

### Klassifisering av økologisk tilstand av Rødenessjøen med fisk som kvalitetselement

Solveig Marie Ryhaug

**Rødenessjøen ligger midt i Haldenvassdraget, som er spesielt ved at det er et lavlandsvassdrag og ligger under den marine grense. Dette har gitt grunnlag for en stor diversitet i fiskefaunaen, med 18 registrerte fiskearter i Rødenessjøen. Fisk som kvalitetselement er intressant fordi fisk responderer raskt på miljøendringer. Det er knyttet utfordringer til dette kvalitetselementet ved at tidligere innsamlet informasjon om fiskebestandene ikke uten videre kan brukes i klassifisering.**

#### 1. Introduksjon

Våre vannressurser er utsatt for mange miljøbelastninger og menneskelig påvirkning. For å kunne opprettholde god kvalitet på vannforekomster, kreves det gode metoder for å undersøke i hvilken grad en vannforekomst er degradert, og årsaken til dette <sup>[1]</sup>. Dette vil kunne gi grunnlag for iverksettelse av tiltak for å bedre miljøet eller forhindre forringelse. For å sikre våre vannressurser har EUs rammedirektiv for vann (heretter vanndirektivet) jobbet for å bedre evalueringen og forvaltningen av overflatevann i Europa <sup>[4]</sup>. Hovedformålet til vanndirektivet er beskyttelse og bærekraftig bruk av vannmiljøet <sup>[5]</sup>.

Norge er forpliktet til vanndirektivet gjennom EØS-avtalen <sup>[7]</sup>, og det er Forskrift om rammer for vannforvaltningen (heretter vannforskriften) som gjennomfører vanndirektivet i norsk rett <sup>[8]</sup>. Vannforskriftens formål er å gi rammer for fastsettelse av miljømål som skal sikre en mest mulig helhetlig beskyttelse og bærekraftig bruk av vannforekomstene <sup>[9]</sup>. Dette gjør seg gjeldene i at miljømålet for alle vannforekomster av overflatevann (elver, innsjøer og kystvann) er at de skal ha minst god økologisk og kjemisk tilstand <sup>[8]</sup>.

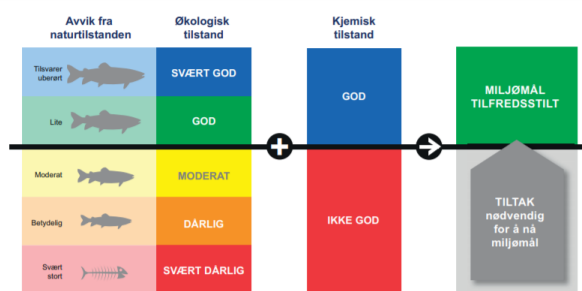
Den økologiske tilstanden for overflatevann viser dagens miljøtilstand i vannforekomsten. Det er utviklet et klassifiseringssystem hvor den økologiske tilstanden karakteriseres ved fem tilstandsklasser; svært god, god, moderat, dårlig og svært dårlig. (Figur 1) I dette klassifiseringssystemet skal den økologiske tilstanden i en vannforekomst klassifiseres på grunnlag av biologiske kvalitetselementer, med fysiske og kjemiske

forhold som støtteparametere. Der data brukes fra flere kvalitetselementer vil kvalitetselementet som har dårligst tilstand styre klassen for hele vannforekomsten. Dette kalles «det verste styrer»-prinsippet <sup>[8]</sup>.

Tilstandsklassen «svært god» kalles også referansetilstanden eller naturtilstanden. Denne er svært viktig i klassifiseringsarbeidet fordi det er denne tilstanden dagens miljøtilstand måles opp mot ved fastsettelse av tilstandsklasse. Referansetilstanden beskrives som den tilstanden for et kvalitetselement der det er liten eller ingen menneskelig påvirkning på vannforekomsten <sup>[8]</sup>. Menneskelige påvirkninger betegnes ved forurensing (eutrofiering, organisk belastning og miljøgifter), langtransportert forurensning (forsuring og miljøgifter), hydromorfologiske endringer (hydrologi, morfologi og vandringshinder) og biologiske påvirkninger (fremmede arter, sykdom og lakselus) <sup>[10]</sup>.

For hvert av de biologiske kvalitetselementene er det utviklet indekser som gir et mål på responsen på en gitt påvirkning. For hver av disse indeksene er det gitt klassegrenser som sier noe om avviket fra referansetilstanden, og som gjør det mulig å klassifisere vannforekomsten. Det er spesielt grensen mellom god og moderat økologisk tilstand som er viktig, fordi det er denne som definerer miljømålet for vannforekomster. Om en vannforekomst ligger under denne klassegrensen skal det gjennomføres miljøforbedrende eller restaurerende tiltak slik at miljømålet nås <sup>[8]</sup>.

