

FagInformasjon

NATF340 – Forvaltning av ferskvannsfisk

Semesteroppgave Nr ? | Nov. 2022 | MINA, Norges miljø- og biovitenskapelige universitet

Økologisk tilstand i Femsjøen basert på ekkolodd- og prøvefiskedata

Av: Anders Skordal Fiskum

Femsjøen er den femte og nederste innsjøen i Haldenvassdraget og ligger tett inntil Halden by. Innsjøen er et populært tur- og friluftsområde som kan by på både vakker utsikt, rikt arts mangfold og svært spennende fiskemuligheter. Haldenvassdraget lider i dag av lang påvirkning fra menneskelig aktivitet og de øverste innsjøene i vassdraget er svært eutrofierte, men på grunn av vassdragets spesielle topografi minsker denne effekten nedover i vassdraget. Hva har dette å si for fiskesamfunnet i Femsjøen? Kan vi forvente bedre tilstand her enn i de øvre vanna? Og hvordan er egentlig den økologiske tilstanden? Dette er spørsmål vi vil prøve å svare på i denne rapporten.

1. Introduksjon

Haldenvassdraget har en lang historie med menneskelig bruk. Vassdraget ble først og fremst benyttet til tømmerfløting, som foregikk her i over 500 år og opphørte først i 1984. Vassdraget ble kanalisert i perioden 1852-1877 mellom Femsjøen og Skulerudsjøen, en strekning på 75 km, hvor det i tiden etter gikk mye skipstrafikk. Selve vassdraget er demmet opp flere steder og det største kraftverket, Tistedalsfoss, ligger ved utløpet av Femsjøen. (1)

Haldenvassdraget er langt fra et unikt eksempel på hvordan mennesker har påvirket ferskvannsføremønstre og vassdrag i Europa, ei heller det mest påvirkede. Flere rapporter peker på at ferskvannsføremønstre er blant de hardest rammede økosystemene i verden, med en gjennomsnittlig nedgang i populasjoner av ferskvannsarter på hele 83% mellom 1970 og 2014.(2) På bakgrunn av dette samt tidligere svært spredt og dårlig vannforvaltning i Europa, samlet EU i år 2000 alle elementene i vannforvaltningen og dannet Vanndirektivet. Vanndirektivets mål handler om beskyttelse og bruk av vannets økosystemer. Norge, som er forpliktet av EØS-avtalen har også implementert elementer fra vanndirektivet i sin forvaltning, og kommer til uttrykk i norsk lov gjennom Vannforskriften. (3)

Vannforskriftens ikrafttredelse 01.01.2007 har ført til at vi i Norge i dag har et system for klassifisering av vannkvalitet samt et mål fastsatt i §4 miljømål for overflatevann, som sier at; «Tilstanden i overflatevann skal beskyttes mot forringelse, forbedres og gjenopprettes med sikte på at vannforekomstene skal ha minst god økologisk og god kjemisk tilstand». Dette innebærer at dersom en vannforekomst ikke oppnår de gitte miljøkravene må forvaltningen gjennomføre tiltak for å bedre vannkvaliteten. (4)

Miljøtilstanden i et vann vurderes ut ifra to hovedparametere, økologisk tilstand og kjemisk tilstand. Klassifisering av økologisk tilstand baserer seg igjen på en 5-delt skala som går fra «Svært dårlig» til «svært god» tilstand mens kjemisk tilstand enten er «god» eller «dårlig». «Svært god» tilstand skal tilsvare vannets naturtilstand uten noen form for påvirkning, hva som er regnet som naturtilstand avhenger av hvilken økosystemtype det er snakk om, men generelt sier man at naturtilstand regnes som tilstand før år 1800. (5) Systemet er satt opp slik at det er den parameteren som gir dårligst utslag som styrer hvilken tilstand vannsystemet får. For eksempel er økologisk tilstand i innsjøer basert på de fire kategoriene bunndyr, fisk, vannplanter og planteplankton. Dersom kun en av faktorene gir et utslag som er mindre enn «godt» vil hele vannets

tilstand bli klassifisert som «moderat» eller verre. (5)

I denne rapporten er det kun kvalitetselementet fisk som skal benyttes ved bestemmelse av Femsjøens økologiske tilstand. Dette er fordelaktig ved at fisk anses å ha svært høy brukerinteresse og informasjon om fiskebestander er forholdsvis enkelt å kommunisere til «vanlige folk». Samtidig er det vanskelig å gi en god vurdering ut ifra kun én variabel, det er derfor svært viktig at vi har gode data og analyseverktøy som gir mest mulig nøyaktige resultat. (5)

