

480

OPPDRAKSMELDING

Standardisering av måle- og
biomasseberegnings-metoder for
dyreplankton, bunndyr, overflate-
insekter og fisk i ferskvann

June Breistein
Terje Nøst



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Standardisering av måle- og biomasseberegnings-metoder for dyreplankton, bunndyr, overflate- insekter og fisk i ferskvann

June Breistein
Terje Nøst

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befæringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttene prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc. Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper.

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Breistein, J. & Nøst T. 1997. Standardisering av måle- og biomasseberegnings-metoder for dyreplankton, bunndyr, overflateinsekter og fisk i ferskvann. - NINA Oppdragsmelding 480: 1-19.

Trondheim, desember 1997

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0810-5

Forvaltningsområde:

Naturovervåking

Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Odd Terje Sandlund

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 100

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7005 Trondheim

Tel: 73 80 14 00

Fax: 73 80 14 01/73 80 14 02

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 16010 Standardisering av biomasseberegning

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Norsk institutt for naturforskning og kulturminneforskning

Referat

Breistein, J. & Nøst T. 1997. Standardisering av måle- og biomasseberegning-metoder for dyreplankton, bunndyr, overflateinsekter og fisk i ferskvann. - NINA Oppdragsmelding 480: 1-9.

Denne rapporten er første forsøk på å utarbeide "en standard metodeveileder" til bruk ved biomasseberegninger av dyreplankton, bunndyr, overflateinsekter og fisk i ferskvann. Biomasse blir ofte brukt som en sentral parameter i ferskvannsekologiske studier, og det er de senere år utarbeidet en rekke regresjonsligninger (ligninger for forholdet mellom lengde og vekt) for disse gruppene. Hovedhensikten med denne rapporten er å standardisere metodikken slik at resultater fra ulike undersøkelser blir lettere sammenlignbare. Rapporten gir en oppsummering av de vanligst brukte regresjonsligninger for dyreplankton, bunndyr, overflateinsekter og fisk fra norske ferskvannsbioologiske studier.

Biomasseberegninger av ulike ferskvannsorganismer er basert på forholdet mellom lengde (L) og vekt (W), som kan uttrykkes ved den generelle ligningen: $\ln W = \ln a + b \ln L$.

Beregningene kan benyttes både til å estimere biomasse fra dyreplankton- og bunndyrprøver, samt i mageprøver fra fisk. I rapporten er metodikken for målinger av de mest sentrale ferskvannsorganismer gitt, og utarbeidelse av regresjonsligninger og fastvekter beskrevet.

Data og opplysninger er hentet både fra publisert og upublisert materiale. Det vil være behov for revidering av rapporten, og brukerne inviteres derfor til å komme med tilbakemeldinger.

Emneord: Biomasseberegning, ferskvannsorganismer, invertebrater.

June Breistein & Terje Nøst, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Abstract

Breistein, J. & Nøst, t. 1997. Standardization of methods: biomass of freshwater invertebrates. - NINA Oppdragsmelding 480: 1-19.

This report is the first attempt to develop a standard method guide to estimate biomass of zooplankton, zoobenthos, surface insects and freshwater fishes. Biomass is often used as a central parameter in freshwater ecological studies. The main purpose of this report is to standardise the methodology concerning the estimates of biomass to make results from different studies comparable. The report sums up the most commonly used regressions in Norwegian freshwater studies, for zooplankton, zoobenthos, surface insects and freshwater fishes.

Estimation of biomass for different freshwater organisms is based on the correlation between body length and dry weight, expressed by the equation: $\ln W = \ln a + b \ln L$.

The calculations may be used for estimation of biomass both from zooplankton- and benthic samples, as well as stomach samples from fish. The methodology for measuring the most central freshwater organisms is given in the report. Regression equations and fixed dry weight are described. Data and information both from published and unpublished material have been used in the report.

Revision of the report will be necessary, therefore responses from the users will be appreciated.

Key words: Biomass estimates, freshwater organisms, invertebrates.

June Breistein & Tejre Nøst, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletts 2, N.-7005 Trondheim, Norway.

Forord

Denne rapporten er første forsøk på å utarbeide "en standard metodeveileder" til bruk ved biomasseberegninger av dyreplankton (zooplankton), bunndyr, overflateinsekter og fisk i ferskvann. Biomasse blir ofte blitt brukt som sentral parameter i ulike ferskvannsekologiske studier. Imidlertid viser det seg at metodikken som benyttes for biomasseberegninger kan variere.

Hovedhensikten med denne rapporten er å standardisere metodikken slik at resultater fra ulike undersøkelser blir lettere sammenlignbare. Data for de mest sentrale ferskvannsorganismer er gitt, og opplysninger er hentet både fra publisert og upublisert materiale. Det vil være behov for revidering av rapporten, og tilbakemeldinger fra brukerne er av stor betydning.

Rapporten viser hvordan en måler lengde av dyreplankton, bunndyr og fiskeyngel og hvordan dette kan brukes til å beregne biomasse. Beregningene kan benyttes både til å estimere biomasse fra dyreplankton- og bunndyrprøver, samt mageprøver fra fisk. Programoppsett i EXCEL med eksempler er også tatt med.

Rapporten er finansiert av NINA*NIKU og prosjektleder har vært June Breistein.

Hans Mack-Berger, Trygve Hesthagen og Randi Saksgård fortjener takk for hjelp underveis. Videre har Torbjørn Forseth hjulpet til med utarbeidelse av regresjonsligning fra eget Trichopteralarve-materiale. Jan Ove Gjershaug har artsbestemt det innsamlete maur-materialet. Arnfinn Lange-land har bidratt med utarbeidelse av dyreplankton- og bunndyr-materialet.

Trondheim desember 1997.

June Breistein.
prosjektleder

Innhold

Referat.....	3
Abstract	3
Forord	4
1 Innledning	5
2 Metodikk.....	5
2.1 Måling/beregningsprosedyrer	6
2.1.1 Kalibrering for lengdemåling i lupe.....	6
2.1.2 Framgangsmåte ved utarbeidelse av regresjonsligning	6
2.1.3 Framgangsmåte ved beregning av fastvekt.....	6
3 Presentasjon av regresjonsligninger.....	7
3.1 Dyreplankton (zooplankton)	7
3.1.1 Hjuldyr (Rotatoria)	7
3.1.2 Vannlopper (Cladocera)	7
3.1.3 Hoppekreps (Copepoda).....	7
3.2 Andre krepsdyrgrupper.....	9
3.3 Bunndyr	12
3.3.1 Insektlarver.....	12
3.3.2 Andre bunndyr (vannbiller, muslinger, snegl, o.l.).....	14
3.4 Overflateinsekter (landbiller, fluer, mygg ad., edderkopper, o.l.).....	15
3.5 Fisk (Pisces).....	16
3.6 Tabell fastvekter	16
4 Litteratur.....	17
Vedlegg 1 Kalibreringsprosedyre for lengdemålinger i stereolupe	18
Vedlegg 2 Programoppsett i Excel.....	18
Vedlegg 3 Regresjonsligningsoppsett i Excel.....	19

1 Innledning

Biomasseberegninger av ulike ferskvannsorganismer er basert på forhold (regresjoner) mellom lengde og vekt. Gjennom de senere år er det utarbeidet en rekke regresjonsligninger for dyreplankton, bunndyr, overflateinsekter og fisk. Det viser seg at det ofte eksisterer et større eller mindre avvik i forholdet mellom lengde og vekt for samme art/gruppe i ulike undersøkelser. Dette har bl.a. medført at det er vanskelig å sammenligne resultatene fra ulike studier. I tillegg presenteres en del biomassedata som tørrvekt, andre som våtvekt.