## Miljøtilstand- og miljømål-klassifisering



**Figur 1** Illustrer hvordan klassifiseringssystemet av miljøtilstand for overflatevann er bygd opp, som presentert i veileder 02:2018 <sup>[8]</sup>.

Ett av de biologiske kvalitetselementene i vannforskriftens system for klassifisering av overflatevann er fisk. Denne vurderes ut ifra sammensetning, mengde og aldersstruktur for fiskefaunaen. Det er knyttet stor brukerinteresse til fisk, og det er antakelig det biologiske kvalitetselementet allmenheten har mest kunnskap om. Dette gjør at det er viktig å kunne bruke fisk som kvalitetselement. De påvirkningene som fisk anses å være mest sensitiv for er vandringshinder og fragmentering av vannforekomster, forurening og biologisk påvirkning (fremmede arter) <sup>[10]</sup>.

For klassifisering av miljøtilstand i innsjøer er det særlig to indekser som brukes: Norsk endringsindeks for fisk (NEFI) og «Weighted Stratified-Fish Biomass Index» (WS-FBI). NEFI er utviklet for å vurdere endringer i fiskebestander der man har få datapunkter. Den kan gi et mål på endringer i form av tapte eller skadde bestander. WS-FBI-indeksen (også kalt pelagisk fiskeindeks) er utviklet for å vise en sammenheng mellom eutrofiering og fordeling av fisk i innsjøer. Denne gir et mål på biomasse og tetthet i sammenheng totalfosfor <sup>[10]</sup>.

I denne oppgaven vil jeg se på bruken av fiskedata for å fastsette økologisk tilstand for innsjøen Rødenessjøen basert på de to indeksene NEFI og WS-FBI. Jeg vil også vurdere anvendbarheten for disse indeksene og hvor samkjørte de er.

## Tekstboks 1

### Rødenessjøen

Rødenessjøen (VannforekomstID: 001-323-L) ligger 118 moh. i Marker kommune i Østfold, og tilhører Haldenvassdraget vannområde. Innsjøen er stor, kalkfattig, og humøs (vanntypekode: LEL32213, NGIG-type: L-N3). Den har et areal på 15.9 km<sup>2</sup> og et maksdyp på 50.2 m.<sup>[2]</sup> Middeldypet er på 20,4 m.<sup>[3]</sup>

Innsjøen ligger midt i Haldenvassdraget, som er et lavlandsvassdrag og ligger under den marine grense. I tillegg til at innsjøene i Haldenvassdraget mottar mye leirpartikler som er rike på fosfor, mottar de avrenning fra tettsteder, spredt bosetting, jordbruk og industri <sup>[6]</sup>. Det er derfor knyttet store utfordringer til vannkvaliteten i Haldenvassdraget.

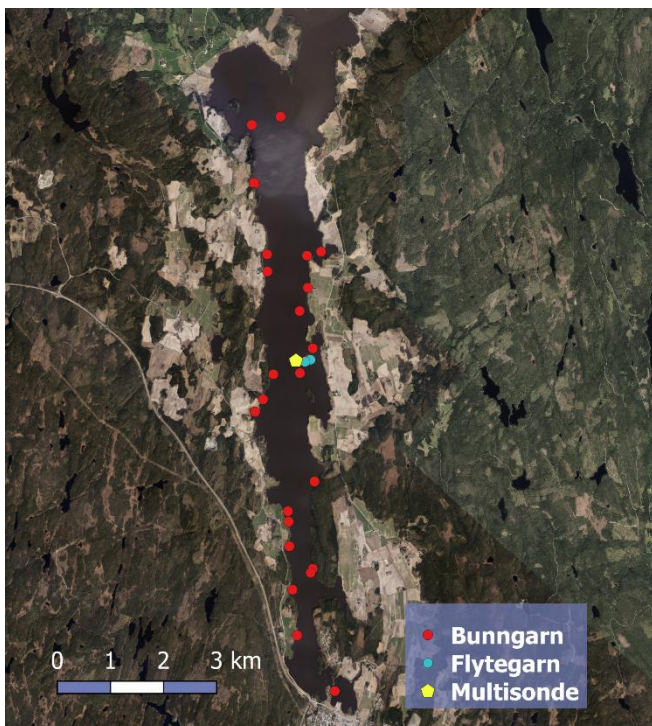
På vann-nett (lest november 2019) er den økologiske tilstanden til Rødenessjøen vurdert til moderat. Miljømål for økologisk og kjemisk tilstand for innsjøen er god. Den største påvirkningsgraden for Rødenessjøen er diffus avrenning fra fulldyrket mark.<sup>[2]</sup>

