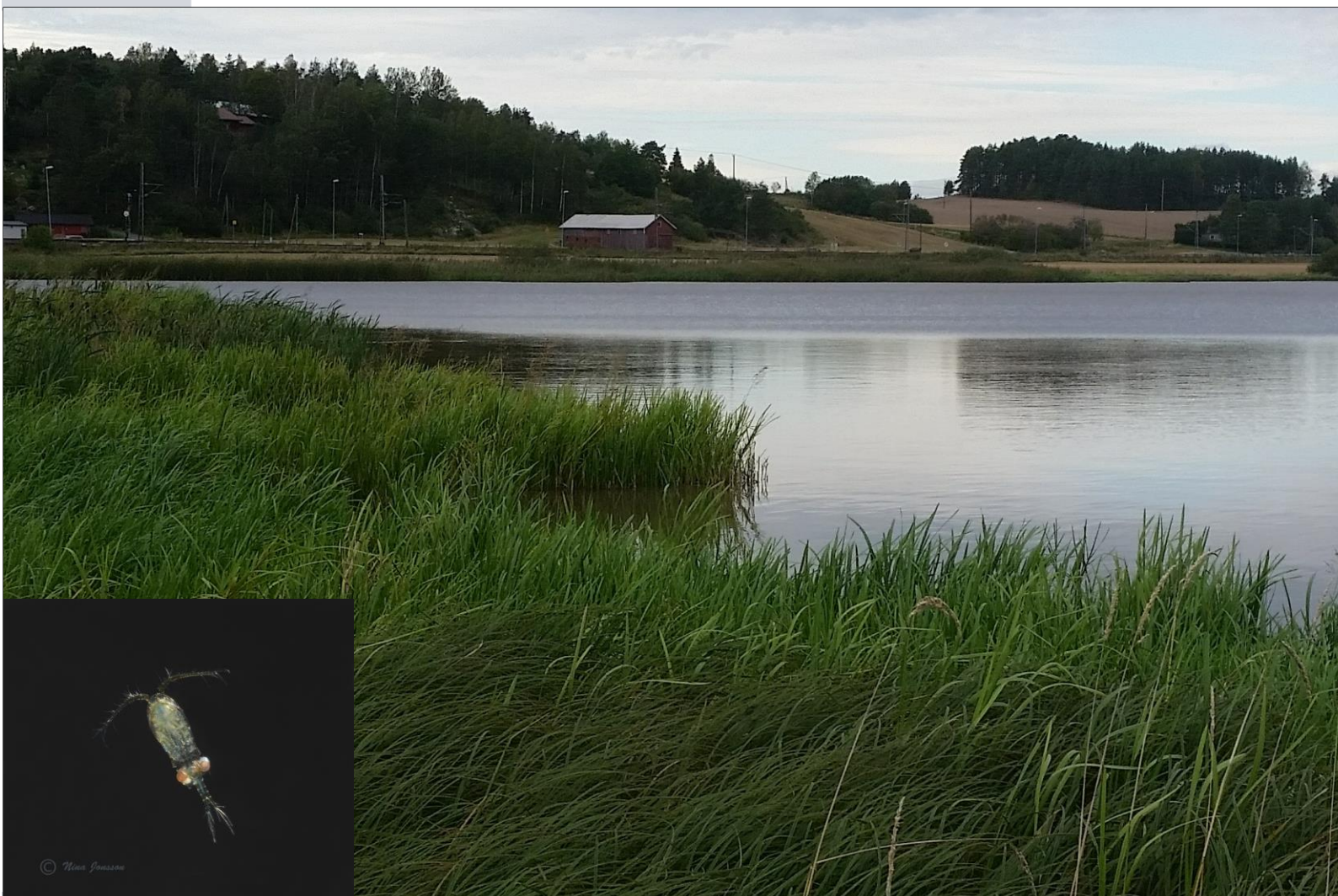


1872

NINA Rapport

Ringtest av krepsdyrundersøkelser i Norge

Thomas Correll Jensen, Bjørn Walseng, Ann Kristin Schartau, Erling Brekke, Anders Hobæk, Karstein Hårsaker, Elisabeth Skautvedt, Trond Stabell



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er NINAs ordinære rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på engelsk, som NINA Report.

NINA Temahefte

Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. Heftene har vanligvis en populærvitenskapelig form med vekt på illustrasjoner. NINA Temahefte kan også utgis på engelsk, som NINA Special Report.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler og i populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Ringtest av krepsdyrundersøkelser i Norge

Thomas Correll Jensen, Bjørn Walseng, Ann Kristin Schartau, Erling Brekke, Anders Hobæk, Karstein Hårsaker, Elisabeth Skautvedt, Trond Stabell

Jensen T.C., Walseng B., Schartau. A.K., Brekke E., Hobæk A., Hårsaker K., Skautvedt E. & Stabell T. 2020. Ringtest av krepsdyrundersøkelser i Norge. NINA Rapport 1872. Norsk institutt for naturforskning.

Oslo, november 2020

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-4643-9

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

Åpen

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Tor Atle Mo

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Kristin Thorsrud Teien

OPPDRAGSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

Miljødirektoratet

OPPDRAGSGIVERS REFERANSE

M-1825|2020

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Gunnar Skotte

FORSIDEBILDE

Bakgrunn: Skinnerflo, Råde og Frederiksstad i Viken.

Foto: © Thomas Correll Jensen, NINA. Forgrunn: Hoppekrepsen

Cyclops scutifer (hun m. egg). Foto: © Nina Jonsson, NINA.

NØKKEWORD

- Norge
- Krepsdyr, hoppekreps, vannlopper
- innsjøer
- Ringtest
- taksonomisk bestemmelse

KEY WORDS

- Norway
- microcrustaceans, copepods, cladocerans
- lakes
- ringtest
- taxonomic identification

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor
Postboks 5685 Torgarden
7485 Trondheim
Tlf: 73 80 14 00

NINA Oslo
Sognsveien 68
0855 Oslo
Tlf: 73 80 14 00

NINA Tromsø
Postboks 6606 Langnes
9296 Tromsø
Tlf: 77 75 04 00

NINA Lillehammer
Vormstuguvegen 40
2624 Lillehammer
Tlf: 73 80 14 00

NINA Bergen
Thormøhlens gate 55
5006 Bergen
Tlf: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Jensen T.C., Walseng B., Schartau A.K., Brække E., Hobæk A., Hårsaker K., Skautvedt E., Stabell T. 2020. Ringtest av krepsdyrundersøkelser i Norge. NINA Rapport 1872. Norsk institutt for naturforskning.

Krepsdyr tilhørende gruppene vannlopper (Cladocera) og hoppekreps (Calanoida og Cyclopoidea) er viktige indikatororganismer i overvåkingen av innsjøer i Norge. I likhet med de fleste andre biologiske indeksene i det norske klassifiseringssystemet, er også krepsdyrindeksene basert på indikatorarter. Taksonomisk kompetanse på artsnivå er derfor en forutsetning for å kunne fastsette økologisk tilstand basert på krepsdyr. Forskjeller i krepsdyrbestemmelser mellom aktører/laboratorier som deltar i overvåkingen vil kunne påvirke indeksverdiene og dermed resultatene av tilstandsklassifisering. Vi har utført den første sammenligningen av krepsdyrbestemmelser i Norge for å høste erfaringer om hvordan en ringtest for krepsdyrbestemmelser kan organiseres. I tillegg er det også et formål å finne ut om og i hvilken grad artsbestemmelse av krepsdyr fra innsjøer varierer mellom aktører og om slike forskjeller påvirker klassifiseringen av økologisk tilstand. Det deltok syv laboratorier i ringtesten som bestod av to deltester. I deltest 1 skulle deltakerne artsbestemme homogeniserte, fraksjonerte prøver fra tre innsjøer (en referanse, en forsuret/sur og en eutrofiert innsjø), mens deltest 2 bestod i artsbestemmelse av en prøve med identisk artsinventar.

Resultatene fra deltest 1 viste at det var en markant variasjon mellom laboratorier for de fleste av de undersøkte parameterne som ga seg utslag i en signifikant effekt på antall bestemte taksa/arter, antall indikatorarter, taksonomisk skår, og artssammensetning. Dette var tilfellet uansett om «sjeldne arter» (< 0,1 %) var inkludert i datasettet eller ei. Forskjeller mellom laboratorier i taksonomisk kompetanse og/eller forskjeller i prosessering av prøvene er de mest sannsynlige forklaringene på variasjonen mellom laboratorier. Forskjellene i taksonomisk bestemmelser resulterte i stor variasjon i økologisk tilstandsklassifisering, både for forsurening og eutrofiering, og økologisk tilstand for samme innsjø varierte i noen tilfeller med hele fire tilstandsklasser. Det er ikke utarbeidet noen fasitliste for deltest 1, og laboratoriene er derfor ikke rangert på bakgrunn av resultatene.

I deltest 2 var det mindre forskjeller mellom laboratoriene. I noen tilfeller manglet det arter fra den utsendte listen og i andre tilfeller var det registrert arter som ikke sto på den utsendte listen. Dette skyldes nok i hovedsak feilbestemmelser. Det ble imidlertid avdekket et enkelt tilfelle der en prøve hadde blitt utilsiktet «forurenset» med et individ av en art som ikke var valgt ut til testen.

Resultatene fra ringtesten viser klart at det er behov for en kvalitetssikring av de taksonomiske bestemmelsene av krepsdyr så lenge vassdragsovervåkingen er anbudsbasert. En ringtest vil synliggjøre forskjeller mellom laboratorier for anbudsgivere, øke kvaliteten av de taksonomiske bestemmelser og dermed redusere feil i økologisk tilstandsklassifisering. Det anbefales derfor at laboratorier som skal jobbe med krepsdyrbestemmelser som ledd i vassdragsovervåken/vannforskriften, deltar i ringtester. Erfaringene fra vår ringtest vil kunne være nyttige for hvordan eventuell fremtidig ringtest for krepsdyrbestemmelser legges opp. Man kan forestille seg at en fremtidig ringtest inneholder begge eller kun én av de to deltester som inngår i denne testen. Hva som velges, vil i høy grad være et ressurs spørsmål. Fordelene og ulempene ved de to deltestene diskuteres i rapporten. Vi anbefaler uansett at det brukes fiksert materiale/prøver i en fremtidig test, og ikke bilde/videomateriale.

Thomas Correll Jensen, Norsk institutt for naturforskning, Sognsveien 68, 0855 Oslo

E-post: thomas.jensen@nina.no

Bjørn Walseng, Norsk institutt for naturforskning, Sognsveien 68, 0855 Oslo

E-post: bjorn.walseng@nina.no

Ann Kristin Schartau, Norsk institutt for naturforskning, Sognsveien 68, 0855 Oslo

E-post: ann.schartau@nina.no

Erling Brekke, Rådgivende Biologer AS, Edvard Griegs vei 3, 5059 Bergen, E-post: erling.brekke@radgivende-biologer.no

Anders Hobæk, Norsk institutt for vannforskning, Thormøhlensgate 53 D, 5006 Bergen. E-post: anders.hobaek@niva.no

Karstein Hårsaker, Vitenskapsmuseet - Naturhistorie, Erling Skakkes gt. 47a, Schøninghuset, NTN00289, 7012 Trondheim, E-post: karstein.harsaker@ntnu.no

Elisabeth Skautvedt, Faun Naturforvaltning AS, Klokkarhamaren 6, 3870 Fyresdal, E-post: elisabeth.skautvedt@fnat.no

Trond Stabell, Norconsult as, Kjørboveien 22, 1337 Sandvika, E-post:

trond.stabell@norconsult.com

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Metoder	8
2.1 Deltest 1 - Krepsdyrprøver fra tre ulike innsjøer	8
2.2 Deltest 2 - Krepsdyrprøver med identisk artsinventar	12
3 Resultater	14
3.1 Deltest 1 - Krepsdyrprøver fra tre ulike innsjøer	14
3.2 Deltest 2 - Krepsdyrprøver med identisk artsinventar	22
4 Diskusjon	23
5 Referanser	27
6 Vedlegg	29
6.1 Vedlegg 1: Deltakende laboratorier	29
6.2 Vedlegg 2: Krepsdyrindeksen CIT	29
6.3 Vedlegg 3: Supplerende resultater	31
6.4 Vedlegg 4: Resultater fra ringtesten	33

Forord

Norsk institutt for naturforskning (NINA) har på oppdrag fra Miljødirektoratet gjennomført en nasjonal ringtest for krepsdyr som et pilotprosjekt. Innledningsvis ble opplegget for denne ringtesten og test for bunndyr diskutert på møte mellom Miljødirektoratet (Gunnar Skotte og Steinar Sandøy), NORCE (Gaute Velle) og NINA (Thomas Jensen). Opplegget ble godkjent av Miljødirektoratet før igangsettelse. Ringtesten bestod av to deltester. I deltest 1 skulle de deltakende laboratorier bestemme krepsdyr i homogeniserte prøver fra tre innsjøer. I del-test 2 av ringtesten skulle deltakerne bestemme krepsdyr i en prøve med identisk artsinventar. NINA deltok ikke selv i deltest 2. Gjennomføringen av ringtesten ble noe forsinket i forhold til opprinnelig fremdriftsplan på grunn av situasjonen rundt korona/Covid-19. Et av de deltakende laboratorier, Åkerblå, har ikke ønsket å stå som medforfatter på rapporten. Det skal nevnes her at de likevel har deltatt i ringtesten på lik linje med de andre laboratorier samt kommentert på rapporten. Alle deltakerne i testen samt Miljødirektoratets kontaktpersoner Gunnar Skotte og Steinar Sandøy takkes for godt samarbeid.

