

# Påvirker tidspunktet for beriking av oppvekstmiljøet romlig læring hos unglaks (*Salmo salar*)?

---

Ingeborg Bjerkvik Alnes

Master i biologi

Biodiversitet, evolusjon og økologi



UNIVERSITETET I BERGEN

INSTITUTT FOR BIOLOGI

Juni 2016



## Takk til

Først og fremst vil jeg takke min hovedveileder Anne Gro, du er en god kombinasjon av tålmodig, positiv og engasjert! Jeg vil også takke sekundærveilederene; Knut Helge for kaffe og R-ekspertise, og Arne for et skarpt skriveleifblikk og konstruktive kommentarer.

En stor takk går også til mine medlaksemor Silje og Anne Marte, sammen klarte vi å holde nesten tusen laks glade og i live, hurra!

Jeg retter også en takk til Geir Ove og Ove på Voss klekkeri, lenge leve Vossolaksen!

Tusen takk til teknikerne Julie, Frank og Heikki. Takk for hjelp, gode råd og kjempeflott plystring.

Sist, men ikke minst vil jeg rette en stor takk til kloke, konstruktive Pernille, yndlingssøsteren min Ragnhild og min kjære Lasse som ikke har sett meg de siste to månedene.

Ingeborg Bjerkvik Alnes



## Sammendrag

Å forflytte seg mellom biologisk viktige områder er en viktig del av hverdagen til en rekke dyr. Dette krever evnen til å sanse, prosessere og memorere informasjon fra omverdenen, som er fylt med enorme mengder potensielle ledetråder. Skal man på en fest kan man få beskjeden «Ta til høyre ved den store eika, følg lyden og lukten, jeg har bakt boller», en rekke ulike ledetråder som leder fram til moroa. For unglaks som lever i elva er ledetrådene annerledes, og så svømmer de ikke så ofte til fest, men det å finne veien krever det samme; sanse, prosessere og memorere, prosesser som krever kognitive evner.

Det er lett å legge merke til morfologiske tilpasninger f.eks. giraffens hals, men naturlig seleksjon har også formet dyrs kognitive evner. I møtet med et komplekst og varierende miljø er romlig læring og fleksibilitet viktige egenskaper. Romlig læring har hos fisk blitt knyttet opp mot en del av forhjernen (Braithwaite, 2006). Det er høye energetiske- kostnader ved å utvikle hjernen, derfor er det grunn til å tro at forstørring kan være en følge av erfaringer. Fisk som ikke blir utsatt for strukturer og får erfaring med det, vil dermed ikke allokere energi til like mye hjerneutvikling. Forhold som fisk erfarer tidlig i livet, kan gi varige endringer i morfologi, livshistorie, adferd og vekstrate (Jonsson and Jonsson, 2014). Når effekten av en viss type erfaringer er spesielt sterk i en periode av hjernens utvikling blir dette kalt sensitive perioder (Knudsen, 2004).

I dette studiet har vi undersøkt om strukturell beriking av oppvekstmiljøet ved to ulike tidspunkt har gitt ulike utslag i evnen til romlig læring hos unglaks. To grupper unglaks har blitt eksponert for beriking ved ulike tidspunkt, ved begge tidspunkt ble også en gruppe unglaks fra samme kull holdt i tomt miljø (kontroll). Læring ble testet i en labyrinth der ett av kamrene var innredet som et «optimalt habitat», med tilgang på mat og vann i bevegelse. Laks fra ulik bakgrunn ble testet en gang om dagen i 7 dager.

Denne metoden avdekket ingen tegn til sensitive perioder, dette skyldes trolig at kammeret som var innredet som «optimalt habitat» ikke var attraktivt for testfisken. Dermed kan forsøkene hverken avkrefte eller bekrefte om det finnes sensitive perioder for romlig læring hos unglaks. Det ble derimot funnet store forskjeller i utforskende adferd for 31 uker gamle unglaks og ikke 18 uker gamle. Testfisk fra møblert bakgrunn startet utforskningen av labyrinthen raskere enn individer fra uberiket bakgrunn, forskjellen mellom gruppene økte ut over i uken, noe som tyder på at fisk fra beriket bakgrunn var mer fleksible. Når det er kamp om resursene kan utforskende adferd være avgjørende for overlevelse, det kan føre til at man oppdager nye mulige habitater og kan utvide territoriet.



# Innhold

1	Innledning.....	1
1.1	Møte med omverdenen .....	1
1.2	Sensitive perioder .....	2
1.3	Læring .....	3
1.4	Miljøberiking.....	4
1.5	Modellorganismen- Vossolaks .....	5
1.5.1	Unglaks naturlige habitat .....	5
1.6	Kultivering .....	6
1.7	Mitt prosjekt.....	7
2	Material og metode.....	9
2.1	Tiden før eksponering .....	9
2.2	Henting og transport.....	10
2.3	Eksponering.....	10
2.3.1	Klimarommet.....	11
2.3.2	Oppvekstkarene .....	11
2.3.2	Føring .....	12
2.3.3	Øvrig tilsyn.....	13
2.4	Testperioden .....	13
2.4.1	Testfisken .....	13
2.4.2	Merking .....	14
2.4.2	Holdekar .....	15
2.4.3	Eksperimentoppsett .....	15
2.4.4	Akklimatisering .....	17
2.4.5	Læringstester .....	17
2.5	Fra video til rådata.....	18
2.5.1	JWatcher .....	18
2.4.2	Rådata.....	19
	Variabel .....	19
	Forklaring .....	19
2.6	Statistiske analyser .....	20
2.6.1	Størrelse og vektendring .....	20
2.6.2	Test av kumulative verdier .....	21
2.6.3	Andel som oppnår suksess .....	22

2.6.4 Plott .....	22
3 Resultat.....	23
3.1 Størrelse .....	23
3.2 Romlig læring.....	24
3.2.1 Motivasjon.....	26
3.3 Utforskende adferd og aktivitetsnivå.....	28
4 Diskusjon .....	31
4.1 Romlig læring.....	31
4.2 Aktivitets nivå og utforskende adferd.....	34
4.3 Konkusjon .....	36
4.4 Fremtidig forskning .....	36
Referanseliste.....	39
Vedlegg.....	I







# 1 Innledning

## 1.1 Møte med omverdenen

Det evolusjonære mål i livet er å bidra med flest mulig gener til neste generasjon, dette krever svært forskjellige egenskaper hos ulike organismer. Hos organismer som lever i stabile miljø, kan egenskapene som trengs være så like i tid og rom at de blir fiksert. Andre organismer må forholde seg til varierende miljø. En unglaks vil forflytte seg mellom ulike habitater, fra den spede start under grusen, opp i elven og ut på gradvis dypere vann før vandringen mot havet. De best tilpassede individene vil i gjennomsnitt bidra med flest gener til neste generasjon, dette er essensen av naturlig seleksjon.

I morfologien er det liten tvil om at naturlig seleksjon har ført til helt spesielle tilpasninger. Slik som nebbmorfologien til de velkjente darwinfinkene, som er tilpasset ulike økologiske nisjer (Abzhanov et al., 2004). Tilpasninger innenfor adferd og læring er mindre håndgripelige men minst like viktige. Kognisjon er et samlebegrep for mentale prosesser; å ta inn, prosessere og memorere informasjon (Shettleworth, 2001). Lokalisering og memorering av matkilder, venner, fiender, identifisere et godt habitat og så videre er alle kognitive prosesser. I den brutale naturen må liv og lære henge sammen. Kognitive evner er derfor i mange tilfeller spesialtilpasset livsførsel og habitat.

Mange aspekter ved dagliglivet involverer forflytning mellom biologisk viktige områder, romliglæring er derfor essensielt (Braithwaite, 2006). Hos pattedyr og fugler sitter det romlige læringscenteret i hjernen i hippocampus. Fugler er godt undersøkt når det gjelder romliglæring, fordi det finnes nære slektninger som utviser ulik adferd i «rom-lærings - krevende» situasjoner som matlagring og reirparasittisme (Healy and Braithwaite, 2000). Det har blitt vist økt hippocampus-størrelse hos arter med adferd som krever romlig kompetanse, hippocampusstørrelsen varierer også sesongmessig (Clayton et al., 1997, Smulders et al., 1995). Den homologe strukturen til hippocampus er hos teleoster lateral pallium i forhjernen (telencophalon) (Braithwaite, 2006). En undersøkelse av 189 ciklidearter viste at forhjernen var vesentlig større hos ciklider som levde i komplekse habitat (Huber et al., 1997).

Laboratorieforsøk har vist forstøringer i hjernen for unglaks oppvokst i strukturelt beriket miljø sammenlignet med tomt miljø (Kihslinger and Nevitt, 2006). Näslund og kolleger fant forstørring for plommeseekkyngel oppvokst i beriket miljø, men ikke for fry (yngel) og parr (unglaks). Det ble og avdekket forskjeller mellom vill og klekkerioppfostret smolt, og der den ville gruppen hadde 2,9 % større hjerne (Näslund et al., 2012).

I sitt naturlige habitat blir fisk presentert for enorme mengder potensielle ledetråder som kan fortelle noe om individets plassering. De bakenforliggende orienteringsmekanismene kan være bruk av landemerker (Braithwaite et al., 1996), bevegelse i forhold til egen kropp (Odling-Smee and Braithwaite, 2003), strømminger i vannmassene (Odling-Smee and Braithwaite, 2003) eller odør, slik som hos en blind grottefisk (*Phreatichthys andruzzii*) som bruker oppfattelsen av egen odør til å orientere seg (Paglianti et al., 2006). Den førstnevnte mekanismen er nøye undersøkt. Braithwaite og kolleger har vist at unglaks benytter seg av landemerker for å lokalisere mat i bevegelse (Braithwaite et al., 1996). Individet investerer tid i å lære de mest pålitelige ledetrådene i sitt miljø. Stingsild fra populasjoner i innsjø og elv, viste forskjeller i benyttelse av landemerker for å lokalisere en matkilde i en labyrint. Stingsild fra elven belaget seg i mindre grad på visuelle landemerker men mer på kroppsentert bevegelse. Dette kommer trolig av at i slikt habitat er det strømminger som gjør landemerkene mindre stabile og vanskeligere å se (Girvan and Braithwaite, 1998).

Det er høye kostnader ved å utvikle hjernen, derfor er det grunn til å tro at forstørring kan være en følge av erfaringer. Fisk som ikke blir utsatt for strukturer og får erfaring med det, vil dermed ikke allokere energi til utvikling av lateral pallium (strukturen som er assosiert med romlig læring). I et tomt miljø vil vekst-siden være tyngst i avveiningen mellom kognitive evner og vekst. Forskningen peker i retning av at økologiske forhold er med på å forme fisker sin hjerne og dermed de kognitive evnene. Ikke bare i et evolusjonært perspektiv men også under utviklingen; adferd læres og finjusteres i møte med omverdenen (Odling-Smee and Braithwaite, 2003, Kotrschal et al., 1998, Kotrschal and Taborsky, 2010).

## 1.2 Sensitive perioder

Erfaringer fra tidlige livsfaser kan gi varige endringer i morfologi, livshistorie, adferd og vekstrate (Jonsson and Jonsson, 2014). Dersom effekten av en viss type erfaringer er spesielt sterk i en periode av hjernens utvikling blir dette kalt sensitive perioder. Hvis det er kritisk at dyret får denne erfaringen, for eksempler predatorunngivelse, blir det kaldt kritiske perioder (Knudsen, 2004).

Sensitive læringsperioder eller preging er et allment akseptert fenomen innenfor biologien. Dokumenterte eksempler på dette finnes innenfor en rekke arter: For pattedyr og fugler ble det på starten av 70-tallet funnet en sensitivperiode for gjenkjenning av foreldre; kort tid etter fødselen lærer dyret å gjenkjenne individene den oppholder seg mest med uavhengig av om de er biologiske foreldre (Hess, 1973). Preging skjer ofte i en avgrenset periode tidlig i utviklingen, og er avgjørende for at dyret utviser adekvat adferd senere i livet. Hos atlantisk laks har det blitt avdekket en sensitiv læringsperiode for gjenkjenning av predatorodør i overgangen fra yngel til smolt (Morin et al., 1989). Det er også vist at laksen er spesielt sensitiv til å lære oppvekstelvns odør under migrasjon til havet (Keefer and Caudill, 2014).

### 1.3 Læring

Læringsprosessen foregår i tre trinn: Stimulans, prosessering og memorering (Braithwaite and Salvanes, 2008). Fisk sin evne til å lære har lenge vært undervurdert, fisk er mye mer innovative og intelligente enn først antatt, et illustrerende eksempel er: På havforskningsinstituttets avdeling på Austervoll benyttet torsk i fangenskap et dorsalt festet ID-merke til å dra i ei snor for å få mat. Snoren var egentlig konstruert for å dras i med munnen, for to av tre torsk ble det etter en kort periode mer utbredt å bruke den nye metoden fremfor den gamle (Millot et al., 2014). Studier på sammenhengen mellom beriket miljø og kognitive evner har vist motstridende resultater. Enkelte studier viser positive effekter, andre har ingen effekt. (Naslund et al., 2012). For zebrafisk er det vist at læringsraten er raskere for fisk oppvokst i beriket miljø (Spence et al., 2011) det var derimot ingen effekt av beriket miljø på trepigget stingsild i læringsundersøkelser (Brydges and Braithwaite, 2009).

Det er viktig å huske på at motstridene resultat på tvers av dyregrupper kan dette være en følge av ulik biologi, det er ikke sikkert det er hensiktsmessig å sammenligne stingsild og zebrafisk. Forskjeller kan forekomme selv hos arter som er nært beslektet og har lignende livshistorie. Slik som for regnbueørret og laks hvor det har blitt avdekket at dekke over karet som strukturellberiking hadde ulike effekter (Pickering et al., 1987).

## 1.4 Miljøberiking

Som følge av dyreavl, reetableringsprosjekter og forskning er det i dag mange dyr som vokser opp i miljø som er langt mindre komplekse enn deres naturlige habitat. Dette kan gi varige mén. Forskere har forsøkt ulike metoder for å unngå utviklingen av uadekvate egenskaper hos fisk i fangenskap, dette er spesielt viktig for fisk som skal tilbakeføres til naturen (Näslund and Johnsson, 2014). Miljøberiking kan være et hjelpemiddel for å minske fysiologiske, velferdsmessige og atferdsmessige følger av unaturlige oppvekstmiljø. Miljøberiking blir definert som; *en intensjonell økning i miljøets kompleksitet med mål om å redusere uadekvate og avvikende endskaper hos fisk som ellers ville blitt oppfostret i ustimulerende miljø* ( fritt oversatt fra Näslund and Johnsson (2014). Effekter av ulike typer berikingspåvirkning på fisk er gjennomgått i Näslund and Johnsson (2014).

Det er i hovedsak på pattedyr at mye av berikingsforskningen har blitt utført, det er uvisst i hvilken grad dette er overførbart til fisk ettersom fiskens hjerne vokser gjennom hele livet. Enkelte påstår at den kontinuerlige hjerneveksten, gjør fiskens hjerne spesielt utsatt for miljøpåvirkning (Kihslinger and Nevitt, 2006). Miljøets kompleksitet gjenspeiles i miljøberiking som kan være; sosial, strukturell, predatormodell, levende føde etc. (Van Praag et al., 2000). Berikingen kan være lik gjennom hele eksponeringsperioden, eller ustabil med jevn eller ujevn frekvens. Berikingen påvirker organismen på samme måte som biotiske og abiotiske faktorer i miljøet påvirker den fenotypiske plastisiteten via enzymatiske reaksjoner, læring, yngelpleie, og epigenetikk (Jonsson and Jonsson, 2014).

I dette prosjektet ble det benyttet strukturell beriking, slik beriking gir individene mulighet til å skjule seg, få visuelle og taktile erfaringer. I miljøer med strøm kan strukturer gi variasjon i strømningene. Strukturer vil også påvirke hvordan fisken fordeler seg i karet, og hvordan individene benytter seg av karet. Hos regnbueørret har eksponeringsvarighet, stabilitet og hvor nylig eksponeringen har vært har også vist seg å ha innvirkning (Bergendahl et al., 2015)

Ung torsk oppvokst i ustabil strukturellberiking viste mer fleksibel stimadferd enn kontrollgruppen fra tomt miljø (Salvanes et al., 2007). Hos laksefisk er det påvist at strukturell beriking har effekt på fødeadferd (Brown et al., 2003, Rodewald et al., 2011), nevralt plastisitet (Salvanes et al., 2013), predatorunnvikelse (Berejikian et al., 2003) risikovurdering (Roberts et al., 2011), utforskende adferd (Lee and Berejikian, 2008) basal-

metabolisme (Millidine et al., 2006) og evnen til å utnytte skjulesteders påvirkning på stresshormonet kortisol (Naslund et al., 2013).

## 1.5 Modellorganismen- Vossolaks

Modellorganismen i dette prosjektet har vært Atlantisk laks (*S. salar*), fra vossostammen. Atlantisk laks er godt utforsket (Vincent et al., 2013), på grunn av høy sosioøkonomisk verdi i mange land, der iblant Norge. Laks er en anadrom art det vil si livssyklusen utspiller seg både akvatiske og marine miljø. Laks gyter i elven, etter klekking tilbringer unglaksen mellom 1- 8 år i elven før den utvandrer til havet (Thorstad et al., 2011). I dette prosjektet har det blitt benyttet fisk fra det første året i ferskvannsfasen.

I Norge er det omtrent 1300 registrerte lakseelver (Kvaal), der iblant Vossovasdraget ved Voss i Hordaland. Vossolaksen er kjent for sitt lange havopphold, noe som fører til at den tilbakevendende laksen er spesielt stor. Mot slutten av 1980-tallet ble det registrert nedgang i mange laksebestander. Mellom 1987 og 1988 var det i Vossovasdraget en så dramatisk nedgang at den ble kategorisert som et bestandssammenbrudd. Denne nedgangen har en sammensatt forklaring. I tiden før nedgangen var det storstilt utbygging av vannkraftverk og vei, etablering av oppdrettsanlegg, surnedbør og flomsikring i Vangsvatnet (Barlaup, 2013). Fra starten av 1990-tallet har det vært omfattende kartleggings- og kultiveringsarbeid i Vossovasdraget. Voss klekkeri har bidratt i kultiveringsarbeidet med utsetning av rogn, yngel og smolt. Den utsatte fisken stammer fra rogn fra de levende genbankene i Eidfjord og Haukvik, hvor stamfisk med opphav fra Vosso opprettholdes (Barlaup, 2013).