## 2. Materiale og Metoder

### 2.1 Prøvefiske med garn

Prøvefiske ble utført i forhold til CEN-standarden NS-EN 14757<sup>[11]</sup> den 19. til 20. september 2019. Det ble i alt brukt 26 bunn garn (1,5 x 30 m) og 4 flyte garn (6 x 30m) av typen Nordiske oversiktsgarn. Bunn garna sto enkeltvis, mens flyte garna var bundet sammen to og to. Garnas

Bunn garna ble satt tilfeldig stratifisert på >6m og <6 m dyp i innsjøen, mens flyte garna ble satt i de dypeste delene av innsjøen på 0-6 m og 6-12m dyp (Figur 2). Det ble kun satt flyte garn natt til 19. september. Innsatsen var på 30 garn netter, med 17 garn netter i dyb delaget >6 m og 13 garn netter i dyb delaget <6 m. Dette er godt over CEN-standards minstekrav for innsjøer med Rødenessjøens størrelse og dyp.



**Figur 2** Viser garnas plassering ved prøvfisket, og posisjonen for nedsenkning av multisonde (CTD-sonde). (T. O. Haugen)

Garna ble tømt rett etter de ble tatt opp av deltagere på feltkurs i NATF340, og fisken ble lagt garnvis i poser merket med garnnummer. All fisk ble artsbestemt og målt (cm), og de fleste ble veid (g). Det ble samlet inn gjelleokk eller otolitter til aldersanalyse ble samlet inn fra et utvalg av fiskene, ut ifra hva som var mest hensiktsmessig i forhold til arten. Disse individene ble også kjønnsbestemt og det ble notert om de var kjønnsmoden eller ikke. Fisken fra den første garnnatta ble tatt prøver av samme dag som de ble tatt opp i Haldenvassdragets kanalmuseums lokaler, like ved innsjøen. Fisken fra den andre garnnatta ble fryst ned og tatt prøver av på lab på Norges miljø- og biovitenskaplige universitet (NMBU).

Garnfangstene ble brukt til å beregne relativ fangst per innsats i tetthet (NPUE). Denne er angitt som antall fisk fanget per 100 m<sup>2</sup> garn og tid, og ble beregnet ved formelen

$$NPUE = \left( \frac{N}{\text{garnareal}} \right) \times 100$$

hvor N er antall fisk av en art og garnareal er totalt garnareal (m<sup>2</sup>) brukt til å fiske denne arten.

NPUE ble beregnet for alle bunnegarn under ett, og for flytegarna i de to dybdeintervallene hver for seg. Ved å presentere dataene på denne måten er det mulig å sammenligne fangstfrekvensen for bunnegarna og flytegarna, og resultater av tidligere prøvfiske,

Leif Asbjørn Vøllestad utførte prøvfiske i Rødenessjøen i 1982, og det er resultatene fra denne

undersøkelsen som brukes som referansetilstand <sup>[12]</sup>. I Vøllestads rapport er ikke fangstene fra flytegarn og bunnegarn presentert hver for seg. Det er derfor brukt totalt garnareal for å beregne NPUE for disse prøvfiskeresultatene.

## 2.2 Registrering med ekkolodd

Atle Rustadbakken gjennomførte ekkoloddundersøkelsen med studenter natt til 20. september. Transektdesignet var sikksakk, og dekningsgraden var på 8,7 (Figur 3). Dekningsgraden regnes ut ved formelen

$$\text{Dekningsgrad} = \frac{L}{\sqrt{A}}$$

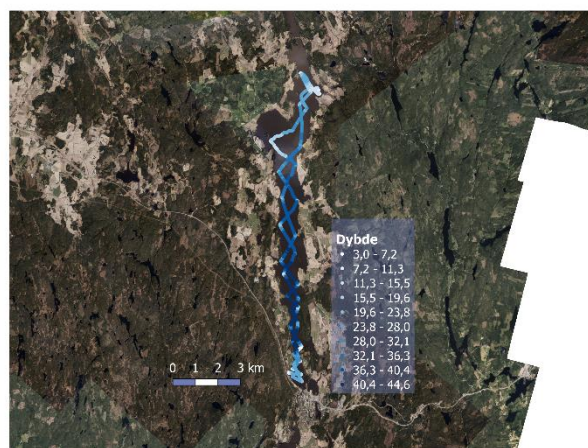
der L er seilt distanse og A er innsjøens areal.