I forbindelse med forskningsprogrammet IBP (International Biological Research Program) ble det gjennomført en omfattende litteraturstudie over lengdemålinger og biomasseberegninger hos dyreplankton (Bottrell et al. 1976). Data-materialet fra 6 innsjøer/elver i Europa (England, Norge, Polen og Skottland), samt en innsjø i Afrika (Uganda) var grunnlag for studiet. Bottrell et al. (1976) konkluderte med at tørrvekt er en mer stabil parameter sammenlignet med våtvekt, og at sammenhengen mellom lengde og tørrvekt kan uttrykkes med en ligning (se kap. 2 Metodikk).

Når det gjelder bunndyr finnes det svært lite publisert informasjon om sammenhenger mellom lengde og vekt. I mange økologiske undersøkelser har det derfor vært nødvendig å bruke regresjonsligninger for nærstående arter/grupper.

I mageprøver fra fisk har det vært vanlig å benytte fastvekter for arter og grupper av dyreplankton, bunndyr og overflateinsekter som tilnærmet mål på biomasse (Lien 1978).

Denne rapporten gir en oppsummering av de vanligst brukte regresjonsligninger for dyreplankton, bunndyr, overflateinsekter og fisk som er benyttet i norske ferskvannsbioologiske studier.

Metodikk for målinger, samt utarbeiding av regresjonsligninger/fastvekter er beskrevet i kapittel 2. I kapittel 3 presenteres regresjonsligningene for de forskjellige artene/gruppene. Fastvekt for enkelte grupper er satt opp i en egen tabell. Framgangsmåten ved utregning av biomasse i EXCEL beskrevet i detalj i **vedlegg 2**.

2 Metodikk

Den generelle ligningen for biomassetall baseres på et eksponentielt forhold mellom individets lengde og tørrvekt; $W = aL^b$, det vil si et lineært forhold mellom logaritmene til lengde (L) og vekt (W); $\ln W = \ln a + b \ln L$

(W = tørrvekt (mg/μg), L = total lengde i mm, mens a og b er konstanter).

Fleire forhold har betydning for verdien av konstantene a og b. Vekten, og forholdet mellom lengde og vekt hos bunndyr, dyreplankton (invertebrater) så vel som hos fisk, varierer gjennom sesongen. Avhengig av grunnlagsdata kan også ligningen være gyldig bare innenfor bestemte lengdeintervaller innen den enkelte art/gruppe. Dette har medført at ulike forfattere har utarbeidet forskjellige regresjonsligninger for samme art/gruppe. Det mest ideelle hadde vært å utarbeide regresjonsligninger for hvert måleintervall innen hver art/gruppe og lokalitet. Dette er imidlertid en meget tids- og kostnadskrevende jobb, og derfor vanskelig å gjennomføre.

Biomasseberegninger ved hjelp av etablerte forhold mellom lengde og vekt hos en art/gruppe baseres vanligvis på lengdemålinger av minimum 30 dyr i en prøve. Individuelle lengder (L) settes inn i ligningen og tørrvekt (W) beregnes. Gjennomsnittsvekt av de målte dyrene benyttes til videre beregning av biomasse (pr. prøve eller pr. areal).

Det måles på forskjellige deler av dyret for de ulike arter/grupper. Dette blir nærmere beskrevet i kap. 3. Hos bunndyr er det best å måle hele lengden av dyret. Hvis derimot dyret ikke er helt intakt, kan hodebredden måles og total lengde (L) beregnes. I noen tilfeller er det behov for å gå veien om spesielle lengdemål som f.eks. lengde av telson hos vanlig marflo (*Gammarus lacustris*), og lengden av antenneskjellet, ASL hos langhalet istidskrep (*Mysis relicta*) (se pkt 3.2).

Når det gjelder bunndyr finnes det svært lite publiserte data om sammenhengen mellom lengde og vekt. I mange økologiske undersøkelser er det derfor nødvendig å bruke regresjonsligninger for nærstående arter/grupper. Et eksempel på dette er «Andre bunndyr», der samme regresjonsligning brukes for gruppene biller (terrestriske), fluer, voksne mygg, edderkopper, o.l.

Det er viktig å være oppmerksom på at sammenhengen (korrelasjonen) mellom kroppslengde og hodebredde ikke alltid er god. Et eksempel er innen gruppen vårfluelarver (Trichoptera). Noen vårfluelarve-arter har bredt hode (f.eks. *Polycentropus flavomaculatus*), andre smalt hode (f.eks. *Rhyacophila nubila*), uavhengig av kroppsstørrelse. Dette medfører at det kan forekomme overlapp i målte hodebredder mellom gitte størrelsesgrupper, som vist i **tabell 1**.

Tabell 1. Målte kroppslengder og hodebredder hos 131 individer av vårfluellarver (*Trichoptera*) fordelt på tre lengdegrupper (Eget materiale).

Total kroppslengde (mm)	Hodebredde (mm)	# målte individer
Gr.1: 10,1–19	0.75–1.99	n = 33
Gr.2: 4,8–9.79	0.33–1.25	n = 38
Gr.3: 0.58–4.98	0.17–0.75	n = 60

I kapittel 3 blir regresjonsligningene presentert sammen med figurer som viser hvor målene på de forskjellige dyrene tas.

2.1 Måling/beregningsprosedyrer

2.1.1 Kalibrering for lengdemåling i lupe

Målinger av de forskjellige arter/grupper gjøres ved bruk av stereolupe/mikroskop. Før målingene kan starte må lupen kalibreres, og til dette trengs en kalibreringslinjal og et måleokular. **Kalibreringsprosedyren må følges for den enkelte lupe**, og er beskrevet i vedlegg 1.

2.1.2 Framgangsmåte ved utarbeidelse av regresjonsligning

Regresjonsligninger beregnes ut fra en matematisk modell på grunnlag av lengde- og vekt-målinger. På grunnlag av regresjonsmodellen kan vekten av den enkelte art/gruppe for identifiserbare individer utføres. Framgangsmåten for beregning:

- Grupper dyrene i minst 4 lengdegrupper (hvis mulig)
- Mål lengden av så mange individer som mulig innen hver lengdegruppe
- Tørk de målte individene fra hver størrelsesgruppe for seg i tørkeskap ved 60°-70° i 24 timer, eller til stabil tørrvekt. Husk å veie papiret/al-folie, e.l. **før** dyrene plasseres oppå.
- Vei hver størrelsesgruppe.

For å holde dyrene stabilt tørre under veiing, bør de oppbevares i eksikator med hygroskopisk salt som absorberer fuktighet. Dersom eksikator ikke er tilgjengelig bør vekt og tørkeskap stå så nær hverandre som mulig slik at den tørkede prøven raskt kan flyttes fra tørkeskapet til vekten. Bruk en nøyaktig vekt ned til minimum 0.01 mg (10 µg). Verdien du får er tørrvekt (W) for hver størrelsesgruppe. Legg verdiene inn i et regneark i Excel og regn om verdiene til logaritmiske verdier, dvs ln W og ln L.

