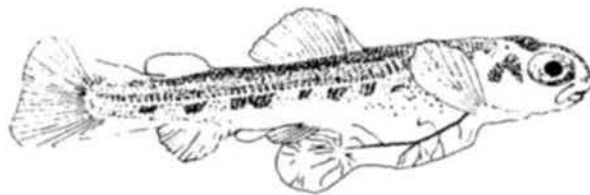
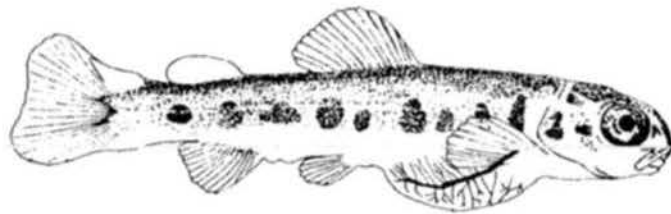


KLEKKING AV LAKS (SALMO SALAR) I KUNSTGRESS

AV

TOM J. HANSEN



HOVEDFAGSOPPGAVE I FISKERIBIOLOGI  
UNIVERSITETET I BERGEN - HØSTEN 1984

KAPITTEL 1. FORORD

Denne oppgaven er gjort som et hovedfagsarbeid ved Institutt for Fiskeribiologi, Universitetet i Bergen.

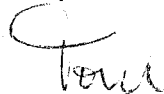
Hovedfagsveiledere for oppgaven har vært professor Dag Møller og amanuensis Anders Færnø.

Forsøket som er beskrevet her var i sin helhet lagt til Akvakulturstasjonen Matre og store deler av utgiftene i forbindelse med arbeidet er dekket av stasjonens driftsbudsjett.

For å få en første oversikt over forsøket vil jeg anbefale at kapittel 6. Sammendrag, og da spesielt avsnittet om materiale og metoder leses før en gir seg i kast med resten av oppgaven.

Men først vil jeg få rette en takk og da først og fremst til Ann Irene, Juna og Mariann som vel kanskje er de som har følt mest av slitet og minst av gleden med arbeidet med denne oppgaven. Dernest takkes Ole og Dag både for faglig veiledning, kameratskap og inspirasjon gjennom hele hovedfagsarbeidet. Takk også til Jens Chr. og Jan for hjelp i den første spede begynnelse i Kvernavatnet og til Bjarte for selskap og vennskapelig krangel over diverse emne på laben i Matre. Takk til Anders for hjelp med den siste finpuss på manuskriptet og til Sigrid for hjelp med tekstbehandling. Til slutt takkes alle ansatte ved Akvakulturstasjonen Matre og ved Avdeling for Akvakultur som ved å skape et godt arbeidsmiljø har gjort arbeidet med oppgaven lett.

Matredal, 20. oktober 1984



Tom Hansen

INNHOLD

KAPITTEL 1. FORORD

KAPITTEL 2. INTRODUKSJON .....1

KAPITTEL 3. MATERIALE OG METODER .....5

3.1 FORSØKSANLEGGET .....5

3.1.1 KLEKKESYSTEMENE

3.1.2 STARTFORINGSANLEGGET

3.2 FORSØKSROGNA .....9

3.2.1 STAMFISKEN

3.2.2 BEHANDLINGEN AV ROGNA FRAM TIL FORSØKSSTART

3.2.3 NEDLEGGINGEN AV ROGNA

3.2.4 OVERFØRING TIL STARTFORING

3.3 EKSPERIMENTELLE BETINGELSER .....11

3.3.1 VANN; TEMPERATUR, DYBDE, GJENNOMSTRØMNING,  
STRØMHASTIGHET OG KJEMI

3.3.2 LYS

3.3.3 FOR OG FORING

3.4 DAGLIG RUTINEARBEID .....14

3.4.1 VURDERING AV DØDSÅRSAKER

3.5 REGISTRERING AV KLEKKEFORLØPET .....15

3.6 UTTAK AV PRØVER .....15

3.6.1 TEKNIKK FOR UTTAK AV PRØVER

3.6.2 PRØVETAKINGSPROGRAM

3.7 KONSERVERING AV PRØVER .....16

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 3.8    | <u>OPPARBEIDING AV PRØVER</u> .....                   | 18 |
| 3.8.1  | REGISTRERING AV PLOMMESEKKMORFOLOGI                   |    |
| 3.8.2  | LENGDEMÅLING  |    |
| 3.8.3  | TØR KING  |    |
| 3.8.4  | VEIING  |    |
| 3.8.5  | PLOMMEMASSENS OMDANNELSESEFFEKTIVITET                 |    |
| 3.8.6  | BEDØMMELSE AV MORFOLOGISK UTVIKLING                   |    |
| 3.8.7  | MÅLING AV PLOMMESEKKENS LENGDE                        |    |
| 3.8.8  | FETTEKSTRAKSJONEN                                     |    |
| 3.8.9  | RÅANALYSE, PROTEIN                                    |    |
| 3.8.10 | BESTEMMELSE AV ASKEINNHOLD                            |    |
|        | Λ   |    |
| 3.9    | <u>BEARBEIDING AV RESULTATER</u> .....                | 28 |
| 3.9.1  | DATABEHANDLINGSSYSTEMER                               |    |
| 3.9.2  | STATISTISK TESTING                                    |    |
|        | <br>  |    |
|        | <b><u>KAPITTEL 4. RESULTATER</u></b> .....            | 30 |
| 4.1    | <u>KLEKKEFORLØPET</u> .....                           | 30 |
| 4.2    | <u>LARVENES LENGDEUTVIKLING I KLEKKERIET</u> .....    | 31 |
| 4.2.1  | LENGDEUTVIKLINGEN                                     |    |
| 4.2.2  | FORMALINFIKSERINGENS EFFEKT PÅ LARVELENGDEN           |    |
| 4.3    | <u>LARVENES TØRRVEKTSUTVIKLING I KLEKKERIET</u> ..... | 33 |
| 4.3.1  | TOTALVEKTENS UTVIKLING                                |    |
| 4.3.2  | PLOMMEMASSEVEKTENS UTVIKLING - ABSORBSJONS RATE       |    |
| 4.3.3  | KROPPSVEKTENS UTVIKLING                               |    |
| 4.4    | <u>FORHOLDET MELLOM LENGDE OG VEKT</u> .....          | 38 |
| 4.5    | <u>PLOMMEMASSENS OMDANNELSESEFFEKTIVITET</u> .....    | 39 |
| 4.6    | <u>PLOMMESEKKMORFOLOGI</u> .....                      | 41 |
| 4.6.1  | UTVIKLING I PLOMMESEKKENS LENGDE                      |    |
| 4.6.2  | UTVIKLING I PLOMMESEKKENS FORM                        |    |

|        |   |    |
|--------|---|----|
| 4.6.3  | UTVIKLING I MENGDEN AVSNØRT PLOMMEMASSE           |    |
| 4.6.4  | FETTRÅPEN Plassering                              |    |
| 4.7    | <u>UTVIKLING I KJEMISK SAMMENSETNING</u>          | 46 |
| 4.7.1  | PROTEIN   |    |
| 4.7.2  | FETT  |    |
| 4.7.3  | ASKE  |    |
| 4.8    | <u>MORFOLOGISK UTVIKLING</u>                      | 52 |
| 4.8.1  | FETTFINNENS DIFFERENSIERING                       |    |
| 4.8.2  | MORFOLOGI VED OVERFØRING TIL STARTFORING          |    |
| 4.9    | <u>DØDELIGHET</u>                                 | 54 |
| 4.10   | <u>UTVANDRINGEN FRA KASSENE</u>                   | 57 |
| 4.11   | <u>STARTFORINGEN</u>                              | 59 |
| 4.12   | <u>ATFERD</u>                                     | 60 |
| 4.12.1 | OBSERVASJONER GJORT UMIDDELBART ETTER<br>KLEKKING |    |
| 4.12.2 | SENERE OBSERVASJONER I KLEKKERIET                 |    |
| 4.12.3 | OBSERVASJONER UNDER STARTFORING                   |    |

## KAPITTEL 5. DISKUSJON

|         |   |    |
|---------|---|----|
| 5.1     | <u>EN VURDERING AV MATERIALE OG METODER</u> | 64 |
| 5.1.1   | BEHANDLINGEN AV ROGNA VED FORSØKSSTART      | 64 |
| 5.1.2   | EKSPERIMENTELLE BETINGELSER                 | 66 |
| 5.1.2.1 | TETHET                                      |    |
| 5.1.2.2 | FYSISK - KJEMISKE MILJØFAKTORER             |    |
| 5.1.2.3 | LYS   |    |
| 5.1.2.4 | FOR OG FORING                               |    |

|         |  |    |
|---------|--|----|
| 5.1.3   | PRØVETAKINGEN .....  | 69 |
| 5.1.3.1 | REGISTRERINGEN AV KLEKKEFORLØPET OG<br>50% KLEKKING                              |    |
| 5.1.3.2 | PRØVETAKINGEN VED 50% KLEKKING   |    |
| 5.1.3.3 | PRØVETAKINGSMETODEN  |    |
| 5.1.4   | KONSERVERINGEN .....   | 71 |
| 5.1.5   | TØRKING .....  | 72 |
| 5.1.6   | VEIING .....   | 73 |
| 5.1.7   | EN VURDERING AV LENGDE, TOTALVEKT OG KROPPS-<br>VEKT SOM MÅL PÅ LARVEVEKST ..... | 74 |
| 5.1.8   | OMDANNELSESEFFEKTIVITETEN .....  | 76 |
| 5.1.9   | FETTEKSTRAKSJONEN .....  | 78 |
| 5.1.10  | BESTEMMELSE AV PROTEININNHOLD .....  | 80 |
| 5.2     | <u>EN VURDERING AV RESULTATER</u> .....  | 81 |
| 5.2.1   | VEKST OG OMDANNELSESEFFEKTIVITET .....   | 81 |
| 5.2.2   | ABSORBSJONSHASTIGHETEN .....   | 85 |
| 5.2.3   | PLOMMESEKKMORFOLOGI, AVSNØRINGER .....   | 88 |
| 5.2.3.1 | TEORI 1. DUMAS (1966)  |    |
| 5.2.3.2 | TEORI 2. JOCHIMSEN OG BEDELL (1968)  |    |
| 5.2.3.3 | TEORI 3. JOCHIMSEN OG BEDELL (1968)  |    |
| 5.2.3.4 | EN ALTERNATIV TEORI OM PLOMMESEKK-<br>AVSNØRING                                  |    |
| 5.2.3.5 | PLOMMESEKKAVSNØRINGENS BIOLOGISKE<br>SIGNIFIKANS                                 |    |
| 5.2.4   | PLOMMESEKKMORFOLOGI, FETTDROPENS Plassering ..                                   | 93 |

|         |  |     |
|---------|--|-----|
| 5.2.5   | UTVIKLING I KJEMISK SAMMENSETNING .....    | 94  |
| 5.2.6   | MORFOLOGISK UTVIKLING .....                | 96  |
| 5.2.7   | DØDELIGHET .....                           | 97  |
| 5.2.7.1 | ANDRE ÅRSAKER TIL DØDELIGHET               |     |
| 5.2.8   | STARTFORINGEN .....                        | 99  |
| 5.2.9   | ATFERD .....                               | 101 |
| 5.3     | <u>AVSLUTTENDE KOMMENTAR</u> .....         | 104 |
|         | <b><u>KAPITTEL 6. SAMMENDRAG</u></b> ..... | 105 |
|         | <b><u>KAPITTEL 7. REFERANSER</u></b> ..... | 107 |
|         | <b><u>KAPITTEL 8. APPENDIKS</u></b> .....  | 124 |

*Hvor er kap. 8.  
(per 8. 12/1. - Tabell 1)*

## KAPITTEL 2. INTRODUKSJON

Gjennom årene er det blitt utviklet en mengde forskjellige systemer for kunstig inkubering og klekking av rogn av laksefisk. I Norge er det californiske systemet det vanligste og mest populære (Edwards, 1978). Dette og andre moderne systemer er beskrevet av Leitritz (1960), Egidius og Helland Hansen (1973) og Edwards (op. cit.).

Under naturlige forhold varierer egg til yngel overlevelsen for f.eks pukkellaks (Oncorhynchus gorbuscha) og ketalaks (O. keta) mellom 5 og 20% (se f.eks Bams, 1970; 1972; Bailey og Taylor, 1974; Bailey, Pella og Taylor, 1976). Sett i relasjon til dette har en ved hjelp av de moderne systemene klart å forbedre overlevelsen fra befruktning og fram til første foropptak radikalt. Bams (1972) rapporterer overlevelser på 4-10 ganger den naturlige for pukkellaks og ketalaks ved bruk av moderne klekkesystemer. Ved Akvakulturstasjonen Matre gir disse systemene normalt overlevelser som for laks stort sett varierer mellom 75 og 95%.

Bams (1967) fant imidlertid at klekkesystemene produserer liten yngel med dårlig svømmeevne og liten evne til å unngå predatorer, og alle disse er faktorer som kan betraktes som en indikasjon på et dårlig overlevelsespotensial. Når den klekkekrikkede yngelen er blitt brukt til utsettinger i det naturlige miljø har derfor den økte rognoverlevelsen ikke ført til en liknende økning i overlevelsen fra egg til voksen fisk (Bams, 1972).

Men også i de settefiskanlegg hvor larver og yngel holdes under beskyttede forhold og hvor yngelen hele tiden tilbys fôr i overskudd er dødeligheten høy. På plommesekkstadiet er lidelser som plommesekkvatersott, hvitprikkede plommesekker og plommesekkavsnøringer meget vanlig og kan i alvorlige tilfeller forårsake meget høy dødelighet. Plommesekkavsnøringerne er faktisk så vanlige i norske settefiskanlegg at disse sjelden



blir oppfattet som unormale. I alvorlige tilfeller, slik som hos lakselarven på figur 2.1.1., fører imidlertid plommesekkavsnøringene til høy dødelighet.



FIGUR 2.1.1 ET EKSEMPEL PÅ EN EKSTREM PLOMMESEKKAVSNØRING HOS EN LAKSELARVE.

I følge Roberts (1978) har lidelsene sannsynligvis sin årsak i feil miljøbetingelser på plommesekkstadiet. Den direkte årsakssammenheng er imidlertid ikke klarlagt.

I tillegg til disse lidelsene på plommesekkstadiet kommer startforingsdødeligheten, som f.eks hos laks ikke sjelden kommer helt opp i 50% (Edwards, 1978) og 20% dødelighet regnes som akseptabelt (Refstie, 1979). Med dette er startforingen den perioden i laksens ferskvannsfase hvor dødeligheten er størst og dermed også en medvirkende årsak til den mangel på settefisk og smolt som eksisterer i dag.

Babcock (1911) påviste imidlertid allerede tidlig på dette århundret at ved å dekke nybefruktet lakserogn med seks til syv tommer sand og grus oppnådde en mindre dødelighet, sterkere yngel og lavere utgifter. Han spådde da også at denne metoden snart ville konkurrere ut alle andre metoder for kunstig klekking. Men først på begynnelsen av 70-tallet fikk Babcocks (op.cit.) metoder sitt gjennombrudd ved at substratinkubatoren ble utviklet i Nord-Amerika og Canada. De forskjellige utgavene av denne er beskrevet av Bams og Simpson (1977).

Bams (1972; 74) har vist at yngel av pukkellaks fra en grusinkubator hadde omtrent samme overlevelse fram til voksen fisk som vill yngel. På grunn av en høyere overlevelse fra egg til yngel i klekkeriet var imidlertid totaloverlevelsen henholdsvis 5.4 (1972) og 3.4 (1974) ganger høyere. Grus er imidlertid upraktisk både når det gjelder bruk, lagring og renhold. Av denne årsak er det gjort forsøk med bruk av flere typer kunstige substrat slik som plastsadler (Leon, 1975; 79), plastgitter (Leon, 1979) og astro-turf kunstgressmatter (Eriksson og Westlund, 1983). Disse undersøkelsene har imidlertid vært til dels prelimnære og har heller ikke alltid gitt positive resultater (se f. eks Kittelsen og Nygård, 1980).

Med denne bakgrunn ble det gjort to korte innledende forsøk. Det første ble utført på Havforskningsinstituttets lab. 4 og er tidligere rapportert i Hansen et al. (1982). Det andre ble utført på Akvakulturstasjonen Matre og er tidligere rapportert i Anon (1982). Disse forsøkene viste at larver som var inkubert i et klekkesubstrat hadde lavere aktivitet og bedre vekst enn larver i vanlige klekkebakker. Det ble dessuten funnet store forskjeller i plommesekkens form mellom larvene i de to systemene. Disse innledende forsøkene la grunnlaget for et større hovedforsøk som i sin helhet ble lagt til Akvakulturstasjonen Matre.

Formålet med forsøket ble:

- 1) Å undersøke et klekkesubstrats effekt på plomme-sekkstadiet hos laks.
  
- 2) Å gjøre en kvalitetsundersøkelse på yngelen fra klekkesubstratet. Som kvalitetskriterie ble det } besluttet å se på vekst og dødelighet i løpet av startforingsperioden. ✓

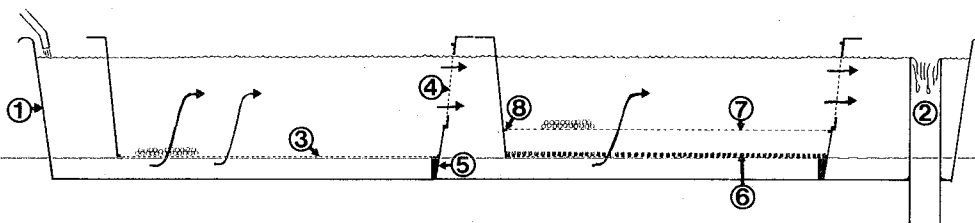
### KAPITTEL 3. MATERIALE OG METODE

#### 3.1 FORSØKSANLEGGET

##### 3.1.1 KLEKKESYSTEMENE

I forsøket ble det brukt to EWOS 2001 klekkerenner. Som innleggsbakker i rennene ble det utelukkende brukt klekkebakker med fast, vertikal utstrømsrist (EWOS 2003). Både klekkerennene og veggene i klekkebakkene er helstøpt i glassfiberarmert polyester. Bunnristen og utstrømsristen i klekkebakkene er aluminiumsrister med 1.5 mm runde hull. Under bakken sitter en list som slutter tett inntil bunnen av renna og tvinger vannet opp gjennom bunnristen i bakken. Klekkesystemet er dermed et såkalt understrømssystem (kalifornisk system). Prinsippet er at vannet passerer gjennom egglaget fra undersiden.

Tre av bakkene ble ombygd og i figur 3.1.1 er vist en klekkerenne hvor både en vanlig og en ombygd klekkebakke er ilagt.



FIGUR 3.1.1: SNITT GJENNOM DE TO TYPENE KLEKKEBAKKER

- 1) klekkerenne
  - 2) utløp/nivårør
  - 3) bunnrist
  - 4) utstrømsrist
  - 5) tetningslist
  - 6) astro-turf kunstgressmatte
  - 7) sorteringsrist
  - 8) lister som sorteringristen ble lagt på
- Pilene indikerer vannstrømmen i systemene.

De ombygde klekkebakkene besto av en vanlig klekkebakke hvor bunnristen ble dekket med en astro-turf kunstgressmatte og hvor det i tillegg var montert inn en sorteringsrist.

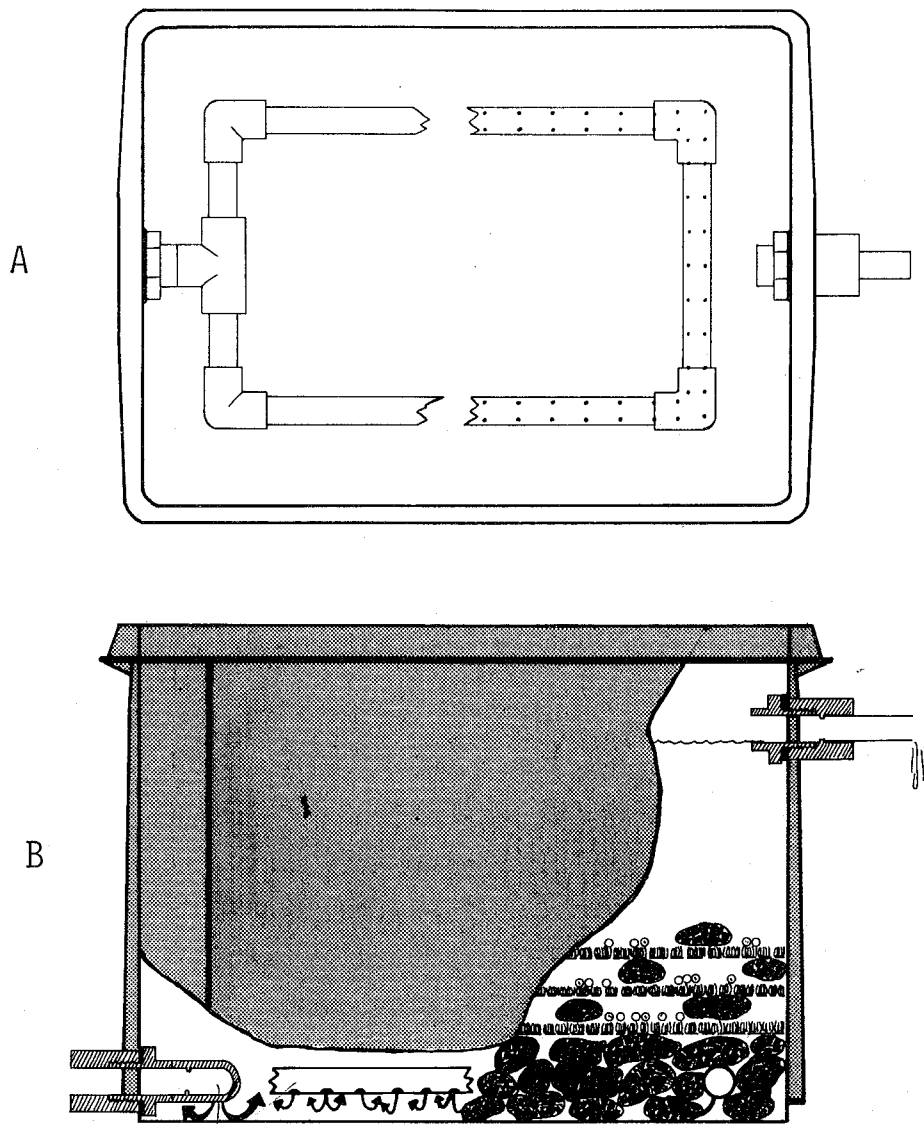
Astro-turf kunstgressmatter består av en grønn gresslignende overside og en sort elastisk bakside. Disse to delene er støpt sammen. For å få vannet til å strøkke gjennom matten måtte baksiden fjernes. Denne ble revet av og de igjensittende fibrene ble forsiktig smeltet ned med en propanbrenner. Til slutt ble den behandlede flaten skrapet med en kniv. Hullene i matten var delvis stengt av en tynn plastfilm (rester etter støpeprosessen) og denne ble til slutt smeltet med propanbrenneren. Kunstgressmatten som nå var klar til bruk, ble skåret til og sydd fast til bunnristen i bakken.

Som sorteringsrist ble benyttet en 2 mm tykk plastrist med 3 x 20 mm spalter. Denne ble lagt på 1 cm brede lister som var skåret av en 5 mm tykk PVC plate. Disse ble limt fast i nivå med underkanten av bakkens utstrømsrist. Som lim ble benyttet klar silikon fugemasse (eddiksyrebasert).

I tillegg til klekkebakker ble det benyttet klekkedekker med flere lag astro-turf og disse er vist i figur 3.1.2.

Disse ble laget av plastkasser med innvendig mål 37.5 x 27 x 28 cm. I bunnen ble det montert en vannspreder laget av sammenlimte harde PVC rør (GF). Sprederen ble perforert med 3 mm hull på undersiden. Sprederen og bunnen av kassen ble dekket med et 5 til 8 cm tykt lag med elvegrus. Oppå grusen ble så astro-turf og rogn lagt lagvis. Vannet ble tatt inn i bunnen av kassen, strømmet ut gjennom sprederen, gjennom lagene med grus, rogn og kunstgress og rant ut gjennom overløpet. Vannet fra hver kasse rant ned i separate klekkebakker slik at utvandret yngel fra hver kasse kunne registreres.

*gir dette et godt stromsystem*



*fordelt i dimensjon?*

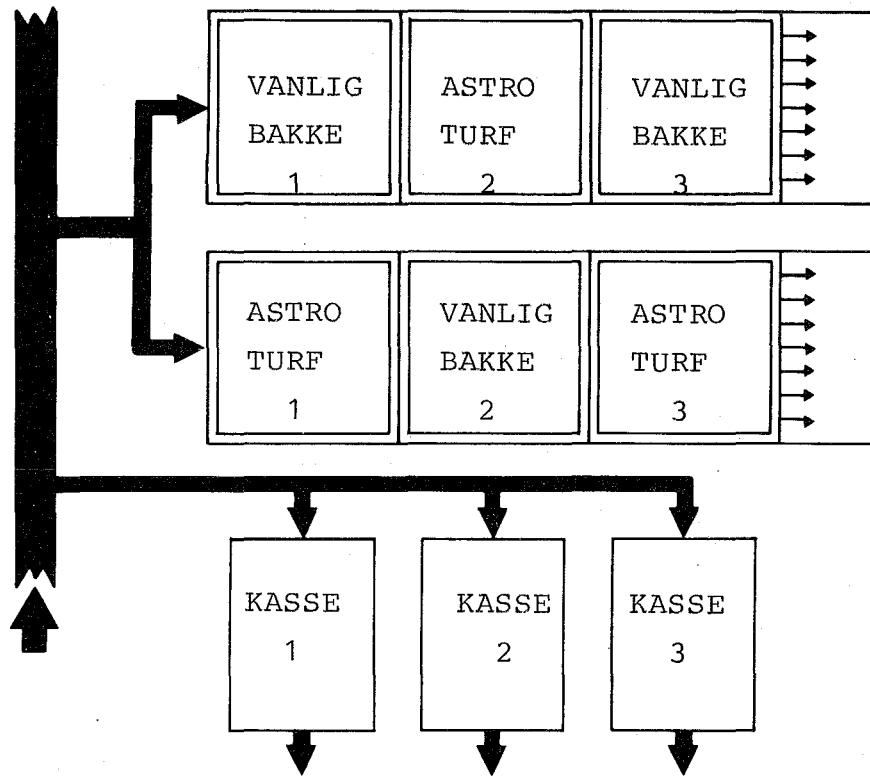
FIGUR 3.1.2: EN KLEKKEKASSE

A) Kassen sett ovenfra.

B) Kassen sett fra siden. *smilt?*

Forøvrig henvises til teksten.

I figur 3.1.3 er vist en oversikt over vannforsyningen til klek-  
keenhetene og plasseringen av bakkene i de to rennene.



FIGUR 3.1.3: VANNFORSYNINGEN TIL SYSTEMENE OG Plasseringen av bakkene i klekkerennene.

De tre første bakkene i hver av de to klekkerennene ble benyttet, og vanlige bakker og bakker med astro-turf ble lagt ned vekselvis. Alle de 9 klekkeenhetene fikk vanntilførsel fra samme kilde. I klekkerennene passerer imidlertid vannet gjennom alle bakkene før det går i avløpet, mens hver av klekkekassene fikk vannet direkte fra kilden.

### 3.1.2 STARTFORINGSANLEGGET

Yngelen ble startforet i 1 x 1 m glassfiberkar i resirkulasjonsanlegget ved Akvakulturstasjonen Matre. Karene hadde avrundete hjørner, senteroverløp og rund vertikaltstående utstrømsrist med 2 mm hull. Det ble benyttet både grønne og gule kar, men yngelen ble plassert slik at de to karfargene ble likt fordelt på klekkesystemene.

*tvunget til å bli i forskjellige farger*

### 3.2 FORSØKSROGNA

#### 3.2.1 STAMFISKEN

I forsøket ble det benyttet rogn fra Torris Laks på Halså i Nordland. Ved utvelgelse av stamfisk ved Torris Laks legger en hovedsaklig vekt på stamfiskens størrelse. En stryker følgelig heller ikke fisk som modnes, før den har gått to år i sjøen. ✓

#### 3.2.2 BEHANDLINGEN AV ROGNA FRAM TIL FORSØKSSTART

Rogna var en del av et parti på ialt 120 liter som ble strøket om morgenen den 11 november 1981 og transportert til Matredal. Rogna ankom Akvakulturstasjonen Matre ca. kl. 20.00 samme kveld. Fra innleggelse og til jeg overtok den, var rogn inkubert ved en temperatur som varierte mellom 5.5 og 7.5 °C (middel 6.5 °C). Rogna var øyerogn og ble sortert den 28 desember 1981. I forbindelse med denne sorteringen ble 12 liter av rogn øremerket mitt forsøk og ble blandet i en stamp før den igjen ble lagt tilbake i klekkebakkene. ✓

Den 15 januar 1982 overtok jeg denne rogn, og den ble igjen slått sammen i en stamp og blandet grundig. Antall rogn pr. liter ble estimert til 5600 ved en metode beskrevet av Ingebrigtsen (1982). Rogna ble deretter lagt ned i klemmenhetene. Helt fram til denne dato var rogn blitt behandlet med malakittgrønt (1:200.000) mot soppvekst tre ganger i uken. Malakittbehandling ble ikke foretatt i forsøksperioden. ✓

#### 3.2.3 NEDLEGGINGEN AV ROGNA

Ved nedleggingen ble rogn målt opp tørr i et litermål og overført til klemmenheten. I hver av de seks klemmekassene ble det lagt ned 1.2 liter (6800 stk). I de vanlige klemmekassene ble rogn lagt på bunnristen og i de ombygde kassene ble den lagt på sorteringsristen. I klemmekassene ble først en matte lagt ned på grusen i bunnen. Fordi mattene flyter ble det så lagt ned noen stein for å tyngge den ned. 0.5 liter (2800 stk) rogn ble deretter spredt jamnt utover mattem. Denne ble så dekket med en ny matte som ble tyngt ned med stein og nye 0.5 liter rogn lagt ned. I hver kasse ble det lagt ned 3 x 0.5 liter rogn. Relatert til bunnflaten i klemmenheten ble det dermed inkubert  $6800 : (40 \times 40) = 4.25$  rogn/cm<sup>2</sup> i klemmekassene og  $(3 \times 2800) : (37.5 \times 27) = 8.3$  rogn/cm<sup>2</sup> i klemmekassene. Hvis en relaterer tettheten til den totale substratoverflaten, var tettheten i kassene  $8.3 : 3 = 2.77$  rogn/cm<sup>2</sup>. ✓



*Klekkeperiode  
fra - til*

### 3.2.4 OVERFØRING TIL STARTFORING

I denne oppgaven refererer "larve" til en fisk i klekkeriperioden. "Yngel" refererer til en fisk som er overført til foring og denne betegnelsen er blitt brukt uavhengig om "yngelen" fortsatt har plommemasse igjen.

Som en tommelfingerregel er det anbefalt å overføre larvene til startforing når 2/3 av plommemassen er absorbert (se f. eks Ref-tie, 1979). Larvene i bakkene med astro-turf nådde dette stadiet før larvene i de vanlige bakkene (dag 41). Larvene i de vanlige klekkebakkene ble imidlertid også flyttet denne dagen for at foringstiden skulle bli sammenlignbar.

Larvene i klekkebakkene ble først overført til en stamp. Ut av denne larvemassen ble ca. 100 larver tatt ut med hov og talt nøyaktig over i en bønne. Deretter ble larvene tatt opp med hoven og fikk dryppe av seg vannet i ca 15 sekunder før de ble overført til et begerglass som var forhåndtarert med vann på en overskålsvekt (SAUTER RL4). Vekten ble registrert og den gjennomsnittlige larvevekt ble bestemt ved å dele på antallet. Deretter ble larvene fra enheten veid samlet på samme måte. Antallet larver fra enheten ble beregnet ved å dele totalvekten på den gjennomsnittlige larvevekt. Det ble tatt ut 5000 larver fra hver enhet til startforing og dessuten 500 larver som fortsatt fikk gå i klekkeenheten. Overskuddet (1000 - 1200 larver fra hver enhet) gikk tilbake i produksjonen ved Akvakulturstasjonen Matre.

Larvene fra klekkekassene ble flyttet til startforing samme dag som de vandret ut av kassene. Hvis få larver vandret ut i løpet av et døgn ble alle larvene talt opp. Andre dager hadde et stort antall larver vandret ut av kassene og antallet ble beregnet som beskrevet ovenfor for klekkebakkene. På dag 63 etter klekking ble også klekkekassene tømt. Larvene som var tilbake i kassene på denne dagen ble ført tilbake i produksjonen ved Akvakulturstasjonen Matre.

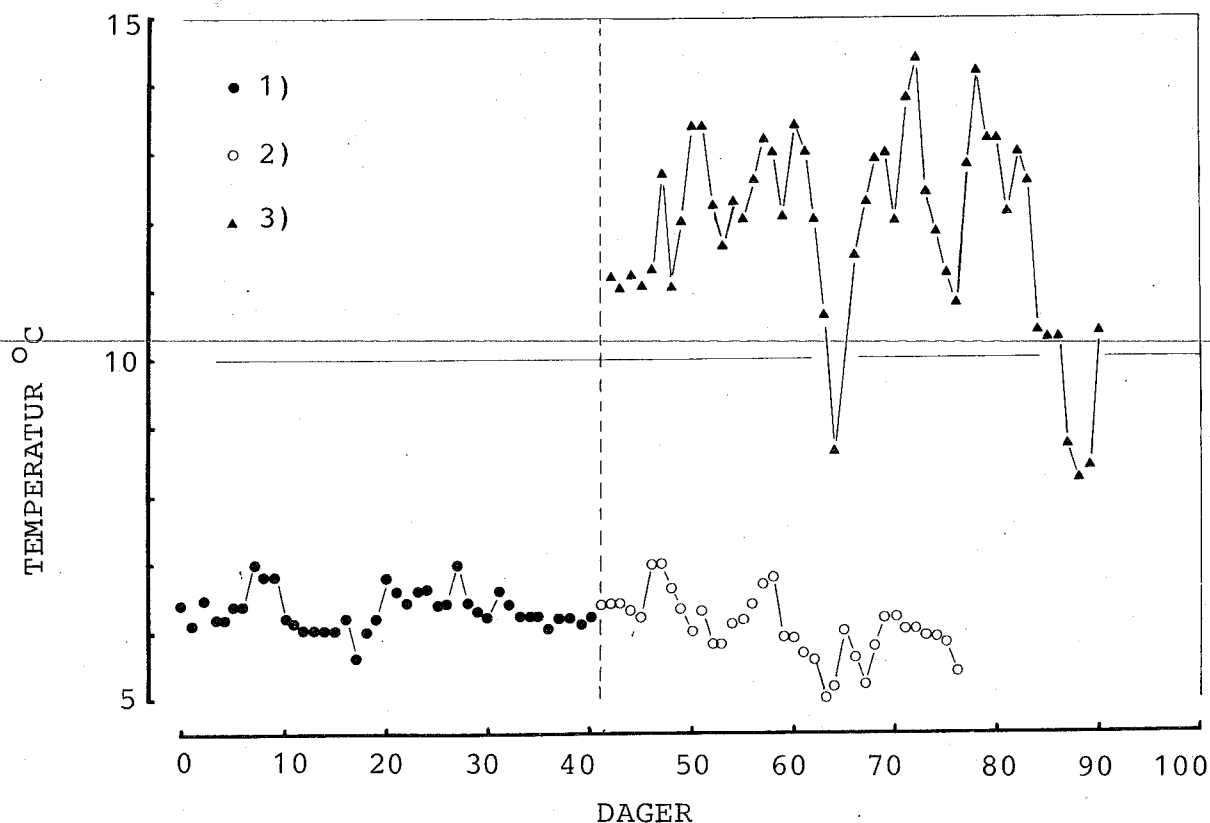
På dag 18 døde 1800 yngel i et av foringskarene på grunn av en blokkering i vanntilførselen. For å opprettholde lik tetthet ble samtlige kar redusert til det samme antall individer samme dag.

### 3.3 EKSPERIMENTELLE BETINGELSER

#### 3.3.1 VANN; TEMPERATUR, DYBDE, GJENNOMSTRØMNING, STRØMHASTIGHET OG KJEMI

Vanntemperaturen i klekkeriet ble fulgt kontinuerlig ved hjelp av en 24 punkts temperaturskriver (HONEYWELL) (nøyaktighet +/- 0.2 °C). Som kontroll ble i tillegg temperaturen registrert daglig ved hjelp av et vanlig termometer (nøyaktighet +/- 0.1 °C). Under startforingen ble det kun gjort daglige registreringer med samme termometer. Alle målinger med termometer ble gjort om formiddagen.

Temperaturene som ble registrert med termometer skilte seg lite fra temperaturene som ble registrert på skriveren og for enkelhets skyld ble derfor disse brukt til temperaturplottet (figur 3.3.1).



FIGUR 3.3.1: TEMPERATURUTVIKLINGEN I FORSØKET.

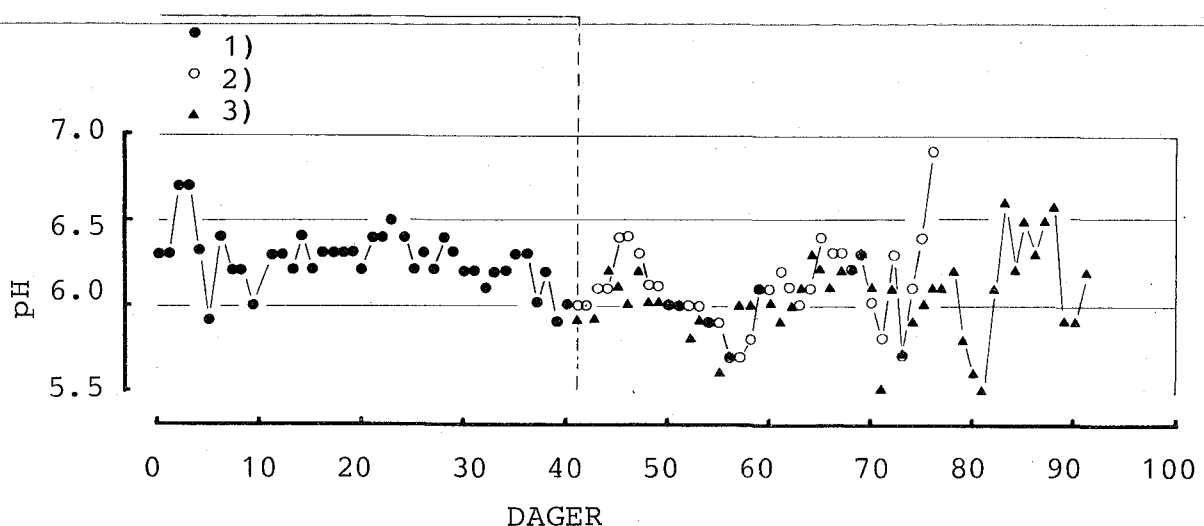
- 1) Klekkeriet fram til overføring til startforing.
- 2) Klekkeriet etter overføring til startforing.
- 3) Startforingen.

I klekkeriet lå temperaturen mellom 5 og 7 °C (gj.snitt 6.5 °C) gjennom hele forsøket. Temperaturgjennomsnittet under startforingen var 12.4 °C, og temperaturvariasjonen var mye større enn i klekkeriet. I to perioder ble det registrert temperaturer under 10 °C.

Både i klekkerennene og i startforingskarene var vanddybden bestemt av høyden på overløpsrøret. I klekkebakkene var vanddybden 12 cm og i startforingskarene 15 cm.

Både i klekkeriet og i startforingskarene ble vanngjennomstrømningen målt ved hjelp av litermål og klokke, og regulert ved hjelp av kraner. I klekkerennene og startforingskarene ble det benyttet en gjennomstrømning på henholdsvis 10 og 8 liter/min. I startforingskarene ble strømhastigheten siden regulert ved å forandre retningen på innløpsvannet. Ved forsøksstart ble vannstrømmen justert slik at vannhastigheten perifert i karet var 10 mm/sek. Etter hvert som yngelen spredte seg i karet ble vannhastigheten så øket til ca. 30 mm/sek.

Ved Akvakulturstasjonen Matre blir det gjort daglige målinger på pH både i klekkeriet og resirkulasjonsanlegget. I denne oppgaven har jeg benyttet disse dataene (fig 3.3.2) og gjorde ikke selv målinger på pH.



FIGUR 3.3.2: pH UTVIKLINGEN I FORSØKET.

- 1) Klekkeriet fram til overføringen til startforing.
- 2) Klekkeriet etter overføringen til startforing.
- 3) Startforingen

Nitrogen og oksygenmetningen ble målt en gang i uken i klekke-rennene. Oksygen ble registrert både i inntaksvannet og etter den tredje bakken. Til dette ble det benyttet en ORION 701A/IO-NALYSER. Alle målinger, både før og etter klekkebakkene viste 100% oksygenmetning. Nitrogenmetningen ble registrert bare i inntaksvannet. Til dette ble det benyttet et WEISS SATUROMETER. Alle målinger viste en svak overmetning (101-102%).

### 3.3.2 LYS

Både i klekkeriet og i resirkulasjonsanlegget er det montert lysarmatur med hvite lysrør. I klekkeriet er rennen plassert ved vinduene slik at de første bakkene i rennene i tillegg får mye dagslys om dagen. I taket over startforingskarene var det lysplater som også gav endel dagslys om dagen. Ved oppstartingen av forsøket ble lysforholdene justert slik at disse ble mest mulig like i alle forsøksenhetene. For å kunne registrere lyset kvantitativt ble benyttet et LI-COR, LI-185 PHOTOMETER. Oppå klekkebakkene ble det lagt lokk som var skåret av en 2 mm hard PVC-plate. Endel lys slapp imidlertid allikevel inn i bakkene gjennom utstrømsristen. I den første bakken i begge rennene ble dessuten endel lys reflektert fra bunnen av rennen og opp gjennom bunnristen. Disse ulikhetene ble eliminert ved å dekke hele klekkerrennen med sort plastfolie. Platen som klekkekassene var laget av var gjennomskinnelig og disse ble pakket inn i et dobbelt lag med svart plastfolie. Etter tildekkingen var det ikke lenger målbare mengder lys i noen av klekkeenhetene. I startforingskarene ble det kun registrert ubetydelige forskjeller i innstrålt lysmengde.

### 3.3.3 FOR OG FORING

Gjennom hele startforingen ble yngelen gitt EWOS ST40 startfor nummer 1. Foret ble gitt ved hjelp av forautomater (SKRETTING TESSOMAT 0.5 liter). Ved hjelp av en styringssentral foret disse 1 sekund 8 ganger i timen. Det ble alltid foret i overskudd noe som lett kunne reguleres ved å følge mengden av forspill i bunnen av karet. I tillegg til automatforingen ble yngelen håndforet. Håndforingen fulgte ingen spesiell rutine, men alle enhetene ble behandlet likt.

### 3.4 DAGLIG RUTINEARBEID

Rutinearbeidet besto i å fjerne eggeskall under klekking, holde fôringskarene frie for fôrrester og å fjerne og registrere døde (vurdering av dødsårsak er nærmere omtalt i 3.4.1)

I begge typene klekkebakker ble eggeskall fjernet enten med en finmasket håv eller med en hevert. Heverten ble også brukt til forsiktig å suge løs larver som hadde festet seg på utstrømsristen.

I klekkebakkene ble døde rogn og larver fjernet og registrert regelmessig i hele perioden i klekkeriet. I de vanlige klekkebakkene ble dette arbeidet utført ved hjelp av en rognpipette. I klekkebakkene med substrat ble denne metoden benyttet fram til klekkingen var avsluttet og sorteringsristen var tatt ut av bakken. Siden ble døde larver plukket ut av kunstgresset med pinsett. Disse bakkene ble dessuten kontrollert for døde da bakkene ble tømt og larvene ble overført til startforing.

I klekkekassene ble hverken eggeskall eller døde larver fjernet, men antallet døde ble registrert ved overføring til startforing.

Startforingskarene ble med jamne mellomrom skrubbet med en oppvaskkost samtidig som karene ble tappet ned. Sopp og død yngel festet seg da på utstrømsristen og ble tatt opp med kosten. Antall døde ble alltid registrert i forbindelse med slikt renhold. Det var ikke lagt opp noen spesiell rutine for rengjøring, men det ble lagt vekt på at alle karene ble rengjort samtidig.

#### 3.4.1 VURDERING AV DØDSÅRSAKER

*oversikt av resultat / årsaker*  
*inkludert i metode & mat.*

Som regel var det umulig å fastslå dødsårsaken til larvene. I noen tilfeller var det imidlertid mulig og disse kunne deles i tre; plommesekkvatersott, deformerte larver og mekanisk påførte skader. De deformerte larvene ble fjernet og registrert som døde selv om de i de fleste tilfeller var levende. All annen dødelighet enn det som falt innenfor de før nevnte kategoriene ble summert under betegnelsen annen dødelighet.

### 3.5 REGISTRERING AV KLEKKEFORLØPET

I klekkeforsøk er det vanlig å definere det tidspunktet da 50% av rogn er klekket som klekketidspunktet, se f.eks Wallace og Aasjord (1984 a;b). Det viser seg imidlertid at det kan være vanskelig ved skjønn å avgjøre hvor stor del av rogn som er klekket. For bedre å kunne følge klekkeforløpet ble det derfor lagt ned 2 plastringer som kontrollkammer i alle de seks klekkebakkene. Plastringene ble skåret av 50 mm PVC rør og var ca 1 cm høye. Innenfor hver av disse ringene, og dermed isolert fra den andre rognmassen ble det lagt ned 100 rogn. Med jamne mellomrom fra klekkingens begynnelse ble antall ikke klekkede rogn i ringene talt opp.

Klekkeprosenten i en enkeltbakke ved et gitt tidspunkt var da gitt ved den gjennomsnittlige klekkeprosent i de to ringene. Deretter ble klekkeprosenten i forsøket funnet ved å ta gjennomsnittet av klekkeprosentene i enkeltbakkene.

Som "klekket" definerte jeg larver, herunder også døde larver, som helt eller delvis hadde frigjort seg fra eggeskallet. Død rogn ble fjernet og ble registrert som "ikke klekket".

### 3.6 UTTAK AV PRØVER

#### 3.6.1 TEKNIKK FOR UTTAK AV PRØVER

Prøvetakingsteknikken varierte etter om prøvene ble tatt i klekkeenhetene eller startforingskarene, og etter hvor store prøver som ble tatt ut.

I klekkeenhetene ble små prøver (10-40 larver) sugd opp med en rognpipette, talt og overført til merkede begerglass. Prøvene ble deretter tatt med til tørrlaboratoriet for bedøvning og konservering. Store prøver ble overført til en bølge med hevert. I tørrlaboratoriet ble så prøvematerialet talt opp, bedøvd og konservert. Eventuelt overskytende larver ble umiddelbart etterpå tømte tilbake i den klekkeenheten de var tatt ifra.

Rognpipetten og hevertmunnstykket ble ført vilkårlig omkring i klekkebakken under prøvetakingen. I klekkedassene med flere lag matter hadde alle larvene samlet seg i steinlaget på bunnen, og dette vanskeliggjorde prøvetakingen. På enkelte steder i kassene var det imidlertid nok plass mellom mattene og veggene til at det lot seg gjøre å komme ned med hevertmunnstykket og ta prøver.

Under startforingen ble alle yngelprøver tatt ut med en finmasket hov, talt opp i begerglass og tatt med til tørrlaboratoriet for bedøvning og konservering.

Benzocain ble brukt som bedøvelsesmiddel.

### 3.6.2 PRØVETAKINGSPROGRAM

De første prøvene ble tatt ut like etter at enhetene hadde nådd 50% klekking den 4.februar. Denne datoen ble følgelig definert som dag 0 og brukt som tidsreferanse i forsøket. Kun de vanlige klekkebakkene ble samlet ved 50% klekking fordi larvene i de andre klekkesystemene enten var dekket av sorteringsristen eller astro-turf. Det var antatt at disse prøvene ville være representative for alle klekkeenhetene. På dag 3 var det lite rogn igjen på sorteringsristene og disse ble løftet ut et øyeblikk slik at prøver kunne taes. Også kassene ble samlet fra og med dag 3.

En oversikt over prøvetakingsprogrammet i forsøket er gitt i tabell 3.6.1. I tillegg til prøvene i tabell 3.6.1 ble det på seks tidspunkt tatt ut 30 larver fra klekkebakke nummer 1 med astro-turf for registrering av formalinfikseringens effekt på larvelengden. Dessuten ble det på tre tidspunkt tatt prøver både av larver i klekkedassene og av larver vandret ut samme dag for at disse skulle kunne sammenlignes.

### 3.7 KONSERVERING AV PRØVER

I tabell 3.7.1 er gitt en oversikt over konserveringen av prøvene. Det ble benyttet to forskjellige konserveringsmetoder, nedfrysning og fiksering på 4% formalin. Som emballasje ved nedfrysning og formalinfiksering ble det brukt dramsglass i størrelsene 8 og 16 dram.

TABELL 3.6.1 :EN OVERSIKT OVER PRØVETAKINGSPROGRAMMET I FORSØKET.

TALLENE ANGIR HVOR MANGE LARVER SOM ER TATT UT FRA HVER KLEKKE-  
ENHET, HVIS IKKE ANNET ER ANGITT ER DET TATT PRØVER I SAMTLIGE  
KLEKKEENHETER.

\* PRØVER BLE KUN TATT I DE VANLIGE KLEKKEBAKKENE

\*\* PRØVER BLE IKKE TATT I KLEKKEKASSENE

\*\*\* PRØVER BLE KUN TATT I KLEKKEKASSENE

| DAG<br>NR. | LENGDE, VEKT<br>PLOTTESEKK-<br>MORFOLOGI | PLOTTESEKKLENGDE<br>MORFOLOGI | KJEMISK<br>ANALYSE |
|------------|--|-------------------------------|--------------------|
| 0*         | 19 - 21                                  | 15                            | 300                |
| 3          | 10 - 30                                  | 15                            | -                  |
| 6          | 15                                       | 15                            | -                  |
| 9          | 15 - 33                                  | 15                            | -                  |
| 12         | 20                                       | 15                            | 300                |
| 15         | 20                                       | 15                            | -                  |
| 18         | 20                                       | 15                            | -                  |
| 21         | 20                                       | 15                            | -                  |
| 24         | 24 - 26                                  | 15                            | 300                |
| 27         | 25                                       | 15                            | -                  |
| 30         | 25 - 30                                  | 15                            | -                  |
| 33         | 25 - 30                                  | 15                            | -                  |
| 36         | 25 - 30                                  | 15                            | 375                |
| 41         | 40                                       | 15                            | -                  |
| 46**       | 23 - 27                                  | -                             | -                  |
| 47***      | 25                                       | -                             | -                  |
| 53**       | 24 - 30                                  | -                             | 225                |
| 55***      | 25                                       | -                             | -                  |
| 67**       | 25 - 29                                  | -                             | -                  |
| 76**       | 28 - 35                                  | -                             | -                  |

t/s. →



TABELL 3.7.1: KONSERVERING AV PRØVER

(-) indikerer at det ikke er tatt ut prøver til målinger av disse parametre. *plomme*

---

| DEL AV FORSØK                       | LENGDE, TØRRVEKT,<br>PLOTMESEKKNORFOLOGI OG<br>MORFOLOGISK UTVIKLING | KJEMISKE<br>PARAMETRE |
|-------------------------------------|--|-----------------------|
| Prøver klekkeri<br>dag 0 t.o.m. 15  | NEDFRYSING   | NEDFRYSING            |
| Prøver klekkeri<br>dag 18 t.o.m. 76 | FORMALIN   | NEDFRYSING            |
| Startføring                         | FORMALIN   | -                     |

---

3.8 OPPARBEIDING AV PRØVER

De seks samplene som var tatt ut for å teste formalinfikseringens effekt på larvelengden ble først lengdemålt levende. Deretter ble larvene bedøvd og overført til 4% formalin. Larvene ble lengdemålt på nytt etter 3 ukers konservering. Lengdemålingen er nærmere beskrevet i 3.8.2 og var den samme både for levende og fikserte larver.

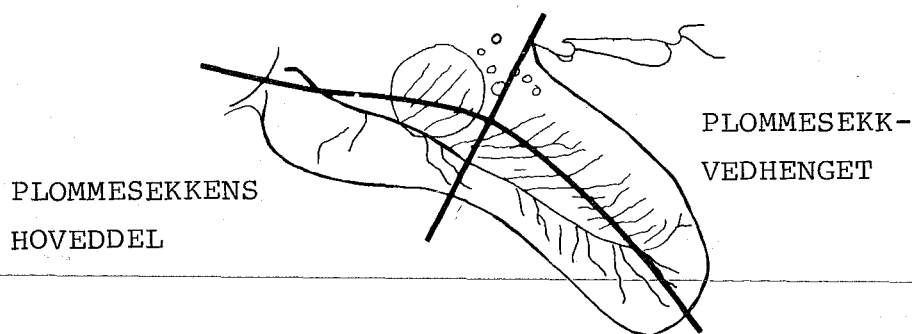
De formalinfikserte prøvene ble overført til vann for utvasking minst to dager før den videre opparbeiding. For å få vasket ut mest mulig av formalinen ble vannet skiftet flere ganger i denne perioden. Etter utvasking ble plommesekkmorfologien registrert, og deretter ble larven lengdemålt, tørket og veid. Under opparbeidingen lå larvene i rekkefølge på aluminiumsfolie slik at det for hver opparbeidet larve ble registrert sammenhørende lengde, tørrvekter og morfologiske beskrivelser. Ved hjelp av statistisk testing (se 3.9.2) kunne jeg dermed også undersøke sammenhengen mellom de ulike parametrene i de ulike systemene. Også prøvene som ble brukt for å registrere morfologi og plommesekk lengde, ble vasket ut i vann før opparbeiding.

De frosne prøvene ble tint i 10% formalin før tørking og videre opparbeiding.

### 3.8.1 REGISTRERING AV PLOMMESEKKMORFOLOGI

Plommesekkmorfologi brukes i denne oppgaven som en samlebetegnelse for plommesekkens form og oljedråpens plassering.

For å kunne beskrive plommesekkmorfologien må det skilles mellom to deler av plommesekken; plommesekkens hoveddel og plommesekkvedhenget. Plommesekkens hoveddel ligger foran en linje som står vinkelrett på plommesekkens tenkte langsgående midtlinje og som dessuten går gjennom bukfinnens fremste punkt. Bak denne linjen ligger den del av plommesekken som her er kalt plommesekkvedhenget (figur 3.8.1).



FIGUR 3.8.1: PLOMMESEKK HVOR SKILLET MELLOM PLOMMESEKKENS HOVEDDEL OG PLOMMESEKKVEDHENGET ER VIST.

Se teksten over for nærmere forklaring.

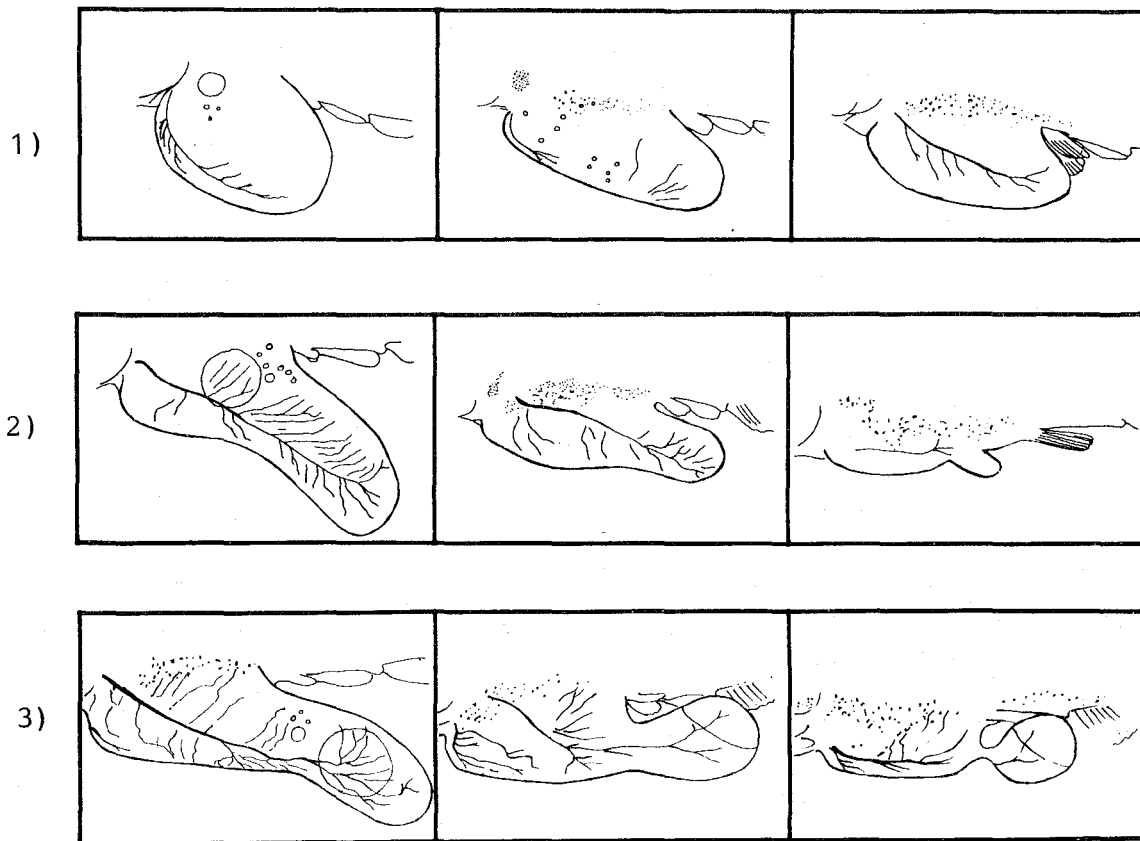
Plommesekken inneholder plommemassen som hos laksefisk består av to hovedkomponenter, protein og triglyserid fett. Hos laks er som regel størsteparten av det triglyseride fett, samlet i en dråpe (i denne oppgaven kalt oljedråpen). På grunn av sitt høye pigmentinnhold og dermed klare oransje farge skiller oljedråpen seg tydelig fra resten av plommemassen som er lys

gul. Plommemassen er ganske lettflytende og dette gjør at oljedråpen kan bevege seg. Forundersøkelser (Hansen et al., 1982) viste at larver som var inkubert i klekkesystem med og uten substrat hadde store forskjeller i plommesekkmorfologi. For å kunne registrere disse forskjellene kvantitativt, måtte det brukes indekser. En allerede eksisterende beskrivelse av forskjellige grader av plommesekkavsnøring (Dumas, 1966) var ikke brukbar som en indeks for plommesekkform og en slik ble derfor konstruert (se tabell 3.8.1). I figur 3.8.2 er dessuten vist eksempler på hvordan de ulike indeksene tar seg ut på forskjellige stadier i plommesekkabsorpsjonen. En indeks for oljedråpens plassering eksisterte ikke, og en slik ble derfor også konstruert (se tabell 3.8.2).

Vanligvis vil begrepet "plommesekkavsnøring" omfatte både de tilfeller hvor plommesekken har en innsnevring, men hvor plommemassen bak innsnevringen ikke er fallt av og de tilfeller hvor plommemassen virkelig er snørt av. I det følgende (se tabell 3.8.1) har imidlertid jeg skillt dette begrepet i henholdsvis innsnevring og avsnøring. Begrepet plommesekkinnsnevring blir i denne oppgaven brukt både om selve innsnevringen og om plommemassen bak innsnevringen. Dette går imidlertid ut ifra sammenhengen.

TABELL 3.8.1: EN INDEKS FOR PLOMMESEKKENS FORM

| BETEGNELSE                                  | BESKRIVELSE  | POENG |
|---|--|-------|
| NORMAL<br>PLOMMESEKK                        | Hele plommesekken er tilstede. Det vil si at hverken større eller mindre deler er snørt av. Plommesekkvedhenget smalner av bakover, men har ingen innsnevring. Det er heller ikke dratt ut i pølseform slik at sidene i vedhenget i et område er parallelle. | 1     |
| PLOMMESEKK<br>MED<br>PØLSEFORMET<br>VEDHENG | Hele plommesekken er tilstede (se over), men plommesekkvedhenget er dratt ut i pølseform slik at vedhengets sider i et område er parallelle.   | 2     |
| PLOMMESEKK<br>MED<br>INNSNEVRING            | Hele plommesekken er tilstede (se over), men plommesekkvedhenget har en tydelig innsnevring.   | 3     |
| AVSNØRT<br>PLOMMESEKK                       | En større eller mindre del av plommesekken er snørt av (falt av).  | 4     |



FIGUR 3.8.2: DE FORSKJELLIGE GRADENE AV PLOMMESEKKDEFORMASJONER  
VIST PÅ FORSKJELLIGE STADIER I PLOMMESEKK-  
ABSORBSJONEN

1) Normal plommesekk

2) Plommesekk med pølseformet vedheng

3) Plommesekk med innsnevring

TABELL 3.8.2: EN INDEKS FOR OLJEDRÅPENS PLASSERING I PLOMMESEKKEN.

I de tilfeller hvor det eksisterte to eller flere større oljedråper ble plasseringen til den største av dem registrert.

Indeksen er forutsatt brukt sammen med indeksen for plommesekkens form.

---

| BESKRIVELSE   | POENG |
|---|-------|
| Oljedråpen ligger helt framme og helt øverst i plommesekken.  | 1     |
| Oljedråpen er plassert annerledes enn nevnt ovenfor, men ligger ikke i vedhenget hvis dette har en innsnevring. | 2     |
| Oljedråpen er plassert i plommesekkvedhenget og dette har en innsnevring.                                       | 3     |
| Oljedråpen er avsnørt med plommesekkvedhenget.  | 4     |

---

### 3.8.2 LENGDEMÅLING

De ulike lengdemål som blir brukt på fisk er beskrevet av Ricker (1979). I denne oppgaven er brukt "Natural tip length" som på larver og yngel av laksefisk er avstanden fra tuppen av overkjeven til den bakerste enden av halefinnen når denne holdes i naturlig stilling.

Både på fikserte og døde ufikserte larver og yngel ble den stilling halefinnen hadde da fisken ble lagt på målebrettet definert som "naturlig stilling".

Målebrettet ble laget av en plast petriskål som ble pålimt millimeterpapir i bunnen. For å få en standardisert plassering av larver og yngel på målebrettet ble en plastlist limt i bunnen på petriskålen. Ved lengdemåling ble larver og yngel lagt med hodet mot denne listen.

Lengden ble målt til nærmeste millimeter regnet nedover (målenøyaktighet +/- 0.5 mm). All lengdemåling ble gjort gjennom en lampelupe (LUXO LMN-1). For å unngå generende lysreflekser ble larver og yngel holdt dekket med vann under lengdemålingen.

### 3.8.3 TØRKING

All tørking ble gjort i varmeskap. Veieprøver ble tørket på aluminiumsfolie, askeprøvene ble tørket i porselendigler og prøver til protein og fettanalyse ble tørket i dramsglass.

Prøver som skulle brukes til kjemisk analyse ble tørket i to døgn ved 105 °C. I forundersøkelsene ble denne tørkeprosedyren også benyttet for veieprøvene. Dette førte imidlertid til at larvene "svettet" fett, noe som førte til en underestimert vekt. Det viste seg at dette problemet lett kunne løses ved å tørke ved 60 °C og denne temperaturen ble benyttet for alle veieprøver i dette forsøket. "Svettingen" var ikke noe problem ved tørkingen av prøvene til kjemisk analyse fordi fettene samlet seg i bunnen av diglene eller dramsglassene.

### 3.8.4 VEIING

Veiingene ble til og begynne med gjort på en SARTORIUS 2462 analysevekt (leselighet 0.1 mg, standardavvik +/- 0.1 mg). Denne veksten ble senere byttet ut med en SARTORIUS 1602 MP6 med samme målenøyaktighet.

Alle veieprøver ble tatt ut av varmeskapet fem minutt før veiing. Deretter ble hver larve/yngel veid enkeltvis. På larver hvor plommemassen ikke var ferdig absorbert ble deretter plommemassen risset løs fra kroppen med en pirkenål og veid enkeltvis. Vekten av kroppen kunne derved beregnes ved:

$$\text{kroppsvekt} = \text{totalvekt} - \text{vekt av plommemasse}$$

Hvis plommesekkvedhenget hadde en innsnevring ble plommesekken bak innsnevringen brukket eller skåret av og lagt i et tarert dramsglass. Til slutt ble disse veid samlet.

Under startforingen ble prøveuttaket først overført til en bøtte. Ved opparbeiding ble yngelen tatt opp en etter en med hov. Yngelen fikk renne av noen sekunder i hoven og ble deretter overført til et tarert begerglass med vann på analysevekten. Vekten ble registrert til nærmeste mg. Det siste prøveuttaket i startforingen ble først veid som beskrevet ovenfor og ble deretter konservert på 4% formalin. Tørkingen og veiingen fulgte samme prosedyre som for prøveuttak tatt i klekkeriet.

### 3.8.5 PLOMMEMASSENS OMDANNELSESEFFEKTIVITET

For å få et mål på hvor effektivt plommemassen ble omsatt i vekst ble omdannelseseffektiviteten (Blaxter, 1969) beregnet. Denne er definert som;

$$\frac{\text{kroppens vektøkning} \times 100}{\text{forbrukt plommemasse}} \quad (\%)$$

og ble i denne oppgaven beregnet utifra de registrerte tørrvektene.

### 3.8.6 ~~BEDØMMELSE AV MORFOLOGISK UTVIKLING~~

Som et mål på den morfologiske utvikling ble det valgt å følge fettfinnens differensiering fra primordialmembranen. Fettfinnen utvikles sent på plommesekkstadiet og burde derfor kunne vise forskjeller som er akumulert fra tidligere i plommesekkstadiet. Vernier (1969) brukte "vel definert fettfinne" som et morfologisk stadie. Denne beskrivelsen gir imidlertid få holdepunkter for hva som skal defineres som definert fettfinne og ikke. Jeg måtte følgelig definere "definert fettfinne" nærmere.

Som "definert fettfinne" definerte jeg det morfologiske stadie hvor vinkelen mellom den bakre del av fettfinnens anlegg og primordialmembranen var mindre eller lik 90 grader.

I tillegg ble larvenes ytre morfologi ved overføringen til startforing vurdert. Alle morfologiske studier ble gjort ved



hjelp av et WILD Heerbrugg 5X binokular. All tegning av morfologi og morfologiske karakteristika såval på kropp som på plommesekk ble tegnet ved hjelp av samme binokular utstyrt med tegnespeil.

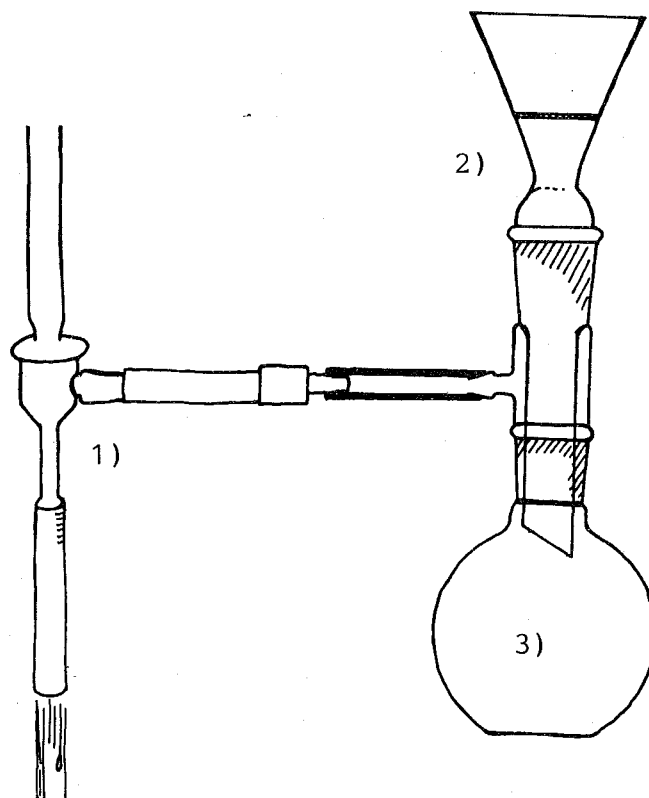
### 3.8.7 MÅLING AV PLOMMESEKKENS LENGDE

For å kunne undersøke om det virkelig skjer en forlengelse av plommesekken i forbindelse med utviklingen av plommesekkkavsninger var det nødvendig å gjøre målinger på plommesekklengde. Alle slike målinger ble gjort ved hjelp av et WILD Heerbrugg 5X binokular med måleokular. Målingene ble gjort på 6 ganger forstørrelse og ble målt langs plommesekkens lengdeakse.

### 3.8.8 FETTEKSTRAKSJONEN

50 til 75 larver eller plommesekker som skulle brukes til analyse av fett og proteininnhold ble tørket samlet på tarerte dramsglass (16 dram) (ca 70 ml) (se 3.8.3). Etter tørking ble prøven veid og homogenisert med 40 ml eter ved hjelp av en homogenisator (ULTRA TURAX). Den homogeniserte prøven fikk deretter stå på eteren i minst en uke og hvor den ble rystet daglig. Deretter ble prøven filtrert. Apparaturen som ble benyttet til filtreringen er vist i figur 3.8.3.

Bunnen i filteret ble dekket med filterpapir (SORT BÅND). Den homogeniserte prøven ble ristet opp i eteren og ble deretter overført til filtertrakten. Prøven ble deretter vasket med fire ganger 25 ml eter før filterpapiret med den avfattede prøven ble lagt tilbake i dramsglasset. Den avfattede prøven ble siden brukt til proteinanalyse (se 3.8.9). Rundkolben med kvarts og filtratet ble deretter koblet til en evaporator hvor eteren ble dampet av. Kolben med fett ble deretter tørket i minimum 8 timer i varmeskap før avkjøling i eksikator og veiing.



FIGUR 3.8.3: APPARATUR BRUKT VED FILTRERING AV FETTPRØVER

- 1) Vannstrålepumpe
- 2) Filtertrakt med filterpapir
- 3) Rundkolbe

### 3.8.9 RÅANALYSE, PROTEIN

Etter fettekstraksjonen ble prøven satt i varmeskap ved 105 °C over natten. Fra hvert dramsglass ble det så tatt ut tre prøver. Disse som hver var fra 0.2 til 0.3 gram ble veid i nitrogenfrie veieskip (SCHLEICHER SCHÜLL 609) på analysevekt til nærmeste 0.1 mg. Veieskipet med prøven ble deretter overført til et 75 ml opplutningsrør. Til hver prøve ble det så tilsatt 5 ml av en syreblanding bestående av konc  $H_2SO_4$  og konc  $H_3PO_4$  i forholdet 20:1, 2 ml 35%  $H_2O_2$  og 1 Kjeltab-auto. Etter 2 timers opplutning på en TECATOR DIGESTION SYSTEM 40 ved 370 °C ble prøven avkjølt til 100 °C og tilsatt ca 30 ml destillert vann. Prøven ble deretter destillert på en TECATOR SYSTEM 1002 DISTILLING UNIT. Her blir prøven tilsatt 40% NaOH løsning i overskudd og

kokende damp blir boblet gjennom løsningen. Ammoniakk-gassen som dannes ved reaksjonen løses i 25 ml 2% borsyre som er tilsatt en blanding av bromcresolgrønt og metylrødt som indikator. Etter ca 5 minutters destillering ble prøven titrert med 0.1 N HCl. % nitrogen i prøven ble deretter beregnet ved formelen:

$$\% \text{ NITROGEN} = \frac{(a-b) \times \text{syrens normalitet} \times 14.008}{\text{gram sample} \times 10}$$

a = ml titrert syre

b = ml titrert syre på blankprøve med kun analysereagenser

14.008 = molvekt nitrogen

Proteininnholdet finnes deretter ved å multiplisere med en protein faktor på 6.25 (Horwitz, 1975).

$$\% \text{ PROTEIN} = \% \text{ NITROGEN} \times 6.25$$

### 3.8.10 BESTEMMELSE AV ASKEINNHOOLD

For bestemmelse av askeinnhold ble ca 25 larver talt opp i en tarert porselendigel og tørket (se 3.8.3). Etter tørkingen ble prøven veid på analysevekt til nærmeste 0.1 mg og digelen ble satt i en muffelovn. Etter minst 8 timers forasking ved 550 °C ble prøvene kjølt langsomt ned. Hvis prøven fortsatt var svart (ikke fullstendig forasket) ble prøven lutet ut med litt vann og satt til forasking igjen. Når prøven var hvit ble den avkjølt og veid på analysevekt.

## 3.9 BEARBEIDING AV RESULTATER

### 3.9.1 DATABEHANDLINGSSYSTEMER

Alle dataene fra forsøket ligger på filer på UNIVAC 1100 ved Universitetet i Bergen. Bearbeidingen av disse dataene er gjort ved hjelp av BMDP software (Dixon , 1981) fra terminal ved Akvakulturstasjonen Matre. Det ble dels benyttet en ABC 80 dels en DIGITAL Professional 350 i kommunikasjonen med UNIVAC.

Alle regresjonsberegninger er utført på Akvakulturstasjonen Matre på en ABC 80 med programmer utviklet av Ole Torrissen.

Alle enklere beregninger ble utført enten på en HP 33E eller en HP 11C. Begge disse kalkulatorene er programmerbare.

### 3.9.2 STATISTISK TESTING

For å sammenlikne lengde og vektdataene for de enkelte samplingsdagene ble BMDP3D - One-sample and two-sample t-test benyttet. For å undersøke om dataene var normalfordelt ble stikkprøver av dataene undersøkt i et normalplott. Til dette ble BMDP5D - Histograms and Univariate Plots benyttet. Det ble imidlertid ikke på noe tidpunkt funnet signifikante avvik fra normalfordelingen og ikkeparametrisk testing ble derfor ikke benyttet. Den ovenfor nevnte t-test ble også brukt for å sammenlikne plommesekklengder og kjemisk sammensetning. Dette programmet ble dessuten benyttet for å sammenlikne sammenhengen mellom lengde og kroppsvekt i de forskjellige systemene. Dette ble gjort ved å gruppere dataene etter lengde uavhengig av samplingsdag og deretter teste på de tilhørende kroppsvekter.

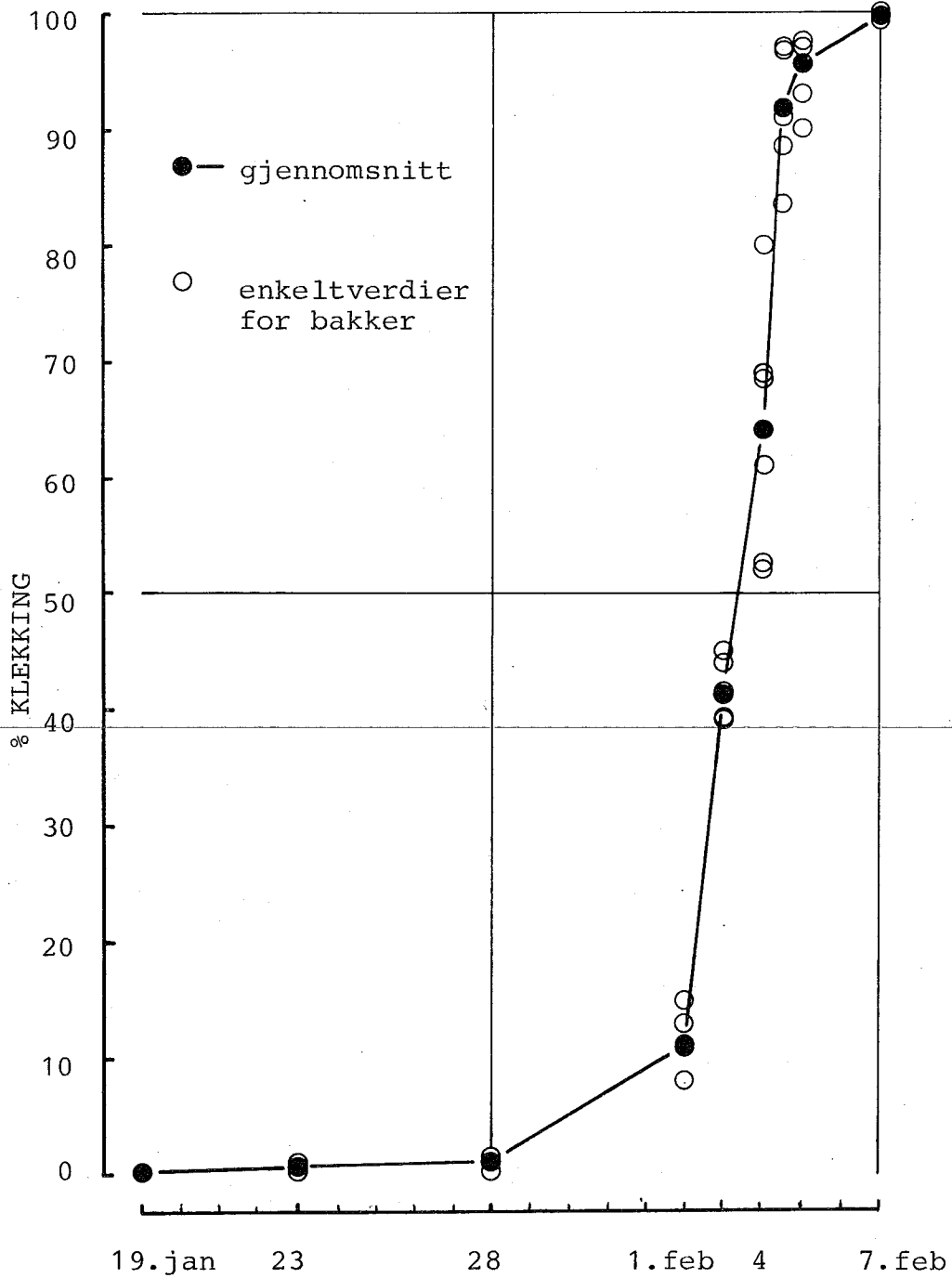
Også dødeligheten innenfor de forskjellige periodene ble testet ved hjelp av t-test. På grunn av lave dødeligheter ble de prosentvise data normalisert med arc-sin transformasjon før testing.

I alle tilfeller hvor frekvensen av ulike variabler er blitt undersøkt slik som i plommesekkform, plassering av fettdråpe og differensiering av fettfinne er BMDP2D - Detailed Data Description Including Frequencies benyttet.

KAPITTEL 4. RESULTATER.

4.1 KLEKKEFORLØPET

Klekkeforløpet i forsøket er vist i figur 4.1.1.



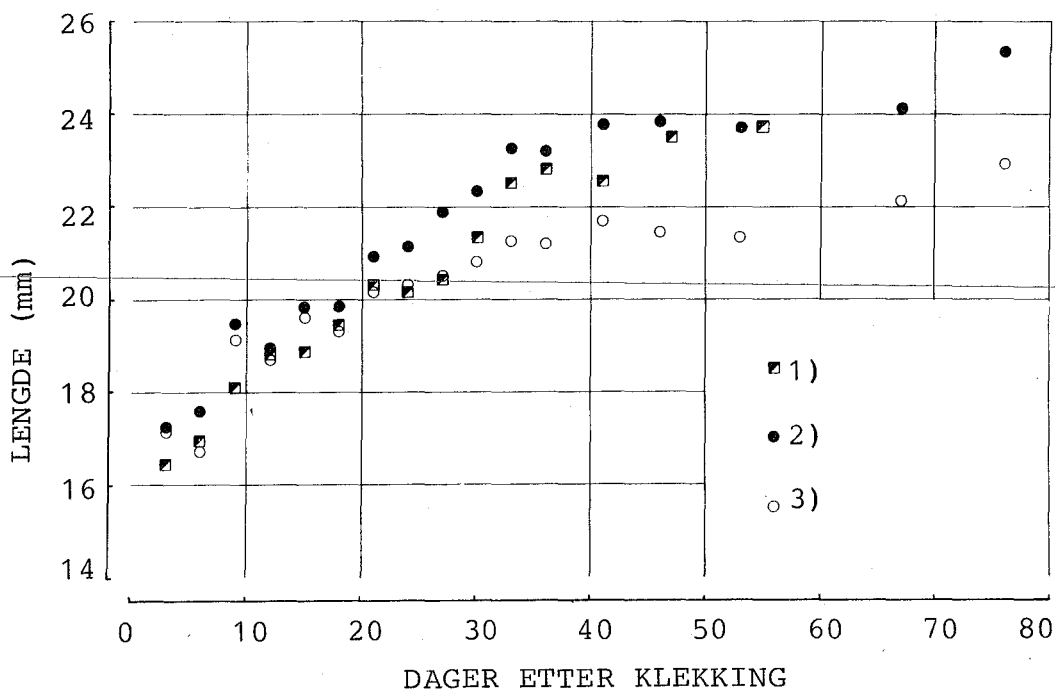
FIGUR 4.1.1: KLEKKEFORLØPET

Den første klekkede yngelen ble observert den 19. januar og den 7. februar, 19 døgn senere, var klekkingen over. Klekkera- ten var som forventet lavest først og sist i klekkeperioden. Fra den 2. februar og til og med den 5. februar ble ca 84% av den totale eggmengden klekket og i denne perioden måtte bakke- ne ha jevnlig tilsyn for at ikke eggeskall skulle tette utstrømsristen. Samtlige klekkebakker passerte 50% klekking i perioden mellom den 3. februar kl. 1200 og den 4. februar kl. 1200.

#### 4.2 LARVENES LENGDEUTVIKLING I KLEKKERIET

##### 4.2.1 LENGDEUTVIKLINGEN

Larvenes lengdeutvikling i klekkeriet er vist i fig 4.2.1.



FIGUR 4.2.1: LENGDEUTVIKLINGEN I KLEKKERIET

- 1) Klekkekasser
- 2) Bakker med astro-turf
- 3) Vanlige klekkebakker

Verdiene for de enkelte bakkene er gitt i tabell I. Resultatene fra den statistiske testingen av lengdedataene er gitt i tabell II. Disse tabellene omfatter også tørrvektsdataene (tabell I) og resultatene fra testingen av disse (tabell II).

Til og med dag 15 er alle de tre kurvene over lengdeutviklingen ujamne og til dels meget vanskelige å tyde. Den generelle trenden er imidlertid at samtlige grupper viste jamn lengdetilvekst fram til dag 41 hvorpå tilveksten avtok og endog ble negativ både i klekkebakkene med og uten astro-turf. I den siste perioden (dag 67-76) hadde imidlertid larvene i disse systemene igjen positiv lengde-tilvekst.

Usikkerheten omkring de observerte lengdene til og med dag 15 har gjort at jeg har valgt å se bort ifra resultatene fra den statistiske testingen av lengdedataene for disse dagene. Etter dag 15 er imidlertid testresultatene klare og enstydige. Fra dag 18 og til forsøket ble avsluttet var larvene som var inkubert i astro-turf signifikant større enn både larvene som var inkubert i vanlige klekkebakker og larvene som var inkubert i klekke-kassene. Fra dag 30 og ut forsøksperioden var også larvene i klekkekassene signifikant lengre enn larvene i de vanlige klekkebakkene.

#### 4.2.2 FORMALINFIKSERINGENS EFFEKT PÅ LARVELENGDEN

Larvene krympet på formalinen og graden av krymping var avhengig av larvelengden (tabell 4.2.1).

Regnet i prosent av larvenes levende lengde minket krympingen med økende lengde over hele det undersøkte området. Over en larvelengde på 22-23 mm var imidlertid minkningen i den prosentvise krymping ikke forårsaket av en minkende krymping i millimeter, men av en økning i larvenes levende lengde. Regnet i millimeter minket krympingen hurtig opp til en larvelengde på 22-23 mm. Over denne larvelengden var krympningen i millimeter nesten konstant. Ved alle larvelengder var krympingen statistisk signifikant ( $p=0.000$ ).

TABELL 4.2.1: FORMALINFIKSERINGENS EFFEKT PÅ LARVELENGDEN

| LEVENDE<br>LENGDE (mm) | FIKSERT<br>LENGDE (mm) | KRYMPING,<br>(mm) | KRYMPING<br>% AV LEVENDE<br>LENGDE |
|------------------------|------------------------|-------------------|------------------------------------|
| 17.7                   | 15.7                   | 2.0               | 11.3                               |
| 19.4                   | 17.4                   | 2.0               | 10.3                               |
| 21.8                   | 20.3                   | 1.5               | 6.9                                |
| 22.8                   | 21.7                   | 1.1               | 4.9                                |
| 24.2                   | 23.1                   | 1.1               | 4.4                                |
| 26.4                   | 25.4                   | 1.0               | 4.0                                |

#### 4.3 LARVENES TØRRVEKTSUTVIKLING I KLEKKERIET

Dataene for de enkelte klekkeenhetene og resultatet fra den statistiske testingen av dataene er gitt henholdsvis i tabellene I og II.

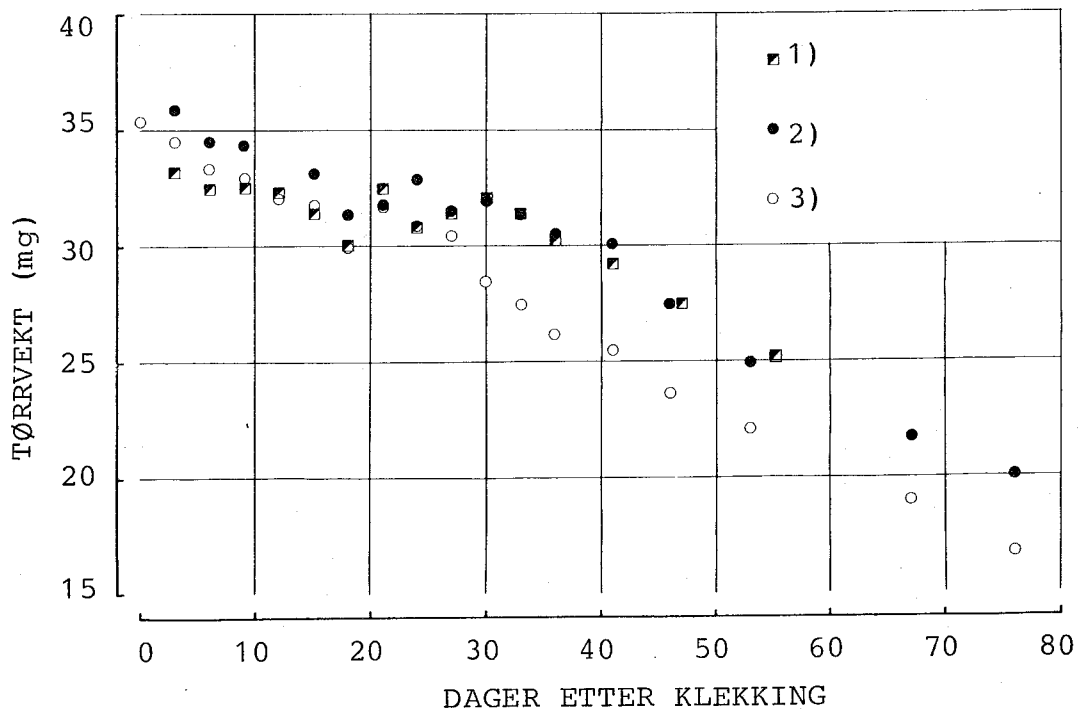
##### 4.3.1 TOTALVEKTENS UTVIKLING

Tørrvektutviklingen for hel yngel (totalvekt) er vist i figur 4.3.1.

Den statistiske testingen av dataene på totalvekt viste at larvene i bakkene med astro-turf var signifikant tyngre enn larvene i klekkekassene ved forsøksstart. Fram til dag 27 sank imidlertid totalvekten for larvene i astro-turf hurtigere enn for larvene i klekkekassene og forskjellene som var tilstede ved forsøksstart forsvant. Fra og med dag 27 har larvene i disse to systemene en nærmest identisk utvikling i totalvekt.



Totalvekten til larvene i de vanlige klekkebakkene var ikke signifikant forskjellig fra totalvekten til larvene i de to andre klekkesystemene ved forsøksstart. Vekten sank imidlertid hurtigere enn i de to andre systemene, noe som førte til at larvene i disse fra og med dag 30 og ut forsøksperioden hadde signifikant høyere totalvekt.



FIGUR 4.3.1: TØRRVEKTSUTVIKLINGEN I KLEKKERIET

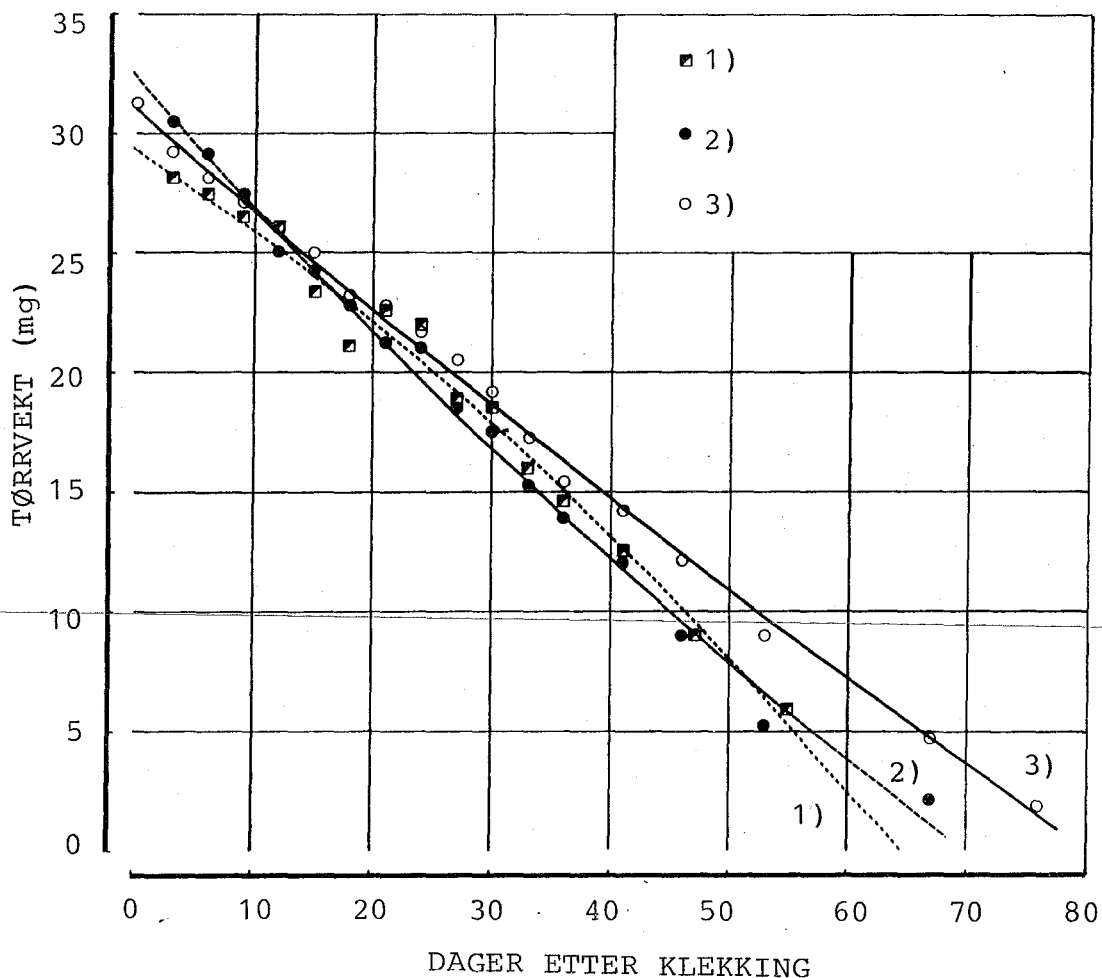
Symbolene er de samme som brukt i figur 4.2.1.

#### 4.3.2 PLOMMEMASSEVEKTENS UTVIKLING - ABSORBSJONSRATE

Utviklingen i plommemassevekt i klekkeriet er vist i figur 4.3.2.

Det ble funnet forskjeller i plommemassevekt mellom de tre klekkesystemene på dag 3. Ved testing ble forskjellene mellom systemet med høyest plommemassevekt (astro-turf) og lavest plommemassevekt (kasser) funnet å være signifikant. De vanlige klekkebakkene hadde en plommemassevekt som lå mellom de to andre, men forskjellene mellom dette systemet og de to andre var ikke statistisk signifikante. Fra dag 21 hadde imidlertid larvene som var inkubert i astro-turf signifikant lavere plommemassevekt enn larvene i de vanlige klekkebakkene, og bortsett fra på dag 24 var forskjellen signifikant ut hele plomme-

sekkperioden. Den høye absorpsjons raten i dette systemet førte også til at forskjellen som eksisterte mellom dette systemet og klemmekassene forsvant. Allerede på dag 6 var forskjellen redusert så meget at forskjellen ikke lenger var signifikant. Og bortsett fra på dagene 12 og 15 kunne det siden bare registreres små forskjeller i plommemassevekt. For klemmekassene skilte imidlertid dataene på plommemassevekt fra dagene 12 og 15 seg relativt klart ut ifra dataene fra dagene før og etter noe som kan tyde på en samplingsfeil.



FIGUR 4.3.2: UTVIKLINGEN I PLOMMEMASSENS VEKT

1) Klemmekasser

$$Y = 29.3102 - 0.3162X - 0.0022X^2$$

2) Bakker med astro-turf

$$Y = 32.3703 - 0.5613X - 0.0014X^2$$

3) Vanlige klemmekakker

$$Y = 31.0463 - 0.4314X - 0.0006X^2$$

I alle klekkesystemene var plommesekkens absorpsjonsrate relativt konstant over hele absorpsjonsperioden. For alle systemer gav imidlertid et polynom av annen grad en svak, men signifikant bedre tilpasning enn en rett linje i en regresjonsanalyse. For klemmekassene hadde annengradsleddet negativt fortegn noe som tyder på at absorpsjonsraten økte noe utover i absorpsjonsperioden. I begge de to andre systemene hadde annengradsleddet positivt fortegn noe som skulle tyde på at absorpsjonsraten sank med tiden.

I tillegg ble det utført en tilsvarende regresjonsanalyse for alle klemkeenhetene hver for seg. Dette ble gjort for å se om den observerte forskjellen i absorpsjonsrate mellom systemene kunne være forårsaket av f.eks forskjeller i plommemassevekt ved klemking eller skjev sampling i en av enhetene. Resultatene fra denne regresjonsanalysen er gitt i tabell 4.3.1.

Tabell 4.3.1: RESULTATER FRA LINJERREGRESJON FOR PLOMMEMASSENS TØRRVEKT MOT DAGER FRA KLEKKING.

(+) signifikant

(-) ikke signifikant

$X^2$  angir om et annengradspolynom gir en signifikant bedre tilpasning til dataene.

| KLEKKE |       |                        | KORR    |       |
|--------|-------|------------------------|---------|-------|
| METODE | ENHET | ESTIMAT                | KOEFF   | $X^2$ |
| VANLIG | 1     | $Y = - 0.387X + 30.66$ | - 0.922 | (-)   |
|        | 2     | $Y = - 0.399X + 31.10$ | - 0.995 | (-)   |
| BAKKE  | 3     | $Y = - 0.386X + 29.98$ | -0.995  | (-)   |
| ASTRO  | 1     | $Y = - 0.451X + 30.89$ | -0.994  | (-)   |
|        | 2     | $Y = - 0.482X + 31.64$ | -0.993  | (+)   |
| TURF   | 3     | $Y = - 0.472X + 31.41$ | -0.994  | (+)   |
| KASSE  | 1     | $Y = - 0.412X + 29.61$ | -0.967  | (-)   |
|        | 2     | $Y = - 0.456X + 31.23$ | -0.988  | (-)   |
|        | 3     | $Y = - 0.450X + 30.71$ | -0.986  | (-)   |

Hvis en bruker Y-verdien for  $X=0$  i tabell 4.3.1 som en estimator for plommemasseevekten i enheten ved klekking og stigningskoeffesienten som en estimator på den gjennomsnittlige absorpsjonsraten i enheten, og sammenlikner absorpsjonsraten i f. eks vanlig bakke nummer 1 og bakke nummer 1 med astro-turf, så finner en at disse har relativt stor forskjell i absorpsjonsrate til tross for at plommemasseevekten ved klekking var nærmest den samme. Samtidig skiller absorpsjonsraten i disse bakkene seg lite fra absorpsjonsraten i de andre enhetene av de samme systemene. Dette til tross for at forskjellene i plommemasseevekt ved klekking her var relativt store.

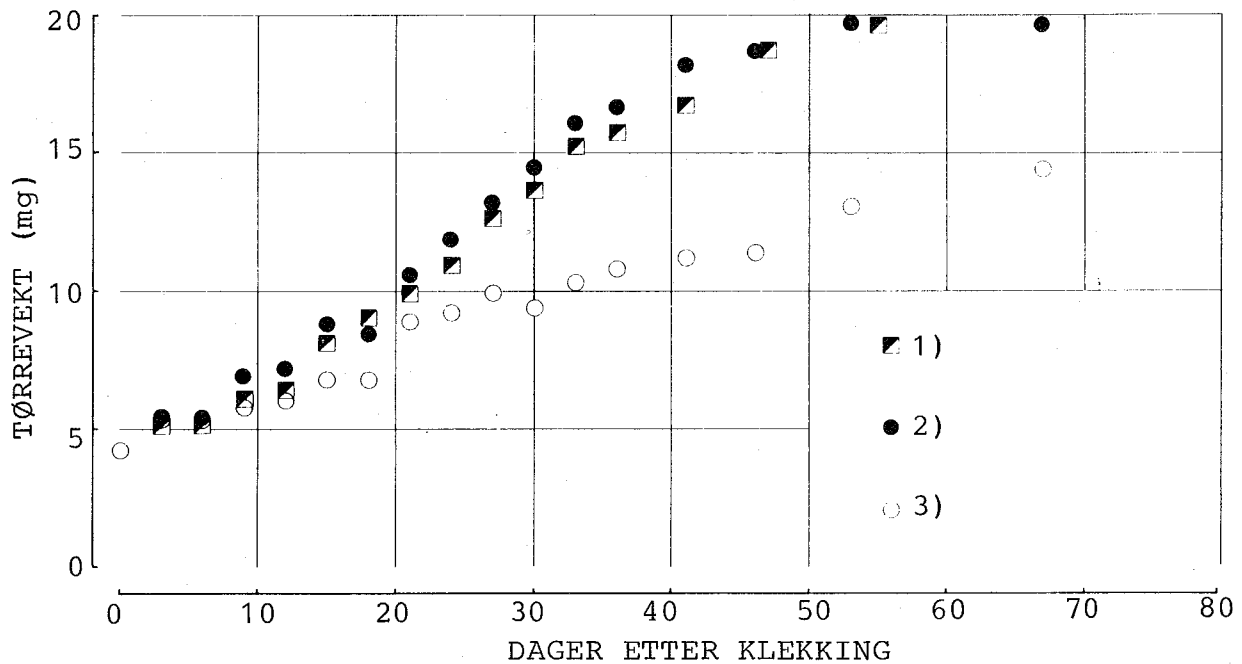
Etter hvert som plommemassen ble absorbert sank også spredningen i dataene på plommemasseevekt innenfor systemene. Dette er vist ved at standardavviket for plommemasseevekten sank med tiden (tabell I).

#### 4.3.3 KROPPSVEKTENS UTVIKLING

Kroppsvektens utvikling i klekkeriet er vist i figur 4.3.3.

Tilveksten i kroppsvekt var jamn fram til dag 41 i klekkebakkene med astro-turf og i klekkekassene. Etter dag 41 avtok tilveksten og var lik null i perioden mellom dag 53 og 67 for larver inkubert i klekkebakker med astro-turf. I de vanlige klekkebakkene var tilveksten lavere enn for de to andre systemene, men var jamn og positiv i hele tidsrommet i klekkeriet.

Den statistiske testingen av dataene på kroppsvekt viste at larvene som var inkubert i astro-turf var signifikant større enn både larvene i de vanlige klekkebakkene og larvene i klekkekassene allerede 9 dager etter klekking. Denne forskjellen forble signifikant gjennom hele forsøksperioden. 3 dager senere, på dag 12 var i tillegg larvene fra kassene signifikant tyngre enn larvene i de vanlige klekkebakkene. Også denne forskjellen forble signifikant til forsøkets avslutning.

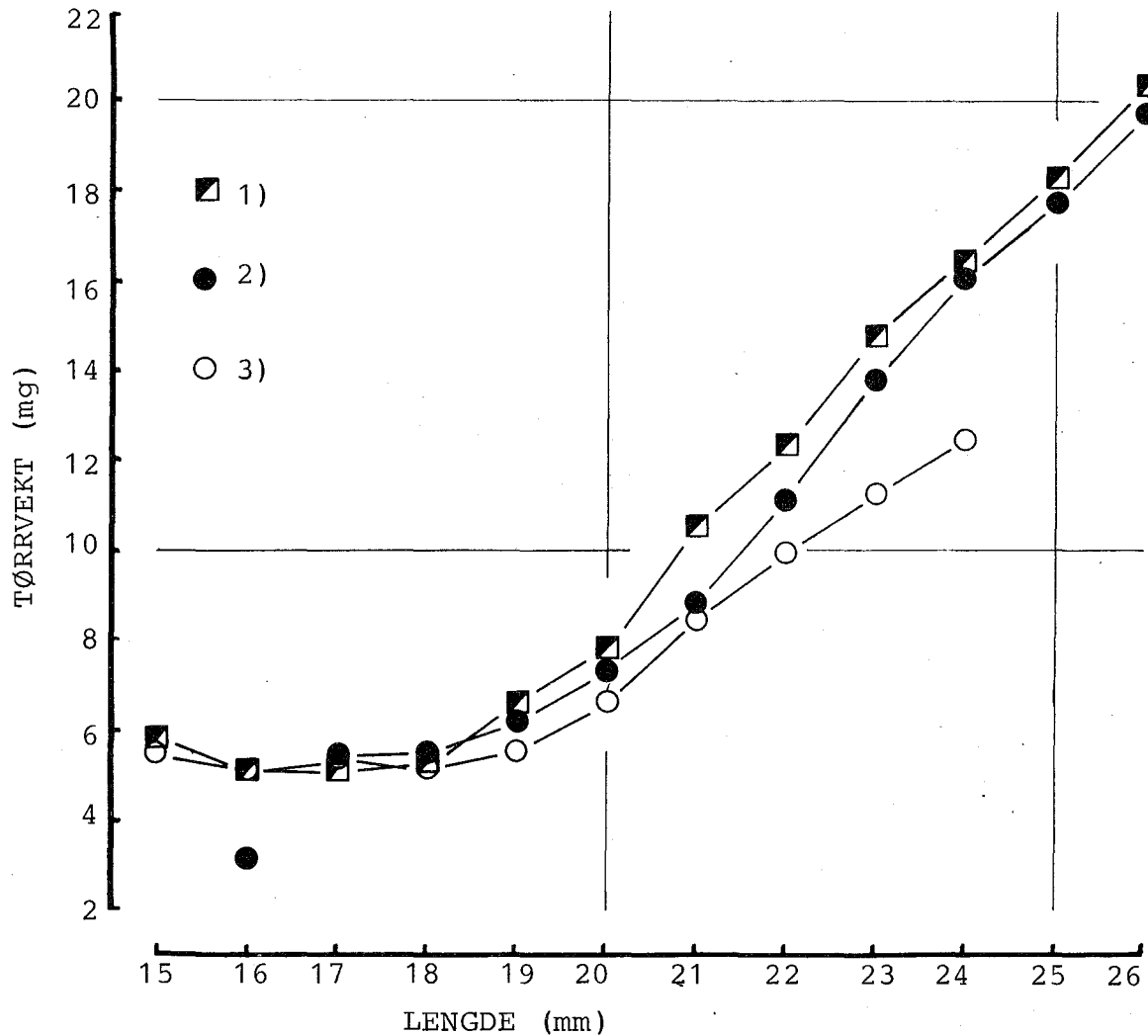


FIGUR 4.3.3: KROPPSVEKTSUTVIKLINGEN I KLEKKERIET

Symbolene er de samme som brukt i figur 4.2.1.

#### 4.4 FORHOLDET MELLOM LENGDE OG KROPPSVEKT

Fra og med en lengde på 19mm hadde larvene i de vanlige klekkedakkene signifikant lavere kroppsvekt enn larver av tilsvarende lengde både i bakkene med astro-turf og i klekkedakkene (figur 4. 4.1). Larver med lengde 20, 21, 22 og 23 mm fra bakkene med astro-turf hadde signifikant lavere kroppsvekt enn larver av tilsvarende lengde fra klekkedakkene (tabell III). For larvelengder over 23 mm ble det imidlertid ikke funnet signifikante forskjeller i larvevekt mellom de sistnevnte systemene.



FIGUR 4.4.1: FORHOLDET MELLOM KROPPENS LENGDE OG VEKT

Symbolene er de samme som brukt i figur 4.2.1.

#### 4.5 PLOMMEMASSENS OMDANNELSESEFFEKTIVITET

I tabell 4.5.1 er gitt en oversikt over hvor effektivt plomme-massen ble omdannet til kroppsvev i forskjellige perioder i de enkelte enhetene. På grunn av den store spredningen i de beregnede verdiene er disse meget vanskelige å tolke. Spesielt gjør dette seg gjeldende for de korte periodene (1 til 5). Det er imidlertid trolig at effektiviteten stiger noe fra periode 1 til 2 i alle system og at den begynner å synke igjen tidligere i de vanlige bakkene enn i systemene med substrat. Det er dessuten mulig at stigningen fra periode tre til fire for de vanlige bakkene er reell. I mellom bakkene med astro-turf og klekkekassene ser det ut til å være små forskjeller i effekti-

Tabell 4.5.1 BEREGNEDE VERDIER PÅ UTNYTTELSESEFFEKTIVITET I  
FORSKJELLIGE PERIODER I LØPET PLOMMESEKKSTADIET.

- a fra dag 3 til overføring til startforing
- b fra dag 3 til dagen for høyeste kroppsvekt for larvene i astro-turf
- c fra dag 3 til dagen for høyeste kroppsvekt for larvene i de vanlige klekkebakkene
- d effektiviteten ble ikke beregnet pga negativ vektutvikling på kroppen

| KLEKKE-<br>SYSTEM | PERIODE |       |       |       |       |      |      |      |  |
|-------------------|---------|-------|-------|-------|-------|------|------|------|--|
|                   | 1       | 2     | 3     | 4     | 5     | a    | b    | c    |  |
|                   | 3-15    | 15-27 | 27-41 | 41-53 | 53-76 | 3-41 | 3-53 | 3-67 |  |
| ASTRO 1           | 122.9   | 65.5  | 68.7  | 31.4  | d     | 77.6 | 65.2 | 54.5 |  |
| 2                 | 45.9    | 71.7  | 87.8  | 15.5  | 11.2  | 63.1 | 53.1 | 49.7 |  |
| TURF 3            | 40.1    | 81.1  | 80.0  | 28.9  | d     | 68.0 | 54.5 | 46.8 |  |
| MIDDEL            | 69.6    | 72.3  | 78.6  | 24.5  | d     | 69.5 | 57.1 | 50.1 |  |
| -----             |         |       |       |       |       |      |      |      |  |
| VANLIG 1          | 79.7    | 61.4  | 26.6  | 31.8  | 37.5  | 49.5 | 44.7 | 43.0 |  |
| 2                 | 39.1    | 44.1  | 29.2  | 29.7  | 31.5  | 37.4 | 35.4 | 34.9 |  |
| BAKKE 3           | 19.2    | 142.0 | 11.0  | 44.7  | 23.4  | 35.4 | 37.6 | 34.9 |  |
| MIDDEL            | 46.0    | 82.5  | 22.2  | 35.0  | 30.8  | 40.2 | 38.9 | 37.4 |  |
| -----             |         |       |       |       |       |      |      |      |  |
| 1                 | 49.3    | 197.8 | 61.0  |       |       | 78.7 |      |      |  |
| KASSE 2           | 88.6    | 85.3  | 55.3  |       |       | 76.5 |      |      |  |
| 3                 | 57.3    | 75.5  | 74.4  |       |       | 69.3 |      |      |  |
| MIDDEL            | 65.1    | 119.5 | 63.6  |       |       | 74.5 |      |      |  |

vitet. Muligens kan effektiviteten i periode tre være noe høyere for larvene inkubert i astro-turf enn for larvene i kassene. Verdiene for de lengre periodene slik som a,b og c har større sikkerhet og mindre spredning og er følgelig lettere å tolke. Disse viser at larvene i bakkene med astro-turf og i klekkekassene utnytter plommemassen mer effektivt enn larvene i de vanlige bakkene.

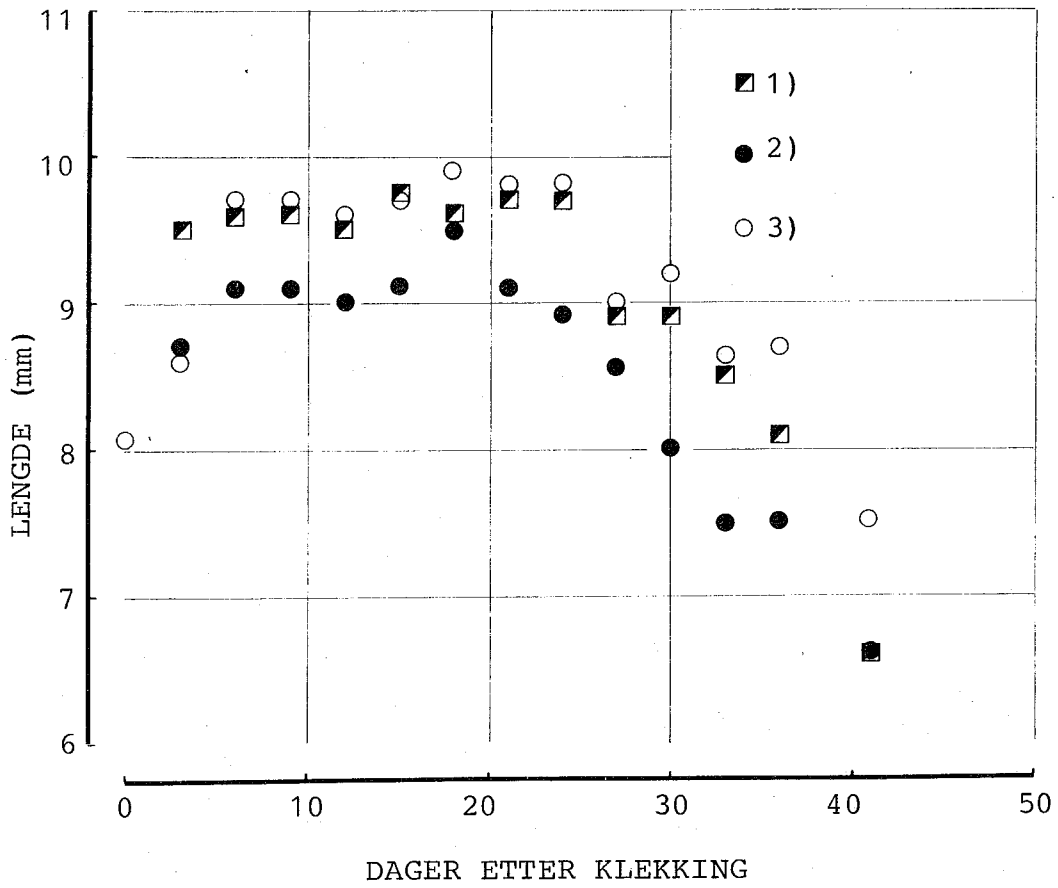
#### 4.6 PLOMMESEKKMORFOLOGI

##### 4.6.1 UTVIKLING I PLOMMESEKKENS LENGDE

I alle systemer økte plommesekk lengden i de første seks dagene etter klekking (figur 4.6.1). Økningen var sterkest i de vanlige klekkebakkene og i klekkekassene og larvene i begge disse systemene hadde signifikant høyere plommesekk lengde enn larvene i bakkene med astro-turf på dag 6 (tabell IV). I perioden fra dag 6 til dag 24 var plommesekk lengden relativt konstant i alle system og den før omtalte forskjellen ble opprettholdt. Siden minket lengden fram til det tidspunkt hvor disse målingene ble avsluttet (dag 41). På dette tidspunkt var nesten hele plommemassen hos larvene fra systemene med substrat innleiret i bukhulen (se figur 4.8.1) og en ytterligere minkning av plommesekk lengden var derfor ikke mulig.

Larvene i klekkekassene hadde vanligvis noe kortere plommesekk enn larvene i de vanlige klekkebakkene. Disse forskjellene ble imidlertid ikke signifikante før på dag 36 og da fordi plommesekk lengden sank raskere hos larvene fra klekkekassene enn hos larvene i de vanlige klekkebakkene.



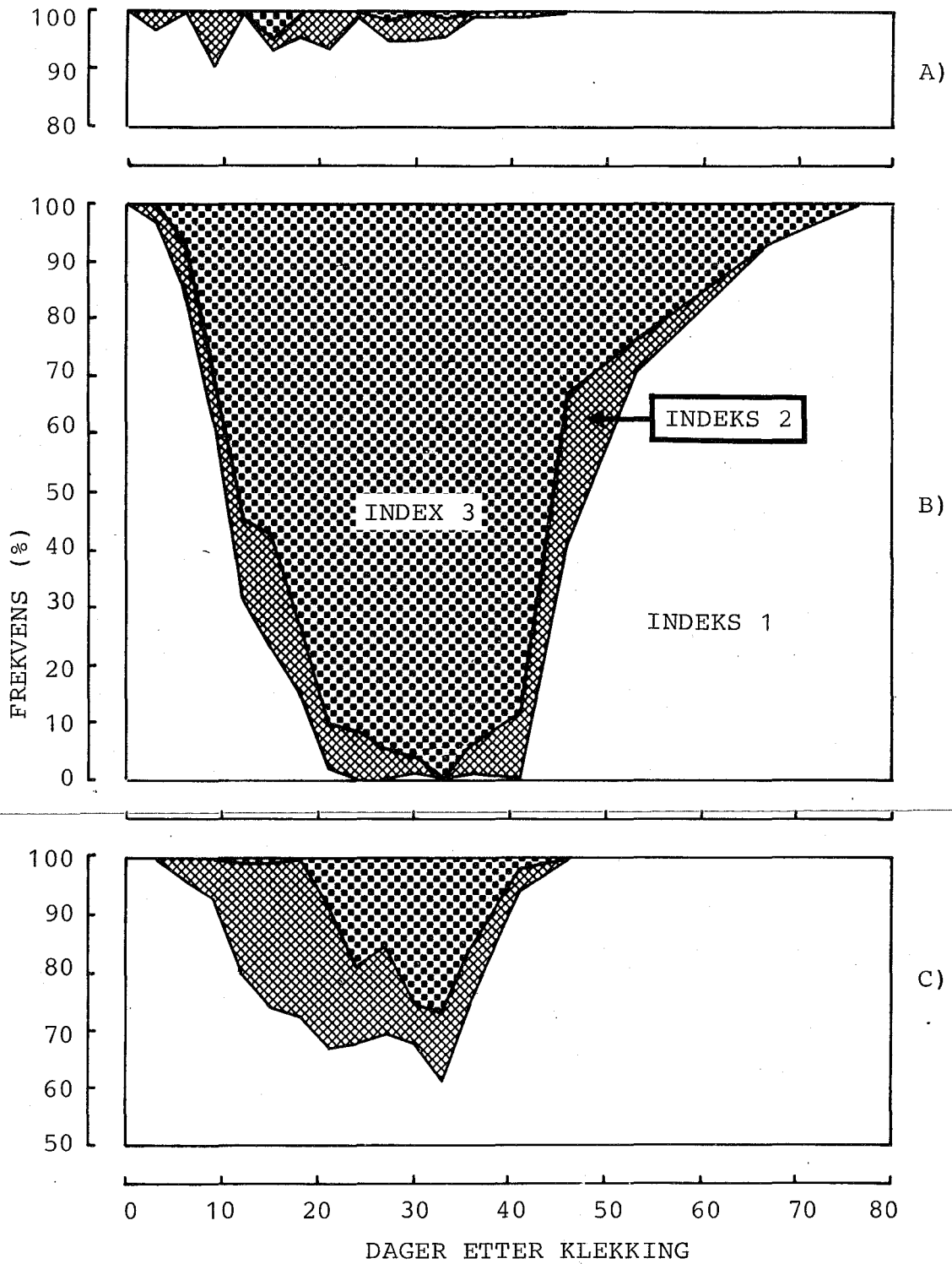


FIGUR 4.6.1: UTVIKLINGEN I PLOMMESEKKENS LENGDE

Symbolene er de samme som brukt i figur 4.2.1.

#### 4.6.2 UTVIKLING I PLOMMESEKKENS FORM

Utviklingen av plommesekkens form er vist figur 4.6.2.



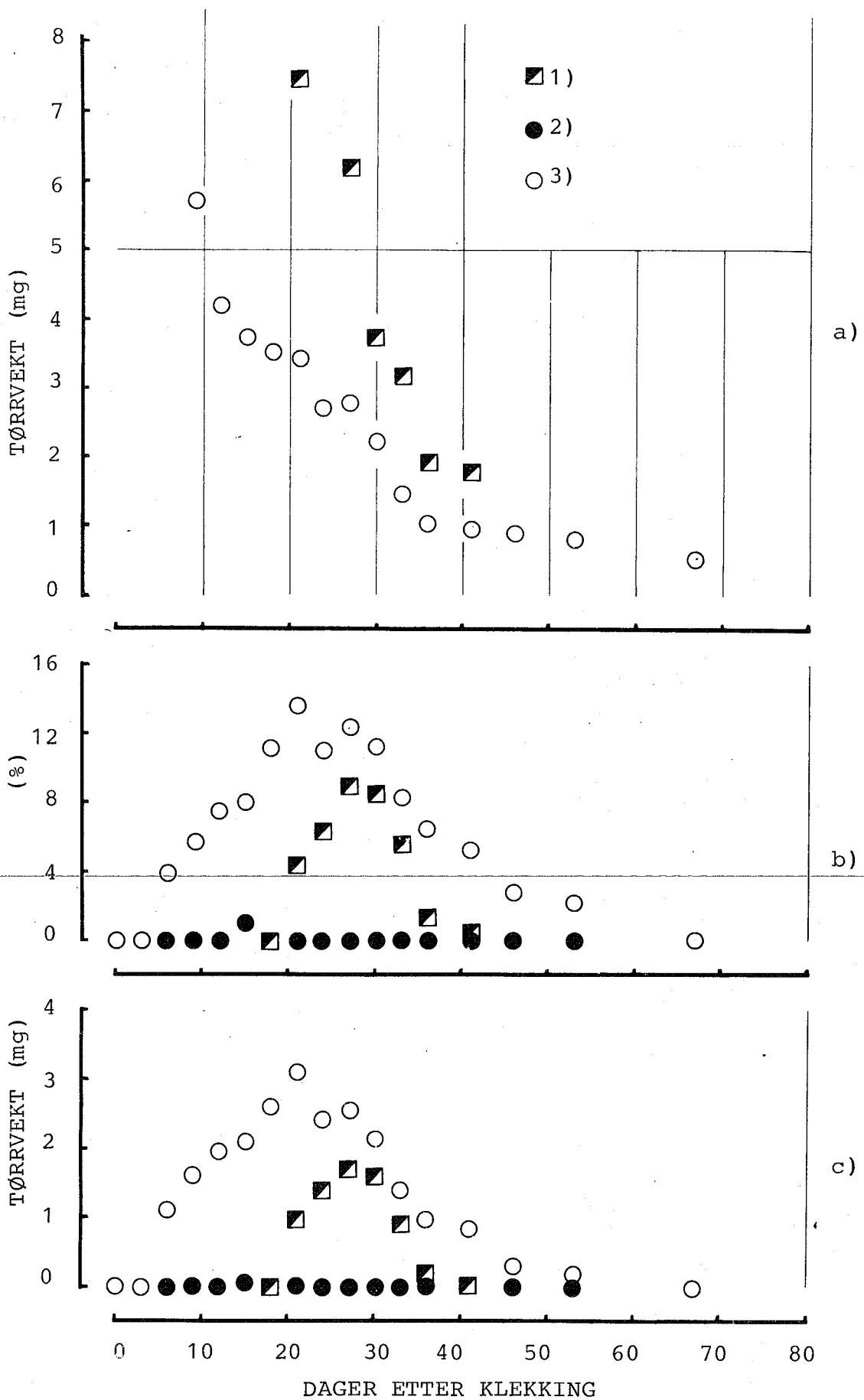
FIGUR 4.6.2: UTVIKLINGEN I PLOMMESEKKENS FORM

- A) Klekkebakker med astro-turf
- B) Vanlige bakker
- C) Klekkedasser

På dag 15 ble det funnet tre larver med begynnende innsnevring (indeks 3) i samplene fra bakkene med astro-turf. Totalt forøvrig ble det kun observert to larver med plommeseckinnsnevring i disse bakkene. I de tradisjonelle bakkene ble de første larvene med plommeseckinnsnevring funnet allerede på dag 6, og på dag 33 hadde samtlige larver i disse bakkene denne deformasjonen. Etter dag 33 avtok igjen frekvensen av innsnevring. I klekkekassene ble den første larven med innsnevring observert senere enn i de vanlige klekkebakkene (dag 12) og først på dag 21 ble larver med plommeseckinnsnevring observert i samplene fra alle tre enhetene av dette systemet. Den høyeste frekvensen av larver med innsnevret plommeseck ble imidlertid også i dette systemet observert på dag 33 og de utgjorde da 27% av totalen.

#### 4.6.3 UTVIKLING I MENGDEN AVSNØRT PLOMMEMASSE

Hverken i de vanlige klekkebakkene eller i klekkekassene var tidspunktet for høyeste frekvens av innsnevring sammenfallende med tidspunktet for største mengde innsnevret plommemasse pr larve (figur 4.6.3c). I de vanlige bakkene ble mengden av innsnevret plommemasse pr. yngel funnet å være høyest på dag 21 (3.1mg). Dette utgjorde på dette tidspunkt 13.6% av den totale plommemassen (figur 4.6.3b). I klekkekassene ble den høyeste verdien funnet på dag 30, 1.7mg eller 9.1% av plommemassen. Gjennom hele plommeseckperioden var imidlertid mengden innsnevret plommemasse pr larve lavere i klekkekassene enn i de vanlige klekkebakkene. Som ventet var vekten av den innsnevrete plommemassen størst tidlig i utviklingen (figur 4.6.3a).



FIGUR 4.6.3: UTVIKLING I MENGDEN INNSNEVRET PLOMMEMASSE  
a) vekt pr innsnevring  
b) % innsnevring av total plommemasse  
c) innsnevring pr larve  
Symbolene er de samme som brukt i figur 4.2.1.

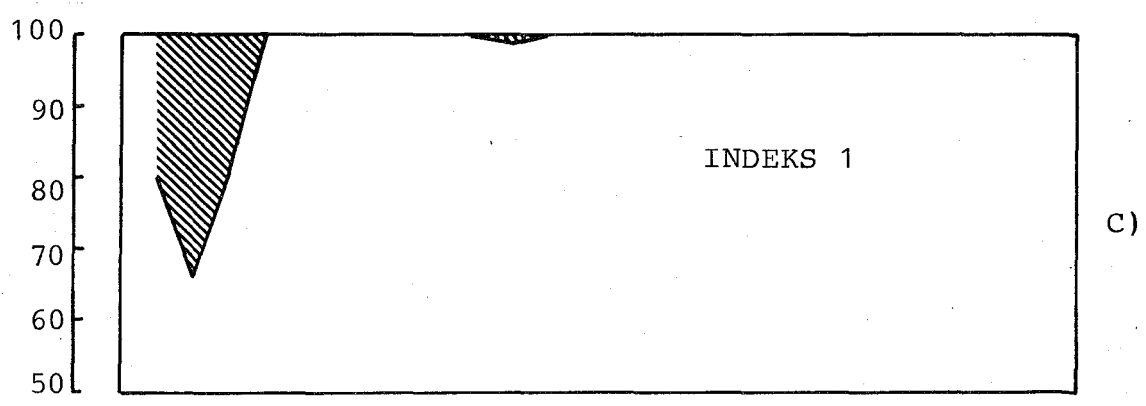
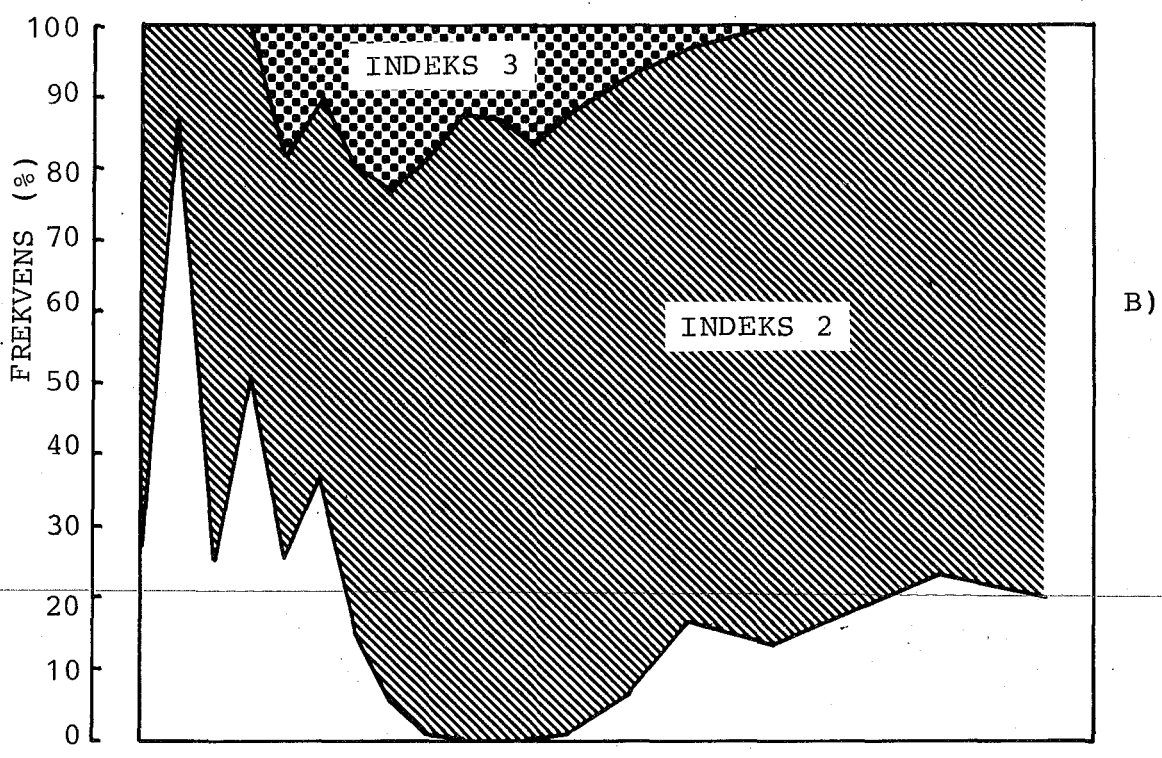
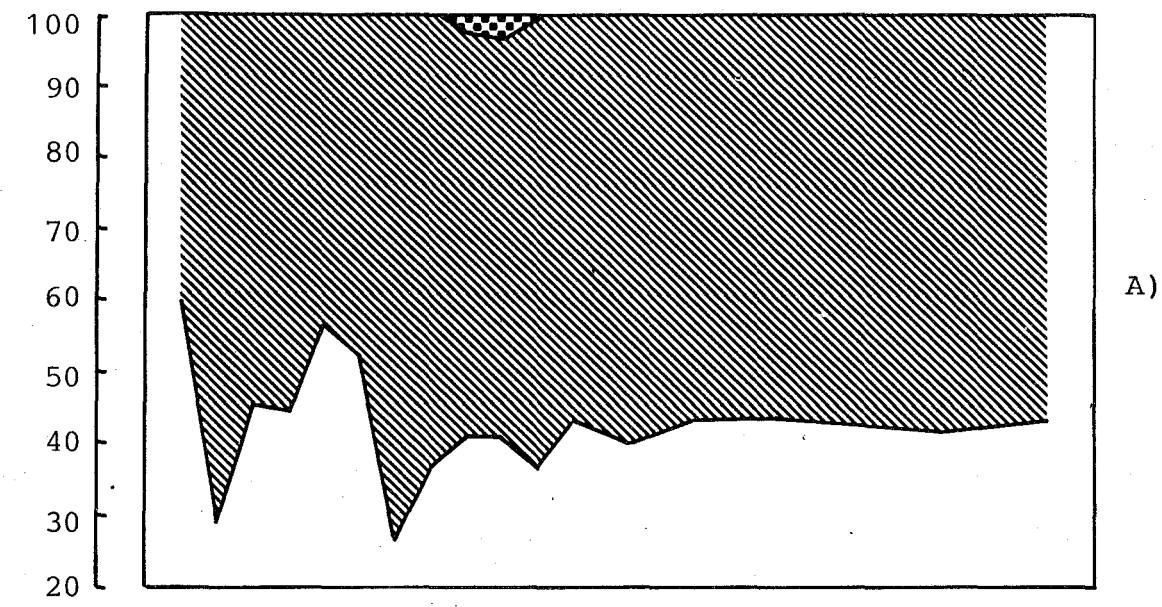
#### 4.6.4 FETTRÅPEPENS PLASSERING

Det ble også funnet store forskjeller i fettdråpeplassering mellom systemene (figur 4.6.4). I klekkekassene varierte frekvensen av larver med fettdråpeplassering 2 mellom 20 og 34% i de 9 første dagene etter klekking. Bortsett fra to larver med fettdråpeplassering 2 på dag 33 ble det siden observert kun larver med fettdråpeplassering 1 i dette systemet. I de vanlige klekkebakkene fluktuerte frekvensen av larver med fettdråpeplassering 1 sterkt fram til dag 15 hvor disse utgjorde 36%. Fra dag 15 til dag 27 fallt så frekvensen helt til null. Fra dag 36 steg frekvensen igjen og stabiliserte seg mellom 10 og 20% på slutten av plomme sekkstadiet. I dette systemet ble også larver med hoveddelen av fettdråpen innleiret i en plommesekkinnsving (fettdråpeplassering 3) observert. De første larvene med denne fettdråpeplasseringen ble observert på dag 12 og fra denne dagen og frem til dag 33 varierte frekvensen mellom 12 og 23%. Fra dag 33 sank så frekvensen og var null på dag 53. Også i dette systemet var imidlertid fettdråpeplassering 2 mest vanlig. Etter en viss variasjon fram til dag 18 stabiliserte denne seg mellom 70 og 80%. I bakkene med astro-turf fluktuerte frekvensen av larver med fettdråpeplassering 1 sterkt fram til dag 24. Fra denne dag var frekvensen stabil rundt 40%. Bortsett fra noen få observerte larver med fettdråpeplassering 3 på dag 27 og 30 hadde den resterende del av larvene fettdråpeplassering 2.

#### 4.7 UTVIKLING I KJEMISK SAMMENSETNING

##### 4.7.1 PROTEIN

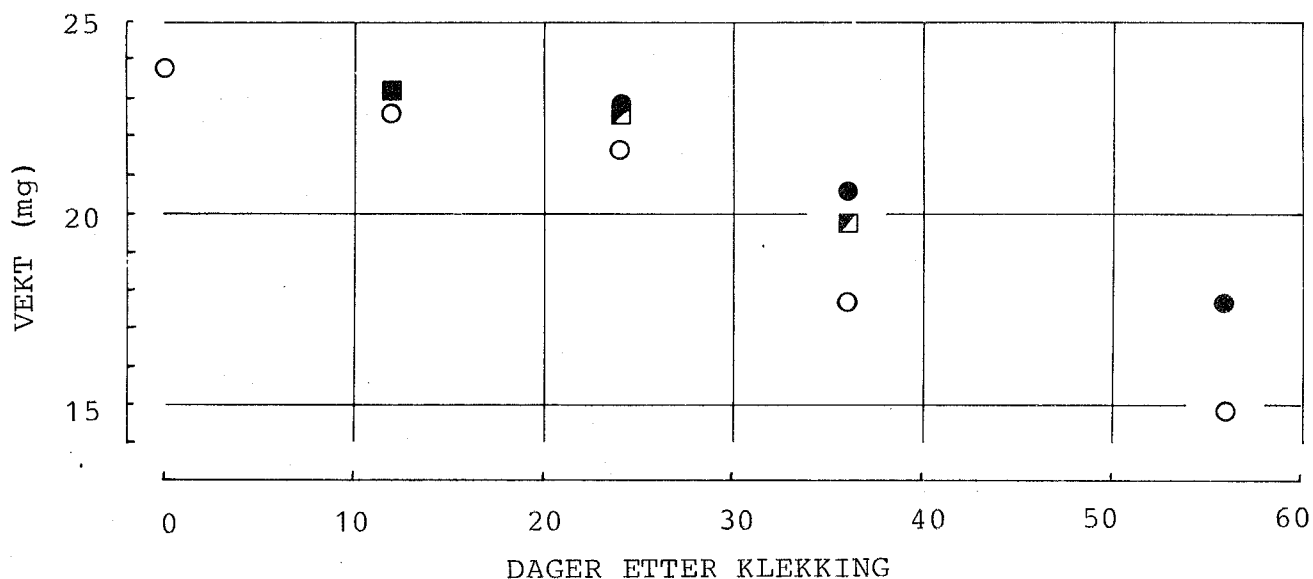
Utviklingen i proteinvekt pr. larve (figur 4.7.1) fulgte i grove trekk utviklingen i tørrvekt og larvenes proteinvekt fallt raskere i de vanlige klekkebakkene enn i de to andre systemene. Den statistiske testingen (tabell V) viste ikke på noe tidspunkt signifikante forskjeller i mengden protein pr. larve mellom larver fra bakkene med astro-turf og klekkekassene. Larvene i de vanlige klekkebakkene hadde imidlertid lavere proteinvekt enn larvene i de to andre systemene både på dagene 36 og 56.



DAGER ETTER KLEKKING

FIGUR 4.6.4: UTVIKLINGEN I FETTRÅPENS PLASSERING

- A) Klekkebakker med astro-turf
- B) Vanlige bakker
- C) Klekkedasser



Figur 4.7.1: UTVIKLINGEN I PROTEINVEKT PR. LARVE.

Symbolene er de samme som brukt i figur 4.2.1.

I tabell 4.7.1 er vist utviklingen i den prosentvise kjemiske sammensetning. Heller ikke når proteinmengden ble regnet i prosent av tørrstoffet kunne det påvises signifikante forskjeller mellom bakkene med astro-turf og klekkekassene. Også her var imidlertid forskjellene mellom de vanlige bakkene og de to andre systemene signifikante på dagene 36 og 56.

Tabell 4.7.1: DEN PROSENTVISE KJEMISKE SAMMENSETNING AV HELE LARVER PÅ DE FORSKJELLIGE PRØVETAKINGSTIDSPUNKT.

Tallene i parantés er 95% konfidensintervall (+/-).

| PARAMETER | SYSTEM       | DAG 0        | DAG 12     | DAG 24     | DAG 36     | DAG 56     |            |
|-----------|--------------|--------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| PROTEIN   | VANLIG BAKKE | 67.4 (1.3)   | 67.3 (1.8) | 68.2 (1.4) | 72.9 (1.9) | 66.4 (2.1) |            |
|           | ASTRO TURF   |              | 66.2 (0.8) | 66.6 (4.6) | 67.5 (2.0) | 71.1 (1.3) |            |
|           | KASSE        |              | 67.4 (1.2) | 67.9 (1.6) | 67.5 (3.3) |            |            |
|           | -----        |              |            |            |            |            |            |
|           | FETT         | VANLIG BAKKE | 13.0 (0.6) | 14.0 (0.8) | 14.7 (1.1) | 17.0 (0.7) | 17.5 (0.8) |
|           |              | ASTRO TURF   |            | 12.9 (0.7) | 13.1 (0.7) | 15.1 (0.8) | 13.0 (0.9) |
| KASSE     |              |              | 12.8 (0.9) | 12.6 (0.9) | 15.1 (0.8) |            |            |
| -----     |              |              |            |            |            |            |            |
| ASKE      |              | VANLIG BAKKE | 2.0 (0.2)  | 2.1 (0.2)  | 2.6 (0.3)  | 2.6 (0.3)  | 3.4 (0.2)  |
|           |              | ASTRO TURF   |            | 2.2 (0.3)  | 2.0 (0.2)  | 2.2 (0.3)  | 3.0 (0.4)  |
|           | KASSE        |              | 2.0 (0.3)  | 2.2 (0.2)  | 2.7 (0.3)  |            |            |



#### 4.7.2 FETT

Utviklingen i fettvekt pr. larve er vist i tabell 4.7.2.

Tabell 4.7.2 UTVIKLINGEN I FETTVEKT PR. LARVE.

Tallene i parentes er 95% konfidensintervall

| DAG NR. | VANLIG BAKKE | ASTRO TURF | KASSE     |
|---------|--------------|------------|-----------|
| 0       | 4.6 (0.2)    |            |           |
| 12      | 4.7 (0.3)    | 4.5 (0.2)  | 4.4 (0.3) |
| 24      | 4.7 (0.3)    | 4.5 (0.3)  | 4.5 (0.3) |
| 36      | 4.6 (0.2)    | 4.6 (0.3)  | 4.4 (0.2) |
| 56      | 3.9 (0.2)    | 3.2 (0.2)  |           |

Det ble ikke registrert vesentlige endringer i fettinnholdet i larvene før i perioden mellom dag 36 og dag 56 hvor fettinnholdet sank. Det ble da heller ikke registrert signifikante forskjeller i fettvekt mellom noen av systemene før på dag 56, men på denne dagen hadde larvene i bakkene med astro-turf signifikant lavere fettvekt enn larvene i de vanlige klekkebakkene.

Fettprosenten i tørrstoffet økte fra klekking til dag 36 i alle system og også til dag 56 i de vanlige klekkebakkene (tabell 4.7.1). I denne siste perioden sank fettprosenten hos larvene i bakkene med astro-turf. Heller ikke i fettprosenten kunne det påvises signifikante forskjeller mellom bakkene med astro-turf og klekkekassene. Mellom disse to systemene og de vanlige klekkebakkene var fettprosenten i tørrstoffet imidlertid signifikant forskjellig allerede på dag 36. Forskjellene kunne altså registreres tidligere i fettprosenten enn i fettvekten.

### 4.7.3 ASKE

Utviklingen i askevekt pr. larve er vist i tabell 4.7.3.

Tabell 4.7.3: UTVIKLINGEN I ASKEVEKT PR. LARVE.

Tallene i parentes er 95% konfidensintervall

| DAG<br>NR. | VANLIG<br>BAKKE | ASTRO<br>TURF | KASSE       |
|------------|-----------------|---------------|-------------|
| 0          | 0.69 (0.08)     |               |             |
| 12         | 0.71 (0.08)     | 0.78 (0.09)   | 0.68 (0.09) |
| 24         | 0.81 (0.10)     | 0.68 (0.07)   | 0.72 (0.08) |
| 36         | 0.71 (0.08)     | 0.67 (0.08)   | 0.78 (0.08) |
| 56         | 0.75 (0.07)     | 0.74 (0.09)   |             |

Askevekten var tilnærmet konstant over hele det undersøkte tidsrommet, mens askeprosenten i tørrstoffet steg med larvenes alder i alle systemene (tabell 4.7.1). Det kunne ikke på noe tidspunkt registreres signifikante forskjeller hverken i askevekt eller i akseprosent i tørrstoffet mellom systemene.

#### 4.8 MORFOLOGISK UTVIKLING

##### 4.8.1 FETTFINNENS DIFFERENSIERING

I tabell 4.8.1 er gitt en oversikt over differensieringen av fettfinnen i de forskjellige systemene.

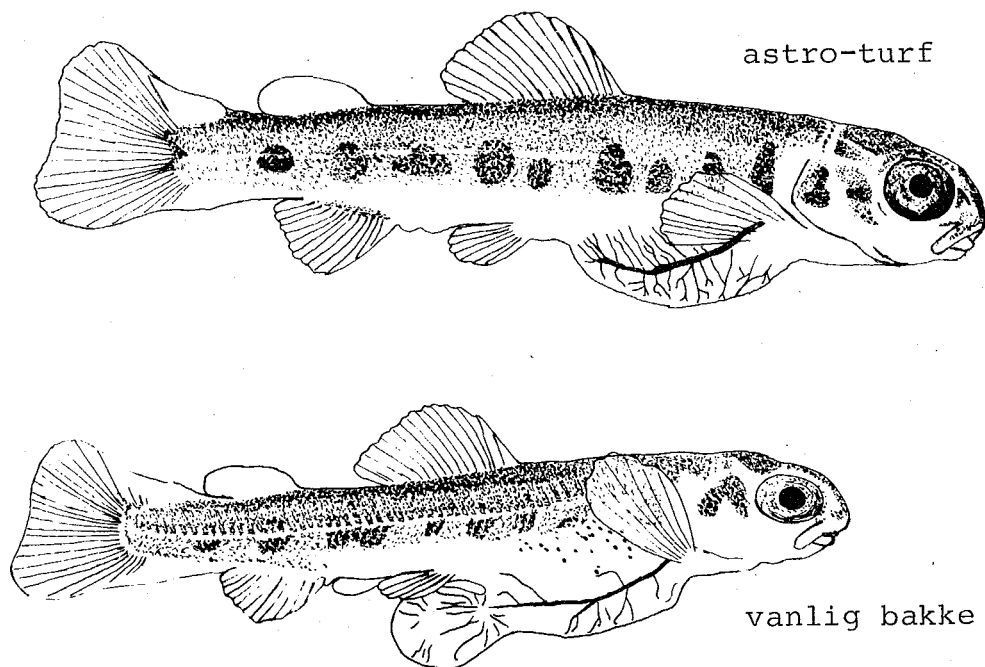
Tabell 4.8.1: PROSENT LARVER MED DIFFERENSIERT FETTFINNE

| DAG NR. | VANLIG BAKKE | BAKKE MED ASTRO-TURF | KASSE |
|---------|--------------|----------------------|-------|
| 18      | 0            | 0                    | 0     |
| 21      | 20.0         | 80.0                 | 71.0  |
| 24      | 33.3         | 93.3                 | 73.3  |
| 27      | 66.7         | 100                  | 100   |
| 30      | 93.3         | 100                  | 100   |
| 33      | 100          | 100                  | 100   |

I samtlige klekkesystemer ble de første larvene med differensiert fettfinne observert på dag 21. I bakkene med astro-turf og i klemmekassene tok det meget kort tid fra de første larvene med differensiert fettfinne var observert og til samtlige larver i systemet hadde nådd dette morfologiske stadiet (dag 27). I de vanlige klemkebakkene tok denne utviklingen imidlertid mye lengre tid og først på dag 33 hadde samtlige larver i dette systemet fått differensiert fettfinnen fra primordialmembranen.

#### 4.8.2 MORFOLOGI VED OVERFØRING TIL STARTFORING

I figur 4.8.1 er vist en larve fra de vanlige klekkebakkene og en larve fra bakkene med astro-turf ved overføring til startforing. Larvene fra klekkekassene kunne på dette tidspunkt ikke skilles morfologisk fra larvene fra bakkene med astro-turf.



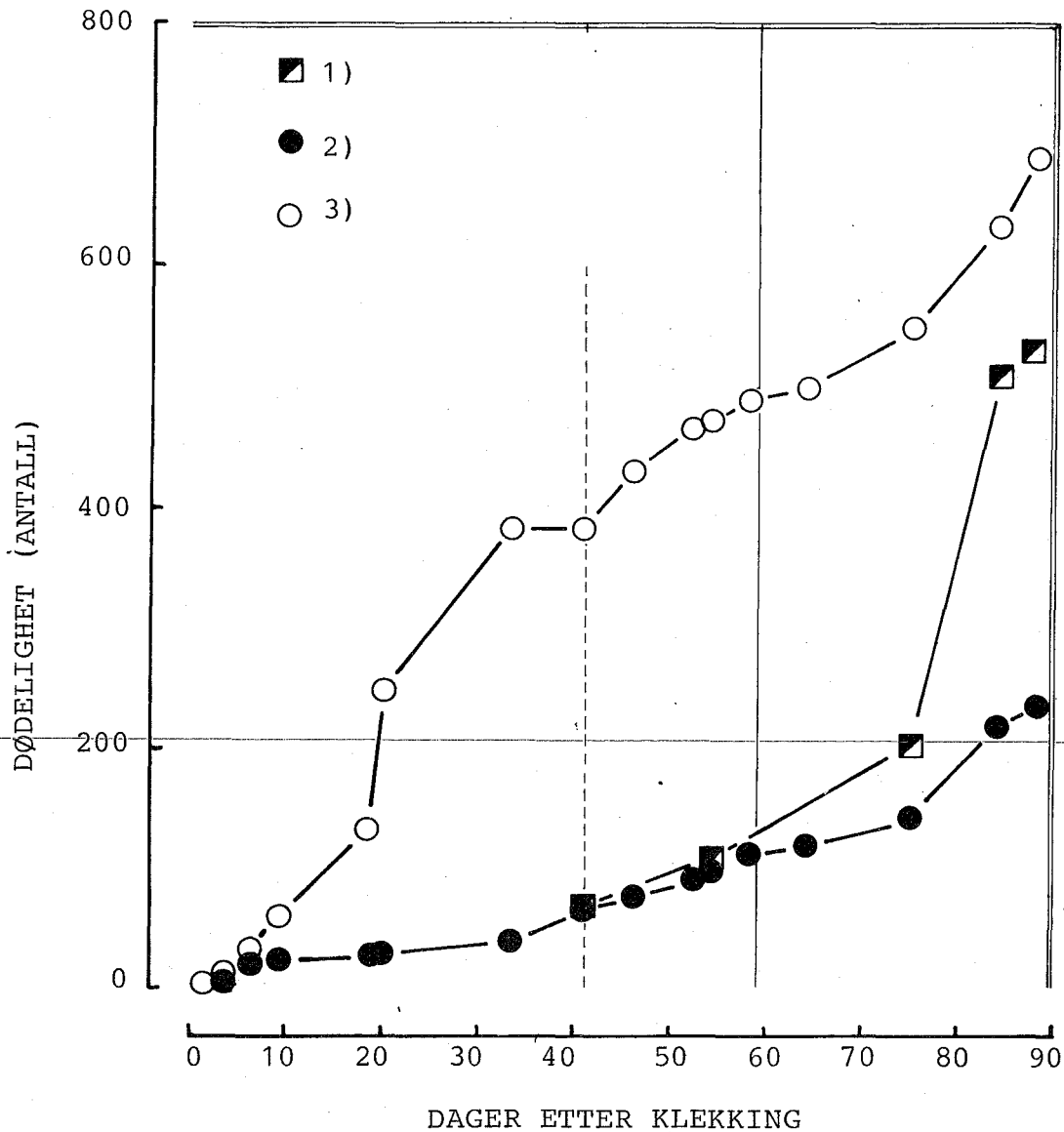
Figur 4.8.1: LARVENES YTRE MORFOLOGI VED OVERFØRING TIL STARTFORING.

Foruten forskjellen i plommesekkmorfologi (nærmere beskrevet i kapittel 4.6) var det to klare forskjeller i ytre morfologi ved overføring til startforing. Mest åpenbar var forskjellen i larvenes parrmerker. Hos larvene fra de vanlige bakkene var disse på dette tidspunkt til dels dårlig utviklet mens larvene i de to andre systemene hadde meget godt utviklete parrmerker.

En annen, men kanskje ikke like åpenbar forskjell var larvenes reduksjon av primordialmembranen. Hos larvene i bakken med astro-turf og i klekkekassene var primordialmembranen mellom bukfinnene og gattet på det nærmeste fullstendig redusert. Hos larvene fra de vanlige klekkebakkene var denne delen av primordialmembranen ennå tydelig.

#### 4.9 DØDELIGHET

I figur 4.9.1 er vist den kummulative dødelighet i antall fra klekking og til og med forsøket avslutning. I tillegg er den prosentvise dødelighet innenfor forskjellige perioder i løpet av forsøket gitt i tabell 4.9.1. I denne tabellen er også resultatene fra t-test på dødelighetsdataene gitt.



Figur 4.9.1: DEN KUMMULATIVE DØDELIGHET I ANTALL FRA KLEKKING OG UT STARTFORINGEN.

- 1) Klekkekasser
- 2) Bakker med astro-turf
- 3) Vanlige klekkebakker

Den vertikale stiplede linjen indikerer overføring til startforing.

Den heltrukne vertikale linjen indikerer reduksjonen av yngelantallet til 3200 (se kapittel 3.2.4).

Tabell 4.9.1: DEN PROSENTVISE DØDELIGHET INNENFOR FORSKJELLIGE PERIODER I LØPET AV FORSØKET.

| PERIODE            | ASTRO-<br>TURF | VANLIG<br>BAKKE | p VERDI<br>FRA t-TEST |
|--------------------|----------------|-----------------|-----------------------|
| <b>KLEKKERI</b>    |                |                 |                       |
| 0 - 9              | 0.26           | 0.69            | tp= 0.006 (+)         |
| 9 - 18             | 0.03           | 0.79            | ts= 0.014 (+)         |
| 18 - 41            | 0.44           | 2.86            | tp= 0.032 (+)         |
| 0 - 41             | 0.73           | 4.34            | tp= 0.005 (+)         |
| <b>STARTFORING</b> |                |                 |                       |
| 0 - 18             | 0.70           | 1.57            | tp= 0.014 (+)         |
| 18 - 33            | 1.00           | 1.43            | tp= 0.187             |
| 33 - 45            | 1.92           | 3.33            | tp= 0.131             |
| 0 - 45             | 3.62           | 6.33            | tp= 0.082             |
| <b>TOTALT</b>      | <b>4.35</b>    | <b>10.67</b>    | <b>tp= 0.022 (+)</b>  |

Dødeligheten var signifikant større i de vanlige klekkebakkene enn i bakkene med astro-turf i alle periodene fra klekking og til gruppene ble redusert 18 dager etter overføringen til startforing. Dødeligheten var spesielt høy fra dag 18 til 41 i klekkeriet og i de siste tolv dagene av startforingen.

Det var som oftest meget vanskelig å fastsette noen dødsårsak. Plommesekkvatersott, mekanisk skade på plommesekken og deformerte larver (krøplinger) er imidlertid typiske og ble derfor registrert. I tabell 4.9.2 er gitt en oversikt over fordelingen av de nevnte dødsårsakene på de to typene klekkebakker.

Tabell 4.9.2 EN OVERSIKT OVER FORDELINGEN AV FORSKJELLIGE DØDSÅRSAKER I FORSKJELLIGE PERIODER I KLEKKERIET OG UNDER STARTFORING.

All dødelighet er gitt i antall.

| DØDS-<br>ÅRSAK | KLEKKE-<br>SYSTEM | KLEKKERI |      |       | STARTFORING |       |       |
|----------------|-------------------|----------|------|-------|-------------|-------|-------|
|                |                   | 0-9      | 9-18 | 18-41 | 0-18        | 18-33 | 33-45 |
| DEFORM         | ASTRO             | 8        | 0    | 2     | 10          | 11    | 0     |
|                | VANLIG            | 12       | 14   | 7     | 0           | 0     | 0     |
| VATER-<br>SOTT | ASTRO             | 2        | 2    | 4     | 0           | 0     | 0     |
|                | VANLIG            | 3        | 1    | 3     | 0           | 0     | 0     |
| SKADET         | ASTRO             | 0        | 0    | 0     | 0           | 0     | 0     |
|                | VANLIG            | 62       | 0    | 0     | 0           | 0     | 0     |
| ANDRE          | ASTRO             | 42       | 5    | 82    | 95          | 85    | 182   |
|                | VANLIG            | 62       | 142  | 557   | 235         | 136   | 315   |

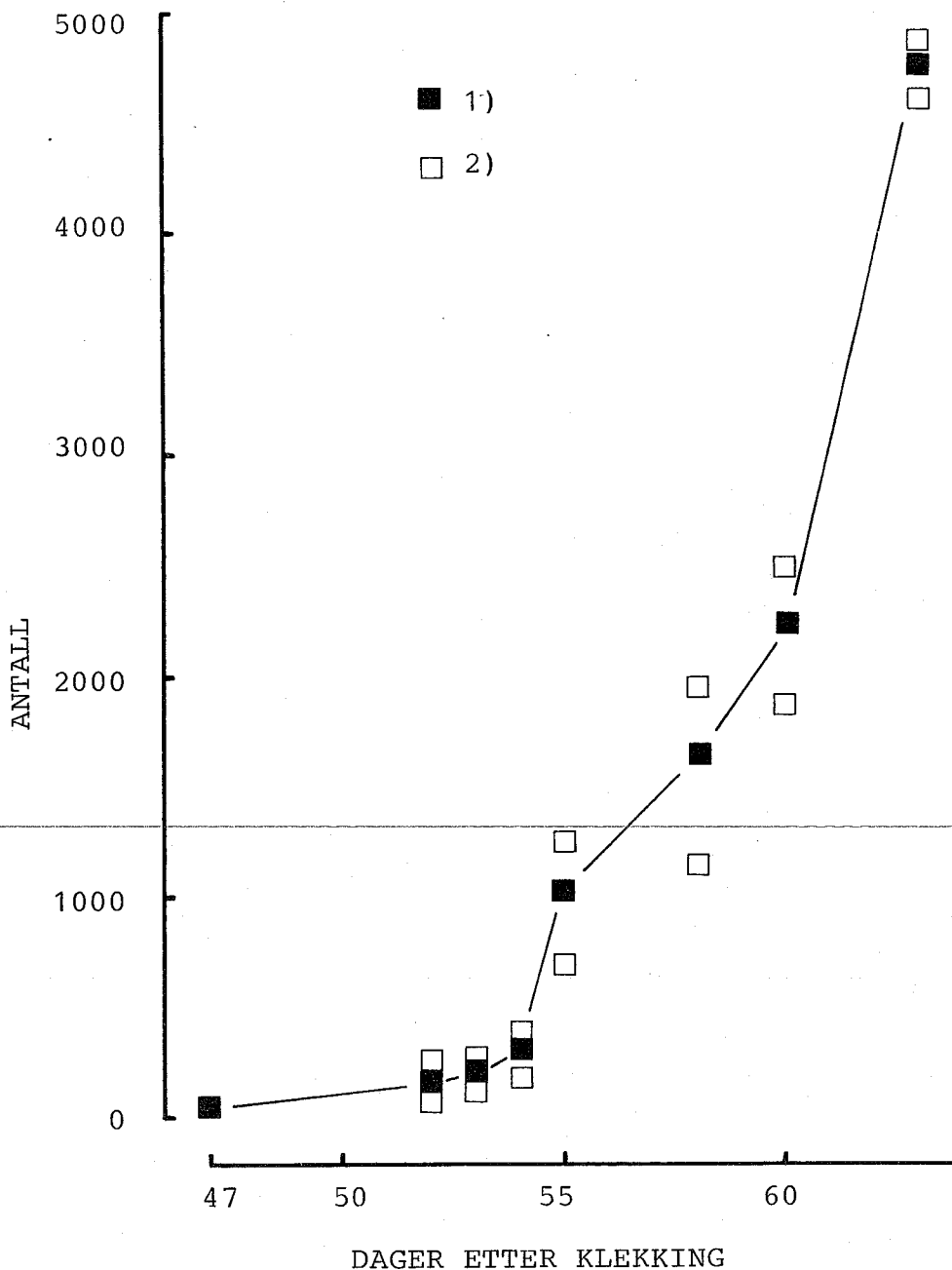
Som en ser av tabellen var nesten all dødelighet forårsaket av såkalte "andre" årsaker. Disse "andre" årsaker er diskutert i 5.2.7.1. Av de definerte årsakene var det plommesekkskadene som forårsaket den høyeste dødeligheten. Slike skader fremkommer ved at larvene suges mot bakkens utstrømsrist. Disse skadene ble imidlertid kun registrert i de vanlige klekkebakkene og da i den første perioden etter klekking.

Noe dødelighet skyldes også plommesekkvatersott. Larver med plommesekkvatersott ble imidlertid funnet i begge typer bakker og i meget lite antall.

Det registrerte antall deformerte larver var omtrent det samme i de to systemene, men i bakkene med astro-turf lå disse imidlertid skjult i substratet og ble derfor ikke registrert før etter overføringen til startforing.

#### 4.10 UTVANDRINGEN FRA KASSENE

Utvandringen fra kassene startet 47 dager etter klekking (figur 4.10.1), men fram til dag 54 var den daglige utvandringen lav. Fra dag 54 økte så utvandringen og holdt seg høy fram til kassene ble tømt på dag 63.



FIGUR 4.10.1: UTVANDRINGEN FRA KASSENE

- 1) Gjennomsnittsverdi
- 2) Øvre/nedre verdi



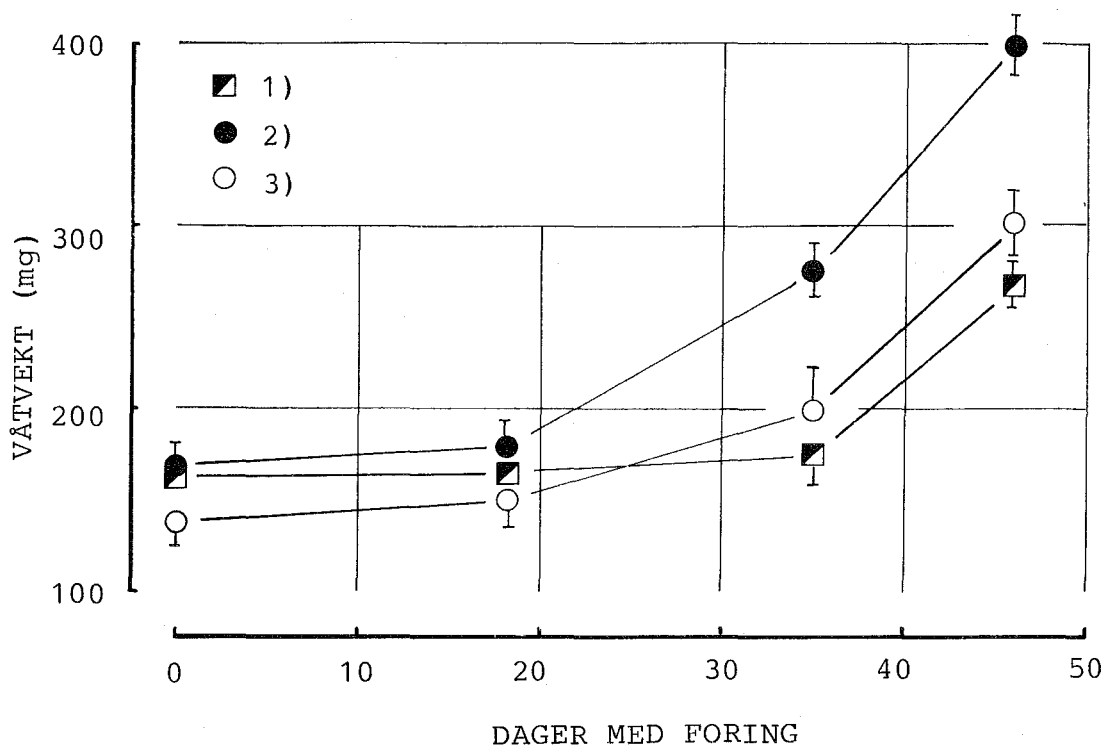
Sammenligningen mellom larvene i kassen og larvene som vandret ut av kassen (tabell 4.10.1) viste ikke på noe tidspunkt forskjeller hverken i totalvekt, plommemassevekt eller kropp-svekt.

TABELL 4.10.1: TØRRVEKTEN HOS LARVENE I KASSENE SAMMENLIGNET MED LARVER SOM VANDRET UT AV KASSENE

| DAG NR. | PARA-METER  | LARVER I KASSEN | UTVANDRETE LARVER | TEST p-VERDI |
|---------|-------------|-----------------|-------------------|--------------|
| 47      | KROPP       | 19.7            | 18.7              | 0.593        |
|         | PLOMMEMASSE | 9.1             | 8.8               | 0.988        |
|         | TOTALVEKT   | 28.8            | 27.5              | 0.232        |
| -----   |             |                 |                   |              |
| 55      | KROPP       | 19.8            | 19.6              | 0.922        |
|         | PLOMMEMASSE | 6.0             | 6.8               | 0.333        |
|         | TOTALVEKT   | 25.8            | 26.4              | 0.747        |
| -----   |             |                 |                   |              |
| 63      | KROPP       | 18.8            | 19.8              | 0.574        |
|         | PLOMMEMASSE | 4.5             | 3.8               | 0.844        |
|         | TOTALVEKT   | 23.3            | 23.6              | 0.683        |

#### 4.11 STARTFORINGEN

Vektutviklingen i løpet av startforingen er vist i figur 4.11.1.



Figur 4.11.1: YNGELENS VÅTVEKTSUTVIKLING I STARTFORINGSPERIODEN.

1) Yngel fra klekkekassene

2) Yngel fra bakkene med astro-turf

3) Yngel fra de vanlige klekkebakkene

De vertikale linjene viser 95% konfidensintervall.

I den første perioden etter overføring til startforing var vektøkningen meget lav hos yngelen fra alle de tre systemene. Økningen var imidlertid høyest for yngelen fra de vanlige klekkebakkene. I fra dag 18 til dag 33 var veksten best hos yngelen fra bakkene med astro-turf. Yngelen fra klekkekassene hadde heller ikke i denne perioden nevneverdig tilvekst og på dag 33 hadde yngelen fra både astro-turf og de vanlige klekkebakkene høyere gjennomsnittsvekt enn yngelen fra klekkekassene. I fra dag 33 og til forsøket ble avsluttet (dag 46) kunne det imidlertid ikke registreres forskjeller i tilvekst mellom yngelen fra de vanlige klekkebakkene og klekkekassene. Også i denne siste perioden var tilveksten best hos yngelen fra klekkebakkene med astro-turf.

Testingen av dataene viste at yngelen fra bakkene med astro-turf var signifikant tyngre enn yngelen fra de vanlige klekkebakkene gjennom hele startforingen (tabell VI). Yngelen fra klekkedassene var også signifikant tyngre enn yngelen fra de vanlige klekkebakkene ved overføringen til startforing. I løpet av startforingen skiftet dette og forskjellen var signifikant i favør av yngelen fra de vanlige klekkebakkene ved forsøkets avslutning. Forskjellene mellom yngelen fra bakkene med astro-turf og klekkedassene var signifikant på dagene 33 og 46.

Ved forsøkets avslutning hadde yngelen fra bakkene med astro-turf høyest og yngelen fra klekkedassene lavest midlere tørrvekt (tabell 4.11.1). Som tilfellet var med våtvekten (se over) var alle forskjeller på dette tidspunktet signifikante.

Den gjennomsnittlige økning i kroppsvekt i løpet av startforingen var også høyest for yngel fra bakkene med astro-turf, men også yngelen fra de vanlige klekkebakkene økte kroppsvekten betydelig. Regnet i prosent av kroppsvekten ved overføring til startforing var da økningen størst for yngelen fra de vanlige klekkebakkene. Innenfor både de vanlige bakkene og bakkene med astro-turf var imidlertid startforingssuksessen nokså variabel idet begge systemene hadde en startforingsenhet som skilte seg ut med en betydelig lavere vektøkning enn gjennomsnittet.

#### 4.12 ATFERD

##### 4.12.1 OBSERVASJONER GJORT UMIDDELBART ETTER KLEKKING

Så snart de hadde fridd seg fra eggeskallet stilte larvene i de ombygde klekkebakkene seg med hodet ned i en av spaltene i sorteringsristen. Ved hjelp av kraftig svømmeaktivitet presset den seg så gjennom spalten og ned i rommet under. Plommesekken er meget bredere enn spalten, men den er også meget fleksibel og det så ikke ut til å by på særlige problemer for larvene å komme seg igjennom spaltene. Larvene svømte igjennom spaltene både i lys og mørke.

Tabell 4.11.1: YNGELENS TØRRVEKT VED FORSØKETS AVSLUTNING OG BEREGNEDE VERDIER FOR VEKTØKNINGEN I LØPET AV STARTFORINGEN

| ENHET  | TØRRVEKT (mg) |      | ØKNING I<br>STARTFORINGEN<br>(mg) | ØKNING I % AV<br>KROPPSVEKT VED<br>OVERFØRING |     |
|--------|---------------|------|-----------------------------------|---|-----|
|        | X             | sd   |                                   |   |     |
| ASTRO  | 1             | 74.1 | 17.2                              | 56.1  | 312 |
|        | 2             | 66.0 | 18.8                              | 47.4  | 255 |
| TURF   | 3             | 47.5 | 16.3                              | 29.6  | 165 |
| MIDDEL |               | 62.4 |                                   | 44.3  | 244 |
| -----  |               |      |                                   |   |     |
| VANLIG | 1             | 37.0 | 14.8                              | 25.4  | 220 |
|        | 2             | 50.3 | 15.4                              | 39.0  | 344 |
| BAKKE  | 3             | 45.6 | 15.3                              | 34.7  | 319 |
| MIDDEL |               | 44.3 |                                   | 33.1  | 294 |
| -----  |               |      |                                   |   |     |
|        | 1             | 37.1 | 13.9                              | 20.1  | 119 |
| KASSE  | 2             | 33.9 | 13.1                              | 17.5  | 106 |
|        | 3             | 38.2 | 13.7                              | 21.6  | 130 |
| MIDDEL |               | 36.0 |                                   | 19.4  | 117 |

Da de første samplene skulle taes i klekkedassene viste det seg at larvene også her hadde vist den samme responsen. Hullene i astro-turfen er betraktelig større enn spaltene i sorteringsristen og nesten alle larvene hadde svømt igjennom samtlige lag med astro-turf og ned i grusen på bunnen.

#### 4.12.2 SENERE OBSERVASJONER I KLEKKERIET

Når lokket ble tatt av de vanlige klekkebakkene lå alltid larvene konsentrert ut mot bakkens fire hjørner. Innenfor disse ansamlingene lå larvene alltid med hodene rettet mot hjørnene. Tettheten var høyest helt innerst i hjørnene hvor larvene alltid lå i mange lag. Lenger ut imot midten av bakken ble tettheten så suksesevt mindre. Larvene lå vanligvis med ryggen opp mens de beveget halepartiet hurtig. Larven lå da enten direkte på bunnristen eller oppå andre larver. Halebevegelsen var vanligvis ikke kraftig nok til at larven forflyttet seg. Med jamne mellomrom stanset imidlertid halebevegelsen. Vanligvis startet den igjen etter en kort pause, mens andre ganger rullet larven sakte over på siden og reagerte øyeblikkelig med svømmeaktivitet. Siderullingene og dermed også svømmeaktiviteten så ut til å bli utløst hyppigst i områder med lave larvekonsentrasjoner. Svømmeaktiviteten kunne arte seg forskjellig og ha forskjellig varighet. Ofte svømte larven bare et par centimeter fram og boret seg inn mellom de andre larvene. Andre ganger lettet den seg fra bunnristen og svømte hurtig rundt i bakken. Etter kort tid sluttet imidlertid larven brått å svømme og sank til bunnen igjen. Dette så ut til å bli gjentatt til larven igjen traff på en av larveansamlingene hvor den så boret seg inn mellom de andre larvene.

Lyset som fallt ned i klekkebakken når lokket ble tatt av økte imidlertid aktiviteten voldsomt, og kort tid etter at lokket var tatt av bakken svømte nesten hele larvemassen rundt i klekkebakken. Etter denne første reaksjonen sluttet så larvene en etter en å svømme og sank til bunnen av klekkebakken. Noen minutter etter at lokket var tatt av bakken var derfor hele bunnen dekket av et jamnt lag larver og det ble kun observert spredt svømmeaktivitet. Litt etter litt samlet imidlertid larvene seg igjen i områdene rundt hjørnene.

I bakkene med astro-turf lå larvene alltid spredt jamnt utover hele bunnen. Larvene reagerte svært lite når lokket ble tatt av bakken. Noen få larver beveget seg over substratoverflaten,

men som oftest ble de liggende helt i ro eller gjorde noen slag med halen uten å forflytte seg. Ingen av de bevegelsene som var så typiske for larvene i de vanlige klekkebakkene ble altså observert. Dette gjaldt både den hurtige halebevegelsen, siderullingene og den etterfølgende svømmeaktiviteten. I astro-turf lå larven nesten alltid helt i ro. Den hadde ryggen opp, men vinkelen mellom larvens lengdeakse og bakkens bunn varierte fra en helt horisontal kroppsstilling til en kroppsstilling hvor lengdeaksen sto i nesten 90 graders vinkel på bunnristen.

#### 4.12.3 OBSERVASJONER UNDER STARTFORING

I de to første dagene etter overføringen til startforing trengte yngelen fra begge systemer seg sammen i hjørnene og rundt utstrømsristen i karene. Den tredje dagen begynte larvene som hadde vært inkubert i astro-turf å spre seg på bunnen. Denne spredningen begynte senere for yngel fra de vanlige klekkebakkene (omkring dag 7).

## KAPITTEL 5. DISKUSJON

### 5.1 EN VURDERING AV MATERIALE OG METODER

#### 5.1.1 BEHANDLINGEN AV ROGNA VED FORSØKSSTART

Da rogn ble blandet ved forsøksstart var dette for å oppnå fire ting.

- (1) Unngå eventuelle genetiske forskjeller mellom gruppene.
- (2) Unngå forskjeller i størrelsesfordelingen.
- (3) Utjamne eventuelle forskjeller forårsaket av forskjellig temperatur frem til øyerognstadiet.
- (4) Unngå forskjeller i rognkvalitet mellom gruppene.

Hvorvidt det finnes genetiske tilpasninger på plommesekkstadiet er usikkert da det så vidt vites ikke er publisert resultater på dette området. Når man tar i betrakning den voldsomme variasjonen når det gjelder bl.a substratstørrelse, temperatur og strøm fra elv til elv virker det imidlertid sannsynlig at de enkelte stammene har utviklet ulike tilpasninger til de ulike miljøene. Stamfisker som rogn som ble brukt i dette forsøket kom ifra har imidlertid gått i oppdrett i flere generasjoner og eventuelle tilpasninger er derfor trolig utvasket ved sammenkrysning av stammer. Innenfor en så stor mengde stamfisk (trolig ca. 60 hunner) kan det allikevel finnes betydelig variasjon og denne ble vasket ut ved blandingen.

Variasjon i rognstørrelsen finnes imidlertid helt sikkert og dette viser seg i dette forsøket bl.a i det høye standardavviket for totalvekten av larver i tabell I. Dahl (1918;

1919) fant for ørret at store egg gir større yngel enn små egg og satte fram en hypotese om at yngel fra store egg dessuten vokste raskere enn yngel fra små egg. Denne hypotesen er siden blitt bekreftet av bl.a Wallace og Aasjord (1984b) på røye. De sist nevnte forfatterne fant dessuten at sannsynligheten for yngeloverlevelse økte med rognstørrelsen noe som også er i godt samsvar med resultater på ørret (Bagenal, 1969).

All rogn som ble brukt i forsøket var inkubert i to klekkerrenner med samme temperatur fram til forsøksstart. Allikevel var det ikke til å unngå at rogn ble utsatt for noe forskjellig temperatur. Denne temperaturforskjellen oppstår fordi lufttemperaturen i klekkeriet er høyere enn vanntemperaturen. Dette gir en viss oppvarming og vannet blir følgelig varmere jo lenger fra vanninntaket en måler. Ved Akvakulturstasjonen Matre målte jeg temperaturdifferanser opp imot 0.2 °C mellom begynnelsen og slutten av rennene og dette fører til at en noe avhengig av vanntemperaturen får fra ett til to døgns forskjell i klekkesidspunkt mellom første og siste klekkebakke (upubl).

Å unngå forskjeller i rognkvalitet mellom gruppene er av størst betydning når forsøk startes opp med nybefruktet rogn. For øyerogn er vanligvis dødeligheten lav og dette gir mindre sannsynlighet for å komme skjevt ut når det gjelder dødelighet på grupper enn med nybefruktet rogn. Dødeligheten på øyerogn kan imidlertid også på øyerognstadiet være høy og blandingen sikret mot mulige effekter av dette. *(Forskjell i dødelighet)*

Formålet med blandingen var altså å skape et homogent rognmateriale for å gi et godt grunnlag til å teste effekten av de forskjellige klekkemetodene.

Alternativet var at rogn fra de enkelte hunnene kunne blitt holdt adskilt fra hverandre, men blitt delt og klekket etter



de tre forskjellige metodene. På denne måten kunne en i tillegg fått opplysninger om de genetiske tilpasningene som måtte være tilstede. En slik undersøkelse ville imidlertid kreve flere paralleller og ville dermed også sprengte rammene for oppgaven. Det brukte forsøksoppsettet skulle imidlertid dekke formålet slik det er skissert i innledningen.

## 5.1.2 EKSPERIMENTELLE BETINGELSER

### 5.1.2.1 TETTHET

Ved oppstartingen av forsøket ble det lagt inn 1.2 liter rogn ( $4.25 \text{ rogn/cm}^2$ ) i alle klekkebakkene. Dette er i underkant av de 1.5 liter lakserogn som man mener er den øvre grense for hva man med normalt tilsyn skal kunne klekke i disse bakkene. Den noe lavere tettheten ble valgt for å holde en viss sikkerhetsmargin i forhold til de anbefalte mengdene. I klekkekassene var tettheten enda noe lavere på rognstadiet ( $2.77 \text{ rogn/cm}^2$ ), men etter at all rognen var klekket og larvene hadde søkt ned til bunnen av kassene (se kapittel 4.12.1) ble tettheten betydelig høyere ( $8.3 \text{ larver/cm}^2$ ) enn i bakkene. Om denne forskjellen i tetthet på plommesekkstadiet virket inn på larvene på noen måte er det imidlertid umulig å si noe om fordi larvene lå i forskjellig substrat gjennom denne perioden. Imidlertid kan det nevnes at i de vanlige klekkebakkene så svømmeaktiviteten ut til å bli utløst hyppigst i områder med lave larvekonsentrasjoner (kapittel 4.12.2), noe som tyder på at for lav tetthet kan virke negativt i dette systemet. For en substratinkubator (Bailey et al., 1980) ble det imidlertid funnet at opp til en viss terskeltetthet var både larvevekst og dødelighet uavhengig av tettheten. Høyere tettheter førte imidlertid til redusert vekst og høyere dødelighet. Det virker derfor sannsynlig at det for klekkesystem uten substrat vil finnes en optimal tetthet og at både høye og lave tettheter vil virke negativt. Systemer med substrat er sannsynligvis

uavhengig av tetthet opp til et visst nivå over hvilket negative effekter av høy tetthet vil bli funnet.

Tettheten i startforingsperioden må betegnes som lav da både Edwards (1978) og Ingebrigtsen (1982) mener at startforing kan gjennomføres med opp til 10.000 individer/m<sup>2</sup>. Gjennom startforingsperioden er det dessuten klart at en kan finne klare tetthetseffekter om ikke i vekst så i hvert fall i dødelighet. Refstie og Kittelsen (1976) fant ingen markerte forskjeller i gjennomsnittsvekt mellom laksegrupper startforet ved forskjellig tetthet, men dødeligheten sank med økende tetthet. Av denne årsak ble det da også lagt vekt på å holde samme tetthet ved begynnelsen av startforingen i dette forsøket, og siden justere for dødeligheten da en stor del av den ene gruppen døde på grunn av stopp i vanntilførselen (se kapittel 3.2.4). Forandringer i tettheten på grunn av annen dødelighet ble ikke justert for og er sett bort ifra.

#### 5.1.2.2 FYSISK - KJEMISKE MILJØFAKTORER

Ingebrigtsen (1982) anbefaler klekkeritemperaturer og startforingstemperaturer på henholdsvis fra 0.5 til 10 og fra 10 til 14 °C, en pH mellom 6.0 og 7.5 og en øvre grense på 105% nitrogenmetning for laks. De registrerte temperaturer, pH verdier og verdier på gassovermetning ligger da og stort sett innefor disse grensene. Forskjeller i temperatur mellom klekkeenhetene på grunn av oppvarming (se også 5.1.1) ble unngått ved å bruke to klekkerenner. Plasseringen av bakkene i de to rennene (kapittel 3.1.1 figur 3.1.3) sørget for at temperaturgjennomsnittet ble likt for de to typene klekkebakker. Alle klemkassene fikk vannet direkte fra kilden og temperaturgjennomsnittet vil følgelig være noe lavere i dette systemet. Denne forskjellen er imidlertid sett bort ifra.

Vanndybden på 12 cm i klemkassene ble valgt fordi hele utstrømsristen da er dekket. En mindre vanndybde minker den

effektive silflaten noe som gir kraftigere sug og øker muligheten for at larvene skal suges på risten (se og kapittel 5.2.7). Vanngjennomstrømmingen på 10 liter/min er en samme som blir brukt rutinemessig i dette klekkesystemet blant annet på Akvakulturstajonen Matre.

Alle startforingskarene hadde overløpsrør på 15 cm og denne vanddybden ble beholdt i forsøket. Vanddybden synes dessuten ikke å ha vesentlig innvirkning på vekst og dødelighet (Refstie, 1979).

For å utnytte karenes selvrensende effekt bør vannhastigheten under foring være relativt stor (Refstie, 1979). Best tilvekst og forutnyttelse får vi når vannstrømmen i sekundet er tilnærmet lik fiskens lengde i millimeter (Ingebrigtsen, 1982; Nilsson, 1979). Yngelens mobilitet var imidlertid relativt lav på overføringstidpunktet og vannstrømmen ble følgelig satt lavt til å begynne med for å unngå at yngelen ble sugd på risten.

#### 5.1.2.3 LYS

Å ekskludere alt lys i klekkeenhetene ansees som meget viktig både fordi lys og da spesielt kortbølget lys er dødelig for egg og larver (Torrissen, 1984) og fordi det i tillegg påvirker plommemassens absorpsjonseffektivitet (Marr, 1965). Larvenes respons på lys i dette forsøket er nærmere omtalt i kapitlene 4.12.2 og 5.2.9.

#### 5.1.2.4 FOR OG FORING

Det finnes mengder av fortyper som trolig ville øket både vekst og overlevelse i startforingen i dette forsøket. Aspekter ved foret som faktor i startforingen er nærmere omtalt av Larsen (1983). Imidlertid er tørrfor kanskje vel så interessant i denne forsøkssammenhengen. Dette har dels sin årsak i at tørrforet er relativt standardisert og er også lett å gi under standardiserte forhold. Men også fordi tørrfor er nesten

enerådende når det gjelder kommersiell startforing av laksefisk og at resultatene dermed lett kan sammenliknes med vanlig settefiskproduksjon er dette interessant. Et tredje ikke uvesentlig aspekt er at et noe suboptimalt for kan gjøre det lettere å skille mellom god og dårlig yngel fordi den dårlige yngelen er forventet å bli hemmet mest under disse forhold.

Foringshyppigheten er noe over anbefalingene på foring hvert kvarter fra Ingebrigtsen (1982). Den er imidlertid i overensstemmelse med anbefalingene på foring fra 5 til 10 ganger i timen fra Refstie (1979).

### 5.1.3 PRØVETAKINGEN

#### 5.1.3.1 REGISTRERINGEN AV KLEKKEFORLØPET OG 50% KLEKKING

I de tilfeller hvor klekking er blitt brukt som stadie i klekkeforsøk blir sjelden metoden for å finne klekketidspunktet oppgitt. En kan derfor bare anta at den vanlige metoden enten er å telle opp klekkede/ikke klekkede egg på forskjellige tidspunkt eller ganske enkelt å foreta en skjønnsmessig vurdering av klekkingen. Disse fremgangsmåtene er som oftest tilfredstillende enten fordi hver av enhetene inneholder få egg og at disse derfor lett lar seg telle eller fordi den perioden hvor hovedmassen av eggene klekker og 50% klekking passerer som oftest er meget kort. Feil i vurderingen gir dermed små utslag på resultatene. I de tilfeller hvor klekkeenheten inneholder mye rogn og klekkingen i tillegg tar lang tid kan imidlertid feil i fastsettingen av 50% klekking få innvirkning på resultatene.

Ved å bruke metoden som er beskrevet i kapittel 3.5 kunne jeg imidlertid følge og sammenlikne klekkingen i de ulike enhetene (unntatt kassene). På denne måten fikk jeg fastslått klekketidspunktet nøyaktig samtidig som at jeg fikk en første kon-

troll på om at blandingen av rogn hadde vært vellykket.

#### 5.1.3.2 PRØVETAKINGEN VED 50% KLEKKING

Som nevnt i kapittel 3.6.2 var det meningen at prøvene som ble tatt ut i de vanlige klekkebakkene ved 50% klekking skulle være representative for alle tre klekkesystemene. Forutsetningene som måtte være til stede for at dette skulle være oppfylt var

(1) At rogn i de vanlige klekkebakkene ikke var signifikant forskjellig fra rogn i de andre klekkesystemene.

(2) At det ikke var variasjon i klekkesidspunktet for rogn av forskjellig størrelse.

Observasjonen fra kapittel 4.1 om at samtlige bakker passerte 50% klekking i løpet av en 24 timers periode viser at blandingen av rogn var vellykket i det henseende å utjamne forskjeller forårsaket av forskjellig temperatur fram til klekking. Som vist i kapittel 4.3.2 var det imidlertid signifikante forskjeller når det gjaldt yngelvekt mellom systemene og forskjellen er følgelig tatt i betraktning når resultatene er blitt vurdert (se kapittel 5.2.2).

En variasjon i klekkesidspunktet for rogn av forskjellig størrelse vil føre til en over/under estimering av larvestørrelsen ved klekking alt etter om store eller små rogn klekker først. Selv om det er vanskelig å si noe definitivt om dette ut ifra mine data så tyder vektutviklingen fra dag 0 til dag 3 for de vanlige klekkebakkene i figur 4.3.1 på at en slik sammenheng ikke eksisterer. Dette er da og i overensstemmelse for hva som er funnet for andre fiskearter slik som sjørøye (Salvelinus alpinus) (Aasjord, 1980; Wallace og Aasjord, 1984b) og sild (Clupea harengus) (Blaxter og Hempel, 1963).

### 5.1.3.3 PRØVETAKINGSMETODEN

Metoden med å konsentrere fisken i et mindre volum er vanlig brukt blant annet i genetiske studier på laksefisk når store grupper skal reduseres (f.eks Nævdal et al., 1978). Ved denne metoden senker en sannsynligheten for at prøvene som blir tatt ut ikke skal være representative for det totale materialet. En dårlig konsentrering fører ofte til at den minste fisken taes ut først fordi denne har den minste flukthastigheten (Nilsson, 1979). Årsaken til at det ikke ble gjort forsøk på å konsentrere larvene før sampling på plommesekkstadiet er at larvene på dette stadiet lett utsettes for skader. Den voldsomme reaksjonen som larvene i de vanlige klekkebakkene viste overfor lys (se kapittel 4.12.2) førte imidlertid til at larvene i dette systemet ble blandet godt ved prøvetakingen. I bakkene med astro-turf ble hevertmunnstykket ført omkring for å gjøre prøvetakingen så vilkårlig som mulig. I klekkekassene var imidlertid heller ikke dette mulig og det ble istedet lagt vekt på å ta prøvene så likt som mulig fra gang til gang.

### 5.1.4 KONSERVERINGEN

Da de første larvene i de frosne prøvene skulle opparbeides viste det seg at disse ble så deformerte ved opptining at lengdemåling var meget vanskelig. Fra dag 18 ble derfor alle prøver som skulle lengdemåles fiksert på 4% formalin. Formalinfikseringen førte ikke til noen deformasjoner i larven utenom lengdekrympingen.

Formalinfiksering forandrer lengde og våtvekt hos fisk og forandringene er relatert til fiskestørrelse, formalinkonsentrasjon og konserveringstid (Amosov, 1960; Parker, 1963; Jones og Geen, 1977; Rosenthal, Kuhlmann og Fukuhara, 1978; Heming og Preston, 1981). Krympingen ligger vanligvis i området fra 1 til 7% av levendelengden (se f.eks Hile, 1936; Shetter, 1936; Burgner, 1962). Krympingen som ble registrert på de minste larvene i mitt forsøk ligger imidlertid langt over dette.

Årsaken til at krympingen minker med økende larvelengde er muligens at mengden av bindevev i larvens kropp øker. Sakaguchi og Kawai (1970) undersøkte variasjoner i konsentrasjonen av forskjellige frie aminosyrer i larver og yngel av karpe (Cyprinus carpio), og fant at konsentrasjonen av serin, prolin, glycin, og alanin økte kraftig fra larve til yngelstadiet. Alle disse aminosyrene forekommer i bindevev, og den observerte økningen kan muligens gjenspeile en fortykkelse av bindevev som overfører muskelsammentrekningene til virvelsøylen (Yamaguchi, Lavæty og Love, 1976). En slik bindevevsfortykkelse kombinert med en økende forbeining og utvikling av larvens skjellet vil stive av kroppen og hindre krymping.

Formalinfikseringen har imidlertid den fordel at den forsterker bindingene mellom proteinene og fosfolipidene i plommemassen (Smith, 1957). Dette "herder" plommemassen og gjør disseksjonen mye lettere (Dill, 1967; Aasjord, 1980; Serigstad, 1983). Det er imidlertid et åpent spørsmål om fikseringen påvirker tørrvekten til larvene. Solberg (1980) og Serigstad (1983) fant henholdsvis 20 og 14% reduksjon i tørrvekt hos larver av torsk (Gadus morhua) ved fiksering i tilsvarende formalinkonsentrasjon. Blaxter og Hempel (1966) fant ingen forskjell i tørrvekt mellom larver av sild (Clupea harengus) som var tørket henholdsvis ufiksert og etter fiksering på 4% formalin i 15 ‰ sjøvann. Heller ikke på sjørøye ser det ut til at formalinfiksering virker særlig inn på tørrvekten (Aasjord op. cit.). I mitt forsøk er det antatt at en eventuell virkning på tørrvekten har vært lik i alle system.

#### 5.1.5 TØRKING

Flere forskjellige metoder er tidligere blitt brukt for å tørke fiskelarver og i tabell 5.1.1 er gitt en oversikt over en del av disse.

Tabell 5.1.1 EN OVERSIKT OVER METODER BRUKT FOR TØRKING AV  
FISKELARVER  
konst = til konstant vekt.

| TEMPERATUR<br>°C | VARIGHET | ART     | REFERANSE                                     |
|------------------|----------|---------|---|
| 60               | konst    | røye    | Wallace og<br>Aasjord (1984a;b)               |
| 36               | 24 timer | sockeye | Dill (1967)                                   |
| 98               | 24 timer | sockeye | Hurley og Brannon (1969)<br>og Brannon (1965) |
| 50               | konst    | sild    | Blaxter og Hempel (1966)                      |

Aasjord (1980) fant for sjørøye at yngel med gjennomsnittslengde 34 mm nådde konstant vekt etter 8 timer ved 60 °C, mens yngel med gjennomsnittslengde 26.6 mm nådde konstant vekt allerede etter 2 til 2.5 timer. En tørketid på 24 timer skulle derfor være tilstrekkelig til å nå konstant vekt på mine larver. En 48 timers tørketid ble imidlertid valgt for å være på den sikre siden. Den samme tørkeprosedyre ble brukt av Heming (1982).

#### 5.1.6 VEIING

Hvis ikke larvene legges i eksikator umiddelbart etter uttak fra tørkeskapet vil disse absorbere fuktighet. Med så store prøveuttak som skulle måles i dette forsøket ville det imidlertid være uforholdsmessig tungvint å benytte eksikator. I stedet fikk alle prøver stå ca 5 minutter ute på laboratoriet



før veiing (se kapittel 3.8.4). Denne metoden er tidligere testet og brukt av Aasjord (1980).

For registrering av våtvekt er problemet nærmest det motsatte idet fordampningen hurtig minker vekten på fisken som skal måles. Ved å bruke en standardisert metode slik som beskrevet i kapittel 3.8.4 unngås imidlertid fordampningsproblemet.

#### 5.1.7 EN VURDERING AV LENGDE, TOTALVEKT OG KROPPSVEKT SOM MÅL PÅ LARVEVEKST.

Vekt er blitt antatt som det beste mål på størrelse i rogn og larver av laks fordi den gir et mer realistisk bilde av forandringer mellom embryoet og plommemassen enn lengdemål (Hamor og Garside, 1977). Resultatene fra den statistiske testingen i kapittel 4.2 og 4.3 (tabell II) viser at forskjeller i størrelsesutviklingen kan registreres mye tidligere i larvens kroppsvekt enn i lengden. Medvirkende årsaker til dette er at nøyaktigheten i registreringen av lengdemålet er lavere enn nøyaktigheten i registreringen av vekten (tabell 5.1.2) og at spredningen (uttrykt ved standardavviket i tabell I) i lengde ved et gitt tidspunkt er større enn spredningen i kroppsvekt. Dette medfører at forskjellen i lengde mellom systemene må være relativt større enn forskjellene i kroppsvekt for at t-testen skal gi forkastning av hypotesen om likhet.

Tabell 5.1.2. EN OVERSIKT OVER NØYAKTIGHETEN AV MÅLINGENE PÅ LENGDE OG KROPPSVEKT I PROSENT AV DEN MÅLTE VERDIEN.

Målenøyaktighet lengde +/- 0.5 mm.

Målenøyaktighet vekt +/- 0.1 mm.

Gjennomsnittsverdier fra de vanlige bakkene er brukt som eksempel.

| DAG NR. | LENGDE (mg) | % FEIL  | KROPPSVEKT (mm) | % FEIL  |
|---------|-------------|---------|-----------------|---------|
| 0       | 15.4        | +/- 3.3 | 4.22            | +/- 2.4 |
| 9       | 20.1        | +/- 2.5 | 5.84            | +/- 1.7 |
| 18      | 20.3        | +/- 2.5 | 6.82            | +/- 1.5 |
| 27      | 21.5        | +/- 2.3 | 9.92            | +/- 1.0 |
| 36      | 22.2        | +/- 2.3 | 10.82           | +/- 0.9 |
| 46      | 22.5        | +/- 2.2 | 11.44           | +/- 0.9 |
| 76      | 24.0        | +/- 2.1 | 14.94           | +/- 0.7 |

Noe som ytterligere begrenser nytten av lengdemål er at fisken må måles ufiksert for at en skal få verdier som er representative. Ikke bare krymper fisk i fikseringsvæsken, men i kapittel 4.2.2 og tabell 4.2.1 har jeg vist at graden av krymping minker etter hvert som larvene vokser. Årsakene til dette er nærmere diskutert i kapittel 5.1.4.

Totalvekten har heller ikke den samme følsomheten som kroppsvekten. Grunnen til dette er at totalvekten inkluderer både kroppsvekten og plommemassevekten. I dette forsøket ble forskjellene som oppstod i kroppsvekten ikke registrert i totalvekten fordi larvene med høyest vekstrate og hadde den høyeste plommemasseabsorpsjonsraten. Den høye spredningen i plommemassevekt (standardavvik i tabell I) som eksisterte i gruppene medførte også en høy spredning i totalvekten. Dette medfører i likhet med forholdet lengde/kroppsvekt (se ovenfor) at forskjellen i totalvekt må være relativt større enn forskjellene i kroppsvekt for at t-testen skal gi forkastning av hypotesen om likhet.

#### 5.1.8 OMDANNELSESEFFEKTIVITETEN

I effektivitetsstudier er det flere faktorer som kan skape problemer når forskjellige grupper skal sammenliknes over en periode.

- (1) Opptak av organisk materiale fra omgivelsene (Terner, 1968).
- (2) Sammenlikning av ekvivalente utviklingsstadier (Marr, 1966).
- (3) Forskjeller i egg eller larvevekt ved periodens begynnelse.

Opptak av organisk materiale fra omgivelsene er virkelig funnet (Terner op. cit.; Mounib og Eisan, 1969). Mengden dette dreier seg om er imidlertid trolig forsvinnende liten i forhold til mengden av materiale i plommesekken. Jeg vil dessuten anta at en eventuell absorpsjon skjer hos larver i alle klesystemene.

"Stadier" slik som klekking (Hayes og Pelluet, 1945), maksimal tørrvekt oppnådd på plommemassen (Gray, 1928; Heming, 1982), maksimal våtvekt oppnådd på plommemassen (Scott og Kellicott, 1916), fullstendig absorbert plommemasse (Lasker, 1962; Aasjord, 1980) er blitt brukt i studier av plommemassomdannelse hos forskjellige fiskearter. Alle disse stadiene har imidlertid sine begrensninger.

Klekketidspunktet påvirkes av miljøfaktorer som temperatur (Peterson, Spinney og Sreedharan, 1977) og oxygen (Shumway, Warren og Doudoroff, 1964). I sammenliknende forsøk med bruk av samme rognmateriale i alle behandlinger og paralleller skulle imidlertid klekketidspunktet være tilfredsstillende. I mitt forsøk ble dette oppnådd ved å blande rognen like før klekking (se kapittel 3.2.2) .

Hovedproblemet med bruken av maksimal tørrvekt oppnådd på plommemassen ligger i at plommemasseabsorpsjonen ikke er fullstendig når maksimalvekten nåes (f.eks Blaxter og Hempel, 1963; Marr, 1966; Blaxter, 1969). Stadiet er imidlertid nyttig idet det gir begreper om den maksimale utnyttelsen av plommemassen ved gitte miljøforhold (stadiet er brukt i tabell 4.5.1) .

Problemet med bruken av maksimal våtvekt oppnådd på plommemassen er imidlertid større. Tørrstoffinnholdet i plommemasse og kroppsvev er forskjellig (Gray, 1926) og følgelig vil ikke maksimal våtvekt falle sammen med maksimal tørrvekt, men komme senere. På dette tidspunkt har som regel larven begynt å resorbere kroppsvevet.

Enda større er problemet med bruken av ferdig absorbert plommesekk som stadie. Selv om larven tydelig har absorbert plommesekken finnes ofte plommemasse innleiret mellom innvolvene (Yamada, 1959). Et annet problem som er spesielt når klek-

kesystemer med substrat skal sammenliknes med tradisjonelle klekkesystemer er at plommemassen ofte ikke absorberes fullstendig i de sistnevnte. Dette er bl.a observert av Nishida og Kobayashi (1971) på ketalaks. Disse fant at larver som var inkubert i grus absorberte plommesekken fullstendig, mens larver i vanlige klekkebakker hadde plommesekkrester så lenge som 240 dager etter klekking.

Marr (1966) brukte ratioen: 
$$\frac{\text{kroppsvekt} \times 100}{\text{totalvekt}} \quad (\%)$$

og Heming (1982) brukte mengden gjenværende plommemasse som et mål for bestemmelse av ekvivalente stadier for sammenlikning av effektivitet. Kroppsvekten i Marr's (op.cit.) ratio er imidlertid i seg selv meget avhengig av effektiviteten, noe som skulle tale for bruken av Heming's (op.cit.) metode. For å bruke denne metoden må en imidlertid forutsette at utgangsmaterialet er det samme, eller med andre ord at det ikke er forskjell i tilgjengelig mengde plommemasse for gruppene som skal sammenliknes ved periodens begynnelse. Hvis ikke denne forutsetningen er oppfylt bør trolig mengden gjenværende plommemasse relateres til tilgjengelig plommemasse ved periodens begynnelse f.eks ved å bruke ratioen:

---

$$\frac{\text{gjenværende plommemasse} \times 100}{\text{plommemasse ved periodens begynnelse}} \quad (\%)$$

#### 5.1.9 FETTEKSTRAKSJONEN

Flere forskjellige metoder og løsningsmidler er blitt brukt for å undersøke fettinnholdet i egg og larver av laksefisk. I tabell 5.1.3 er en del av dette oppsummert.

Tabell 5.1.3 EN OVERSIKT OVER METODER SOM ER BRUKT FOR Å  
BESTEMME FETTINNHALDET I LARVER AV LAKSEFISK

| LØSNINGS-<br>MIDDEL                | TØRKE-<br>METODE  | ART/<br>STADIE        | FETT<br>(%) | REFERANSE                   |
|------------------------------------|-------------------|-----------------------|-------------|-----------------------------|
| Eter                               | -                 | ørret/<br>øyerogn     | 8.2-8.6     | Phillips og<br>Dumas (1959) |
| Eter                               | -                 | ørret/<br>nybefrukt.  | 9.4         | Tangl og<br>Farkas (1904)   |
| Alkohol/<br>eter                   | lavtemp/<br>vakum | canadisk<br>bekkerøye | 23.4        | McClendon (1915)            |
| Etanol                             | luft 30°C         | laks                  | 18.7        | Halpern (1945)              |
| karbon<br>tetraklorid              | -                 | laks                  | 12.2        | Hayes (1930)                |
| eter/benzene<br>kokende<br>alkohol | -                 | regnbue<br>aure       | 25.4        | Lafon (1947)                |

Som en ser av denne tabellen er det en voldsom variasjon i den registrerte mengden fett ved bruk av de forskjellige metodene. Ved ekstraksjon av fett er det derfor meget viktig å vite hva en egentlig ekstraherer. Eterekstraherbart fett refereres i litteraturen vanligvis til som "eter ekstrakt" eller "crude fat" (Allen et al., 1974).

Fauræ-Freniet og Garrault (1922) analyserte fettene i ørretegg og fant at fett totalt utgjorde 22.4% av tørrstoffet, glyseridfraksjonen utgjorde 10%, fosfolipidene 8.25% og kolesterol 1.37%. Smith (1952) fant at de frie fettperlene i plommemassen som lar seg ekstrahere med eter uten forutgående hydrolyse er nesten rent glycerid fett og det er derfor overveiende sannsynlig at det er denne fettfraksjonen som er blitt registrert også i mine forsøk. I tillegg er det mulig at de minst polare fosfolipidene har latt seg ekstrahere med eteren. Det er derfor åpenbart at eterekstraksjon ikke er noen brukbar metode for å følge det totale fettinnholdet i larvene. En 20% iblanding av et polart løsningsmiddel som f.eks isopropanol og bruk av frysetørke istedet for varme ville nok øket fettutbyttet betraktelig. I og med at samme metode er blitt brukt til all fetttekstraksjon i dette forsøket er imidlertid resultatene sammenlignbare.

#### 5.1.10 BESTEMMELSE AV PROTEININNHOLD

Hollet og Hayes (1946) beregnet protein : nitrogen faktoren i plommemasse og kroppsvev hos laks og fant faktorer på henholdsvis 6.4 og 6.75. I nyere analytisk litteratur (f.eks Horwitz, 1975) anbefales imidlertid en protein : nitrogen omregningsfaktor på 6.25 og denne ble følgelig brukt på alle dataene fra proteinanalysen (kapittel 3.8.9).

## 5.2 EN VURDERING AV RESULTATER

### 5.2.1 VEKST OG OMDANNELSESEFFEKTIVITET

I dette kapitlet har jeg valgt å diskutere omdannelseseffektiviteten og veksten sammen fordi disse parametrene er så nært knyttet til hverandre.

Vekstforskjellen i favør av de substratklekkede gruppene er i meget god overensstemmelse med resultater fra tilsvarende andre undersøkelser på atlanterhavslaks (Marr, 1965; Leon, 1975; 79; Eriksson og Westlund, 1983; Hansen og O. Torrissen, 1984), pukkellaks (Bailey og Taylor, 1974) og sjøaure (Hansen, 1984). Forhøyet larveaktivitet og senket omdannelseseffektivitet på grunn av manglende støtte i det vertikale plan (Marr, 1963; Bams, 1967)(se forøvrig kapittel 5.2.9) er alminnelig referert til som årsaken til forskjellene. Veksten på plomme-sekkstadiet er imidlertid i det følgende diskutert nærmere.

Davis og Warren (1971) har definert basisligningen for et energibudsjett hos fisk som:

$$C = F + U + R + dB \quad (5.1)$$

C = det totale energiinntak gjennom fôr  
F = tap av energi gjennom feces  
U = tap av energi gjennom urea og ammonium  
R = den totale energi av metabolismen  
dB = energi avleiret i dyret (netto vekst)

For omsetningen av plommemassen vil denne ligningen kunne forenkles noe og defineres herved som:

$$C_p = U + R + dB \quad (5.2)$$

C<sub>p</sub> = den totale energi i den absorberte plommemassen



I ligning 5.2 har jeg sett bort ifra energitap gjennom feces fordi tarmen hos larvene ikke er involvert i absorpsjonen av plommemassen. Andre, men mer tvilsomme funksjoner (Williams, 1967) som f.eks at plommemassen frigjør molekyler som enten virker som enzymer eller stoffer som igjen starter andre prosesser (inducers) er heller ikke tatt i betraktning i denne ligningen. Dette dels på grunn av usikkerheten omkring de eventuelle bifunksjonene, dels fordi de eventuelt ville ha forsvinnende liten innvirkning på resultatene.

Ved å omforme (5.2) får jeg:

$$dB = Cp - (U + R) \quad (5.3)$$

Som en ser av ligning 5.3 er det tre faktorer som kan påvirke larvenes netto vekst (dB), og den første av disse er plommesekkabsorpsjonsraten. Når plommesekkabsorpsjonsraten forandres så forandres mengden av den energi som er tilgjengelig for larven. Larvene som er inkubert i systemene med substrat absorberer mer plommemasse enn larvene i de vanlige klekkebakene også i den tidlige fasen av plommesekkstadiet (kapittel 4.3.2 figur 4.3.2). Denne delen av plommesekkstadiet er den hvor larvens omdannelseseffektivitet er høyest (kapittel 4.5 tabell 4.5.1). Dette betyr at for larvene som er inkubert i et substrat bidrar den høye absorpsjonsraten til at disse larvene får en høyere netto vekst fordi disse larvene absorberer relativt mer av plommemassen i den perioden hvor og omdannelseseffektiviteten er høy.

Den andre faktoren som kan påvirke larvenes netto vekst er forandringer i mengden eller typen av metabolitter. Fedorov and Smirnova (1978) fant en nedgang i mengden utskilt ammonium hos pukkellaks ved høye ammoniumkonsentrasjoner i vannet og tok dette som et tegn på forandringer i proteinmetabolismen.

Forfatterne mener imidlertid at forandringen ikke nødvendigvis trenger bety en nedgang i metabolismens intensitet. I alle tilfeller er denne faktoren meget usikker så lenge det ikke er gjort direkte målinger på metabolismeintensitet og metabolske produkter.

Den tredje og viktigste faktoren er størrelsen av larvenes metabolisme. Den totale energi av metabolismen (R) deles i henhold til Ricker (1971) i tre.

$$R = R_s + R_d + R_a \quad (5.4)$$

$R_s$  = energi omsatt i en uforet og hvilende fisk (standard metabolisme).

$R_d$  = energi omsatt på grunn av fordøyelse, assimilasjon og lagring av konsumerte forstoffer.

$R_a$  = energi omsatt ved svømming og annen aktivitet (aktiv metabolisme).

Som beskrevet i kapittel 4.12 beveget larvene i de vanlige klekkebakkene halen nærmest konstant og utøvet i tillegg hyppig en nærmest eksplosjonsartet svømmeaktivitet. På larver av laksefisk er det så vidt vites ikke gjort sammenlikninger av metabolismen hos aktive og ikke aktive larver og det kan følgelig være vanskelig å vurdere effekten av aktiviteten. Bagenal og Tesch (1978) mener imidlertid at etter klekking er effektiviteten og følgelig også veksten hovedsaklig bestemt av faktorer som virker inn på larvens aktivitet. Dessuten gjelder det generelt for alle dyr at bevegelse fører til den største økningen i metabolismen (Ulgenes, 1982). Brett og Groves (1979) har dessuten funnet at hurtigsvømmende fisk slik som laksefiskene ved maksimal aerob kapasitet kan få hevet metabolismeraten opp til ti ganger standardnivået. Brett (1972) fant i tillegg at eksplosjonsartede bevegelser slik som flukt og angrep kunne føre til et energiforbruk på opptil 100 ganger standard-

metabolismen eller 10 ganger aktiv-metabolismen. Noen få slike bevegelsesekspløsjoner daglig kunne føre til en dobling av energiforbruket relatert til standard metabolismen. I hvilken grad den observerte aktiviteten i de vanlige klekkebakkene i dette forsøket øket larvenes metabolisme vites ikke. Aktiviteten er allikevel uten tvil hovedfaktoren bak forskjellen i vekst mellom systemene med og uten substrat. Fordi plommemassen er den eneste energikilden fram til larvens første foroptak fører den observerte økning i aktiviteten til at en mindre del av denne energipoolen vil kunne avleires i larven (lavere omdannelseseffektivitet (kapittel 4.5) og mindre netto vekst (kapittel 4.3.3)).

Plommemassens omdannelseseffektivitet ligger vanligvis mellom 40 og 70%, noe avhengig av hvilken metode som blir benyttet ved beregningen (Blaxter, 1969). Verdiene som ble funnet for de substratklekkede og ikke substratklekkede gruppene mellom dag 3 og overføringen til startforing i dette forsøket ligger meget nær opptil henholdsvis den øvre og nedre av disse verdier (kapittel 4.5).

Effektiviteten fra dag 3 til dagen for høyeste kroppsvekt var henholdsvis 57.1 og 37.4% eller en forskjell på nærmere 20%. Marr (1965) brukte klekking og høyeste tørrvekt som stadiet da han sammenliknet effektiviteten hos lakselarver i et glassubstrat og larver i flatbunnede tanker. Effektivitetene var henholdsvis 75.3 og 66.6% og altså adskillig høyere enn de som ble registrert i mitt forsøk. Forskjellen mellom de to systemene var heller ikke så stor som den som ble registrert i mitt forsøk. Artikkelen gir heller ikke nok opplysninger til at årsaken til disse forskjellene kan vurderes.

En forskjell på nærmere 20% i omdannelseseffektivitet ble imidlertid funnet i data på chinook salmon (Oncorhynchus tshawytscha) (Heming, 1982) i vanlige flatbunnede klekkebakker ved

henholdsvis 8 og 12 °C. Effektiviteten beregnet fra klekking til kroppens høyeste våtvekt var her 64.6% og 45.3% med lavest effektivitet ved den høyeste temperaturen. Aasjord (1980) klekket arktisk røye (Salvelinus alpinus) i vanlige flatbunne-  
de klekkebakker ved blandt annet 6 og 12 °C. Omdannelseseffektiviteten fra klekking til absorbert plommesekk ble funnet å  
være 50.6% og 32.1% ved de respektive temperaturene også her  
med lavest effektivitet ved den høyeste temperaturen. Fordi  
effektiviteten i disse to forsøkene er beregnet til andre  
stadier enn i mitt er disse verdiene ikke direkte sammenlign-  
bare med mine. Verdiene gir allikevel en viss bakgrunn for å  
illustrere substratenes innvirkning på omdannelseseffektiviten.

✓  
Hvorfor  
denne  
prosent  
sjon.

Økningen i omdannelseseffektivitet i den første perioden etter klekking er i overensstemmelse med Gray's (1928) data på ørret, men er allikevel vanskelig å forklare. Dette er da heller ikke overensstemmende med hva som er funnet for chinook salmon (Heming, 1982). Stuart (1953) observerte imidlertid at ørretlarvers aktivitet sank med synkende størrelse på plommesekken i de første ukene etter klekking. Dette kan være en funksjon av at larvenes siderulling minker når størrelsen på plommesekken avtar. Den mulige økningen i omdannelseseffektivitet for larvene i de vanlige klekkebakkene fra periode tre til periode fire kan være et resultat av den første fyllingen av svømmeblæren. Det kan og tenkes at et skifte fra en "bottom swim position" til en "pectoral position" slik disse er beskrevet av Dill (1977) kan være en medvirkende årsak. Begge disse forhold vil medvirke til å stabilisere larven i det vertikale plan, senke aktiviteten og øke omdannelses-effektiviteten.

### 5.2.2 ABSORBSJONSHASTIGHETEN

Forskjeller i absorpsjonshastighet mellom larver inkubert i substrat og larver inkubert i vanlige klekkebakker bekrefter funn gjort av Leon (1975), Erikson og Westlund (1983) og Han-

sen og O. Torrissen (1984). Hva som forårsaker denne forskjellen er imidlertid usikkert.

Bams (1967) mente at absorpsjonsraten var en funksjon av tilgjengelig mengde plommemasse noe som siden er bekreftet av Hansen og O. Torrissen (1984). Følgelig kunne forskjellene i absorpsjonshastighet mellom klekkekassene og bakkene med astro-turf være forårsaket av de forskjellene som ble funnet i plommemassevekt ved klekking. De største forskjellene i absorpsjonshastighet ble imidlertid funnet i forholdet mellom de vanlige klekkebakkene og bakkene med astro-turf og mellom disse to systemene var det svært liten forskjell i plommemassevekt ved klekking. I kapittel 4.3.2 har jeg dessuten vist at til tross for at det var en signifikant forskjell i plommemassevekt mellom enkelte paralleller innenfor samme system på dag 3 så kunne det ikke registreres forskjeller i deres plommesekkabsorpsjonsrate. Det er derfor tydelig at det er effekter av inkubasjonsmetoden som gir hovedforskjellene i absorpsjonsrate mellom systemene. Plommemasstens effekt på absorpsjonshastigheten sees best ved å se på spredningen i plommemassevekten (standardavvik for plommemassevekt i tabell I). Denne synker etter hvert som plommemassevekten synker noe som trolig er en effekt av at larver med mye plommemasse ved klekking absorberer plommemassen raskest.

Leon (1975) mente at en senkning av oksygenmetningen i larvenes mikromiljø kunne forklare forskjellene i absorpsjonsrate og Brannon (1965) og Hamor og Garside (1977) fant at lav oksygenmetning inhiberte absorpsjonsraten hos henholdsvis sockeye salmon og atlantehavslaks. Fedorov og Smirnova (1978) fant at høye konsentrasjoner av  $\text{NH}_3$  hadde den samme virkningen på pukellaks. Når en tar i betraktning den høye vanngjennomstrømmingen i klekkesystemene er det imidlertid temmelig usannsynlig både at  $\text{O}_2$  metningen og  $\text{NH}_3$  konsentrasjonen i vannet skal kunne nå verdier som kan påvirke plommesekkabsorpsjonsraten. Nå

er imidlertid ikke alt vannet som strømmer gjennom systemet tilgjengelig for larvene fordi disse ligger samlet i tette ansamlinger i hjørnene (se 4.12.2). At det kan skje en senkning av oksygenmetningen slik det er foreslått av Leon (op. cit.) eller en økning i konsentrasjonen av  $\text{NH}_3$  innen hjørneansamlingene kan derfor ikke utelukkes.

Det er imidlertid klart at det å plassere fisk i et kunstig miljø med strømmende vann må påføre fisken stress (Love, 1980), og i de brukte klekkesystemene er vanngjennomstrømningen enorm i forhold til det som finnes i naturen (f.eks. Wickett, 1954). I tillegg til den høye strømhastigheten kommer faktorer som plutselige forandringer i lysintensiteten, renholdsrutiner, og for larvene uten substrat en mangel på vertikal støtte. Hvilke fysiologiske forandringer som skjer i fiskelarver i forbindelse med slikt stress vites ikke fordi slike undersøkelser ikke er gjort på larvestadiet. Man kan bare anta at larvenes fysiologiske respons på stress ikke vil være så veldig ulik responsen i eldre individer.

I forbindelse med aktivitetsstress hos fisk er det påvist at dette påvirker fysiologien blandt annet ved økning av melkesyre i muskel (Stevens og Black, 1966; Black, Bosomworth og Docherty, 1966) og i blodet (Black, Manning og Hayashi, 1966). Det er også funnet at aktivitet og det medfølgende stress fører til økninger i nivået av cortisol og catecolamine hormoner i blodet (Fagerlund, 1967; Nakano og Tomlinson, 1967). Hvorvidt slike fysiologiske forandringer vil påvirke plommesekkabsorpsjonen er imidlertid usikkert. Det er imidlertid helt klart at andre former for stress reduserer plommesekkabsorpsjonsraten. Absorpsjonsraten øker vanligvis med økende temperatur (Hamor og Garside, 1977; Peterson, Spinney og Sreedharan, 1977; Gunnnes, 1979; Heming, 1982), men Hayes og Pelluet (1945) fant en reduksjon i absorpsjonsraten ved høy temperatur. Likeledes er det kjent at lav oksygenmetning (Brannon, 1965; Hamor og

Garside op.cit.) og høy konsentrasjon av  $\text{NH}_3$  (Fedorov og Smirnova, 1978) inhiberer plommesekkabsorbsjonsraten. Men også suboptimal salinitet hos saltvannsfisk (Lasker og Theilacker, 1962), kunstig lys (Eisler, 1957) og subletale konsentrasjoner av herbicider (Woodward, 1976) er kjent for å ha samme virkning. Rosenthal og Alderdice (1976) nevner dessuten blant annet forandringer i absorpsjonsraten som typiske stressresponser i plommesekkklarver av marine arter. Det virker derfor sannsynlig at også aktivitetsstress vil kunne inhibere plommesekkabsorpsjonen.

### 5.2.3 PLOMMSEKKMORFOLOGI, AVSNØRINGER

Det er tidligere framsatt tre teorier om mulige årsaker til plommesekkavsnøring. Nedenfor er disse diskutert i kronologisk rekkefølge i underkapitlene fra 5.2.3.1 til 5.2.3.3.

#### 5.2.3.1 TEORI 1. DUMAS (1966).

Dumas (1966) klekket rogn av atlanterhavslaks. Larver som var nedgravet i en elv (i en ikke beskrevet beholder) ved temperaturer som varierte mellom  $0.9\text{ }^{\circ}\text{C}$  og  $6.3\text{ }^{\circ}\text{C}$  utviklet ikke avsnøringer. I klekkeriet fikk imidlertid larver inkubert i klekkebakker ved  $13.5\text{ }^{\circ}\text{C}$  og  $18.9\text{ }^{\circ}\text{C}$  avsnøringer. Avsnøringene utviklet seg først ved  $18.9\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

Dumas hevder at laksen fra naturens side er tilpasset en lang inkubasjonsperiode, og at den derfor har en overflod av plommemasse som skal bringe den fram til det stadiet hvor den begynner å spise. Han påpeker dessuten at hvis vanntemperaturen i klekkeriet er høyere enn i naturen vil eggene klekke tidligere, yngelen vil vokse hurtigere og spise tidligere enn i vill tilstand. Dette mener han vil føre til at tilgjengelig mengde plommemasse blir større enn behovet og at det overflødig derfor blir knepet av for at yngelen tidligere skal kunne

begynne å ta for utenfra.

Dataene fra denne oppgaven viser imidlertid at larver som er inkubert i astro-turf ikke utvikler plommesekkavsnøringer, mens larver som er inkubert ved samme temperatur i en vanlig klekkebakke snart utvikler disse deformasjonene. I et annet forsøk ved Akvakulturstasjonen Matre (egne upubl. data) ble lakselarver inkubert ved temperaturer helt opp i 16 °C uten å utvikle plommesekkavsnøringer. Grupper inkubert i vanlige klekkebakker fikk imidlertid kraftige avsnøringer. Leon (1975) kom til samme resultat da han testet hvilken virkning plast-sadler hadde på plommesekkyngel av atlanterhavslaks. Ved overføring til startforing hadde yngelen fra systemene uten substrat kraftige plommesekk-avsnøringer. Larver inkubert i plastsadler utviklet ikke plommesekkavsnøringer.

Disse tre uavhengige observasjonene viser lakselarver som er inkubert i et substrat absorberer plommesekken normalt selv ved temperaturer som akselererer utviklingen utover det som er normalt under naturlige forhold.

#### 5.2.3.2 TEORI 2. JOCHIMSEN OG BEDELL (1968).

Jochimsen og Bedell (1968) testet en inkubator for chinook salmon. I inkubatoren som var 30 x 30 x 60 cm og hadde en vanngjennomstrømning på 45 liter/min, ble det inkubert 41.000 egg. I enkelte tester fikk de alvorlige plommesekkavsnøringer og opp til 30% dødelighet. De bemerker at upwellingene førte til at larvene var i konstant aktivitet. De fant dessuten at larver inkubert ved en gjennomsnittstemperatur på 10.4 °C hadde en mild grad av plommesekkavsnøring, men at de utviklet seg normalt og uten unormal dødelighet. Larver inkubert ved en gjennomsnittstemperatur på ca 16.9 °C fikk imidlertid ekstreme plommesekkavsnøringer, noe som igjen førte til høy dødelighet.

Jochimsen og Bedell fremholder to mulige årsaker. Den første



teorien er at den unaturlige rullende bevegelsen til larvene kan føre til at plommesekken skades ved skraping mot bunn og side i inkubatoren. Denne teorien er siden blitt støttet av Poon (pers. komm. i Emadi, 1973).

Skader på plommesekken som er forårsaket av skraping mot bunn og sider i klekkebakken er meget lette å kjenne igjen fordi vannet trenger inn gjennom skadestedet. Kontakten med vannet får plommemassen til å koagulere og den koagulerte plommemassen tegner seg som en tydelig hvit flekk i plommemassen. I mitt forsøk ble slike skader kun observert på larver som var blitt sugd mot utstrømsristen. En annen svakhet med denne teorien er at den ikke forklarer forlengelsen av plommesekken (kapittel 4.6.1). Jeg vil dessuten anta at hvis det var tilfelle at plommesekken fikk avsnøringer på grunn av skraping mot vegger og bunn så ville substrater med en grov overflate slik som grus og astro-turf også frembringe disse deformasjonene.

#### 5.2.3.3 TEORI 3. JOCHIMSEN OG BEDELL (1968).

Som en alternativ mulighet mener Jochimsen og Bedell at de høye tetthetene i det aktuelle klekkesystemet kan føre til en økning i konsentrasjonen av de metabolske avfallsproduktene  $\text{CO}_2$  og  $\text{NH}_3$  i blodet. En slik mulig konsentrasjonsøkning ville kunne skape en kjemisk ubalanse og virke inn på plommesekken f. eks ved å tvinge denne til å lagre disse stoffene.

I kapittel 4.6 har jeg imidlertid vist at larver i astro-turf ikke utvikler plommesekkevsnøringer, mens larver som er inkubert ved samme tetthet i vanlige klekkebakker snart utvikler slike deformasjoner. Hypotesen om lagring av avfallsprodukter er i det hele meget usannsynlig. Plommemassen er bortsett fra triglyceridfraksjonen en fullstendig homogen masse. En metabolittopphopning i denne ville følgelig forgifte hele plommemassen og ikke bare deler av denne.

#### 5.2.3.4 EN ALTERNATIV TEORI OM PLOMMESEKKAVSNØRING

En mer sannsynlig årsak enn de som er beskrevet i kapitlene 5.2.3.1 til 3 er at en forhøyet svømmeaktivitet hos larvene skaper en bakoverrettet og sidelengs kraft på plommesekken som får den til å forlenges. Etter hvert som plommesekken blir lenger og smalere vil kreftene føre til at den bakre del av plommesekken beveger seg sidelengs og avsnøringene dannes.

Hvis denne teorien er riktig ville en forvente at graden av avsnøringer øker med økninger i faktorer som øker larveaktiviteten. Dette viser seg da og å være tilfelle. Larveaktiviteten øker med temperaturen og både Dumas (1966) og Jochimsen og Beddel (1968) fant at avsnøringsproblemet var størst ved høye temperaturer. Tilsvarende resultater er siden funnet for ketalaks, pukkellaks, sockeye salmon og chinook x pukkellaks hybrid (Emadi, 1973). Emadi (op.cit.) fant dessuten at ved 14 °C økte graden av deformasjoner hos sockeye salmon med strømhastigheten, også en faktor som øker larveaktiviteten.

Emadi (1973), Leon (1975; 79), Kapuscinski og Lannan (1983) og kapittel 4.6 viser at deformasjonene lett kan unngås ved benytte et klekkesubstrat. Dette er trolig fordi substratene senker larveaktiviteten.

Blaxter (1969) beskriver plommesekken som relativt sett enorm og antagelig med hydrodynamiske ulemper. I den første tiden etter klekking skjer det da også en forandring i formen fra en rund til en mer langstrakt form (se kapittel 4.6.1). Stuart (1953) mente at denne formforandringen gjorde det lettere for larvene å bevege seg i hulrommene i substratet. Den ekstra forlengelsen som ble observert hos larvene i de vanlige klekkebakkene og klekkekassene er trolig en funksjon av en høyere aktivitet (se kapittel 5.2.9).

I figur 3.8.2 kan en se at innsnevringene i plommesekken

alltid dannes i umiddelbar nærhet av plommesekkens bakre feste i kroppen. Dette er det området hvor den sidelengs virkende kraften vil gi størst bevegelse i plommesekken. Hos f.eks arktisk røye forekommer aldri plommesekkavsnøringer. Aasjord (1980) foreslo at dette hadde sin årsak i at denne arten ikke har den avlange plommesekken som er så typisk for laks. Disse antagelsene er trolig korrekte da en plommesekk som mangler den bakre avlange delen ikke påvirkes av de samme krefter ved svømmeaktivitet.

#### 5.2.3.5 PLOMMESEKKAVSNØRINGENS BIOLOGISKE SIGNIFIKANS

Plommesekkavsnøringene kan tenkes å påvirke larvene/ungelen negativt på flere måter. I de tilfeller hvor plommemassen snøres av vil dette bety en reduksjon i larvenes næringstilgang og størrelse, et aspekt som er diskutert nærmere i kapittel 5.2.8. Hvis i tillegg avsnøringen inneholder fettdråpen vil dette medføre en kjemisk ubalanse i larven. En slik fjerning av den mest energirike fraksjonen i plommemassen kan påvirke både vekst og overlevelse i den første startforingsperioden. Burrows (1969) fant at lave fettreserver i klekkeriklekket yngel virket negativt på overlevelsen. Fettdråpen inneholder i tillegg carotenoider som kan være av vesentlig betydning for yngelen på dette stadiet. Torrissen (1984) nevner blant annet at carotenoidene kan øke larvenes motstandskraft mot høye temperaturer og høye ammoniumkonsentrasjoner og at de dessuten kan ha en respirasjonsfunksjon ved lave oxygenkonsentrasjoner. Stevens (1949) fjernet oljedråpen fra plommesekken hos ørret ved å snøre av denne fraksjonen med en silketråd. Resultatet ved absorbert plommemasse var larver som var litt mindre enn normalt og som dessuten hadde svært få og bleke kromatoforer i huden.

I tillegg kan det tenkes at avsnøringspunktet er svakt når det gjelder inntrengning av vann og mikrobielle angrep.

#### 5.2.4 PLOMMSEKKMORFOLOGI, FETTRÅPEPlassERING

Observasjonene om forskjeller i fettdråpeplassering hos larver inkubert i substrat og i vanlige klekkebakker er i samsvar med tidligere observasjoner gjort av Leon (1975). Plommemassen er flytende om enn temmelig viskøs og dette betyr at fettdråpen, som har lavere tetthet enn den resterende plommemassen, vil flyte opp og plassere seg på plommesekkens høyeste punkt. En slik vandring er tidligere observert av Leon (1979) som fant at fettdråpen flyttet seg fra en posisjon langt bak i plommesekken og helt fram når larvene ble flyttet fra en flatbunnet klekkeenhet til en med substrat.

Som nevnt i kapittel 4.12.2 varierte kroppsstillingen til de astro-turf inkuberte larvene fra en horisontal stilling til en stilling hvor kroppen sto i nesten 90 grader på bunnristen. Dette forklarer da også hvorfor variasjonen i fettdråpeplasseringen er så stor. De fleste larvene ble imidlertid stående noe tiltet framover slik at fettdråpeplassering 2 blir den absolutt mest fremtredende i dette systemet. Også i klemmekasene ble larvene utklekket i astro-turf og fettdråpeplassering 2 er følgelig relativt vanlig i den første perioden etter klekking. Etter hvert som larvene svømmer gjennom mattene og ned i grusen forandres trolig også larvenes kroppsstilling til en mer horisontal og fettdråpen flyter fram. Fordi fettdråpen ligger så langt framme ble heller ikke denne innleiret i avsnøringene og fettdråpeplassering 3 ble følgelig ikke registrert i dette systemet. Minkningen i antallet larver med fettdråpeplassering 1 fram til dag 30 i de vanlige klemmekakkene har sin årsak i at larvene i denne perioden inntar en stilling som Dill (1967) beskrev som "ploughing". I denne stillingen ligger den bakre del av plommesekken høyere enn den fremre og fettdråpen plasserer seg derfor bak. Samtidig skjer en avsnøring av plommesekkene og endel larver får følgelig fettdråpeplassering 3. Etter hvert som plommemassen minker blir imidlertid også disse larvene liggende horisontalt, og

frekvensen av fettdråpeplassering 2 minker. Frekvensen av fettdråpeplassering 1 kom imidlertid siden aldri over 20%. Dette har sin årsak i at når plommemassen blir mindre blir fettdråpen liggende mellom organene i bukhalen og den har derfor ikke mulighet til å bevege seg.

I et annet forsøk ved Akvakulturstasjonen Matre (egne upubl. data) er det observert at blodgjennomstrømningen i innsnevringen både kan bli redusert og stanse helt. Dette kan tyde på at tilgjengeligheten av fettdråpen i en innsnevring kan reduseres selv i de tilfeller hvor den ikke er snørt av.

#### 5.2.5 UTVIKLING I KJEMISK SAMMENSETNING

Alle tidligere observasjoner på kjemisk utvikling hos larver av laksefisk er gjort i flatbunnete klekkesystem. Sammenligninger av den kjemiske utvikling hos larver inkubert i forskjellige klekkesystem eller larver med forskjellig aktivitetsnivå er derfor så vidt vites aldri publisert.

Observasjonen om at protein utgjorde 67.4% av tørrstoffet ved klekking er i overensstemmelse med data på ørret (Phillips og Dumas, 1959). Tilsvarende verdi for eterekstraherbart fett var 13.0% som stemmer bra overens med de 12.3% triglyserid som ble funnet i nyklekkede larver av regnbueaure (Smith, 1952) og 12.1% som er funnet hos ørret (Tanagl og Farkas, 1904). Askeinnholdet ved klekking ble funnet å være 2.0% noe som er betydelig lavere enn hva som tidligere er funnet hos for eksempel ørret (Phillips og Dumas op cit.).

Utviklingen i proteinvekt pr. larve (figur 4.7.1) viser at i alle klekkesystemene er proteinene en viktig kilde både til embryovekst og til metabolske prosesser. Den høye aktiviteten til larvene i de vanlige klekkebakkene fører imidlertid til at mer protein brukes til aktivitet i dette systemet enn i systemene med substrat. Forbrukt protein ved slutten av plom-

mesekkstadiet ligger vanligvis i nærheten av 40% av den totale proteinmengden (Hollet og Hayes, 1946). Tilsvarende beregnet verdi for de vanlige klekkebakkene var 37.4%, mens verdien for larvene i bakkene i astro-turf var 26.4%. Klekkesubstratet forbedrer følgelig proteinutnyttelsen betydelig.

Utviklingen i fettvekt pr. larve (tabell 4.7.2) viser at det eterekstraherbare fettene ikke metaboliseres før etter at larvene er overført til startforing. Dette er i overensstemmelse med observasjoner gjort av Smith (1957). De signifikante forskjellene i fettvekt mellom larvene i de vanlige bakkene og bakkene med astro-turf på dag 56 viser dessuten at larvene i astro-turf enten begynner å forbrenne denne fettfraksjonen tidligere eller forbrenner den raskere.

Det konstante forløpet for askevekten pr.larve er som forventet da det på dette stadiet hverken tilføres eller forbrukes aske.

Observasjonene om at det prosentvise innhold av både protein, fett, og aske enten stiger eller holder seg konstant fra klekking til dag 36 tyder på at en annen fraksjon av plommemassen forbrennes med en selektivt høyere rate i denne perioden. Fordi karbohydratforbrenning kan neglisjeres for alle praktiske formål (Smith, 1957) skjer forandringene trolig i den ikke-ekstraherte fettfraksjonen. Dette er overensstemmende med Smith (1952) som fant at det var ikke-glycerid fett, sannsynligvis fosfolipider som forbrennes helt fram til slutten av plommesekkstadiet. Den høyere økningen i larvene i de vanlige klekkebakkene tyder dessuten på at forbrenningen av denne fraksjonen er mer intensiv i dette systemet enn i de to andre. Fordi hverken den ekstraherte eller ikke-ekstraherte fettfraksjonen er blitt identifisert er det imidlertid vanskelig å trekke konklusjoner ut ifra resultatene.

### 5.2.6 MORFOLOGISK UTVIKLING

Hos mange fiskearter finner en en metamorfose som markerer en forandring fra larve til voksen form. Hos laksefisk kan den morfologiske utvikling sees på som flere gradvise metamorfoser (Blaxter, 1969 og D.H.A Marr pers. komm. i Blaxter (1969)). Vanligvis påvirkes den morfologiske utvikling av de samme faktorer som påvirker absorpsjonsraten (kapittel 5.2.2). Utviklingsraten er imidlertid i hovedsak bestemt av temperaturen (Kinne og Kinne, 1962), men påvirkes også av stress som f.eks oksygenmangel (Garside, 1966). Den tilgjengelige mengde energi kan trolig og påvirke den morfologiske utvikling. Wallace og Aasjord (1984b) fant høyere startforingsdødelighet hos røyeyngel fra små enn fra store egg og mente at dette hadde sammenheng med at en utilstrekkelig mengde plommemasse førte til en manglende morfologisk utvikling. I et annet forsøk (Wallace og Aasjord 1984a) ble det funnet sammenheng mellom lav utnyttelseseffektivitet og høy startforingsdødelighet. Dette er i overensstemmelse med resultatene i mitt forsøk.

Forskjellene i den morfologiske utvikling kan derfor trolig forklares ved forskjellene i aktivitet i klekkesystemene. Lakselarven trenger en viss mengde tilført energi for at den morfologiske utvikling skal forløpe normalt. Hvis for mye av denne energien går med til å opprettholde et høyt aktivitetsnivå vil det bli for lite energi tilovers til den morfologiske utvikling og denne retarderes. Reduksjonen i absorpsjonshastigheten (kapittel 4.3.2) vil ytterligere forsterke denne effekten. Stress er allikevel trolig den viktigste årsaken til forskjellene i den morfologiske utvikling .

### 5.2.7 DØDELIGHET

Resultatene på dødelighet er overensstemmende med hva som tidligere er funnet av Leon (1979) på samme art. Leon (op.cit)

fant dødeligheter på 4.1 og 21.5% i løpet av en 45 dagers foringsperiode på yngel klekket henholdsvis i plastsadler og i flatbunnede klekkeenheter. Hansen (1984) fant dødeligheter på 4.9 og 9.5% i løpet av de første 151 dagene etter klekking hos sjøaure larver/yngel fra henholdsvis klekkebakker med og uten astro-turf.

Klekkesubstratene hadde ingen innvirkning på antallet larver med deformasjoner noe som er naturlig da slike deformasjoner trolig blir dannet tidligere i embryonalutviklingen. Heller ikke på plommesekkvatersott så substratet ut til å ha noen effekt. Av de "kjente" dødsårsakene ble det kun funnet effekt på antallet larver som ble sugd mot utstrømsristen. I klekkerier er dette et vanlig forekommende problem, og skjer hvis ikke eggskall fjernes fra bakken hele tiden under klekking. Strømmen er normalt ikke sterk nok til at larvene suges inn mot risten. Men når størsteparten av utstrømsristen er dekket av eggskall minker silflaten og suget øker. Her suges larvene mot, plommesekken dras igjennom, skades, og larvene dør. Larvene som ble klekket i bakkene med astro-turf svømte umiddelbart etter klekking ned gjennom sorteringsristen (se kapittel 4.12.1) og unngikk dermed å bli sugd på risten.

#### 5.2.7.1 ANDRE ÅRSAKER TIL DØDELIGHET

Høy dødelighet i forbindelse med plommesekkdeformasjoner er observert av Fish og Burrows (1939) på ketalaks og Jochimsen og Bedell (1968) på chinook salmon, og har trolig bidratt til å øke dødeligheten hos larvene i de vanlige klettebakkene. Til tross for et innslag av avsnøringer absorberte larvene i klettekassene plommemassen normalt slik at disse trolig ikke har hatt innvirkning på dødeligheten i dette systemet.

Hyperaktivitet kan i ekstreme tilfeller føre til dødelighet (Black, 1958), men er ikke noen sannsynlig dødsårsak i dette forsøket. Den høye aktiviteten kan imidlertid ha bidratt til å



øke dødeligheten i de vanlige klekkebakkene, da det er et kjent fenomen at stress selv på et relativt lavt nivå senker motstandskraften mot blant annet sykdom (Bullock og Snieszko, 1969).

Hurley og Brannon (1969) fant en forhøyet dødelighet i grupper av sockeye salmon overført tidlig til startforing. Dette er i samsvar med Twongo (1975) sin antagelse om at tidlig foring kunne føre til dårlig karmiljø og økt dødelighet. Bilton og Robins (1973) kunne imidlertid ikke påvise en slik sammenheng for sockeye salmon og dette er i samsvar med resultater på andre arter slik som canadisk bekkerøye og atlantehavslaks (Atkins, 1906), regnbueaure (Twongo, 1975) og arktisk røye (Wallace og Aasjord, 1984a). Om forskjeller i mengden plommemasse ved overføring til startforing kan forklare forskjellene i dødelighet mellom yngelen fra de vanlige klekkebakkene og klekkebakkene med astro-turf er imidlertid usikkert. Mest sannsynlig er det at startforingsdødeligheten hos yngelen fra de vanlige bakkene er forårsaket av en kombinasjon av faktorer som liten svak yngel og mye plommemasse og følgelig liten svømmevne og liten evne til å ta for. Alle de ovenfor nevnte faktorer vil blant annet øke sannsynligheten for utbrudd av gjellebetennelse. Wallace og Aasjord (1984a;b) sin teori om manglende morfologisk utvikling (se også kapittel 5.2.6) kan trolig også forklare noe av dødeligheten spesielt i den siste perioden av startforingen.

For sen overføring til startforing er blitt rapportert å øke dødeligheten hos chinook salmon (Heming, McIneray og Alderdice, 1982) og kan trolig forklare startforingsdødeligheten hos yngelen fra klekkekassene. Hos arktisk røye er det imidlertid ikke funnet sammenheng mellom sen overføring og dødelighet (Wallace og Aasjord (1984a).

### 5.2.8 STARTFORINGEN

I underkapittel 5.2.1 ligning 5.3 har jeg gitt basisligningen for vekst og energiomsetning i larvene på plommesekkstadiet. Etter overføringen til startforing får yngelen tilgang på energi utenfra i form av fôr og basisligningen blir da:

$$dB = C_p + C_f - (U+R) \quad (5.5)$$

$C_f$  = den totale energi i opptatt for

I den første perioden etter overføringen til startforing og fôr foropptak er etablert vil fortsatt plommemassen være yngelens eneste kilde til energi. Initieringen av det første foropptaket har trolig sammenheng med reduksjonen i tilgjengelige næringsstoffer på slutten av plommesekkstadiet (Dill, 1970; Twongo, 1975). Når så det første foropptaket er kommet i gang vil så en større og større del av den omsatte energi komme fra foret. Denne overlappingen i plommesekkabsorpsjon og foropptak har sannsynligvis betydning for overlevelsen (Wallace og Aasjord, 1984a) og er rapportert for canadisk bekkerøye (Leach, 1924), ketalaks (Disler, 1953), regnbueaure (Twongo, 1975), chinook salmon (Heming, McInerey og Alderdice, 1982) og røye (Wallace og Aasjord op.cit.), foruten for atlanterhavslaks (Hansen og Torrissen, 1984).

Forskjellene i vekst i favør av yngelen fra de vanlige bakkene i første startforingsperiode er i overensstemmelse med hva Leon (1979) fant i et forsøk hvor han sammenliknet startforingen av atlanterhavslaks fra et flatbunnet klekkesystem og et system med innlagte plastsadler. Den samme effekten er dessuten observert ved klekking av sjøaure i klekkebakker med og uten astro-turf (Hansen, 1984). Leon (op. cit.) mente at dette hadde sin årsak i forskjeller i mengden plommemasse ved overføring. Også i mitt forsøk (se kapittel 4.3.2) og i det tidligere refererte forsøket på sjøaure (Hansen op. cit.) var plommesekkabsorpsjonen kommet signifikant lenger i de substrat-

klekkede gruppene enn i gruppene fra de vanlige klekkebakkene ved overføringen til startforing. I perioder med lavt foropptak og lite utviklet tarmkanal, vil yngel med størst plommemasserererver og/eller høy effektivitet i omdannelsen av plommemasse til kroppsvev ha den beste veksten. Dette er også i godt samsvar med hva som er rapportert for blueback og chinook salmon av Palmer et al. (1951).

Ut fra dataene er det klart at totalt sett vokste yngelen fra bakkene med astro-turf mer enn yngelen fra de vanlige klekkbakke. Dette er i samsvar med resultater på laks (Leon, 1975; 79; Hansen og O. Torrissen, 1984) og sjøaure (Hansen, 1984). Dette er sannsynligvis et resultat av en større og kraftigere kropp, et tidligere foropptak og en mer framskreden plommesekabsorpsjon og morfologisk utvikling.

Larvenes kroppstørrelse er viktig fordi store larver er ventet å være sterkere, bedre svømmere og mindre utsatt for skader (Blaxter, 1969). Bams (1969) fant en signifikant korrelasjon mellom størrelse og svømmeevne hos uforet yngel av sockeye salmon. Dette vil igjen føre til at store larver tidligere tar fôr. Leon (1979) fant at yngel klekket i substrat tok fôr tidligere enn yngel fra flatbunnete klekkeenheter. Stor aktiv yngel med tidlig foropptak og lav dødelighet er dessuten faktorer som vil øke selvrengingen i karet. Dette vil igjen gi et bedre miljø og økt trivsel og vekst. Et lignende forhold og lignende resultater får en når en sammenligner vekst hos yngel fra rogn av forskjellig størrelse. Aasjord (1980) viste at eggstørrelsen hadde betydelig innvirkning på tidlig vekst i startforingsperioden hos sjørøye (Salvelinus alpinus).

Den mer framskredne absorpsjonsstatus hos yngelen fra bakkene med astro-turf medvirker og trolig signifikant. Dette fordi larvenes svømmeevne er relatert til absorpsjonsstatus med økende svømmeevne etter hvert som plommesekken minker (Thomas, Banks og Greenland, 1969). Spredningen i karet (se kapittel 4.

12.3) er trolig og en funksjon av mengden plommemasse og viser at yngelen fra bakkene med astro-turf får økt mobilitet på et tidligere tidspunkt enn larvene fra de vanlige bakkene.

Den dårlige startforingsveksten hos larvene fra klekkekassene er trolig et resultat av en for sen overføring til startforing (figur 4.10.1). Også for andre arter slik som røye (Wallace og Aasjord, 1984a) chinook salmon (Heming et al. 1982) og blueback og chinook salmon (Palmer et al. 1951) er det funnet en sammenheng mellom sen overføring og lav tilvekst.

Hvis differensieringen av fettfinnen også er representativ for utviklingen av tarmkanalen så betyr dette at larvene i astro-turf og kasser hadde omtrent 6 dagers forsprang i morfologisk utvikling ved overføring til startforing. Differensieringen av fettfinnen trenger imidlertid ikke være representativ fordi det godt kan tenkes at utviklingen av et livsnødvendig organ slik som tarmkanalen prioriteres. En slik synkronisering mellom vev/ organdifferensiering og behovet for disse er blant annet påpekt av Twongo (1975). Dette kan muligens være årsaken til at Hansen og K. Torrissen (1984) fant at yngel fra astro-turf og vanlige klekkebakker viste liten forskjell i utviklingen av proteasene pepsin og trypsin i tarmen og som tydet på at det eksisterte små forskjeller både i differensieringen av tarmen og i evnen til å utnytte et for.

#### 5.2.9 ATFERD

De mest fremtredende forskjellene i atferd mellom de to typene klekkebakker ble funnet i larvenes aktivitet, plassering i bakkene og respons på et fysisk tilleggsstimuli slik som lys.

De observerte forskjellene i aktivitet er i meget god overensstemmelse med observasjoner gjort av Marr (1963) på ørret. Han observerte at larvenes bevegelsesaktivitet var mindre på

en overflate med groper enn på en plan flate. På en plan flate rullet larven over på siden og reagerte øyeblikkelig med svømmeaktivitet noe som stabiliserte larven i det vertikale plan. Et underlag med groper reduserte siderulling og fjernet dermed også stimuliet som utløste svømmeaktiviteten. Bams (1967) bekreftet disse observasjonene med sine undersøkelser på sockeye salmon og kalte responsen "the innate righting respons" (den medfødte likevektsrespons).

I en vanlig klekkebakke kan larvene tilfredstille denne preferansen for vertikal stabilitet på to måter:

1) ved svømming (som beskrevet ovenfor).

2) ved å trenge seg sammen i hjørnene og dermed få støtte både av veggene og hverandre.

Dill (1977) gjorde atferdsobservasjoner på larver av laks og regnbueørret og fant at de nyklekkede larvenes bevegelser førte til at de samlet seg i hjørnene i et glassakvarie. Ansamlingene var størst i hjørnene som vendte fra lyskilden og var størst i den perioden hvor larvenes siderulling var mest fremtredende. Dill (op. cit.) støtter opp om funnene til Marr (op. cit.) idet han og mener at støtten larvene får av glassveggene og de andre larvene senker aktiviteten og forårsaker larveansamlingene, men påpeker også larvenes tydelige fotonegative atferd. Lignende observasjoner på larveansamlinger i flatbunnete kletteenheter er også gjort av Stuart (1953) og Leon (1979)

Likevekten i det vertikale plan blir opprettholdt selv om dette som i tilfelle med plane underlag betyr meget høye energetiske kostnader. Svømmeaktiviteten er imidlertid trolig noe larven tyr til kun i det tilfelle at likevekten ikke kan opprettholdes på annen måte. Dette er vist av Marr (1967) som

fant at uten substrat sank yngelstørrelsen med økende strømhastighet . Med substrat kunne det ikke på vises forskjeller i størrelse som en funksjon av strøm. Stuart (1953) mente at ansamlingene i hjørnene var en følge av utmatting hos larvene. En meget avgjørende observasjon i denne sammenheng ble gjort av Woodhead (1957) som i et forsøk studerte aktivitetsmønsteret hos larver i flatbunnete forsøksenheter under konstant belysning. Larvene viste en tydelig aktivitetsrytme hvor aktiviteten økte til en topp ca hvert 15 min hvorpå den fallt igjen til en lav verdi. Woodhead (op. cit.) mente at rytmen kunne være forårsaket av utmattelse og påfølgende restituering. I løpet av 90 minutters belysning ble det heller ikke funnet noen adaptering til lysstimuliet.

Larvene er helt fram til det første foropptaket sterkt fotonegative. En plutselig opplysning av miljøet vil derfor stresser larvene i høy grad. At larvene i de vanlige klekkebakkene reagerte sterkere på det plutselige lyset er trolig at lyset som stressfaktor kommer i tillegg til det stress som den manglende vertikale støtten påfører larven. Summen av disse to stressfaktorene setter trolig igang en fluktrespons hos larvene. Denne observasjonen er tidligere gjort av Stuart (1953).

### 5.3 AVSLUTTENDE KOMMENTAR

Resultatene fra dette forsøket illustrerer godt hva som kan skje når man i en oppdrettssituasjon ikke tar nødvendige hensyn til de tilpasninger den oppdrettete arten har utviklet til sitt naturlige miljø. I moderne klekkerier har klekkesystemene utviklet seg til å bli tilsynelatende funksjonelle (utifra røkterens synspunkt). Samtidig har man fjernet et av laksens grunnleggende behov (substratet) noe som medfører stress, dårlig vekst og høy dødelighet.

Laksen har vanligvis vært oppfattet som en vanskelig art å startfore. Resultatene fra denne oppgaven og også senere erfaringer med klekkesubstrat ved Akvakulturstasjonen Matre og hos kommersielle oppdrettere har vist at dette ikke er tilfelle. Som et avsluttende eksempel kan nevnes at i en større undersøkelse som er gjort som en videreføring av denne oppgaven (Hansen og O. Torrissen, 1984), har vi fått meget sterke indikasjoner på at bruken av klekkesubstrat vil øke utbyttet ettårssmolt sett i relasjon til bruken av de tradisjonelle metodene.

## KAPITTEL 6. SAMMENDRAG

### FORMÅL

Formålet med forsøket var å undersøke et klekkesubstrats effekt på plommesekkstadiet hos laks, og å gjøre en kvalitetsundersøkelse på yngelen fra klekkesubstratet.

### MATERIALE OG METODE

Forsøket ble satt opp med ni klekkeenheter. Disse var fordelt med tre enheter (paralleller) på i alt tre forskjellige systemer. To av systemene, som besto av vanlige klekkebakker og vanlige klekkebakker hvor bunnen var dekket av astro-turf kunstgress fulgte en helt vanlig klekkerisyklus med klekking og rengjøring. Larvene i disse systemene ble overført til startforing samtidig. For at det skulle være mulig å følge også den siste del av plommesekkstadiet uten påvirkning av foring, ble imidlertid noen larver holdt tilbake i klekkeenhetene.

Det siste systemet som besto av kasser med flere lag astro-turf ble foruten prøvetakingen mer eller mindre overlatt til seg selv. Yngelen fikk vandre fritt ut og ble overført til startforing etter hvert som de kom ut av systemet.

I løpet av klekkeriperioden ble lengde (både kropp og plommesekk) tørrvekt, protein, fett, aske, og morfologi (kropp og plommesekk) registrert. I startforingsperioden ble våtvekt brukt som hovedmål på yngelvekst, men tørrvekt ble registrert i tillegg ved forsøkets avslutning. Både i klekkeriet og under startforingen ble dødelighet og også til en viss grad larve og yngelatferd registrert.

### RESULTATER OG DISKUSJON

Mellom larvene i klekkebakkene med astro-turf og i klekkekassene ble det funnet bare små forskjeller. Larvene i klekkekassene



utviklet noe mer plommeseckinnsnevninger og hadde vanligvis fettdråpen plassert lenger framme enn larvene i bakkene med astro-turf. De største forskjellene ble funnet under startforingen da yngelen fra klekkekassene både hadde dårligere vekst og høyere dødelighet enn yngelen fra bakkene med astro-turf. Dette har trolig sin årsak i en for sen overføring til startforing for yngelen fra klekkekassene.

Mellom larvene i substrat (bakker med astro-turf og klekkekasser) og de vanlige klekkebakkene var imidlertid forskjellene store. Sett i forhold til larvene i substrat utnyttet larvene i de vanlige klekkebakkene mindre av plommemassen til vekst. De hadde dessuten lavere plommeseckabsorpsjonsrate, utviklet tidlig plommeseckdeformasjoner, hadde en langsommere morfologisk utvikling og høyere dødelighet. Yngelen vokste dessuten langsommere under startforingen enn yngelen fra bakkene med astro-turf. Mangel på et støttende substrat og medfølgende høy aktivitet og stress er hovedårsaken til forskjellene mellom systemene.

*Synes å være?!*

KAPITTEL 7. REFERANSER

- ALLEN, S.E., GRIMSHAW, H.M., PARKINSON, J.A. og QUARMBY, C.  
1974. Chemical analysis of ecological materials.  
Blackwell Scientific Publications, Oxford, 565pp.
- ANON. 1982. Årsmelding 1981 fra Fisk og Forsøk. Fisken og Ha-  
vet Ser. B 4: 40pp.
- AMOSOV, V.A. 1960. Changes in weight and length of fish after  
fixation in formalin followed by soaking in water.  
Voprosy Ichtiologii 16: 187-190. Fish. Res. Board  
Can. Transl. Series No. 452.
- ATKINS, G.C. 1906. Experiments in fasting of fry. Trans. Am.  
Fish. Soc. 35: 123-136.
- BABCOCK, J.P. 1911. Some experiments in the burial of salmon  
eggs suggesting a new method of hatching salmon and  
trout. Trans. Am. Fish. Soc. 40: 393-395.
- BAGENAL, T. B. 1969. Relationship between egg size and fry sur-  
vival in brown trout. (Salmo trutta L.). J. Fish  
Biol. 1: 349-353.
- BAGENAL, T.B. og TESCH, R.W. 1978 Age and growth. pp. 101-130.  
I: BAGENAL, T.B. (red.). Methods for assesment of  
fish production in freshwaters. IBP handbook no. 3.  
Blackwell Sci. Publ. Oxford.
- BAILEY, J.E. og TAYLOR, S.G. 1974. Salmon fry production in  
a gravel incubator hatchery, Auke Creek, Alaska. 1971-  
72. U.S. Dep. Commer. NOAA Tech. Memo. NMFS ABFL-3.  
13pp.

- BAILEY, J.E., PELLA, J.J. og TAYLOR, S.G. 1976. Production of fry and adults of the 1972 brood of pink salmon, Oncorhynchus gorbuscha, from gravel incubators and natural spawning at Auke Creek, Alaska. Fish Bull. U.S. 74: 961-971.
- BAILEY, J.E., RICE, S.D., PELLA, J.J og TAYLOR, S.G. 1980. Effects of seeding density of pink salmon Oncorhynchus gorbuscha eggs on water chemistry, fry characteristics, and fry survival in gravel incubators. Fish Bull. 78: 649-658.
- BAMS, R.A. 1967. Differences in Performance of Naturally and Artificially propagated sockeye salmon migrant, as measured with swimming and predation tests. J. Fish. Res. Bd. Can. 24: 1117-1153.
- BAMS, R.A. 1969. Adaptions of sockeye salmon associated with incubation in stream gravels. pp. 71-87. I: T.G. Northcote (red.) Symposium on salmon and trout in streams, 1968. H.R. MacMillan Lectures in Fisheries, Univ. British Columbia, Vancouver, B.C.
- BAMS, R.A. 1970. Evaluation of a revised hatchery method Tested on pink and chum salmon fry. J. Fish. Res. Bd. Can. 27: 1429-1452.
- BAMS, R.A. 1972. A quantitative evaluation of survival to the adult stage and other characteristics of pink salmon (Oncorhynchus gorbuscha) produced by a revised hatchery method which simulates optimal natural conditions. J. Fish. Res. Bd. Can. 29: 1151-1167.

- BAMS, R.A. 1974. Gravel incubators: A second evaluation on pink salmon, Oncorhynchus gorbuscha, including adult returns. J. Fish. Res. Bd. Can. 31: 1379-1385.
- BAMS, R.A. og SIMPSON, K.S. 1977. Substrate incubators workshop - 1976. Report on current state-of-the-art. Fish. Mar. Ser. Tech. Rep. No 689. 68pp.
- BILTON, H.T. og ROBBINS, G.L. 1973. The effect of starvation and subsequent feeding on survival and growth of Fulton Channel sockeye salmon (Oncorhynchus nerka). J. Fish. Res. Bd. Can. 30: 1-5.
- BLACK, E.C. 1958. Hyperactivity as a lethal factor in fish. J. Fish. Res. Bd. Can. 15: 573-86.
- BLACK, E.C., BOSOMWORTH, N.J. og DOCHERTY, G.E. 1966. Combined effect of starvation and severe exercise on glycogen metabolism of rainbow trout, Salmo gairdneri. J. Fish. Res. Bd. Can. 23: 1461-63.
- BLACK, E.C., MANNING, G.T og HAYASHI, K. 1966. Changes in ~~levels of haemoglobin, oxygen, carbon dioxide, pyruvate and lactate in venous blood of rainbow trout~~ Salmo gairdneri during and following severe muscular activity. J. Fish. Res. Bd. Can. 23: 738-95.
- BLAXTER, J.H.S. 1969. Development: Eggs and larvae. pp 177-252. I: Hoar, W.S. og Randall, D.J. (red.). Fish Physiology III. Academic Press Inc., New York and London.
- BLAXTER, J.H.S. og HEMPEL, G. 1963. The influence of egg size on herring larvae (Clupea harengus L.) J. Conc. Perm. Explor. Mer. 28: 211-240.

- BLAXTER, J.H.S. og HEMPEL, G. 1966. Utilization of yolk by herring larvae. J. Mar. Biol. Ass. U.K. 46: 219-234.
- BRANNON, E.L. 1965. The influence of physical factors on the development and weight of sockeye salmon embryos and alevins. Int. Pac, Salmon. Fish. Comm. Prog. Rep. no 12. 26 pp.
- BRETT, J.R. 1972. The metabolic demand for oxygen in fish, particularly salmonids, and a comparison with other vertebrates. Respir. Physiol. 14: 151-170.
- BRETT, J.R. og GROVES, T.D.D. 1979. Physiological energetics. pp 279-352. I: Hoar, W.S., Randall, D.J. og Brett, J.R. (red.). Fish physiology. Vol VIII: Bioenergetics and growth. Academic Press, London.
- BULLOCK, G.L. og SNIESZKO, S.F. 1969. Bacteria in blood and kidney of apparently healthy hatchery trout. Trans. Am. Fish. Soc. 107: 268-271.
- ~~BURGNER, R. L. 1962. Studies of red salmon smolts from the Wood River Lakes, Alaska. pp 251-316. I: Koo, T.S. (red.). Studies of Alaska Red Salmon. Washington Pub. Fisheries, N.S.~~
- BURROWS, R.E. 1969. The influence of Fingerling Quality on Adult Salmon Survivals. Trans. Amer. Fish. Soc. 4: 777-784.
- DAHL, K. 1918. Studies of salmon trout waters in Norway. Salm. Trout. Mag. 17: 58-79.

- DAHL, K. 1919. Studies of salmon trout waters in Norway. Salm. Trout Mag. 18, 16-33.
- DAVIS, G.E. og WARREN, C.E. 1971. Estimation of food consumption rates. pp 227-248. I: Ricker, W.E. Methods for assessment of fish production in fresh waters. 2. edition. IBP Handbook no. 3. Blackw. Sci. Publ.
- DILL, L.M. 1967. Studies on the early feeding of sockeye salmon alevins. Can. Fish Cult. 39: 23-34.
- DILL, P.A. 1970. On the development of diel activity rhythms in Atlantic salmon and rainbow trout. Ph.D. Thesis. Univ. of Western Ontario. London, Canada.
- DILL, P.A. 1977. Development of behaviour in alevins of Atlantic salmon Salmo salar and rainbow trout, Salmo gairdneri. Anim. Behav. 25: 116-121.
- DISLER, N.N. 1953. Ecological and morphological characteristics of the development of the Amur autumn chum salmon Oncorhynchus keta Walb. I: Pacific Salmon (Utvalgte artikler fram Sovjetiske tidsskrift). Israel Program for Scientific Translations, Jerusalem 1961. Office Tech. Serv., U.S. Dep. Comm., Washington D.C.
- DIXON, W.J. 1981. BMDP statistical software 1981. University of California Press, Berkley, 726 pp.
- DUMAS, R.F. 1966. Observations on yolk sac constriction in landlocked atlantic salmon fry. Prog. Fish-Cult. 28: 73-75.
- EDWARDS, D.J. 1978. Salmon and trout farming in Norway. Fishing

News Books Limited, Farnham, Surrey, England, 195pp.

EGIDIUS, E. og HELLAND HANSEN, O. 1973. Oppdrett av laksefisk i norske kystfarvann. Produksjon av egg og yngel. Fisken og Havet, serie B. 11: 129p.

EISLER, R., 1957. Some effects of artificial light on salmon and trout larvae. Trans. Am Fish. Soc. 87: 151-162.

EMADI, H. 1973. Yolk-sac malformation in Pacific salmon in relation to substrate, temperature, and water velocity. J. Fish. Res. Board Can. 30: 1249-50.

ERIKSSON, C. og WESTLUND, G. 1983. The impact on survival and growth of Atlantic salmon (Salmo salar) and sea trout (Salmo trutta) by using incubators with artificial substrate. 1. Hatching and first summer. Laksforskningsinst. Meddelande 1983: 2.

FAGERLUND, U.H.M. 1967. Plasma corticoid concentration in relation to stress in adult sockeye salmon during the freshwater stage of their life cycle. Gen. comp. Endocrinol. 8: 197-207.

FAURÉ-FRENIET, M.E. og GARRAULT, H. 1922. Etude des substances grasses et lipoides de l'auf de Truife (Trutta fario). Bull. Soc. Chim. Biol. 4: 379-87.

FEDOROV, K.Y. og SMIRNOVA, Z.V. 1978. Dynamic of ammonia accumulation and its effect on the development of the pink Salmon. Oncorhynchus gorbuscha, in closed circuit incubation systems. Journ. of Ichthyology. 18: 288-295. (Oversatt fra Vaprosy ichtiologii).

- FISH, F.F. og BURROWS, R.E. 1939. Notes on the effect of low temperature upon eyed eggs. Prog. Fish. Cult. 45: 28-31.
- GARSDIE, E.T. 1966. Effects of oxygen in relation to temperature on the development of embryos of brook trout and rainbow trout. J. Fish. Res. Bd. Can. 23: 1121-1134.
- GRAY, J. 1926. The growth of fish. I: The relationship between embryo and yolk in Salmo fario. J. exp. biol. 4: 215-25.
- GRAY, J. 1928. The growth of fish. II. The growth-rate of the embryo of Salmo fario. J. exp. biol. 6: 110-124.
- GUNNES, K. 1979. Survival and development of atlantic salmon eggs and fry at three different temperatures. Aquaculture, 16: 211-218.
- HALPERN, G.R. 1945. Extraction of phospholipids in salmon roe. Nature, Lond., 155: 110.
- ~~HAMØR, T. og GARSDIE, E.T. 1977. Size relations and yolk utilization in embryonated ova and alevins of Atlantic salmon (Salmo salar) L. in various combinations of temperature and dissolved oxygen. Can. J. Zool. 55: 1892-1898.~~
- HANSEN, T. 1984. Artificial hatching substrate: Effect on yolk absorption, mortality and growth during startfeeding of sea trout (Salmo trutta). Aquaculture (i trykk).
- HANSEN, T., HOLM, J.C., MØLLER, D. og THORSEN, J. 1982. Settefiskoppdrett i vassdrag. Virksomheten i Kvernvatnet



1979 - 81. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Avd. for akvakultur, 60 pp. (Mimeogr.)

HANSEN, T. og TORRISSEN, K. 1984. Artificial hatching substrate and different time of transfer to startfeeding. Effect on growth and protease activities of the Atlantic Salmon (Salmo salar). ICES. Coun. Meet. 1984 (F:22) 19pp (Mimeogr.)

HANSEN, T. og TORRISSEN, O. 1984. Artificial hatching substrate in the mass rearing of larval Atlantic salmon (Salmo salar). ICES, Coun. Meet. 1977 (F:30) 12pp (Mimeogr.)

HAYES, F.R. 1930. The metabolism of developing salmon eggs. (2) Chemical changes during development. Biochem. J. 24: 735-45.

HAYES, F.R. og PELLUET, D. 1945. The effect of temperature on the growth and efficiency of yolk conversion in the salmon embryo. Can. J. Res. 23: 7-15.

HEMING, T.A. 1982. Effects of temperature on utilization of yolk by chinook salmon. (Oncorhynchus tshawytscha) eggs and alevins. Can. J. Fish Aquat. Sci. 39: 184-190.

HEMING, T.A., McINERNEY, J.E. og ALDERDICE, D.F. 1982. Effect of temperature on initial feeding in alevins of chinook salmon (Oncorhynchus tshawytscha). Can. J. Fish. Aquat. Sci. 39: 1554-1562.

HEMING, T.A. og PRESTON, R.P. 1981. Differential effect of formalin preservation on yolk and tissue of young chinook salmon (Oncorhynchus tshawytscha Walb.). Can. J. Zool. 59: 1608-1611.

- HILE, R. 1936. Age and growth of the cisco. Leucichthys artedi in the lakes of Northeastern Highlands, Wisconsin. Bull. U.S. Bur. Fish. 48: 211-317.
- HOLLET, A. og HAYES, F.R. 1946. Protein and fat of the salmon egg as sources of energy for the developing embryo. Can. J. Res. 24: 39-50.
- HORWITZ, W. (ed), 1975. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Association of Official Analytical Chemists, Washington. 1094 pp.
- HURLEY, D.A. og BRANNON, E.L. 1969. Effect of feeding before and after yolk absorption on the growth of sockeye salmon. Internat. Pac. Salm. Fish. Comm. Progress Report No 21. 19pp.
- INGEBRIGTSEN, O. 1982 (red.) Akvakultur - Oppdrett av laksefisk. NKS forlaget Oslo. 359 pp.
- JOCHIMSEN, W. og BEDELL, G. 1968. Malformed yolk sacs observed in chinook salmon fry during tests of barrel-type incubators. Prog. Fish-Cult. 30: 227-229.
- JONES, B.C. og GEEN, G.H. 1977. Morphometric changes in an elasmobranch (Squalus acanthias) after preservation. Can. J. Zool. 55: 1060-1062.
- KAPUCHINSKY, A.R.D. og LANNAN, J.E. 1983. On density of chum salmon (Oncorhynchus keta) eggs in shallow matrix substrate incubators. Can. J. Fish. Aquat. Sci. 40: 185-191.

- KINNE, O. og KINNE, E.M. 1962. Rates of development in embryos of a cyprinodont fish exposed to different temperature - salinity - oxygen combinations. Can. J. Zool. 40: 231-253.
- KITTELSEN, A. og NYGÅRD, H. 1980. Bruk av plastsadler i klekkedakker og tildekking av klekkerenner. Norsk Fiskeoppdrett 8: 17.
- LAFON, M. 1947. Recherches sur l'utilisation des réserves vitellines au cours de l'embryogénèse. (1) Données sur l'embryon de Truite (Salmo fario et Salmo irideus). Arch. Int. Physiol. 55: 123-52.
- LARSEN, T. 1983. Sjørøye som oppdrettsfisk - Aspekter ved startfôring. Hovedoppgave i ressursbiologi (akvakultur). Institutt for fiskerifag, Universitetet i Tromsø. 133 pp.
- LASKER, R. 1962. Efficiency and rate of yolk utilization by developing embryos and larvae of the Pacific sardine, Sardinops caerulea (Girard). J. Fish. Res. Bd. Can. 19: 867-875.
- LASKER, R. og THEILACKER, G.H. 1962. Oxygen consumption and Osmoregulation by single Pacific sardine Eggs and Larvae (Sardinops caerulea Girard). Journal du Conseil ICES 27: 25-33.
- LEACH, G.C. 1924. Artificial propagation of brook trout and rainbow trout, with notes on three other species. Rep. U.S. Fish. Comm. Washington VI. 74pp

- LEITRITZ, E. 1960. Trout and salmon culture. (Hatchery methods). State of Calif. Dep. of Fish and game. Fish. Bull. 107: 201-219.
- LEON, K.A. 1975. Improved growth and survival of juvenile atlantic salmon (Salmo salar) hatched in drums packed with a labyrinthine plastic substrate. Prog. Fish-Cult. 37: 158-163.
- LEON, K.A. 1979 Atlantic salmon embryos and fry: Effects of various incubation and rearing methods on hatchery survival and growth. Prog. Fish-Cult. 41: 20-25.
- LOVE, R.M. 1980. The chemical biology of fishes vol 2. Academic Press London 942 pp.
- McCLENDON, J.F. 1915. On the formation of fats from proteins in the eggs of fish and amphibians. J. Biol. Chem. 21: 269-74.
- MARR, D.H.A. 1963. The influence of surface contour on the behavior of trout alevins. (Salmo trutta L.) Anim. Behav. 11 412.
- MARR, D.H.A. 1965. Factors affecting the growth of salmon alevins and their survival and growth during the fry stage. Yearbook Assoc. River Authorities, 133-141.
- MARR, D.H.A. 1966. Influence of temperature on the efficiency of growth of salmonid embryos. Nature, Lond. 212: 957-59.
- MOUNIB, M.S. og EISAN, J.S. 1969. Metabolism of pyruvate and

glyoxylate by eggs of salmon (Salmo salar). Comp. Biochem. Physiol. 29: 259-264.

NAKANO, T. og TOMLINSON, N. 1967. Catecholamine and carbohydrate concentrations in rainbow trout (Salmo gairdneri) in relation to physical disturbance. J. Fish. Res. Bd. Can. 24: 1701-1715.

NILSSON, Aa. 1979. Strømhastighetens innvirkning på vekst og energiomsetning hos regnbueørret (Salmo gairdneri RICHARDSON) under oppdrettsbetingelser. Inst. for fiskeribiologi, Universitetet i Bergen. 116pp.

NISHIDA, H. og KOBAYASHI, T. 1971. Yolk absorption and translocation of liver in chum salmon (Oncorhynchus keta) Development. Hokkaido Salmon Hatchery. Scientific Report 25: 35-43.

NÆVDAL, G., HOLM, M., INGEBRIGTSEN, O. og MØLLER, D. 1978. Variation in age at first spawning in Atlantic salmon (Salmo salar). J. Fish. Res. Bd. Can. 35: 145-147.

~~PALMER, D.D., JOHNSEN, H.E., ROBINSON, L.A. og BURROWS, R.E.~~  
1951. The effect of retardation of the initial feeding on the growth and survival of salmon fingerlings. Prog. Fish-Cult. 13: 55-62.

PARKER, R.R. 1963. Effects of formalin on length and weight of fishes. J. Fish. Res. Board Can. 20: 1441-1455.

PETERSON, R.H., SPINNEY, H.C.E. og SREEDHARAN, A. 1977. Development of atlantic salmon (Salmo salar) eggs and alevins under varied temperature regimes. J. Fish. Res. Bd. Can. 34: 31-43.

- PHILIPS, A.M. og DUMAS, R.F. 1959. The chemistry of developing brown trout eyed eggs and sac fry. Prog. Fish-Cult. 21: 161-164.
- REFSTIE, T. 1979. Produksjon av smolt og settefisk. p 96-111 I: Gjedrem, T.(red). Oppdrett av laks og aure. Landbruksforlaget, Oslo.
- REFSTIE, T. og KITTELSEN, A. 1976. Effect of density on growth and survival of artificially reared Atlantic salmon. Aquaculture 8: 319-326
- RICKER, W.E. 1971. (Red.). Methods for assessment of fish production in fresh waters. 2nd Ed. IBP Handbook (3). Oxford, Blackwell Scientific Publications.
- RICKER, W.E. 1979 Growth rates and models, pp 678-719, I: Hoar, W.S., Randall, D.J. og Brett, J.R. (eds.). Fish Physiology VIII. Academic Press Inc., New York and London.
- ~~ROBERTS, R.J. 1978. Miscellaneous Non-infectious diseases, side 227-234. I: Roberts, R.J. (red.) Fish Pathology Academic Press, London~~
- ROSENTHAL, H. og ALDERDICE, D.F. 1976. Sublethal effects of environmental stressors, natural and pollutional, on marine fish eggs and larvae. J. Fish Res. Board Can. 33: 2047-2065.
- ROSENTHAL, H., KUHLMANN, D. og FUKUHARA, O. 1978 Shrinkage of newly hatched larvae of the Red Sea bream (Chryophrys major Temminck og Schlegel) preserved in formalin. Arch. Fischereiwiss. 29: 59-63.

- SAKAGUCHI, M. og KAWAI, A. 1970. The change in the composition of free amino acids in carp muscle with the growth of the fish. Mem. Res. Inst. Fd. Sci. Kyoto Univ. 31: 19-21.
- SCOTT, C.G. og KELLICOTT, W.E. 1916. The consumption of oxygen during the development of Fundulus heteroclitus. Anat. Record 11: 531-533.
- SERIGSTAD, B. 1983. Effekter av ekofisk olje på oksygenopptak og vekst hos egg og larver (Gadus morhua L.). Hovedoppgave i miljøfysiologi til cand. scient eksamen ved Universitetet i Bergen. Zoologisk Laboratorium. Bergen 1983.
- SHETTER, DAVID S. 1936. Shrinkage of trout at death and on preservation. Copeia 1: 60-61.
- SHUMWAY, D.L., WARREN, C.E. og DOUDOROFF P. 1964. Influence of oxygen concentration and water movement on the growth of steelhead trout and coho salmon embryos. Trans. Am. Fish. Soc. 93: 342-356.
- SMITH, S. 1952. Studies in the development of the rainbow trout (Salmo irideus) II. The metabolism of carbohydrates and fats. Journ. Exp. Biol. 29:
- SMITH, S. 1957. VIII: Early development and hatching. IV: the metabolism of the egg and alevin. pp 337-349. I: Brown, M. (red.) The physiology of fishes. Vol I. New York: Academic Press.

- SOLBERG, T. 1980. Energiforbruket hos larver av norsk kysttorsk (Gadus morhua L.). Hovedoppgave i zoologisk fysiologi. Fysiologisk institutt, Universitetet i Bergen. 87 pp.
- STUART, T.A. 1953. spawning Migration, Reproduction and Young Stages of Loch Trout (Salmo trutta L.). Freshwater and Salmon Fisheries Research. Scottish Home Department 5: 39pp.
- STEVENS, E.D. og BLACK. E.C. 1966. The effect of intermittent exercise on carbohydrate metabolism in rainbow trout, Salmo gairdneri. J. Fish. Res. Bd. Can. 23: 471-85.
- STEVENS, D.M. 1949. Studies on animal carotenoids II. Carotenoids in the reproductive cycle of the brown trout. J. Exp. Biol. 26: 295-303.
- TANGL, F. og FARKAS, K. 1904. Beiträge zur Energetik de Ontogenese, 4. Über den stoff und Ergieumsatz im Bebrüten Forellenei. Plüg. Arch, ges. Physiol. 104: 624-38.
- TERNER, C. 1968. Studies of metabolism in embryonic development. I. ~~The oxidative metabolism of unfertilized and embryonated eggs of the rainbow trout.~~ Comp. Biochem. Physiol. 24: 933-940.
- THOMAS, A.E., BANKS, J.L. og GREENLAND, D.C. 1969. Effect of yolk sac absorbtion on the swimming ability of fall chinook salmon. Trans. Am. Fish. Soc. 98: 406-410.
- TORRISSEN, O.J. 1984. Pigmentation of salmonids - Effect of carotenoids in eggs and startfeeding diet on survival and growth rate. Aquaculture. (i trykk)



- TWONGO, T.K., 1975. Development of feeding in the hatchery rainbow trout (Salmo gairdneri Richardson). Ph. D. Thesis, Univ. Guelph, Ont. 118 pp.
- ULGENES, Y. 1982. Energi og ernæring hos fisk. Måling av bruttoenergi utnyttelse av energi i for til regnbueørret (Salmo gairdneri). Hovedfagsoppgave i ernæringsbiologi til matematisk-naturvitenskapelig embedseksamen ved Universitetet i Bergen, vårsemesteret 1982. 134pp.
- VERNIER, J.M. 1969. Chronological table of the embryonic development of rainbow trout. Ann. Embryol. Morphog. 2: 495-520. (Oversatt fra fransk av Fish. Mar. Serv. Transl. Ser. No. 3913.)
- WALLACE, J.C. og AASJORD, D. 1984a. The initial feeding of arctic charr (Salvelinus alpinus) alevins at different temperatures and under different feeding regimes. Aquaculture 38: 19-33.
- WALLACE, J.C. og AASFJORD, D. 1984b. An investigation of the consequences of egg size for the culture of Arctic charr, Salvelinus alpinus (L.). J. Fish. Biol. 24: 427-35.
- WICKETT, W.P. 1954. The oxygen supply to salmon eggs in spawning beds. J. Fish. Res. Bd. Can. 11: 933-953.
- WILLIAMS. J. 1967. Yolk utilization. pp 341-374 I: Weber, R. (red.) The biochemistry of animal development Vol II Biochemical Control Mechanisms and Adaptations in Development. Academic Press, London.
- WOODHEAD, P.M.J. 1957. Reactions of salmonid larvae to light. J. Exp. Biol. 34: 402-416.

- WOODWARD, D.F. 1976. Toxicity of the herbicides Dinoseb and Picloram to cutthroat (Salmo clarki) and lake trout (Salvelinus namaycush). J. Fish. Res. Bd. Can. 33: 1671-1676.
- YAMADA, J. 1959. On the vitelline syncytium and the absorption of the yolk in the fry of two salmonids. Bull. Fac. Fish. Hokkaido University. 10: 205-210.
- YAMAGUCHI, K., LAVETY, J. og LOVE, R.M. 1976. The connective tissues of fish - VIII. Comparative studies on hake, cod and catfish vollagens. J. Food Technol. 11: 389-399.
- AASJORD, D. 1980. Sjørøye som oppdrettsfisk. Effekt av eggstørrelse, fôringsregime og temperatur på tidlig vekst og overlevelse hos sjørøya (Salvelinus alpinus) gjennom startfôringsperioden. Hovedoppgave i ressursbiologi (akvakultur). Institutt for fiskerifag, Universitetet i Tromsø.

TABELL I: EN OVERSIKT OVER PRØVER SOM ER OPPARBEIDET MED  
HENSYN PÅ LENGDE OG TØRRVEKT.

Tabell I er oppdelt som følger:

|               |                                      |   |   |                        |   |   |   |
|---------------|--------------------------------------|---|---|------------------------|---|---|---|
| Tabell I.1.1: | Klekkebakke nummer 1 uten Astro-turf |   |   |                        |   |   |   |
| Tabell I.1.2: | "                                    | " | 2 | "                      | " |   |   |
| Tabell I.1.3: | "                                    | " | 3 | "                      | " |   |   |
| Tabell I.2.1: | "                                    | " | 1 | med                    | " |   |   |
| Tabell I.2.2: | "                                    | " | 2 | "                      | " |   |   |
| Tabell I.2.3: | "                                    | " | 3 | "                      | " |   |   |
| Tabell I.3.1: | Klekkekasse                          | " | 1 | med tre lag Astro-turf |   |   |   |
| Tabell I.3.2: | "                                    | " | 2 | "                      | " | " | " |
| Tabell i.3.3: | "                                    | " | 3 | "                      | " | " | " |

Hvis prøver ikke er tatt den angjeldende dag  
så er dette markert med (-). Det samme gjel-  
der hvis en parameter ikke er opparbeidet.

Tabell I.1.1: KLEKKEBAKKE NUMMER 1 UTEN ASTRO-TURF

| DAG<br>NR. | ANTALL | TOTALLENGDE (mm) |     | TØRRVEKT (mg) |      | TØRRVEKT (mg)        |      | TØRRVEKT (mg) |      |
|------------|--------|------------------|-----|---------------|------|----------------------|------|---------------|------|
|            | I      | AV LARVER        |     | HELE LARVER   |      | LARVER U/PLOMMEMASSE |      | PLOMMEMASSE   |      |
|            | SAMPLE | $\bar{X}$        | SD  | $\bar{X}$     | SD   | $\bar{X}$            | SD   | $\bar{X}$     | SD   |
| 0          | 20     | 15.6             | 0.8 | 36.50         | 3.71 | 4.24                 | 0.88 | 32.24         | 3.42 |
| 3          | 20     | 18.7             | 0.7 | 32.87         | 4.74 | 5.08                 | 0.80 | 27.79         | 4.46 |
| 6          | 15     | 18.3             | 0.8 | 32.15         | 5.99 | 5.43                 | 0.97 | 26.71         | 5.83 |
| 9          | 33     | 20.1             | 0.6 | 33.42         | 3.67 | 5.81                 | 0.98 | 27.60         | 3.58 |
| 12         | 20     | 19.6             | 0.7 | 32.97         | 2.98 | 5.73                 | 0.94 | 27.24         | 2.83 |
| 15         | 20     | 19.2             | 0.8 | 32.44         | 2.68 | 6.73                 | 1.25 | 25.72         | 3.06 |
| 18         | 20     | 20.2             | 0.7 | 29.65         | 4.98 | 7.15                 | 0.89 | 22.51         | 4.68 |
| 21         | 20     | 21.0             | 0.7 | 32.17         | 4.02 | 8.89                 | 1.01 | 23.28         | 3.66 |
| 24         | 25     | 21.3             | 0.9 | 32.27         | 4.19 | 9.22                 | 1.37 | 23.05         | 3.60 |
| 27         | 25     | 21.7             | 0.7 | 30.34         | 3.97 | 10.08                | 1.21 | 20.26         | 3.57 |
| 30         | 26     | 21.5             | 0.8 | 27.80         | 5.15 | 9.03                 | 1.25 | 18.77         | 4.80 |
| 33         | 27     | 22.2             | 0.9 | 28.27         | 4.44 | 10.53                | 1.68 | 17.74         | 3.79 |
| 36         | 25     | 22.2             | 0.7 | 26.00         | 3.43 | 10.64                | 1.41 | 15.36         | 2.85 |
| 41         | 40     | 22.5             | 0.9 | 26.28         | 3.98 | 11.55                | 1.86 | 14.73         | 3.42 |
| 46         | 24     | 22.9             | 1.0 | 24.17         | 3.10 | 12.05                | 2.30 | 12.12         | 2.71 |
| 53         | 30     | 22.4             | 1.2 | 22.91         | 3.69 | 13.12                | 2.66 | 9.79          | 3.90 |
| 67         | 25     | 23.4             | 1.2 | 19.58         | 4.62 | 15.12                | 2.48 | 4.46          | 2.60 |
| 76         | 28     | 24.2             | 1.0 | 18.68         | 2.91 | 16.46                | 2.52 | 2.22          | 1.56 |

Tabell I.1.2: KLEKKEBAKKE NUMMER 2 UTEN ASTRO-TURF

| DAG<br>NR. | ANTALL      | TOTALLENGDE (mm) |     | TØRRVEKT (mg) |      | TØRRVEKT (mg)        |      | TØRRVEKT (mg) |      |
|------------|-------------|------------------|-----|---------------|------|----------------------|------|---------------|------|
|            | I<br>SAMPLE | AV LARVER        |     | HELE LARVER   |      | LARVER U/PLOMMEMASSE |      | PLOMMEMASSE   |      |
|            |             | $\bar{X}$        | SD  | $\bar{X}$     | SD   | $\bar{X}$            | SD   | $\bar{X}$     | SD   |
| 0          | 21          | 15.4             | 0.5 | 34.18         | 4.34 | 4.21                 | 0.53 | 29.96         | 4.27 |
| 3          | 20          | 18.8             | 0.6 | 36.51         | 3.54 | 4.79                 | 1.09 | 31.72         | 4.02 |
| 6          | 15          | 18.6             | 0.6 | 33.51         | 5.45 | 4.78                 | 1.26 | 28.73         | 5.45 |
| 9          | 20          | 20.2             | 0.7 | 32.81         | 5.03 | 5.75                 | 0.94 | 27.06         | 4.49 |
| 12         | 20          | 19.7             | 0.5 | 32.36         | 3.83 | 6.47                 | 1.22 | 25.89         | 3.63 |
| 15         | 20          | 21.3             | 0.9 | 32.82         | 4.57 | 7.16                 | 0.85 | 25.66         | 4.47 |
| 18         | 20          | 20.2             | 0.7 | 30.94         | 3.71 | 6.51                 | 0.91 | 24.43         | 3.54 |
| 21         | 20          | 21.2             | 0.8 | 32.59         | 2.87 | 9.53                 | 1.07 | 23.06         | 2.62 |
| 24         | 25          | 21.4             | 0.7 | 30.93         | 6.76 | 9.31                 | 1.13 | 21.62         | 6.39 |
| 27         | 25          | 21.4             | 0.8 | 29.70         | 4.90 | 9.62                 | 1.20 | 20.08         | 4.33 |
| 30         | 25          | 21.5             | 0.9 | 29.14         | 4.45 | 9.44                 | 1.36 | 19.70         | 4.00 |
| 33         | 25          | 22.2             | 0.9 | 28.39         | 5.39 | 10.42                | 1.57 | 17.98         | 4.19 |
| 36         | 28          | 22.4             | 0.8 | 26.29         | 4.97 | 10.96                | 1.31 | 15.33         | 4.16 |
| 41         | 40          | 23.0             | 0.6 | 25.56         | 4.12 | 11.32                | 1.20 | 14.26         | 3.74 |
| 46         | 23          | 22.2             | 1.1 | 24.92         | 4.65 | 11.67                | 1.70 | 13.25         | 4.11 |
| 53         | 27          | 22.3             | 0.9 | 21.19         | 3.08 | 13.17                | 1.56 | 8.02          | 2.55 |
| 67         | 29          | 23.1             | 0.9 | 19.06         | 4.13 | 14.15                | 1.92 | 4.91          | 3.13 |
| 76         | 33          | 23.8             | 0.9 | 15.89         | 2.89 | 14.16                | 2.34 | 1.73          | 1.53 |

Tabell I.1.3: KLEKKEBAKKE NUMMER 3 UTEN ASTRO-TURF

| DAG<br>NR. | ANTALL | TOTALLENGDE (mm) |     | TØRRVEKT (mg) |      | TØRRVEKT (mg)        |      | TØRRVEKT (mg) |      |
|------------|--------|------------------|-----|---------------|------|----------------------|------|---------------|------|
|            | I      | AV LARVER        |     | HELE LARVER   |      | LARVER U/PLOMMEMASSE |      | PLOMMEMASSE   |      |
|            | SAMPLE | $\bar{X}$        | SD  | $\bar{X}$     | SD   | $\bar{X}$            | SD   | $\bar{X}$     | SD   |
| 0          | 19     | 15.2             | 0.9 | 35.59         | 4.30 | 4.21                 | 0.59 | 31.38         | 4.27 |
| 3          | 22     | 17.0             | 0.8 | 34.01         | 4.20 | 5.70                 | 1.39 | 28.30         | 3.77 |
| 6          | 15     | 16.3             | 0.8 | 34.22         | 5.53 | 5.23                 | 0.86 | 28.99         | 4.87 |
| 9          | 15     | 20.0             | 0.9 | 31.97         | 5.56 | 6.01                 | 0.82 | 25.95         | 5.02 |
| 12         | 20     | 19.9             | 0.5 | 30.75         | 6.00 | 5.82                 | 0.60 | 24.93         | 5.65 |
| 15         | 20     | 21.6             | 0.7 | 30.19         | 8.09 | 6.60                 | 1.30 | 23.60         | 7.58 |
| 18         | 20     | 20.6             | 0.7 | 29.32         | 3.07 | 6.80                 | 1.01 | 22.53         | 3.24 |
| 21         | 20     | 21.3             | 0.8 | 30.55         | 5.44 | 8.38                 | 1.18 | 22.18         | 5.08 |
| 24         | 25     | 21.1             | 0.7 | 29.55         | 5.52 | 9.12                 | 1.16 | 20.43         | 5.16 |
| 27         | 25     | 21.4             | 1.0 | 31.23         | 5.74 | 10.06                | 1.41 | 21.16         | 5.26 |
| 30         | 25     | 22.4             | 1.0 | 28.50         | 5.31 | 9.70                 | 1.35 | 18.80         | 4.80 |
| 33         | 28     | 22.4             | 0.8 | 26.00         | 4.81 | 10.06                | 1.21 | 15.95         | 4.54 |
| 36         | 27     | 22.0             | 0.7 | 26.36         | 4.78 | 10.84                | 1.31 | 15.51         | 4.03 |
| 41         | 40     | 22.6             | 0.8 | 24.57         | 4.46 | 10.88                | 1.23 | 13.67         | 3.99 |
| 46         | 25     | 22.2             | 1.0 | 21.76         | 4.34 | 10.65                | 1.77 | 11.11         | 3.43 |
| 53         | 24     | 22.3             | 0.8 | 22.06         | 4.24 | 12.89                | 1.86 | 9.18          | 3.72 |
| 67         | 29     | 22.9             | 1.3 | 18.67         | 4.16 | 13.93                | 2.50 | 4.74          | 3.27 |
| 76         | 35     | 23.9             | 1.1 | 16.10         | 3.98 | 14.46                | 2.97 | 1.64          | 1.67 |

Tabell I.2.1: KLEKKEBAKKE NUMMER 1 MED ASTRO-TURF

| DAG<br>NR. | ANTALL      | TOTALLENGDE (mm)       |     | TØRRVEKT (mg)            |      | TØRRVEKT (mg)                     |      | TØRRVEKT (mg)            |      |
|------------|-------------|------------------------|-----|--------------------------|------|-----------------------------------|------|--------------------------|------|
|            | I<br>SAMPLE | AV LARVER<br>$\bar{X}$ | SD  | HELE LARVER<br>$\bar{X}$ | SD   | LARVER U/PLOMMEMASSE<br>$\bar{X}$ | SD   | PLOMMEMASSE<br>$\bar{X}$ | SD   |
| 0          |             |                        |     |                          |      |                                   |      |                          |      |
| 3          | 10          | 18.1                   | 0.6 | 33.37                    | 4.84 | 5.44                              | 0.70 | 27.93                    | 4.36 |
| 6          | 15          | 18.9                   | 0.5 | 34.99                    | 4.96 | 5.75                              | 0.66 | 29.24                    | 4.89 |
| 9          | 15          | 20.3                   | 0.5 | 34.82                    | 2.55 | 6.99                              | 0.89 | 27.83                    | 2.72 |
| 12         | 20          | 19.9                   | 0.7 | 32.05                    | 3.02 | 6.74                              | 0.55 | 25.31                    | 3.07 |
| 15         | 20          | 21.2                   | 0.4 | 34.06                    | 3.57 | 9.14                              | 1.21 | 24.92                    | 3.10 |
| 18         | 20          | 20.6                   | 0.9 | 30.43                    | 3.61 | 8.17                              | 1.23 | 22.27                    | 3.36 |
| 21         | 20          | 21.7                   | 0.7 | 31.51                    | 3.04 | 10.18                             | 0.95 | 21.33                    | 3.20 |
| 24         | 25          | 22.0                   | 0.7 | 32.82                    | 4.80 | 11.55                             | 1.04 | 21.27                    | 4.71 |
| 27         | 25          | 22.5                   | 0.5 | 31.91                    | 4.54 | 13.20                             | 1.11 | 18.72                    | 3.98 |
| 30         | 25          | 23.0                   | 0.5 | 31.81                    | 3.12 | 14.52                             | 1.32 | 17.29                    | 3.20 |
| 33         | 25          | 24.4                   | 0.6 | 31.57                    | 3.11 | 16.04                             | 1.15 | 15.53                    | 3.20 |
| 36         | 30          | 24.2                   | 0.6 | 30.87                    | 4.22 | 16.62                             | 1.50 | 14.25                    | 3.71 |
| 41         | 40          | 24.2                   | 0.7 | 29.75                    | 4.20 | 17.96                             | 1.75 | 11.79                    | 3.26 |
| 46         | 25          | 24.9                   | 0.7 | 28.39                    | 4.86 | 18.63                             | 2.13 | 9.77                     | 3.46 |
| 53         | 25          | 24.8                   | 0.6 | 25.72                    | 2.75 | 19.80                             | 1.81 | 5.92                     | 1.95 |
| 67         | 26          | 25.2                   | 1.0 | 21.65                    | 4.00 | 19.50                             | 2.12 | 2.15                     | 1.80 |
| 76         | 28          | 26.3                   | 1.0 | 20.11                    | 2.82 |                                   |      |                          |      |

Tabell I.2.2: KLEKKEBAKKE NUMMER 2 MED ASTRO-TURF

| DAG<br>NR. | ANTALL      | TOTALLENGDE (mm)       |     | TØRRVEKT (mg)            |      | TØRRVEKT (mg)                     |      | TØRRVEKT (mg)            |      |
|------------|-------------|------------------------|-----|--------------------------|------|-----------------------------------|------|--------------------------|------|
|            | I<br>SAMPLE | AV LARVER<br>$\bar{X}$ | SD  | HELE LARVER<br>$\bar{X}$ | SD   | LARVER U/PLOMMEMASSE<br>$\bar{X}$ | SD   | PLOMMEMASSE<br>$\bar{X}$ | SD   |
| 0          |             |                        |     |                          |      |                                   |      |                          |      |
| 3          | 10          | 18.0                   | 0.7 | 36.94                    | 2.95 | 5.23                              | 0.64 | 31.70                    | 3.12 |
| 6          | 15          | 18.3                   | 1.1 | 34.37                    | 4.98 | 5.41                              | 1.08 | 28.95                    | 4.92 |
| 9          | 15          | 20.2                   | 0.8 | 33.74                    | 5.57 | 6.91                              | 0.93 | 26.83                    | 5.26 |
| 12         | 20          | 20.1                   | 0.8 | 32.35                    | 4.41 | 6.62                              | 0.72 | 25.74                    | 4.18 |
| 15         | 20          | 20.2                   | 0.9 | 33.19                    | 5.06 | 8.40                              | 1.06 | 24.79                    | 4.52 |
| 18         | 20          | 21.2                   | 0.8 | 30.84                    | 3.92 | 8.15                              | 1.21 | 22.70                    | 3.89 |
| 21         | 20          | 22.0                   | 0.7 | 31.83                    | 2.34 | 10.72                             | 1.00 | 21.11                    | 2.62 |
| 24         | 25          | 22.0                   | 0.6 | 32.75                    | 4.20 | 12.04                             | 1.08 | 20.70                    | 3.62 |
| 27         | 25          | 22.9                   | 0.5 | 31.44                    | 3.97 | 12.81                             | 1.43 | 18.64                    | 3.62 |
| 30         | 28          | 23.7                   | 0.7 | 31.15                    | 3.94 | 14.46                             | 1.61 | 16.69                    | 3.36 |
| 33         | 27          | 24.4                   | 0.6 | 31.23                    | 4.56 | 16.18                             | 1.16 | 15.05                    | 4.09 |
| 36         | 26          | 24.4                   | 0.7 | 30.75                    | 4.44 | 16.51                             | 1.93 | 14.23                    | 3.54 |
| 41         | 40          | 25.1                   | 0.6 | 30.64                    | 3.45 | 18.57                             | 1.30 | 12.08                    | 3.25 |
| 46         | 27          | 25.1                   | 0.6 | 27.83                    | 4.02 | 19.38                             | 1.53 | 8.45                     | 3.38 |
| 53         | 26          | 24.7                   | 0.6 | 24.10                    | 2.61 | 19.77                             | 1.57 | 4.33                     | 1.93 |
| 67         | 27          | 25.3                   | 0.5 | 21.96                    | 2.74 | 20.04                             | 1.94 | 1.91                     | 1.28 |
| 76         | 32          | 26.3                   | 0.9 | 20.68                    | 3.26 |                                   |      |                          |      |



TABELL I.2.3: KLEKKEBAKKE NUMMER 3 MED ASTRO-TURF

| DAG<br>NR. | ANTALL      | TOTALLENGDE (mm) |     | TØRRVEKT (mg) |      | TØRRVEKT (mg)        |      | TØRRVEKT (mg) |      |
|------------|-------------|------------------|-----|---------------|------|----------------------|------|---------------|------|
|            | I<br>SAMPLE | AV LARVER        |     | HELE LARVER   |      | LARVER U/PLOMMEMASSE |      | PLOMMEMASSE   |      |
|            |             | $\bar{x}$        | SD  | $\bar{x}$     | SD   | $\bar{x}$            | SD   | $\bar{x}$     | SD   |
| 0          |             |                  |     |               |      |                      |      |               |      |
| 3          | 10          | 18.5             | 0.7 | 32.26         | 0.95 | 5.40                 | 0.89 | 31.86         | 1.32 |
| 6          | 15          | 18.4             | 0.7 | 34.04         | 5.81 | 4.91                 | 0.79 | 29.13         | 5.24 |
| 9          | 15          | 20.8             | 0.7 | 34.51         | 2.28 | 6.83                 | 1.12 | 27.67         | 2.55 |
| 12         | 20          | 19.8             | 0.6 | 31.80         | 4.62 | 7.98                 | 1.53 | 23.82         | 3.56 |
| 15         | 20          | 21.0             | 0.5 | 32.10         | 3.63 | 8.86                 | 1.22 | 23.24         | 3.60 |
| 18         | 20          | 20.8             | 0.8 | 32.51         | 4.19 | 9.06                 | 1.17 | 23.46         | 4.05 |
| 21         | 20          | 22.0             | 0.5 | 31.88         | 2.92 | 10.69                | 0.74 | 21.19         | 3.11 |
| 24         | 25          | 22.3             | 0.9 | 33.15         | 4.97 | 12.04                | 1.29 | 21.11         | 4.53 |
| 27         | 25          | 23.2             | 0.8 | 31.10         | 4.03 | 13.16                | 1.15 | 17.94         | 3.39 |
| 30         | 25          | 23.1             | 0.7 | 33.21         | 4.48 | 14.58                | 1.37 | 18.64         | 4.51 |
| 33         | 29          | 24.0             | 0.6 | 30.98         | 3.04 | 15.91                | 1.25 | 15.08         | 2.82 |
| 36         | 25          | 24.0             | 0.8 | 29.81         | 2.55 | 16.53                | 1.21 | 13.28         | 2.68 |
| 41         | 40          | 25.1             | 0.6 | 29.90         | 4.37 | 17.96                | 1.71 | 11.94         | 3.26 |
| 46         | 25          | 24.6             | 0.7 | 26.26         | 3.94 | 17.89                | 3.07 | 8.37          | 2.90 |
| 53         | 25          | 24.4             | 0.8 | 25.18         | 4.79 | 19.88                | 2.74 | 5.30          | 2.98 |
| 67         | 27          | 24.8             | 0.8 | 21.46         | 3.39 | 19.34                | 2.33 | 2.12          | 1.51 |
| 76         | 30          | 26.3             | 1.0 | 19.33         | 3.58 |                      |      |               |      |

TABELL I.3.1: KLEKKEKASSE NUMMER 1

| DAG<br>NR. | ANTALL<br>I<br>SAMPLE | TOTALLENGDE (mm)<br>AV LARVER |     | TØRRVEKT (mg)<br>HELE LARVER |      | TØRRVEKT (mg)<br>LARVER U/PLOMMEMASSE |      | TØRRVEKT (mg)<br>PLOMMEMASSE |      |
|------------|-----------------------|-------------------------------|-----|------------------------------|------|---------------------------------------|------|------------------------------|------|
|            |                       | $\bar{X}$                     | SD  | $\bar{X}$                    | SD   | $\bar{X}$                             | SD   | $\bar{X}$                    | SD   |
| 0          |                       |                               |     |                              |      |                                       |      |                              |      |
| 3          | 30                    | 17.2                          | 0.9 | 32.98                        | 5.04 | 5.69                                  | 1.30 | 27.30                        | 4.38 |
| 6          | 15                    | 18.1                          | 0.6 | 33.39                        | 3.51 | 5.07                                  | 0.76 | 28.33                        | 3.31 |
| 9          | 15                    | 19.3                          | 0.8 | 30.77                        | 4.36 | 6.03                                  | 0.77 | 24.75                        | 4.33 |
| 12         | 20                    | 19.7                          | 0.5 | 30.97                        | 4.13 | 6.35                                  | 1.14 | 24.62                        | 3.98 |
| 15         | 20                    | 19.7                          | 0.9 | 30.34                        | 5.37 | 8.27                                  | 1.51 | 22.07                        | 4.94 |
| 18         | 20                    | 20.3                          | 0.9 | 28.40                        | 4.42 | 9.84                                  | 1.84 | 18.56                        | 4.88 |
| 21         | 20                    | 21.7                          | 0.6 | 32.85                        | 5.07 | 9.92                                  | 1.14 | 22.93                        | 4.44 |
| 24         | 25                    | 21.1                          | 0.7 | 33.73                        | 4.34 | 11.15                                 | 1.14 | 22.58                        | 3.92 |
| 27         | 25                    | 21.7                          | 0.7 | 32.59                        | 3.90 | 12.82                                 | 1.37 | 19.77                        | 4.00 |
| 30         | 25                    | 22.4                          | 0.7 | 32.56                        | 4.23 | 13.93                                 | 1.33 | 18.63                        | 4.03 |
| 33         | 27                    | 23.5                          | 0.8 | 31.21                        | 5.10 | 14.66                                 | 1.49 | 16.55                        | 4.59 |
| 36         | 29                    | 23.8                          | 0.7 | 30.89                        | 3.99 | 15.85                                 | 1.70 | 15.04                        | 3.86 |
| 41         | 40                    | 23.8                          | 0.8 | 30.00                        | 5.29 | 16.95                                 | 1.99 | 13.00                        | 4.11 |

TABELL I.3.2: KLEKKEKASSE NUMMER 2

| DAG NR. | ANTALL I SAMPLE | TOTALLENGDE (mm) AV LARVER |     | TØRRVEKT (mg) HELE LARVER |      | TØRRVEKT (mg) LARVER U/PLOMMEMASSE |      | TØRRVEKT (mg) PLOMMEMASSE |      |
|---------|-----------------|----------------------------|-----|---------------------------|------|------------------------------------|------|---------------------------|------|
|         |                 | $\bar{X}$                  | SD  | $\bar{X}$                 | SD   | $\bar{X}$                          | SD   | $\bar{X}$                 | SD   |
| 0       |                 |                            |     |                           |      |                                    |      |                           |      |
| 3       | 30              | 17.4                       | 0.5 | 32.70                     | 5.83 | 4.83                               | 1.09 | 27.87                     | 5.40 |
| 6       | 15              | 18.2                       | 0.9 | 32.92                     | 4.71 | 5.13                               | 0.75 | 27.49                     | 4.72 |
| 9       | 15              | 18.8                       | 0.6 | 34.80                     | 4.15 | 6.17                               | 0.80 | 28.63                     | 4.13 |
| 12      | 20              | 19.4                       | 0.8 | 31.74                     | 3.99 | 6.23                               | 0.99 | 25.51                     | 4.05 |
| 15      | 20              | 19.6                       | 0.6 | 32.28                     | 3.08 | 8.09                               | 1.52 | 24.19                     | 3.05 |
| 18      | 20              | 20.8                       | 1.0 | 30.74                     | 3.59 | 8.29                               | 1.42 | 22.46                     | 3.35 |
| 21      | 20              | 20.8                       | 0.6 | 33.57                     | 5.99 | 10.17                              | 1.16 | 23.41                     | 5.72 |
| 24      | 24              | 21.1                       | 0.6 | 33.18                     | 4.97 | 10.82                              | 1.52 | 22.36                     | 4.04 |
| 27      | 25              | 21.4                       | 0.6 | 31.55                     | 5.30 | 12.35                              | 1.52 | 19.20                     | 5.12 |
| 30      | 30              | 22.3                       | 0.7 | 30.66                     | 4.33 | 12.84                              | 1.28 | 17.82                     | 4.43 |
| 33      | 25              | 23.6                       | 0.8 | 31.48                     | 4.96 | 16.04                              | 1.73 | 15.44                     | 4.16 |
| 36      | 25              | 23.8                       | 0.7 | 29.81                     | 4.60 | 15.36                              | 1.75 | 14.44                     | 4.43 |
| 41      | 40              | 23.2                       | 0.7 | 29.13                     | 3.59 | 16.44                              | 1.87 | 12.69                     | 3.48 |

TABELL I.3.3: KLEKKEKASSE NUMMER 3

| DAG<br>NR. | ANTALL      | TOTALLENGDE (mm) |     | TØRRVEKT (mg) |      | TØRRVEKT (mg)        |      | TØRRVEKT (mg) |      |
|------------|-------------|------------------|-----|---------------|------|----------------------|------|---------------|------|
|            | I<br>SAMPLE | AV LARVER        |     | HELE LARVER   |      | LARVER U/PLOMMEMASSE |      | PLOMMEMASSE   |      |
|            |             | $\bar{x}$        | SD  | $\bar{x}$     | SD   | $\bar{x}$            | SD   | $\bar{x}$     | SD   |
| 0          |             |                  |     |               |      |                      |      |               |      |
| 3          | 30          | 17.7             | 0.8 | 33.80         | 7.10 | 4.65                 | 1.06 | 29.15         | 6.65 |
| 6          | 15          | 17.5             | 0.6 | 31.09         | 5.96 | 5.13                 | 0.70 | 25.97         | 5.80 |
| 9          | 15          | 19.1             | 0.6 | 32.03         | 7.04 | 5.91                 | 1.18 | 26.12         | 6.49 |
| 12         | 20          | 20.3             | 0.8 | 34.48         | 5.90 | 6.72                 | 0.78 | 27.76         | 5.64 |
| 15         | 20          | 20.0             | 0.7 | 31.45         | 5.81 | 7.80                 | 1.30 | 23.65         | 5.89 |
| 18         | 20          | 20.3             | 0.9 | 31.11         | 3.97 | 8.71                 | 0.79 | 22.40         | 3.63 |
| 21         | 20          | 21.5             | 0.5 | 31.05         | 4.28 | 9.55                 | 0.82 | 21.45         | 4.31 |
| 24         | 26          | 21.2             | 0.8 | 31.94         | 4.86 | 10.72                | 1.54 | 21.22         | 4.64 |
| 27         | 27          | 21.2             | 0.9 | 29.90         | 4.27 | 12.58                | 1.24 | 17.32         | 3.88 |
| 30         | 25          | 22.3             | 1.0 | 33.48         | 6.20 | 14.22                | 1.90 | 19.26         | 5.26 |
| 33         | 30          | 23.5             | 0.7 | 31.07         | 4.41 | 14.99                | 1.52 | 16.08         | 3.76 |
| 36         | 25          | 23.8             | 0.9 | 30.06         | 4.63 | 15.70                | 1.80 | 14.37         | 3.83 |
| 41         | 40          | 23.6             | 0.8 | 28.54         | 5.20 | 16.57                | 1.97 | 11.96         | 4.20 |

TABELL II: SANNSYNLIGHETSVERDIER FRA STATISTISK TESTING AV DATA PÅ LENGDE, TOTALVEKT, VEKT AV PLOMMEMASSE OG KROPPSVEKT.

Signifikant forskjell på 5% nivå er markert med (+). I tilfeller hvor F-test for varians viste signifikante forskjeller er t-test for separate varianser (ts) benyttet. Hvis F-testen ikke viste signifikans på 5% nivå ble t-test med sammenslåtte varianser (tp) benyttet.

| DAG<br>NR.        | GRUPPER TESTET                 |                                |                                |
|-------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
|                   | VANLIG BAKKE-<br>ASTRO TURF    | VANLIG BAKKE-<br>KASSE         | ASTRO TURF-<br>KASSE           |
| <b>LENGDEDATA</b> |                                |                                |                                |
| 3                 | F = 0.008 (+)<br>ts= 0.764     | F = 0.015 (+)<br>ts= 0.000 (+) | F = 0.122<br>tp= 0.000 (+)     |
| 6                 | F = 0.007 (+)<br>ts= 0.000 (+) | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.316     | F = 0.124<br>tp= 0.000 (+)     |
| 9                 | F = 0.035 (+)<br>ts= 0.010 (+) | F = 0.271<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.367<br>tp= 0.000 (+)     |
| 12                | F = 0.495<br>tp= 0.117         | F = 0.081<br>tp= 0.508         | F = 0.345<br>tp= 0.469         |
| 15                | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.503     | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.000 (+) | F = 0.588<br>tp= 0.000 (+)     |
| 18                | F = 0.557<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.006 (+)<br>ts= 0.433     | F = 0.071<br>tp= 0.010 (+)     |
| 21                | F = 0.045 (+)<br>ts= 0.000 (+) | F = 0.795<br>tp= 0.213         | F = 0.037 (+)<br>ts= 0.000 (+) |

(forts. TABELL II)

| DAG<br>NR. | GRUPPER TESTET                 |                            |                                |
|------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
|            | VANLIG BAKKE-<br>ASTRO TURF    | VANLIG BAKKE-<br>KASSE     | ASTRO TURF-<br>KASSE           |
| 24         | F = 0.486<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.238<br>tp= 0.313     | F = 0.690<br>tp= 0.000 (+)     |
| 27         | F = 0.007 (+)<br>ts= 0.000 (+) | F = 0.382<br>tp= 0.600     | F = 0.040 (+)<br>ts= 0.000 (+) |
| 30         | F = 0.058<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.192<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.461<br>tp= 0.000 (+)     |
| 33         | F = 0.011 (+)<br>ts= 0.000 (+) | F = 0.579<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.024 (+)<br>ts= 0.000 (+) |
| 36         | F = 0.462<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.677<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.242<br>tp= 0.001 (+)     |
| 41         | F = 0.183<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.331<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.064<br>tp= 0.000 (+)     |
| 46         | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.000 (+) |                            |                                |
| 53         | F = 0.004 (+)<br>ts= 0.000 (+) |                            |                                |
| 67         | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.000 (+) |                            |                                |
| 76         | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.000 (+) |                            |                                |

| DAG<br>NR.               | GRUPPER TESTET              |                            |                                |
|--------------------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
|                          | VANLIG BAKKE-<br>ASTRO TURF | VANLIG BAKKE-<br>KASSE     | ASTRO TURF-<br>KASSE           |
| <b>DATA PÅ TOTALVEKT</b> |                             |                            |                                |
| 3                        | F = 0.246<br>tp= 0.132      | F = 0.121<br>tp= 0.151     | F = 0.045 (+)<br>ts= 0.004 (+) |
| 6                        | F = 0.848<br>tp= 0.305      | F = 0.610<br>tp= 0.457     | F = 0.736<br>tp= 0.061         |
| 9                        | F = 0.385<br>tp= 0.078      | F = 0.179<br>tp= 0.687     | F = 0.042 (+)<br>ts= 0.069     |
| 12                       | F = 0.684<br>tp= 0.957      | F = 0.481<br>tp= 0.667     | F = 0.254<br>tp= 0.690         |
| 15                       | F = 0.259<br>tp= 0.037 (+)  | F = 0.282<br>tp= 0.630     | F = 0.994<br>tp= 0.006 (+)     |
| 18                       | F = 0.278<br>tp= 0.078      | F = 0.230<br>tp= 0.879     | F = 0.885<br>tp= 0.109         |
| 21                       | F = 0.015 (+)<br>ts= 0.962  | F = 0.247<br>tp= 0.408     | F = 0.001 (+)<br>ts= 0.324     |
| 24                       | F = 0.166<br>tp= 0.019 (+)  | F = 0.283<br>tp= 0.019 (+) | F = 0.721<br>tp= 0.969         |
| 27                       | F = 0.301<br>tp= 0.154      | F = 0.808<br>tp= 0.237     | F = 0.408<br>tp= 0.845         |
| 30                       | F = 0.221<br>tp= 0.000 (+)  | F = 0.745<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.105<br>tp= 0.880         |

| DAG<br>NR. | GRUPPER TESTET                 |                            |                            |
|------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|            | VANLIG BAKKE-<br>ASTRO TURF    | VANLIG BAKKE-<br>KASSE     | ASTRO TURF-<br>KASSE       |
| 33         | F = 0.011 (+)<br>ts= 0.000 (+) | F = 0.570<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.050 (+)<br>ts= 0.908 |
| 36         | F = 0.214<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.756<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.368<br>tp= 0.739     |
| 41         | F = 0.511<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.094<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.020 (+)<br>ts= 0.124 |
| 46         | F = 0.927<br>tp= 0.000 (+)     |                            |                            |
| 53         | F = 0.650<br>tp= 0.000 (+)     |                            |                            |
| 67         | F = 0.083<br>tp= 0.000 (+)     |                            |                            |
| 76         | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.000 (+) |                            |                            |

---

**DATA PÅ PLOMMEMASSEVEKT**

|   |                        |                        |                            |
|---|------------------------|------------------------|----------------------------|
| 3 | F = 0.450<br>tp= 0.175 | F = 0.158<br>tp= 0.158 | F = 0.086<br>tp= 0.026 (+) |
| 6 | F = 0.873<br>tp= 0.515 | F = 0.658<br>tp= 0.465 | F = 0.794<br>tp= 0.156     |
| 9 | F = 0.421<br>tp= 0.634 | F = 0.151<br>tp= 0.519 | F = 0.046 (+)<br>ts= 0.326 |



| DAG<br>NR. | GRUPPER TESTET                 |                            |                            |
|------------|--------------------------------|----------------------------|----------------------------|
|            | VANLIG BAKKE-<br>ASTRO TURF    | VANLIG BAKKE-<br>KASSE     | ASTRO TURF-<br>KASSE       |
| 12         | F = 0.805<br>tp= 0.195         | F = 0.327<br>tp= 0.911     | F = 0.204<br>tp= 0.195     |
| 15         | F = 0.126<br>tp= 0.984         | F = 0.231<br>tp= 0.072     | F = 0.823<br>tp= 0.046 (+) |
| 18         | F = 0.692<br>tp= 0.798         | F = 0.221<br>tp= 0.017 (+) | F = 0.340<br>tp= 0.026 (+) |
| 21         | F = 0.033 (+)<br>ts= 0.011 (+) | F = 0.237<br>tp= 0.762     | F = 0.003 (+)<br>ts= 0.061 |
| 24         | F = 0.166<br>tp= 0.389         | F = 0.126<br>tp= 0.661     | F = 0.145<br>tp= 0.935     |
| 27         | F = 0.093<br>tp= 0.002 (+)     | F = 0.612<br>tp= 0.017 (+) | F = 0.022 (+)<br>ts= 0.617 |
| 30         | F = 0.210<br>tp= 0.019 (+)     | F = 0.692<br>tp= 0.550     | F = 0.088<br>tp= 0.092     |
| 33         | F = 0.026 (+)<br>ts= 0.001 (+) | F = 0.964<br>tp= 0.084     | F = 0.018 (+)<br>ts= 0.103 |
| 36         | F = 0.429<br>tp= 0.001 (+)     | F = 0.587<br>tp= 0.213     | F = 0.188<br>tp= 0.237     |
| 41         | F = 0.122<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.392<br>tp= 0.002 (+) | F = 0.017 (+)<br>ts= 0.139 |
| 46         | F = 0.594<br>tp= 0.000 (+)     |                            |                            |

| GRUPPER TESTET     |                                |                                |                                |
|--------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| DAG NR.            | VANLIG BAKKE-ASTRO TURF        | VANLIG BAKKE-KASSE             | ASTRO TURF-KASSE               |
| 53                 | F = 0.003 (+)<br>ts= 0.000 (+) |                                |                                |
| 67                 | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.000 (+) |                                |                                |
| -----              |                                |                                |                                |
| DATA PÅ KROPPSVEKT |                                |                                |                                |
| 3                  | F = 0.062<br>tp= 0.528         | F = 0.159<br>tp= 0.463         | F = 0.001 (+)<br>ts= 0.120     |
| 6                  | F = 0.606<br>tp= 0.317         | F = 0.042 (+)<br>ts= 0.825     | F = 0.080<br>tp= 0.150         |
| 9                  | F = 0.734<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.885<br>tp= 0.278         | F = 0.852<br>tp= 0.000 (+)     |
| 12                 | F = 0.353<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.882<br>tp= 0.020 (+)     | F = 0.423<br>tp= 0.001 (+)     |
| 15                 | F = 0.722<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.247<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.161<br>tp= 0.001 (+)     |
| 18                 | F = 0.054<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.010 (+)<br>ts= 0.000 (+) | F = 0.332<br>tp= 0.059         |
| 21                 | F = 0.123<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.424<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.496<br>tp= 0.001 (+)     |
| 24                 | F = 0.718<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.074<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.029 (+)<br>ts= 0.000 (+) |

| GRUPPER TESTET |                            |                                |                                |
|----------------|----------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| DAG NR.        | VANLIG BAKKE-ASTRO TURF    | VANLIG BAKKE-KASSE             | ASTRO TURF-KASSE               |
| 27             | F = 0.750<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.926<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.846<br>tp= 0.029 (+)     |
| 30             | F = 0.377<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.109<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.422<br>tp= 0.000 (+)     |
| 33             | F = 0.232<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.173<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.025 (+)<br>ts= 0.007 (+) |
| 36             | F = 0.526<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.036 (+)<br>ts= 0.000 (+) | F = 0.180<br>tp= 0.001 (+)     |
| 41             | F = 0.312<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.004 (+)<br>ts= 0.000 (+) | F = 0.056<br>tp= 0.000 (+)     |
| 46             | F = 0.682<br>tp= 0.000 (+) |                                |                                |
| 53             | F = 0.534<br>tp= 0.000 (+) |                                |                                |
| 67             | F = 0.775<br>tp= 0.000 (+) |                                |                                |

TABELL III: SANNSYNLIGHETSVERDIER FRA STATISTISK TESTING AV DATA  
PÅ SAMMENHENGEN MELLOM LENGDE OG KROPPSVEKT.

For nærmere forklaring se tabell II. Tallene i  
parantes er antallet observasjoner.

| LENGDE | GRUPPER TESTET                            |   |   |
|--------|---|---|---|
|        | VANLIG BAKKE-<br>ASTRO TURF               | VANLIG BAKKE-<br>KASSE                      | ASTRO TURF-<br>KASSE                        |
| 15     |   | F = 0.863<br>tp= 0.804<br>( 5, 3)           |   |
| 16     | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.006 (+)<br>( 5, 1) | F = 0.561<br>tp= 0.812<br>( 5, 4)           | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.013 (+)<br>( 1, 4)   |
| 17     | F = 0.135<br>tp= 0.527<br>( 24, 6)        | F = 0.863<br>tp= 0.241<br>( 24, 49)         | F = 0.125<br>tp= 0.977<br>( 6, 49)          |
| 18     | F = 0.514<br>tp= 0.151<br>( 39, 35)       | F = 0.883<br>tp= 0.667<br>( 39, 80)         | F = 0.347<br>tp= 0.223<br>( 35, 80)         |
| 19     | F = 0.064<br>tp= 0.002 (+)<br>( 76, 54)   | F = 0.009 (+)<br>ts= 0.000 (+)<br>( 76, 80) | F = 0.650<br>tp= 0.148<br>( 54, 80)         |
| 20     | F = 0.262<br>tp= 0.000 (+)<br>(165, 88)   | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.000 (+)<br>(165,117) | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.011 (+)<br>( 88,117) |

(forts. TABELL III)

| GRUPPER TESTET |   |   |   |
|----------------|---|---|---|
| DAG<br>NR.     | VANLIG BAKKE-<br>ASTRO TURF                 | VANLIG BAKKE-<br>KASSE                      | ASTRO TURF-<br>KASSE                        |
| 21             | F = 0.902<br>tp= 0.032 (+)<br>(213,121)     | F = 0.011 (+)<br>ts= 0.000 (+)<br>(213,161) | F = 0.023 (+)<br>ts= 0.000 (+)<br>(121,161) |
| 22             | F = 0.008 (+)<br>ts= 0.000 (+)<br>(228,134) | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.000 (+)<br>(228,133) | F = 0.024 (+)<br>ts= 0.000 (+)<br>(134,133) |
| 23             | F = 0.007 (+)<br>ts= 0.000 (+)<br>(139,126) | F = 0.052<br>tp= 0.000 (+)<br>(139,147)     | F = 0.416<br>tp= 0.000 (+)<br>(126,147)     |
| 24             | F = 0.766<br>tp= 0.000 (+)<br>( 27,170)     | F = 0.444<br>tp= 0.000 (+)<br>( 27,126)     | F = 0.417<br>tp= 0.056<br>(170,126)         |
| 25             |   |   | F = 0.026 (+)<br>ts= 0.146<br>(113, 27)     |
| 26             |   |   | F = 0.363<br>tp= 0.631<br>( 22, 3)          |

TABELL IV: SANNSYNLIGHETSVERDIER FRA STATISTISK TESTING AV DATA  
PÅ PLOMMESEKKLENGDE.

For nærmere forklaring se tabell II.

| DAG<br>NR. | GRUPPER TESTET              |                            |                                |
|------------|-----------------------------|----------------------------|--------------------------------|
|            | VANLIG BAKKE-<br>ASTRO TURF | VANLIG BAKKE-<br>KASSE     | ASTRO TURF-<br>KASSE           |
| 3          | F = 0.155<br>tp= 0.667      | F = 0.188<br>tp= 0.001 (+) | F = 0.795<br>tp= 0.008 (+)     |
| 6          | F = 0.771<br>tp= 0.034 (+)  | F = 0.453<br>tp= 0.523     | F = 0.587<br>tp= 0.141         |
| 9          | F = 0.617<br>tp= 0.028 (+)  | F = 0.014 (+)<br>ts= 0.276 | F = 0.017 (+)<br>ts= 0.000 (+) |
| 12         | F = 0.910<br>tp= 0.003 (+)  | F = 0.509<br>tp= 0.793     | F = 0.641<br>tp= 0.008 (+)     |
| 15         | F = 0.509<br>tp= 0.029 (+)  | F = 0.423<br>tp= 0.759     | F = 0.792<br>tp= 0.022 (+)     |
| 18         | F = 0.005 (+)<br>ts= 0.135  | F = 0.004 (+)<br>ts= 0.401 | F = 0.405<br>tp= 0.754         |
| 21         | F = 0.534<br>tp= 0.009 (+)  | F = 0.982<br>tp= 0.670     | F = 0.454<br>tp= 0.015 (+)     |
| 24         | F = 0.955<br>tp= 0.004 (+)  | F = 0.201<br>tp= 0.906     | F = 0.172<br>tp= 0.013 (+)     |
| 27         | F = 0.892<br>tp= 0.143      | F = 0.420<br>tp= 0.728     | F = 0.445<br>tp= 0.237         |

(forts. TABELL IV)

---

| GRUPPER TESTET |                                |                            |                                |
|----------------|--------------------------------|----------------------------|--------------------------------|
| DAG<br>NR.     | VANLIG BAKKE-<br>ASTRO TURF    | VANLIG BAKKE-<br>KASSE     | ASTRO TURF-<br>KASSE           |
| 30             | F = 0.774<br>tp= 0.001 (+)     | F = 0.449<br>tp= 0.307     | F = 0.232<br>tp= 0.004 (+)     |
| 33             | F = 0.026 (+)<br>ts= 0.001 (+) | F = 0.395<br>tp= 0.711     | F = 0.142<br>tp= 0.001 (+)     |
| 36             | F = 0.000 (+)<br>ts= 0.001 (+) | F = 0.619<br>tp= 0.170     | F = 0.001 (+)<br>ts= 0.028 (+) |
| 41             | F = 0.274<br>tp= 0.000 (+)     | F = 0.923<br>tp= 0.001 (+) | F = 0.366<br>tp= 0.931         |

---

TABELL V: SANNSYNLIGHETSVERDIER FRA STATISTISK TESTING AV DATA  
PÅ KJEMISK SAMMENSETNING.

For nærmere forklaring se tabell II.

| DAG<br>NR.                            | GRUPPER TESTET              |                            |                            |
|---------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|                                       | VANLIG BAKKE-<br>ASTRO TURF | VANLIG BAKKE-<br>KASSE     | ASTRO TURF-<br>KASSE       |
| <b>PROTEIN (VEKT)</b>                 |                             |                            |                            |
| 12                                    | F = 0.792<br>tp= 0.667      | F = 0.370<br>tp= 0.251     | F = 0.693<br>tp= 0.833     |
| 24                                    | F = 0.037 (+)<br>ts= 0.143  | F = 0.337<br>tp= 0.145     | F = 0.007 (+)<br>ts= 0.801 |
| 36                                    | F = 0.771<br>tp= 0.000 (+)  | F = 0.414<br>tp= 0.001 (+) | F = 0.170<br>tp= 0.136     |
| 56                                    | F = 0.297<br>tp= 0.000 (+)  |                            |                            |
| <b>PROTEIN (PROSENT AV TOTALVEKT)</b> |                             |                            |                            |
| 12                                    | F = 0.761<br>tp= 0.534      | F = 0.372<br>tp= 0.421     | F = 0.707<br>tp= 0.576     |
| 24                                    | F = 0.603<br>ts= 0.271      | F = 0.333<br>tp= 0.899     | F = 0.490<br>ts= 0.342     |
| 36                                    | F = 0.743<br>tp= 0.000 (+)  | F = 0.398<br>tp= 0.046     | F = 0.165<br>tp= 0.988     |



(forts. TABELL V)

| DAG<br>NR.                         | GRUPPER TESTET              |                            |                        |
|------------------------------------|-----------------------------|----------------------------|------------------------|
|                                    | VANLIG BAKKE-<br>ASTRO TURF | VANLIG BAKKE-<br>KASSE     | ASTRO TURF-<br>KASSE   |
| 56                                 | F = 0.290<br>tp= 0.003 (+)  |                            |                        |
| <b>FETT (VEKT)</b>                 |                             |                            |                        |
| 12                                 | F = 0.619<br>tp= 0.667      | F = 0.869<br>tp= 0.471     | F = 0.619<br>tp= 0.731 |
| 24                                 | F = 0.889<br>tp= 0.342      | F = 0.879<br>tp= 0.334     | F = 0.943<br>tp= 0.767 |
| 36                                 | F = 0.543<br>tp= 0.889      | F = 0.982<br>tp= 0.670     | F = 0.551<br>tp= 0.419 |
| 56                                 | F = 0.756<br>tp= 0.000 (+)  |                            |                        |
| <b>FETT (PROSENT AV TOTALVEKT)</b> |                             |                            |                        |
| 12                                 | F = 0.599<br>tp= 0.153      | F = 0.781<br>tp= 0.171     | F = 0.630<br>tp= 0.700 |
| 24                                 | F = 0.880<br>tp= 0.135      | F = 0.869<br>tp= 0.071     | F = 0.921<br>tp= 0.693 |
| 36                                 | F = 0.510<br>tp= 0.009 (+)  | F = 0.512<br>tp= 0.009 (+) | F = 0.725<br>tp= 0.993 |
| 56                                 | F = 0.760<br>tp= 0.004 (+)  |                            |                        |

TABELL VI: SANNSYNLIGHETSVERDIER FRA STATISTISK TESTING AV START-FORINGSDATA

For nærmere forklaring se tabell II.

| DAG<br>NR. | GRUPPER TESTET              |                            |                            |
|------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|
|            | VANLIG BAKKE-<br>ASTRO TURF | VANLIG BAKKE-<br>KASSE     | ASTRO TURF-<br>KASSE       |
| 0          | F = 0.693<br>tp= 0.000 (+)  | F = 0.513<br>tp= 0.000 (+) | F = 0.443<br>tp= 0.621     |
| 18         | F = 0.771<br>tp= 0.024 (+)  | F = 0.337<br>tp= 0.283     | F = 0.227<br>tp= 0.224     |
| 33         | F = 0.064<br>tp= 0.000 (+)  | F = 0.723<br>tp= 0.271     | F = 0.554<br>tp= 0.000 (+) |
| 46         | F = 0.192<br>tp= 0.000 (+)  | F = 0.224<br>tp= 0.043 (+) | F = 0.229<br>tp= 0.000 (+) |