Svingeren hadde en vinkel på 11 grader. System- og parameterinnstillinger er vist i tabell 1.

**Tabell 1** Viser system- og parameterinnstillinger brukt ved ekkoloddregistreringer

Transceiver type	Simrad EK60 splitbeam
Transducer	Simrad_es70-11
Frekvens	70 kHz
Svingerdybde	30 cm
Pinghastighet	1,9 pings <sup>-1</sup>
Pulslengde	256 μs
Effekt	80 W

Programvaren SIMRAD ER60 ble benyttet til innsamlingen av data. Til etterbehandling og analyse av de innsamlede dataene ble programmet Sonar5 Pro (S5) fra Lindem Data Acquisition brukt.



**Figur 3** Viser transekt for ekkoloddkjøring natt til 20. september. (T. O. Haugen)

## 2.3 CTD-målinger

For måling av temperatur- og oksygenprofil ble det brukt en CTD-sonde (multisonde). CTD står for konduktivitet (eller ledningsevne), temperatur og dyp.

Sonden som ble brukt var av typen SAIV 204 (<http://saiv.no/sd204.html>). Den ble senket ned i den dypeste delen av innsjøen etter en akklimatisering i overflatelaget i omtrent fem minutter (Figur 2).

Temperaturprofilen brukes for å anslå hvor termoklinen ligger. I en sjiktet innsjø vil termoklinen være skilt mellom epilimnion (det øvre vannlaget) og hypolimnion (det nedre vannlaget). På sommeren varmes vannet opp fra toppen, og det kalde vannet som er tyngst synker ned til bunnen. Dette gir temperatursjiktning, og det er lite eller ingen utveksling mellom vannlagene. Det er kun i epilimnion at det er sirkulasjon og dermed tilførsel av oksygen fra atmosfæren. Derfor vil oksygenprofilen ofte følge tetemperaturprofilen med høyere oksygenmetning i epilimnion enn i hypolimnion.

## 2.4 Norsk endringsindeks for fisk (NEFI)

I beregning av NEFI brukes antallsmessig dominansforhold mellom artene, og denne indeksen kan dermed brukes til klassifisering der man har få datapunkter. Det er tre dominansklasser som brukes som et relativt mål på styrkeforholdet. Disse er dominant (D), vanlig (V) og sjelden (S). De dominante artene beskrives som tallmessig viktige i fiskesamfunnet, og utgjør mer enn 25 % av garnfangstene ved prøvefiske. De vanlige artene beskrives som vanlige i garnfangster, og utgjør 1-25 % av garnfangstene. De sjeldne artene fanges i lite antall og ikke hver gang det fiskes. Disse utgjør mindre enn 1 % av garnfangstene ved prøvefiske. Dominansklassene ble lest ut ifra prøvefiskedata og beregnet på bakgrunn av det relative målet NPUE <sup>[10]</sup>.

For å finne NEFI vurderes dagens tilstand opp mot referansetilstanden <sup>[10]</sup>.

Den generelle ligningen for NEFI er

$$NEFI = \frac{RT - EG}{RT}$$

hvor RT er referansetilstand og EG er endringsgraden.

Referansetilstanden blir gitt en tallverdi ved vektning av de ulike dominansklassene. EG består av to ledd:  $EG = A_t + A_r$  hvor  $A_t$  er tapte arter og  $A_r$  er reduserte arter i forhold til dominansklasse. De ulike endringene vektet forskjellig <sup>[10]</sup>.

Den økologiske tilstanden på bakgrunn av NEFI kan leses ut ifra tabell 2.

**Tabell 2** Viser klassegrenser for økologisk tilstand i innsjøer basert på norsk endringsindeks for fisk som presentert i veileder 02:2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann <sup>[8]</sup>.

Økologisk tilstand	Ref. verdi	Svært god	God	Moderat	Dårlig	Svært dårlig
Endringsgrad (NEFI)	1,0	1,0-0,95	<0,95-0,80	<0,80-0,50	<0,50-0,25	<0,25

Rødenesjøen har et fiskesamfunn på mer enn fem arter, og ifølge veileder 02:2018<sup>[8]</sup> bør det i slike tilfeller velges ut fem arter ut ifra sensitivitet for den eller de aktuelle påvirkningene, og deretter de mest tallrike artene. Siden den største påvirkningen på innsjøen er «diffus avrenning fra fulldyrket mark»<sup>[2]</sup>, antas eutrofiering å være den mest aktuelle påvirkningen.