Ved bruk av fisk som kvalitetselement i innsjøer er det utviklet to verktøy for fastsettelse av økologisk tilstand, disse kalles NEFI-indeksen (norsk endringsindeks for fisk) og WS-FBI (Weighted Stratified-Fish Biomass Index) også kalt pelagisk fiskeindeks. I tillegg finnes AindexW5 og EindexW3 som kobler forhold mellom fiskebestandene opp mot miljøpåvirkningene forurening og eutrofiering. NEFI-indeksen ser på forholdet mellom mengden av hver fiskeart i innsjøen og baserer seg i stor grad på historisk kunnskap om forholdene i innsjøen, gjerne lokalkunnskap. WS-FBI er derimot en indeks som ser på sammenhengen mellom eutrofiering og fordelingen av fisk i innsjøer ved hjelp av ekkolodd data og flytegarn. (5)

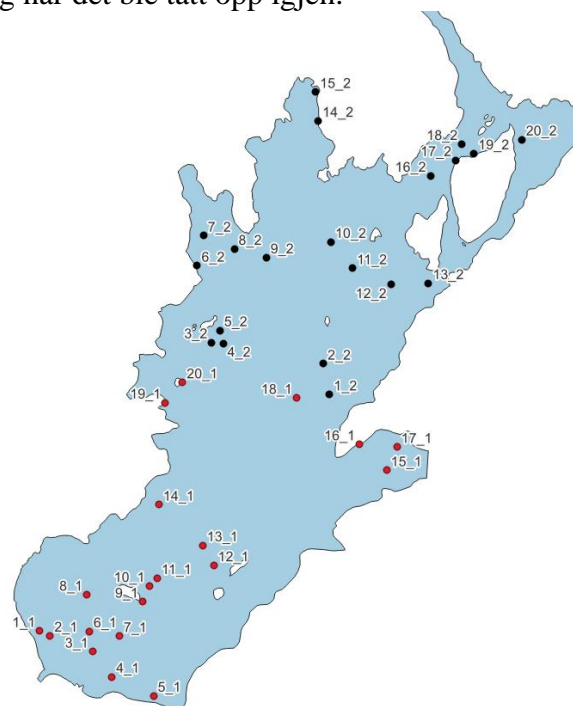
I denne rapporten skal økologisk tilstand for Femsjøen vurderes ut ifra NEFI-indeksen og WS-FBI-indeksen med støtte fra AindexW5 og EindexW3. Tilstanden evalueres ut fra analyser av data samlet inn i forbindelse med kurset NATF340 Fiskeforvaltning, av studenter på Fakultetet for Miljøvitenskap og Naturforvaltning (MINA) ved NMBU, Ås.

2. Materiale og Metoder

2.1 Prøvefiske

Prøvefisket ble gjennomført over to netter mellom 28. og 30.09.2022. Det ble fisket med 18 bunngarn av typen Nordiske oversiktsgarn (1,5x30m) begge nettene. Det ble også benyttet fire flytegarn av samme type (6x30m) den siste natta, som ga 40 garnnetter til sammen. Dybden der bunngarnene ble satt ble målt ved hjelp av en dybdemåler og var mellom 2.2 og 41,5 meter, mens flytegarnene ble satt i de frie vannmasser på

henholdsvis 0-6 meter og 10-16 meters dyp. Garnposisjonene var på forhånd valgt ut med tilfeldige posisjoner av GIS-programmet «Random-points-in-polygons» innstilt slik at 10 garn ble satt tilfeldige steder i vannlag mellom 2 og 10 meter og de andre 10 i vannlag >10 meter. Garnene ble heller ikke plassert nærmere hverandre enn 50 meter og satt i have innsjøen om gangen som vist i figur 1. Videre ble det for hvert enkelt garn registrert tidspunkt for når det ble satt ut og når det ble tatt opp igjen.



Figur 1: Oversiktskart over Femsjøen med garnposisjoner, de røde prikkene er garn satt 28.09.22 mens de sorte prikkene er satt 29.09.22, flytegarna er ikke med i figuren. (T. Haugen 2022)