November 2020

Thomas Correll Jensen

1 Innledning

Krepsdyr tilhørende gruppene vannlopper (Cladocera) og hoppekreps (Calanoida og Cyclopoidea) er viktige indikatororganismer i overvåkingen av innsjøer i Norge. De fleste biologiske indekser som inngår i det norske klassifiseringssystemet for ferskvann, inklusive krepsdyrindeksene, er basert på kunnskap om arters følsomhet/toleranse for spesifikke påvirkninger, såkalte indikatorarter (se Veileder 02:2018; Direktoratgruppen vanddirektivet 2018). Det kreves derfor taksonomisk kunnskap på artsnivå for å kunne fastsette økologisk tilstand basert på krepsdyr.

Forskjeller i taksonomisk bestemmelse mellom aktører som deltar i overvåkingen vil kunne påvirke indeksverdiene og dermed tilstandsvurderingen av en vannforekomst. Tidligere sammenlikninger av laboratorier som utfører artsbestemmelser av bunndyr viste relativt store forskjeller mellom laboratoriene (Petrin mfl. 2016, Velle mfl. 2018). Dette er bakgrunnen for en henvendelse fra Miljødirektoratet til NINA (heretter omtalt Organisasjon) i 2019 med forespørsel om gjennomføring av en nasjonal ringtest for krepsdyr som et pilotprosjekt.

Krepsdyrindeksene som inngår i det norske klassifiseringssystemet, er basert på artsdiversitet og forekomst av indikatorarter med utgangspunkt i håvtrekk (semikvantitative prøver). En ringtest må derfor rettes mot taksonomisk bestemmelse, og ikke bestemmelse av tetthet og biomasse.

Artsinventaret av krepsdyr i innsjøer varierer avhengig av menneskelig påvirkning som for eksempel forsuring (Walseng & Schartau 2001) og eutrofiering (Jensen mfl. 2013). Veilederen for klassifisering av miljøtilstand i vann inkluderer både pelagiske og litorale krepsdyrprøver. Diversiteten av krepsdyr er størst i litoralsonen og ca. 70 % av artene betegnes som litorale (Walseng mfl. 2006). Litorale arter forekommer kun sporadisk i pelagiske prøver, men de fleste pelagiske arter fanges opp i litorale prøver. Samtidig er bearbeiding av litorale prøver mer krevende da disse ofte inneholder mye uorganisk og organisk materiale (innsjøsedimenter m.m.) samt at bearbeidingen krever taksonomisk kunnskap om flere arter.

Det ene formålet med dette prosjektet er å høste erfaringer om hvordan man kan organisere en ringtest for krepsdyrbestemmelser. Det andre formålet er å dokumentere hvorvidt artsbestemmelse av krepsdyr i innsjøer varierer mellom laboratorier i Norge og om slike forskjeller påvirker klassifiseringen av økologisk tilstand.

2 Metoder

Ringtesten ble gjennomført på «laboratorie-nivå» av de deltagende laboratorier (tabell V6.1), og av praktiske årsaker ble det ikke satt begrensninger for tidsforbruk per prøve for deltakerne.

2.1 Deltest 1 - Krepsdyrprøver fra tre ulike innsjøer

Ringtesten var todelt, der deltest 1 bestod av prøver fra tre typer innsjøer med forventet forskjellig artsinventar av krepsdyr: en referansesjø, en næringspåvirket (eutrof) innsjø og en forsuret/sur innsjø. For at ikke denne delen av ringtesten skulle bli for omfattende, ble det kun brukt litorale prøver. Utvalg av innsjøer (tabell 2.1) ble gjort på bakgrunn av eksisterende informasjon om påvirkninger. Et annet utvelgelseskriterium var at krepsdyrfaunaen i de inkluderte vannforekomstene, så vidt mulig, ikke skulle være kjent fra tidligere undersøkelser.

Prøvene ble samlet inn 12. september 2019. I hver innsjø ble det tatt ti horisontale håvtrekk (maskevidde håv 90 µm) fra samme prøvepunkt, og prøvene ble fiksert med lugol. I forbindelse med prøveinnsamlingen ble det gjort enkle målinger av pH og ledningsevne (tabell 2.1), det ble tatt bilde av lokalitetene (figur 2.1) og prøvepunktet ble stedfestet. Det innsamlede materialet ble oppbevart mørkt og kjølig frem til videre prosessering på laboratoriet som er skissert i figur 2.2. For hver av de tre innsjøene ble de innsamlede prøvene blandet sammen (homogenisert) i en 500 ml målesylinder. Prøvene ble fraksjonert ved at det ble tatt 5 ml delvolumen over i syv merkede 20 ml scintillasjonsbegre. Til hver av syv begre ble det tilsatt fire runder med 5 ml av den homogeniserte prøven i målesylinderen, sådan at det samlede prøvevolumen i hvert beger var 20 ml. Det ble brukt separat pipette (med vid åpning) og målesylinder til prøvene fra hver innsjø. De ferdige prøvene ble fordelt randomisert og sendt til de deltagende laboratorier for oppbehandling og bestemmelse.

Tabell 2.1. Innsjøer som inngår i deltest 1.

Innsjønavn*	VannforekomstID**	Navn VF**	Vanntype**	pH	Ledningsevne (µS/cm)
Gøtelitjern	001-361-R	Gøtelielva bekkefelt	Små, svært kalkfattig type 1b, humøs	5,1	27
Skinnerflo	002-115-L	Skinnerflo	Middels stor, moderat kalkrik, humøs	6,3	174
Nordbysjøen	002-5423-L	Nordbysjøen	Middels stor, kalkfattig, humøs	7,1	30

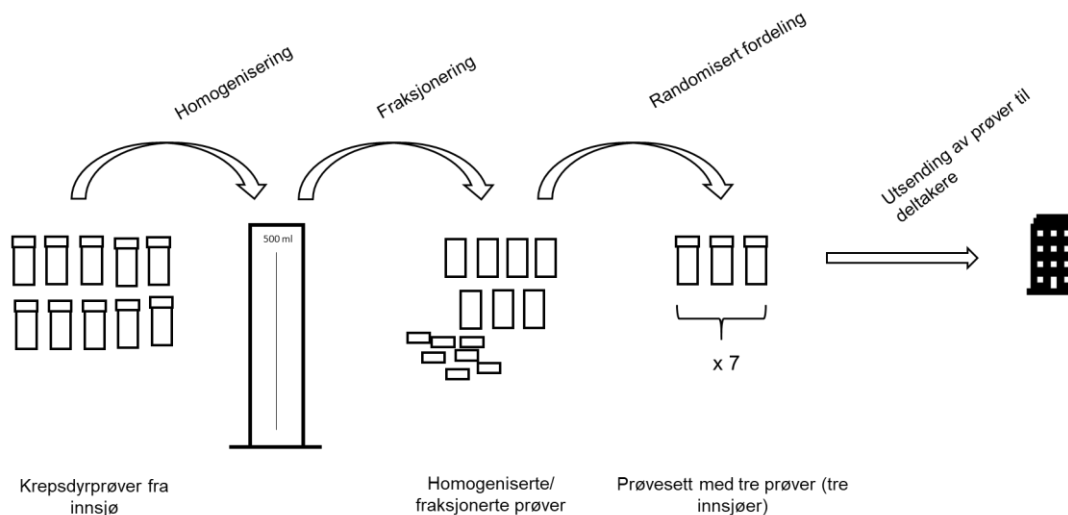
*Norgeskart, **Info fra Vann-nett (14.09.2020)



Figur 2.1 Prøvelokalitetene fra de tre innsjøer som inngår i deltest 1 (Foto: Thomas C. Jensen, NINA).

Opparbeidingen av prøvene, som ble gjort av personell fra de deltagende laboratorier, skulle følge anvisningene i klassifiseringsveilederen (se Veileder 02:2018). Ifølge denne skal hele prøven telles opp, men prøver med mange individer kan fraksjoneres der minst 200 individer telles opp. For fraksjonerte prøver utregnes totalt antall individer per taksa i prøven og hele prøven gjennomgås for registrering av mindre vanlige arter. Alle vannlopper (Cladocera) samt store copepoditter (Cop. IV og V) og voksne individer av hoppekreps (Copepoda) bestemmes, så langt mulig, til art. Små copepoditer og nauplier bestemmes til hovedgrupper av hoppekreps (cyclopoide og calanoide). Taksonomiske bestemmelser følger standard bestemmelseslitteratur, og navnsetting følger Artsdatabankens navnerregister (<http://www.artsdatabanken.no/navnerregisteret>).

Selv om enkelte av laboratoriene hadde bestemt flere grupper av krepssdyr som forekom i prøvene, er det bare arter/taksa av gruppene Cladocera, Cyclopoida og Calanoida som er tatt med i resultatbearbeidingen. Dette er i tråd med utlysningsteksten for ringtesten. Skallrester av dyr i prøven(e) ble ikke vurdert i resultatbearbeidingen, da man ikke kan være sikker på at de er fra samme tidspunkt som prøvene ble tatt.



Figur 2.2 Skisse som viser homogenisering, fraksjonering og fordeling av krepsdyrprøver fra deltest 1. Homogenisering/fraksjonering ble gjort for hver av de tre innsjøer. De resulterende syv homogeniserte/fraksjonerte prøver fra hver innsjø ble fordelt randomisert på syv prøvesett bestående av en prøve fra hver innsjø.

Til sammenligning av resultatene mellom de deltagende laboratorier ble antall taksa/arter samt antall indikatorarter per prøve beregnet. Taksonomisk nivå på bestemmelsene fra de deltagende laboratorier ble sammenliknet ved å utregne og sammenligne en taksonomisk skår: for hvert taksa i prøven, ble det gitt 1 poeng for bestemmelse til art og 0,5 poeng for bestemmelse til et høyere taksonomisk nivå (slekt/familie/orden). Poengene ble summert for en prøve og multiplisert med antall taksa i prøven. Den taksonomiske skåren øker da både med antall bestemte taksa i prøven samt med andelen av registrerte taksa bestemt til art.

Ringtesten ble lagt opp uten replikater. Statistisk effekt av laboratorium og innsjø på antall taksa, antall arter, antall forsurings- og eutrofieringsindikatorarter samt taksonomisk skår ble derfor undersøkt med toveis-anova uten replikater (Sokal & Rohlf 1995). Normalfordeling av parameterne ble testet med Kolmogorov-Smirnov test. Ikke normalfordelte parameterne ble kvadratrottransformert. Dessuten er gjennomsnitt, standardavvik, variasjonskoeffisienten (CV), minimum, maksimum, range og ratioen mellom maksimum og minimum utregnet for parameterne basert på de syv prøvene fra hver innsjø.

Taksalistene fra de deltagende laboratorier ble også sammenliknet statistisk for å finne ut om artssammensetningen i prøvene varierte mellom laboratorier og innsjøer. Til dette formålet ble det brukt to-veis «analysis of similarities» uten replikater (Clarke & Warwick 1994) med Jaccards likhetsindeks som avstandsmål og 9999 permuteringer. Taksalistene fra de deltagende

laboratorier ble også sammenlignet med en «pair-group average» (UPGMA) cluster-analyse, der Jaccards likhetsindeks ble brukt som avstandsmål (Sokal & Michener 1958). Resultatene av cluster-analysen ble vist i et dendrogram, der forventningen vil være at prøver fra samme innsjø grupperes sammen. Dersom en prøve fra en innsjø ikke grupperes sammen med de andre prøver fra samme innsjø, indikerer det forskjellig artssammensetning.