Ingen av artene fanget ved dette prøvefiske er spesielt sensitiv for eutrofiering <sup>[8]</sup>. Dermed ble de fem mest tallrike artene valgt til å regne ut indeksen. Ved utregning av indeksen ble artene krøkle, mort, abbor, flire og hork utvalgt på grunn av størst tallrikhet.

## 2.5 WS-FBI-indeksen

WS-FBI-indeksen (også kalt pelagisk fiskeindeks) beskriver en sammenheng mellom eutrofiering og fordelingen av fisk i innsjøer. Indeksen tar utgangspunkt i den totale fiskebiomassen i vannsøykla ( $BM_{Tot}$ ) og fiskens stratifiseringsgrad, altså hvordan fiskebiomassen er fordelt, mellom epilimnion og hypolimnion ( $BM_{Epi}$  og  $BM_{Hypo}$ ).  $\min(\log(BM_{Tot}))$  er en konstant med en negativ verdi, slik at det første leddet utgjør en invers verdi av biomasse målet. Dette er gjort for at begge leddene skal dra i samme retning.  $\max(R_{Hypo})$  er også en konstant. Begge konstantene er spesifikk for innsjøer som ligger lavere enn 200 moh. (høydetype L). Den totale fiskebiomassen vektet med en faktor 7, og ilegges dermed størst vekt <sup>[10]</sup>.

WS-FBI-indeksen regnes ut ved ligningen

$$WS_{FBI} = 7\widehat{BM}_{Tot} + \frac{R_{Hypo}}{\max(R_{Hypo})}$$

Hvor  $\widehat{BM}_{Tot} = \frac{\min(\log(BM_{Tot}))+1}{\log(BM_{Tot})+1}$

og  $R_{Hypo} = \frac{\log(BM_{Hypo}+1)}{\log(BM_{Epi}+1)}$

der  $\min(\log(BM_{Tot})) = -0,0151$  og  $\max(R_{Hypo}) = 5,5342$

Den beregnede indeksen vurderes i henhold til klassegrenser vist i tabell Tabell 3.

**Tabell 3** Viser klassegrenser for økologisk tilstand ved bruk av WS-FBI-indeksen og tilsvarende EQR-verdier (utransformert og normalisert), som presentert i rapporten Vannforskriften og fisk – forslag til klassifiseringssystem <sup>[10]</sup>.

Klasse	Klassegrenser	WS-FBI-verdi	EQR* (uttransf.)	EQR (norm)
Svært god	SG/G	2,00	0,69	0,80
God	G/M	1,50	0,52	0,60
Moderat	M/D	1,25	0,43	0,40
Dårlig	D/SD	1,10	0,38	0,20
Svært dårlig				

\*EQR – står for Ecological Quality Ratio, og sier noe om forholdet mellom en økologisk parameters observerte verdi, og referanseverdi.

### 3. Resultater

#### 3.1 Prøvefiske med garn

I løpet av prøvefisket ble det registrert totalt 10 arter og 1 hybrid. Tabell 4 viser totalt antall av hver art som ble fanget i innsjøen. Krøkle dominerte i fangstene og utgjorde 47,6 % av NPUE. Videre opptrådte mort, abbor, lagesild, brasme, flire, laue, hork og lake med jevn frekvens i fangstene. Det ble fanget kun ett individ av gjedde.

**Tabell 4** Viser arter fanget i prøvefisket, antall (N) av hver art, NPUE (antall/100m<sup>2</sup> garn/12 timer) prosentandelen de utgjorde av den totale fangsten beregnet som NPUE (% NPUE) og dominansforholdet mellom artene. D = dominant, V = vanlig og S = sjelden.

Art	N	NPUE	% NPUE	Dominansforhold
Krøkle	224	61,11	47,57	D
Mort	220	26,69	20,78	V
Lagesild	55	14,12	11,00	V
Abbor	116	10,30	8,02	V
Flire	59	5,43	4,23	V
Hork	59	5,04	3,93	V
Laue	31	4,57	3,56	V
Lake	11	0,94	0,73	S
Brasme	10	0,09	0,07	S
Gjedde	1	0,09	0,07	S
Hybrid (brasme+flire)	1	0,09	0,07	S