Prosedyren for lineær regresjon i Excel er som følger:

Klikk på «Verktøy», «Dataanalyse» og «Regresjon». I «Inndata Y-område» skal ln W-verdiene inn. I «Inndata X-område» merker du av ln L-verdiene på regnearket. Trykk OK, og regresjonsstatistikken kommer fram (på eget regneark). Verdiene «Skjæringspunkt» (ln a) og «X-variabel 1» (ln b) i kolonnen «Koeffisienter» settes inn i den generelle ligningen : $\ln W = \ln a + \ln b \ln L$.

Access kan også brukes (eget instruksjonshefte).

Dyreplankton og bunndyr blir som oftest fiksert enten i Lugol eller 70 % etanol. Etanol har tendens til å trekke ut væske, mens Lugol regnes som et mindre uttørrende fikseringsmedium. For å se om fikseringsmedium har innvirkning på måleresultatet (her; lengdemål) ble 131 vårfluellarver, fordelt på tre lengdegrupper først fiksert i Lugol i 10 dager før lengdemåling. Deretter ble larvene lagt i 70 % etanol i 14 dager før hver lengdegruppe ble målt igjen. De gjennomsnittlige forskjellene var som følger:

	Lugol (mm)	70 % etanol (mm)	Forskjell (%)
Lengdegruppe 1:	12.00	11.72	2.33
Lengdegruppe 2:	7.01	6.60	5.85
Lengdegruppe 3:	3.53	3.52	0.33

Forskjellen i målte lengder mellom dyr fiksert i Lugol og i 70 % etanol var liten, men vi skal ikke se bort fra at det enkelte sammenhenger kan ha betydning for måleresultatet hos andre arter/grupper. Lignende problemer gjelder for formalinfiksert materiale (Bottrell et al. 1976).

2.1.3 Framgangsmåte ved beregning av fastvekt

Antall individer som må tørkes for å få en pålitelig fastvekt, avhenger av gruppe/art. Det trengs f eks atskillig flere individer av linsekrep (*Eurycercus lamellatus*) enn av nordisk skogmaur (*Formica aquilonia*) fordi én linsekrep veier under 1 mg, mens én nordisk skogmaur veier over 2 mg.

Fastvekten beregnes på følgende måte:

Noter antall individer og sett i tørkeskap ved 60°-70° i 24 timer eller til stabil tørrvekt. Husk først å veie papiret/begeret dyrene plasseres oppå.

Vei på samme måte som beskrevet under pkt. 2.1.2.

Fastvekten for den aktuelle gruppen/arten blir da: $W(\text{g, mg, eller } \mu\text{g})/\text{antall individer} = \text{fastvekt for ett individ}$.

3 Presentasjon av regresjonsligninger

3.1 Dyreplankton (zooplankton)

Dyreplankton i ferskvann (zooplankton) inkluderer vanligvis tre dyregrupper; hjuldyr (Rotatoria), vannlopper (Cladocera) og hoppekreps (Copepoda). Nedenfor gis en oversikt over biomasseberegninger for en del sentrale og vanlige arter og grupper innen dyreplankton.

3.1.1 Hjuldyr (Rotatoria)

Hjuldyr-gruppen viser en utrolig formrikdom, og er ofte vanskelig å avgrense til art. Det totale artsantall synes å ligge omkring 300, hvorav ca 80 % er litorale arter. Utbredelsen av hjuldyr er dårlig kjent i Norge, og artsestimatet er trolig altfor lavt (Bjørklund 1996). De mest vanlige utbredte hjuldyrarter i dyreplanktonet tilhører familiene Brachionidae, Synchaetidae, Asplanchnoidae og Conochilidae.

Det benyttes to forskjellige metoder for å beregne tørrvekt (biomasse) av hjuldyr. En metode estimerer tørrvekt gjennom bruk av geometriske formler som tilnærmer volumet til et individ. Ulike lengdemål for den enkelte art/gruppe foretas. Volumet kalkuleres fra en enkel formel avhengig av formen på dyret.

Den andre metoden estimerer tørrvekten direkte ved å veie individer av en art. Fastvekter for flere arter er utarbeidet. Begge metodene er evaluert i en håndbok for beregning av sekundær produksjon i ferskvann (Downing & Rigler 1984), som konkluderer med at begge metoder har store usikkerheter. Håndboken gir heller ingen anbefaling om hvilken metode som er best egnet.

Det anbefales her at bruk av metodikk vurderes i hvert enkelt tilfelle avhengig av arter og problemstilling. Vi henviser til nevnte håndbok for en videre framgangsprosedyre (Downing & Rigler 1984).

3.1.2 Vannlopper (Cladocera)

Det er registrert 84 vannloppe-arter i Norge. Vannlopper deles i planktoniske og litorale arter, med en klar dominans av de litorale. Vannlopper kan være opptil 4 mm lange og finnes i alle typer ferskvannslokaliteter. De er ofte knyttet til vegetasjon og bunnsubstrat i tjern og vann, og i stillere partier i rennende vann (Kristiansen 1981, Walseng & Halvorsen 1996).

Regresjonsligning for de viktigste artene/gruppene (*Daphnia*, *Bosmina*, *Bythotrephes*, *Holopedium*) er presentert nedenfor, sammen med en illustrasjon som viser hvordan lengden måles.

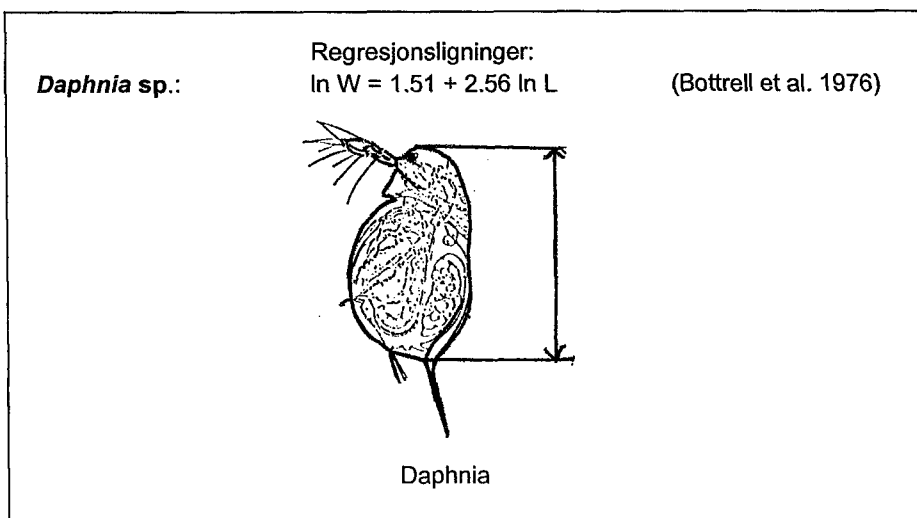
For *Chydorus sphaericus* anbefales samme regresjonsligning som for *Bosmina* sp. da disse er omtrent like i størrelse og form.

De lineære regresjonene for sammenhengen mellom lengde L (mm) og tørrvekt W (μ g) for de vannlopperarter/grupper som er gjennomgått er også satt opp i tabell 2 og vedlegg 3.

3.1.3 Hoppekreps (Copepoda)

Voksne hoppekreps er 0,5– ca 3 mm og finnes i ulike ferskvannshabitater. I Norge er det registrert ca 49 ferskvannslivende arter (Kristiansen 1981). Hoppekreps deles i ordnede Calanoida, Cyclopoida og Harpacticoida. Kunnskapen om Harpacticoida er svært begrenset i Norge og gruppen er derfor ikke tatt med i denne presentasjonen. Når det gjelder Calanoida (14 arter) og Cyclopoida (35 arter) er kunnskapsnivået i Norge høyt (Walseng & Halvorsen 1996).