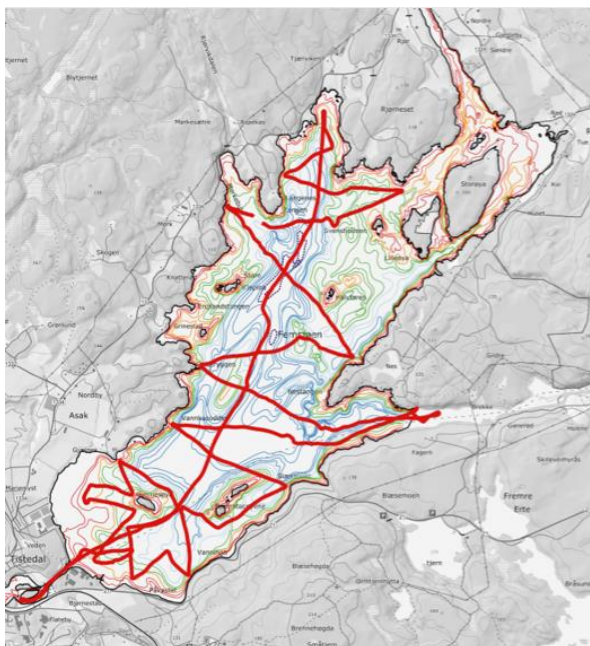
Etter at garnene var tatt opp og fraktet til land, ble de tømt for fisk så fort som mulig og fisken ble lagt i hver sin pose nummerert med samme tall som garnet slik at fisk fra ulike garn ikke skulle blande seg. Garnene ble så rensket og klargjort til neste utsetting. Fisken ble så fraktet inn på et kjølerom for bedre oppbevaring mens de ventet på å bli analysert på lab. Labarbeidet ble delvis gjort i felt på samme tid som prøvefisket foregikk og delvis i lab på NMBU grunnet svært store fiskemengder. På labben ble hver enkelt fisk analysert for parameterne art, lengde, vekt, kjønn og kjønnsmodenhet. Lengden ble målt fra hode til halespiss i millimeter og vekt i gram med ett desimal, i tillegg ble det tatt otolitter av laksefisk og stor abbor, samt skjellprøver og gjellelokk av abbor og karpefisk.



Bilde 1: Bunngarn som trekkes opp av vannet fra båt under prøvefisket, studentene er ivrige på å se hva de har fanget. (Foto: T, Haugen 2022)

2.2 Ekkolodd data

For å få et innblikk i den rommelige strukturen i fiskesamfunnet i Femsjøen ble det natten 29.-30.09.2022 kjørt et ekkoloddtransekt. Transektet ble kjørt av Atle Rustadbakken og NMBU studenter med et skifte av studenter midtveis i registreringen. Transektet ble kjørt opp i et sikk-sakk-mønster for å få størst mulig dekningsgrad av innsjøen som vist på figuren under (Figur 2).



Figur 2: Viser hvor det ble registrert ekkolodd data med båt natt til 30. september 2022. Dybdekurver er også vist i bildet. (T. Haugen 2022)

Dekningsgraden for transektet fikk verdien 7. For å regne ut denne verdien brukes en formel som ser slik ut: $Dekningsgrad = L/\sqrt{A}$, der L er kjørt distanse og A er innsjøens areal.

Videre har vi benyttet følgende formler i analyser:

Ekkostyrke-fiskelengdeforhold ble beregnet etter Lindem 1982: $TS = 20 * \log L - 68$ der fiskelengde (L) er i cm. (Mail Atle Rustadbakken)

Fiskebiomasse ble så beregnet etter et lengdevekt-forhold utarbeidet fra et materiale med blanding av krøkle, lagesild og sik mellom 42 og 455 mm fra Mjøsa: $Vekt = 0.00134 * L^{3.5154}$ der fiskelengde (L) er i cm og vekt er i gram. (Mail Atle Rustadbakken)

Utstyr og tekniske spesifikasjoner som ble benyttet under ekkoloddregistreringa er vist i tabell 1.

Tabell 1: Utstyr og spesifikasjoner for ekkoloddmålinger. (Mail Atle Rustadbakken)

Transceiver type	Simrad EK60 splitbeam
Transducer	Simrad_es70-11
Frekvens	70 kHz
Svingerdybde	50 cm
Pinghastighet	4 ping s-1
Pulslengde	512 us
Effekt	240 W

2.3 CTD-målinger

For å gjøre CTD-målinger (Konduktivitet, temperatur og dyp) og fremskaffe data om temperatur- og oksygenforhold i Femsjøen ble det benyttet en EXO2-sonde fra YSI. Sonden ble senket ned i innsjøen og sakte dratt opp igjen mens sonden logget de aktuelle variablene.