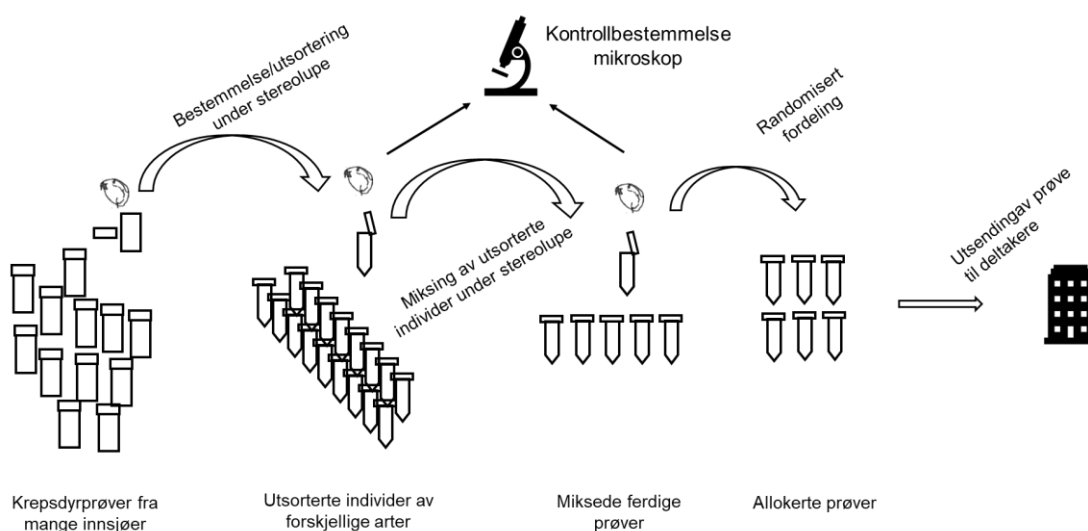
Krepsdyrindeksene LACI-1 og LACI-2 er utviklet for tilstandsklassifisering av innsjøer i forhold til forurening, og begge indeksene er inkludert i overvåkingsveilederen (Veileder 02:2018). Det foreligger også et foreløpig forslag til klassifiseringssystem mht. eutrofiering (Jensen, ikke publisert), krepsdyrindeksen CIT (Crustacean Index of Trophic status, nærmere forklart i vedlegg 6.1). Indeksene baserer seg på tilstedeværelse av indikatoraksa med ulik toleranse for forurening/eutrofiering. Resultatene fra hver lab ble brukt til utregning av indeksene. Dette ble gjort for å undersøke om variasjon i taksonomisk bestemmelse mellom laboratorier påvirker indeksverdiene. Det var altså ikke et poeng å gjennomføre en tilstandsklassifisering av innsjøene. LACI-1 er utviklet for svært kalkfattige, klare innsjøer og LACI-2 for kalkfattige, klare innsjøer. For CIT er det fastsatt klassegrenser for tre «innsjøtyper»: 1) Svært kalkfattige, svært klare og klare innsjøer, 2) kalkfattige og moderat kalkrike, svært klare og klare innsjøer og 3) kalkfattige og moderat kalkrike, humøse og svært humøse innsjøer. Alle indeksene er regnet ut for alle prøver, og alle de tre innsjøene er tilstandsklassifisert med basis i disse indeksene, selv om indeksene mangler klassegrenser for enkelte kombinasjoner av innsjøtype og påvirkningstype. Klassegrensene er likevel brukt til å illustrere i hvilken utstrekning mulig variasjon i taksonomisk bestemmelse påvirker tilstandsklassifiseringen.

Bearbeidingen av resultatene fra deltest 1 ble gjort på grunnlag av totale artslister, som inkluderer «sjeldne» arter (arter som forekommer i lav andel, se etterfølgende tekst), men også på et redusert datasett der det ikke tas hensyn til «sjeldne» arter. Denne fremgangsmåten er valgt for å minimere effekten av arter som kun utgjør en liten andel av individene, og derfor kan forekomme i enkelte prøver og ikke i andre. Som ekskluderingskriterium for sjeldne arter ble brukt arter som samlet utgjorde < 0,1% percentilen basert på species-abundance kurver for alle identifiserte krepsdyrarter/slekter for hver enkelt innsjø. For Gøtelitjern betød det at 13 av totalt 36 registrerte arter/taksa (tilsvarende 36 %) ble fjernet i det reduserte datasettet. For Nordbysjøen ble 30 av 47 registrerte arter/taksa (tilsvarende 64 %) tatt ut, og for Skinnerflo ble 24 av 66 registrerte arter (36 %) tatt bort. Dersom forskjeller mellom laboratorier i utregnede parametere hovedsakelig skyldes tilfeldig forekomst av sjeldne arter i prøvene, vil man forvente at forskjellene mellom laboratorier vil være mindre basert på det reduserte datasettet.

2.2 Deltest 2 - Krepsdyrprøver med identisk artsinventar

I deltest 2 ble deltakerne presentert for prøver med identisk artsinventar (to til seks individer per art). Prosessen er skissert på figur 2.3. Utsortering foregikk under stereolupe, men alle arter ble kontrollbestemt under mikroskop. For å minimere risikoen for utilsiktet sammenblanding av arter som kan forveksles, ble individer hentet fra prøver der kun en av artene fortrinnsvis forekom. Under utsorteringen hadde vi ekstra fokus på kun å få med ønsket art. De frasorterte individer av hver art ble oppbevart på små glass frem til tillaging av prøvene til ringtesten. Hvert individ ble således kontrollsjekket to ganger under stereolupe, både under utsorteringen og når de utsorterte individer ble fordelt på prøvene til testen. Som en ekstra sjekk for korrekt artsbestemmelse, ble et par individer av hver utsortert art dobbeltsjekket under mikroskop ved tillaging av prøvene.

Prøvene ble fordelt randomisert mellom laboratoriene (organisator deltok ikke i deltest 2). En liste over arter i prøvene til deltest 2 ble sendt til Gunnar Skotte i Miljødirektoratet samtidig med at prøvene ble distribuert til deltakerne. Under opparbeidingen av prøvene i deltest 2 skulle deltakerne ikke telle dyrene i prøven, men bare utarbeide en taksaliste som skulle returneres til organisator til en fastsatt frist.



Figur 2.3 Skisse som viser tillaging av krepsdyrprøver med identisk artsinventar til deltest 2.

Under deltakernes gjennomgang av et første rapportutkast ble det avdekket at det utilsiktet hadde kommet et enkelt individ av en art som ikke var valgt ut til testen (*Alona rustica*) med i prøven til en av deltakerne (lab E). På bakgrunn av den grundige prosedyren for tillaging av

prøvene, hadde organisator ikke grunn til å tro at det skulle være flere slike «forurensninger». For likevel å undersøke det nærmere, ble deltakerne gitt mulighet til å sende inn bilder av individer der det var uenighet om artsbestemmelsene, det vil si arter som sto på deltakernes innsendte lister, men som ikke sto på listen fra organisator. Dette ekstra tiltak avdekket ikke flere slike forurensninger.

Taksalistene fra prøvesettet ble sammenlignet med artslisten fra organisator ved hjelp av samme clusteranalyse som anvendt i deltest 1 (se over).

3 Resultater

3.1 Deltest 1 - Krepsdyrprøver fra tre ulike innsjøer

Sammenligning av antall arter og taksonomisk bestemmelsesnivå

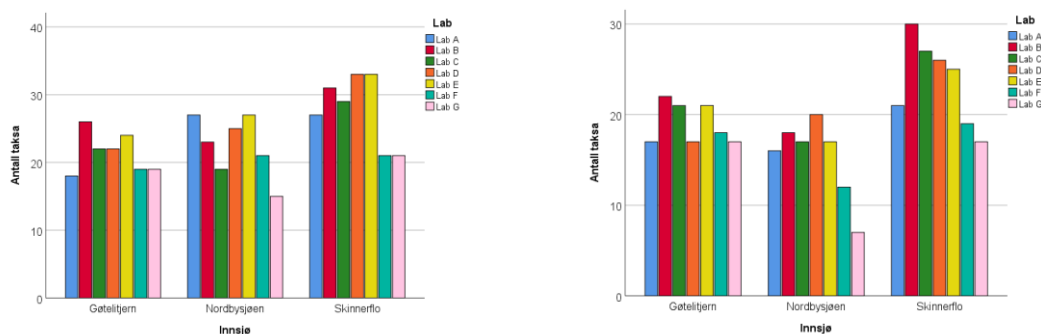
For hver av innsjøene var det relativt store forskjeller mellom laboratorier i hvor mange taksa/arter som ble registrert (figur 3.1. og figur 3.2). Både laboratorium og innsjø hadde signifikant effekt på de to parameterne både i det komplette datasettet og i det reduserte datasettet der sjeldne arter (< 0,1 %) var ekskludert (tabell 3.1). I det komplette datasettet varierte variasjonskoeffisienten for antall taksa mellom 0,14 i Gøtelitjern og 0,20 i Nordbysjøen (tabell 3.2), mens ratioen mellom maksimum og minimum antall taksa var henholdsvis 1,4 og 1,8. For antall arter varierte variasjonskoeffisienten fra 0,17 i Gøtelitjern til 0,24 i Skinnerflo. Forholdet mellom maksimum og minimum antall arter var 1,7 i Gøtelitjern og 2,1 i Skinnerflo. Basert på det reduserte datasettet (minus sjeldne arter) var det ikke noen systematisk reduksjon av forskjellene i antall taksa og antall arter mellom laboratoriene innenfor hver innsjø (figur 3.1, figur 3.2 og tabell 3.3). Dette gjaldt uansett om man ser på variasjonskoeffisienten eller forholdet mellom maksimum og minimum antall taksa/arter.

Tabell 3.1 Tabellen viser resultatet av statistiske tester (toveis-anova uten replikater, F- og P-verdier vist i tabellen) for effekt av laboratorium og innsjø på antall taksa, antall arter, antall forsurings- og eutrofieringsindikatorer samt taksonomisk skår. Analysene er gjort både for det komplette datasettet og for det datasettet uten sjeldne arter (< 0,01 %).

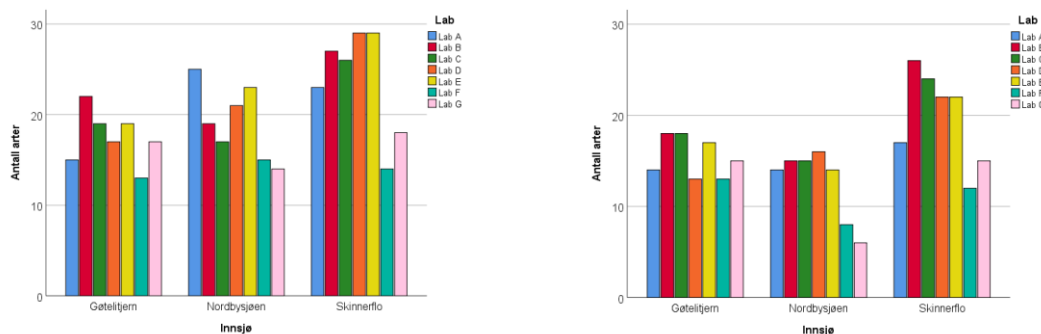
	Komplette datasett				Reduserte datasett			
	Lab		Innsjø		Lab		Innsjø	
	F	P	F	P	F	P	F	P
Taksa	4,578	0,012	10,071	0,003	6,209	0,004	21,427	<0,001
Arter	3,793	0,024	7,298	0,008	5,498	0,006	14,597	0,001
F-indikator	1,451	0,274	11,781	0,001	2,307	0,103	19,243	<0,001
E-indikator	4,119	0,018	27,200	<0,001	5,742	0,005	22,650	<0,001
Taks. skår	3,770	0,024	9,665	0,003	5,953	0,004	19,634	<0,001

Også for antall indikatorarter (forsuring/eutrofiering) registrert, var det forholdsvis store forskjeller mellom laboratorier for hver av innsjøene (figur 3.3 og figur 3.4). Mens det bare var effekten av innsjø som var signifikant for forsuringsindikatorarter (begge datasett, tabell 3.1), hadde både

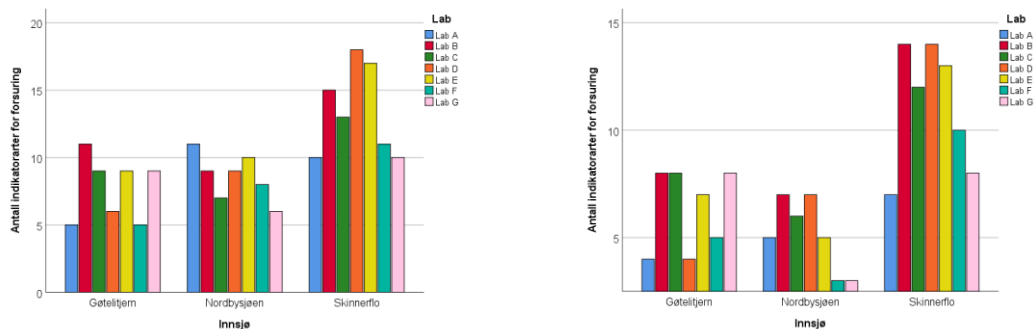
laboratorium og innsjø signifikant effekt på antall eutrofieringsindikatorarter (begge datasett). I det komplette datasettet var variasjonskoeffisienten for forsuringsindikatorarter høyest i Gøtelisjøen (0,31) og lavest i Nordbysjøen (0,20, tabell 3.2). Ratioen mellom maksimum og minimum antall forsuringsindikatorarter var høyest i Gøtelitjern (2,2) og lavest i Nordbysjøen og Skinnerflo (1,8; tabell 3.2). I det komplette datasettet varierte variasjonskoeffisienten for eutrofieringsindikatorarter mellom 0,22 i Gøtelitjern og 0,25 i Nordbysjøen og Skinnerflo (tabell 3.2). Ratioen mellom maksimum og minimum antall eutrofieringsindikatorarter var 1,9 i Skinnerflo og 2,5 i Nordbysjøen (tabell 3.2). Ekskludering av sjeldne arter fra datasettet medførte heller ingen systematisk reduksjon i forskjellene i antall forsurings- og eutrofieringsindikatorarter mellom laboratorier for hver av innsjøene (figur 3.3, figur 3.4 og tabell 3.3). Igjen gjelder dette både når man ser på variasjonskoeffisienten og forholdet mellom maksimum og minimum antall indikatorarter.