Hoppekreps gjennomgår ulike utviklingsstadier i sin livssyklus; fra larvestadier (nauplier), gjennom ulike copepoditt stadier (5) til voksne (adulte) individer.

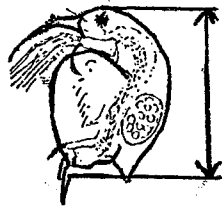


***Bosmina* sp.:**

Regresjonsligninger:

$$\ln W = 3.093 + 2.595 \ln L$$

(Langeland 1982)



Bosmina

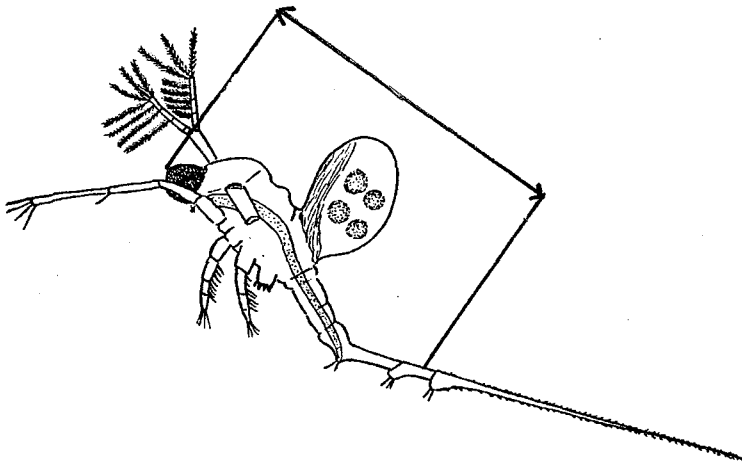
Bythotrephes longimanus

Regresjonsligninger:

$$\ln W = 3.649 + 1.988 \ln L$$

(Kaalaas 1995)

Lengde måles fra toppen av hodet til midtpunktet mellom de to små piggene ved basis av spina.



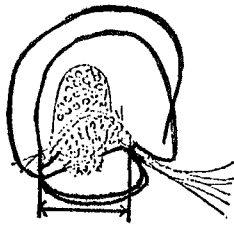
Bythotrephes

Holopedium gibberum

Regresjonsligninger:

$$\ln W = 3.186 + 3.219 \ln L$$

(Langeland 1982)



Holopedium

Diaphanosoma celebensis

$$\ln W = 6.76 + 4.03 \ln L$$

(Segawa & Yang 1990)

For naupliene har det ofte vært mest hensiktsmessig å bruke fastvekter. For *Cyclops scutifer*, *Diaptomus* sp. og *Heterocope* sp. er fastvektene vanligvis satt til h.h.v. 0.1, 0,3 og 0,4 µg (Langeland 1982, Nøst & Jensen 1997).

Hos de ulike copepodittstadier og voksne kan artefakter (krølling/bøying) opptre som følge av fiksering. Dette kan medføre at total kroppslengde blir vanskelig å måle. Det anbefales derfor å bruke lengde av hode/brystparti (cephalothorax, CL) fremfor total lengde (L).

Sammenhengen mellom lengde L(mm)/CL(mm) og tørrvekt W(µg) for de hoppekrepsarter/grupper som er gjennomgått er også satt opp i **tabell 2** og **vedlegg 3**. I tabellene er det angitt resultater for enkeltarter, men det anbefales at disse også brukes for andre arter innen de aktuelle slektene som disse representerer; *Daphnia*, *Bosmina*, *Cyclops*, *Diaptomus* og *Heterocope*.

Regresjonsligninger:

Cyclops scutifer I: $\ln W = 1.2286 + 2.6398 \ln L$ (Bottrell et al. 1976)
 II: $\ln W = 2.4693 + 2.6398 \ln CL$ (modifisert etter Bottrell et al. 1976)

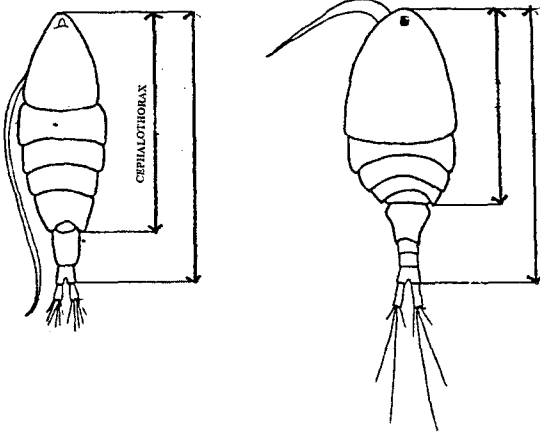
Lengde av hode/brystparti (CL) hos *Cyclops* multipliseres med en faktor på 1.6 for å få total kroppslengde (se vedlegg 2).

Diaptomus sp. I: $\ln W = 1.2431 + 2.634 \ln L$ (Bottrell et al. 1976)
 II: $\ln W = 2.00467 + 2.634 \ln CL$ (modifisert etter Bottrell et al. 1976)

Lengde av hode/brystparti (CL) hos *Diaptomus* multipliseres med en faktor på 1.4 for å få total kroppslengde (se vedlegg 2).

Heterocope sp.:*) I: $\ln W = 1.5886 + 2.991 \ln L$ (modifisert etter Langeland 1982)
 II: $\ln W = 2.593 + 2.991 \ln CL$ (Langeland 1982)

Lengde av hode/brystparti (CL) hos *Heterocope* multipliseres med en faktor på 1.4 for å få total kroppslengde (se vedlegg 2).



Copepoda

*) I ligningen er lengdeverdier for *Heterocope appendiculata* benyttet.

3.2 Andre krepsdyrgrupper

I denne presentasjonen inkluderer "Andre krepsdyrgrupper" følgende arter; skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*), og stor-krepsene vanlig marflo (*Gammarus lacustris*), firetorntet istidskreps (*Pallasea quadrispinosa*) og langhalet istidskreps (*Mysis relicta*).

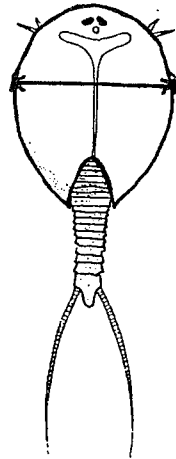
Det er registrert en art innen gruppen Notostraca i Norge; skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*). Den er utbredt i Nord-

Norge og høyereliggende strøk av Sør-Norge. Selv om utbredelse av skjoldkreps er relativt godt kjent her i landet, gjenstår det fremdeles områder som er dårlig undersøkt. Skjoldkrepsen er viktig føde for fisk, og lever selv av små krepsdyr, mygglarver og andre smådyr (Holthe 1987; Kristiansen 1981; Aagaard 1996). Skjoldkrepsens kropp er delt i hode/brystparti (cephalothorax), eller ryggskjold (carapace) og bakkropp (abdomen). Den lineære regresjonsligningen som er gjengitt nedenfor, er gitt for sammenhengen mellom bredden av ryggskjoldet, C(mm) og tørrvekt, W(µg).