Hensikten med å gjøre CTD-målinger i en innsjø er å finne ut om det er noen tydelig sjiktning i vannet. Dype innsjøer utvikler ofte noe vi kaller en termoklin om sommeren, et område hvor vanntemperaturen og oksygenforhold endrer seg raskt. Dette indikerer hvor skille går mellom epilimnion, som er det varme øverste vannlaget, og hypolimnion som er det nedre kalde vannlaget. Fiskeartene vil ofte være forskjellig i disse to vannlagene og er relevant ved utredning av økologisk tilstand. (5)

2.4 WS-FBI – Pelagisk fiskeindeks

WS-FBI-indeksen er en indeks som ser på sammenhengen mellom eutrofieringsgrad og fisketetthet (fiskebiomasse) i ulike deler av vannsøylen. For å samle inn data til denne indeksen trenger man både ekkolodd data for å se hvor fisken befinner seg i innsjøen, samt garndata

fra flytegarmer for å finne sammenhengen mellom art og størrelsesklasse og de registrerte ekkolodd dataene. Indeksen er basert på referansedata fra i alt 54 innsjøer i Midt-Norge som er nær naturtilstanden. Ved å se på forskjeller mellom fordelingen av fisk i epilimnion og hypolimnion i Femsjøen og referansesjøene kan indeksen beregnes. (5)

For å regne ut en verdi som kan benyttes til å fastslå økologisk tilstand, tar vi i bruk en ligning som vises i (figur 3). I ligningen vektlegges total biomasse høyest (tallverdi 7), og bruker en negativ logaritme for å få en negativ dose-respons kurve.

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

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

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

Figur 3: Ligningbrukt til å regne ut biomasse i økologisk tilstand (T. Haugen, 2022).

Når verdien for indeksen er beregnet som vist i figur 3, kan man vurdere denne mot de ulike klassegrensene som er presentert i tabell 2.

Tabell 2: Illustrerer klassegrenser på bakgrunn av WS-FBI verdier.

Klasse	Klassegrenser	WS-FBI-verdi	EQR* (utransf.)	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				

Betegnelsen EQR er en forkortelse for «Ecological Quality Ratio». Den sier noe om forholdet mellom referanseverdien, og den observerte økologiske parameterens verdi. (5)

2.5 NEFI- Norsk endringsindeks for fisk

NEFI-indeksen er laget med den hensikt at en skal kunne få gode estimater av økologisk tilstand uten å nødvendigvis trenge mange år med overvåkningsdata for å få det til. Indeksen ser på forholdet mellom en «Referansetilstand» og dagens tilstand. Med referansetilstand menes de økologiske forholdene og bestandsforholdene som var i innsjøen før menneskelig påvirkning. Indeksen tar utgangspunkt i forholdet mellom bestandsstørrelse hos arter. Indeksen deler artene i tre kategorier, dominant art (D), vanlig art (V) og sjelden art (S). En dominant art vil stå for mer enn

25% av fangsten i et prøvofiske, mens en vanlig art står for 1-25% og en sjelden art står for mindre enn 1% av fangstene, sjeldne arter trenger heller ikke være til stede ved alle prøvofiskeforsøk. I indeksen settes moderne prøvofiskeresultater opp mot historiske data om bestandsforhold i innsjøen som undersøkes. (5)

Ved beregning av referansetilstand (RT), enten basert på tidligere tiders prøvofiske eller lokalkunnskap, vektet kategoriene dominant (D), vanlig (V) og sjelden (S) med henholdsvis $W=1,0$, $W=0,75$ og $W=0,5$. Referansetilstanden blir da summen av disse verdiene multiplisert med antall arter i hver kategori som vist i figur 4. (5)

$$RT = N_D \times W_D + N_V \times W_V + N_S \times W_S$$

Figur 4: Formel for beregning av referansetilstand (RT) for NEFI-indeksen. N_D er antall dominante arter, N_V er antall vanlige arter og N_S er antall sjeldne arter. W_D, V og S er tilsvarende verdi for hver av kategoriene.

EG – endringsgraden regnes ut ved å ta tapte arter (A_t) og legge til arter redusert i forhold til dominansklasse (A_r), formelen vises i figur 5. Det er viktig å merke seg at endringer i fiskesamfunnet først vil gi utslag dersom en fiskeart endret kategori, eks. fra «dominant» til «vanlig» og disse endringene er vektet ulikt ut ifra hvilken kategori endringen skjer fra og vises i tabell 3. (5)

Tabell 3: Vekting av ulike endringer i dominansforhold hos fisk.

Dominans-kategori	Vekting for tapte bestander i Endringsgraden (EG)	Vekting for reduserte bestander i Endringsgraden	
		Endring fra D til V eller fra V til S	Endring fra D til S
Dominant art (D)	1,00	0,40	0,60
Vanlig art (V)	0,75	0,50	
Sjelden art (S)	0,50		

$$NEFI = (RT - EG) / RT \quad \text{og} \quad EG = A_t + A_r$$

Figur 5: Formel for beregning av NEFI verdien til et vann der RT er referansetilstanden og EG er endringsgraden.