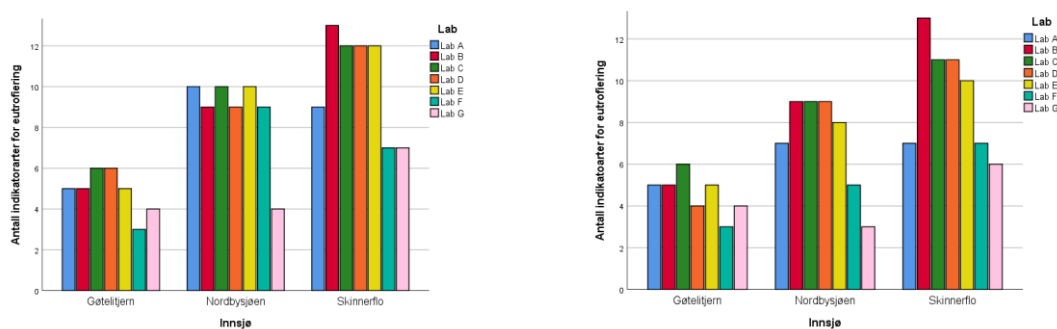
Figur 3.1 Det totale antallet taksa per prøve bestemt av laboratoriene. Venstre panel: Det komplette datasett. Høyre panel: Datasett der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert.



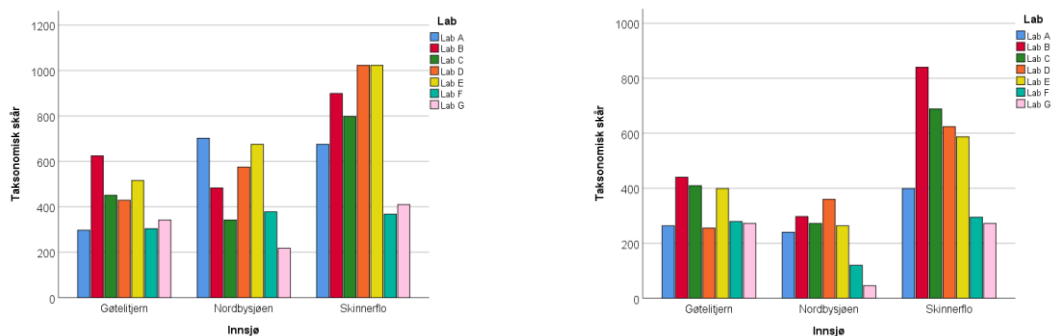
Figur 3.2 Det totale antallet arter per prøve bestemt av laboratoriene. Venstre panel: Det komplette datasett. Høyre panel: Datasett der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert.



Figur 3.3 Antall indikatorarter for forsurening bestemt av laboratoriene. Venstre panel: Det komplette datasett. Høyre panel: Datasett der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert.



Figur 3.4 Antall indikatorarter for eutrofiering bestemt av laboratoriene. Venstre panel: Det komplette datasett. Høyre panel: Datasett der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert.



Figur 3.5 Taksonomisk skår per prøve bestemt av laboratoriene. Venstre panel: Det komplette datasett. Høyre panel: Datasett der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert.

Relativt store forskjeller i resultatene mellom laboratorier for samme innsjø kommer også til uttrykk i parameteren taksonomisk skår (figur 3.5), der både laboratorium og innsjø hadde signifikante effekter (begge datasett, tabell 3.1). I det komplette datasettet var variasjonskoeffisienten høyest i Nordbysjøen og Skinnerflo (0,37) og lavest i Gøtelitjern (0,28; tabell 3.2). Rasjonen mellom maksimum og minimum taksonomisk skår var 2,1 i Gøtelitjern og 3,2 i Nordbysjøen.

Ekkskludering av sjeldne arter reduserte ikke forskjellene i taksonomisk skår mellom laboratoriene for samme innsjø (figur 3.5 og tabell 3.3).

Gjennomsnittlig antall taksa, antall arter, antall forsursings- og eutrofieringsarter samt gjennomsnittlig taksonomisk skår er regnet ut for hvert laboratorium for de tre prøver de har talt, og resultatene er vist grafisk i vedlegget (figur V6.1-V6.5).

Tabell 3.2 Gjennomsnitt, standardavvik, variasjonskoeffisient (CV), minimum, maksimum, range, ratio minimum/maksimum for antall taksa, arter, indikatorarter for forsuring (F-indikator) og indikatorarter for eutrofiering (E-indikator) samt taksonomisk skår basert på det komplette datasettet

		Taksa	Arter	F-indikator	E-indikator	Taks. skår
Gøtelitjern	Gj.snt.	21.4	17.4	7.7	4.9	423
	St.av.	2.94	2.94	2.36	1.07	120.0
	CV	0.14	0.17	0.31	0.22	0.28
	Min.	18	13	5	3	297
	Maks.	26	22	11	6	624
	Range	8	9	6	3	327
	Ratio max./min.	1.4	1.7	2.2	2.0	2.1
Nordbysjøen	Gj.snt	22.4	19.1	8.6	8.7	482
	St.av.	4.43	4.10	1.72	2.14	180.1
	CV	0.20	0.21	0.20	0.25	0.37
	Min.	15	14	6	4	218
	Maks.	27	25	11	10	702
	Range	12	11	5	6	485
	Ratio max./min.	1.8	1.8	1.8	2.5	3.2
Skinnerflo	Gj.snt.	27.9	23.7	13.4	10.3	742
	St.av.	5.15	5.77	3.31	2.56	271.1
	CV	0.18	0.24	0.25	0.25	0.37
	Min.	21	14	10	7	368
	Maks.	33	29	18	13	1023
	Range	12	15	8	6	656
	Ratio max./min.	1.6	2.1	1.8	1.9	2.8

Tabell 3.3 Gjennomsnitt, standard avvik, variasjonskoeffisient (CV), minimum, maksimum, range, ratio minimum/maksimum for antall av taksa, arter, indikatorarter for forsuring, indikatorarter for eutrofiering samt taksonomisk skår basert på datasettet uten sjeldne arter (< 0,1 %).

		Taksa	Arter	F-forsuring	E-indikator	Taks. skår
Gøtelitjern	Gj.snt	19.0	15.4	6.3	4.6	331
	St.av.	2.24	2.23	1.89	0.98	80.8
	CV	0.12	0.14	0.30	0.21	0.24
	Min.	17	13	4	3	255
	Maks.	22	18	8	6	440
	Range	5	5	4	3	185
	Ratio max./min.	1.3	1.4	2.0	2.0	1.7
Nordbysjøen	Gjnmst	15.3	12.6	5.1	7.1	228
	St.av.	4.39	3.91	1.68	2.34	108.4
	CV	0.29	0.31	0.33	0.33	0.47
	Min.	7	6	3	3	46
	Maks.	20	16	7	9	360
	Range	13	10	4	6	315
	Ratio max./min.	2.9	2.7	2.3	3.0	7.9
Skinnerflo	Gj.snt	23.6	19.7	11.1	9.3	529
	St.av.	4.7	5.1	2.9	2.6	213.1
	CV	0.20	0.26	0.26	0.29	0.40
	Min.	17	12	7	6	272
	Maks.	30	26	14	13	840
	Range	13	14	7	7	568
	Ratio max./min.	1.8	2.2	2.0	2.2	3.1

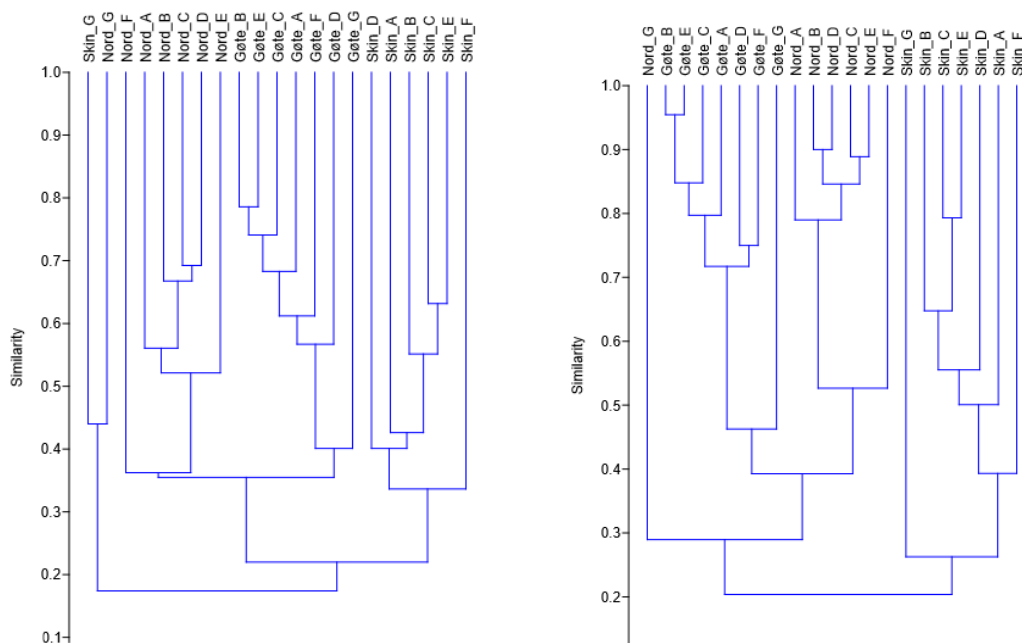
Sammenligning av krepsdyrartssammensetningen

Test med toveis-ANOSIM uten replikater viste at både laboratorium ($R = 0,7381$, $p = 0,0051$) og innsjø ($R = 0,5714$, $p = 0,0115$) hadde signifikant effekt på krepsdyrsammensetningen i prøvene i det komplette datasettet, og også for det reduserte datasettet (Laboratorium: $R = 0,8214$, $p = 0,0011$. Innsjø: $R = 1,000$, $p = 0,0002$).

Artssammensetningen av krepsdyr i prøvene ble sammenlignet ved hjelp av en clusteranalyse (figur 3.6). Med noen unntak grupperte prøvene basert på det komplette datasettet seg mht. innsjø, hvilket betyr at artssammensetningen i prøver fra samme innsjø generelt viste større likhet enn artssammensetningen i prøver fra ulike innsjøer. For Gøtelitjern var det små forskjeller mellom resultatene til lab A, B, C og E, med størst likhet mellom lab B og E. Prøven analysert av lab G skilte seg mest ut. Av de seks prøvene fra Skinnerflo som var gruppert sammen, var det

størst likhet mellom prøvene analysert av lab C og E, men også prøven analysert av lab B var forholdsvis lik disse. Prøven fra Skinnerflo talt av lab G ble gruppert separat sammen med prøven fra Nordbysjøen talt av samme lab. Av de seks prøvene fra Nordbysjøen som ble gruppert sammen, var prøvene talt av lab C og lab D mest like, men ikke veldig forskjellig fra prøven talt av lab B.

For Gøtelitjern viste clusteranalysen basert på datasettet der sjeldne arter var ekskludert, også størst likhet mellom prøvene talt av lab B, lab E, lab C og lab A. Også denne gang ble prøven talt av lab G vurdert som mest forskjellig fra de andre. For Skinnerflo var det også størst likhet mellom prøvene talt av lab C, lab E og lab B, og igjen skilte lab G seg mest ut. Likheten mellom prøvene fra Nordbysjøen var størst mellom lab B, lab D, lab C og lab E. Prøven fra Nordbysjøen talt av lab G ble plassert helt separat i dendrogrammet.



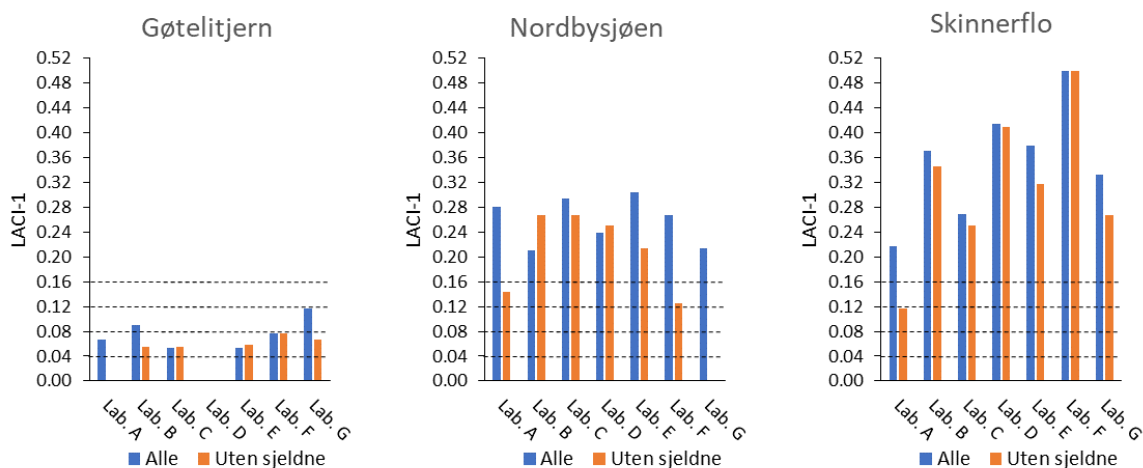
Figur 3.6 Dendrogram fra clusteranalyse av krepsdyrartssammensetningen i prøvene fra de tre innsjøene. Venstre panel: Det komplette datasett. Høyre panel: Datasett der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert.