Skjoldkreps*(Lepidurus arcticus)*

Regresjonsligninger:

$$\ln W = 0.097C + 0.173$$

 $(n = 18, r = 0.99, P < 0.001)$ (L'Abée-Lund & Sægrov 1991)

Skjoldkreps

Tabell 2. Sammenhengen mellom lengde L (mm) og tørrvekt W (μ g) for noen dyreplankton ($\ln W = \ln a + b * \ln L$). I første kolonne er angitt det intervall som regresjonen gjelder for. I kolonne 2 er det angitt $\ln a$. Konstanten a fås ved å ta antilogarithmen til det oppgitte tallet. I kolonne 3 er gjengitt eksponenten b i ovennevnte ligning. For hoppekreps (copepoder) er det oppgitt konstanter både for total lengde (L) og kroppslengde/lengde av hode/brystparti (CL). L = total lengde(mm), CL = lengde av hode/brystparti (mm).

Art/Gruppe	Måleintervall (mm)	$\ln a$	b	Referanse
<i>Daphnia</i> sp.	0,6–2,3	1,51	L: 2,56	Bottrell et al. 1976
<i>Bosmina</i> sp.	0,25–0,8	3,093	L: 2,595	Langeland 1982
<i>Bythotrephes longimanus</i>	1,2 –2,50	3,649	L: 1,988	Kaalaas 1955
<i>Holopedium gibberum</i>	0,3–1,2	3,186	L: 3,219	Langeland 1982
<i>Diaphanosoma</i> sp.**)	0,6–1,27	6,76	L: 4,03	Segawa & Yang 1990
<i>Cyclops</i> scutifer	0,3–1,2	1,2286	L: 2,6398	Bottrell et al. 1976
	*)	2,4693	CL: 2,6398	Modifisert fra Bottrell et al. 1976
<i>Diaptomus</i> sp.	0,3–1,9	1,2431	L: 2,634	Bottrell et al. 1976
	*)	2,0047	CL: 2,634	Modifisert fra Bottrell et al. 1976
<i>Heterocope</i> sp.	0,5–2,1	2,593	L: 2,991	Modifisert etter Langeland 1982.
	*)	1,589	CL: 2,991	Langeland 1982
<i>Lepidurus arcticus</i>	*)	0,097	CL: 0,173	L'Abée-Lund & Sægrov 1991
Vanlig marflo	*)	0,010	0,277	L'Abée-Lund & Sægrov 1991
<i>Gammarus lacustris</i>				
Firetorner istdiskreps	*)	0,409	29,688* ^{telson}	Moen, V. (pers. med.)
<i>Pallasea quadrispinosa</i>		-6,6985	2,988	

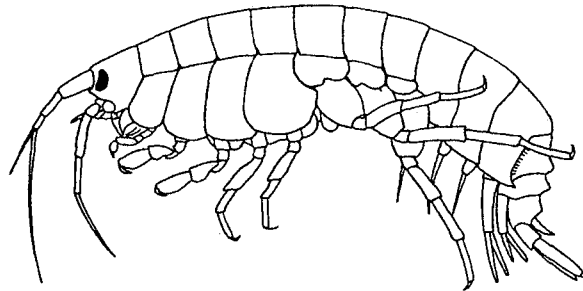
*) måleintervall ikke oppgitt

**) regresjonsligningen er utarbeidet for *Diaphanosoma celebensis*.

Det finnes syv arter storkreps (Malacostraca) i ferskvann i Norge. I tillegg kan flere brakkvansarter tidvis oppholde seg i ferskvann (Økland et al. 1996). Utbredelsen er godt kjent for de fleste storkrepsarter i Sør-Norge, men det forventes

flere funn av f eks *Mysis* i Finnmark. I denne presentasjonen er regresjonsligning for de tre mest vanlige ferskvannarter av storkreps er tatt med.

Vanlig marflo Regresjonsligning:
(Gammarus lacustris) $\ln W = 0.010L + 0.277$ (L'Abée-Lund & Sægrov 1991)
 ($n = 19, r = 0.99, P < 0.001$)
 L = total kroppslengde i mm.



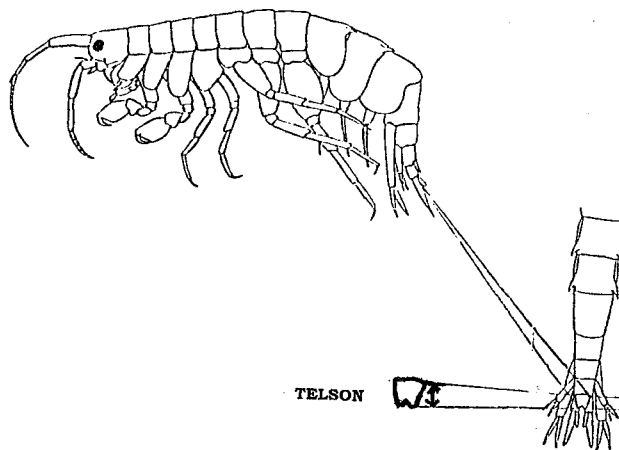
Gammarus

Regresjon mellom telsons lengde og lengden av naturlig utstrakt individ

Firetornet istidskreps $\ln W = (0.40945 + 29.68835) * \text{telson}$ (Vidar Moen, pers. med.)
(Pallasea quadrispinosa)

Regresjon mellom total lengde L(mm) og tørrvekt W(mg)

$\ln W = -6.6985 + 2.988 \ln L$ (Vidar Moen, pers. med.)
 ($n = 98, R^2 = 0.921$)

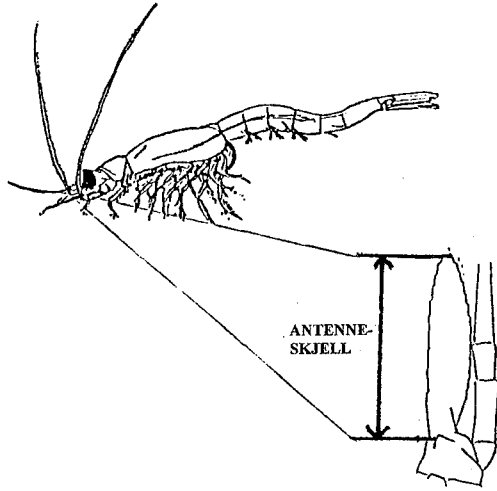


Pallasea

Total lengde (mm) regnes ut på følgende måte:

Langhalet istidskreps $L = ASL^* \cdot 6.667 + 0.043$ (Moen & Langeland 1989)
(*Mysis relicta*) ($n = 80, R^2 = 0.956$)

$W(\text{mg}) = L \cdot 0.00404^{2.79}$ (Baste 1986)
($n = 99, R^2 = 0.968$)



*ASL = antenneskjell

Mysis

De lineære regresjonene for sammenhengen mellom lengde L(mm)/CL(mm) og tørrvekt W(μg) for de artene som er gjennomgått under «Malacostraca» er også satt opp i tabell 2 og vedlegg 3.

3.3 Bunndyr

3.3.1 Insektlarver

I denne presentasjonen er følgende grupper tatt med: døgnfluer (Ephemeroptera), vårfluer (Trichoptera), steinfluer (Plecoptera) og fjærmygg (Chironomidae). Alle gruppene har larve-/nymfe-/puppestadiene i vann, mens det voksne insektet (imago) lever terrestrisk. Det er registrert 44 døgnflue-arter, 191 vårflue-arter, 35 steinflue-arter og ca 500 fjærmygg-arter i Norge. De fleste arter er knyttet til rennende vann, men arter innenfor alle grupper finnes i alle typer ferskvannslokaliteter.