Resultatet fra utregningene kan så legges inn i en tabell (tabell 4) som forteller oss den økologiske tilstanden. (5)

Tabell 4: Viser grensene for ulike økologiske tilstander i innsjøer basert på NEFI-indeksen.

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

Femsjøen er svært fiskerik sjø med hele 17 registrerte arter. I slike tilfeller er det ofte gunstig å ekskludere en del fiskearter fra beregningene og heller sette søkelys på de artene det foreligger best historiske data på, eller arter som er spesielt utsatte for endring i miljøet. I Femsjøen ble artene Abbor (*Perca fluviatilis*), Mort (*Rutilus rutilus*), Flire (*Blicca bjoerkna*), Hork (*Gymnocephalus cernua*) og Krøkle (*Osmerus eperlanus*) brukt ved utregning av indeksen. (5)

I Femsjøen ble det hentet inn data fra et prøvafiske fra 1981 i tillegg til feltundersøkelsene høsten 2022. (6)

2.6 nEQR for AindexW5 og EindexW3

AindexW5 og EindexW3 er to indekser utviklet for å kunne bruke fiskebestander til å se på mulig påvirkning fra henholdsvis forurening og eutrofiering. Indeksene beregnes ut ifra generelle prøvafiskedata på gruppene laksefisk, abborfisk og karpfisk. Indeksene er utviklet med utgangspunkt i lavtliggende Norske og Svenske innsjøer som har en overvekt av varmtvannsarter, alle arter utenom laksefisk, krøkle, lake, alle ferskvannskulkene og ørekyt regnes her som varmtvannsarter. (5)

Indeksen tar i bruk en rekke miljøvariabler i sine beregninger i tillegg til fiskevariabelen. Miljøvariabler er; høyde over havet, innsjøareal, maksimaldyp, gjennomsnittlig lufttemperatur, lufttemperatur i januar og lufttemperatur i juli. Fiskevariablene brukt består av; ant. Fisk per garninnsats, ant. Mort per fangstinnsats, ant. Arter, geometrisk middellengde abbor, geometrisk middellengde mort, andel biomasse karpfisk, andel biomasse potensielt fiskespisende abbor og andel kaldtvannsarter. (7)

Indeksene er konstruert slik at resultatet kaldt nEQR (nEQR – normalised Ecological Quality Ratio) kommer direkte ut som indeksverdi som indikere økologisk tilstand som vist i tabell 5. (5)

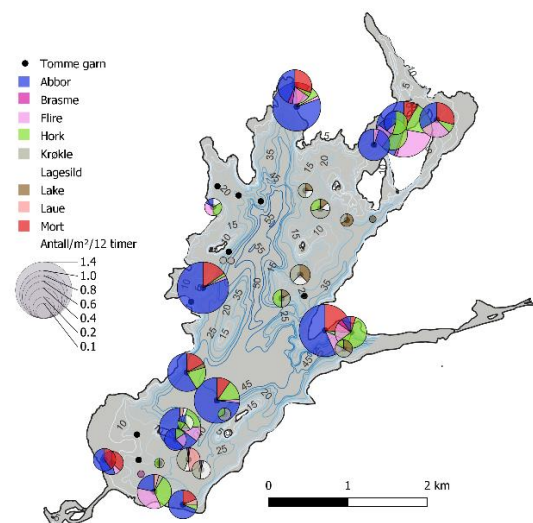
Tabell 5: verdigrænser for økologisk tilstand basert på nEQR for AindexW5 og EindexW3

Terskelverdier mellom tilstandsklassene:	EQR/Aindex W5		EQR/Eindex W3	
	varmtvann	kaldtvann	varmtvann	kaldtvann
Svært god	>0,74	>0,86	>0,75	>0,71
God	0,74-0,55	0,86-0,65	0,75-0,56	0,71-0,53
Moderat	0,55-0,37	0,65-0,43	0,56-0,37	0,53-0,36
Dårlig	0,37-0,18	0,43-0,22	0,37-0,19	0,36-0,18
Svært dårlig	<0,37	<0,22	<0,19	<0,18

3. Resultater

3.1 Prøvafiske

Det ble fanget og registrert totalt 639 fisk fordelt på alle bunn- og flytegarn i løpet av de 40 garnnettene. Det ble fanget 9 arter med abbor som den dominerende arten med 297 individer som utgjorde 46% av fangsten. Ellers ble det også fanget en del hork, Mort og Flire som utgjorde henholdsvis 14,5%, 10% og 10% av fangsten, som vist i tabell 6. Det ble fanget minst brasme med kun 3 individer, mens mange av de andre artene påvist i sjøen ikke er representert overhode. Den rommelige fordelingen av fangstene fra de ulike garnposisjonene kan sees i figur 6.