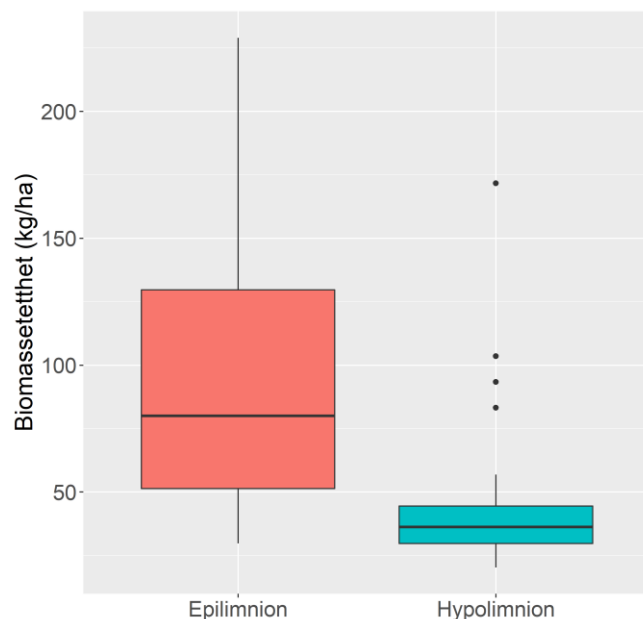
Det var store romlige variasjoner i garnfangstene, med større fangster i epilimnion enn i hypolimnion (Tabell 5).

**Tabell 5** Viser total garnfangst fordelt på art, garntype og vannlag (epilimnion/hypolimnion) ut ifra målt termoklin.

	Krøkle	Mort	Lagesild	Abbor	Flire	Hork	Laue	Lake	Brasme	Gjedde	Hybrid (brasme+flire)	SUM
19.09.2019	217	77	52	57	23	31	10	7	6	1		482
BG (epilimnion)	3	36		55	21	30		1	6	1		154
BG (hypolimnion)	1					1		6				8
FG (epilimnion)	213	41	52	2	2		10					320
20.09.2019	7	143	4	58	36	28	21	4	4	0		305
BG (epilimnion)	3	141	1	56	36	25	21	1	4			288
BG (hypolimnion)	4	2	3	2		3		3				17
SUM	224	220	56	115	59	59	31	11	10	1		787

#### 3.2 Registrering med ekkolodd

Registrering med ekkolodd viste store romlige variasjoner i biomassettheten i Rødenessjøen (Figur 4). I epilimnion ble det registrert en biomasse på 94,8 kg/ha, mens det i hypolimnion ble registrert en biomasse på 45,7 kg/ha.

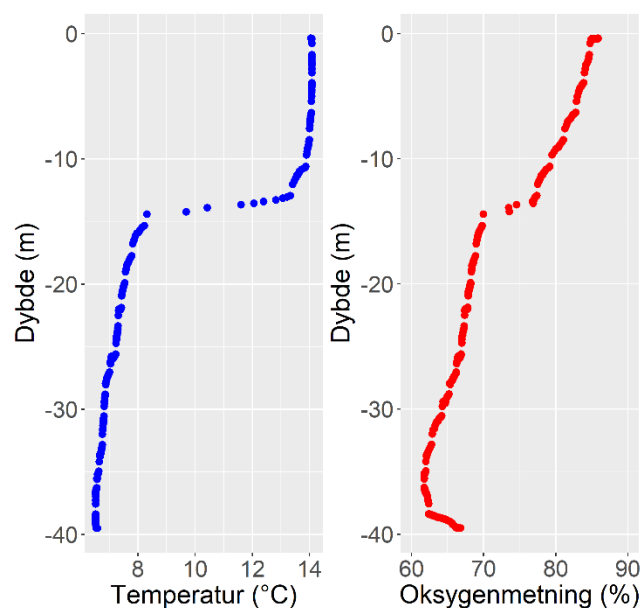


**Figur 4** Viser romlig fordeling av estimert biomassetthet (kg/ha) i Rødenessjøen.

Ut ifra garnfangstene (Tabell 5) kan det se ut til at fiskebiomassen i epilimnion i hovedsak består av krøkle, men også en del mort og lagesild.

#### 3.3 CTD-målinger

Resultatene fra måling av temperatur- og oksygenprofil i innsjøen viser at termoklinen ligger på 15-14 meters dyp (figur 5). I epilimnion lå temperaturen på omtrent 14°C og oksygenmetningen lå på 77-85 %. I hypolimnion sank temperaturen til i underkant av 7,5°C, og oksygenmetningen lå mellom 60-70 %.