Økologisk tilstand

På bakgrunn av innsjøtypologi er Gøtelitjern og Nordbysjøen regnet som forsuringfølsomme, mens Skinnerflo (moderat kalkrik) ikke regnes som forsuringfølsom, noe som gjenspeiles i tilstandsklassifisering av innsjøene basert på forsuringindeksene. Forskjeller mellom

laboratoriene i artsbestemmelse av krepsdyr påvirket imidlertid klassifiseringen. For det komplette datasettet varierte økologisk tilstand for forsurening i Gøtelitjern basert på LACI-1 med to tilstandsklasser mellom *svært dårlig* og *moderat* (figur 3.7). For det reduserte datasettet varierte økologisk tilstand fra *svært dårlig* til *dårlig*, altså én tilstandsklasse. For Nordbysjøen tilsa LACI-1 *svært god* økologisk tilstand for alle laboratoriene i det komplette datasettet. I det reduserte datasettet varierte økologisk tilstand basert på LACI-1 med fire tilstandsklasser fra *svært dårlig* til *svært god*. For Skinnerflo var økologisk tilstand basert på LACI-1 *svært god* for alle laboratoriene for det komplette datasettet, men varierte to tilstandsklasser (*moderat* til *svært god*) for det reduserte datasettet.

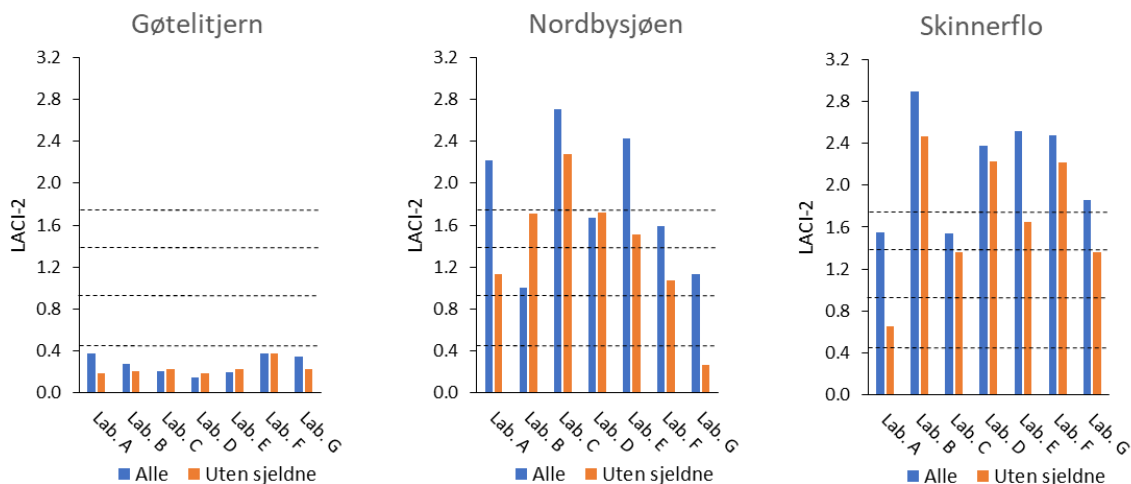
For den andre forsuringsindeksen, LACI-2, viste resultatene for alle laboratorier *svært dårlig* økologisk tilstand for Gøtelitjern for begge datasettene (figur 3.8). I Nordbysjøen varierte tilstanden med to klasser fra *moderat* til *svært god* for det komplette datasettet. For det reduserte datasettet varierte tilstanden med fire klasser fra *svært dårlig* til *svært god*. I Skinnerflo varierte økologisk tilstand fra *god* til *svært god*, altså en klasse, for det komplette datasettet. For det reduserte datasettet varierte tilstanden tre tilstandsklasser fra *dårlig* til *svært god*.



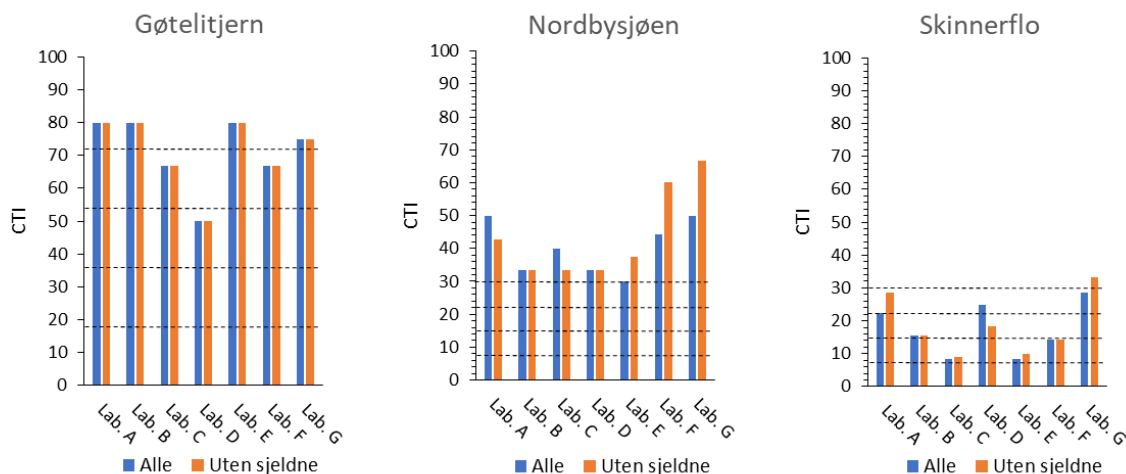
Figur 3.7 LACI-1 indeksen for forsurening i de tre innsjøene for de ulike laboratoriene. De stiplede linjene angir klassegrensene fra *svært god* til *svært dårlig*. Søylar med blå farge er basert på det komplette datasett. Søylar med oransje farge er basert på datasett der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert. NB. Klassegrensene for LACI-1 er satt for svært kalkfattige, klare og svært klare innsjøer med Ca-innhold >0,5 mg/l, og gjelder derfor ikke for noen av de tre innsjøene i denne ringtesten.

I forhold til eutrofiering varierte økologisk tilstand i Gøtelitjern basert på den foreløpige krepsdyr indeksen CIT med to tilstandsklasser fra *moderat* til *svært god*, og det var ingen forskjell mellom de to datasettene (figur 3.9). For Nordbysjøen gav CIT indeksen *svært god* økologisk tilstand for

alle laboratoriene for begge datasettene. I Skinnerflo varierte tilstanden med to klasser fra *dårlig* til *god* for det komplette datasettet. For det reduserte datasettet varierte tilstanden fra *dårlig* til *svært god*, altså tre tilstandsklasser.



Figur 3.8 LACI-2 indeksen for forsurening i de tre innsjøene for de ulike laboratoriene. De stiplede linjene angir klassegrensene fra svært god til svært dårlig. Søylene med blå farge er basert på det komplette datasettet. Søylene med oransje farge er basert på datasettet der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert. NB. Klassegrensene for LACI-2 er satt for kalkfattige, klare og svært klare innsjøer, og gjelder derfor ikke for noen av de tre innsjøene i denne ringtesten.



Figur 3.9 CIT indeksen for eutrofiering i de tre innsjøene for de ulike laboratoriene. De stiplede linjene angir klassegrensene fra svært god til svært dårlig. For Gøtelitjern (svært kalkfattig humøs) er det brukt klassegrenser for svært kalkfattige, svært klare og klare innsjøer, da det mangler klassegrenser for svært kalkfattig humøse. For Nordbysjøen og Skinnerflo er det brukt klassegrenser for kalkfattige og moderat kalkrike, humøse og svært humøse innsjøer. Søylene med blå farge er basert på det komplette datasettet, og søylene med oransje farge er basert på datasettet der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert.

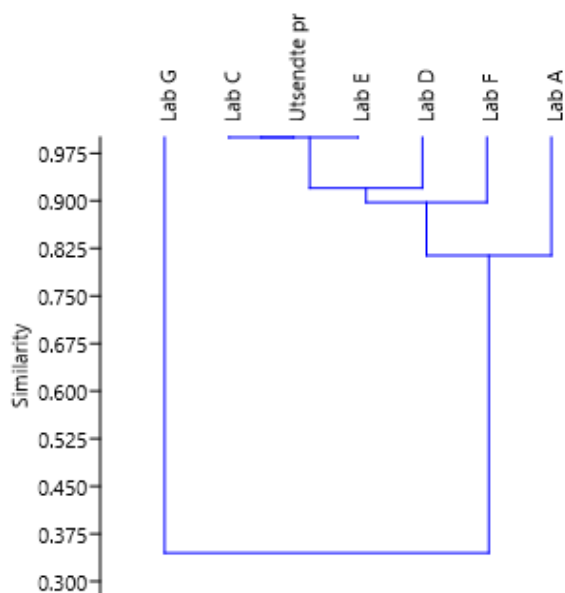
blå farge er basert på det komplette datasett. Søylar med oransje farge er basert på datasett der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert.

Under antagelse av at korrekt tilstandsklasse for en indeks var den som flertallet av laboratorier var enige om, var det feil i tilstandsklassifisering for LACI-1 i 14 % (komplett datasett) og 29 % av tilfellene (reduuerte datasett). Under samme antagelse var feilprosenten for tilstandsklassifisering basert på LACI-2 29 % (komplett datasett) og 38 % (reduuerte datasett). For CIT var det feil tilstandsklassifisering i 33 % av tilfellene for begge datasettene.

3.2 Deltest 2 - Krepsdyrprøver med identisk artsinventar

Taksalistene fra deltest 2 av ringtesten ble gruppert ved hjelp av clusteranalyse. Det var forholdsvis stor grad av likhet mellom de fleste listene (figur 3.10). Listen fra lab C og lab E var helt lik listen fra organisator. Listen fra lab D var også svært lik fulgt av lab F og lab A. Listen fra lab G ble gruppert separat fra de andre listene.

Lab A hadde alle artene fra den utsendte listen pluss fem arter i tillegg (vedlegg 4). Lab D manglet én av artene på den utsendte listen, og hadde en art i tillegg. Lab F manglet to arter fra den utsendte listen. Lab G manglet 12 arter fra den utsendte listen og hadde syv arter samt et takson (*Alona* sp.) i tillegg.



Figur 3.10 Dendrogram fra clusteranalyse av krepsdyrartssammensetningen i prøvene fra deltest 2 etter justering for forurensning av prøven til lab E (se vedlegg V6.5).

4 Diskusjon

Resultatene fra deltest 1 av ringtesten viste at det var en markant variasjon mellom laboratorier i antall bestemte taksa/arter, antall indikatorarter, taksonomisk skår, og artssammensetning i prøvene fra de tre innsjøer. Effekten av laboratorium var signifikant i de fleste tilfeller, bortsett fra for antall forsursindikatorer. Relativt høye verdier av antall taksa/arter, antall indikatorarter og taksonomisk skår er en indikasjon på bedre taksonomisk oppløsning i artsbestemmelsene, men det behøver ikke å være slik. Slik deltest 1 er lagt opp er det ikke noen fasit-taksaliste for prøvene. Derfor kan det, i hvert fall teoretisk sett, være mulig å oppnå høye verdier for disse parameterne til tross for feilbestemmelser, dersom man har registrert mange arter.

Prøver samlet inn fra samme innsjø til deltest 1 ble homogenisert og fraksjonert før utsendelse, for å sikre ett sett tilnærmet like prøver fra hver innsjø. De homogeniserte/fraksjonerte prøvene ble fordelt tilfeldig mellom laboratorier. Dermed bør forskjeller mellom prøver fra samme innsjø, f.eks. forekomsten av «sjeldne» arter, være tilfeldig fordelt mellom laboratorier. Det er dermed lite sannsynlig at prøveforskjeller kan forklare størstedelen av variasjonen i resultatene. Vi har ikke sammenliknet tidsbruk mellom laboratoriene som potensielt vil kunne påvirke resultatene. Deltakerne har imidlertid fått god tid på seg til opparbeiding av prøvene. Forskjeller mellom laboratorier i taksonomisk kompetanse og/eller metodeforskjeller knyttet til selve bestemmelsesarbeidet på laboratoriet er antatt å være den viktigste forklaringen på variasjonen mellom laboratorier. For eksempel var det i de fleste tilfeller de samme laboratoriene som hadde de laveste verdier for antall bestemte taksa/arter, antall indikatorarter og taksonomisk skår og som skilte seg mest ut mht. artssammensetningen. Dersom prøvene ikke var godt nok homogenisert og/eller ikke tilfeldig fordelt mellom laboratorier ville vi forventet redusert variasjon mellom laboratoriene ved sammenligning av det reduserte datasettet, der sjeldne arter var tatt ut. Dette var ikke tilfelle. Variasjonen var tvert imot jevnt over på samme nivå som for det komplette datasettet.

Selv om det var forholdsvis stor likhet mellom artslistene for de utsendte prøvene fra organisator og listene fra deltakerne (deltest 2), var det dog noen forskjeller. I noen tilfeller manglet det arter fra den utsendte listen og i andre tilfeller var det arter som ikke sto på den utsendte listen. Dette kan skyldes feilbestemmelse. Det kan også ha skjedd feil når prøvene ble satt sammen. Det ble avdekket ett slikt tilfelle der en prøve hadde blitt utilsiktet «forurenset» med et enkelt individ av *Alona rustica*, som organisator ikke hadde valgt ut til testen. Selv om forskjellene i deltest 2 overveiende skyldes feilbestemmelse, viser resultatene samtidig at det er vanskelig helt å ekskludere feil på tross av en grundig prosedyre med hensyn til utsortering, bestemmelse og utvelgelse av individer til den enkelte prøve (se metode for detaljer).