### 1.5.1 Unglaks naturlige habitat

Abiotiske faktorer ved unglaksens habitat i elva er gjennomgått i Armstrong et al.(2003). I elven fordeler unglaks seg etter dybde, strømminger og tilgang på overrekke(Jonsson and Jonsson, 2011), de forflytter seg dypere og til raskere strømmer etter hvert som de vokser (Keeley and Grant, 1995). De første ukene etter klekking tilbringer unglaksen svært nær gytegroppen. Omtrent to uker etter klekking beveger de seg 1-5 meter bort fra gytegroppen og etablerer territorier(Jonsson and Jonsson, 2011). Tilgangen på områder med svak strøm og skjulesteder er kritisk i de påfølgende månedene (Armstrong and Nislow, 2006).

Territoriestedelsen henger ofte sammen med unglaksens størrelse. Eldre fisk er mer fleksible i hvilke områder de befinner seg i, sideelver, innsjøer, hovedelven og til og med elvedeltaet,

er potensielle habitat for de største individene (Jonsson and Jonsson, 2011).

Hovednæringskilden til unglaks er invertebrater som kommer flytende med strømmen

(Keeley and Grant, 1995), der i blant små mygglarver (Jonsson and Jonsson, 2011).

Vannstrømninger gjør det vanskeligere å detektere bytte på langt hold. På tross av dette er det svært vanlig for unge fisk å velge habitater med strømninger fordi den samme effekten gjelder for deres predatorer (Utne-Palm, 2002). De har en «sitt og vent»-foringsstrategi, unglaksen ligger delvis skjult og venter på at mat skal komme drivende forbi.

## 1.6 Kultivering

Kultivering av fisk har foregått i mange ti-år, utsetting av fisk er et vanlig verktøy i bevaringsøkologi. Fisk settes ut for å holde en populasjon på høyest mulig nivå, kompensere for overfiske eller annen menneskelig aktivitet eller for å bevare en truet populasjon (Brown and Laland, 2001).

Det har lenge vært kjent at klekkerioppfostret fisk utviser ulik morfologi og adferd enn ville artsfrender (Näslund and Johnsson, 2014). Dette kan komme av unaturlig seleksjonspress, dødeligheten til ungfisk er mye høyere i naturen enn i klekkerier, derfor vil fordelingen av ville fenotyper være kun et lite utvalg av de kultiverte fiskenes fenotyper (Jonsson and Jonsson, 2006). Det er ofte vanlig å velge ut individer med høy vekstrate (Saikkonen et al., 2011). Tradisjonelt sett blir settefisk produsert i uberikede kar, dette kan føre til utilsiktet seleksjon (Salvanes and Braithwaite, 2006). Miljøberiking kan minske denne effekten. En finsk studie viste at overlevelsen var større for smolt fra beriket klekkerimiljø (Hyvärinen et al., 2013)

Ideelt sett bør klekkeriene produsere utslippsklare fisk som har like fysiologiske og atferdsmessige trekk som sine ville artsfrender (Brown and Laland, 2001). Modifikasjoner av klekkerimiljøets påvirkning på overlevelse i naturen er gjennomgått i Johnsson et al. (2014), som lister opp mange problematiske aspekter ved klekkerioppfostringen der i blant mangelen på fysiske strukturer. Et mål for klekkeriene bør være at fisk som blir sluppet ut utviser naturlig adferd og er fleksible. På veien mot dette målet må miljøets påvirkning under utviklingen kartlegges.



## 1.7 Mitt prosjekt

I mitt masterprosjekt skal jeg undersøke om unglaks har perioder i utviklingen der den er spesielt sensitiv for erfaring ervervet fra et ustabilt strukturelt beriket miljø. Dette skal undersøkes ved å eksponere to grupper unglaks for strukturellberiking i 7 uker. Ut fra hovedveilederens erfaring fra lignende forsøk i 2013 og 2014 er dette en tilstrekkelig varighet for å oppnå ønsket effekt av berikingen (Salvanes, 2015 ,pers. comm). Den første gruppen eksponeres fra uke 11 til uke 18 etter klekking, den andre gruppen eksponeres fra uke 24 til uke 31 etter klekking. Målet er å avdekke om fiskens rommelige læringsevne blir vesentlig forbedret som følge av eksponering ved de to ulike tidspunktene.

En studie gjennomført i 2013 fant ut at ettårige laks utsatt for 8 ukers beriking var raskere til å finne veien ut av en labyrint enn individer fra tomt miljø (Salvanes et al., 2013). Det sistnevnte studiet føyer seg i rekken av studier som viser positiv effekt av beriking på læringsevne. Derfor tror vi at fisk fra beriket miljø vil gjøre det bedre i læringstester. Den positive effekten kommer trolig av det som blir omtalt som sølvskje-hypotesen; (fra ordtaket; født med sølvskje i munnen) *Individer som utvikles under gode forhold bør ha en fordel senere i livet fordi de trolig er bedre på å gjenkjenne og etablere seg i gode habitat* (Roberts et al., 2014). I en pilotstudie var yngel fra beriket miljø mindre aktive enn kontroll og gjemte seg raskere i bunnstrukturer ved utslipp i naturlig miljø (Salvanes, 2014 ,pers. comm).

På grunn av at fisks hjerne vokser kontinuerlig (Kihlslinger and Nevitt, 2006, Zupanc, 2011) er det grunn til å tro at eldre fisk vil lære raskere enn yngre. Mange studier viser at eksponering i ung alder ser ut til å ha større og mer langvarige effekter, dette kan komme av at hjernen er under utvikling (Fischer, 2015). Dette gir grunn til å tro at det vil være større variasjon i gruppen som ble testet når de var 18 uker, enn når de var 31 uker gamle. På den andre siden øker territoriørrelsen til unglaks i takt med individstørrelsen. Å holde et territorie krever romlig kompetanse. Dette gir grunn til å tro at den eldste gruppen vi gjøre det best.



## 2 Material og metode

### 2.1 Tiden før eksponering

Sommeren og høsten 2015 ble det hentet lakseyngel fra Voss klekkeri i to puljer (01.07.15 og 30.09.15). Yngelen stammer fra melke og rogn som er hentet ut fra genbankanlegget i Hauvik i Hemne kommune. Befruktet rogn ble levert til Voss klekkeri på øyerognstadiet hvor de lå i klekkeskap (CompHatch fra Alvestad Marin), klekkingen skjedde over omlag ei uke i slutten av april. 20 april er oppført som dato for klekking, det vil si at anslagsvis 50 % av rogn er klekket, denne datoen vil heretter bli benyttet i utregning av unglaksens alder. Medio mai 2015 var plommesekken absorbert og startfôringen begynte 27. mai. De ble fôret opp på Voss klekkeri, i runde sorte kar som var 3 m i diameter og uten strukturell beriking. Klekkeriet tar vann fra Strandaelva, en del av Vossovassdraget. Det er lys hele døgnet og fôrmengden følger formlene gitt i vedlegg 2.3. Ved rutinebesøk av veterinær på klekkeriet ble det før første henting oppdaget at yngelen var infisert med costia (*Ichthyobodo necator*), en ektoparasitt som kan angripe hud og gjeller (Isaksen, 2013). Yngelen fikk behandling for dette (formalinbad) og var frisk ved avhenting.

Ved universitetet i Bergen sine lokaler på Marineholmen gikk fisken igjennom en eksponeringsperiode og en testperiode. Den ene halvparten ble eksponert for strukturell beriking som ble flyttet på en gang i uka, den andre halvparten oppholdt seg i konvensjonelle klekkeri forhold, tomme kar. Etter eksponeringen ble et lite utvalg av unglaksen plukket ut til å gjennomgå en læringstest (tabell 2.1.1).

Tabell 2.1.1 Tidslinje for undersøkelser av tidspunkt for berikings effekt på romlig læring hos unglaks.

50% av eggene klekket	Runde	Alder ved eksponering	Eksponerings start	Eksponerings varighet	Akklimatisering	Testperiode	Alder ved test
20.04.15	A	I 11. uke	01.07.15	7 uker	17.08.15- 20.08.15	21.08.15- 27.08.15	I 18. uke
	B	I 24. uke	30.09.15	7 uker	16.11.15- 19.11.15	20.11.15- 26.11.15	I 31. uke

## 2.2 Henting og transport

01.07.15 og 30.09.15 ble det hentet ca. 500 fisk fra Voss klekkeri, vekten per fisk var omtrent 0,5 gram i første runde og omtrent 8 gram i andre runde (Heden, 2015 ,pers. comm).

Fisken ble fraktet i doble plastikkposer fylt med ferskvann fra elva og rein O<sub>2</sub> (Figur 2.2.1). Dette er en metode de har god erfaring med på klekkeriet, den benyttes i forbindelse med yngelutslipp og lignede (Kamberstad, 2015 ,pers. comm).



Figur 2.2.1: Pakkingsprosedyre for transport av lakseyngel.

## 2.3 Eksponering

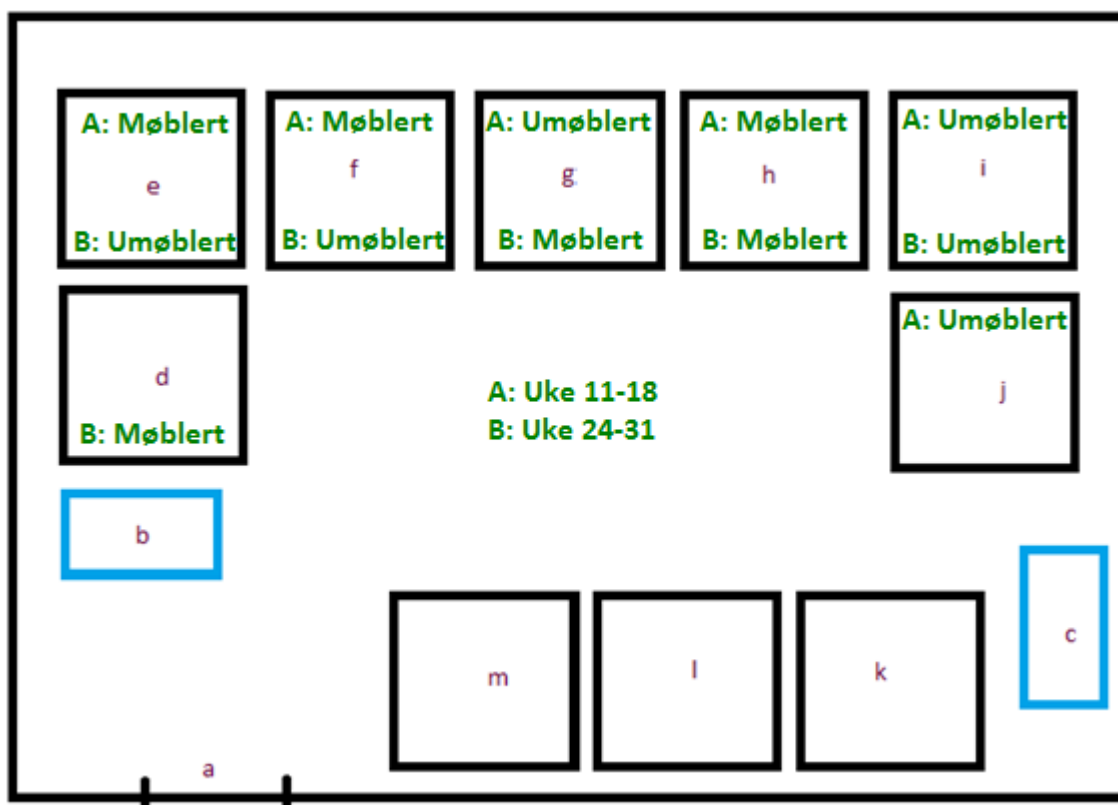
Ved ankomst ble fisken tilnærmet tilfeldig fordelt i oppvekstkar. Randomiseringen foregikk ved at fem og fem, og deretter tre og tre ble fordelt i seks kar. Dette gjøres for å sikre at det blir like mange fisk i hvert kar, og sørge for at alle kar får en jevn fordeling av fisk som er lette å fange og vanskelig å fange. Etter fordelingen ble det ført strukturell berikning ned i tre av karene. Hvilke kar som ble beriket var forhåndsbestemt ved loddtrekning.

I andre runde var fisken stresset etter ankomst og fordeling, de hoppet mye, og det ble derfor satt på sorte nett med masketetthet på 1cm. Etter fire dager ble det også tilført flere og større møbler for å kompensere for økt tetthet og størrelse.

Ingen fisk døde under Eksponeringsperioden, men fire ble avlivet fordi de satt seg fast i åpningen på vaskeinnretningen. Dermed var der lav laboratorieindusert seleksjon.

### 2.3.1 Klimarommet

Oppvekstkarene var plassert i klimarom 12 i kjelleren på høyteknologisenteret, klimarommene gir mulighet til å styre lufttemperatur og lysforholdene. I begge runder var det tre oppvekstkar for hver behandling; beriket og uberiket som heretter vil bli referert til som møblert og umøblert. Figur 2.3.1 gir en oversikt over hvordan rommet ble benyttet under eksponeringen.



Figur 2.3.1 Oversikt over klimarom 12 a: dør, b: Nivåtank D, c: Nivåtank B, e-j: oppvekstkar for fisk i første runde, d-i: Oppvekstkar for fisk i andre runde, d og k-m: kar benyttet til holdekar i første runde. j-m kar som ble benyttet til andre urelaterte forsøk i andre runde.

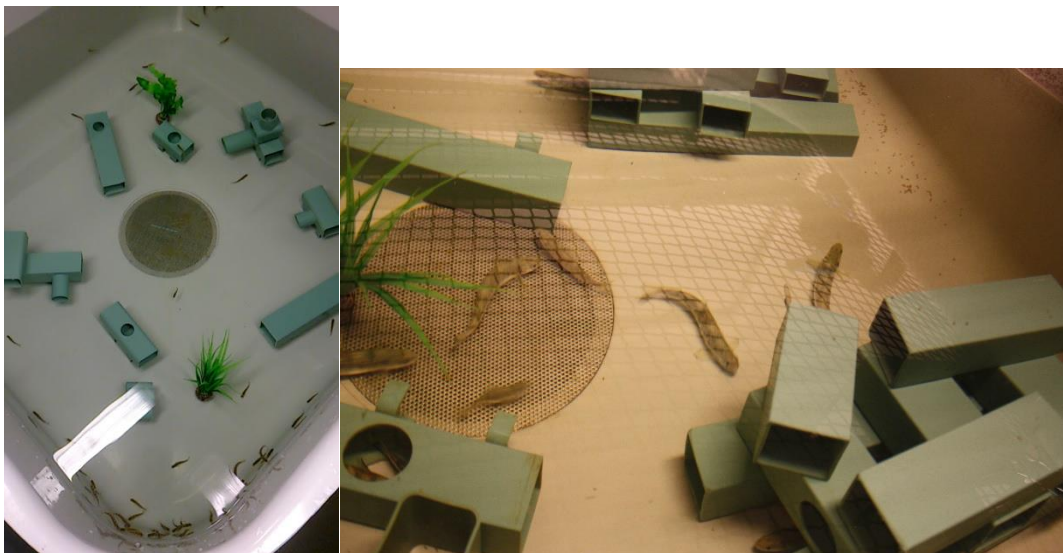
### 2.3.2 Oppvekstkarene

Karene var lysegrå med avrundende kanter a 1\*1 meter med en vannstand på ca. 0,6 meter. De var fylt med ferskvann fra vannrensehallen på Høyteknologisenteret. Vannet kommer opprinnelig fra Svartediket, i vannrensehallen blir det filtrert og UV-behandlet (Industrilaboratoriet, 2015). Temperaturen holdt seg jevnt på rett under 12 grader gjennom hele perioden (temperaturoversikt finnes i vedlegg 2.2). I nivåtank B som forsynte kar e-h (se figur 2.3.1) i første runde var temperaturen gjennomsnittlig 11,8°C (maks: 12,1°C min: 11,6°C), i nivåtank D som forsynte kar i og j var det gjennomsnittlig 11,7°C (maks: 11,9°C

min: 11.5°C). I andre runde ble alle karene forsynt med vann fra nivåånk B hvor gjennomsnittstemperaturen var 11,9°C (maks: 12,4°C min: 9,6°C).

Det var gjennomstrømning på 4 liter vann i minuttet, strømmen gikk mot klokken i alle kar. Lyset var regulert med en frekvens på 12 timer av og 12 timer på, i begge ender var det en times overgang der lyset gradvis ble regulert opp eller ned. Det var fire armatur som sto for lyssettingen, kar f (se figur 2.3.1) fikk noe svakere lys fordi det lå midt mellom to armatur.

Den strukturelle berikningen bestod av plastplanter og «møbler» bygget av blågrønne runde og rektangulære plastrør (se figur 2.3.2) limt sammen med transparent akvariesilikon fra Parasilico. I første runde var det åtte ulike møbler og to plastplanter per kar (figur 2.3.2). I andre runde var det to plastplanter, åtte små og tre store møbler.



Figur 2.3.2 Strukturert berikede kar, venstre 02.07.15 og høyre 14.11.15

### 2.3.2 Fôring

Fisken fikk fôr jevnt gjennom den lyse perioden av døgnet, dette ble oppnådd ved bruk av fôrautomater fra Hølland teknologi. I den første runden fikk fisken fôret Microstart 04020, i andre omgang ble fôret Micro 5 benyttet, begge produsert av Ewos AS.

Fôrmengden ble i første runde beregnet ut ifra en fôrfaktor på 0,7 og en tilveksttabell utviklet av Voss klekkeri (se vedlegg 2.3). Fôrfaktoren er et mål på hvor mye av fôret som går videre i næringskjeden og dermed blir biomasse. Det så ut til at fôrmengden var for stor fra midten av første periode, da mye av fôret ikke ble konsumert. Derfor ble det ikke regnet ut fôrmengde i andre runde, røkteansvarlig brukte skjønn. Fisken ble fôret *ad libitum*. Årsaken til at

fôrkonsumpsjonen ikke stemte overens med utregningene skyldes trolig at lysregimet var annerledes enn på Voss klekkeri. Klekkeriet har belysning gjennom hele døgnet noe som gir yngelen mulighet til å spise over større deler av døgnet.