De nedenforstående regresjonsligningene for utregning av biomasse tørrvekt, er for larver og pupper/nymfer.

Regresjonsligninger for imago (voksne individer) finnes under pkt. 3.4.

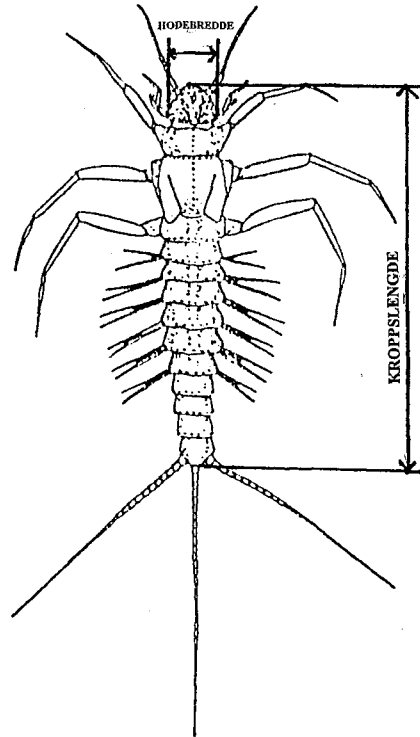
Lineære regresjoner for sammenhengen mellom lengde(L) eller hodebredde(H) og tørrvekt (W) for de bunndyrgrupper som er gjennomgått er satt opp i tabell 3 og Vedlegg 3.

Døgnfluer
(Ephemeroptera)

Regresjonsligninger:

I: $\ln W = 2.678 \ln L - 5.4327$ (Hesthagen et al. i trykk)
($R^2 = 0.91$)

II: $\ln W = 3.209 \ln H - 1.2216$ (Hesthagen et al. i trykk)
($R^2 = 0.91$)



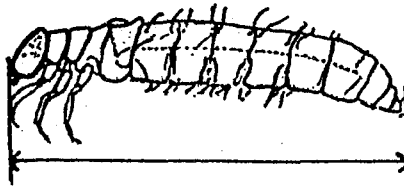
Ephemeroptera

Vårfluer
(Trichoptera)

Regresjonsligninger:

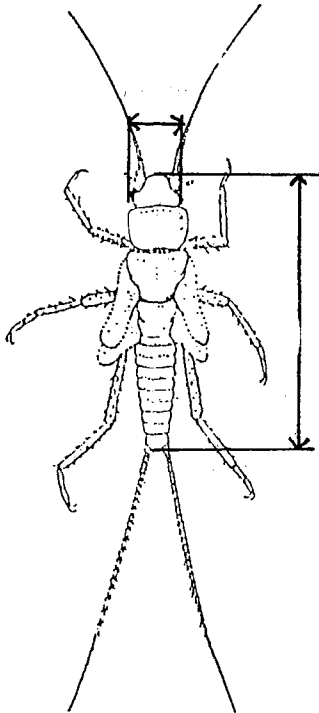
I: $\ln W = 0.918 \ln L - 1.2503$ (Egne upubl. data)
($R^2 = 0.94$)

II: $L = -2.34 + 11.24 * H$ (Langeland et al. 1991)



Trichoptera

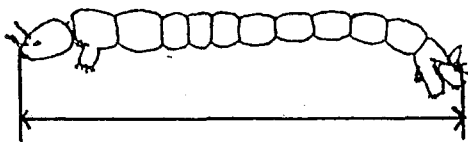
Steinfluer (Plecoptera)	Regresjonsligninger:		
	I:	$\ln W = 1.26 \ln L - 5.9440$ ($R^2 = 0.89$)	(Hesthagen et al. i trykk)
	II:	$\ln W = 3.63 \ln H - 0.98$ ($R^2 = 0.87$)	(Hesthagen et al. i trykk)



Plecoptera

Fjærmygg (Chironomidae)	Regresjonsligninger:		
	I:	$\ln W = 2.02 \ln L - 5.5964$ (Hindar et al. 1988)	(Hindar et al. 1988)
	II:	$L = 3.164 + 8.036 * H$	(Langeland et al. 1991)

L = total lengde(mm), H = hodebredde(mm)



Chironomidae

3.3.2 Andre bunndyr (vannbiller, muslinger, snegl, o.l.)

Vannbiller er en samlebetegnelse for billearter som har ett, flere eller alle stadier knyttet til vann. I Norge har vi 274 vannbillearter fordelt på 12 familier (Ødegaard et al. 1996). Regresjonsligningene kan brukes generelt for alle vannbiller. De vanligste gruppene i mageprøver fra fisk eller surber- /roteprøver er vannkjær (Hydrophilidae); 50 arter i

Norge, vannkalv (Dytiscidae); 129 arter i Norge og virvlere (Gyrinidae); 11 arter i Norge (Ødegaard et al. 1996).

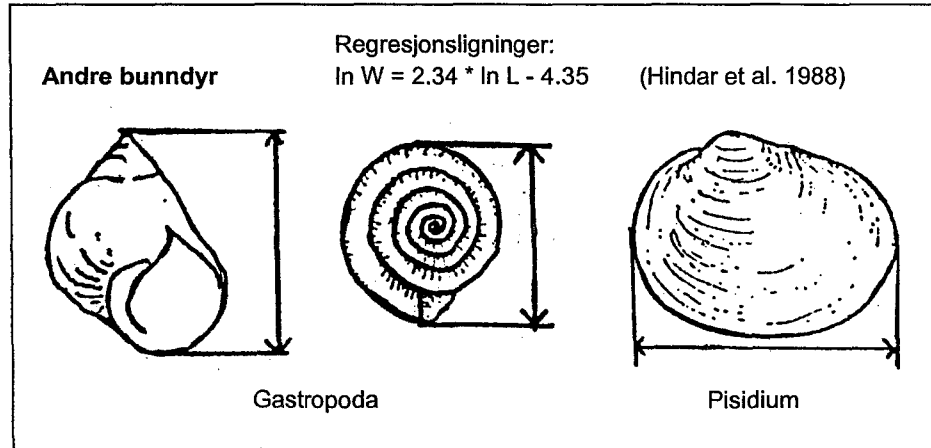
Av muslinger (Klasse: Bivalvia) er ertemusling (Pisidium) den vanligste i mageprøver fra fisk eller forskjellige typer bunndyrprøver. Det er registrert 16 arter av ertemusling i Norge. Ertemusling blir ca 10 mm lang og finnes både på grunt vann og på større dyp (Økland & Munthe-Kaas Lund 1986).

I Norge er det 27 sneglearter i ferskvann (Økland 1982). De fleste sneglearter (Klasse: Gastropoda) tilhører gruppen lungesnegler (Pulmonata). Vanlig skivesnegl (*Gyraulus acronicus*) er den vanligste lungesnegl i mageprøver fra fisk. Den lever både i rennende og stillestående vann, og er utbredt over store deler av Norge.

Det er pr. i dag ikke utarbeidet regresjonsligning for vannkalvarver (Dytiscidae). Regresjonsligningen for vårfluelarver (Trichoptera) anbefales derfor brukt her da de er ganske

like i kroppsform og -lengde. Det samme gjelder mudderfluelarver (Megaloptera) når total kroppslengde måles. Men dersom det kun er aktuelt å måle hodebredde, anbefales «hodebredde»-regresjonsligningen for steinfluelarver (Plecoptera). Dette fordi steinfluelarve-hodene samsvarer bedre med mudderflue- og vannkalv-larvenes hodebredder.

Sammenhengen mellom lengde (L) og tørrvekt (W) for «Andre bunndyr» er også satt opp i **tabell 3** og **vedlegg 3**.



3.4 Overflateinsekter (landbiller, fluer, mygg ad., edderkopper, o.l.)

I forbindelse med mageprøveanalyser kan det være behov for å bedømme biomasse av overflateinsekter, som terrestre biller, fluer, voksne (adulte) mygg, osv. Det eksisterer svært lite informasjon om forholdet mellom lengde og vekt for disse gruppene. En generell regresjonsligning er beskrevet av Hindar et al. (1988);
 $\ln W = 1.91 \ln L - 1.29$.

Sammenhengen mellom lengde, L og tørrvekt, W for «Overflateinsekter» er også satt opp i **tabell 3** og **vedlegg 3**.

I mageprøver fra fisk er det ikke uvanlig at innholdet er mer eller mindre fordøyd. I disse tilfeller må det foretas en skjønnsmessig vurdering av vekt/biomasse. Dersom det bare er øyepar igjen etter overflateinsekt gis disse en «fastvekt» på 1.5-2.0 mg alt etter størrelse. For eksempel vil en fjærmygg gis en «fastvekt» på 1.5 mg, mens en bille settes til 2.0 mg. En veldig stor bille kan få «fastvekt» helt opp til 3 mg.

Tabell 3. Lineære regresjoner for sammenhenger mellom lengde L(mm) og tørrvekt W(μ g) for larver av døgnfluer (Ephemeroptera), vårfluer (Trichoptera), steinfluer (Plecoptera), fjærmygg (Chironomidae), overflateinsekter og "andre bunndyr". H = hodebredde(mm), L = total lengde(mm).

	Måleintervall (mm)	ln a	b	Referanse
Døgnfluelarve (Ephemeroptera)	2-18 *)	-5,432 -1,2216	L: 2,678 H: 3,209	Hesthagen et al. i trykk Hesthagen et al. i trykk
Vårfluelarve (Trichoptera)	-19,6 *)	-1,250	L: 0,918 H**)	Egne upubl. data Langeland et al. 1991
Steinfluelarve (Plecoptera)	4-18 0,3-3	-5,944 -0,98	L: 1,26 H: 3,63	Hesthagen et al. i trykk Hesthagen et al. i trykk
Fjærmygglarve (Chironomidae)	*)	-5,596	L: 2,02 H**)	Hindar et al. 1988 Langeland et al. 1991
Overflateinsekter	*)	-2,97	L: 1,91	Hindar et al. 1988
Andre bunndyr***)	*)	-4,35	L: 2,34	Hindar et al. 1988

*) Det er ikke oppgitt hvilke størrelser (måleintervall) ligningen er gyldig innenfor.

***) se under pkt. 3.3

****) vannbiller, muslinger, snegler, etc.

3.5 Fisk (Pisces)

Fisk i forbindelse med biomasse vil i realiteten si yngel og ungfisk enten i fiskemager, eller i forskjellige typer bunnprøver. Ligningen for beregning av tørrvekt er basert på yngel/ungfisk opp til 100g med en kondisjonsfaktor (K) på 1,0.

Fisk $W = L^3 * 1.0 * 0.25$
(Pisces)

Fisk opp til 100g våtvekt er beregnet å inneholde ca 75 % vann, og man må derfor multiplisere med 0.25 for å få Wg (Lien; 1978). L = målt lengde(mm). Se for øvrig **vedlegg 3**.

3.6 Tabell fastvekter

I **tabell 4** er det foreslått benyttet faste vekter for enkelte grupper som det ikke finnes data på. Her tas med fastvekt til de mest vanlige gruppene; linsekreps (*Eurycerus lamellatus*), *Leptodora*, *Polyphemus*, sviknott (Ceratopogonidae), nordisk skogmaur (*Formicidae aqulonia*) og vannmidd (Hydrachnidae).

Tabell 4. Følgende grupper/arter gis fastvekt:

Art/Gruppe	W (µg)	W (mg)	Referanse
Linsekreps*) (<i>Eurycerus lamellatus</i>)	212 µg	0,212 mg	Egne upubl. data
<i>Polyphemus</i> sp.	20 µg	0,02 mg	?
<i>Leptodora</i> sp.	500 µg	0,5 mg	?
Nordisk skogmaur**) (<i>Formicidae aculonia</i>)	2700 µg	2,7 mg	Egne upubl. data
Vannmidd (Hydrachnidae)	100 µg	0,1 mg	?
Sviknott (Ceratopogonidae)	300 µg	0,3 mg	?

*) Fastvekten er beregnet ut fra eget materiale av *Eurycerus lamellatus* fra Store Krækja, Buskerud kommune. Materialet besto av 4083 dyr fra 1.3 – 3.1 mm lengde. Fastvekten for *Eurycerus lamellatus* kan også brukes for *Eurycerus glacialis* som er registrert i Nordland fylke (Walseng & Halvorsen 1996).

**) Fastvekten er beregnet ut fra eget materiale (183 individer av *F. aqulonia*) samlet ved Høysjøen i Verdal kommune, og gjelder nordisk skogmaur. Den er utbredt i hele Norge, og den vanligste maurarten i ørretmager. Fastvekten kan også benyttes for rød skogmaur (*Formica rufa*) og snau skogmaur (*F. polyctena*) som er vanligst på sørvestlandet og rundt Oslofjorden. Alle tre artene er til forveksling like.