Forskjeller i taksonomisk bestemmelse mellom aktører som deltar i overvåkingen, vil kunne påvirke indeksverdiene og dermed tilstandsvurderingen av en vannforekomst. Det har ikke tidligere vært arrangert ringtest for taksonomisk bestemmelse av krepsdyr i Norge, og det har derfor vært uklart i hvilken utstrekning dette er tilfellet. Tidligere sammenlikninger av laboratorier som utfører artsbestemmelser av bunndyr i Norge, viste relativt store forskjeller mellom laboratoriene, noe som gav utslag på klassifisering av økologisk tilstand (Petrin mfl. 2016, Velle mfl. 2018). I vår ringtest resulterte forskjellene mellom laboratoriene i taksonomisk bestemmelser av krepsdyr i stor variasjon i økologisk tilstandsklassifisering. Dette var tilfellet både for forsurening og eutrofiering.

I forbindelse med kunngjøring av ringtestene for krepsdyr og bunndyr i november 2019, opplyste Miljødirektoratet om at deltakelse i ringtesten ville kunne telle positivt i evalueringen av tilbud i anbudsrunder. Det var i første omgang deltakelse og ikke resultatene fra testene som vil bli tillagt vekt. I den sammenheng kan det nevnes at det ikke er utarbeidet noen fasitliste for deltest 1 av ringtesten og det er heller ikke foretatt noen rangering av de deltakende laboratoriene på bakgrunn av ringtesten. Det vil likevel være meget nyttig og anbefales sterkt, at hver deltager på bakgrunn av de samlede resultater evaluerer sine egne resultater. Dette gjelder spesielt i tilfeller der laboratoriets egne resultater avviker fra de øvrige resultater.

Resultatene fra denne ringtesten viser klart at det er stor variasjon mellom laboratorier, og at det derfor er behov for en form for ringtest så lenge vassdragsovervåkingen er anbudsbasert. Dette vil synliggjøre forskjeller mellom laboratorier for tilbudsgivere. Det vil også være med på å øke kvaliteten av de taksonomiske bestemmelser og dermed redusere usikkerheten i de økologiske tilstandsklassifiseringene. Resultater vil også på sikt bli mer sammenlignbare mellom laboratorier. Det er derfor viktig at laboratorier som jobber med krepsdyrbestemmelser som ledd i vassdragsovervåkingen/vannforskriften, deltar i ringtester.

Det er flere aspekter det må tas hensyn til i forhold til eventuelle fremtidige ringtester for krepsdyr. Erfaringene fra denne ringtesten er nyttige i denne sammenhengen. Ringtesten bestod av to deltester. Man kan forestille seg at en fremtidig test inkluderer begge eller kun en av deltestene som ble brukt i vår ringtest. Det er imidlertid fordeler og ulemper ved både deltest 1 og deltest 2.

Prosedyren for deltest 1 gir det mest realistiske opplegg for prøveoppbeiding med prøver som representerer «naturlige krepsdyrsamfunn». Prøvene inneholder en del organisk materiale/sediment/sand som kan vanskeliggjøre prøveoppbeidingen, noe som også vanligvis er tilfelle med prøver fra overvåkingsprogrammer. Variasjonen mellom deltakere i deltest 1 vil i størst grad avspeile forskjeller i taksonomisk kompetanse og/eller prosessering av prøvene på laboratoriet. En annen fordel med deltest 1 er at prosedyren ikke fordrer taksonomisk krepsdyrkompetanse hos

organisator. Den delen bør kunne gjennomføres av en person med erfaring i feltarbeid og håndtering av biologiske prøver på laboratoriet. Endelig er deltest 1 (med det omfang den hadde i denne ringtesten) den minst ressurskrevende for organisator. En ulempe med prosedyren er at forekomsten av «sjeldne arter» vil variere uansett hvor grundig prøvene homogeniseres. Det er derfor ikke noen «fasitliste», hvilket gjør det vanskeligere å fastsette en absolutt kvalitetsnorm. Erfaringene fra deltest 1 viser også viktigheten av detaljerte prosedyrebeskrivelser for en ringtest. Bla. bør det i en fremtidig ringtest spesifiseres om skallrester skal telles med eller ikke.

En fordel med deltest 2, er at innholdet i prøvene er kjent og at det derfor er enklere å fastsette en absolutt kvalitetsnorm. På den annen side viser erfaringene fra deltest 2 også at det på tross av en grundig prosedyre for tillaging av prøvene, er vanskelig helt å utelukke enkelttilfeller av «forurensning» med ekstra arter. En annen ulempe med deltest 2 er at den er noe mer ressurskrevende for organisator. For eksempel er det ofte få individer av de «sjeldne arter», og det kreves derfor tilgang til et stort og variert prøvevolum for å sikre nok individer av slike arter. Det forutsetter også at organisator har god kompetanse på taksonomisk bestemmelse av de aktuelle gruppene.

Dersom deltakelse i ringtest er en forutsetning for å levere tilbud i anbudskonkurranser på vassdragsovervåking i Norge (jevnlør kunngjøringsteksten av denne ringtest), eller teller positivt i evalueringen av tilbudene, vil antakelig også organisator av en fremtidig krepsdyrringtest være interessert i å delta i testen. Det er litt vanskelig å få til med deltest 2, med mindre organisering av en ringtest kan gå på skift mellom forskjellige laboratorier (se f.eks. Halvorsen mfl. 2017).

I begge deltestene har vi valgt å bruke fiksert materiale/prøver. Dette har også vært gjort i noen andre ringtester for dyre- og planteplankton der taksonomisk bestemmelse har vært en del av testen (for eksempel Jensen mfl. 1996 og Johansson 2016). I tillegg har bestemmelse av tetthet og biomasse inngått og kanskje vært viktigere enn det taksonomiske aspektet. I de omtalte testene er det brukt homogeniserte prøver, det vil si man har samme utfordring som i deltest 1 av vår ringtest; det er ingen fasitliste og det er derfor vanskeligere å fastsette kvalitetsnorm. I andre ringtester for dyre- og planteplankton med samme fokus som Johansson (Jensen mfl. 1996 og Johansson 2016), har det vært brukt bilder/video i den taksonomiske delen (f.eks. Vuorio m.fl. 2015). Siden bruken av krepsdyr i det norske klassifiseringssystemet er basert på artsdiversitet og forekomst av indikatorarter, må ringtesten rettes mot taksonomisk bestemmelse. Bruk av bilder/video tester bare deltakernes evne til å gjenkjenne ulike arter/taksa, mens andre viktige aspekter av prøveopparbeidingen ikke inngår. Bruk av bilder bør derfor ikke erstatte bearbeiding av krepsdyrprøver i en ringtest.

Et viktig aspekt som ikke er omhandlet i denne rapporten, er innsamlingen av materiale i felt. Erfaring fra den nasjonale overvåkingen indikerer at både prøveinnsamling og taksonomiske bestemmelser bidrar til forskjeller (mht. diversitet og artssammensetning av krepsdyr) mellom de involverte laboratoriene (A.K. Schartau, pers. kom.). Det er derfor viktig at prosedyren beskrevet i klassifiseringsveilederen (se Veileder 02:2018), blir fulgt under innsamling av materiale.

5 Referanser

Clarke, K.R. & Warwick, R.M. 1994. Similarity-based testing for community pattern: the two-way layout with no replication. *Marine Biology* 118: 167-176.

Halvorsen G.A., Johannessen A. & Landås T.S. 2017. Biological intercalibration: Invertebrates 2017. ICP Waters report 133/2017.

Jensen, J.P., Jeppesen, E., Søndergaard, M. & Jensen, K. 1996. Interkalibrering af dyreplankton - undersøgelser i søer. Teknisk anvisning fra DMU 11, Danmarks Miljøundersøgelser.

Jensen, T.C., Dimante-Deimantovica, I., Schartau, A.K. & Walseng, B. 2013. Cladocerans respond to differences in trophic state in deeper nutrient poor lakes from Southern Norway. *Hydrobiologia* 715: 101-112.

Direktoratsgruppen vanndirektivet 2018. Veileder 02:2018. Klassifisering av miljøtilstand i vann.

Johansson, L.S. 2016. Interkalibrering. Oparbejdning af planteplankton. Notat fra DCE. Institute for Bioscience, Aarhus Universitet.

Petrin, Z., Bækkelie, K.A., Bongard, T., Bremnes, T., Eriksen, T.E., Kjærstad, G., Saltveit S.J., Schartau, A.K. & Velle G. 2016. Innsamling og bearbejdning av bunndyrprøver – hva vi kan enes om. NINA rapport 1276. Norsk institutt for naturforskning.

Sokal, R. & Michener, C. 1958. A statistical method for evaluating systematic relationships. *University of Kansas Science Bulletin* 38: 1409–1438.

Sokal, R.R. & Rohlf, F.J. 1995. *Biometry: The Principles and Practice of Statistics in Biological Research*. 3rd Edition, W.H. Freeman and Co., New York.

Velle, G., Bækkelie, K.A., Arnekleiv, J.V., Bongard, T., Bremnes, T., Hall, J., Halvorsen, G.A., Dahl-Hansen, I., Johansen, A., Kjærstad, G., Landås, T., Saltveit, S.J. & Stabell, T. 2018. Kvalitetssikring av bunndyrundersøkelser i Norge. Uni Research Miljø LFI rapport 315. Uni Research Bergen. ISSN 1892-8889

Vuorio, K., Björklöf, K., Kuosa, H., Jokipii, R., Järvinen, M., Lehtinen, S., Leivuori, M., Niemelä, M. & Väisänen, R. 2015. Interlaboratory Proficiency Test. Phytoplankton. 10/2014, Finnish Environment Institute.

Walseng, B., Hessen, D.O., Halvorsen, G. & Schartau, A.K. 2006. Major contribution from littoral crustaceans to zooplankton species richness in lakes. *Limnology and Oceanography* 51: 2600-2606.

Walseng, B. & Schartau, A.K.L. 2001. Crustacean communities in Canada and Norway: comparison of species along a pH gradient. *Water Air Soil Pollut.* 130: 1319-1324.

6 Vedlegg

6.1 Vedlegg 1: Deltakende laboratorier

Tabell V6.1 Deltakende institusjoner i ringtesten. Institusjonene er gitt en bokstav i alfabetisk rekkefølge som er brukt i rapporten.

Laboratorium	Benevnelse
Faun	Lab. A
NINA	Lab. B
NIVA	Lab. C
Norconsult	Lab. D
Rådgivende Biologer	Lab. E
Vitenskapsmuseet	Lab. F
Åkerblå	Lab. G

6.2 Vedlegg 2: Krepssdyrindeksen CIT

I denne rapporten har vi anvendt et foreløpig forslag til klassifiseringssystem mht eutrofiering basert på småkreps, krepssdyrindeksen CIT (Crustacean Index of Trophic status, Jensen ikke publisert). Indeksen er basert på forholdet mellom antall arter som er sensitive overfor eutrofiering og det totale antall indikatorarter (eutrofieringssensitive og -tolerante): $Ns_ / (Ns_ + Nt_) \times 100$, der Ns er antall følsomme arter og Nt er antall tolerante arter funnet i innsjøen. Verdien på indeksen kan variere mellom 0 og 100, og avtagende verdi indikerer økende næringssaltbelastning. Følsomme arter finnes primært i relativt næringsfattige innsjøer, mens de blir mer sjeldne (etterhvert bortfall) med økende trofigrad/ eutrofiering. Tolerante arter er arter som primært finnes i relativt næringsrike innsjøer, og som ofte er sjeldne i næringsfattige innsjøer. I den foreløpige versjon av CIT inngår 23 indikatorarter av småkreps som er inndelt i hhv. eutrofieringsfølsomme og eutrofieringstolerante arter, der inndelingen er ekspertbasert på grunnlag av forekomst i et datasett på 72 innsjøer langs en trofigradient. For å skille mellom endringer som skyldes eutrofiering og naturlige endringer med økende trofigrad, er det fastsatt typespesifikke referanse- og klassegrenser.

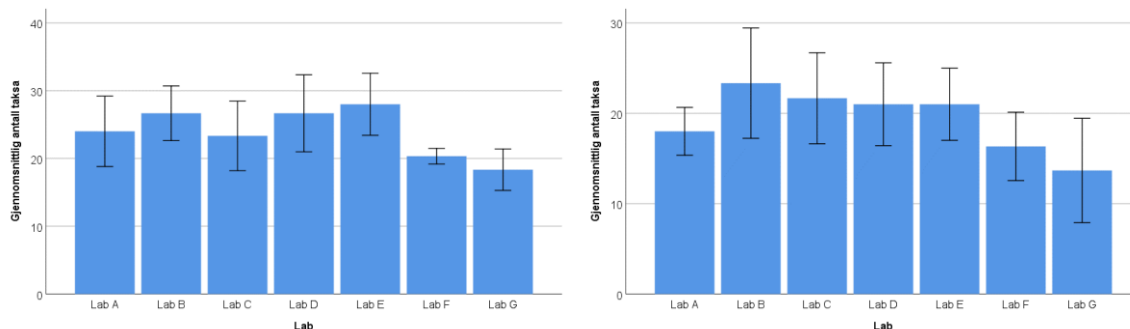
Tabell V6.2 Totalt 23 indikatorarter av småkreps tilhørende gruppene vannlopper (Cladocera) og hoppekreps (Copepoda) inngår i CIT. Sensitive arter finnes primært i relativt næringsfattige innsjøer mens de får redusert forekomst (etterhvert bortfall) ved eutrofiering. Tolerante arter finnes primært i relativt næringsrike innsjøer og er ofte er sjeldne i upåvirkede innsjøer.