### 2.3.3 Øvrig tilsyn

Det var daglig tilsyn med fôrfordeling og rengjøring av karene gjennom hele Eksponeringsperioden. Hver mandag ble møblene vasket og gjennomstrømningen sjekket og justert ved behov. Foruten om møbelvaskingen var det like mye forstyrrelser i alle karene.

## 2.4 Testperioden

### 2.4.1 Testfisken

14.08.15 og 13.11.15 ble 36 fisk, valgt ut til å delta i forsøkene, disse blir heretter referert til som testfisken. Testfisken ble valgt ut på bakgrunn av standardlengde (fiskens lengde målt fra snute til halerot). Det ble hentet fisk som på øyemål så ut til å være intermediærlengde. I begge runder ble det valgt ut 6 testfisk fra hvert kar, slik blir det like mange representanter fra hvert oppvekstmiljø og replikat. I første runde var alle testfisk mellom 4,9 og 5,4 cm i standardlengde, i andre runde ble det valgt ut testfisk med en standardlengde mellom 9,9 og 10,5 cm.

Testfisk som av ulike årsaker gikk ut av prosjektet før læringstestene er fjernet fra datasettet. Testfisk som gikk ut under læringstestene er ikke tatt med i beregningen av vektendring. I runde 2 var det en fisk som ble tilført på dag to av akklimatiseringen. Denne ble målt og veid 17.11.15.

### 2.4.2 Merking

Læringsforsøkene krever at fisken er individmerket. Visible Implant Elastomer ( NMT INC Northwest Tecnology ) ble benyttet for å merke fisken, dette er en tokomponents merkegel som injiseres rett under epitelvevet. Før merking ble testfisken bedøvet med metakainløsning (MS222), og deretter målt og veid. Etter merking ble fisken overført til ei bølge med vanngjennomstrømming, når testfisken våknet fra bedøvelsen ble de flyttet til holdekar.

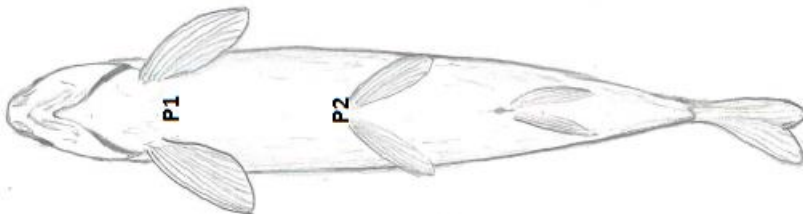
Merkesystemet hvert individ har merker som gjør det mulig å vite hvilket kar den kommer fra og individet. Hver enkelt testfisk fikk en kode som var bygget opp av kjennetegn for oppvekstkar, individ. (figur 2.4.1).

HRG	Individ
HRG	Replikat

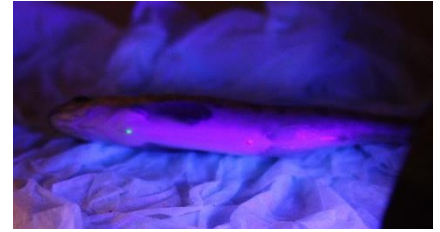
Figur 2.4.1. Oppbygning av individkode for testfisken, første bokstav representerer kar (merke om ryggfinnen), de to neste er individ koden (bukmerker).

Testfisken fikk 2- 3 injeksjoner på ulike posisjoner, det ble benyttet rød og gul fluoriserende farge. For å kunne se merkene må man benytte UV-lykt (VI-light 405nm, 82mv).

Replikatkjennetegnet var et rødt merke på en av tre posisjoner (foran, høyre og venstre side) om fiskens ryggfinne. Individmerker ble satt på buksiden, det ble benyttet to posisjoner (figur 2.4.2), foran mellom brystfinnene og bak mellom første gattfennene. Kombinasjoner av rødt, gult og umerket utgjorde individ koden.



Figur 2.4.2 Merkeposisjoner på buksiden av unglaks.



Figur 2.4.3 Bukside av testfisk merket med gul og rød fluoriserende visible implantat elastomer.



### 2.4.2 Holdekar

Testfisken skulle testes over flere dager og ble derfor holdt i holdekar mellom testene. Fisk fra møblert miljø ble holdt i kar med beriking og uten beriking for fisk fra umøblerte kar. Karene var av samme type som under Eksponeringsperioden, vannstanden og lysregimet var også identisk. I holdekarene ble fisken håndfôret, de fikk pellets to ganger om dagen i to dager etter merking, deretter ble de fôret med mygglarver hver kveld. For å minske stress og tidsbruk ved fangst og merkesjekk, ble det benyttet to holdekar av hver type, en for fisk som ikke hadde gjennomført testen og en for de som hadde gjennomført.

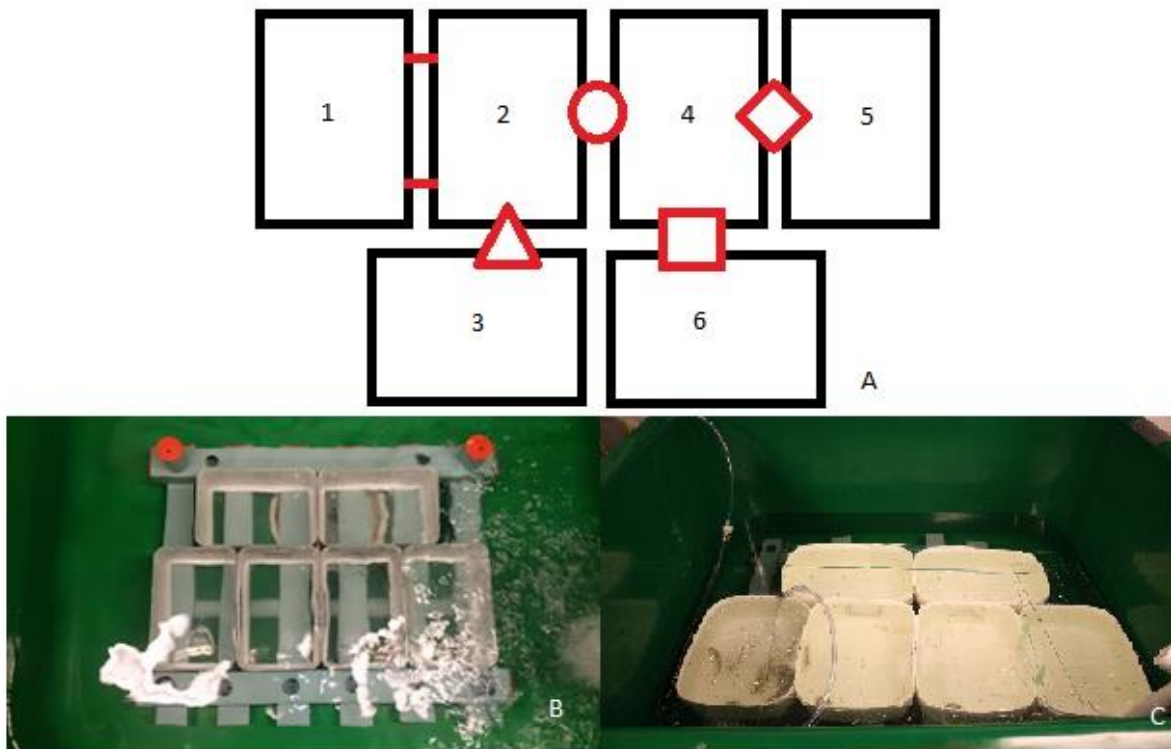
### 2.4.3 Eksperimentoppsett

Labyrintene var bygget av seks like rektangulære plastbokser. Boks 1 regnes som startboks, der testfisken ble akklimatisert i fem min før teststart. Mellom boks 1 og 2 var det en gjennomsiktig dør, som lå i lysegrønne skinner, den ble åpnet ved å trekke i ei snor. Mellom de øvrige boksene er det åpninger med ulike geometriske former, dette skal gi fisken mulighet til å kjenne igjen åpningene til de ulike kamrene. Åpningene var fôret med silikonslanger, for at fisken ikke skulle skade seg på skarpe kanter.

Når labyrinten var i bruk ble den dekket den med glassplater slik at fisken ikke skulle hoppe ut. Dette fungerte ikke optimalt, en del fisk klarte å rømme under akklimatisering og læringstester.

På grunn av stor størrelsesforskjell på testindividene i første og andre runde var det nødvendig å bruke labyrinter i ulik størrelse. Det ble bygget to av hver labyrint slik at to læringstester kunne kjøres parallelt. Alle labyrintene ble bygget ut i fra samme prinsipp (figur 2.4.4), men hadde noe ulik utforming. I første runde var labyrintene bygget av gjennomsiktige plastbokser, for å hindre gjennomsyn var sidene i labyrinten dekket med gaffateip. Boksene var festet til hverandre ved hjelp av akvariesilikon. (figur2.3.4.B). Mellom hyllen og labyrinten ble det lagt et stykke sort plastikk, for å hindre utsyn nedover. I andre runde var labyrinten bygget opp av ugjennomsiktige hvite bokser, i tillegg til akvariesilikon ble det benyttet nagler for å feste boksene sammen (figur2.4.4.C).

Labyrinten ble plassert på ei hylle i mørkegrønne kar med en vannstand som lå rett under kanten på labyrinten. Dette ble gjort for å sikre en jevn kald temperatur, noe som igjen minsker risikoen for dramatiske endringer i oksygenkonsentrasjonen. I tillegg er det en god sikkerhet dersom fisken rømmer. Over var et oppheng med videokamera (legria HFR506 fra Canon) og snor til døråpning.



Figur 2.4.4) A: Dorsal skisse av labyrinthen de røde figurene viser formen på åpningen mellom boksene. Mellom boks 1 og 2 er en frostet dør. B) labyrinthen fra første runde med læringstester, hver enkelt boks hadde målene 15\*10\*10 cm (lengde\*bredde\*høyde). C) Labyrinthen fra andre runde med læringstester, her avbildet under akklimatisering. Boksene hadde mål på 36\*24\*11 cm.

#### 2.4.3.1 Det optimale kammeret.

Kammer nummer 6 (figur 2.3.4.A) ble valgt ut som testens «mål». Kammeret ble innredet slik enn kan tenke seg at optimalt habitat for unglaks vil være. En luftestein skaper strøm og oksygentilførsel til vannet. I en ring fylt med vaselin (ren petrolatum) ble det festet røde mygglarver (Röda mygglarver fra åleds akvarium AB). Ved hjelp av denne metoden vil mygglarvene bli presentert på en måte som etterligner naturen, hvor mygglarvene ofte lever i sedimenter. Larver festet i vaselin er tidligere brukt i en rekke forsøk med stingsild (Brydges et al., 2008, Brydges and Braithwaite, 2009, Odling-Smee et al., 2008, Odling-Smee and Braithwaite, 2003).

#### 2.4.4 Akklimatisering.

Før testing i labyrinten ble det gjennomført en akklimatisering over fire dager der fisken fikk svømme fritt rundt i labyrinten. Ni fisk ble ført inn i labyrinten av gangen, døren fra startkammeret var åpen og det var mat i alle kamrene. I kammer 5 (se figur 2.3.4.A) lå en luftestein tilknyttet trykkluft. På dag en fikk alle fisk en time sammenhengende i labyrinten før de ble tilbakeført til holdekar. På dag to fikk alle fisk to timer sammenhengende i labyrinten. På dag tre ble akklimatiseringen gjennomført i to runder a en time og to timer. På den siste dagen fikk alle fisk to timer sammenhengende i labyrinten. Under første runde med akklimatisering ble de benyttet ulike måter å presentere mygglarvene på under akklimatiseringsrundene, mygglarver i petriskål, løse mygglarver og mygglarver i plastringer med vaselin. Under andre runde ble det benyttet plastringer med vaselin under hele akklimatiseringen.

#### 2.4.5 Læringstester

Testfiskens evne til å løse en labyrint ble testet en gang om dagen i en periode på sju dager. Fiskene ble testet individuelt, og identifisert ved hjelp av merkene som ble sjekket med en UV-lykt. Rekkefølgen individene ble testet i ble bestemt ut i fra hvilken testfisk som lot seg fange. Det er grunn til å tro at fanging, håndteringen og det faktum at dette er førstegang fisken opptrer alene stresser testfisken, det ble derfor lagt til en akklimatiseringsperiode på 5 minutter i startkammeret. Etter endt akklimatisering åpnes døren ved hjelp av ei snor. Fisken ble så gitt 10 minutter på å finne «det optimale» kammeret før testen ble avsluttet, og den ble ført over i holdekar. Det ble gjennomført to tester parallelt, en på høyre side og en på venstreside av rommet. Det var tilnærmet like forhold på begge sider, halvparten av fisken fra de ulike bakgrunnene ble testet på høyre side og andre halvpart på venstre side. Hver test ble filmet med et overhengende kamera for at adferdsanalyser senere kunne bli gjennomført ved hjelp av videoanalyse, men også for å minske mulige forstyrrelser under testingen. Etter endt testperiode ble alle testindividene avlivet med en overdose metakain (0,5 g/L), deretter ble fisken målt og veid.

## 2.5 Fra video til rådata

### 2.5.1 JWatcher

Videoene fra læringstestene ble analysert ved hjelp av freeware programmet JWatcher1.0. I dette programmet har fiskens posisjon og adferd blir registrert. Tre ulike atferdstyper (tabell 2) og seks posisjoner (hvert kammer 1-6 se figur 2.3.4.A) ble registrert med en enkelt kode i programmet.

Tabell 2.5.1 Oversikt over registrert adferd

Adferd	Forklaring
Frys	Testfisken står stille over lengere tid. Koden ble registrert etter at fisken har stått stille i fire sekunder.
Svøm	Testfisken svømmer, det kan forekomme frys i mindre enn fire sekunder.
Hopp	Testfisken hopper ut av labyrinten. (dette skjer som regel fra kammer 6, se vedlegg 3.1)

Under analysene ble JWatcher og videoavspilling startet simultant, dersom fisken endret posisjon eller atferdstype trykker observatøren på den gitte koden. JWatcher har en innebygget stoppeklokke og tiden da de gitte kodene ble trykket på ble registrert. Dette ga gaffiler med tidspunkt for de kodede atferdstypene og posisjonene.

## 2.4.2 Rådata

Gaf-filene fra JWatcher ble ved hjelp av R (for script se vedlegg 3.5) kvantifisert til variabler som kan analyseres statistisk (se tabell 2.4.1).

Tabell 2.4.1 Oversikt over data som ble hentet ut av de transkriberte filmene

Variabel	Forklaring
<i>Total tid brukt i kammer 1-6</i>	Summen av all tiden testfisken tilbrakte i det gitte kammeret. Bli brukt til å sammenligne attraktiviteten til de ulike kamrene.
<i>Tid til suksess</i>	Tiden før testfisken for første gang entrer kammer 6. Blir benyttet som mål på læringsevne.
<i>Antall feilvandring før suksess</i>	Antall ganger fisken vandrer feil før første gang den entrer kammer 6. En feil er f. eks å gå fra kammer 2 til 3 det å gå tilbake fra kammer 3 til to vil ikke telle som feilvandring. En feilfri vandring vil være: 1 til 2 til 4 til 6. Parameteren blir benyttet som mål på læringsevne slik som i Salvanes et al. (2013).
<i>Total tid i frys</i>	Total tid fisken står i frys i løpet av læringstesten, blir benyttet som mål på aktivitetsnivå.
<i>Antall frys</i>	Antall ganger fisken fryser til i løpet av læringstesten.
<i>Tid til kammer to</i>	Tiden før testfisken for første gang entrer kammer 2. Blir benyttet som mål på utforskende adferd slik som for regnbueørret i Lee and Berejikian (2008).

I de statistiske analysene blir det benyttet kumulative verdier for å kunne «tvinge» frem en lineær respons, da kan det benyttes en linear mixed-effects modell (LME).

Kumulativ betyr oppsamlende; slike verdier lages ved å summere alle de foregående verdiene. De kumulative verdiene ble laget i Excel. Der det av ulike grunner mangler verdier har verdiene blitt erstatta på følgende måte: For *Total tid i kammer* har det blitt lagt inn gjennomsnittet for det gitte kammeret for den dagen, behandlingen og runden. Ved manglende verdier i *Tid til suksess* har det blitt lagt til makstid (600sek). For *Antall kammerbytter* har det blitt lagt til det nærmeste avrundede heltallet til gjennomsnittet for gitte dag, behandling og runde. *Tid til kammer to* ble det lagt til makstid (600) der fisken aldri forlot kammer 1, og gjennomsnittet for gitte dag, runde og behandling der det ar manglende verdier av andre årsaker. For *Antall feilvandringer før suksess* er det ikke gode erstatningsparametere for de ikke tilgjengelige verdiene og denne responsen har derfor ikke blitt omgjort til kumulative verdier.

Totalt var det 65 fisk som deltok i læringstestene. Fordi en del fisk hoppet ut av holdekarene og avgikk med døden under runde B er det ikke like mange fisk i hver gruppe (tabell 2.4.1).

Tabell 2.4.1 Antall testindivider fra de ulike behandlingene ved uke 18 g 31.

Behandling	Uke	n
Møblert	18	18
Umøblert	18	18
Møblert	31	14
Umøblert	31	15

## 2.6 Statistiske analyser

### 2.6.1 Størrelse og vektendring

For å kunne utelukke at variasjonene skyldes størrelses forskjeller ble lengde og vekt testet ved hjelp av en lineær mixed modell (LME), dette gir mulighet til å utelukke tankeeffekter. Hver runde ble testet for seg.