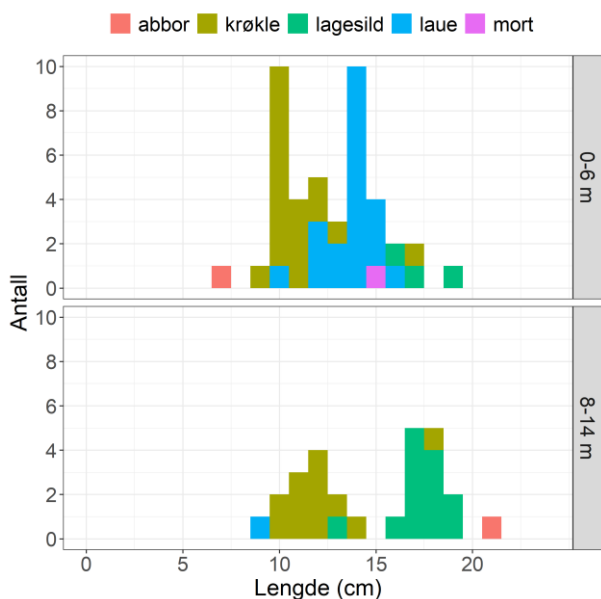


Figur 6: Rommelig fordeling av fisk fanget i de ulike garnene på Femsjøen, størrelse på kakediagrammet indikerer antall fisk. (T. Haugen 2022)

Tabell 6: Fordeling av antall arter i prosent, samt totalt antall individer og dominansforhold.

Art	Antall av Art	%	NPUE	Dominansforhold
abbor	297	46 %		D
brasme	3	0,40 %		S
flire	67	10 %		V
hork	93	14,50 %		V
krøkle	51	7,90 %		V
lagesild	26	4 %		V
lake	11	1,70 %		V
laue	24	3,70 %		V
mort	67	10 %	1,675	V
Total:	639		15,925	

Som vi kan se av figur 7 ble det fanget flere fisk i det øverste vannlaget (0-6 meter) enn litt dypere og var dominert av typiske arter en finner i epilimnion som Laue og Krøkle. Dypere ned (8-14 meter), i overgangssonen mellom epilimnion og hypolimnion, dominerte litt større fisk som lagesild, en typisk kaldtvannsart som liker seg i hypolimnion (se også avsnitt 3.3).



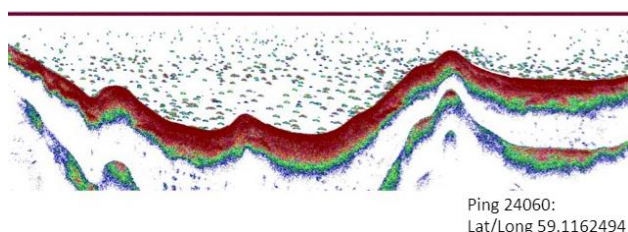
Figur 7: fangstfordeling av de ulike fiskeartene fra 0-6 meter og 8-14 meter. (T. Haugen 2022)

3.2 Registrering med ekkolodd

Resultater fra ekkoloddregistreringen viser at det var stor forskjell i mengden fisk registrert i epilimnion og hypolimnion. I epilimnion var fisketettheten på 5,1 kg/ha, mens den i hypolimnion var hele 46,6 kg/ha. Om vi sammenligner med tilsvarende undersøkelser fra for eksempel Øymarksjøen er dette likevel relativt lite (tabell 7 og figur 8).

Tabell 7 : viser tettheten av fisk i epi- og hypolimnion for Øymarksjøen og Femsjøen.

	Ekkolodd-data (kg/ha)	
	Epilimnion	Hypolimnion
Øymark	85.9957681	124.211346
Femsjøen	5.1067907	46.6558837

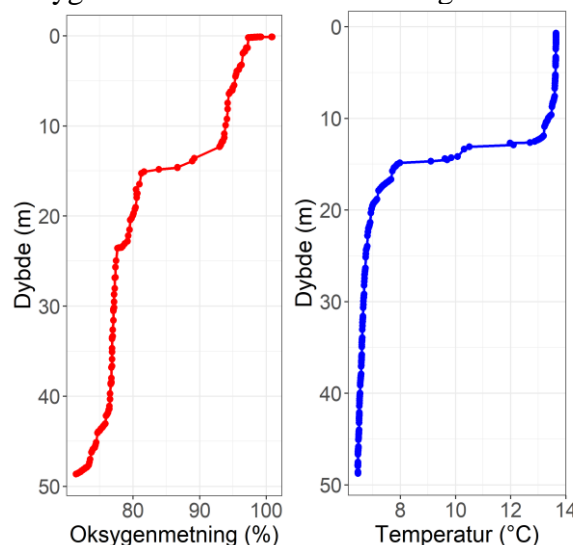


Figur 8: et utsnitt fra ekkoloddregistreringene i Femsjøen, viser et tydelig skille i antall fisk mellom Epi- og hypolimnion.

3.3 CTD-målinger

Temperatur og oksygenprofilen i Femsjøen er vist i figur 9 og viser at temperaturen lå på rundt 13-14 grader i epilimnion, og oksygennivået ligger rundt 93-97%. Ved ca. 14 meters dybde ser vi en tydelig endring i både temperatur og oksygenforhold som tyder på at det er her termoklinen befinner seg. I

Hypolimnion er temperaturen markant lavere enn epilimnion og ligger mellom 6 og 8 grader, mens oksygeninnholdet er mellom 70 og 80%.



Figur 9: Viser endring i temperatur og oksygenmetning i Femsjøen, vi ser en markant endring rundt 13-14 meter. (T. Haugen 2022)

3.4 WS-FBI-indeksen

Resultatet fra ekkolodd kjøringen ble som tidligere nevnt en fordeling av fisk på 5,1 kg/ha i epilimnion, mens den i hypolimnion var 46,6 kg/ha, totalt var fordelinga 51,7 kg/ha. Ved hjelp av disse verdiene kan vi ved bruk av formelen i figur 3 regne ut den totale WS-FBI-verdien for innsjøen. Innsjøens tilstand kan så sees i tabell 2. Resultatet, som vist i figur 10, ble en verdi på 2,8 som tilsvarer **svært god** økologisk tilstand.

Femsjøen	2.80	Svært god
----------	------	-----------

Figur 10: resultat fra utregningen av WS-FBI-indeksen. (T. Haugen 2022)

3.5 NEFI - Norsk endringsindeks for fisk

Prøvefiske data fra 1981 viser stor forskjell i dominansforhold i innsjøen fra hvordan det er i dag. Blant annet har brasme gått fra å være en dominerende art i 1981, til å være sjelden i dag. Både laue, hork, krøkle og lake ble det gjort null fangster av i 1981, mens de alle ble karakterisert som vanlige arter i 2022 prøvefisket. Grunnen til dette handler i stor grad om måten prøvefisket fra 1981 ble gjennomført, for det ble her kun satt gran med store maskevidder, slik at mindre fiskearter ikke ble representert i fangstene. Det ble heller ikke satt garn på dyptet, slik at arter som lake som finnes på dypt vann heller ikke ble representert i fangstene. Videre antas det også på bakgrunn av andre studier at tilstanden i Femsjøen på 80-tallet trolig var dårligere enn den er i dag. (6)

Grunnlaget for å utarbeide et godt og pålitelig resultat fra NEFI-indeksen ble i dette tilfellet for tynt, det foreligger derfor ingen resultater fra denne indeksen.

3.6 nEQR for AindexW5 og EindexW3

Resultatet fra beregning av AindexW5 og EindexW3 ble som vist i figur 11 at nEQR for Aindex (Forsuring) fikk verdien 0,88, mens Eindex (Eutrofiering) fikk verdien 0,77. Om vi ser i tabell 4 tilsvarer disse verdiene **svært god** økologisk tilstand for Aindex og **God** økologisk tilstand for Eindex.

Fiskeparametere									
CPUE _u	CPUE _{mort}	AntArter	gml _{abbor}	gml _{mort}	bmA _{karpetisk}	bmA _{tsabbort}	indA _{kaldiv}		
fisk / nett	fisk / nett		mm	mm	%	%	%		
15.9	1.7	9	125	162	23	27	14		

Innsjø		Miljøparametere					Tilstandsklasser	
Parameter:	hoh	areal	maxD	midT	janT	julT	Aindex (forsuring)	Eindex (eutrofiering)
Måleenhet:	m	km ²	m	°C	°C	°C	nEQR	nEQR
ID	Navn						0.88	0.77
1	Femsjøen	79	10.64	55	8.23	-0.2	18.4	
							Svært god	God