Sensitive arter	Tolerante arter
<i>Holopedium gibberum</i>	<i>Diaphanosoma brachyurum</i>
<i>Bosmina longispina</i>	<i>Sida crystallina</i>
<i>Ofryoxus gracilis</i>	<i>Ceriodaphnia pulchella</i>
<i>Alonella excisa</i>	<i>Daphnia cristata</i>
<i>Alonopsis elongata</i>	<i>Daphnia cucullata</i>
<i>Cyclops scutifer</i>	<i>Bosmina coregoni</i>
<i>Acanthocyclops robustus</i>	<i>Bosmina longirostris</i>
	<i>Alona rectangula</i>
	<i>Pleuroxus truncatus</i>
	<i>Leptodora kindti</i>
	<i>Eudiaptomus gracilis</i>
	<i>Eucyclops macrurus</i>
	<i>Cyclops vicinus</i>
	<i>Megacyclops viridis</i>
	<i>Mesocyclops leuckarti</i>
	<i>Thermocyclops oithonoides</i>

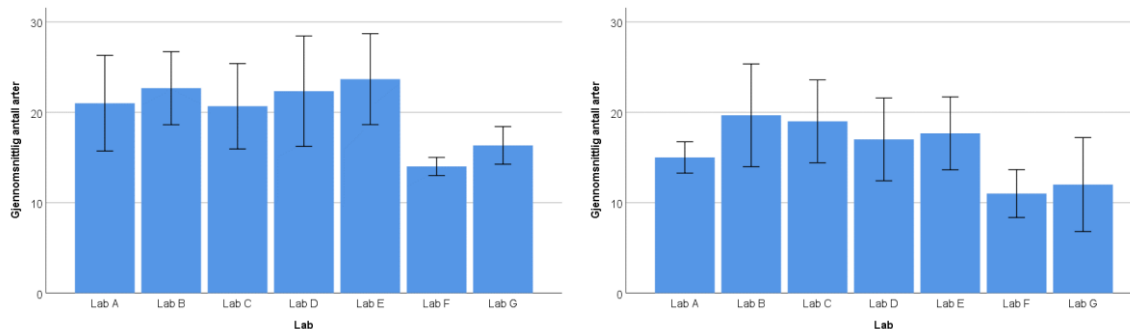
Tabell V6.3 Referanseverdi og klassegrenser, absolutt verdi, for krepsdyrindeksen CIT (Jensen ikke publisert). Pga. begrenset datagrunnlag er det ikke fastsatt referansetilstand og klassegrenser for svært kalkfattige, humøse og svært humøse innsjøer eller for kalkrike innsjøer.

Til-standsklasse	Svært kalkfattige, klare og klare innsjøer	Kalkfattige og moderat kalkrike, svært klare og klare innsjøer	Kalkfattige og moderat kalkrike, humøse og svært humøse innsjøer
Referanseverdi	82.06	58.21	38.60
Svært god	>72.32	>40.87	>29.87
God	>54.24-72.32	>30.65-40.87	>22.40-38.60
Moderat	>36.16-54.24	>20.44-30.65	>14.94-29.87
Dårlig	>18.08-36.16	>10.22-20.44	>7.47-14.94
Svært dårlig	≤18.08	≤10.22	≤7.47

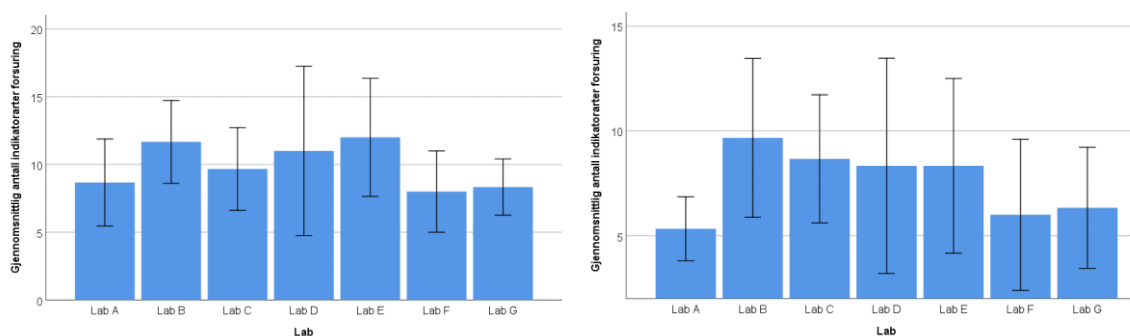
6.3 Vedlegg 3: Supplerende resultater



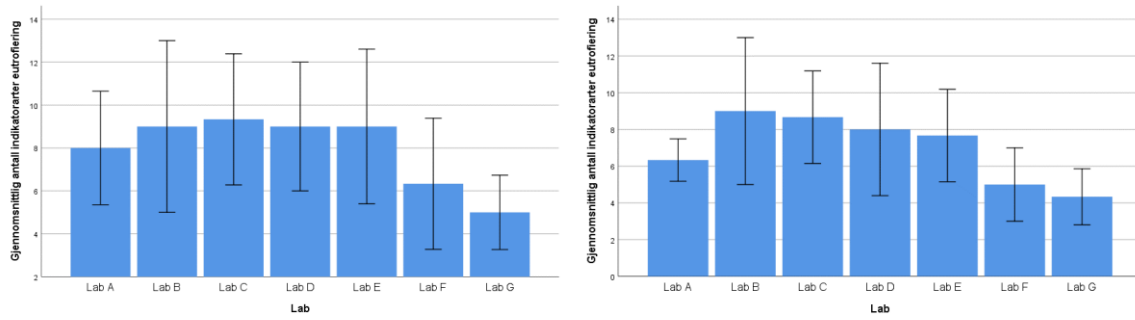
Figur V6.1. Det totale gjennomsnittlige antallet taksa (\pm standardavvik) per prøve bestemt av laboratoriene. Venstre panel: Det komplette datasett. Høyre panel: Datasett der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert.



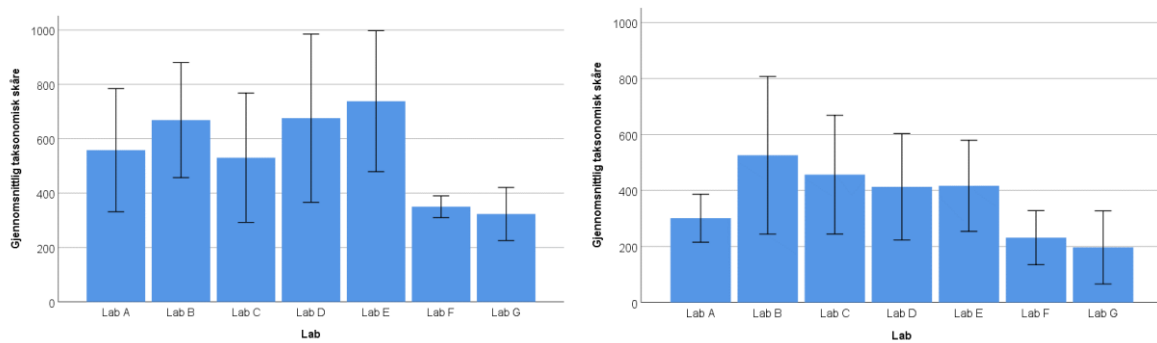
Figur V6.2. Det totale gjennomsnittlige antallet arter (\pm standardavvik) per prøve bestemt av laboratoriene. Venstre panel: Det komplette datasett. Høyre panel: Datasett der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert.



Figur V6.3. Gjennomsnittlig antall indikatorarter for forsurening (\pm standardavvik) per prøve for laboratoriene. Venstre panel: Det komplette datasett. Høyre panel: Datasett der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert.



Figur V6.4. Gjennomsnittlig antall indikatorarter for eutrofiering (\pm standardavvik) per prøve for laboratoriene. Venstre panel: Det komplette datasett. Høyre panel: Datasett der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert.



Figur V6.5. Gjennomsnittlig taksonomisk skår (\pm standardavvik) per prøve for laboratoriene. Venstre panel: Det komplette datasett. Høyre panel: Datasett der sjeldne arter (< 0,1 %) er ekskludert.

6.4 Vedlegg 4: Resultater fra ringtesten

Tabell V 6.4 Resultater fra deltest 1, der hver av de syv deltakende laboratorier analyserte en prøve fra hver av tre innsjøer. Detaljer om prøvetaking, homogenisering og fordeling av prøvene er gitt i metodeavsnittet.

Prøve nr	Lab. A	Lab. A	Lab. A	Lab. B	Lab. B	Lab. B	Lab. C	Lab. C	Lab. C	Lab. D	Lab. D	Lab. D	Lab. E	Lab. E	Lab. E	Lab. F	Lab. F	Lab. F	Lab. G	Lab. G	Lab. G
	Gøtteljøen	Skimeflo	Nordbysjøen	Gøtteljøen	Skimeflo	Nordbysjøen	Gøtteljøen	Skimeflo	Nordbysjøen	Gøtteljøen	Skimeflo	Nordbysjøen	Gøtteljøen	Skimeflo	Nordbysjøen	Gøtteljøen	Skimeflo	Nordbysjøen	Gøtteljøen	Skimeflo	Nordbysjøen
Cladocera	3	6	7	2	4	5	4	1	2	1	2	1	6	7	3	5	3	6	7	5	4
<i>Diaphanosoma brachyurum</i>		17			30			21		1	8			27			19	1			15
<i>Latona setifera</i>														2							
<i>Sida crystallina</i>	10	6	15	28	10	15	18	8	14	16	12	9	21	6	12	36	9	20	21	9	4
<i>Holopedium gibberum</i>			7			5			5			6						3			
<i>Ceriodaphnia megops</i>															7						
<i>Ceriodaphnia pulchella</i>					20	1		17	13		28	9		45	18		4				
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i>		23	7	3	1	20	1					1				6			1	14	8
<i>Ceriodaphnia laticaudata</i>								6													
<i>Ceriodaphnia sp.</i>																	31	14			
<i>Daphnia cristata</i>					1			5	*		37			5	1		3	1			
<i>Daphnia cucullata</i>		46			40			43			65			43						29	
<i>Daphnia longispina</i>											3			3			2				
<i>Daphnia galeata</i>											1										
<i>Daphnia sp.</i>																	35				
<i>Scapholeberis mucronata</i>	3		50	3		35	1	5	55	5	2	42	2	3	30	4	2	36	3	2	33
<i>Simonephalus vetulus</i>		8			10			9			1			7			10				
<i>Simonephalus eximius</i>											7										
<i>Bosmina longirostris</i>			3		5	435		19	72		5	490		5	300						
<i>Bosmina longispina</i>	326	28	578	364	15	20	352	9	360	350	30	50	370	20	200	444	17	452	311	5	286
<i>Bosmina coregoni</i>					5																
<i>Acantholeberis curvirostris</i>	31			33			30			20			30			36			40		
<i>Ilyocryptus sp.</i>																1					
<i>Macrothrix sp.</i>									1												
<i>Ofryoxus gracilis</i>			1					3											1		
<i>Streblocerus serricaudatus</i>			6							2		1	2								
<i>Acroporus angustatus</i>			2			6			1	5		1			12						
<i>Acroporus harpae</i>	40	1	7	73			32		6	38		3	44	1	1	38		6	29		
<i>Alona affinis</i>			2	1					*			1			1			1	1		4
<i>Alona guttata</i>	5		2	1		5	1		1	2		1	3			2					
<i>Alona intermedia</i>											1										
<i>Alona rectangula</i>		1												1							
<i>Alona rustica</i>				3		1	4				1		7		1						
<i>Alonella excisa</i>	1			3			1						5						2		
<i>Alonella exigua</i>									*				2								
<i>Alonella nana</i>	6		3	10		10	4		7	6	1	7	3		9	4				1	
<i>Alonopsis elongata</i>	12		34	37		20	26	*	46	32		34	38		44	42		42	19		27
<i>Camptocercus rectirostris</i>		1																			
<i>Chydorus ovalis</i>				1	287	1		328					2	250	*						
<i>Chydorus sphaericus</i>	9	277	5	63	1	1	9	42	3	8	285	6	15	200	2						
<i>Chydorus latus</i>											42								14	251	
<i>Chydorus sp.</i>											1					26	234	2			
<i>Paralona pigra</i>											1										
<i>Disparalona rostrata</i>		8			1			3			5		4			3					
<i>Eurycerus lamellatus</i>	4	1		1			6	*	3				5		3				10		
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	3	2		3		1	3	*	3	1			5		1	2		3			
<i>Monospius dispar</i>								1						2			1				
<i>Pleuroxus laevis</i>			1																		
<i>Pleuroxus trigonellus</i>			1																		
<i>Pleuroxus aduncus</i>														1							
<i>Pleuroxus truncatus</i>			2												1						
<i>Polyphemus pediculus</i>	381		1174	383		905	430		1165	445		930	470		1100	550	1	1168	459		815
<i>Leptodora kindti</i>									*					1						2	