[R-kode 1]

```
Størrelse.lme<-lme(Vekt~Behandling, random = ~+1|Tank)
```

Vekt endring ble testet med en Welch Two Sample t-test. Først ble forskjeller mellom behandlingene innad i runden sjekket så ble forskjeller mellom rundene sjekket

[R-kode 2]

```
t.test(Vektendring.prosent~Behandling)
```

[R-kode3]

```
t.test(Vektendring.prosent~Runde)
```

### 2.6.2 Test av kumulative verdier

Alle kumulative verdier ble testet ved hjelp av samme modell linear mixed-effect modell (LME). Enkelte av plottene så ut til å ha krummende tendenser, derfor ble det testet om det var hensiktsmessig med et polynomisk ledd i modellen

[R-kode-4]

```
PARAMETERA/Bp1.lme<-lme(PARAMETER~poly(Dag,1)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksA/B.df, na.action='na.omit', method='ML')
```

```
PARAMETERA/Bp2.lme<-lme(PARAMETER~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksA/B.df, na.action='na.omit', method='ML')
```

```
anova(PARAMETERA/Bp1.lme, PARAMETERA/Bp2.lme)
```

I de fleste tilfeller var modellen med polynomisk ledd den beste. Hver runde ble først testet for seg for å undersøke om det er forskjell mellom testfisk fra møblert og umøblert gruppe.

[R-kode 5]

```
PARAMETERA/B.lme<-lme(PARAMETER~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksA/B.df, na.action='na.omit')
```

Dersom det ble avdekket forskjeller i minst en av rundene settes rundene opp mot hverandre i en treveis interaksjon.

[R-kode 6]

```
PARAMETER.lme<-lme(PARAMETER~poly(Dag,2)*Behandling*Runde, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1())
```

### 2.6.3 Andel som oppnår suksess

For andel av fisken som svømmer inn i kammer 6 minst en gang er det benyttet Generalized linear mixed model (glmmPQL). Som for de øvrige analysene ble det først testet for forskjeller innad i runden, så treveisinteraksjon for å avdekke forskjeller i forskjellene.

[R-kode 7]

```
PropA/B.glmm<-glmmPQL(Success~Dag*Behandling, random = ~+1|Tank/Fisk, family = 'binomial',
data=laksA.df, na.action='na.omit')
```

[R-kode 8]

```
Prop.glmm<-glmmPQL(Success~Dag*Behandling*Runde, random = ~+1|Tank/Fisk, family =
'binomial', data=laks.df, na.action='na.omit')
```

### 2.6.4 Plott

Plott er laget med gjennomsnittlige verdier disse er funnet ved hjelp av

[R-kode 9]

```
tapply(PARAMETER, list(Behandling, Runde, Dag), mean, na.rm=T)
```

Alle plott og statistiske analyser ble gjort i R- studio med R 3.1.1( R development core team 2014) som det underliggende programmet.



## 3 Resultat

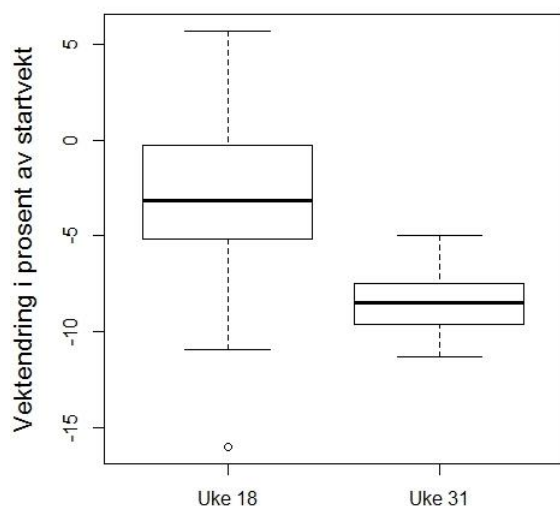
### 3.1 Størrelse

Det var ingen forskjell i vekt eller standard lengde hverken i uke 18 og uke 31 (tabell 3.1). I uke 18 veide testfisken  $1,7 \pm 0,1$  g, i uke 31 veide testfisken  $16,0 \pm 1,2$  g (våtvekt).

Standardlengden var i uke 18  $5,0 \pm 0,2$  cm, i uke 31 målte testfisken  $10,3 \pm 0,2$  cm. Det ble ikke funnet noen effekt av oppvekstkar i noen av gruppene.

Tabell 3.1 Statistisk oversikt over testfiskens standard lengde og våt vekt i uke 18 og 31 (LME).

Uke		Sd. lengde	Vekt
Uke 18	<i>F<sub>1,4</sub>-verdi</i>	0.71	0.005
	<i>p-verdi</i>	0.45	0.96
Uke 31	<i>F<sub>1,4</sub>-verdi</i>	0.11	0.29
	<i>p-verdi</i>	0.76	0.62



Det var ingen forskjell i mellom prosentmessig vektendring i møblert og umøblert gruppe i uke 18 (t-test;  $p = 0.44$ ) og uke 31 (t-test;  $p = 0.63$ ).

Vektendringen under forsøket var høyere for fisk testet ved alder 31 uker enn 18 uker (t-test;  $p < 0,0001$ ; figur 3.1.1).

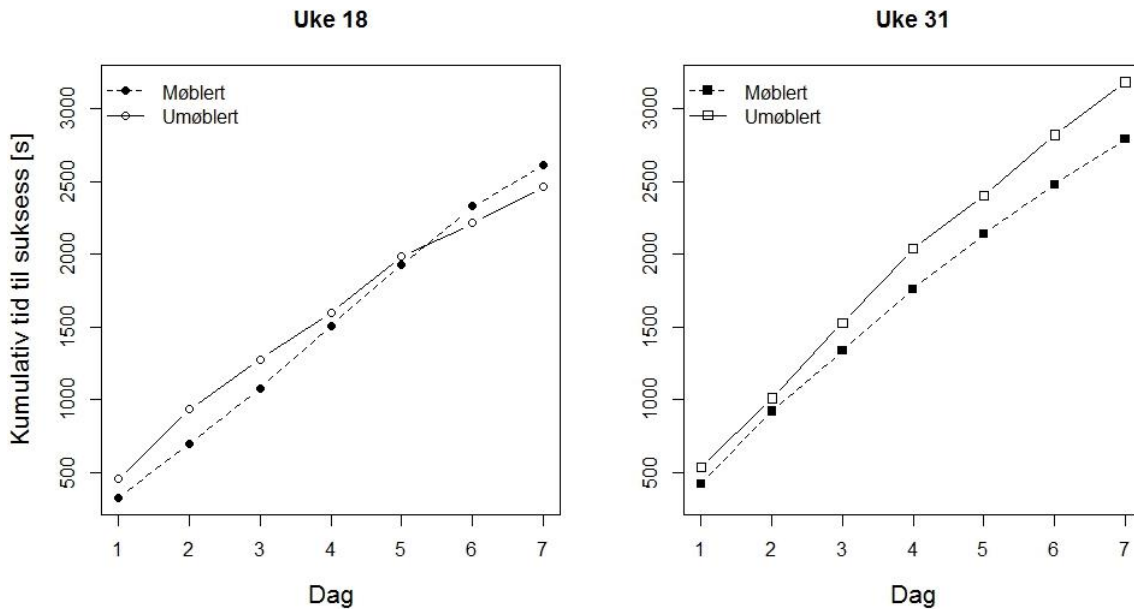
Prosentmessig vektnedgang var gjennomsnittlig på  $3,0 \pm 4,5\%$  i uke 18 og  $8,4 \pm 1,5\%$  i uke 31.

Figur 3.1.1 Prosentmessig vektendring i uke 18 og 31. Møblert og umøblert er slått sammen

### 3.2 Romlig læring

Det er to mål på testfiskens evne til å lære; *tid til suksess* og *antall feilvandringer før suksess*.

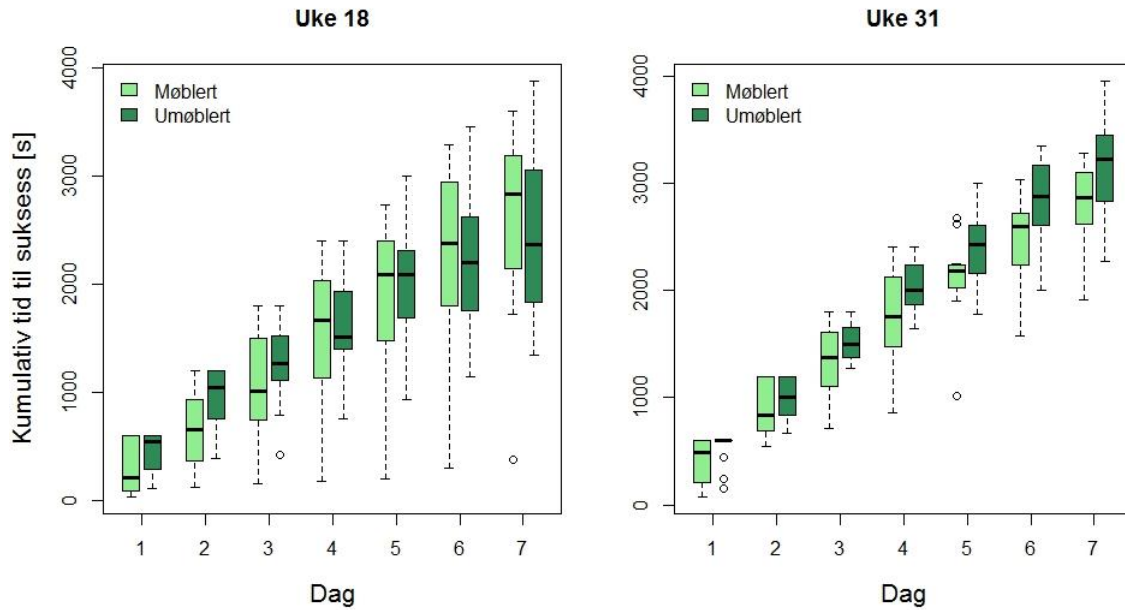
Suksess er oppnådd når fisken entrer kammer 6, kammeret med mat og strøm, første gang.



Figur 3.2.1 Gjennomsnittlig kumulativ tid til suksess ut over i testuken i 18. og 31 uke. Møblert gruppe er plottet med fylte punkter og stiplede linjer, umøblert gruppe har heltrukne linjer og tomme punkter.

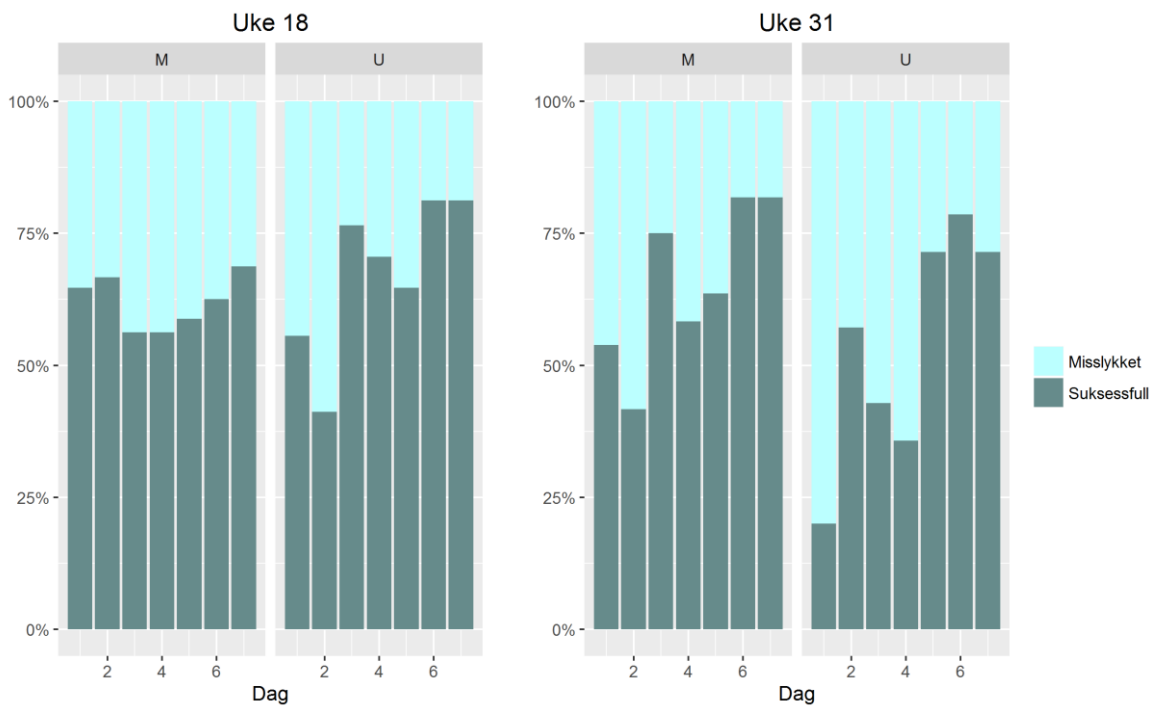
Det var ingen forskjell i kumulativ til suksess mellom testfisk med møbler og umøblert oppvekst hverken ved alder 18 uker etter klekking (LME;  $F_{2,198} = 2,08$ ;  $p = 0.13$ ) eller 31 uker etter klekking (LME;  $F_{2,154} = 1.45$ ;  $p = 0.24$ ).

Fisken som ble testet i uke 18 hadde større individvariasjon både i møblert og umøblert gruppe sammenlignet med fisken som ble testet i uke 31 og variasjonen økte ut over i testuka (figur 3.2.2).



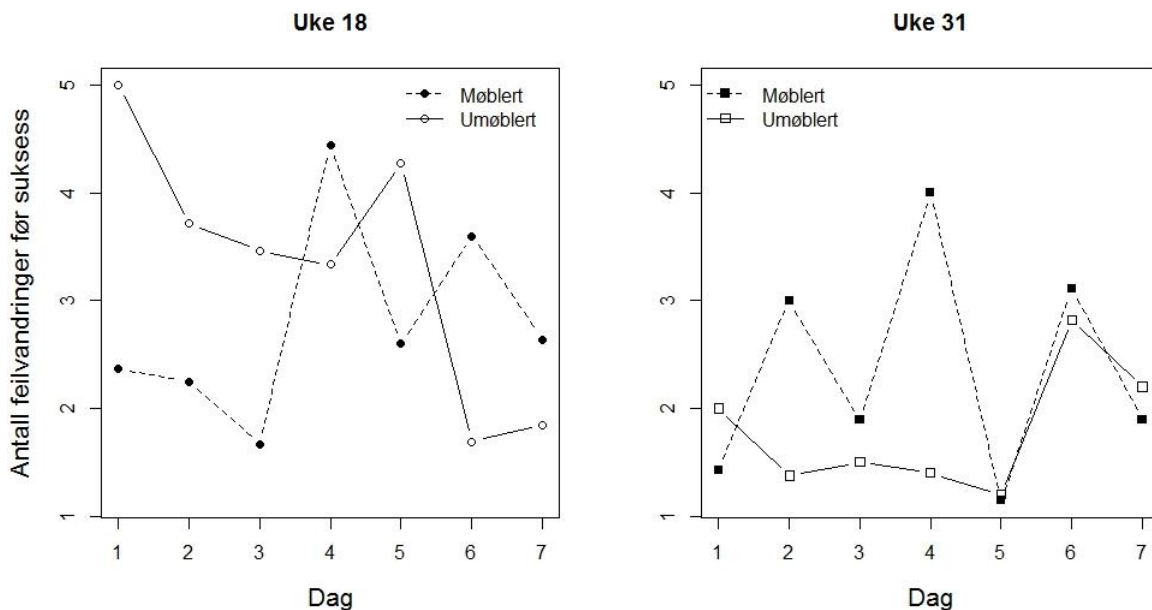
Figur 3.2.2 Rådataplott for å vise variasjonene innad i gruppene. Kumulativ tid til suksess plottet mot testdag. Det er to bokser per dag; fra møblert og umøblert bakgrunn.

Det er en del fisk som ikke entrer kammer 6 enkelte dager, altså testfisken har ikke oppnådd suksess (figur 3.2.3).



Figur 3.2.3 Prosentandel fisk som svømmer minst en gang inn i kammer 6, suksess, der det er mat og strøm.

For andelen fisk som oppnår suksess er det i uke 18 en tendens til forskjeller mellom møblert og umøblert bakgrunn, men det er ikke signifikant (GlmmPQL;  $p = 0,08$ ). I uke 31 er det ikke forskjeller i mellom møblert og umøblert bakgrunn (GlmmPQL;  $p = 0,52$ ). Interaksjonen mellom dag, behandling og runde viser at det ikke er signifikante forskjeller mellom ulikhetene innad i uke 18 og 31 (GlmmPQL;  $p = 0,60$ ).



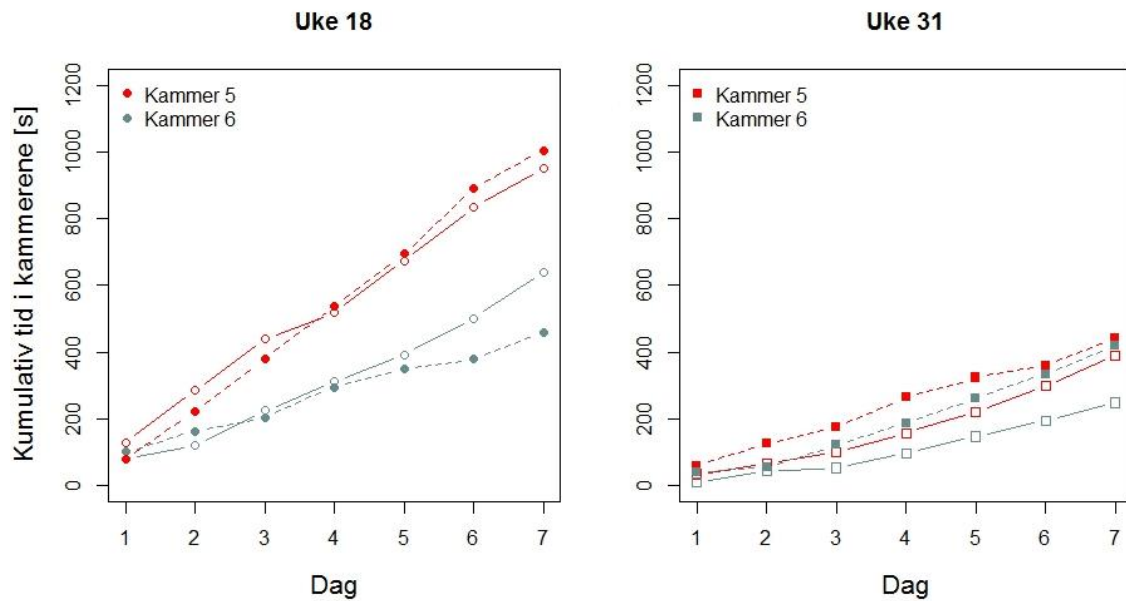
Figur 3.2.4 Gjennomsnittlig antall feilvandring for møblert og umøblert gruppe i uke 18 og 31

Test fisk fra umøblert bakgrunn i uke 18 viser nedgang i antall feilvandring før suksess, de øvrige gruppene viser ikke noe tydelig mønster, men har alle gjennomsnittlig flere feilvandring før suksess på dag 7 enn på dag 1.

### 3.2.1 Motivasjon

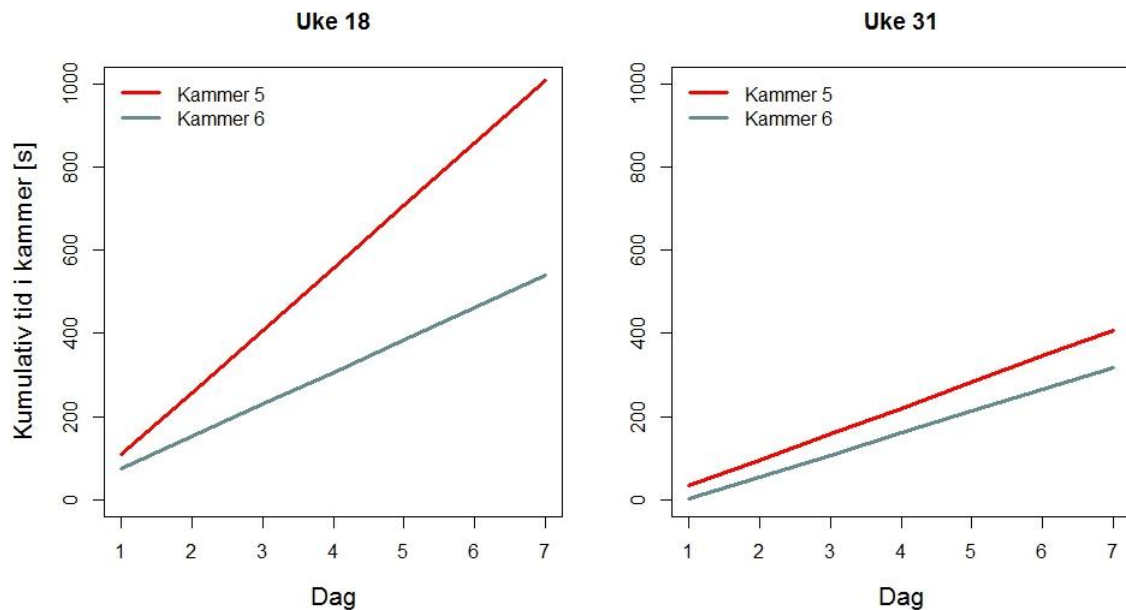
For å teste om kammer 6 (figur 2.4.4.A), som i utgangspunktet ble definert som gevinstkammer i labyrinten (med mat og strøm), sammenlignes kammer 6 og nabokammeret, kammer 5. Testfisken må ta like mange valg for å komme fram til kammer 5 som til kammer 6. Dersom testfiskens bevegelser i labyrinten ikke er motivert av gevinsten i kammer 6, vil disse kamrene være like mye besøkt. I figur 3.2.5 er gjennomsnittlig kumulativ tid i kammer 5

og 6 for begge grupper i de to testrundene (uke 18 og 31).



Figur 3.2.5 Gjennomsnittlig kumulativ tid i kammer 5 og 6. Stiplende linjer er for testfisk fra møblert bakgrunn. Heltrukne linjer er for fisk fra umøblert bakgrunn.

I uke 18 tilbringer testfisken mer tid i kammer 5 enn i kammer 6 (LM;  $F_{3,472} = 9.84$ ;  $p = 0.001$ ; figur 3.2.6), men i uke 31 var det ingen signifikant forskjell mellom tidsbruk i de to kammene (LM;  $F_{3,370} 0.75$ ;  $p = 0.45$ ; figur 3.2.6).

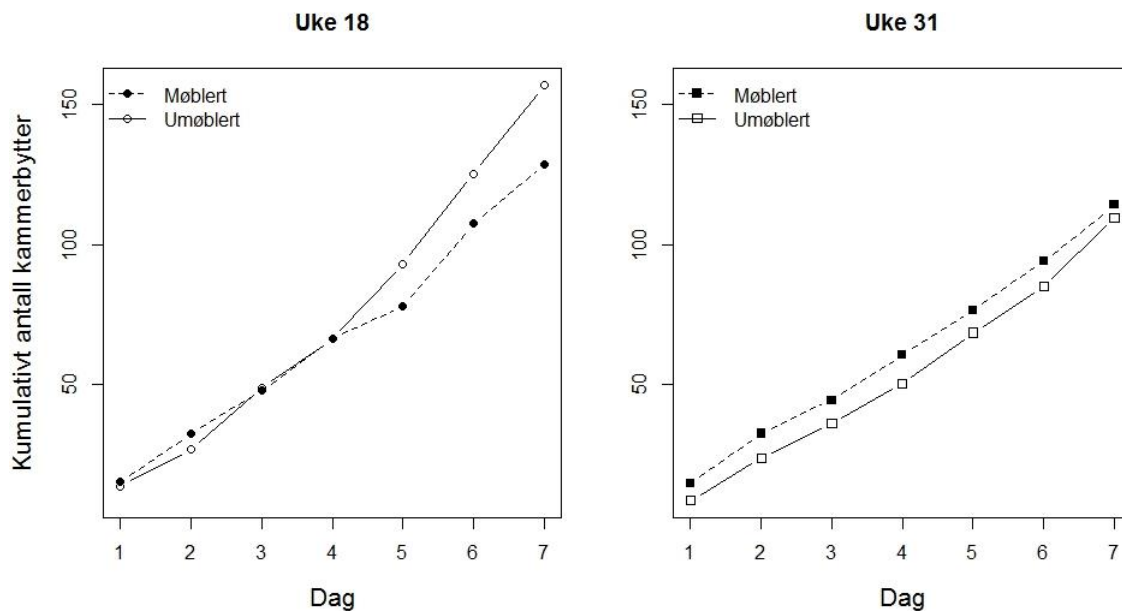


Figur 3.2.6 Predikert kumulativ total tid i kammer 5 og 6. Test fisk fra møblert og umøblert gruppe er slått sammen.

### 3.3 Utforskende adferd og aktivitetsnivå

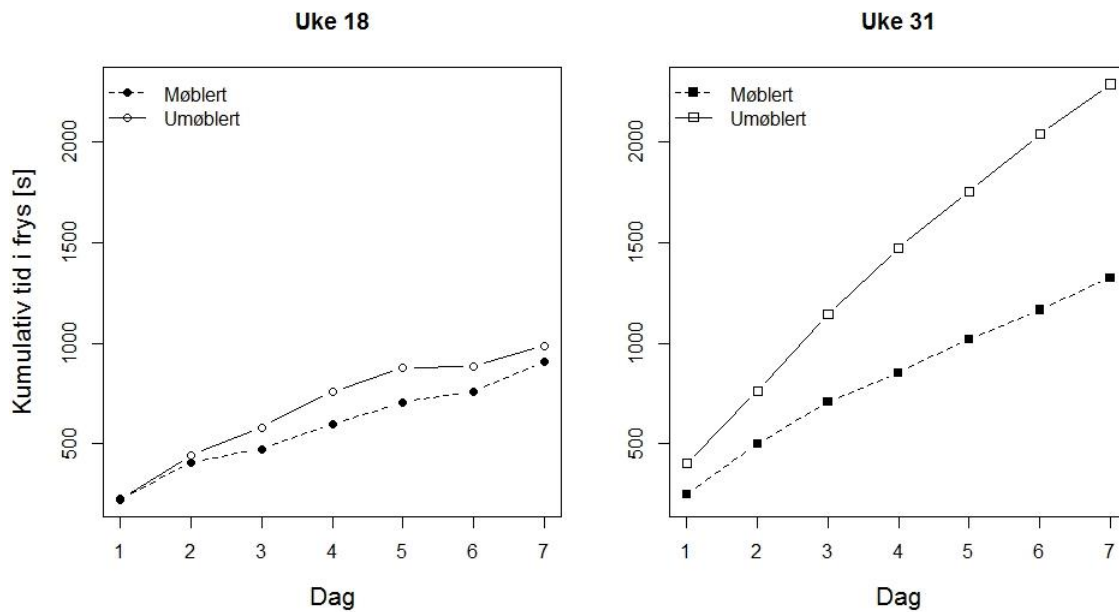
Fire responser viser testfiskens aktivitetsnivå og utforskende adferd: *kumulativ totalt antall kammerbytter, total tid i frys, totalt antall frys og tid til testfisken forlater startkammeret.*

I uke 18 er testfisk fra umøblert gruppe signifikant mer aktiv enn fra møblert gruppe (LME;  $F_{2,198} 4,75$ ;  $p = 0.0097$ ). Dette er ikke tilfellet i uke 31, hvor det ikke er forskjeller mellom gruppene (LME;  $F_{2,154} 0.36$ ;  $p = 0.70$ ). Treveisinteraksjonen mellom dag, runde og behandling, viser at forskjellene i rundene ikke er signifikant forskjellige (LME,  $F_{2,352} 1,76$ ;  $p = 0.17$ ; figur 3.3.1)



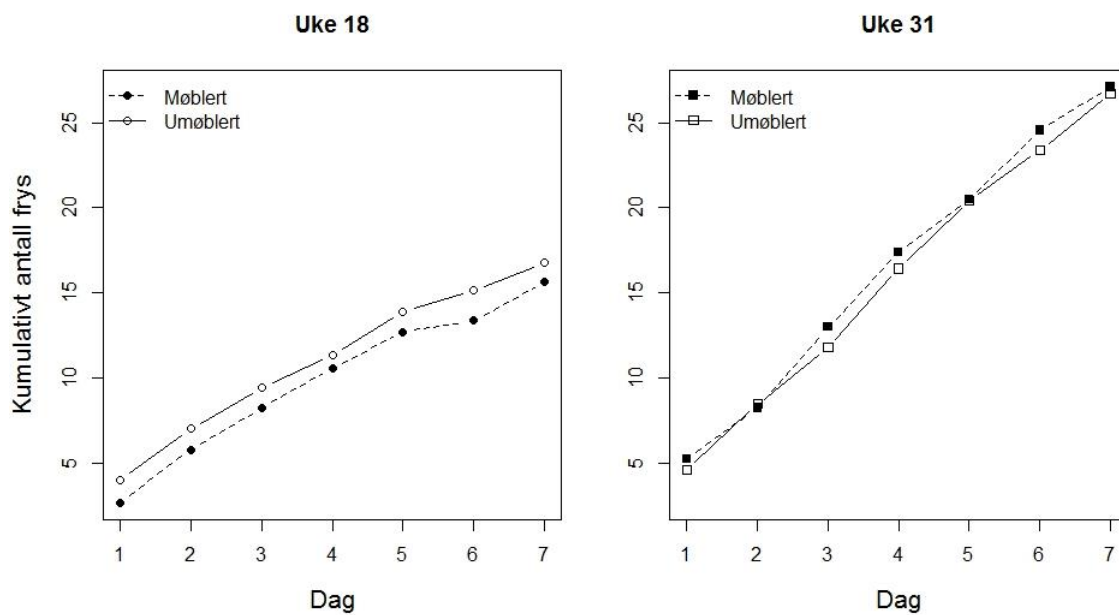
Figur 3.3.1 Gjennomsnittlig kumulativ antall kammerbytter for fisk fra møblert og umøblert behandling i uke 18 og 31

I uke 18 er det ingen forskjell i mellom møblert og umøblert gruppe i total tid fisken tilbringer i frys (LME;  $F_{2,198} 1,42$ ;  $p = 0,24$ ). I uke 31 tilbringer testfisk fra umøblert gruppe mer tid i frys enn fra møblert gruppe (LME;  $F_{2,154} 22,08$ ;  $p < .0001$ ). Treveisinteraksjonen mellom dag, runde og behandling, viser en signifikant forskjell mellom forskjellene (LME;  $F_{2,352} 8,15$ ;  $p = 0.0003$ ; figur3.3.2)



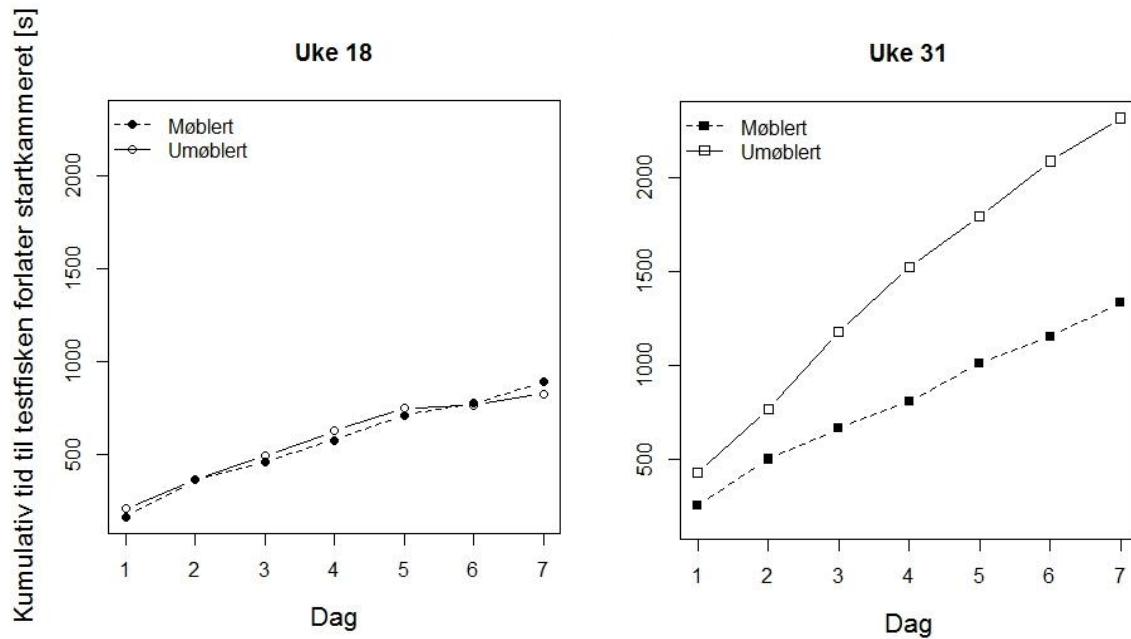
Figur 3.3.2 Gjennomsnittlig kumulativ total tid i frys plottet mot testdag i uke 18 og 31.

Det er ingen forskjell mellom møblert og umøblert behandling i antall ganger de fryser hverken i uke 18 (LME;  $F_{2,198} 0,04$ ;  $p = 0,96$ ) eller uke 31 (LME;  $F_{1,156} = 0,0011$   $p=0,97$ ; figur 3.3.3)



Figur 3.3.3 Gjennomsnittlig kumulativt totalt antall ganger fisken fryser til i uke 18 og 31.

I uke 18 er det ingen forskjell mellom møblert og møbler gruppe i tiden fisken bruker på å forlate startkammeret (LME;  $F_{2,198}$  0,42;  $p = 0,66$ ). I uke 31 bruker testfisk fra umøblert gruppe mer tid på å forlate startkammeret enn testfisk fra møblert gruppe (LME;  $F_{2,154} = 17,13$ ;  $p < 0,0001$ ). Treveisinteraksjonen mellom dag, behandling og runde viser en forskjell mellom ulikhetene innad i rundene (LME;  $F_{2,352}$  14,81;  $p < 0,0001$ ).



Figur 3.3.4 Gjennomsnittlig kumulativ tid til testfisken forlater startkammeret for umøblert og møblert gruppe i uke 18 og 31.

Tabell 3.2 Resultat av LME for de ulike aktivitet- og utforskningsadferd.

\*Ikke polynomisk modell,  $F_{1,156}$

Uke		Antall kammerbytter	Tid i fys	Antall frys	Første gang i kammer to
18	$F_{2,198}$	4,75	1,42	0,04	0,42
	<i>P- verdi</i>	0,01	0,24	0,96	0,66
31	$F_{2,154}$	0,36	22,08	0,001*	17,13
	<i>P- verdi</i>	0,70	<0.001	0,97	<0.001
18+31	$F_{2,352}$	1,76	8,15		14,81
	<i>P-verdi</i>	0,17	<0.001		<0.001



## 4 Diskusjon

Det er ingen tegn til en sensitivperiode for effekt av beriket miljø på romlig læring. Metoden benyttet i dette eksperimentet klarte ikke å avdekke romlig læring hos unglaks, hverken ved 18 ukers alder eller 31 ukers alder. Dette skyldes trolig at «gevinstkammeret» ikke ser ut til å ha vært attraktivt for unglaksen.

Testfisk eksponert for beriking i uke 24- 31 var mer utforskende og fleksible enn testfisk fra uberiket miljø. Dette er ikke tilfellet for fisk eksponert i uke 11-18 hvor det ikke er forskjell mellom behandlingene. Positiv effekt av strukturell beriking på utforskende evner er også funnet hos regnbueørret (unge) og et år gamle laks (Lee and Berejikian, 2008, Salvanes et al., 2013).

### 4.1 Romlig læring

Forsøkene klarte ikke å avdekke forskjeller i romlig læringsevne for fisk fra de ulike behandlingene ved noen av tidspunktene. Hos den yngste fisken (uke 18) bruker fisk fra begge behandlinger gjennomsnittlig kortere tid til suksess enn for den eldste testfisken, dette strider imot antagelsen om at eldre fisk lærer raskere (Kihslinger and Nevitt, 2006).

Det var mange av testindividene som enkelte dager ikke oppnådde suksess (figur 3.2.1), dette vanskeliggjorde omgjøring av feilvandringsparameteren (figur 3.2.4) til kumulative verdier, noe som igjen førte til at ingen statistiske tester er hensiktsmessige. Ut ifra figur 3.2.4 kan en se at det hersker et kaos; for alle gruppene utenom umøblert uke 18 gjør de det i gjennomsnitt dårligere ved siste test dag enn ved første. Dette underbygger ytterligere at testfisken ikke utviste romlig læring i forsøksoppsettet som ble brukt.

### ***Motivasjon***

På den ene siden kan dette resultatet vise at behandlingen ikke har påvirket testindividene men på den andre siden kan resultatet forklares med at metoden ikke fungerte.

Sammenligning av total tid brukt i kammer 5 og kammer 6 viste at kammer 6 ikke utmerket seg (figur 3.2.6). Dette tyder på at gevinsten ikke var attraktiv for testfisken.

### *Strømmen*

Unglaks utviser rheotaxis i sitt naturlige habitat, det vi si at de står mot strømmen.

Lufteststeinen i gevinstkammeret ga ikke strøm som gikk i én retning. Dette kan ha gjort det vanskelig for testfisken å utvise rheotaxis, noe som igjen kan være en mulig årsak til at fisken ikke likte å oppholde seg i gevinstkammeret. Etter hvert som unglaks vokser trives de i stadig sterkere strøm (Armstrong et al., 2003), det er mulig at styrken på strømmen burde vært bedre tilpasset størrelsen.

### *Fôret*

Testfisken ble introdusert for mygglarvene fem dager før test uken, overgang fra pellets til naturlig føde har vist seg å være problematisk for klekkerioppfostret fisk. På tross av at mygglarver er en del av den naturlige dietten til unglaks, ser det ikke ut til at testfisken har taklet overgangen fra pellets til levende føde. Dette gjenspeiles også i vektnedgangen (figur3.1.1) som var betydelig i uke 18 og 31.

Mygglarvene ble presentert i små skåler med vaselin, dette ligner måten mygglarver stikker opp av sedimenter i naturen. Metoden har gitt gode resultater for atferds studier hos stingsild (Odling-Smee and Braithwaite, 2003, Odling-Smee et al., 2008), men i disse studiene er det ikke spesifisert om stingsilden kommer fra populasjoner som lever i elver eller i stillestående vann. I sitt naturlige habitat er hovednæringskilden til unglaks insektslarver som driver forbi med strømmen. Derfor ville et mer hensiktsmessig oppsett vært et kammer med gjennomstrømning i en retning der mat driver med strømmen, slik som i Braithwaite et al. (1996).

### *Metabolsk type*

Ved gode forhold vil unglaksen i løpet av senhøsten deles i to vekstgrupper, fisk i den nedre delen av størrelsesskalaen vil holde en stabil vekt i motsetning til den øvre delen som vil fortsette å vokse frem mot smoltifisering på følgende vår (Metcalf et al., 1986). Dersom testfisken er i den nedre gruppen kan det være en alternativ forklaring på manglede motivasjon til å spise, spesielt i uke 31. Det har ikke vært mulig å vurdere metabolsk type i dette prosjektet.

## *Stress*

Håndtering kan stresse fisken, derfor er det lagt inn akklimatisering til testapparatet og akklimatisering før hver enkelt test. Det kan hende at denne akklimatiseringen ikke var tilstrekkelig, eller riktig utformet. Under hoved-akklimatiseringen før testuken, var testindividene i labyrinten i grupper på ni, under læringstestene opptrådte de derimot alene, for første gang. Dette kan ha skapt unødig stress for individene. Dette kunne vært løst ved individuell hoved-akklimatisering eller ved å ha en «venn» i nærheten under testen. Unglaks er i stor grad territoriell (Jonsson and Jonsson, 2011); og det at en «venn» er tilstede under testen kan derfor føre til adferd som ikke er hensiktsmessig ved testing for romlig læringsevne.

Hvorvidt fisken var stresset er vanskelig å avgjøre kun ved ytre analyse av fisken, men nedgang i appetitt er et velkjent tegn på stress hos en rekke arter. Fisk fra uke 18 og 31 gikk ned i vekt under læringstestene (figur 3.1.1). Andre undersøkelser av lakseyngel viser derimot ingen merkbar nedgang i appetitten etter stress som følge av håndtering (Pankhurst et al., 2008). Disse undersøkelsene ble gjort på domestiserte individer og det kan være at funnene kun er et resultat av at individene er vant til håndtering. Tidligere studier har også vist at unglaks takler håndterings stress godt (Carey and McCormick, 1998). Ut i fra observasjoner under videogjennomgang, vil jeg si at de fleste testfisk ikke ser ut til å være stresset under testperioden. En mulig ytre måte og kvantifisere stress på er ved å telle frekvensen på bevegelser i gjellelokket (Bonga, 1997), videokvaliteten og tiden ar dessverre for knapp til dette i denne studien.

## ***Oppbygging av labyrinten***

For å etterligne optimalt habitat for en unglaks i elven manglet gevinstkammeret en vesentlig komponent, skjulmuligheter. Uten skjulesteder, kan ikke unglaksen utvise sin normale «sitt og vent» fôringsstrategi. Dette kan være grunnen til at testindividene undersøkte kammeret for å senere forlate det. Det ble ikke lag inn noe beriking i kammeret fordi det ville være gjenkjennbart for møblert gruppe og nytt for umøblert gruppe. Ved framtidige forsøk er en mulig måte å løse dette på å innføre overdekke i deler av gevinstkammeret, dette vil være nytt for begge grupper og gir lignende skjulmuligheter som i de nedsenkede strukturene.

Landemerkene, ulike geometriske former, var også utformet for å være ny for begge grupper. Mangelen på kontraster kan ha gjort disse vanskelige å se, en annen mulig måte å gjenkjenne åpningene på er gjennom lateral linjen, da må fisken stå parallelt med åpningen.

Svømmeretningen og den rektangulære formen på kamrene, gjør at fisken nærmer seg kamrene på ulik måte noe som kan gi ulik oppfattelse av åpningene.

For å komme til kammer 6 måtte testfisken ta en krapp sving mot høyre, dette kan være en ledetråd for fisken, i form av kropps-orientert navigering. Tidligere studier har vist at fisk fra turbulent miljø utviser større grad av kropps-orientert navigasjon (Braithwaite et al., 1996). I dette forsøket utviste ikke fisken romliglæring, men dersom den hadde gjort det hadde det ikke vært mulig å fastslå om individene lærer landemerkene, en kroppsorientert rekkefølge, eller en kombinasjon.

#### 4.2 Aktivitetsnivå og utforskende adferd.

De fire aktivitet- og utforskningsparameterne: *kumulativ totalt antall kammerbytter, total tid i frys, totalt antall frys og tid før testfisken forlater startkammeret.*

Det er kun antall kammerbytter som gir signifikante forskjeller i uke 18; fisk fra umøblert miljø er gjør et byks i aktivitetsnivå de tre siste testdagene. Hvis man setter aktivitetsnivået (*kumulativt antall kammerbytter*) opp mot *tid til suksess* kan enn se at det er en sammenheng (figur 3.2.1 og 3.3.1). Aktiv fisk (høy verdi) vil ha kortere tid til suksess, disse to figurene stemmer godt overens, det er aktivitetsnivået som er avgjørende for når fisken kommer fram til kammer 6.

I uke 31 var det signifikante forskjeller i to av fire parametere, fisk fra beriket miljø tilbringer mindre tid i frys og forlater startkammeret raskere (figur 3.3.2 og 3.3.4). Disse parameterne har trolig en sammenheng, når døren fra startkammeret åpnes fryser de fleste fisk til. Dermed kan *kumulativ tid i frys* trolig forklares av *kumulativ tid til testfisken forlater startkammeret*, der den sistnevnte er viktigst (tabell 3.2). Gapet mellom umøblert og møblert gruppe øker ut over i uken, dette kan tyde på at den utforskende adferden er et tegn på fleksibilitet, de møblerte individene gjenkjenner situasjonen og takler i større grad eventuelt stress ved døråpning. Utforskende adferd er ikke entydig positivt for fisk som skal tilbakeføres til naturen, avveingen «bli spist eller spis» er et evig dilemma, noe som gjenspeiles i ungfiskenes preferanse til habitater med skjulested (Armstrong and Nislow, 2006).

Det er ingen muligheter for å skjule seg i startboksen, så å «bli eller forlate» er i prinsippet like «farlig». I en pilotstudie gjemte fisk fra møblert bakgrunn seg raskere når de ble sluppet

ut i elven (Salvanes, 2014, pers. comm), individer som har større kapasitet til å utforske har også større mulighet til å finne skjulesteder. En annen mulig forklaring på forskjellen i utforsking er at fisken fra umøblert miljø har neofobi (frykt for alt nytt), desto større forskjellen et nytt miljø skiller seg fra tidligere erfarte miljø jo lenger tar tilpasningen (Näslund and Johnsson, 2014). Akklimatiseringen forsøker å utjevne slike ulikheter, men det er en hårfin balanse mellom for mye og for lite akklimatisering. Ved for lang akklimatisering vil kontrollgruppen utsettes for stimuli som kan ødelegge for effekten av behandlingen.

### *Få forskjeller i uke 18*

Hypotesen om at beriking ville gi større utslag i tidlig alder kan ikke bekreftes av disse resultatene. En mulighet er at det i denne perioden er viktigere å allokere energi til vekst enn til kognitive evner, ifølge vekst-tabellen fra Vossklekkeri (vedlegg 2.3) er det denne perioden individene har raskest vekst.

### ***Eksponeringsperioden***

Berikingen søker å etterligne det naturlige miljø, et miljø som vil variere. Derfor er det hensiktsmessig at posisjonen på strukturene varierer noe, ulempen med variasjonen er at man ikke kan avgjøre om det er variasjonen eller strukturene som gir effekt. En annen utfordring er hvor ofte strukturene flyttes, i dette studiet ble strukturenes posisjon endret en gang i uken noe som har gitt positive resultater på utforskende adferd (tiden før fisken forlater startboksen) hos torskeyngel i tidligere studier (Salvanes and Braithwaite, 2005). På regnbueørret hadde ustabil-strukturell beriking ingen effekt på utforskende adferd sammenlignet med tomt miljø (Lee and Berejikian, 2008). I deres studie var ble strukturene flyttet annen hver dag og eksponeringsperioden kortene enn i Salvanes og Braithwaites studie. Mitt studium avdekker signifikante forskjeller i *kumulativ tid til testfisken forlater startboksen*. I de to studiene er det brukt ulike modellorganismer; torsk og laks. Ulikt utslag kan også skyldes at flyttingen, variasjonen i miljøet, har vært bedre tilpasset modellorganismens biologi. Variasjon i den strukturelle berikingen kan være med på å frembringe naturlig adferd, men frekvensen bør være tilpasset dyrets biologi og livsstadium, da er det viktig å kjenne til de naturlige forholdene dyret lever under. Eldre unglaks beveger seg over større distanser og har større territorier, det kan tenkes de eldste testindividene har hatt større utbytte av variasjonen i miljøet, da et slikt miljø ligger nærmere deres naturlige økologiske opprinnelse.

### 4.3 Konklusjon

Dette oppsett avdekket ikke effekter av ustabil-strukturell beriking på romlig læringsevne ved 18 uker eller 31 uker etter klekking. Dette skyldes trolig at gevinsten benyttet i dette oppsettet ikke var nok motiverende.

I motsetning til den romlige læringen, så var det signifikante forskjeller i utforskende adferd. Testfisk fra møblert gruppe i ved alder 31 uker var raskere til å utforske labyrinten, og forskjellen mellom gruppene økte ut over i test-uken. Dette tyder på at testfisk fra møblert bakgrunn var mer fleksible. Det er liten forskjell mellom møblert og umøblert gruppe i uke 18, dette kan komme av at det kan være viktigere å allokere energi til vekst fremfor kognitiv utvikling så tidlig i livet.

### 4.4 Fremtidig forskning

Mange berikingsundersøkelser er motivert av å kunne gi økt utbytte av reetableringsprosjekter. Ideelt sett bør fisken da være mest mulig lik sine ville artsfrender. Berikingen i slike undersøkelser er i stor grad kun bestående av en type, og gjensker derfor ikke det naturlige habitatets kompleksitet. Jeg mener at nøkkelen til en optimal berikingsstrategi ligger i naturen. Kunnskap om habitatvalg, livshistoriestrategier, forskjeller mellom livsstadier og generell arts- og populasjons kunnskap er derfor viktig i utviklingen av passende beriking.

#### *Problem-orientert*

Det er en tankevekker at ressursene først er tilgjengelig når naturen begynner å skranke. Ressurser og tiltak blir først iverksatt når skaden har skjedd. Som etter bestandssammenbruddet hos Vossolaksen på slutten av 80-tallet. For å iverksette de mest mulig hensiktsmessige tiltak er det gunstig å ha kunnskap om det økologiske systemet og populasjonen før og etter eventuell kollaps og utbedringer.

Kartlegging av bærekraftige populasjoner kan gi verdifull innsikt i hvilke tiltak som skal til for å bedre tilstanden for populasjoner som er truet. Dette gjelder ikke bare for laks, kunnskap om verden vi lever i er viktig for å forstå den, og for å kunne utnytte resurser bærekraftig.







## Referanseliste

- ABZHANOV, A., PROTAS, M., GRANT, B. R., GRANT, P. R. & TABIN, C. J. 2004. Bmp4 and morphological variation of beaks in Darwin's finches. *Science*, 305, 1462-1465.
- ARMSTRONG, J., KEMP, P., KENNEDY, G., LADLE, M. & MILNER, N. 2003. Habitat requirements of Atlantic salmon and brown trout in rivers and streams. *Fisheries research*, 62, 143-170.
- ARMSTRONG, J. & NISLOW, K. 2006. Critical habitat during the transition from maternal provisioning in freshwater fish, with emphasis on Atlantic salmon (*Salmo salar*) and brown trout (*Salmo trutta*). *Journal of Zoology*, 269, 403-413.
- BARLAUP, B. 2013. Redningsaksjonen for Vossolaksen. In: NATURFORVALTNING, D. F. (ed.). Direktoratet for naturforvaltning.
- BEREJIKIAN, B. A., TEZAK, E. & LARAE, A. L. 2003. Innate and enhanced predator recognition in hatchery-reared chinook salmon. *Environmental Biology of Fishes*, 67, 241-251.
- BERGENDAHL, I. A., SALVANES, A. G. V. & BRAITHWAITE, V. A. 2015. Determining the effects of duration and recency of exposure to environmental enrichment. *Applied Animal Behaviour Science*.
- BONGA, S. W. 1997. The stress response in fish. *Physiological reviews*, 77, 591-625.
- BRAITHWAITE, V., ARMSTRONG, J., MCADAM, H. & HUNTINGFORD, F. 1996. Can juvenile Atlantic salmon use multiple cue systems in spatial learning? *Animal Behaviour*, 51, 1409-1415.
- BRAITHWAITE, V. A. 2006. Cognitive ability in fish. *Fish physiology*, 24, 1.
- BRAITHWAITE, V. A. & SALVANES, A. G. V. 2008. Cognition: Learning and Memory. In: MAGNHAGEN, C. (ed.) *Fish Behaviour*. Enfield Science
- BROWN, C., DAVIDSON, T. & LALAND, K. 2003. Environmental enrichment and prior experience of live prey improve foraging behaviour in hatchery-reared Atlantic salmon. *Journal of Fish Biology*, 63, 187-196.
- BROWN, C. & LALAND, K. 2001. Social learning and life skills training for hatchery reared fish. *Journal of Fish Biology*, 59, 471-493.
- BRYDGES, N. M. & BRAITHWAITE, V. A. 2009. Does environmental enrichment affect the behaviour of fish commonly used in laboratory work? *Applied Animal Behaviour Science*, 118, 137-143.
- BRYDGES, N. M., HEATHCOTE, R. J. & BRAITHWAITE, V. A. 2008. Habitat stability and predation pressure influence learning and memory in populations of three-spined sticklebacks. *Animal Behaviour*, 75, 935-942.
- CAREY, J. B. & MCCORMICK, S. D. 1998. Atlantic salmon smolts are more responsive to an acute handling and confinement stress than parr. *Aquaculture*, 168, 237-253.
- CLAYTON, N. S., REBORDA, J. C. & KACELNIK, A. 1997. Seasonal changes of hippocampus volume in parasitic cowbirds. *Behavioural Processes*, 41, 237-243.
- FISCHER, A. 2015. Environmental enrichment as a method to improve cognitive function. What can we learn from animal models? *NeuroImage*.
- GIRVAN, J. R. & BRAITHWAITE, V. A. 1998. Population differences in spatial learning in three-spined sticklebacks. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 265, 913-918.
- HEALY, S. & BRAITHWAITE, V. 2000. Cognitive ecology: a field of substance? *Trends in Ecology & Evolution*, 15, 22-26.
- HEDEN, G. O. 2015. Kontaktperson Vossklekkeri personlig kommunikasjon.
- HESS, E. H. 1973. *Imprinting: Early Experience and the Developmental Psychobiology of Attachment*. Foreword by Konrad Lorenz, Van Nostrand Reinhold.
- HUBER, R., VAN STAADEN, M., KAUFMAN, L. & LIEM, K. 1997. Microhabitat use, trophic patterns, and the evolution of brain structure in African cichlids. *Brain, Behavior and Evolution*, 50, 167-182.
- HYVÄRINEN, P., RODEWALD, P. & BRADFORD, M. 2013. Enriched rearing improves survival of hatchery-reared Atlantic salmon smolts during migration in the River Tornionjoki. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 70, 1386-1395.

- INDUSTRILABORATORIET. 2015. *Teknisk beskrivelse* [Online]. Available: <http://org.uib.no/ilab/tekniskbeskrivelse.html> [Accessed 21.12.2015].
- ISAKSEN, T. E. 2013. Ichthyobodo infections on farmed and wild fish. Methods for detection and identification of Ichthyobodo spp.
- JOHNSSON, J., BROCKMARK, S. & NÄSLUND, J. 2014. Environmental effects on behavioural development consequences for fitness of captive-reared fishes in the wild. *Journal of fish biology*, 85, 1946-1971.
- JONSSON, B. & JONSSON, N. 2006. Cultured Atlantic salmon in nature: a review of their ecology and interaction with wild fish. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 63, 1162-1181.
- JONSSON, B. & JONSSON, N. 2011. *Ecology of Atlantic Salmon and Brown Trout: Habitat as a template for life histories*, Springer Netherlands.
- JONSSON, B. & JONSSON, N. 2014. Early environment influences later performance in fishes. *Journal of Fish Biology*, 85, 151-188.
- KAMBERSTAD, O. 2015. Medarbeider voss klekkeri personlig kommunikasjon.
- KEEFER, M. L. & CAUDILL, C. C. 2014. Homing and straying by anadromous salmonids: a review of mechanisms and rates. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 24, 333-368.
- KEELEY, E. R. & GRANT, J. W. 1995. Allometric and environmental correlates of territory size in juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 52, 186-196.
- KIHSLINGER, R. L. & NEVITT, G. A. 2006. Early rearing environment impacts cerebellar growth in juvenile salmon. *Journal of Experimental Biology*, 209, 504-509.
- KNUDSEN, E. 2004. Sensitive periods in the development of the brain and behavior. *Cognitive Neuroscience, Journal of*, 16, 1412-1425.
- KOTRSCHAL, A. & TABORSKY, B. 2010. Environmental change enhances cognitive abilities in fish. *PLoS Biol*, 8, e1000351.
- KOTRSCHAL, K., VAN STAADEN, M. & HUBER, R. 1998. Fish brains: Evolution and environmental relationships. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 8, 373-408.
- KVAAL, M. *Lakseregisteret* [Online]. <http://lakseregister.fylkesmannen.no/lakseregister/public/default.aspx>.
- LEE, J. & BEREJIKIAN, B. 2008. Effects of the rearing environment on average behaviour and behavioural variation in steelhead. *Journal of Fish Biology*, 72, 1736-1749.
- METCALFE, N. B., HUNTINGFORD, F. A. & THORPE, J. E. 1986. Seasonal changes in feeding motivation of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Zoology*, 64, 2439-2446.
- MILLIDINE, K., ARMSTRONG, J. & METCALFE, N. 2006. Presence of shelter reduces maintenance metabolism of juvenile salmon. *Functional Ecology*, 20, 839-845.
- MILLOT, S., NILSSON, J., FOSSEIDENGEN, J. E., BÉGOUT, M.-L., FERNÖ, A., BRAITHWAITE, V. A. & KRISTIANSEN, T. S. 2014. Innovative behaviour in fish: Atlantic cod can learn to use an external tag to manipulate a self-feeder. *Animal cognition*, 17, 779-785.
- MORIN, P.-P., DODSON, J. J. & DORÉ, F. Y. 1989. Cardiac responses to a natural odorant as evidence of a sensitive period for olfactory imprinting in young Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46, 122-130.
- NÄSLUND, J., AARESTRUP, K., THOMASSEN, S. T. & JOHNSSON, J. I. 2012. Early enrichment effects on brain development in hatchery-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*): no evidence for a critical period. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69, 1481-1490.
- NÄSLUND, J., ROSENGREN, M., DEL VILLAR, D., GANSEL, L., NORRGÅRD, J. R., PERSSON, L., WINKOWSKI, J. J. & KVINGEDAL, E. 2013. Hatchery tank enrichment affects cortisol levels and shelter-seeking in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 70, 585-590.
- NÄSLUND, J., AARESTRUP, K., THOMASSEN, S. T., JOHNSSON, J. I. & POST, J. 2012. Early enrichment effects on brain development in hatchery-reared Atlantic salmon (*Salmo salar*): no evidence for a critical period. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 69, 1481-1490.

- NÄSLUND, J. & JOHANSSON, J. I. 2014. Environmental enrichment for fish in captive environments: effects of physical structures and substrates. *Fish and Fisheries*.
- ODLING-SMEE, L. & BRAITHWAITE, V. A. 2003. The influence of habitat stability on landmark use during spatial learning in the three-spined stickleback. *Animal Behaviour*, 65, 701-707.
- ODLING-SMEE, L. C., BOUGHMAN, J. W. & BRAITHWAITE, V. A. 2008. Sympatric species of threespine stickleback differ in their performance in a spatial learning task. *Behavioral ecology and sociobiology*, 62, 1935-1945.
- ODLING-SMEE, L. & BRAITHWAITE, V. A. 2003. The role of learning in fish orientation. *Fish and Fisheries*, 4, 235-246.
- PAGLIANTI, A., MESSANA, G., CIANFANELLI, A. & BERTI, R. 2006. Is the perception of their own odour effective in orienting the exploratory activity of cave fishes? *Canadian journal of zoology*, 84, 871-876.
- PANKHURST, N., LUDKE, S., KING, H. & PETER, R. 2008. The relationship between acute stress, food intake, endocrine status and life history stage in juvenile farmed Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Aquaculture*, 275, 311-318.
- PICKERING, A., GRIFFITHS, R. & POTTINGER, T. 1987. A comparison of the effects of overhead cover on the growth, survival and haematology of juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L., brown trout, *Salmo trutta* L., and rainbow trout, *Salmo gairdneri* Richardson. *Aquaculture*, 66, 109-124.
- ROBERTS, L., TAYLOR, J., GOUGH, P., FORMAN, D. & GARCIA DE LEANIZ, C. 2014. Silver spoons in the rough: can environmental enrichment improve survival of hatchery Atlantic salmon *Salmo salar* in the wild? *Journal of fish biology*, 85, 1972-1991.
- ROBERTS, L. J., TAYLOR, J. & DE LEANIZ, C. G. 2011. Environmental enrichment reduces maladaptive risk-taking behavior in salmon reared for conservation. *Biological Conservation*, 144, 1972-1979.
- RODEWALD, P., HYVÄRINEN, P. & HIRVONEN, H. 2011. Wild origin and enriched environment promote foraging rate and learning to forage on natural prey of captive reared Atlantic salmon parr. *Ecology of Freshwater Fish*, 20, 569-579.
- SAIKKONEN, A., KEKÄLÄINEN, J. & PIIRONEN, J. 2011. Rapid growth of Atlantic salmon juveniles in captivity may indicate poor performance in nature. *Biological conservation*, 144, 2320-2327.
- SALVANES, A. G., MOBERG, O. & BRAITHWAITE, V. A. 2007. Effects of early experience on group behaviour in fish. *Animal Behaviour*, 74, 805-811.
- SALVANES, A. G. V. 2014. *RE: Nursery environment and survival of salmon fry in nature*. personlig kommunikasjon.
- SALVANES, A. G. V. 2015. personlig kommunikasjon.
- SALVANES, A. G. V. & BRAITHWAITE, V. 2006. The need to understand the behaviour of fish reared for mariculture or restocking. *ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil*, 63, 345-354.
- SALVANES, A. G. V. & BRAITHWAITE, V. A. 2005. Exposure to variable spatial information in the early rearing environment generates asymmetries in social interactions in cod (*Gadus morhua*). *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 59, 250-257.
- SALVANES, A. G. V., MOBERG, O., EBBESSON, L. O., NILSEN, T. O., JENSEN, K. H. & BRAITHWAITE, V. A. 2013. Environmental enrichment promotes neural plasticity and cognitive ability in fish. *Proceedings of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, 280, 20131331.
- SHETTLEWORTH, S. J. 2001. Animal cognition and animal behaviour. *Animal behaviour*, 61, 277-286.
- SMULDERS, T., SASSON, A. & DEVOOGD, T. 1995. Seasonal variation in hippocampal volume in a food-storing bird, the black-capped chickadee. *Journal of neurobiology*, 27, 15-25.
- SPENCE, R., MAGURRAN, A. E. & SMITH, C. 2011. Spatial cognition in zebrafish: the role of strain and rearing environment. *Animal cognition*, 14, 607-612.
- THORSTAD, E. B., WHORISKEY, F., RIKARSEN, A. H. & AARESTRUP, K. 2011. Aquatic nomads: the life and migrations of the Atlantic salmon. *Atlantic salmon ecology*, 1-32.
- UTNE-PALM, A. 2002. Visual feeding of fish in a turbid environment: physical and behavioural aspects. *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology*, 35, 111-128.

- VAN PRAAG, H., KEMPERMANN, G. & GAGE, F. H. 2000. Neural consequences of environmental enrichment. *Nature Reviews Neuroscience*, 1, 191-198.
- VINCENT, B., DIONNE, M., KENT, M. P., LIEN, S. & BERNATCHEZ, L. 2013. LANDSCAPE GENOMICS IN ATLANTIC SALMON (*SALMO SALAR*): SEARCHING FOR GENE-ENVIRONMENT INTERACTIONS DRIVING LOCAL ADAPTATION. *Evolution*, 67, 3469-3487.
- ZUPANC, G. K. 2011. Adult neurogenesis in teleost fish. *Neurogenesis in the Adult Brain I*. Springer.





## Vedlegg

2.1 Fordeling i oppvekstkar	II
2.2 Temperaturoversikt	III
2.3 Fôrmengde og beregnet yngelvekt	V
3.1 Feilvandringer, suksess og hopp	VII
3.2 Størrelse og vektendring	VIII
3.3 Rådata del 1	XI
3.4 Rådata del 2	XXVI
3.5 Fra JWatcher til rådata script	XXXVI
3.6 Dataanalyse og plott	XLI

## 2.1 FORDELING I OPPVEKSTKAR

Resultatet av fordelingen i første runde ble:

Første runde

Kar	Behandling	Vanntilførsel	Antall
e	Strukturell beriking	Fra nivåtank D	75
f	Uberiket	Fra nivåtank D	75
g	Strukturell beriking	Fra nivåtank D	75
h	Strukturell beriking	Fra nivåtank D	74
i	Uberiket	Fra nivåtank B	74
J	Uberiket	Fra nivåtank B	74

Tilsammen 447 fisk

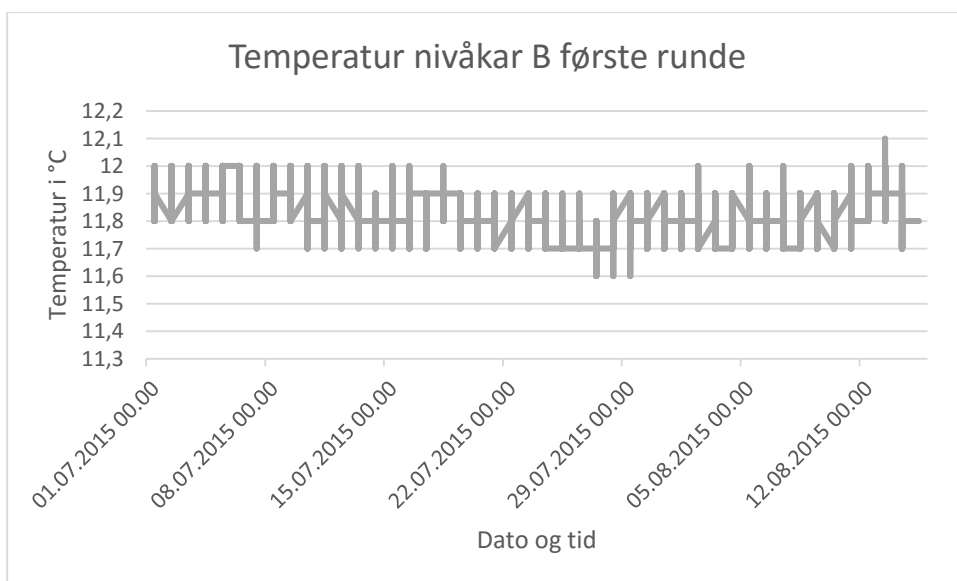
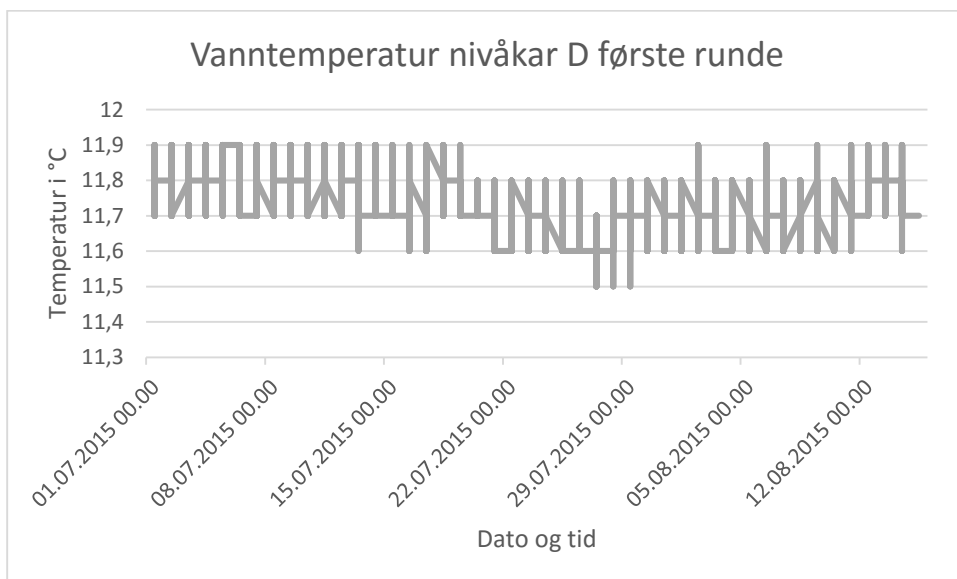
Andre runde

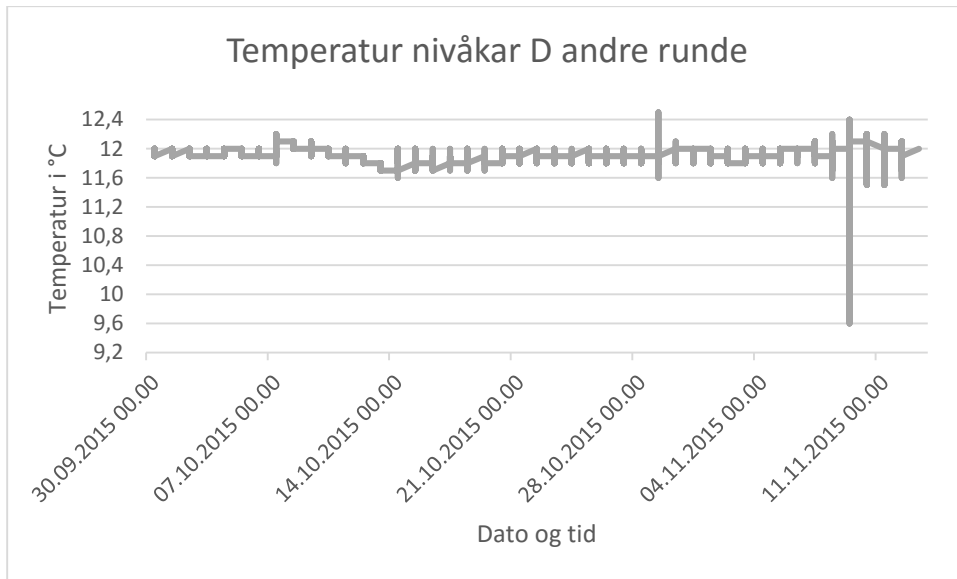
Kar	Behandling	Vanntilførsel	Antall
d	Strukturell beriking	Fra nivåtank D	82
e	Uberiket	Fra nivåtank D	84
f	Uberiket	Fra nivåtank D	84
g	Strukturell beriking	Fra nivåtank D	84
h	Strukturell beriking	Fra nivåtank D	84
i	Uberiket	Fra nivåtank D	83

Tilsammen 501 fisk



## 2.2 TEMPERATUROVERSIKT





## 2.3 FÔRMENGDE OG BEREGNET YNGELVEKT

### Formler:

Fôrmengde per tank(n)=(fisk pertank \*forfaktor(vekt<sub>(n)</sub> – vekt<sub>(n-1)</sub>))

vekt(n)=(vekt<sub>(n-1)</sub>+( vekt<sub>(n-1)</sub>\*daglig tilvekst i %))

### Verdier:

Startvekt	0,5g
Temperatur	12°C
Forfaktor	0,7
ca fisk per tank	80

### Daglig tilvekst ved 12°C

Gram:	Startforing-1g	1-5g	5-15g	15-30g	30-60g
	0,0494	0,0414	0,0248	0,0189	0,0142

### Utrekning av vekt og fôrmengde

Dato	vekt (g)	Fôrmengde per tank (g)
02.jul	0,5247	1,3832
03.jul	0,55062018	1,45153008
04.jul	0,57782082	1,523235666
05.jul	0,60636517	1,598483508
06.jul	0,6363196	1,677448593
07.jul	0,66775379	1,760314554
08.jul	0,70074083	1,847274093
09.jul	0,73535743	1,938529433
10.jul	0,77168408	2,034292787
11.jul	0,80980528	2,13478685
12.jul	0,84980966	2,240245321
13.jul	0,89179026	2,35091344
14.jul	0,93584469	2,467048564
15.jul	0,98207542	2,588920763
16.jul	1,03058995	2,716813448
17.jul	1,07325637	2,389319736
18.jul	1,11768919	2,488237573
19.jul	1,16396152	2,591250608
20.jul	1,21214952	2,698528384

21.jul	1,26233252	2,810247459
22.jul	1,31459308	2,926591704
23.jul	1,36901724	3,0477526
24.jul	1,42569455	3,173929558
25.jul	1,4847183	3,305330241
26.jul	1,54618564	3,442170913
27.jul	1,61019773	3,584676789
28.jul	1,67685991	3,733082408
29.jul	1,74628191	3,88763202
30.jul	1,81857798	4,048579986
31.jul	1,89386711	4,216191197
01.aug	1,97227321	4,390741513
02.aug	2,05392532	4,572518211
03.aug	2,13895783	4,761820465
04.aug	2,22751068	4,958959832
05.aug	2,31972963	5,164260769
06.aug	2,41576643	5,378061165
07.aug	2,51577916	5,600712897
08.aug	2,61993242	5,832582411
09.aug	2,72839762	6,074051323
10.aug	2,84135328	6,325517048
11.aug	2,95898531	6,587393454
12.aug	3,0814873	6,860111543
13.aug	3,20906088	7,144120161
14.aug	3,341916	7,439886735
15.aug	3,48027132	7,747898046
16.aug	3,62435455	8,068661025
17.aug	3,77440283	8,402703592

## 3.1 FEILVANDRING, SUKSESS OG HOPP

Behandling	Runde	Dag	n	Gjennomsnittlig antall feil før suksess	% suksessfull	Hoppet ut**
M	A	1	17	2,4	64,70588235	5
M	A	2	18	2,3	66,66666667	3
M	A	3	16	1,7	56,25	7
M	A	4	16	4,4	56,25	0
M	A	5	17	2,6	58,82352941	3
M	A	6	16	3,6	62,5	5
M	A	7	16	2,6	68,75	3
U	A	1	18	5,0	55,55555556	0
U	A	2	17	3,7	41,17647059	5
U	A	3	17	3,5	76,47058824	2
U	A	4	17	3,3	70,58823529	6
U	A	5	17	4,3	64,70588235	1
U	A	6	16	1,7	81,25	3
U	A	7	16	1,8	81,25	2
M	B	1	13	1,4	53,84615385	0
M	B	2	12	3,0	41,66666667	0
M	B	3	12	1,9	75	0
M	B	4	12	4,0	58,33333333	0
M	B	5	11	1,1	63,63636364	0
M	B	6	11	3,1	81,81818182	1*
M	B	7	11	1,9	81,81818182	0
U	B	1	15	2,0	20	0
U	B	2	14	1,4	57,14285714	0
U	B	3	14	1,5	42,85714286	0
U	B	4	14	1,4	35,71428571	0
U	B	5	14	1,2	71,42857143	0
U	B	6	14	2,8	78,57142857	0
U	B	7	14	2,2	71,42857143	0

\*under andre runde var det kun en fisk som hoppet ut, denne fisken hoppet ikke fra kammer 6 slik som i runde A

\*\*under runde B forekom det rømninger hos individene som kommer fra møblert bakgrunn. Under akklimatiseringen, det var totalt tre individer som rømte. Et individ rømte under akklimatisering på dag 1,2 og 7 på dag 6 rømte det samme individet under testen. De to andre individene rømte fra akklimatisering på dag 3 og 4 et av individene rømte også på dag 7.