4 Litteratur

- Almskar, Ø. & Aagaard, K. 1996. Chironomidae. - I Aagaard, K. & Dolmen, D., red. Limnofauna Norvegica. Katalog over norsk ferskvannsfæuna. Tapir forlag.
- Baste, I.A. 1986. Interaksjoner mellom zooplankton og nylig introdusert *Mysis relicta* i Snåsavatnet. - Hovedoppgave i Zoologi, Universitetet i Trondheim.
- Bottrell, H.H., Dunken, A., Gliwicz, Z.M., Grygierek, E., Herzig, A., Hillbricht-Ilkova, A., Kurasawa, H., Larsson, P. & Wergeland, T. 1976. A review of some problems in dyreplankton production studies. - Norw. J. Zool. 24: 419-546.
- Bjørklund, B.G., 1996. Rotatoria. - I Aagaard, K. & Dolmen, D., red. Limnofauna Norvegica. Katalog over norsk ferskvannsfæuna. Tapir forlag.
- Downing, J.A. & Rigler, F.H. (eds.), 1984. A Manual on Methods for the Assessment of Secondary Productivity in Fresh Waters. Blackwell Scientific Publications, Oxford: 1-501.
- Hesthagen, T., Hegge, O., Saksgård, R., Dervo, B.K. & Skurdal, J. I trykk. Interaction between brown trout *Salmo trutta* and the sculpins *Cottus poecilopus* in a subalpine norwegian river.
- Hindar, K., Jonsson, B., Andrew, J.H., Northcote, T.G. 1988. Resource utilization of sympatric and experimentally allopatric cutthroat and Dolly Varden charr. - Oecologia, 74: 481-491.
- Holthe, T. 1987. Systematisk zoologi. - Universitetsforlaget A/S.
- Kaalaas S., 1955. The ecology of ruffe *Gymnocephalus cernus* (Pisces:Percidae) introduced to Mildevatn, western Norway. - Environmental Biology of Fishes 42; pp 219 - 232.
- Kristiansen, M.E. 1981. Krepsdyrene - I Frislid, R. & Semb-Johansson, A., red. Norges Dyr. Bind 4; Virvelløse dyr.
- L'Abée-Lund, J.H. & Sægrov, H. 1991. Resource use, growth and effects of stocking in alpine brown trout, *Salmo trutta* L.
- Langeland, A. 1982. Interaction between zooplankton and fish in a fertilized lake: Introduction. - Holarctic Ecology 5: 273-310.
- Langeland, A., L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B. & Jonsson, N. 1991. Resource partitioning and niche in Arctic Charr *Salvelinus alpinus* and Brown trout *Salmo trutta*. - J. Anim. Ecol. 60: 895-912.
- Lien, L. 1978. The energy budget of the brown trout population of Øvre Heimdalsvatn. - Holarctic Ecology 1: 279-300.
- Moen, V., & Langeland, A. 1989 Diurnal vertical and seasonal horizontal distribution pattern of *Mysis relicta* in a large Norwegian lake. - Journal of Plankton Research, 11: 729-745.
- Nøst, T., & Jensen, J. W., 1997. Crustacean plankton in Høylandet. - Hydrobiologia 348: 95 - 111.
- Segawa, S. & Yang, T.W. 1990. Growth, Moulting, Reproduction and Filtering Rate of an Estuarine Cladoceran, *Diaphanosoma celebensis*. - Bulletin of Plankton Society of Japan vol. 37. No. 2. pp 145-155.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996. Cladocera. - I Aagaard, K. & Dolmen, D., red. Limnofauna Norvegica. Katalog over norsk ferskvannsfæuna. Tapir forlag.
- Walseng, B. & Halvorsen, G. 1996. Copepoda. - I Aagaard, K. & Dolmen, D., red. Limnofauna Norvegica. Katalog over norsk ferskvannsfæuna. Tapir forlag.
- Ødegaard, F., Hanssen, O. & Dolmen, D. 1996. Coleoptera. - I Aagaard, K. & Dolmen, D., red. Limnofauna Norvegica. Katalog over norsk ferskvannsfæuna. Tapir forlag.
- Økland, J. 1982. Snegler. - I: Frislid, R. & Semb-Johansson, A., red. - Norges Dyr. Bind 4; Virvelløse dyr.
- Økland, J. & Munthe-Kaas Lund, H. 1986. Dyreliv i vann og vassdrag. - J.W. Cappelens Forlag a/s, 6. utgave.
- Økland, K.A., Økland, J & Dolmen, D. 1996. Storkreps. - I Aagaard, K. & Dolmen, D., red. Limnofauna Norvegica. Katalog over norsk ferskvannsfæuna. Tapir forlag.
- Aagaard, K. 1996. Tusenbeinkreps, skjoldkreps og muslingbladføtter. - I Aagaard, K. & Dolmen, D., red. Limnofauna Norvegica. Katalog over norsk ferskvannsfæuna. Tapir forlag.

Vedlegg 1

Kalibreringsprosedyre for lengdemålinger i stereolupe.

Kalibrering av en lupe gjøres på følgende måte:

- Plasser måleokularet (i høyre eller venstre okular)
- Legg kalibreringslinjalen under lupen. Hver strek på linjalen = 1/10 mm.
- Still inn på de forskjellige forstørrelsene (6x, 12x, 25x, osv) og noter hvor mange delstreker 1 mm utgjør på kalibreringslinjalen for hver forstørrelse
- Beregn hvor mye 1 delstrek er i mm for hver forstørrelse ved å dividere på antall delstreker fremkommet på hver forstørrelse

Eksempel: På 25x forstørrelse finner du at 26 delstreker = 1 mm på kalibreringslinjalen. 1 delstrek **på den aktuelle lupe og forstørrelse** blir da $1/25 = 0.0384$ mm. En vannloppe (f eks *Bosmina* sp.) som på 25x måles til 16 delstreker er altså $16 * 0.0384 = 0.6144 \sim 0.61$ mm

Vedlegg 2

Programoppsett i EXCEL

Her følger en detaljert beskrivelse for hvordan ligningene for beregning av biomasse skrives inn i Excel (**vedlegg 3**), samt beregningsprosedyre.

Eks. 1) <i>Daphnia</i> sp.:		In W = 1.49 + 2.56 ln L		
	B	C	R	S
1	Løpenr.	Daphnia	Lengde (mm)	Tørrvekt (µg)
2		Delstr.		
3	1	49	B3*0,038	= EXP (LN(R3)* 2,56 + 1,49)
4				
.				
.				
.				
Eks. 2) <i>Cyclops scutifer</i>		ln W = 2.4693 + 2.6398 ln CL		
For å få total kroppslengde, multipliseres med en faktor på 1,b.				
	A	C	T	U
1	Løpenr.	Cyclops	Lengde (mm)	Tørrvekt (µg)
2		Delstr.		
3				
4	1	34	(C4*0,036)*1,6	= EXP(LN(T4)*2,4693 + 2,6398)
5				
.				
.				
.				

Samme oppsett gjelder for alle grupper/arter.

Vedlegg 3

Eksempler på hvordan regnearket i EXCEL kan benyttes til lagring og beregninger av biomasse for de ulike arter og grupper.

Art/gruppe	Ligninger for tørrvekt
<i>Daphnia</i> sp.	= EXP(LN(L)* 2,56 + 1,49)
<i>Bosmina</i> sp.	= EXP(LN(L)* 2,595 + 3,093)
Holopedium gibberum	= EXP(LN(L)* 3,219 + 3,186)
Cyclops scutifer	= EXP(LN(L)* 2,6398 + 1,2286)
<i>Diaptomus</i> sp.	= EXP(LN(L)* 2,2634 + 1,2431)
<i>Heterocope</i> sp.	= EXP(LN(L)* 2,991 + 2,593)
Skjoldkreps (<i>Lepidurus arcticus</i>)	= EXP(LN(L)*0,097 + 0,173)
Vanlig marflo (<i>Gammarus lacustris</i>)	= EXP((L)* 0,010 + 0,277)
Firetornet istidskreps (<i>Pallasea quadrispinosa</i>)	= EXP(LN(L)* 2,988 – 6,6985)
Langhalet istidskreps (<i>Mysis relicta</i>)	= EXP(LN(L)* 2,79 - 5,5115)
Døgnfluer (Ephemeoptera)	= EXP((LN(L)* 1,16) - 2,3589)/0,4342 = EXP((LN(H)* 1,38) - 0,5302)/0,4342
Vårfluer (Trichoptera)	= EXP((LN(L)* 0,79) - 1,36)/0,4342 = EXP((LN(H)* 0,47) - 0,97)/0,4342
Steinfluer (Plecoptera)	= EXP((LN(L)* 0,547) - 2,581)/0,4342 = EXP((LN(H)* 1,57) - 0,9824)/0,4342
Fjærmygg (Chironomidae)	= EXP((LN(L)* 0,8772) - 2,43)/0,4342
Overflateinsekt	= EXP((LN(L)* 0,83) - 1,29)/0,4342
Andre bunndyr *)	= EXP(LN(L)*2,34 – 4,35)
Fisk (Pisces)	(L*L*L*0,9)* 0,25

*) vannbiller, muslinger, snegler, etc

NB! I norsk versjon skrives EKSP (ikke EXP). Husk å bruke komma - ikke punktum (gjelder eldre versjoner enn Excel 7.0).

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0810-5

480

**NINA
OPPDRAKS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 80 14 00
Telefax: 73 80 14 01

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**