Chydorus piger
lgt inn som
Paralona pigra

*kommentar om forekomst som skallrest

Tabell V6.4 fortsatt

	Lab. A	Lab. A	Lab. A	Lab. B	Lab. B	Lab. B	Lab. C	Lab. C	Lab. C	Lab. D	Lab. D	Lab. D	Lab. E	Lab. E	Lab. E	Lab. F	Lab. F	Lab. F	Lab. G	Lab. G	Lab. G
	Gøtteilgen	Skinnerflo	Nordbylgen	Gøtteilgen	Skinnerflo	Nordbylgen	Gøtteilgen	Skinnerflo	Nordbylgen	Gøtteilgen	Skinnerflo	Nordbylgen	Gøtteilgen	Skinnerflo	Nordbylgen	Gøtteilgen	Skinnerflo	Nordbylgen	Gøtteilgen	Skinnerflo	Nordbylgen
Prøve nr	3	6	7	2	4	5	4	1	2	1	2	1	6	7	3	5	3	6	7	5	4
Calanoida																					
<i>Eudiaptomus gracilis</i>		4			2		6	5		3	5			3			3	1			
<i>Eudiaptomus</i> sp.													2								
<i>Mixodiptomus laciniatus</i>	5													1							
<i>Eurytemora lacustris</i>					10			1													
<i>Heteros cope appendiculata</i>																					
<i>Heteros cope soliens</i>																					
Calanoida nauplier	9	81	3	60	5	3			1	75	8	20		3	1						
Calanoida copepoditter	9		10	1					1	1	6	3	2								
Cyclopoida																					
<i>Macrocyclus albidus</i>				3			1						1								1
<i>Macrocyclus fuscus</i>				1			1														
<i>Eucyclus denticulatus</i>			2											2	1						
<i>Eucyclus macruroides</i>					1										2						
<i>Eucyclus macrurus</i>	3	7				1			10			8									8
<i>Eucyclus serrulatus</i>	1	3	5							9											6
<i>Eucyclus speratus</i>	1										2										1
<i>Eucyclus</i> sp.					1																3
<i>Paracyclus affinis</i>					10						2										28
<i>Paracyclus poppei</i>					1			1			1				10						9
<i>Paracyclus fimbriatus</i>		10						6													34
<i>Ectacyclus phaleratus</i>																					3
<i>Cyclops abyssorum</i>					6													1			
<i>Cyclops scutifer</i>			2							3	1										
<i>Cyclops strenuus</i>		7																			
<i>Cyclops vicinus</i>								1													
<i>Cyclops</i> sp.														1							
<i>Megacyclus gigas</i>																					1
<i>Megacyclus viridis</i>					1			4													8
<i>Acanthocyclops robustus</i>	4	15	3	5		5					1	2									1
<i>Acanthocyclops vernalis</i>		6						2							16						
<i>Acanthocyclops robustus</i> (vernalis)																					
<i>Acanthocyclops</i> sp.																					
<i>Diacyclops abyssicola</i>																1					130
<i>Diacyclops bicuspidatus</i>	1				5			42					1								1
<i>Diacyclops bisetosus</i>	1				5			4							7						
<i>Diacyclops languidus</i>	1				10			2							3						
<i>Diacyclops</i> spp.								34													
<i>Diacyclops nanus</i>				7																	1
<i>Mesocyclops leuckarti</i>		44	18		1	11		13	9		4	2		10	2						
<i>Thermocyclops oithonoides</i>					116	30		172	45		36	12		40	17						
<i>Thermocyclops oithonoides/Mesocyclops leuckarti</i>																					
Cyclopoide nauplier	184	365	36	90	720	30	35	300	8	260	1160	60	45	en del	18	140	716	2			4
Cyclopoide copepoditter	31	360	69	100	695	45	79	280	9	105	435	24	130	en del	20	137	773	48			1
Cyclopoidea indet.																					
Copepoda indet.																					9
Harpacticoida																					
Harpacticoida indet.													1	4		1	20				
<i>Bryocamptus pygmaeus</i>		1	1																		
<i>Moraria mrazeki</i>		5																			
<i>Attheyella crassa</i>		3																			
Ergasilidae								2													

Disse fire individer tilsvarende "Calanoida cop. 1-3" i resultatfilen fra lab. F

Disse tre individer tilsvarende "Calanoida cop. 1-3" i resultatfilen fra lab. F

lab. B: Samsynligvis *E. gracilis*

lab. B: *E. speratus*/*E. serrulatus* han

Notert cf. *C. strenuus* i kommentar, satt den til *Cyclops* sp.

Slått smn "Cyclopidae cop. 1-3" og "Cyclopidae cop. 4-5 og ad."

Slått smn "Cyclopidae cop. 1-3" og "Cyclopidae cop. 4-5 og ad."

Slått smn "Cyclopidae cop. 1-3" og "Cyclopidae cop. 4-5 og ad."

*kommentar om forekomst som skallrest

Tabell V6.5 Resultater fra deltest 2. Hver av de syv deltakende laboratorier talte en prøve satt sammen av organisator. Hver prøve inneholdt de samme artene. Organisasator deltok ikke i deltest 2 (detaljer gitt i metodeavsnittet).

Prøve nr	Liste fra organisator	Lab A	Lab C	Lab D	Lab E	Lab F	Lab G
		2	4	6	3	5	1
Cladocera							<i>Ceriodaphnia reticulata</i>
							<i>Ceriodaphnia megops</i>
	<i>Simocephalus serrulatus</i>	<i>Simocephalus serrulatus</i>	<i>Simocephalus serrulatus</i>	<i>Simocephalus serrulatus</i>	<i>Simocephalus serrulatus</i>	<i>Simocephalus serrulatus</i>	
		<i>Simocephalus vetulus</i>					<i>Simocephalus vetulus</i>
	<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Bosmina longirostris</i>		<i>Bosmina longirostris</i>	<i>Bosmina longirostris</i>	
	<i>Bosmina longispina</i>	<i>Bosmina longispina</i>	<i>Bosmina longispina</i>	<i>Bosmina longispina</i>	<i>Bosmina longispina</i>	<i>Bosmina longispina</i>	<i>Bosmina longispina</i>
	<i>Ofryoxus gracilis</i>	<i>Ofryoxus gracilis</i>	<i>Ofryoxus gracilis</i>	<i>Ofryoxus gracilis</i>	<i>Ofryoxus gracilis</i>	<i>Ofryoxus gracilis</i>	<i>Ofryoxus gracilis</i>
	<i>Streblocerus serricaudatus</i>	<i>Streblocerus serricaudatus</i>	<i>Streblocerus serricaudatus</i>	<i>Streblocerus serricaudatus</i>	<i>Streblocerus serricaudatus</i>	<i>Streblocerus serricaudatus</i>	
	<i>Acroperus angustatus</i>	<i>Acroperus angustatus</i>	<i>Acroperus angustatus</i>	<i>Acroperus angustatus</i>	<i>Acroperus angustatus</i>		<i>Acroperus angustatus</i>
	<i>Acroperus harpae</i>	<i>Acroperus harpae</i>	<i>Acroperus harpae</i>	<i>Acroperus harpae</i>	<i>Acroperus harpae</i>	<i>Acroperus harpae</i>	
	<i>Alona affinis</i>	<i>Alona affinis</i>	<i>Alona affinis</i>	<i>Alona affinis</i>	<i>Alona affinis</i>		
	<i>Alona costata</i>	<i>Alona costata</i>	<i>Alona costata</i>	<i>Alona costata</i>	<i>Alona costata</i>	<i>Alona costata</i>	<i>Alona costata</i>
	<i>Alona guttata</i>	<i>Alona guttata</i>	<i>Alona guttata</i>	<i>Alona guttata</i>	<i>Alona guttata</i>	<i>Alona guttata</i>	<i>Alona guttata</i>
	<i>Alona rectangula</i>	<i>Alona rectangula</i>	<i>Coronatella rectangula</i>	<i>Alona rectangula</i>	<i>Alona rectangula</i>	<i>Alona rectangula</i>	
					<i>Alona rustica*</i>		
							<i>Alona sp.</i>
	<i>Alonella excisa</i>	<i>Alonella excisa</i>	<i>Alonella excisa</i>	<i>Alonella excisa</i>	<i>Alonella excisa</i>		<i>Alonella excisa</i>
	<i>Alonella exigua</i>	<i>Alonella exigua</i>	<i>Alonella exigua</i>	<i>Alonella exigua</i>	<i>Alonella exigua</i>	<i>Alonella exigua</i>	
	<i>Alonella nana</i>	<i>Alonella nana</i>	<i>Alonella nana</i>	<i>Alonella nana</i>	<i>Alonella nana</i>	<i>Alonella nana</i>	
		<i>Chydorus sphaericus</i>					<i>Chydorus sphaericus</i>
	<i>Paralona pigra</i>	<i>Chydorus piger</i>	<i>Paralona pigra</i>	<i>Chydorus piger</i>	<i>Paralona pigra</i>	<i>Chydorus piger</i>	
	<i>Disparalona rostrata</i>	<i>Disparalona rostrata</i>	<i>Disparalona rostrata</i>	<i>Disparalona rostrata</i>	<i>Disparalona rostrata</i>	<i>Disparalona rostrata</i>	
	<i>Eurycerus lamellatus</i>	<i>Eurycerus lamellatus</i>	<i>Eurycerus lamellatus</i>	<i>Eurycerus lamellatus</i>	<i>Eurycerus lamellatus</i>	<i>Eurycerus lamellatus</i>	<i>Eurycerus lamellatus</i>
	<i>Graptoleberis testudinaria</i>	<i>Graptoleberis testudinaria</i>	<i>Graptoleberis testudinaria</i>	<i>Graptoleberis testudinaria</i>	<i>Graptoleberis testudinaria</i>	<i>Graptoleberis testudinaria</i>	<i>Graptoleberis testudinaria</i>
							<i>Oxyurella tenuicaudis</i>
	<i>Pleuroxus truncatus</i>	<i>Pleuroxus truncatus</i>	<i>Pleuroxus truncatus</i>	<i>Pleuroxus truncatus</i>	<i>Pleuroxus truncatus</i>	<i>Pleuroxus truncatus</i>	<i>Pleuroxus truncatus</i>
	<i>Rhynchotalona falcata</i>	<i>Rhynchotalona falcata</i>	<i>Rhynchotalona falcata</i>	<i>Rhynchotalona falcata</i>	<i>Rhynchotalona falcata</i>	<i>Rhynchotalona falcata</i>	<i>Rhynchotalona falcata</i>
Calanioda	<i>Acanthodiaptomus denticorr.</i>	<i>Acanthodiaptomus denticorr.</i>	<i>Acanthodiaptomus denticorr.</i>	<i>Acanthodiaptomus denticorr.</i>	<i>Acanthodiaptomus denticorr.</i>	<i>Acanthodiaptomus denticorr.</i>	<i>Acanthodiaptomus denticorr.</i>
	<i>Arctodiaptomus laticeps</i>	<i>Arctodiaptomus laticeps</i>	<i>Arctodiaptomus laticeps</i>	<i>Arctodiaptomus laticeps</i>	<i>Arctodiaptomus laticeps</i>	<i>Arctodiaptomus laticeps</i>	<i>Arctodiaptomus laticeps</i>
Cyclopoida	<i>Eucyclops speratus</i>	<i>Eucyclops speratus</i>	<i>Eucyclops speratus</i>	<i>Eucyclops speratus</i>	<i>Eucyclops speratus</i>	<i>Eucyclops speratus</i>	
		<i>Eucyclops serrulatus</i>					
		<i>Eucyclops denticulatus</i>		<i>Eucyclops denticulatus</i>			
		<i>Eucyclops macrurus</i>					<i>Eucyclops macrurus</i>
	<i>Cyclops scutifer</i>	<i>Cyclops scutifer</i>	<i>Cyclops scutifer</i>	<i>Cyclops scutifer</i>	<i>Cyclops scutifer</i>	<i>Cyclops scutifer</i>	
							<i>Acanthocyclops vernalis</i>

*Lab E fant et individ av *A. rustica* i prøven som var kommet med som utilsiktet forurensning.

Norsk institutt for naturforskning, NINA, er en uavhengig stiftelse som forsker på natur og samspillet natur–samfunn.

NINA ble etablert i 1988. Hovedkontoret er i Trondheim, med avdelingskontorer i Tromsø, Lillehammer, Bergen og Oslo. I tillegg driver NINA Sæterfjellet avlsstasjon for fjellrev på Oppdal, og forskningsstasjonen for vill laksefisk på lms i Rogaland.

NINAs virksomhet omfatter både forskning og utredning, miljøovervåking, rådgivning og evaluering. NINA har stor bredde i kompetanse og erfaring med både naturvitere og samfunnsvitere i staben. Vi har kunnskap om artene, naturtypene, samfunnets bruk av naturen og sammenhenger med de store drivkreftene i naturen.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-4643-9

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Torgarden, 7485 Trondheim

Besøks-/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>



Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger