosforbelastningen fra de 7 tilløb kan ses på Figur 5.3, der ligeledes viser sæsonvariationerne for tilløbene.



Figur 5.4: Fosfor- og kvælstofkoncentrationer, samt flow (l/s) i de målte tilløb til Rørbæk Sø, april 2024 – marts 2025.

Da målingerne af næringsstoffer i tilløbene baserer sig på tidsmæssigt spredte enkeltmålinger, som kan overse eventuelle pulse af eksempelvis spildevand ved kraftige nedbørshændelser, har NIRAS foretaget undersøgelser af smådyrsfaunaen i fem af de undersøgte tilløb til Rørbæk Sø. Smådyrsfaunaen afspejler vandkvaliteten over en længere periode og vil kunne indikere eventuelle spildevandspåvirkninger eller andre udledninger, som ikke er blevet opfanget af vandprøverne. Der blev i undersøgelsen ikke konstateret tegn på at sådanne påvirkninger skulle forekomme i de undersøgte tilløb /24/, hvilket indikerer at en eventuel pulsmæssig tilførsel af spildevand til disse tilløb er af mindre betydning.

5.1.2. Belastning fra grundvand

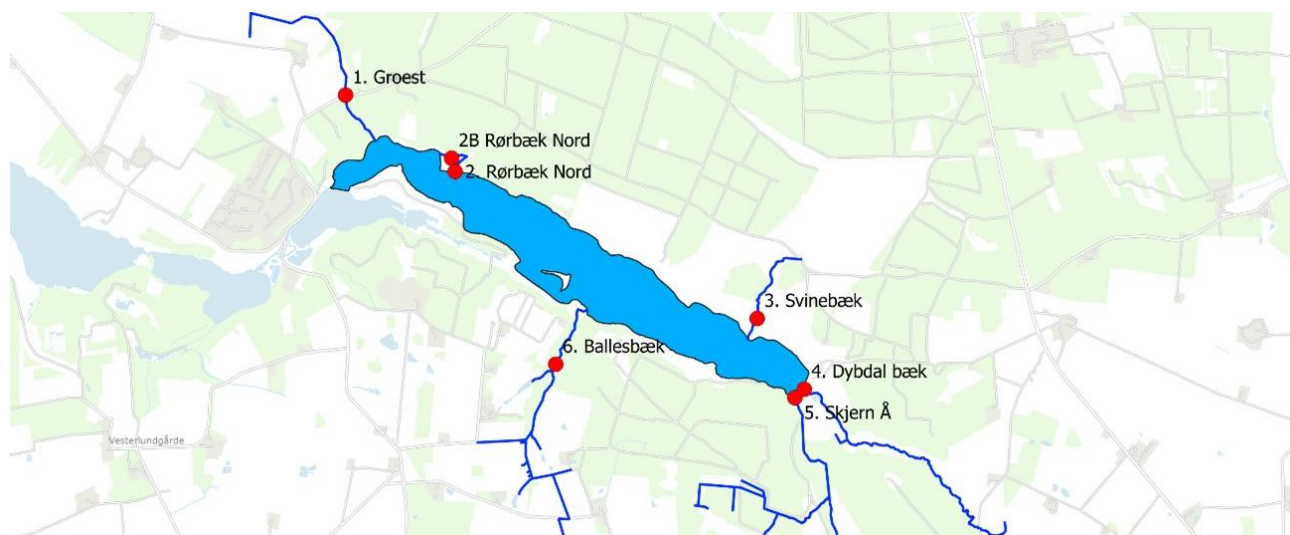
Vandets massebalance, dvs. den samlede årlige vandmængde, der tilføres via de målte tilløb og afløbet fra søen kan beregnes ud fra vandføringsmålingerne udført i 2024-25.

I Rørbæk Sø er det samlede vandvolumen tilført via de målte tilløb opgjort til i alt 8,6 mio. m³/år (se fordeling i Figur 5.5), mens vandvolumenet i afløbet er opgjort til 21,6 mio. m³/år. Differencen er således 13 mio. m³/år og det må antages at denne vandmængde i høj grad stammer fra grundvandsindsivning i søen, idet fordampning og nedbør antages at udligne hinanden.

I området omkring Rørbæk Sø findes flere kildeudspring, herunder de målte tilløb på den nordlige side af søen, samt Guden – og Skjernåens udspring i Tinnet Krat blot 2,5 km fra søen, hvilket understøtter teorien om et væsentlig bidrag af grundvand til Rørbæk Sø.

De tre målte tilløb Rørbæk Nord 2 + 2B og Svinebæk udspringer alle tre fra kildevæld få hundrede meter fra deres udløb i Rørbæk Sø og havde generelt stabile vandføringer og fosforindhold gennem hele måleperioden med et gennemsnit på 0,026 mg/l P. I Boringsdatabasen Jupiter findes desuden målinger af grundvandets fosfor indhold fra det private vandforsyningsanlæg vest for Rørbæk Sø på Rørbæk Søvej. Seneste måling er fra 2024 og viser et fosfor indhold på 0,028 mg/l ca. 20 meter under vandoverfladen i Rørbæk Sø /16/.

Det vurderes derfor som en rimelig antagelse, at fosforindholdet i det grundvand, der siver ind i Rørbæk Sø har en koncentration på gennemsnittet af de to dvs. 0,027 mg/l.



Figur 5.5: Vandmængder tilført Rørbæk Sø fra de målte tilløb i perioden april 2024 – marts 2025.

Med en grundvandstilstrømning på 13,8 mio. m³/år, medfører det en fosforbelastning på 351 kg P/år fra grundvandsindsivning, dvs. på samme niveau som den belastning, der kommer fra tilløbene.

I 1993 blev der ligeledes opstillet en vand- og fosforbalance for søen / 18/, der viste stort set samme vandtilførsel fra tilløbene, men hvor grundvandsinputtet blev estimeret til 4,5 mio. m³ – altså markant mindre end i 2024-25. Det skyldes primært at vi målte et højere afløb fra søen, med 21,6 mio. m³ i 2024-25, set i forhold til 13,8 mio. m³ i 1993. Der foreligger data i ODA-databasen for 2016 og 2017, hvor der er målt et afløb fra søen på knap 18 mio. m³. Disse data indikerer at der er sket en stigende grundvandstilførsel til søen, samt at tilførslen i 2024-25 ikke virker urealistisk, om end den er noget højere.

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 /16/. Da forekomsten af arter er sæsonafhængig laves denne beregning for hvert kvartal, hvorefter den årlige belastning opgøres som summen disse.

Observationer af fugle fra dofbasen.dk, samt egne fugletællinger viser at typiske vandfugle som gråand, grågås og troldand forekommer hyppigt på søen, til tider også i stort antal. Desuden er der observeret meget store flokke af rastende sangsvaner på enkelte datoer i vinterhalvåret /19/.

Den årlige fosforbelastning fra vandfugle beregnes til at være 16 kg P, som overvejende udgøres af skarv og sangsvaner (Tabel 5.1).

Tabel 5.1: Fuglearter med størst betydning for belastningen i Rørbæk Sø

Artnavn	Antal individer pr observation	Årlig fosforbelastning (kg)
Skarv	1 - 65	5,9
Sangsvane	3 - 1.200	5,5
Fiskehejre	1 - 20	1,7
Grågås	2 - 162	1,4
Knopsvane	1 - 25	0,8
Gråand	1 - 306	0,6
Troldand	1 - 24	0,1
Total		16,0

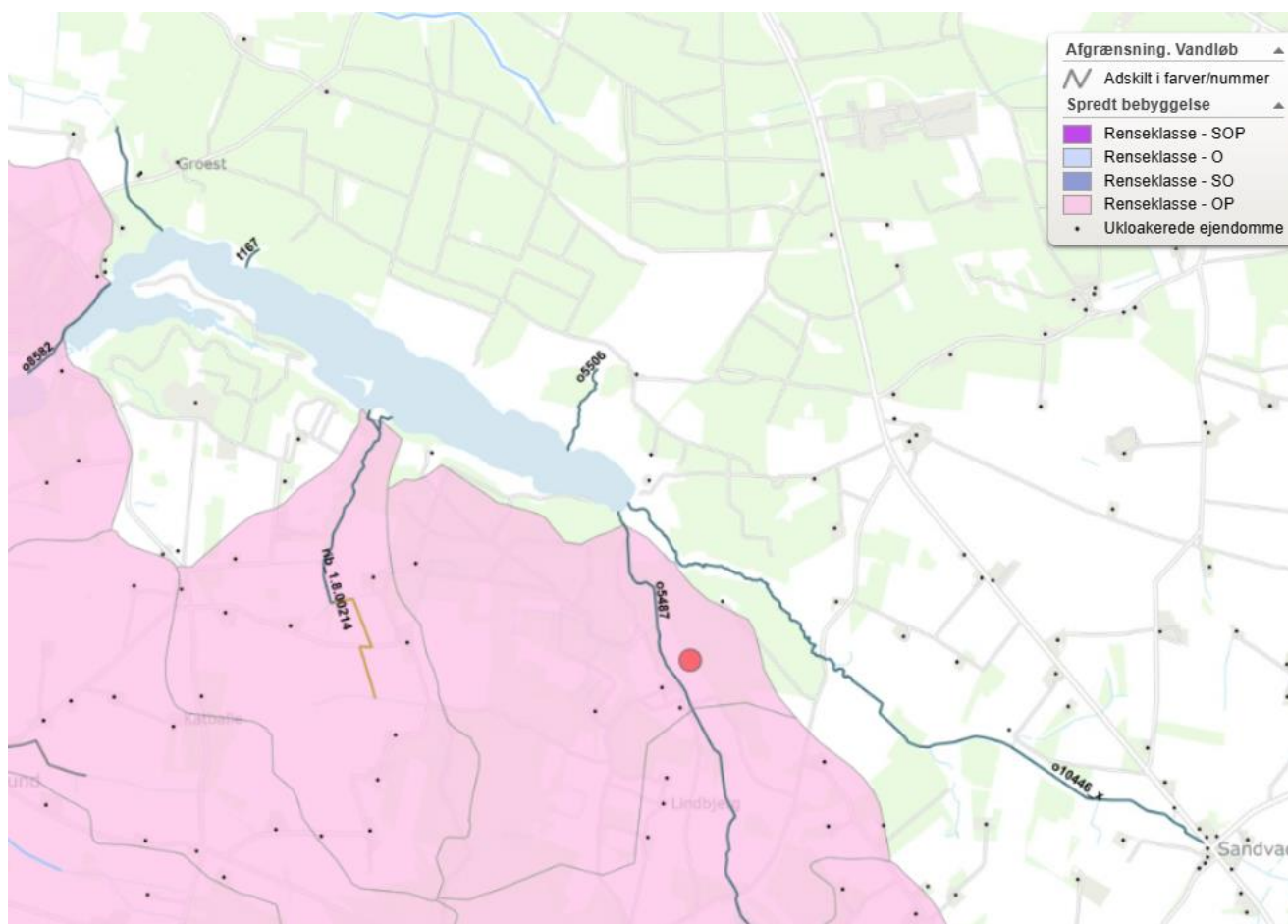
5.1.4. Belastning fra ukloakerede ejendomme og andre punktkilder

Ifølge MiljøGIS til vandområdeplanerne findes ingen regnbetingede udledninger til Rørbæk Sø, hvilket de to kommuner omkring søen bekræfter.

Det samlede areal af befæstede arealer i oplandet til Rørbæk Sø er minimalt (se afsnit 3.1), og det vurderes derfor usandsynligt, at der skulle forekomme uregistrerede betydende punktkilder for belastningen i Rørbæk Sø.

Indenfor oplandet til søen findes iflg. MiljøGIS til genbesøget af vandområdeplanerne en del ukloakerede ejendomme, særligt syd og øst for søen (se Figur 5.6). Størstedelen af disse ejendomme ligger i nærheden af de målte tilløb til Rørbæk Sø og en eventuel belastning fra disse ejendomme må således antages at indgå i de belastninger der stammer fra tilløbene. Vejle kommune har oplyst, at der ikke er nogle ejendomme der har

udledning til søen, samt at de øvrige har nedsivningsanlæg. Hvis der antages et worst-case-scenarie, hvor 5 af de ejendomme der ligger tættest på søen, udleder deres spildevand til søen (via overflade eller gennem jordmatricen), vil der kunne ske en teoretisk udledning af $5 \times 1,62 \text{ kg P/år} = 8,1 \text{ kg P}$. Dette er baseret på oplysninger om udledningsmængder fra ukloakerede ejendomme, i Miljøstyrelsens rapport om virkemidler overfor punktkilder fra 2019 /29/.

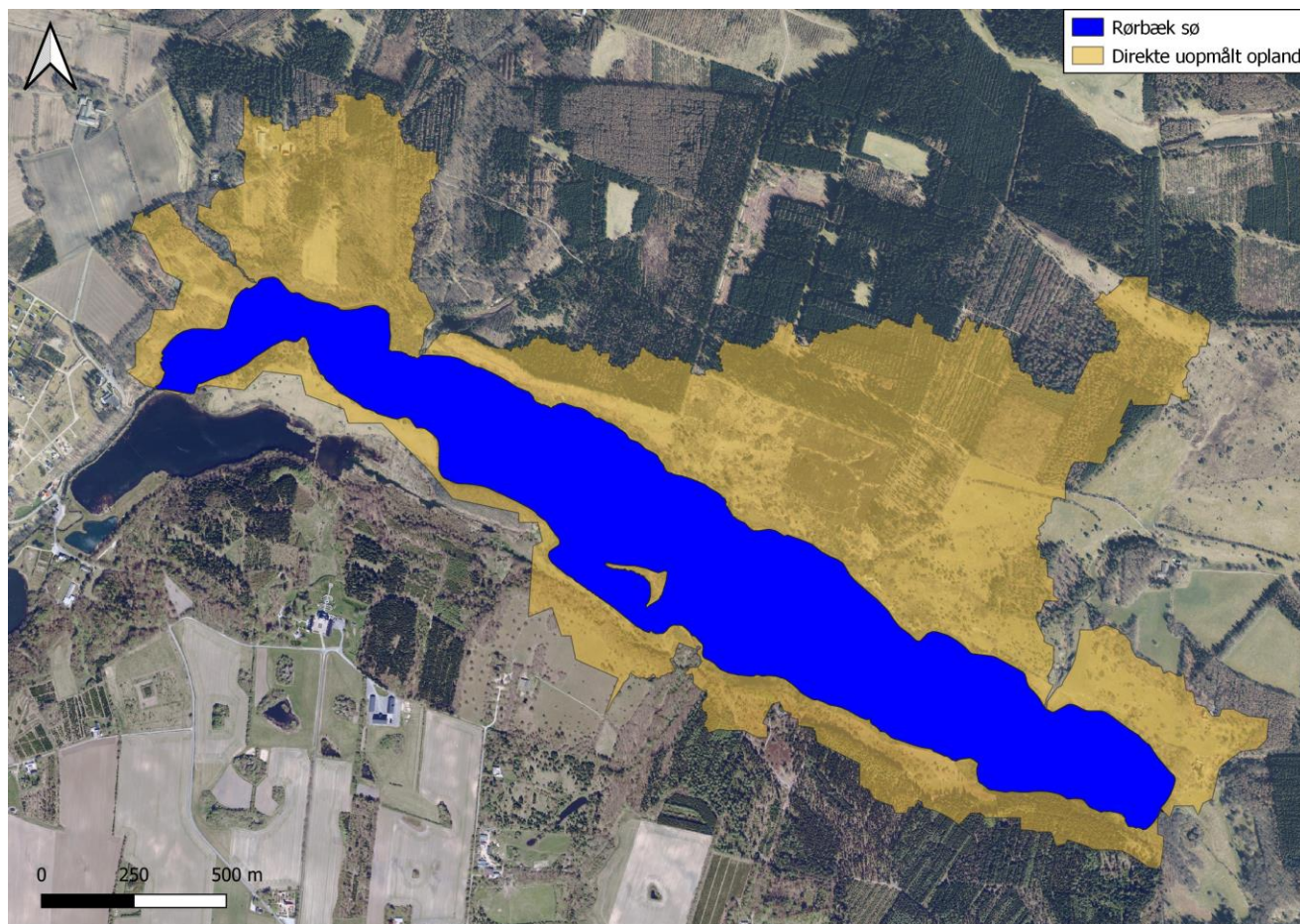


Figur 5.6: Ukloakerede enkeltejendomme omkring Rørbæk Sø, jf. MiljøGIS for genbesøg af vandområdeplanerne for 2021-27. <https://miljoegis.mim.dk/spatialmap?profile=vandrammedirektiv3genbesoeg2024> [Text]

5.1.5. Direkte opland og atmosfærisk deposition

Det opland til søen, der ikke afleder vand til et af tilløbene, men i stedet leder vandet direkte ned til søen, betegnes det direkte opland og er i Rørbæk Sø på ca. 163 ha. (se Figur 5.7). 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 kg fosfor årligt pr. ha. direkte opland, svarende til en årlig tilførsel på 7,5 kg fosfor til Rørbæk Sø.

Den årlige atmosfæriske deposition fastsættes også ud fra et erfaringstal på 0,1 kg P pr ha, hvilket i Rørbæk Sø svarer til 8,5 kg P/år /23/.



Figur 5.7: Direkte opland til Rørbæk Sø.

5.1.6. Samlet ekstern belastning

Den samlede årlige eksterne belastning til Rørbæk Sø fra de kilder der er behandlet i afsnittene ovenfor, udgør ca. 775 kg P, hvor klart den største del kommer fra tilløbene til søen og via grundvandsindstrømning (Tabel 5.2). Af tilløbene er det særligt Dybdal Bæk og Skjern Å, der har størst betydning for belastningen til søen.

Den opgjorte belastning er 267 kg højere end den nuværende statusbelastning på 508 kg, som er anført i belastningsopgørelsen fra SGAV, men stadig lavere end målbelastningen for søen, der er angivet til 1.396 kg P/år /5/.

Tabel 5.2: Belastningskilder i Rørbæk Sø med tilhørende årlig belastning, baseret på seneste undersøgelser.

Belastningskilde	Kg P/år
Målte tilløb	360
Grundvandsindsivning	351
Vandfugle	16,0
Punktkilder og ukloakerede ejendomme	8,1
Direkte opland	7,5
Atmosfærisk deposition	8,5
Total	751,1

5.2. Søens forventede ligevægtstilstand

Årsmiddelkoncentrationen for Rørbæk Sø kan beregnes ud fra følgende formel:

$$TP_{sø} (\text{årsmiddel}) = 3,428 \cdot TP_{indløb}^{1,483} / (1 + \sqrt{tw})^{0,596}, \text{ hvor } tw \text{ er søens opholdstid i år } (0,156) / 25/$$

Hvorefter en omregning til sommermiddelkoncentration kan foretages ud fra denne sammenhæng for dybe søer:

$$TP_{\text{sommermiddel}} = (TP_{\text{årsmiddel}} / 0,5517)^{1,39} / 26/$$

Med en årlig belastning på 751 kg P og en vandføring på 21,6 mio. m³, svarende til en indløbskoncentration på 0,035 mg/l bliver den beregnede sommermiddelkoncentration for fosfor i Rørbæk Sø 0,01 mg/l.

Anvendes i stedet en årlig fosforbelastning på 508 kg og en vandføring på 22,5 mio. m³, som er angivet i belastningsopgørelsen fra SGAV, bliver den beregnede sommermiddelkoncentration i stedet 0,005 mg/l.

Begge beregninger angiver væsentlig lavere sommermiddelkoncentrationer end målsætningen i belastningsopgørelsen, som er på 0,031 mg/l, hvilket i den grad tyder på, at den eksterne belastning er på et godt niveau i forholdt til at opnå målopfyldelse /5/.

Den nuværende eksterne belastning er således på et niveau hvor søen i en fremtidig ligevægtstilstand vil kunne opnå god økologisk tilstand, og den eksterne belastning er således ikke til hinder for en fremtidig målopfyldelse.

5.3. Intern belastning

Søens interne belastning kan estimeres ud fra stigningen i enten bundvandets eller søens samlede fosforpulje i løbet af sommerperioden. Der opstår sjældent længerevarende perioder med stabil lagdeling af vandmassen i Rørbæk Sø, hvilket gør det svært at aflæse en fosforfrigivelse fra bunden direkte i en koncentrationsstigning i bundvandet, hvilket ellers er den mest præcise metode. Der er derfor i stedet anvendt stigningen i søens samlede fosforpulje over sommerperioden, korrigeret for den eksterne belastning i perioden. Dette angiver den således den teoretiske fosfortilførsel fra sedimentet.

I de fleste år, hvor der er tilstrækkeligt med data til at anvende denne metode, er der tegn på en fosforfrigivelse fra sedimentet i Rørbæk Sø, særligt i 2022 og senest i 2024 hvor frigivelsen er i et betydeligt omfang på hhv. 234 og 310 kg (Tabel 5.3).

At der sker en betydelig fosforfrigivelse fra sedimentet stemmer overens med resultaterne fra de nye sedimentundersøgelser, som viste at der findes en stor pulje af mobilt fosfor i søens sediment, se afsnit 4.5.

Forholdet mellem jern og fosfor (Fe:P) var i 2024 i gennemsnit 7 i de øverste 10 cm af sedimentet, hvilket er noget lavere end de omkring 15, der normalt kræves for at sedimentet effektivt kan binde fosfor under iltede forhold. Dette indikerer at der selv ved iltede forhold omkring sedimentoverfladen vil være en ringe tilbageholdelse af fosfor i sedimentet i Rørbæk Sø.

Den interne belastning er formentlig større, end den som er beregnet i Tabel 5.3, da der, jf. metodikken beskrevet i /3/, kun anvendes stigningen i vandets fosforindhold i perioden fra maj til september. Den årlige eksterne belastning til Rørbæk Sø beregnes da også i 2024/25 til at være 751 kg (se 5.1.6), mens den årlige fraførsel af fosfor via afløbet til Nedersø er beregnet til at være 1.215 kg. Denne forskel på ca. 460 kg fosfor, kan formentlig i høj grad tilskrives intern belastning i form af fosforfrigivelse fra sedimentet.

Tabel 5.3: Stigning i vandets fosforindhold i løbet af sommerperioden i de år hvor der foreligger data.

	Stigning i P i sø- vandet	Antal dage for stigning	Stigning i søvandet, fratrasket eks- tern belastning i perioden (kg P)
2010	152	28	120
2013	109	126	-34
2016	93	28	61
2022	375	57	310
2024	338	92	234

På baggrund af ovenstående vurderes der at forekomme en betydelig intern belastning i Rørbæk Sø, som med stor sandsynlighed har betydning for tilstanden i både Rørbæk Sø og de nedstrøms beliggende søer. En indsats overfor denne interne belastning vil derfor være meget relevant.

5.4. Vurdering af målopfyldelse uden sørestaurering

Rørbæk Sø præges som sagt af en markant intern belastning i form af fosforfrigivelse fra sedimentet, hvilket har betydning for fosforindholdet i søen, der de seneste to måleår har været væsentlig højere end det, der ifølge belastningsopgørelsen fra SGAV kræves, for at søen kan opnå målopfyldelse /5/. Hvis ikke fosforindholdet nedbringes er sandsynligheden for målopfyldelse i Rørbæk Sø lav, da flere af kvalitetselementerne er direkte korreleret med eutrofieringsgraden.

Fiskebestanden i Rørbæk Sø kan endvidere være et problem for målopfyldelse. Mindre fredfisk, f.eks. skaller, favoriseres af uklart vand, hvilket leder til en skævvredet fiskesammensætning med mange fredfisk og få rovfisk. Herved øges prædationen på dyreplankton, der filtrerer alger, og søen fastholdes derfor i en uklar tilstand, også selvom næringsstofindholdet nedbringes.

6. Mulige restaureringsindsatser

Da den eksterne belastning i Rørbæk Sø er langt under den målbelastning, der er angivet i belastningsopgørelsen fra SGAV er den primære forudsætning for en restaurering af søen opfyldt /3/. I det følgende vil mulige restaureringsindsatser blive beskrevet og en anbefalet indsats vil blive opstillet.

6.1. Kemisk fosforfældning med aluminium eller phoslock

Mens søens eksterne belastning er på et lavt niveau, viser målinger af vandets næringsindhold de seneste år, at der forekommer en større fosforfrigivelse fra sedimentet, der indeholder en stor pulje af mobilt fosfor. Fosforfrigivelsen bidrager til et forhøjet fosforindhold i vandet, der i Rørbæk Sø er væsentlig højere end målsætningen for god tilstand og også væsentlig højere end den koncentration, der ifølge belastningsopgørelsen kræves for at opnå god tilstand for alle kvalitetselementerne /5/. For at opnå god økologisk tilstand er det derfor helt essentielt at reducere fosforfrigivelse fra sedimentet, hvilket kan gøres ved kemisk fældning af fosfor med enten aluminium eller lerproduktet Phoslock.

Ifølge vejledning for gennemførelse af sørestaurering /3/ skal nedenstående fem kriterier være opfyldt, før der bør gennemføres kemisk fosforfældning af en sø.

- Søens P-dynamik skal være præget af intern P-belastning, og søens P-pulje udvaskes ikke eller kun meget langsomt

Dette er dokumenteret ved undersøgelserne i 2024, der viste en stor mobil fosforpulje på 25.791 kg i de øverste 20 cm af sediment (afsnit 4.5), samtidig med der kan måles en stigning af fosfor i søvandet i sommerperioden (afsnit 5.3) og en væsentligt større fraførsel af fosfor fra søen end tilførslen.

I Rørbæk Sø sker der således en udvaskning af fosforpuljen, idet der er en årlig forskel på 791 kg mellem den eksterne belastning og den fosformængde, der måles i afløbet fra søen. Hvis det antages at alle 791 kg kommer fra intern belastning, vil det tage knap 33 år før den mobile fosforpulje på 25.791 kg er opbrugt, hvilket må betragtes som en meget langsom udvaskning. Samtidig vil det betyde at søen uden indgreb ikke vil kunne opnå god tilstand inden for 1-2 planperioder (6-12 år), hvilket er angivet som et kriterie for, om en sø af sig selv vil kunne opnå god tilstand uden restaurering /3/.

- b) *Det skal være sandsynligt, at P-niveauet efter behandlingen kan overholde de til målopfyldelsen svarende P-niveauer, der er angivet i vandområdeplanen.*

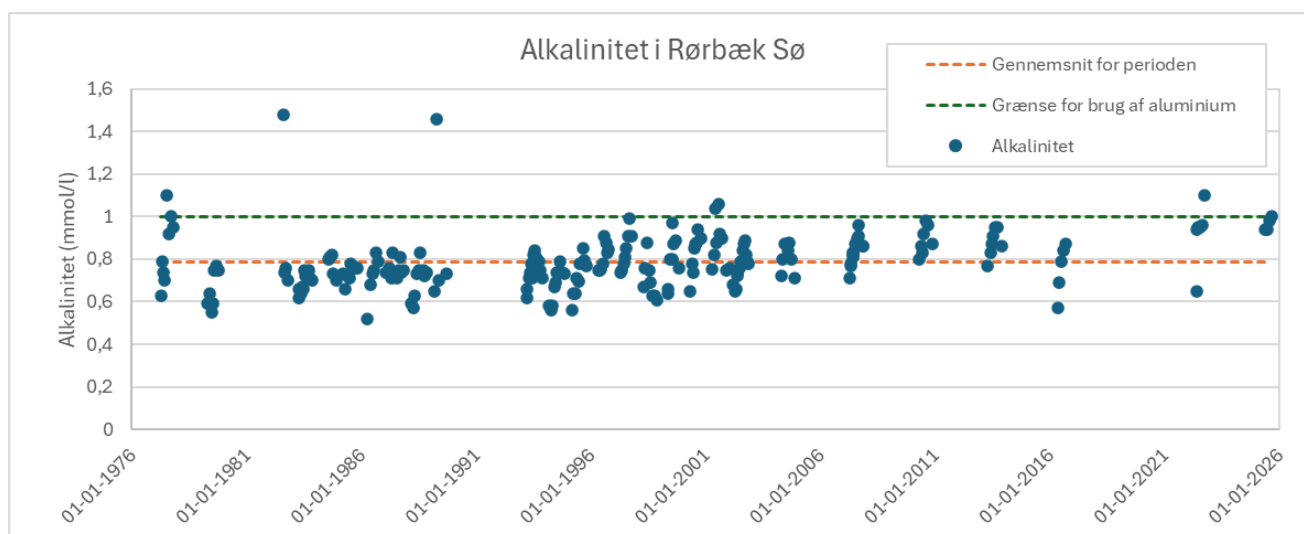
Ligevægtsberegningerne i afsnit 5.2 viser at fosforniveauet ved den nuværende eksterne belastning vil være på et niveau, der vil opfylde kravet for om søen kan opnå god tilstand, endda med stor margin.

- c) *En sø kan også behandles, hvis behandlingen kan føre til målopfyldelse i nedstrømsliggende søer.*

Rørbæk Sø afvander direkte til Nedersø, hvor vandet løber videre til Kul Sø. Forundersøgelsen for Nedersø konkluderede at Nedersø i stor grad påvirkes af Rørbæk Sø i form af næringsinput og uklart vand, og målopfyldelse i Nedersø vil derfor blive meget mere sandsynlig med en indsats i Rørbæk sø /26/. Fosforfældning i Rørbæk Sø forventes derfor at have betydende positive effekter for både Nedersø og Kulsø.

- d) *Søens alkalinitet skal overvejes. Hvis den er højere end 1 meq/l, er både Al og Phoslock en mulighed*

Der er blevet målt alkalinitet i vandet i Rørbæk Sø siden 1977, hvor niveauet i gennemsnit har været 0,78 mmol/l (Figur 6.1) /8/. De seneste 10 år er der målt værdier mellem 0,57 og 1,1 mmol/l og alkaliniteten ligger derfor på et niveau der i mange tilfælde er under niveauet for hvornår der bør anvendes aluminium.



Figur 6.1: Alkalinitet i Rørbæk Sø i perioden 1977-2025.

Modsat aluminium kan Phoslock godt anvendes ved alkalinitet under 1 mmol/l, og vil i sådanne tilfælde være en mulighed. I meget lavalkaline søer (under 0,8 mmol/l), der behandles med Phoslock, ses generelt højere koncentrationer af det aktive stof i Phoslock, Lanthan, hvilket kan være giftigt ved høje koncentrationer /3/. Det anbefales derfor, at der udføres forudgående test af produktets virkning i det konkrete søvand for at sikre at Lanthan koncentrationerne ikke forbliver høje efter udfældning.

- e) *Søer med lagdeling eller med forholdsvis lille bølgepåvirkning af sedimentet (relativ stor dybde til trods for manglende lagdeling eller lille påvirkning af vind) er egnede.*

Rørbæk Sø lagdeler typisk en til flere gange i løbet af sommermånederne, hvilket mindsker opblanding af vandsøjlen og dermed også bølgepåvirkning på sedimentet. Søen er hertil dyb, hvor dybder over 4 meter, for hvilke det vurderes relevante at behandle, udgør næsten 60 % af søens samlede areal /8/. Søen omringes desuden af høje bakker og skov, hvilket også er med til at reducere vindpåvirkningen af søen, når vindretningen ikke følger søens længderetning.

Søens lange smalle form kan dog betyde, at der teoretisk set kan opstå bølgepåvirkning hvis vinden står i nord-vest eller syd-øst. Her vil der være ca. 2,7 km vandoverflade hvorpå der kan skabes bølger, der kan blive kraftige og det estimeres at der ved vindhastigheder på 20-30 m/s kan opstå bølgepåvirkning af sedimentet på op til 6 meters dybde (se Figur 6.2). Generelt vurderes det dog at bølgepåvirkningen af sedimentet vil være lav i søens dybere dele, hvilket gør den egnet til enten aluminium eller phoslock-behandling.

Sedimentundersøgelserne fra 2024 viste, at indholdet af mobilt fosfor var størst på større dybder (over 6 meter) og det vil derfor være nødvendigt at behandle disse områder, også selvom der måtte være en mindre risiko for en bølgepåvirkning. En foreløbig vurdering baseret på sedimentundersøgelserne lyder på, at dybder over 4 meter bør behandles, hvilket svarer til et areal på 492.458 m² /8/, men yderligere undersøgelser af fordelingen af sedimentets mobile fosfor på forskellige dybder er nødvendig for at sikre den rigtige behandling.

Det er særligt i og umiddelbart efter udbringningsperioden at aluminium og Phoslock er følsomme overfor høj turbulens, hvilket for aluminium er to måneder efter udbringningsperioden og for Phoslock to uger /3/. Risikoen for bølgepåvirkning af sedimentet kan derfor mindskes ved korrekt planlægning af udbringning, idet tilfælde med kraftige vind i den helt rigtige retning må formodes at være få og derved til at undgå.

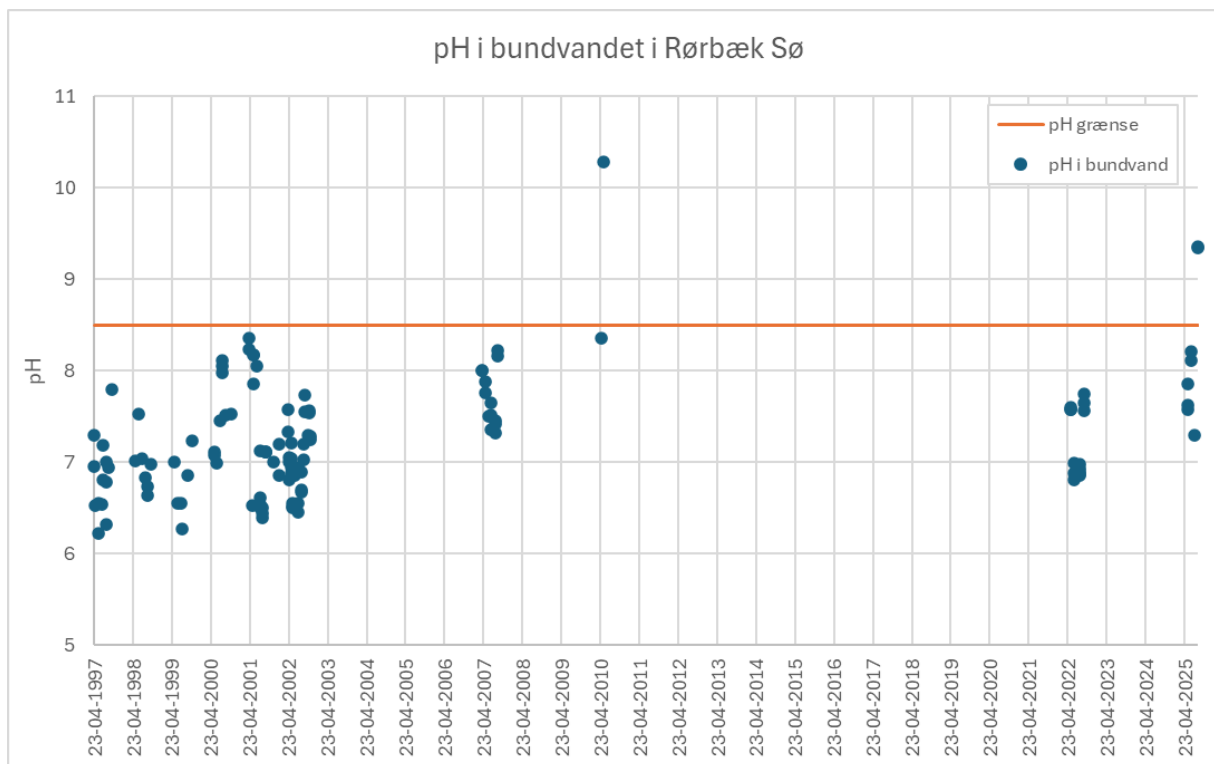
Desuden er det vigtigt, at søen ikke indeholder en fiskebestand med mange fisk, som søger føde i bunden (f.eks. brasen) og dermed kan medføre en høj resuspension. Dette synes ikke at være et problem i Rørbæk Sø, hvor bestanden af store fredfisk er lav. En opfiskning af brasen vil dog kunne reducere risikoen for at dette sker.

Fra: http://woodshole.er.usgs.gov/staffpages/csherwood/sedx_equations/RunSPMWave.html									
Dybde for grændelag mellem forstyrret/uforstyrret vand $D=L/2$									
Windspeed m/s / Fetch m	50 m	100 m	250 m	500 m	800 m	900 m	1000 m	2000 m	5000 m
Hård kuling 20 m/s	0,4 m	0,6 m	1,1 m	1,8 m	2,2 m	2,4 m	2,8 m	4,4 m	8,0 m
Stærk storm 30 m/s	0,5 m	0,8 m	1,6 m	2,5 m	3,1 m	3,3 m	3,9 m	6,2 m	11,2 m
Orkan 32,7 m/s	0,6 m	0,9 m	1,7 m	2,6 m	3,3 m	3,6 m	4,2 m	6,7 m	12,3 m
Tropisk Orkan 40 m/s	0,7 m	1,1 m	2,0 m	3,1 m	3,9 m	4,2 m	4,9 m	7,8 m	14,2 m

Figur 6.2: Teoretisk bølgepåvirkningsdybde ved udvalgte vindhastigheder.

f) pH skal kunne holdes under 8,5 efter dosering.

Ved pH over 8,5 kan aluminiumkomplekset genopløses ved resuspension, og det er derfor en forudsætning for behandling med aluminium at pH ikke overstiger 8,5 /3/. I Rørbæk Sø er pH i bundvandet typisk under 8,5, men af og til forekommer pH-værdier over grænsen, hvilket senest er set i august 2025 (Figur 6.3) /8/. Dette gør, ligesom alkaliniteten, at fosforfældning med aluminium ikke vurderes at være egnet i Rørbæk Sø.



Figur 6.3: pH i bundvandet i Rørbæk Sø i perioden 1997-2025

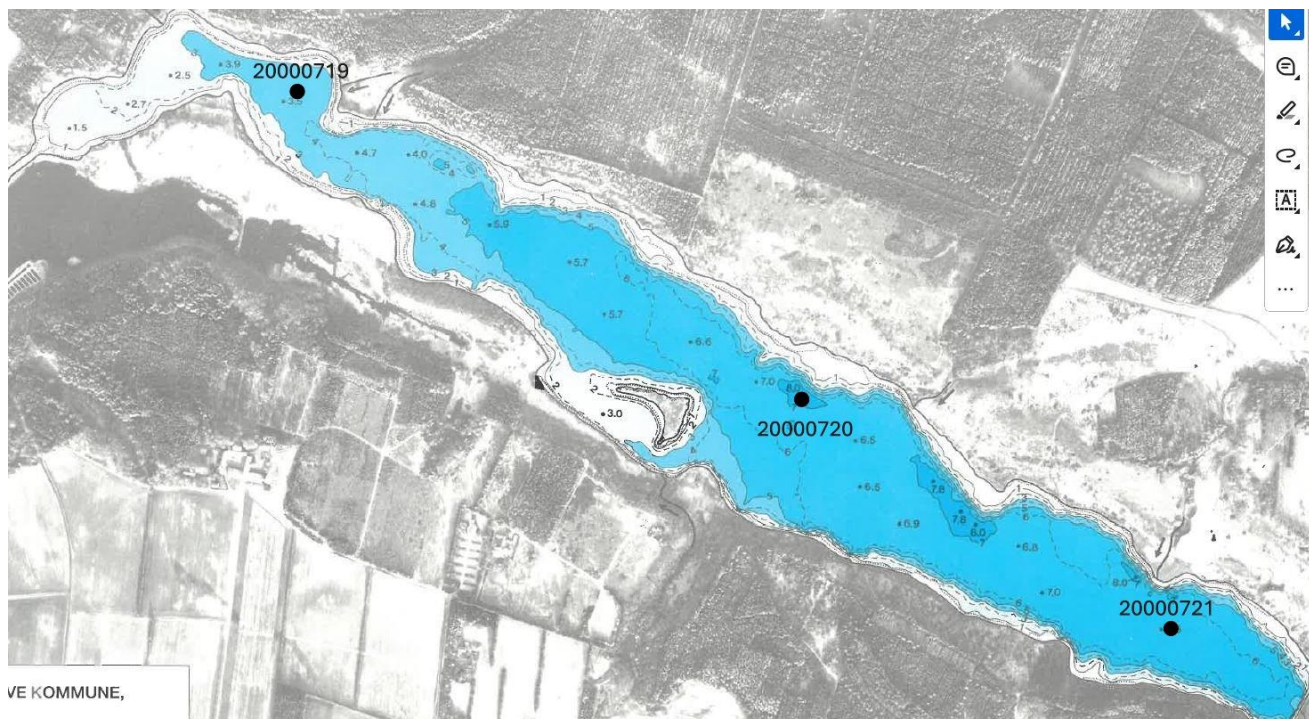
6.1.1. Aluminium eller Phoslock

Samlet set vurderes søen at være egnet til behandling med kemisk fosforfældning, men både alkalinitet og pH viser periodevist niveauer i Rørbæk Sø, der betyder at aluminium ikke vurderes egnet. Søen egner sig derimod bedre til anvendelse af Phoslock, som også kan virke stabiliserende på sedimentet og dermed forhindre resuspension /3/. Phoslock er desuden følsom overfor bølge- og fiskeinduceret turbulens i korte tid end aluminium, hvilket vil gøre udbringningsprocessen nemmere.

6.1.2. Beregning af dosering af Phoslock

Doseringsmængde og -metode for Phoslock er drøftet med både producenten (ved Damian Whelan) og Kasper Reitzel fra Syddansk Universitet. Som anført i /3/ kan det antages, at de betydende mængder af mobilt fosfor findes på vanddybder over 2 meter, hvilket derfor er det areal der skal behandles med Phoslock.

De tre sedimentstationer, der er taget prøver på i 2024 (se Figur 6.4), er vurderet at repræsentere søens dybdeintervaller fra henholdsvis 2-5 meter, 5-7 meter og > 7 meter. Tilsammen dækker de hele arealet med vanddybder på over 2 meter, der er beregnet til 676.668 m², svarende til ca. 81 % af det samlede søareal i Rørbæk Sø.



Figur 6.4: Sedimentstationer fra undersøgelsen i 2024.

I hver af disse tre dybdeintervaller er der beregnet en mobil fosforpulje pr. m² søbund, under antagelse af at sediment-stationen er repræsentativ for hele dybdeintervallet. Fosforpuljen er derefter omregnet til en mængde Phoslock, der skal tilsættes i dybdeintervallet, idet Phoslock bør anvendes med vægt-ratio på 100:1, det vil sige 100 gram Phoslock pr. gram fosfat, der ønskes bundet /3/.

Hvis der tilsættes Phoslock baseret på den mobile fosforpulje i de øverste 10 cm af sedimentet, hvilket anbefales af både producenten og Kasper Reitzel, SDU, skal der i alt tilsættes ca. 859,5 ton Phoslock, for at immobilisere den mobile fosforpulje på 8.595 kg. Der findes en betydende mobil pulje i sedimentlaget 10-20 cm, men det er i samråd med de to ovennævnte eksperter, vurderet at frigivelsen fra denne vil være begrænset, hvis der doseres efter den mobile pulje i de øverste 10 cm. Det anbefales dog at følge udviklingen i fosforpuljerne efter en Phoslock-behandling, så en evt. supplerende tilsætning kan foretages i rette tid, hvis det bliver nødvendigt.

Udover den mængde fosfor der skal immobiliseres i sedimentet, skal der også tilsættes en mængde der skal fange det fosfor der findes i vandfasen. Hvis der antages en koncentration i vandfasen på 0,041 mg/l (niveauet for maj-målingen i 2024), svarer dette til en samlet fosforpulje i søen på 145 kg, hvilket betyder at der skal tilsættes 14,5 ton Phoslock for at immobilisere denne pulje. Totalt set er der således behov for tilsætning af 874 ton Phoslock. De beregnede mobile fosforpuljer og behov for Phoslock i hvert af de tre dybdeintervaller søen er inddelt i, kan ses i Tabel 6.1.

Tabel 6.1: Sedimentstationer med tilhørende dybdeintervaller, mobile fosforpuljer og beregnede Phoslock-mængder.

Sediment-station	Vanddybde (m)	Repr. dybde-interval, Rør-bæk Sø (m)	Areal dybde-interval (m ²)	Mobil P-pulje, 0-10 cm (kg)	Phoslock-mængde (kg)	Phoslock (g/m ²)
20000719	3,3	2 – 5	285.077	2671	267.115	937
20000720	7,8	> 7	14.256	442	44.177	3.099
20000721	6,2	5 - 7	377.335	5482	548.166	1.453

6.1.3. Udbringning af Phoslock

Phoslock synker langsomt og derfor bør udbringningen ske i en periode med forholdsvis rolige vindforhold. Det anbefales desuden at udbringningen sker udenfor algernes primære vækstsæson for at sikre at så meget fosfor som muligt findes i den frie form, så det kan bindes af Phoslock. Producenten anbefaler perioden november – marts, men oplyser at hele året godt kan anvendes.

Selve udbringningen skal ske fra båd og med GPS-sporing, som bl.a. anvendes for at sikre at den rette dosering udbringes i de rette områder, samt for at sikre at hele det ønskede område bliver behandlet med Phoslock.

6.1.4. Yderligere undersøgelse af sediment

Doseringsberegningerne for Phoslock baserer sig på sedimentundersøgelserne fra 2024, som viste en del variation i den mobile p-pulje mellem prøvestationerne, som hver især dækker et stort areal af søbunden.

I forbindelse med en detailprojektering af en Phoslock-behandling anbefales det, at der gennemføres en forudgående kortlægning af bundhårdheden med sonar, som det blev gjort i Lyngsø /30/ inden denne sø blev Phoslock-behandlet. Hvis bundhårdheden viser sig at være meget heterogen i Rørbæk Sø, anbefales det at der udtages nye sedimentprøver, inden den endelige doseringsplan udarbejdes. Undersøgelserne kan med fordel udføres i samarbejde med Syddansk Universitet, der var involveret i behandlingen af Lyng Sø og desuden er særdeles erfarne med fosfor-immobilisering i sedimenter.

6.2. Regulering af fiskebestanden

Fiskebestanden i Rørbæk Sø opfylder de formelle kriterier i vejledning for gennemførelse af sørestaurering /3/ for en opfiskning af fredfiskebestanden, idet denne udgør knap 70 % af fangsten (på vægtbasis). Brasen og skaller udgør klart hovedparten af fredfiskebestanden med ca. 53 % af den samlede vægtmæssige fangst, mens øvrige arter der har betydning for fredfiskeandelen er hork, rimter og små aborrer.

Rørbæk Sø er desuden en del af et større system af søer, så for at kunne restaurere søen ved opfiskning, skal det ligeledes sikres, at der efter en opfiskning ikke blot sker genindvandring af fisk fra nærliggende vandområder. Afløbet af søen løber via en kanal til Nedersø og der kan derfor teoretisk set ske indvandring herfra. Kanalen har dog karakter af en opstemning, som ikke er passabel for fredfisk, og et ca. 220 meter langt omløbsstryg (se Figur 6.5), hvor høj strømhastighed og en lav vanddybde betyder at opstrøms migration af eksempelvis brasen og skaller i betydende omfang vurderes usandsynlig. Desuden planlægges en sideløbende reduktion af fiskebestanden i de to nedstrøms beliggende søer, hvilket reducerer risikoen for en migration af disse arter.



Figur 6.5: Omløbsstryg ved kanalen mellem Rørbæk Sø og Nedersø. Foto. NIRAS, august 2024.

På baggrund af ovenstående, vurderes det at Rørbæk Sø opfylder de formelle krav til at der kan gennemføres en regulering af fiskebestanden.

6.2.1. 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.

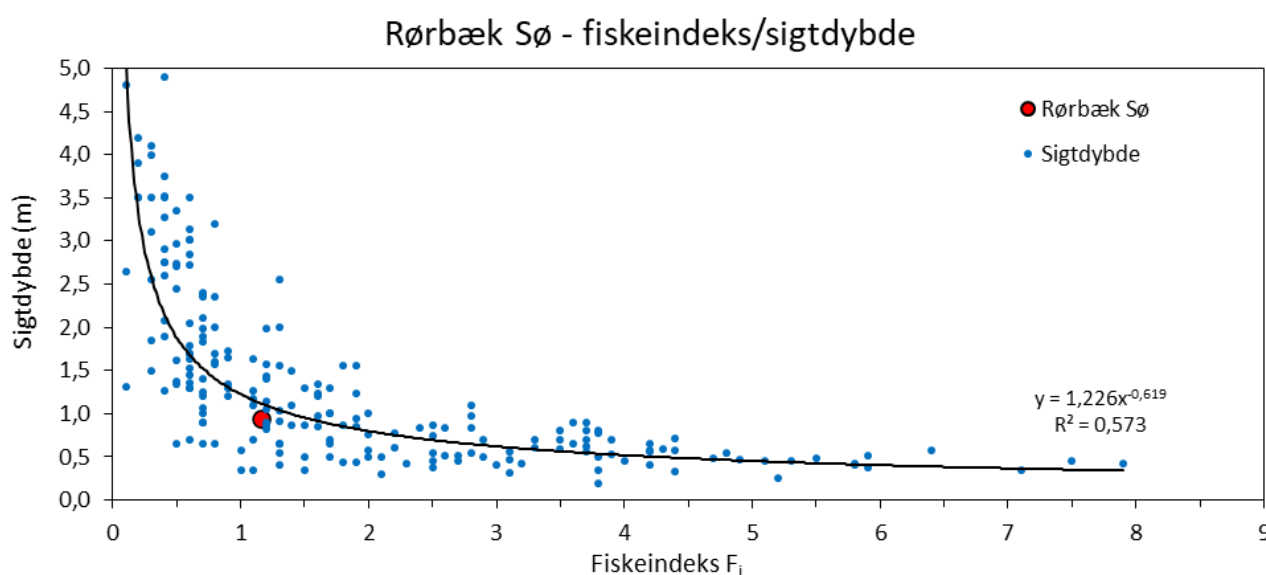
Fiskebestandens betydning for søens vandmiljø kan vurderes gennem et "skidtfiskeindeks" (F_i), udviklet af Fiskeøkologisk Laboratorium, som udtrykker fiskenes potentielt negative påvirkning af vandmiljøet:

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

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 sommersigtdybde i en lang række undersøgte danske søer viser det sig, at sigtdybden 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 6.6).

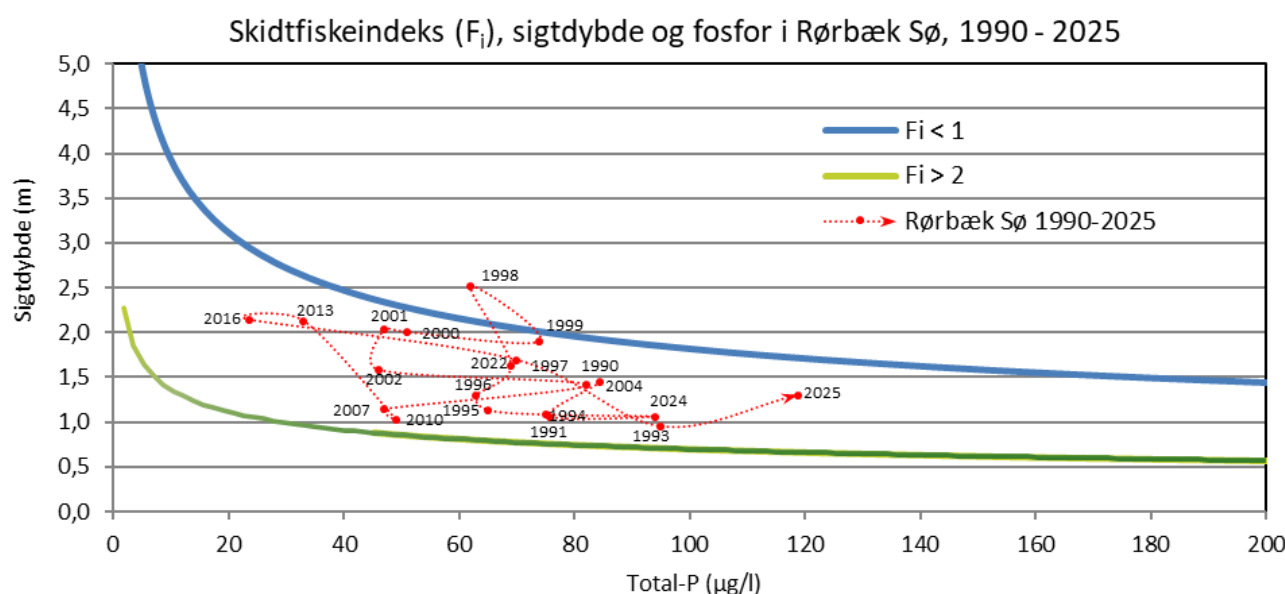
I Rørbæk Sø beregnes Skidtfiskeindekset F_i til 1,17, hvilket er i god overensstemmelse med den senest målte sommersigtdybde på 0,95 m (i 2024) – se Figur 6.6. Især søens mange skaller og de få rovlevende aborrer bevirker en negativ påvirkning af miljøtilstanden, og en regulering af fredfiskebestanden kan derfor være medvirkende til at sikre en mere klarvandet tilstand i søen.



Figur 6.6: Sigtdybden (sommerrmiddel) sammenholdt med et fiskeindeks i en række danske søer og i Rørbæk Sø i 2024.

Der er markant forskellige relationer mellem fosforkoncentrationer i søvandet og vandets klarhed i søer med forskellige fiskebestande. Søer, hvor fiskebestanden er ude af balance, er væsentligt mere uklare end søer i balance ved samme næringsniveau. Søer i ubalance reagerer kun meget trægt på ændringer i næringsstofniveauet, mens søer med et balanceret biologisk system generelt er markant mere klarvandede, og de reagerer med mere klart vand på faldende fosforniveau. Dette ses tydeligt, når relationen mellem fosfor og sigtddybde plottes for søer med et skidtfiskeindeks på over 2 og under 1 (se Figur 6.7).

Der er i Rørbæk Sø sammenhørende værdier for sigtddybde og fosforindhold i 20 undersøgelsesår siden 1990. Som det fremgår af Figur 6.7 har søens sigtddybde og fosfor for de enkelte år ligget mellem kurverne for skidtfiskeindeks på 1 og 2 og har kun ved et enkelt tilfælde ligget over kurven for $F_i < 1$, der indikerer en tilstand hvor fiskebestanden ikke påvirker søen negativt. Dette tilfælde var i perioden lige efter den opfiskning der blev foretaget i slutningen af 1990'erne, hvilket viser at søens fiskebestand historisk set har påvirket søens tilstand negativt.



Figur 6.7: Sammenhæng mellem totalfosfor og sigtddybde målt som sommermiddel i danske søer med hhv. et lavt skidtfiskeindeks (< 1) og med højt skidtfiskeindeks (> 2) og i Rørbæk Sø.

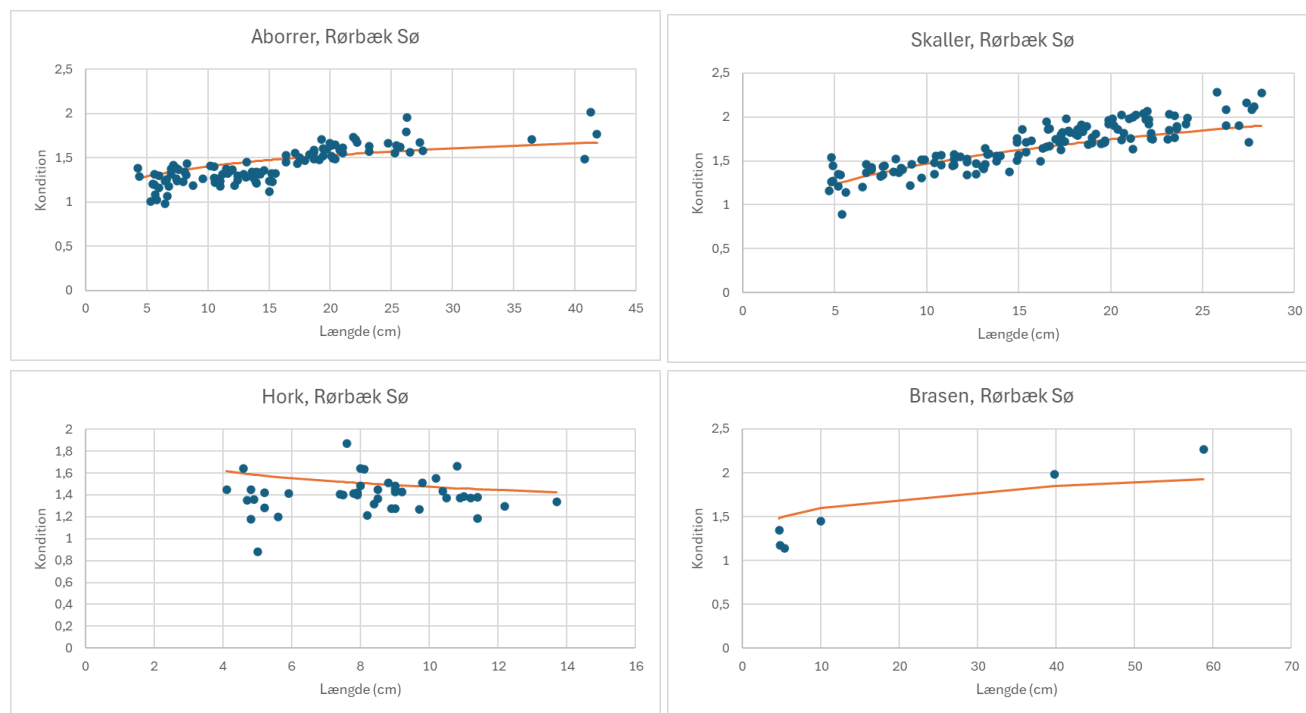
Kondition af fiskene

Fiskenes individuelle ernæringstilstand, beregnet ud fra deres længde og vægt, kan fortælle meget om hvorvidt de enkelte arter trives i søen og om de er begrænset af fødemængde eller i højere grad er begrænset af prædation.

I Rørbæk Sø viser konditionen, at de små aborrer og skaller (op til 15 cm) har en kondition der ligger under gennemsnittet for danske søer (se Figur 6.8), mens konditionen for de større fisk faktisk ligger højere end gennemsnittet. Dette indikerer at der er stor fødekonkurrence for de mindre fisk, hvilket formentlig skyldes at mængden af dafnier og andet dyreplankton holdes nede af fiskenes fødeindtag.

For aborrernes vedkommende er det særligt interessant at fiskene på 10-15 cm har dårlig kondition, idet denne størrelsesgruppe primært lever af bunddyr, der er afgørende for om aborrerne kan vokse op på en størrelse over 15 cm, hvor de potentielt begynder at blive rovlevende (til gavn for søens tilstand). I det bundlevende stadium konkurrerer aborrerne med primært hork og brasen om føden – og det fremgår ligeledes, at især horkene, der forekommer i ret høje tætheder i Rørbæk Sø, har dårlig kondition.

Der er således meget det tyder på at de mindre fredfisk i Rørbæk Sø effektivt holder mængden af dyreplankton nede, samt at der er så stor fødekonekurrence om bunddyrene, at meget få aborrer kan nå gennem "flaskehal-sen" fra at være bunddyrs-ædende til at blive rovfisk. En reduktion af mængden af brasen/hork vil øge aborrernes chance for at blive rovlevende og en generel reduktion i mængden af småfisk vil nedsætte prædationstryk- ket på dyreplanktonet, der dermed får bedre muligheder for at kontrollere algemængden i søen.



Figur 6.8: Kondition af abborrer, skaller, hork og brasen i Rørbæk Sø.

Målopfyldelse DFFS

Målopfyldelse for fiskebestanden i Rørbæk Sø vurderes ud fra fiskeindekset DFFS der, som tidligere beskrevet, beregnes til dårlig, dvs. lavest mulige tilstandsklasse. Den primære årsag til dette vurderes at være den store bestand af årsyngel af abborrer, der både trækker NPUE (antal fisk pr. garn) op og individvægten ned. Dermed opnår disse to delparametre af fiskeindekset 0 point – vel at mærke med meget langt til at de scorer point (se Tabel 4.5). En opfiskning rettet mod aborrengyl vurderes både at være meget svær at gennemføre og formentlig uden effekt på søens tilstand. Normalt vil mængden af aborrer regulere sig ind i løbet af vinteren, så de mange småfisk bliver til en langt mindre mængde 1-årige fisk.

De to andre delparametre i fiskeindekset, rovfiskeandelen og andelen af skalle-brasen, vurderes derimod lettere at sætte ind overfor, ved en regulering af fiskebestanden. Hvis der foretages en opfiskning af skaller, brasen og andre fredfisk (inkl. hork der er en direkte fødekonekurrent til aborre i stadiet inden aborren bliver rovfisk), vil skalle-brasen andelen naturligt nok påvirkes nedad, mens en reduceret fødekonekurrence fra skaller, brasen og hork, kan øge aborrernes mulighed for at nå det rovlevende stadie.

Samlet set vurderes det derfor at en opfiskning vil forbedre fiskeindekset DFFS, med større sandsynlighed for målopfyldelse til følge.

6.2.2. Opfiskningsmetodik og mængde

En opfiskning bør være rettet primært mod søens skalle-, brasen og horkbestand, men desuden fjerne bifangster af suder, rimter og også årsyngel aborrer.

Erfaringerne fra opfiskningen i Rørbæk Sø i 1990'erne viser, at vadfiskeri er effektivt efter søens brasenbestand, men at skallerne kan være mere udfordrende at fange. Det vurderes dog at vadfiskeri vil være den mest effektive og omkostningseffektive metode, hvis fiskeriet tilrettelægges efter forholdene. Der bør således primært fiskes i perioder med uklart vand, idet skallerne ved klarere vand søger skjul langs søen bredder og dermed er svære at fange i vod.

Vinterfiskeri i kanalen ved søens afløb er ligeledes af afgørende betydning, idet der under de rette forhold, kan stime store mængder skaller og andre fredfisk sammen i dette område, hvor de let fanges med kanalvod.

Der bør ligeledes gennemføres en indsats mod søens brasenbestand i gydeperioden, hvor der fiskes med stormaskede garn i de områder hvor der potentielt kan ske gydning.

Bundgarn kan overvejes, hvis vod og kanalvod ikke viser sig effektive, men bundgarnsfiskeri er forholdsvis omkostningstungt, da de skal røgtes jævnlige og med et forholdsvis stor timeforbrug.

Der bør fjernes mindst 80% af søens skalle- og brasenbestand, som på baggrund af fiskeundersøgelsen i 2024 – og erfaringstal fra et stort antal opfiskninger med forudgående fiskeundersøgelser – er beregnet til ca. 21 ton skaller og knap 600 kg brasen (Tabel 6.2). Disse estimater skal tages med et stort forbehold, da erfaringen viser at usikkerheden på dem er stor. Det er dog det bedst mulige bud på en samlet biomasse i Rørbæk Sø.

80 procent af bestanden svarer til ca. 17 ton skaller og ca. 450 kg brasen. Disse bør fjernes i løbet 1-2 år. Bifangster af hork, suder, rimter og årsyngel af aborrer fjernes ligeledes, mens søens potentielle rovfisk i form af gedder, sandart og aborrer over 15 cm, genudsættes så vidt det er muligt.

En opfiskningsindsats bestående af nedenstående (over en 2-årig periode), vurderes at være et godt bud på en tilstrækkelig indsats:

Vadfiskeri	10 perioder a' 5 dage
Kanalfiskeri om vinteren	4 perioder a' 2 dage
Stormaskede garn i gydeperioden	2 perioder a' 5 dage
Bestandsundersøgelse	Hvert år i august/september

Bestandsundersøgelsen udføres som almindelige fiskeundersøgelser med både NNN-garn og stormaskede garn, med en indsats svarende til fiskeundersøgelsen i 2024. Formålet er at vurdere udviklingen i bestanden sideløbende med opfiskningen, så indsatserne kan justeres, hvis det viser sig nødvendigt.

Tabel 6.2: Estimerede biomasser (kg) af fisk i hele Rørbæk Sø. * Baseret på fangst af > 10 cm fisk i Ny-Nordisk-Norm garn, ** baseret på fangst af store fisk i stormaskede garn (85-130 mm)

Biomasse af fisk i hele Rørbæk Sø (kg)	Aborre	Brasen	Gedde	Grundling	Hork	Regnløje	Rimte	Sandart	Skalle	Suder	3-pigget hundestejle
< 10 cm	8.581	3	0	5	1.236	136	0	168	2.970	0	2
> 10 cm*	5.989	9	3.573	3	449	0	789	407	18.329	0	0
> 10 cm**	0	570	0	0	0	0	0	525	0	1.354	0
Sum	14.570	582	3.573	8	1.686	136	789	1.100	21.229	1.354	2

6.3. Andre restaureringsmetoder

6.3.1. Sedimentfjernelse

Sedimentfjernelse kan i teorien erstatte den foreslåede Phoslock-behandling af Rørbæk Sø, idet effekten vil være sammenlignelig, i form af en reduktion af den interne belastning fra sedimentet. Overordnet set vil det være en yderst positiv løsning for søens tilstand, idet kilden til problemet (sedimentets store næringsindhold), fjernes. Udfordringen med sedimentfjernelse er dog at det kræver store arealer til afvanding, at forureningsgraden pt. ikke kendes og at økonomien ofte langt overstiger prisen for en immobilisering af fosfor i sedimentet.

I det følgende vurderes mulighederne for en sedimentfjernelse, baseret på det foreliggende vidensgrundlag. En mere tilbundsående vurdering vil kræve yderligere undersøgelser af bl.a. forureningsgrad, dybere sedimentkerner (i nærværende undersøgelse er kun de øverste 20 cm undersøgt) og de logistiske forhold omkring arbejdet. Nedenstående skal således betragtes som en overordnet screening af mulighederne.

Først vurderes hvorvidt kriterierne for at gennemføre en sedimentfjernelse iflg. vejledningen for gennemførelse af sørestaurering /3/ er opfyldt. Kriterierne (med *kursiv*) er følgende:

- *Den interne P-belastning skal udgøre et væsentligt bidrag til søens P-tilgængelighed.*
Er opfyldt, jf. afsnit 6.1.
- *Størstedelen af hele sedimentets mobile P-pulje skal fjernes. Sedimentfordelingen i søen skal derfor kortlægges, så der opnås en rimelig beskrivelse af den horisontale og vertikale sedimentsammensætning.*
Nuværende sedimentundersøgelser udgør et godt grundlag, men der bør gennemføres nye undersøgelser til mindst 50 cm's dybde i sedimentet, for at vurdere fosforpuljen i sedimentdybderne fra 20 til 50 cm.
- *Identificering af områder, som eventuelt bør friholdes for sedimentfjernelse (bevaringsværdig vegetation m.m.). Det skal overvejes, om sedimentfjernelse er den optimale metode, hvis man ikke kan fjerne P-holdigt sediment i alle relevante områder.*
Områder med vegetation kan bestemmes ud fra tidligere vegetationsundersøgelser i søen, samt ved en screening inden sedimentfjernelse foretages
- *Omfanget (horisontal og vertikal) af sedimentfjernelsen estimeres. Der bør fjernes sedimentlag til en dybde, så risikoen for intern P-frigivelse er minimeret.*
Som beskrevet ovenfor skal der gennemføres nye sedimentundersøgelser til en dybde af mindst 50 cm.
- *Forskellige metoder til sedimentfjernelse vurderes så som tøropgravning ved tømning af vand i søen, vådopgravning samt oppumpning.*
Vurderes i de følgende afsnit.
- *Deponeringsmuligheder og afvanding skal vurderes.*
- Vurderes i de følgende afsnit.

Overordnet set vurderes det, at en sedimentfjernelse vil kunne tilrettelægges så den opfylder disse kriterier, hvis der gennemføres nye undersøgelser af sedimentet til mindst 50 cm's dybde.

I det følgende vurderes først hvor store mængder der skal fjernes, samt hvilken metodik der vil være den mest velegnede. Efterfølgende vurderes mulighederne for afvanding og håndtering af rejektvandet, samt hvordan det afvandede sediment kan deponeres. Afslutningsvis gives et bud på nødvendige nye undersøgelser før en sedimentfjernelse kan gennemføres. Økonomien for sedimentfjernelse beskrives i afsnit 8.1.

Metode og mængde

Sedimentfjernelse kan typisk ske ved enten opgravning eller oppumpning. Opgravning er typisk kun mulig i mindre og lavvandede søer, så den teknik vurderes ikke aktuel i Rørbæk Sø. På større dybder og arealer, som i Rørbæk Sø, vurderes oppumpning at være mere egnet. De store afstande til egnede deponeringsområder besværliggør dog dette, da der enten skal etableres meget lange slanger eller pumpes op i pramme, der derefter sejles til området, hvor de så kan pumpes videre op til afvandingsområderne.

En metode som den "søbot" der er udviklet og anvendt i Ormstrup Sø /30/ og /31/, vil formentlig være velegnet, idet den ikke forårsager stor ophvirvlning af sedimentet. Den aktuelle "søbot" kan dog kun fjerne sediment i et 20 cm tykt lag og vil således skulle over det samme område flere gange.

Da der er tale om en helt ny metodik, vil en sådan løsning skulle projekteres i et detailprojekt, som nærværende undersøgelse ikke kan indeholde.

Der er i Tabel 6.3 opstillet tre scenarier for en fjernelse af sediment i Rørbæk Sø. Et minimumsscenario, hvor der kun fjernes sediment på dybder over 6 meter (areal ca. 24 ha), et mellem-scenario hvor der fjernes sediment på dybder over 5 meter (areal ca. 39 ha) og et fuldt scenario hvor der fjernes sediment på alle dybder over 2 meter (areal ca. 68 ha). Hvis fosforfrigivelsen fra sedimentet skal reduceres i samme grad som en succesfuld Phoslock-behandling, vil det være det store scenario 3 der skal gennemføres.

Som det fremgår af tabellen vil det våde sediment i scenario 3 udgøre et volumen på ca. 338.000 m³, som skal afvandes. Under antagelse af at geotubes kan fyldes i gennemsnitligt 2 meters højde, betyder det at arealet der kræves for afvanding skal være på mindst 27 ha (inkl. plads til volde, afvandingsrender m.m. / 32/). De mulige arealer rundt om søen gennemgås i det følgende afsnit.

Tabel 6.3: [Text]* Tørstofindhold antaget at være det samme i de øverste 50 cm, som i de øverste 20 cm, dvs. ca. 8%.

Scenario	Vanddybder	Areal (m ²)	Sediment-tykkelse (m)	Mængde, våd (m ³)	Mængde afvandet (m ³)	Tørstofindhold (m ³)
1	>6 meter	241.581	0,5	120.791	24.158	9.603
2	>5 meter	391.591	0,5	195.796	39.159	15.565
3	>2 meter	676.668	0,5	338.334	67.667	26.897

Afvanding (plads + håndtering af rejeckt vandet)

Da der vil være tale om store mængder sediment der skal afvandes (formentlig i geotubes), kræves der store arealer hvor dette kan findes sted. Det vand der fjernes vil skulle føres tilbage til søen efter rensning, da området ikke er kloakeret. Der må påregnes udgifter til rensning af vandet, baseret på de krav der vil blive stillet i den udledningstilladelse der skal gives inden vandet kan føres tilbage til søen.

Baseret på nyere erfaringer fra sedimentfjernelsen i Ormstrup Sø, vil afvanding i geotubes kunne fjerne omkring 80 procent af vandet /31/, hvis der tilsættes polymerer til det oppumpede sediment, hvilket betyder at de sedimentmængder der skal håndteres efter afvandingen vil reduceres betragteligt. Afvandingen vil kræve arealer på mindst 27 ha, der har plads til de store geotubes og samtidig er relativt flade (da geotekstilposerne skal kunne ligge i et plant område, omgivet af afvandingsrender). Det forventes desuden at afvandingspladsen vil skulle indhæges og etableres med membran, så der ikke sker nedsivning.

I det nedenstående vurderes de mulige områder omkring Rørbæk Sø.

Sydsiden af Rørbæk Sø

Hele sydsiden af Rørbæk Sø udgøres af en stejl, træbevokset skråning, hvor terrænet hurtigt stiger 25 – 30 meter, hvorefter det flader. De nærmeste flade arealer, der potentielt kunne anvendes til afvanding, består pt. af §3-beskyttede hede-områder, der desuden er omfattet af en fredning. Nærmeste landbrugsarealer ligger ca. 500 meter fra søen, i en kote på ca. 35 meter over søfladen. Arealerne langs sydsiden af søen vurderes således ikke egnede til afvandingsområde, da omkostningerne vil være høje grundet de lange pumpeafstande og højdeforskelle.

Østenden af Rørbæk Sø

Et lavtliggende område i østenden af søen huser de to store tilløb Dybdal Bæk og Skjern Å og er desuden §3-beskyttet som en mosaik af mose-, eng- og hedeområde. Der har tidligere ligget et dambrug på et større fladt areal, som nu er §3-beskyttet. Dette område vurderes ikke egnet til afvandingsområde, medmindre der kan opnås en dispensation fra §3-beskyttelsen. I givet fald vil et område på maksimalt 1-1,5 ha kunne anvendes. Tilkørsel for lastbiler er desuden udfordret af at vejene er mindre grusveje med kraftig hældning ned mod søen.

Den nordøstlige ende af Rørbæk Sø

I den østlige ende af søens nordlige bred findes nogle mindre områder der ikke er §3-beskyttede og som i dag henligger som græsarealer (se Figur 6.9). Arealerne er i alt på knap 9 ha og er således store nok til at kunne rumme en del sediment.

Disse arealer kunne være et muligt afvandingsområde, hvis der kan opnås en aftale med ejeren. Tilkørsel er mulig via en nærliggende vej. Udfordringen er, at sedimentet skal pumpes 200 – 500 meter væk fra søen, og passere en stigning med en højdeforskel på knap 30 højdemeter. Dette vil formentlig fordyre fjernelsen væsentligt.



Figur 6.9: Mulige afvandingsområder i nordøstenden af Rørbæk Sø.

Den nordvestlige ende af Rørbæk Sø

I den nordvestlige ende af Rørbæk Sø ligger nogle arealer der på nuværende tidspunkt anvendes landbrugs-mæssigt. Disse arealer udgør til sammen ca. 5,5 ha (se Figur 6.10) og er beliggende 5 – 15 meter over søens overflade, med en afstand til søen på kun 40-100 meter.

Området ligger tæt på et sommerhusområde og en restaurant. Der må påregnes udfordringer i forhold til både logistik og lugtgener for de omkringboende. På baggrund af dette vurderes området ikke særligt egnet.



Figur 6.10: Mulige afvandingsområder i nordvestenden af Rørbæk Sø.

Dambrug mellem Rørbæk Sø og Nedersø

Mellem Rørbæk Sø og Nedersø ligger et tidligere dambrug, der nu fungerer som opbevaring for fisk til en nærliggende put & take sø. Dambruget består bl.a. af 12 damme med en dimension på 25 x 7 meter og et areal på ca. 160 m² pr. dam. Med en anslået dybde på 1,5 meter pr. dam, vil disse damme tilsammen kunne rumme knap 3.000 m³ sediment.

Samlet set kan der findes egnede deponeringsområder på omkring 16 ha, samt det nedlagte dambrug der kan rumme op til 3.000 m³ sediment. Det betyder at der ved scenarie 3 (sedimentfjernelse på dybder over 2 meter) vil være store udfordringer med at findes nok afvandingsplads.

Deponering

Hvis det oprensede sediment er tilstrækkeligt rent, kan det eventuelt udbringes på marker, hvor det kan anvendes som gødning. Hvis sedimentet derimod er forurenet så det ikke kan anvendes på marker, skal det køres til godkendt deponi, hvilket vil være en stor og dyr opgave.

I scenarie 3 vil der efter afvanding skulle bortkøres ca. 68.000 m³ sediment, hvilket vil kræve mere end 3.000 lastbiler. Nærmeste deponeringsplads er ikke kendt og vil ligeledes skulle afklares i forbindelse med en detailprojektering.

Yderligere forundersøgelser

Hvis sedimentfjernelse skal vurderes nærmere som restaureringsmulighed i Rørbæk Sø, bør der gennemføres en supplerende forundersøgelse der omfatter både metodik, afvandingsmuligheder, håndtering af rejeckt vandet og desuden af både forureningsgrad og fosforindhold ned til dybere sedimentdybder (gerne ned til mindst 50 cm's dybde). Desuden vil en sonar-kortlægning af områder med blød bund hjælpe med at udpege hvilke områder hvor en fjernelse vil have størst effekt.

Det vurderes, at der indledningsvist skal gennemføres flg. yderligere undersøgelser af sedimentet:

- Kortlægning af bundhårdhed med sonar, til udpegning af områder med sedimentfjernelsesbehov og en vurdering af de mængder der skal fjernes.
- Nye sedimentundersøgelser med dybere fosforprofiler (gerne ned til mindst 0,7 meters dybde), til fastlæggelse af hvor tykt et lag der skal fjernes og hvilke arealer der skal fjernes på. Der bør udtages sedimentkerner på mindst 7 stationer (og gerne flere) for at dække søens areal og dybdeforhold bedst muligt.
- Sedimentkernerne analyseres for tungmetaller og miljøfarlige stoffer for at vurdere deponeringsmuligheder og behov for rensning af rejeckt vandet, inden det føres tilbage til søen (eller kloak, hvis muligt og nødvendigt).

Desuden skal der gennemføres en yderligere detailprojektering der omfatter præcis metodik og afklarer hvorvidt de egnede afvandingsområder kan anvendes (dialog med lodsejere og miljømyndighed).

Samlet vurdering - sedimentfjernelse

Det vurderes, at der vil være store udfordringer med at finde nok afvandingsplads, som i høj grad skyldes det meget kuperede landskab omkring søen. Desuden vil selve oprensningen skulle ske over en lang periode, da der ikke kan findes afvandingsplads til alt det oprensede sediment på én gang. Projektet vil således skulle strække sig over en længere årrække. Disse udfordringer vil være medvirkende til at økonomien for en sedimentfjernelse vil være så store, at det ikke vurderes realistisk at opnå tilskud fra staten til at gennemføre en sedimentfjernelse som et virkemiddel under vandområdeplanerne.

Forundersøgelserne beskrevet ovenfor vil kunne fastlægge økonomien med langt større sikkerhed, idet faktorer som forureningsgrad og afvandingsmuligheder vil have afgørende indflydelse på økonomien.

6.3.2. Øvrige restaureringsmetoder

I vejledningen for sørestaurering er desuden angivet andre restaureringsmetoder som udplantning af undervandsvegetation, udsætning af gedder, introduktion af vandremusling, afledning af bundvand m.fl.

I Rørbæk Sø findes i forvejen mange vandplantearter og floraen har dermed et godt potentiale til at sprede sig i søen, såfremt vandets klarhed forbedres. Der vurderes således ikke behov for udplantning af undervandsvegetation.

Vandremuslingen kan have en positivt effekt på vandets klarhed, men er en invasiv art og bør ikke bruges i restaureringsøjemed i søer, medmindre den i forvejen findes i søen. Den vil ikke være relevant i Rørbæk Sø.

I forbindelse med en opfiskning af fredfisk, kan det overvejes at hjælpe bestanden af rovaborrer på vej, ved udsætning af aborrer på mindst 15-20 cm.

6.4. Anbefalet restaureringsindsats

De to restaureringsindsatser der er rettet mod søens interne belastning, dvs. enten Phoslock eller sedimentfjernelse vurderes begge velegnede til formålet. En fjernelse af sedimentet vil, hvis den kunne gennemføres uden betydende næringstilførsel og ophvirvning af sediment til vandfasen, være særdeles velegnet, idet fosforpuljen dermed fjernes helt fra søen. Både logistiske og økonomiske udfordringer betyder dog, at sedimentfjernelse ikke vurderes at være realistisk i Rørbæk Sø.

Det anbefales derfor, at der i Rørbæk Sø gennemføres i en restaureringsindsats, der omfatter følgende:

- Kemisk fosforfældning ved brug af Phoslock på områder over 2 meters vanddybde, hvorfra der sker betydende frigivelse af fosfor fra sedimentet. Dette vil i praksis betyde hele området med vanddybder over 2 meter.
- Opfiskning af skaller, brasen, hork og øvrige fredfisk ved vodfiskeri (evt bundgarn), garnfiskeri og kanalfiskeri ved sammenstuvning af fredfisk i kanalen fra Rørbæk Sø i vintermånederne. Fiskeriet vurderes generelt at skulle ske over to år, mens kanalfiskeriet med fordel kan gentages så længe, der findes et behov og det er effektivt.

Det er vigtigt, at indsatsen følges tæt i form af et målrettet monitoringsprogram, så indsatsen kan tilpasses i det omfang det viser sig nødvendigt.

Udover den forventede positive effekt på Rørbæk Sø, vil en succesfuld restaurering af søen medføre en markant reduktion i belastningen af de to nedstrøms beliggende søer, Nedersø og kul Sø, hvilket vurderes at være stærkt medvirkende til at disse i fremtiden vil kunne opnå en god tilstand.

7. Foreslået monitoringsprogram

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

I vejledningen til sørestaurering beskrives det, at der skal foretages monitoring af vandkemi og sigtdybde før, under og efter restaureringsindgrebene /3/. 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.

7.1. Vandkemi og sigtdybde

Vandkemi og sigtdybde monitoreres i årene for gennemførslen, samt året efter restaureringen. Fagligt kan det anbefales at monitorere vandkemi yderligere 2-3 gange i løbet af den efterfølgende 10-års periode, men der kan ikke forventes tilskud til dette. Hvert undersøgelsesår foretages undersøgelser på én station med månedlige prøvetagninger gennem sommerperioden, samt en enkelt gang i vinterperioden.

Metodikken svarer til undersøgelserne udført i 2024 og følger de tekniske anvisninger for dette. Desuden analyseres for lanthan-indholdet i vandet under og efter udbringningen.

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.

7.3. Sediment og fosforfrigivelse

Efter Phoslock-behandlingen anbefales det, at følge sedimentets fosforfrigivelse de efterfølgende år, for at vurdere om effekten af fosforbindingen aftager. Dette gøres ved udtagning af sedimentkerner, hvorpå der gennemføres fosforfrigivelsesundersøgelser i laboratorium. I Danmark er Syddansk Universitet særdeles erfarne med denne type undersøgelser, hvorfor de med fordel kan involveres i projektet.

Der kan dog ikke forventes tilskud til dette, da det ikke indgår i det monitoringsprogram der er beskrevet i bekendtgørelsen og tilskud til sørestaureringer.

7.4. Samlet monitoreringsprogram

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 bør 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 Rørbæk Sø. (x) betyder monitoring muligvis udført gennem det nationale overvågningsprogram NOVANA

	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)					x
Fiskeundersøgelse	x	x	x				x					
Sediment			x		x							

8. Økonomisk overslag

I bekendtgørelse om tilskud til restaurering af søer er der angivet vejledende referenceværdier for de forskellige restaureringsindsatser /28/. Som det fremgår af Tabel 8.1 vil der kunne søges om maksimalt 13.350.000 kr. til Phoslock-behandlingen og 5.340.000 kr til opfiskningen, hvis de skal kunne betragtes som omkostningseffektive. Der er dog mulighed for at søge højere beløb, hvis der gode argumenter for dette, hvilket kan være positive effekter på nedstrøms beliggende søer, eller Natura 2000-områder, med behov for dette. Begge dele vurderes at være relevant i tilfældet med Rørbæk Sø.

Tabel 8.1: Økonomisk ramme for Phoslockbehandling af Rørbæk Sø.

Restaureringsindsatser	Referencepris	Maksimalt ansøgningsbeløb (1,5x)
Phoslock-behandling	100.000 kr. pr. ha.	1,5 x 89 ha x 100.000 kr. /ha = 13.350.000 kr
Opfiskning	40.000 kr. pr. ha.	1,5 x 89 ha x 40.000 kr/ha = 5.340.000 kr

Erfaringerne med udbringning af Phoslock i Danmark begrænser sig til restaureringen af Lyngsø i 2023, hvor man behandlede søen med 44,1 ton Phoslock til en samlet pris på ca. 1,2 mio kr. /30/, hvilket svarer til ca. 27.211 kr./ ton Phoslock. I Rørbæk Sø findes både et højere indhold af mobilt fosfor og et større sø-areal, hvilket medfører et markant større behov for Phoslock, både samlet set og pr. arealenhed.