Figur 11: Oversikt over de ulike variablene benyttet i indeksen samt resultatet markert i Blått og grønt. (T. Haugen 2022)

4. Diskusjon

NEFI – indeksen er et godt virkemiddel for å finne økologisk tilstand basert på kunnskap om historiske dominansforhold mellom arter. Men indeksen har også en svakhet. Denne svakheten handler om at det i mange tilfeller ikke foreligger noen eldre data, og historisk kunnskap kan ha dødd ut. I slike tilfeller blir NEFI-indeksen vanskelig å bruke. I tilfeller der det foreligger historiske data er det også verdt å ha et kritisk forhold til når en regner naturtilstanden ut ifra, er det 1980? eller er det før 1800? Om dataene brukt i indeksen for eksempel ble samlet inn i en dårlig periode med sterk påvirkning fra mennesker, mens dataene samlet inn i dag er nærmere den egentlige naturtilstanden vil dette naturlig vis slå dårlig ut på indeksen. For Femsjøen var det nettopp dette som var tilfellet og det ble besluttet å ikke ta disse beregningene med i resultatet.

for å kompensere for at NEFI-indeksen ikke lenger kunne brukes ble det forsøkt en ny metode. Dette var EindexW3 og AindexW5 som ser på fiskebestander i forhold til miljøpåvirkning fra sur nedbør og eutrofiering. Her viste resultatene at innsjøen var i **svært god** økologisk tilstand i forhold til sur nedbør og i **god** økologisk tilstand i forhold til eutrofiering. Om vi sammenligner dette

med resultatet fra WS-FBI-indeksen som ga Femsjøen tilstanden **svært god** økologisk tilstand, er det nærliggende å tenke at innsjøen ligger et sted mellom **svært god** og **god** tilstand.

Om man sammenligner resultatene med tidligere rapporter som tar for seg andre kvalitetselementer, som vannplanter og planteplankton, finner vi også her at miljøtilstanden i Femsjøen overveiende er god. I en 2011-rapport om vannplanter og eutrofiering ble det konkludert at Femsjøen var i God økologisk tilstand, selv om det var i grenseland når man trakk inn total mengde fosfor. (8) I en nyere rapport fra 2020 hvor planteplankton var i fokus ble det konkludert med at den økologiske tilstanden grenset opp mot svært god, men ble trukket ned til god av totalmengden fosfor. (9)

5. Konklusjon

Basert på resultater fra både prøvofisket og tidligere rapporter med fokus på andre kvalitetselementer er det mye som tyder på at Femsjøen er i bedre økologisk tilstand enn mange av innsjøene lenger opp i vassdraget. Alle resultatene tyder på at tilstanden i Femsjøen ligger et sted mellom **Svært God** og **God**. Med hensyn til vannforskriftens mål om at innsjøer skal ha minst god økologisk og kjemisk tilstand er det gledelig at i alle fall den økologiske tilstanden i Femsjøen tilfredsstillende disse kravene. Videreføring av overvåkningsarbeidet i sjøen anbefales for sikre at denne trenden vedvarer også i fremtiden.

5. Referanser

1. Thorsnæs G, Askheim S. Haldenvassdraget. Store Norske Leksikon 2021.
2. Flitcroft R, Cooperman MS, Harrison IJ, Juffe-Bignoli D, Boon PJ. Theory and practice to conserve freshwater biodiversity in the Anthropocene. Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems. 2019;29(7):1013-21.
3. Vannportalen. Om vanddirektivet - EUs rammedirektiv for vann
4. Miljødepartementet. miljødepartementet, K.-o. 2006. Vannforskriften. Lovdata.no, Lovdata. 2006.
5. vannforskriften Dfga. Veileder 2: 2018 Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og

kjemisk klassifiseringssystem for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver [Guidelines for the classification of ecological status in coastal water, groundwater, lakes and rivers]. 2018.

6. Heggenes J. Hovedplan Haldenvassdraget
Delrapport: VILT og FISK. 1981:77.

7. Commission E, Centre JR, Kinnerbäck A, Sandlund O, Sandøy S, Saksgård R, et al.
Intercalibration of the national classifications of ecological status for Northern Lakes : biological quality element : fish fauna. Poikane S, editor: Publications Office; 2018.

8. Spikkeland I. VANNPLANTER OG
EUTROFIERING Hemnessjøen, Rødenessjøen og
Femsjø 2011. 2011:7.

9. Stabell T. Klassifisering av innsjøer i
Haldenvassdraget etter kvalitetselementet
planteplankton. 2020:20.