**Figur 5** Viser temperaturprofilen (til venstre) og oksygenprofilen (til høyre) for vannsøyla i Rødenessjøen.

### 3.4 Norsk endringsindeks for fisk (NEFI)

Av de fem artene som ble brukt i beregning av NEFI (krøkle, mort, abbor, flire og hork), hadde krøkle gått fra dominansklassen vanlig til dominant fra 1982 til nå. Mort var endret fra dominant til vanlig, og flire fra sjelden til vanlig. Hork og abbor hadde dominansklassene vanlig i begge prøvefiskeresultatene. Dette resulterte i en endringsgrad på 0,65 som tilsvarer moderat økologisk tilstand ifølge grenseverdiene i veileder 02:2018<sup>[8]</sup> vist i tabell 2.

### 3.5 WS-FBI-indeksen

Ekkoloddanalysene viste en total biomasse på 140 kg/ha, med 94,8 kg/ha i epilimnion og 45,7 kg/ha i hypolimnion. Dette ga en verdi for WS-FBI på 1,25. Denne verdien ligger akkurat på grensen mellom moderat og dårlig økologisk tilstand (tabell 3).

## 4. Diskusjon

### 4.1 Klassifisering av økologisk tilstand ved indeksene WS-FBI og NEFI

Indeksene basert på prøvefiske og hydroakustikk peker begge i retning mot moderat økologisk tilstand for Rødenessjøen, og ser dermed ut til å være ganske samkjørte. WS-FBI-indeksen skiller seg fra NEFI ved at den grenser mot dårlig økologisk tilstand. Dette kan ha sammenheng med hvilken referansetilstand som er brukt ved de forskjellige indeksene.

Referanseverdien for WS-FBI er satt ut ifra innsjøer med høyde type L. Den er dermed typespesifikk, og ikke satt individuelt ut ifra innsjøen. Sandlund (2013) spesifiserer at hver innsjø bør vurderes individuelt fordi det er stor naturlig variasjon mellom fiskebestandene i forskjellige vannforekomster med samme vanntype<sup>[10]</sup>. Om det ikke foreligger referansedata for den aktuelle innsjøen kan en typespesifikk referansetilstand allikevel være en god løsning.

Referansetilstanden som ble brukt ved beregning av NEFI er fra 1982, og det var også da en tendens til økt eutrofiering i Haldenvassdraget som følge av jordbruk, industri og kloakk<sup>[12]</sup>. En sammenstilling av lange tidsserier i Haldenvassdraget viser at tilstanden for totalfosfor og klorofyll-a var ganske lik på starten av 80-tallet og i dag. For totalfosfor varierte konsentrasjonen mellom 15-20 µg/L både på 80-tallet og i dag (målinger frem til 2015), og lå dermed rundt og litt over miljømålet på 16 µg/L. For klorofyll-a foreligger det målinger frem til 2013, og disse ligger også på samme nivå som på begynnelsen av 80-tallet. Konsentrasjonene ligger mellom 4 og 2 µg/L, og er lavere enn miljømålet på 9 µg/L<sup>[6]</sup>.

Det er en utfordring at referansetilstanden og dagens tilstand er så lik ved utregning av endringsindeksen for

fisk. Referansetilstanden skal representere en upåvirket naturtilstand for innsjøen, og dette fantes det ikke data for. Siden NEFI tar utgangspunkt i at man har verdier for naturtilstanden, vil alle endringer fra denne være negative. Indeksen vil dermed ikke fange opp endringer som er positive i perioden fra 1982 til 2019.

I arbeidet med denne oppgava så man at mort hadde endret dominansforhold i fiskesamfunnet i Rødenessjøen fra dominant til vanlig. Dette kan man anse som en ønsket endring da mort er en «eutrof» art og gjerne kobles mot dårlig vannkvalitet. At denne arten blir mindre dominerende kan dermed tyde på en bedring i vannkvalitet siden begynnelsen på 80-tallet.

Den moderate økologiske tilstanden satt på bakgrunn av fiskeindeksene støttes til en viss grad av undersøkelser gjort på kvalitetselementet planteplankton i 2018. I denne rapporten ble Rødenessjøens miljøtilstand klassifisert til å ligge akkurat på grensen mellom god og moderat. Det så ut til at det var totalbiomassen av planteplankton som ga størst negativt utslag<sup>[13]</sup>. Totalbiomassen av planteplankton kan være en effekt av eutrofieringspåvirkning på innsjøen.

Den moderate til dårlige økologiske tilstanden satt ut ifra WS-FBI-indeksen indikerer også en effekt av eutrofiering. Hovedtyngden av fiskebiomassen befant seg i epilimnion (Figur 4), noe som kan tyde på oksygenbegrensning eller temperaturbegrensning i hypolimnion. Det er lite trolig at oksygen er begrensende i stor grad i hypolimnion i Rødenessjøen da oksygenmetningen ikke går under 60 % (Figur 5)

Innsjøene i Haldenvassdraget ligger som nevnt tidligere under den marine grense, og er dermed utsatt for tilførsel av leirpartikler fra nedbørfeltet. Dette gjelder særlig for innsjøene oppstrøms fra Ørje, deriblant Rødenessjøen<sup>[6]</sup>. På grunn av manglende datagrunnlag er det ikke utviklet klassifiseringsparametere og grenseverdier for leirpåvirkede innsjøer<sup>[8]</sup>. For disse innsjøtypene kan det stilles spørsmål ved om naturtilstanden er mer eutrof enn den er for vanntypene som brukes i klassifiseringen (LEL32213 / L-N3 for Rødenessjøen). Paleolimnologiske undersøkelser i Bjørkelangen i øvre del av Haldenvassdraget viser at denne innsjøen har hatt flere perioder med store mengder planteplankton de siste 400 år. Perioder med store mengder planteplankton før 1900 kan forklares med at tilførsel av leirpartikler fra nedbørfeltet har gitt økt tilgang til næringsstoffer. Dette kan tyde på at Bjørkelangen er naturlig eutrof.<sup>[6]</sup>

Fisk anses ikke å være en av de mest sensitive biologiske kvalitetselementet for eutrofiering<sup>[10]</sup>. Allikevel får Rødenessjøen en lavere økologisk status ved beregning for kvalitetselementet fisk, enn ved bruk av planteplankton. Etter prinsippet om at det verste styrer er dette verdt å merke seg.

## 5. Konklusjon

Basert på de to indeksene NEFI og WS-FBI er den økologiske tilstanden for Rødenessjøen moderat. Begge indeksene indikerer samme tilstandsklasse, og er slik sett ganske samkjørte.

For begge indeksene er det en svakhet at man ikke har tilgang til gode referansedata. For beregning av NEFI finnes det sjeldent gode referansedata, da fiskeundersøkelser gjerne gjøres når man har et problem i en vannforekomst. For beregning av WS-FBI finnes det ikke referansedata for den spesifikke innsjøen, noe som er problematisk da hver innsjø bør behandles hver for seg.

Om det ikke foreligger tilstrekkelig gode referansedata for fiskeindeksene, vil det være lurt å vurdere bruk av andre biologiske kvalitetselementer for klassifisering av den økologiske tilstanden.

## 6. Referanser

- [1]. WISER. u.å. Background.
- [2]. VannNett-Portal. 2019. Rødenessjøen.
- [3]. Spikkeland, I. 2014. Biologisk mangold i Haldenvassdraget, Rapport 01/2014.
- [4]. WISER. u.å. The WISER project has developed methods for assessing and restoring aquatic ecosystems. .
- [5]. Vannportalen. 2014. Vanndirektivet.
- [6]. Haande, S., T. Rohrlack, og M. Kyle. 2014. Utvikling av vannkvalitet i Haldenvassdraget. Sammenstilling av lange tidsserier (1968-2013). Paleolimnologiske undersøkelser i Bjørkelangen og Hemnessjøen, Rapport L.NR. 6652-2014.
- [7]. Vannportalen. 2017. ESA sin oppfølging av Norges gjennomføring av vanndirektivet.
- [8]. Direktoratgruppen vanndirektivet. 2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann Veileder 02:2018.
- [9]. Vannforskriften. 2006. Forskrift om rammer for vannforvaltningen.
- [10]. Sandlund, O. T., Bergan, M. A., Brabrand, Å., Diserud, O. H., Fjelstad, H. P., Gausen, D., Halleraker, J. H., Haugen, T., Hegge, O., Helland, I. P., Hestehagen, T., Nøst, T., Pulg, U., Rustadbakken, A., Sandøy, S., 2013. Vannforskriften og fisk - forslag til klassifiseringssystem M22-2013.
- [11]. CEN. 2005, NS-EN 14757:2005 Water Quality - Sampling of fish with multi-mesh gillnets. Brussels, European Committee for Standardization.
- [12]. Vøllestad, L. 1983. Fiskeribiologiske undersøkelser i Haldenvassdraget, Rapport nr. 1.
- [13]. Stabell, T., Hereid, S. W.,. 2019. Klassifisering av innsjøer i Haldenvassdraget etter kvalitetselementet «planteplankton». Datarapport, 2018., FAUN RAPPORT 003-2019.