Der er i oktober 2025 indhentet priser på indkøb og transport af Phoslock fra producenten, samt givet et estimat på udbringningen.

- Indkøb og transport af 874 ton Phoslock til behandling af Rørbæk Sø vil koste knap 1,3 mio. euro, hvilket svarer til knap 10 mio. kr.
- Udbringning af 874 ton Phoslock på Rørbæk Sø, vurderes at kunne udføres for 1,1 mio. kr.
- Projektstyring og uforudsete udgifter anslås til 500.000 kr.

Opfiskningen vurderes at kunne gennemføres for ca. 2,4 mio. kr., fordelt på vodefiskeri, vinterfiskeri i kanalen, gydefiskeri efter brasen og løbende bestandsundersøgelser og projektstyring.

Samlet set estimeres priserne for en restaurering af Rørbæk Sø at ligge på knap 14 mio. kr., med et tilhørende monitoringsprogram der beløber sig til ca. 420.000 kr. (se Tabel 8.2). Det understreges, at priserne skal ses som et overslag og at prisudviklingen kan betyde at de ændrer sig frem til en realisering.

Tabel 8.2: Anslåede priser for de foreslåede restaureringsindsatser i Rørbæk Sø.

Restaureringsindsatser	Pris pr. år/indsats	Samlet pris
Indkøb, transport og udbringning af Phoslock		11.100.000 kr.
Projektstyring og uforudsete udgifter, Phoslock		500.000 kr.
Vodefiskeri, 5 vodefiskeperioder a' 5 dage pr. år	800.000 kr. pr. år	1.600.000 kr.
Kanalfiskeri om vinteren, 4 dage for 2 mand	80.000 kr. pr. år	160.000 kr.
Gydefiskeri efter brasen, 5-6 dage for 2 mand	120.000 kr. pr. år	240.000 kr.
Bestandsundersøgelser pr. år	90.000 kr. pr. år	180.000 kr.
Projektstyring og uforudsete udgifter, opfiskning	100.000 kr. pr. år	200.000 kr.
Sum		13.980.000 kr.

Tabel 8.3: Anslåede priser for monitoringsprogrammet til restaureringen af Rørbæk Sø.

Restaureringsindsatser	Pris pr. år/indsats	Samlet pris
Vandkemi og sigtddybde, 6 tilsyn pr. år i 3 år	60.000 kr. pr. år	180.000 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		420.000 kr.

8.1. Sedimentfjernelse, økonomi

På trods af at sedimentfjernelse ikke anbefales, gives i dette afsnit et økonomisk estimat for en sedimentfjernelse i Rørbæk Sø. Baggrunden for dette er, at kunne vurdere de økonomiske aspekter ved denne restaureringsmetode,

Priser på sedimentfjernelse fra tidligere sedimentfjernelsesprojekter varierer en del (se Tabel 8.4), formentlig på grund af store forskelle i afvandingsmuligheder, logistisk, metoder og forureningsgrader af sedimentet.

Bortset fra oprensningen i Sortesø i Skanderborg ligger priserne for projekterne markant højere end de 100 – 200 kr./m³ der er angivet i vejledningen for sørestaurering. Ved Bagsværd Sø vurderede COWI i 2013 / 32/ prisen for fjernelse af 1000 m³ sediment, inkl. forundersøgelser, anlægsomkostninger, afvanding og bortskaffelse til ca. 7 mio. kr, hvis vandet skulle renses og ledes tilbage til søen. Dette svarer til en pris på 7.000 kr. pr m³. Projektet blev aldrig realiseret, men metodik og sedimenthåndtering var sammenlignelig med den der kunne gennemføres i Rørbæk Sø. Det må dog forventes at etableringsomkostningerne for anlæg vil udgøre en væsentligt mindre andel i Rørbæk Sø, da sedimentmængden er markant større. Dette vil reducere m³-prisen betydeligt.

Baseret på erfaringerne fra tidligere projekter, kombineret med de udfordrende forhold omkring afvanding og søens kuperede omgivelser, vurderes en m³-pris for oprensning af Rørbæk Sø at blive mindst 1000 kr. og formentlig dyrere. Prisen vil kunne estimeres mere præcist, hvis der gennemføres en detailprojektering.

Med en m³-pris på 1.000 kr., vil en pris for sedimentfjernelse ligge på 338 mio. kr., hvilket ikke anses for realistisk at opnå tilskud til via statens puljer til sørestaurering.

Tabel 8.4: Priser for sedimentfjernelse (alt inklusive) fra tidligere realiserede og projekterede sedimentfjernelser.

	Mængde fjernet/projekteret	Metode	Anslået/realiseret m ³ -pris
Sortesø, Skanderborg 2009 (realiseret)	65.000 m ³	Cuttersuger + geotubes	150-200 kr./m ³
Bagsværd Sø 2013 (projekteret)	1.000 m ³	Cuttersuger + geotubes	7.000 kr./m ³
Ishøj Sø 2021 (realiseret)	12.000 m ³	Pumpe + geotubes	> 1000 kr./m ³
Byn 2023 (projekteret)	11.000 m ³	Cuttersuger + geotubes	400 kr./m ³
Fæstningskanalen 2024 (realiseret)	1.600 m ³	Ukendt	5.000 kr./m ³

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, danmarksbarealinformation.miljoeportal.dk, vandområdeplaner og genbesøg heraf, samt Håndbog om dyrearter på habitatdirektivets bilag IV (2007).

9.1. Naturbeskyttelsesloven

9.1.1. § 3 – naturtypebeskyttelse

Rørbæk Sø er omfattet af naturbeskyttelseslovens §3, hvilket betyder, at det er en forudsætning for restaureringsarbejdet, at der kan gives dispensation til de påtænkte indsatser. Vandløbene der løber til og fra søen er ligeledes §3-beskyttede, ligesom alle de brednære arealer er udpeget som §3-beskyttede moser, heder, enge og overdrev (Figur 9.1).



Figur 9.1: §3-områder omkring Rørbæk Sø. Fra Danmarks Arealinformation.

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, også skal vurderes ift. en påvirkning af Nedersø og eventuelt også andre nedstrøms beliggende vandområder.

Da en succesfuld restaurering vil medføre en forbedring af vandkvaliteten i det vand der løber fra Rørbæk Sø, vurderes restaureringen ikke at være i konflikt med §3-beskyttelsen 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 Rørbæk Sø omfattet heraf. Det vurderes, at Phoslockbehandling og opfiskning ikke vil have en påvirkning på de arealer der ligger rundt om søen, i en grad der forudsætter myndighedsbehandling ift. søbeskyttelseslinjen. Sedimentfjernelse vil dog kræve myndighedsbehandling ift. søbeskyttelseslinjen, hvis det bliver aktuelt.

Der kan være tale om mindre områder med midlertidigt (kortvarigt = få dage) oplag af Phoslock (i bigbags) eller kar til opbevaring af fisk.

9.1.3. §17 - skovbeskyttelseslinje

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

Det skal bemærkes, at såfremt sedimentfjernelse overvejes som restaureringsmetode, kan et oplag af fjernet sediment i forbindelse med afdræning heraf forudsætte myndighedsgodkendelse blandt andet i forhold til ovennævnte beskyttelseslinjer, hvilket i givet fald bør afklares med den relevante myndighed.

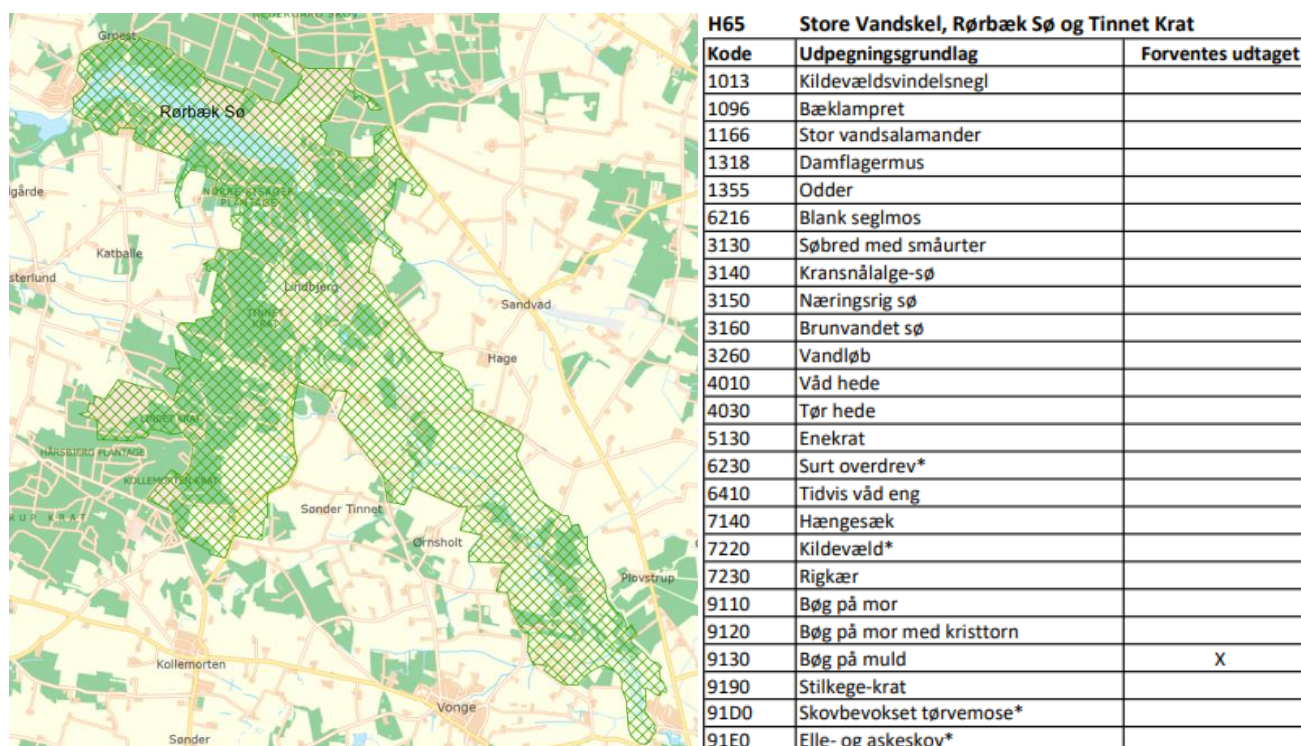
9.1.4. §33 - Fredninger

Rørbæk Sø er omfattet af fredningen Hærvejen 07869.00 der har til formål, at bevare og forbedre de naturhistoriske, landskabelige og kulturhistoriske værdier, som området rummer. Fredningen skal navnlig medvirke til, at landskabet omkring en nærliggende strækning af Hærvejen bevares eller genskabes med dets åbne karakter i et samspil med ådale, egekrat og Rørbæk Sø. Fredningen har endvidere til formål at regulere offentlighedens ret til færdsel og ophold i området.

Det vurderes, at fredningen ikke vil være til hinder for de foreslåede restaureringsmetoder, idet disse ikke vil påvirke fredningsværdierne. Det anbefales afklaret med relevante medarbejdere i Vejle Kommune, hvorvidt fredningsnævnet skal inddrages.

9.2. Natura2000

Rørbæk Sø er beliggende i Habitatområde 65, Store Vandskel, Rørbæk Sø og Tinnets Krat, der svarer til Natura2000-område 76, Store Vandskel, Rørbæk Sø, Tinnets Krat og Holtum Ådal øvre del (Figur 9.2).



Figur 9.2: Habitatområde 65, Store Vandskel, Rørbæk Sø og Tinnets Krat inkl. udpegningsgrundlag.

Rørbæk Sø er sønaturtype 3150 (næringsrige søer og vandhuller med flydeplanter eller store vandaks). En restaurering af søen med henblik på at nedbringe næringsindholdet vil i sagens natur påvirke naturtypen Næringsrig Sø og dermed udpegningsgrundlaget, hvorfor de foreslåede tiltag vil skulle vurderes konkret ift. Natura2000-området. Det vurderes dog umiddelbart, at de ikke vil være i konflikt med bevarelsen af naturtyperne på udpegningsgrundlaget, snarere tværtimod, da de store vandaksarter som hjertebladet vandaks der findes i søen i forvejen, må forventes at øge deres udbredelse, hvis vandet klarer op.

Af arterne på udpegningsgrundlaget forventes ingen påvirkning af kildevældsvindelsnegl, bæklampret, stor vandsalamander og damflagermus, da disse ikke findes i søen, jf. MiljøGIS for Natura 2000-planer, 2022-27 – se Figur 9.3.

Odder er registreret ved afløbet fra søen og findes sandsynligvis også langs søens bredder. En forbedring af søens tilstand i form af restaurering, forventes ikke at have en negativ betydning for odderen, da der fortsat vil være en god fiskebestand i søen, som kan udgøre en del af fødegrundlaget. Det klarere vand kan derimod betyde at jagtmulighederne for odder forbedres.

Vandet fra Rørbæk Sø løber godt 30 km nedstrøms ind i Natura 2000-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.



Figur 9.3: Arter på udpegningsgrundlaget for Natura 2000 område H65

9.3. Bilag IV-arter

Der er iht. naturdata.dk registreret odder i/ved vandløbet fra Rørbæk Sø til Nedersø, omkring Vester Møllevej. NIRAS' medarbejdere har i forbindelse med feltarbejde i 2024 observeret odderspor langs vandløbet.

De foreslåede restaureringsmetoder ses, som beskrevet ovenfor, ikke at være til fare for odderne i området, hvorfor der ikke vil være behov for en myndighedsafgørelser vedrørende konflikter med gældende beskyttelsesbestemmelser. Hvis der skal anvendes bundgarn eller ruser ved en opfiskning, forsynes disse naturligvis med odderriste.

Derudover er der i området registreret følgende flagermusearter: damflagermus, sydflagermus, brun langøre, dværgflagermus, brunflagermus, troldflagermus, pipistrelflagermus, vandflagermus. Der forventes ingen effekt af restaureringstiltagene på disse arter.

9.4. Miljøbeskyttelsesloven

Udbringning af Phoslock på søen forudsætter Miljø- og Fødevareministeriets tilladelse efter miljøbeskyttelseslovens § 27. stk. 3 og § 4 i bekendtgørelse nr. 1433 af 21. november 2017 om krav til udledning af visse forurenende stoffer til vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og havområder.

Ved sedimentfjernelse og afvanding i geotubes skal afvandingspladsen miljøgodkendes. Pladsen vil formentlig skulle etableres med menbran og vold omkring. Der skal desuden meddeles udledningstilladelse, og der vil være krav om kontrolprogram på rejecktandet.

9.5. Fiskerilovgivning

Opfiskning med vod, bundgarn, gællegarn o.l. vil forudsætte tilladelse efter ferskvandsfiskeriloven.

9.6. Samlet myndighedsvurdering

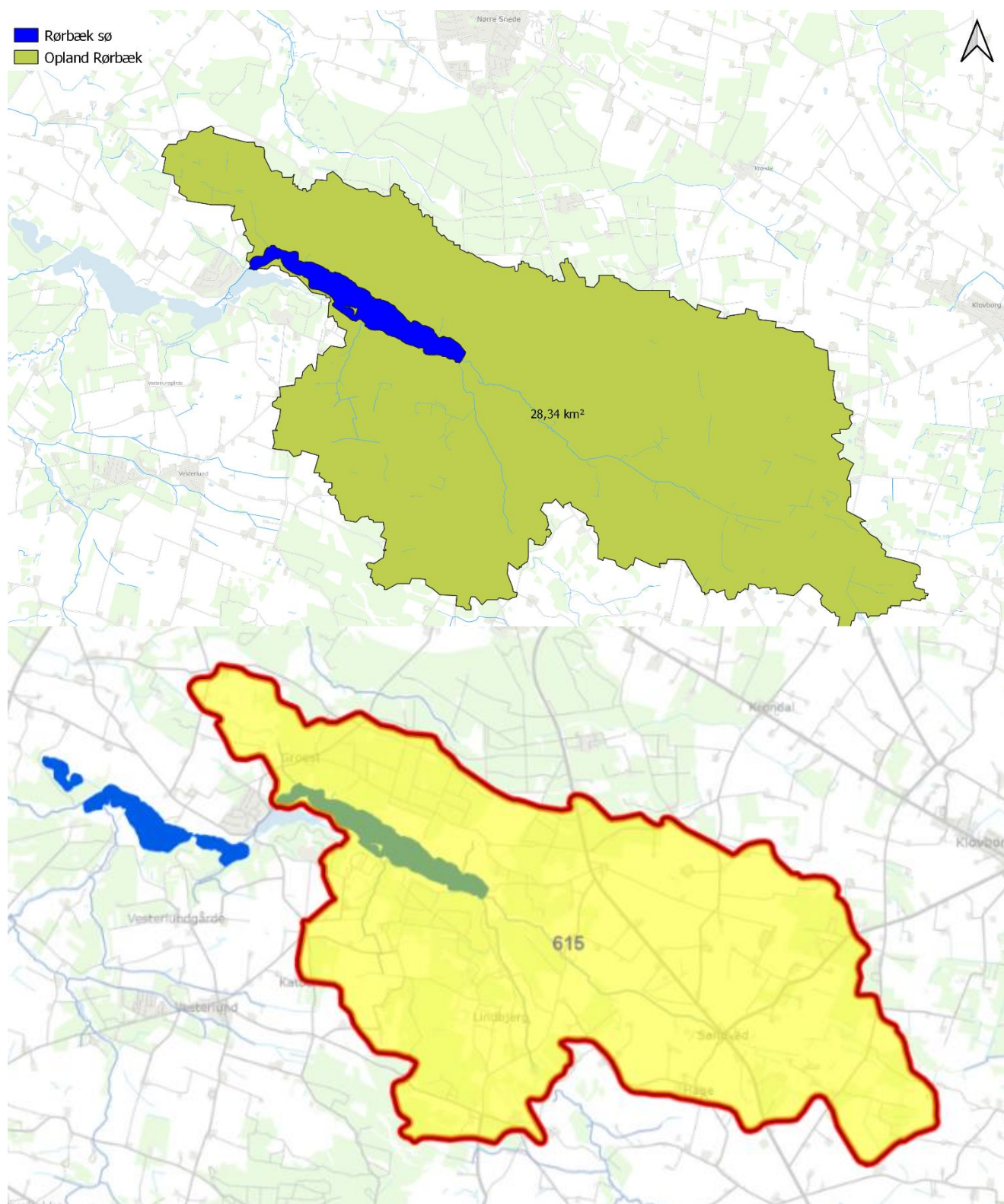
Det vurderes, at det vil være muligt at opnå de nødvendige tilladelser/dispensationer, idet projektet forbedrer tilstanden i selve søen og reducerer belastningen af de nedstrøms beliggende områder, uden i sig selv eller ved resultatet heraf at være til fare for beskyttelsesinteresserne i området. Der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

10. 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 <http://dce2.au.dk/pub/SR382.pdf>
- /4/ Vandplandata.dk
- /5/ Miljøstyrelsen, 2024. Belastningsopgørelse for Rørbæk Sø, Nedersø og Kul Sø, modtaget pr. mail fra Casper Risholt den 15.04.2024.
- /6/ Scalgo.dk
- /7/ Johansson og Lauridsen 2011. Feltmålinger, måledybder og udtagning af prøver til analyse af vandkemiske parametre i søer, TA S01. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.
- /8/ VanDa, Danmarks Miljøportal.
- /9/ Bekendtgørelse om overvågning af overfladevandets, grundvandets og beskyttede områders tilstand og om naturovervågning af internationale naturbeskyttelsesområder. Bekendtgørelse nr 792 af 13/06/2023.
- /10/ Johansson, L.S., Søndergaard, M., Jeppesen, E., Landkildehus, F., Kjeldgaard, A., Sortkjær, L., Windolf, J. & Bøgestrand, J. 2016. Søer 2015. NOVANA. Aarhus Universitet, DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi, 90 s. - Videnskabelig rapport fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi nr. 207. <http://dce2.au.dk/pub/SR207.pdf>
- /11/ 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
- /12/ Søndergaard, M, 2017. Justeret fiskeindeks til vurdering af økologisk tilstand i søer. Aarhus Universitet, Notat fra DCE – Nationalt Center for Miljø og Energi.
- /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/ 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>
- /16/ Boringsdatabasen, Jupiter
- /17/ 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>.
- / 18/ Franko-Dosser, F. & Marsbøll, S., 2000. Rørbæk Sø. Rapport udgivet af Vejle Amt, Forvaltningen for Teknik og Miljø. 60 s.
- /19/ Dofbasen.dk
- /20/ Bekendtgørelse om fastlæggelse af miljømål for vandløb, søer, overgangsvande, kystvande og grundvand. BEK nr 796 af 13/06/2023.

- /21/ Miljøstyrelsen. Retningslinjer for behandling af data for miljøfarlige forurenende stoffer i overfladevand i basisanalyse 2021-2027.
- /22/ Overfladevandsdatabasen ODA. <https://odaforalle.au.dk/>
- /23/ Bjerring, R., Windolf, J., Kronvang, B., Sørensen, P. B., Timmermann, A., Kjeldgaard, 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>
- /24/ NIRAS, 2025: Forundersøgelse af Rørbæk Sø, Nedersø og Kul Sø - Smådyrsfauna i tilløb til søerne. Notat udarbejdet for Vejle Kommune.
- /25/ 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
- /26/ 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>
- /27/ NIRAS, 2025: Forundersøgelse for sørestaurering i Nedersø. Rapport udarbejdet for Vejle Kommune.
- /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://mst.dk/media/fldbg5ot/76-virkemidler-over-for-punktkilder-rapport-fra-cowi-for-miljoestyrelsen-2019.pdf>
- /30/ Polauke, E., Kragh, T., Møller, C. W., Søndergaard, M. og Reitzel, K., 2023. Et studie i sørestaurering med Phoslock. Vand & Jord, 30. årgang nr. 4, 4 s. <https://vand-og-jord.dk/wp-content/uploads/2025/03/Phoslock-1.pdf>
- /31/ <https://aktueltnaturvidenskab.dk/find-artikel/nyeste-numre/5-2024/fosfor-skal-vaek-fra-vores-soeer-og-ud-paa-markerne>
- /32/ COWI, 2013. Forundersøgelse af mulighederne for etablering af internationale træningsfaciliteter på Bagsværd Sø. Uddybningsforhold. Teknisk Notat, oktober 2013. 38 s.
- /33/ <https://zollner.as/reference/oprensning-af-ishoej-soe/>
- /34/ WSP, 2023. Restaurering af Byn og Søndersund OPDATERET TEKNISK-BIOLOGISK OG EJENDOMSMÆSSIG FORUNDERSØGELSE. 77 s. <https://www.lemvig.dk/Files/Files/Teknik%20og%20Milj%C3%B8/Na-tur%20og%20Milj%C3%B8/Opdateret%20forunders%C3%B8gelse%20Restaurering%20af%20Byn.pdf>

11. Bilag



Figur 11.1: Oplandsstørrelse fra henholdsvis Scalgo (øverst) og vandplandata (nederst)

11.1. Tilløb og afløbsbeskrivelser

11.1.1. Tilløb 1 – Groest

Tilløb 1 er beliggende i den nordvestlige del af Rørbæk Sø, hvor det løber til søen fra et opland på 1,1 km², bestående hovedsageligt af landbrugsarealer. Den øvre del af strækningen er delvist rørlagt og gennemløber en del dyrkede arealer, mens de nederste ca. 300 meter gennemløber skov og naturområde, hvor vandløbet har skåret sig ned i en markant slugt (se Figur 11.2)

Stationen for flowmålinger og vandkemiprøver blev lagt umiddelbart opstrøms Rørbækvej, hvor det var muligt at etablere et transekt egnet til flowmålinger. Ved lave vandføringer kan flowet måles med opsamlingsmetoden nedstrøms Rørbækvej.

Der blev den 3. april 2024 foretaget en gennemgang af vandløbet nedstrøms målestationen, hvor det blev konstateret, at der ikke fandtes betydende tilløb før udløbet i søen. Stationen blev således vurderet repræsentativ for det vandløb leder til Rørbæk Sø.



Figur 11.2: Fotos fra „Tilløb 1 – Groest“, taget den 3. april 2024 (i en periode med høj vandføring). Fotos: Niras A/S.

11.1.2. Tilløb 2 og 2B – Rørbæk Nord

Tilløb 2 og 2B er beliggende i den nordvestlige del af Rørbæk Sø, hvor det løber til søen fra et opland på i alt 1,7 km², bestående hovedsageligt af skov. Der er tale om et større kilde-område, med mange mindre kildevæld der samles og løber til søen ad flere veje (se Figur 11.3, øverst). Ved besigtigelsen den 3. april 2024 blev der identificeret 2 større tilløb, hvor der kunne foretages flowmålinger og udtages vandkemiprøver. I den vestlige del af området fandtes tilløb 2B (se foto på Figur 11.3, nederst th.), mens der i den østlige del af området fandtes tilløb 2 (se foto på Figur 11.3 nederst tv.). Overordnet set vurderes det, at hovedparten af det vand der løber til Rørbæk Sø fra området løber til via disse to tilløb, selvom det generelt var et kildevældsområde med flere andre mindre tilløb, som ikke kunne måles.

Stationerne for flowmålinger og vandkemiprøver blev placeret dels umiddelbart inden udløb i søen (tilløb 2) og dels ved indløb til et tæt pilekrat ca. 100 meter fra udløbet i søen (tilløb 2B). På disse steder var det muligt at etablere transekter egnede til flowmålinger.



Figur 11.3: Fotos fra „Tilløb 2 og 2B – Rørbæk Nord“, taget den 3. april 2024 (i en periode med høj vandføring). Fotos: Niras A/S.

11.1.3. Tilløb 3 – Svinebæk

Tilløb 3 er beliggende i den nordøstlige ende af Rørbæk Sø, hvor den afvander et opland på 3,5 km². Oplandet består både af naturarealer og arealer med græsning af får, mens også opdyrkede marker udgør en stor del af oplandet.

Stationen for flowmålinger og vandkemiprøver blev placeret omtrent 150 meter fra udløbet i Rørbæk sø, umiddelbart opstrøms et større slyng i vandløbet, hvor strømforholdene var repræsentativ for strækningen.



Figur 11.4: Fotos fra „Tilløb 3 – Svinebæk“, taget den 3. april 2024 (i en periode med høj vandføring). Fotos: Niras A/S.

11.1.4. Tilløb 4 – Dybdal Bæk

Dybdal Bæk er beliggende i søens østlige ende og er med et opland på 12 km² det tilløb til Rørbæk Sø med det største oplandsareal. Oplandet er overvejende landbrugsarealer, men den sidste kilometer løber vandløbet gennem skov.

Stationerne for flowmålinger og vandkemiprøver blev placeret lige før udløbet i Rørbæk Sø.



Figur 11.5: Fotos fra „Tilløb 4 – Dybdal Bæk“, taget den 3. april 2024 (i en periode med høj vandføring). Fotos: Niras A/S.

11.1.5. Tilløb 5 – Skjern Å

Tilløb 5 løber til Rørbæk Sø i søens østlige, tæt på Dybdal Bæk. Oplandsarealet er 5,5 km² og består primær af naturarealer, herunder også skov og græsningsarealer med husdyr.

Stationerne for flowmålinger og vandkemiprøver blev placeret tæt på udløbet i Rørbæk Sø.



Figur 11.6: Fotos fra „Tilløb 5 – Skjern Å“, taget den 3. april 2024 (i en periode med høj vandføring). Fotos: Niras A/S.

11.1.6. Tilløb 6 – Ballesbæk

Tilløb 6 har et opland på 2,1 km², som hovedsageligt er landbrugsarealer. Den sidste halve kilometer før udløbet i søen gennemløber vandløbet skov i en dyb naturlig nedskåret rende.

Stationerne for flowmålinger og vandkemiprøver blev placeret ved den sydligste træbro på trampestierne i det sydlige område af Rørbæk Sø.



Figur 11.7: Fotos fra „Tilløb 6 – Ballesbæk“, taget den 3. april 2024 (i en periode med høj vandføring). Fotos: Niras A/S.