## 3.2 STØRRELSE OG VEKTENDRING

Tankmerke	P1	P2	Behandling	Runde	Vekt før(g)	Sd. lengde før (cm)	Total lengde før (cm)	Vekt etter (g)	Sd. Lengde etter (cm)	Total lengde etter (cm)	Vektendring (g)	Vektendring i %
H(3M)	R	R	Møblert	A	1,86	5	5,5	1,66	5,2	6	-0,2	-10,75
H(3M)	R	G	Møblert	A	1,68	5	5,7	1,61	5,1	5,9	-0,07	-4,17
H(3M)	G	R	Møblert	A	1,46	4,7	5,5	1,3	4,7	5,5	-0,16	-10,96
H(3M)	G	G	Møblert	A	1,77	5,1	5,9	1,83	5,4	6,2	0,06	3,39
H(3M)	R	-	Møblert	A	1,76	5,3	6,1	1,86	5,3	6,2	0,1	5,68
H(3M)	-	R	Møblert	A	1,73	4,9	5,7	NA	NA	NA	NA	NA
V(4M)	R	R	Møblert	A	1,62	4,8	5,7	1,57	5,1	5,9	-0,05	-3,09
V(4M)	R	G	Møblert	A	1,45	4,9	5,4	1,38	4,9	5,6	-0,07	-4,83
V(4M)	G	R	Møblert	A	1,62	4,9	5,7	1,61	5	5,7	-0,01	-0,62
V(4M)	G	G	Møblert	A	1,76	5	5,8	1,71	5,1	6	-0,05	-2,84
V(4M)	R	-	Møblert	A	1,65	4,9	5,8	NA	NA	NA	NA	NA
V(4M)	-	R	Møblert	A	1,83	5,3	6,1	1,74	5,4	6,2	-0,09	-4,92
H(5U)	R	R	Umøblert	A	1,86	5,2	6	1,95	5,4	6,2	0,09	4,84
H(5U)	R	G	Umøblert	A	1,88	5,3	6,1	1,78	5,3	6,2	-0,1	-5,32
H(5U)	G	R	Umøblert	A	1,7	5,1	5,5	1,64	5,1	5,9	-0,06	-3,53
H(5U)	G	G	Umøblert	A	1,83	5,2	6,1	1,78	5,3	6,1	-0,05	-2,73
H(5U)	R	-	Umøblert	A	1,66	4,9	5,7	1,65	5	5,8	-0,01	-0,60
H(5U)	-	R	Umøblert	A	1,75	5	5,7	NA	NA	NA	NA	NA
V(6U)	R	R	Umøblert	A	1,76	5	5,9	1,69	5,1	6	-0,07	-3,98
V(6U)	R	G	Umøblert	A	1,53	4,9	5,7	1,43	5	5,8	-0,1	-6,54
V(6U)	G	R	Umøblert	A	1,77	5,2	6	1,76	5,3	6,1	-0,01	-0,56
V(6U)	G	G	Umøblert	A	1,73	5,3	6	1,64	5,1	6	-0,09	-5,20
V(6U)	R	-	Umøblert	A	1,56	5	5,6	NA	NA	NA	NA	NA
V(6U)	-	R	Umøblert	A	1,57	4,9	5,7	1,58	5	5,8	0,01	0,64
F(2U)	G	R	Umøblert	A	1,84	5,25	6,1	1,77	5,4	6,2	-0,07	-3,80
F(2U)	G	G	Umøblert	A	1,48	4,9	5,6	1,48	5,1	5,9	0	0,00

F(2U)	R	R	Umøblert	A	1,61	5,1	5,7	1,51	5	5,9	-0,1	-6,21
F(2U)	R	G	Umøblert	A	1,65	4,9	5,7	1,55	5	5,8	-0,1	-6,06
F(2U)	R	-	Umøblert	A	1,58	5,2	5,9	1,53	5,3	6,1	-0,05	-3,16
F(2U)	-	R	Umøblert	A	1,5	4,7	5,4	1,26	4,8	5,4	-0,24	-16,00
F(M1)	R	R	Møblert	A	1,65	5,1	5,4	1,66	5,2	5,9	0,01	0,61
F(M1)	R	G	Møblert	A	1,64	5	5,8	1,7	5,1	6	0,06	3,66
F(M1)	G	R	Møblert	A	1,9	5,3	6,1	1,87	5,4	6,3	-0,03	-1,58
F(M1)	G	G	Møblert	A	1,63	5	5,8	1,64	5,1	5,9	0,01	0,61
F(M1)	R	-	Møblert	A	1,58	5	5,6	1,53	5,1	5,8	-0,05	-3,16
F(M1)	-	R	Møblert	A	1,74	5	5,9	1,65	5,2	5,9	-0,09	-5,17
F(1M)	R	R	Møblert	B	13,56	10	11,5	12,54	10	11,5	-1,02	-7,52
F(1M)	R	-	Møblert	B	15,70	10,4	11,8	14,92	10,5	12	-0,78	-4,97
F(1M)	-	R	Møblert	B	15,52	10,3	11,6	14,38	10,4	11,9	-1,14	-7,35
F(1M)	R	G	Møblert	B	15,39	10,3	11,7	14,03	10,4	11,9	-1,36	-8,84
F(1M)	G	R	Møblert	B	16,61	10,2	11,5	15,36	10,1	11,6	-1,25	-7,53
F(1M)	G	G	Møblert	B	17,03	10,5	11,9	15,6	10,6	12,2	-1,43	-8,40
F(2U)	R	R	Umøblert	B	15,87	10,4	12	14,3	10,5	12	-1,57	-9,89
F(2U)	R	-	Umøblert	B	18,10	10,5	11,9	16,41	10,6	12	-1,69	-9,34
F(2U)	-	R	Umøblert	B	13,76	9,9	11,2	12,94	9,9	11,3	-0,82	-5,96
F(2U)	R	G	Umøblert	B	16,86	10,5	11,6	14,95	10,5	11,9	-1,91	-11,33
F(2U)	G	R	Umøblert	B	17,43	10,5	11,9	15,73	10,6	11,9	-1,70	-9,75
F(2U)	G	G	Umøblert	B	17,41	10,6	12	NA	NA	NA	NA	NA
H(3U)	R	R	Umøblert	B	15,13	10,2	11,6	NA	NA	NA	NA	NA
H(3U)	R	-	Umøblert	B	15,55	10,4	11,9	NA	NA	NA	NA	NA
H(3U)	-	R	Umøblert	B	16,81	10,5	11,6	15,48	10,5	12	-1,33	-7,91
H(3U)	R	G	Umøblert	B	15,11	10,4	11,6	14,33	10,4	11,8	-0,78	-5,16
H(3U)	G	R	Umøblert	B	14,64	10,1	11,5	13,46	10,3	11,7	-1,18	-8,06
H(3U)	G	G	Umøblert	B	16,68	10,3	11,7	15,21	10,4	11,9	-1,47	-8,81
H(4M)	R	R	Møblert	B	15,99	10,2	11,7	14,63	10,4	11,9	-1,36	-8,51
H(4M)	R	-	Møblert	B	13,55	10	11,2	12,36	10	11,4	-1,19	-8,78
H(4M)	-	R	Møblert	B	14,90	10,1	11,4	NA	NA	NA	NA	NA
H(4M)	R	G	Møblert	B	17,17	10,4	11,9	NA	NA	NA	NA	NA

H(4M)	G	R	Møblert	B	16,02	10,5	11,9	NA	NA	NA	NA	NA
H(4M)	G	G	Møblert	B	16,32	10,5	12,1	14,98	10,7	12,2	-1,34	-8,21
V(5M)	R	R	Møblert	B	14,65	10,1	11,6	NA	NA	NA	NA	NA
V(5M)	R	-	Møblert	B	16,92	10,5	12	15,24	10,5	12	-1,68	-9,93
V(5M)	-	R	Møblert	B	16,20	10,4	11,7	NA	NA	NA	NA	NA
V(5M)	R	G	Møblert	B	16,55	10,3	11,6	15,32	10,4	12	-1,23	-7,43
V(5M)	G	R	Møblert	B	15,80	10,3	11,6	14,28	10,4	11,9	-1,52	-9,62
V(5M)	G	G	Møblert	B	14,48	9,9	11,2	13,62	10	11,5	-0,86	-5,94
V(6U)	R	R	Umøblert	B	16,07	10,3	11,7	14,91	10,5	11,9	-1,16	-7,22
V(6U)	R	-	Umøblert	B	17,67	10,6	12,1	16,41	10,8	12,4	-1,26	-7,13
V(6U)	-	R	Umøblert	B	13,72	10	11,4	NA	NA	NA	NA	NA
V(6U)	R	G	Umøblert	B	15,31	10,2	11,6	13,81	10,2	11,6	-1,50	-9,80
V(6U)	G	R	Umøblert	B	13,92	9,9	11,2	12,65	9,9	11,3	-1,27	-9,12
V(6U)	G	G	Umøblert	B	16,16	10,4	11,8	14,6	10,5	12	-1,56	-9,65
UMERKA	-	-	Møblert (5m)	B	16,50	10,3	11,6	14,89	10,4	11,7	-1,61	-9,76



## 3.3 RÅDATA DEL 1

Fisk	ID	Behandling	Runde	Tanke	Dag	Total tid i kammer 5	Kumulativ tid i kammer 5	Total tid i kammer 6	Kumulativ tid i kammer 6	Total tid i labyrinten	Kammerbytter	Kumulativt antall kammerbytter	Suksess	Tid til suksess	Kumulativ tid til suksess
1	FGG	M	A	e	1	374	374	0	0	600	41	41	0	600	600
1	FGG	M	A	e	2	73	448	82	82	600	22	63	1	265	865
1	FGG	M	A	e	3	48	496	0	82	600	11	74	0	600	1465
1	FGG	M	A	e	4	0	496	268	349	600	11	85	1	332	1798
1	FGG	M	A	e	5	330	825	0	349	600	15	100	0	600	2398
1	FGG	M	A	e	6	184	1009	0	349	600	19	119	0	600	2998
1	FGG	M	A	e	7	0	1009	0	349	600	2	121	0	600	3598
2	FGR	M	A	e	1	0	0	0	0	600	0	0	0	600	600
2	FGR	M	A	e	2	100	100	316	316	600	12	12	1	149	749
2	FGR	M	A	e	3	174	274	0	316	600	21	33	0	600	1349
2	FGR	M	A	e	4	119	394	0	316	600	4	37	0	600	1949
2	FGR	M	A	e	5	514	907	0	316	600	5	42	0	600	2549
2	FGR	M	A	e	6	356	1263	0	316	600	19	61	0	600	3149
2	FGR	M	A	e	7	0	1263	22	338	97	3	64	1	75	3224
3	FRG	M	A	e	1	62	62	187	187	318	13	13	1	56	56
3	FRG	M	A	e	2	258	320	85	272	600	55	68	1	70	126
3	FRG	M	A	e	3	0	320	132	405	166	3	71	1	34	159
3	FRG	M	A	e	4	137	457	237	642	600	28	99	1	18	177
3	FRG	M	A	e	5	316	774	12	654	600	22	121	1	22	200
3	FRG	M	A	e	6	45	818	268	922	594	35	156	1	103	303
3	FRG	M	A	e	7	30	848	179	1101	600	33	189	1	75	378

4	FR-	M	A	e	1	153	153	94	94	379	21	21	1	285	285
4	FR-	M	A	e	2	252	405	21	115	600	30	51	1	348	632
4	FR-	M	A	e	3	441	846	36	151	600	16	67	1	317	950
4	FR-	M	A	e	4	209	1055	42	194	600	18	85	1	98	1048
4	FR-	M	A	e	5	60	1114	6	199	600	20	105	1	428	1475
4	FR-	M	A	e	6	228	1342	8	207	268	5	110	1	261	1736
4	FR-	M	A	e	7	418	1760	0	207	600	12	122	0	600	2336
5	F-R	M	A	e	1	0	0	95	95	276	9	9	1	180	180
5	F-R	M	A	e	2	253	253	0	95	600	12	21	0	600	780
5	F-R	M	A	e	3	NA	407	NA	128	NA	NA	35	NA	600	1380
5	F-R	M	A	e	4	361	768	0	128	600	15	50	0	600	1980
5	F-R	M	A	e	5	0	768	73	200	288	7	57	1	215	2196
5	F-R	M	A	e	6	80	848	38	238	600	49	106	1	112	2308
5	F-R	M	A	e	7	61	909	0	238	600	8	114	0	600	2908
6	FRR	M	A	e	1	218	218	54	54	600	27	27	1	385	385
6	FRR	M	A	e	2	92	309	152	206	600	29	56	1	194	579
6	FRR	M	A	e	3	196	505	0	206	600	22	78	0	600	1179
6	FRR	M	A	e	4	172	677	0	206	600	10	88	0	600	1779
6	FRR	M	A	e	5	141	818	29	235	600	16	104	1	306	2086
6	FRR	M	A	e	6	82	900	130	365	382	27	131	1	153	2239
6	FRR	M	A	e	7	55	955	108	473	207	9	140	1	99	2338
7	HGG	M	A	g	1	0	0	0	0	600	1	1	0	600	600
7	HGG	M	A	g	2	246	246	0	0	600	10	11	0	600	1200
7	HGG	M	A	g	3	196	442	0	0	600	5	16	0	600	1800
7	HGG	M	A	g	4	89	531	101	101	600	53	69	1	291	2091
7	HGG	M	A	g	5	0	531	0	101	600	8	77	0	600	2691
7	HGG	M	A	g	6	387	917	0	101	600	33	110	0	600	3291
7	HGG	M	A	g	7	236	1154	22	124	600	34	144	1	185	3476
8	HGR	M	A	g	1	152	152	191	191	600	38	38	1	55	55
8	HGR	M	A	g	2	45	197	71	262	379	9	47	1	308	363
8	HGR	M	A	g	3	116	313	31	293	392	5	52	1	360	723
8	HGR	M	A	g	4	0	313	105	398	600	3	55	1	495	1219
8	HGR	M	A	g	5	161	474	235	633	600	7	62	1	359	1577
8	HGR	M	A	g	6	60	533	114	747	600	19	81	1	298	1876
8	HGR	M	A	g	7	214	747	130	877	600	31	112	1	91	1967

9	HRG	M	A	g	1	0	0	45	45	85	3	3	1	40	40
9	HRG	M	A	g	2	0	0	74	119	228	3	6	1	154	194
9	HRG	M	A	g	3	0	0	14	133	29	3	9	1	15	210
9	HRG	M	A	g	4	NA	168	NA	230	NA	NA	27	NA	600	810
9	HRG	M	A	g	5	322	491	0	230	600	23	50	0	600	1410
9	HRG	M	A	g	6	239	730	29	260	600	23	73	1	211	1620
9	HRG	M	A	g	7	16	746	198	458	600	23	96	1	104	1724
10	H-R	M	A	g	1	0	0	0	0	600	4	4	0	600	600
10	H-R	M	A	g	2	0	0	0	0	600	0	4	0	600	1200
11	HR-	M	A	g	1	0	0	471	471	600	9	9	1	92	92
11	HR-	M	A	g	2	126	126	0	471	600	5	14	0	600	692
11	HR-	M	A	g	3	117	243	115	586	490	19	33	1	371	1063
11	HR-	M	A	g	4	230	473	178	764	600	35	68	1	422	1486
11	HR-	M	A	g	5	146	619	0	764	600	16	84	0	600	2086
11	HR-	M	A	g	6	191	810	0	764	600	24	108	0	600	2686
11	HR-	M	A	g	7	230	1041	38	802	600	62	170	1	65	2751
12	HRR	M	A	g	1	53	53	118	118	337	13	13	1	219	219
12	HRR	M	A	g	2	253	306	54	172	600	21	34	1	398	618
12	HRR	M	A	g	3	85	391	12	183	600	24	58	1	260	878
12	HRR	M	A	g	4	247	638	0	183	600	9	67	0	600	1478
12	HRR	M	A	g	5	20	658	28	211	289	15	82	1	261	1739
12	HRR	M	A	g	6	238	896	0	211	424	6	88	0	600	2339
12	HRR	M	A	g	7	70	966	0	211	600	5	93	0	600	2939
13	VGG	M	A	h	1	224	224	69	69	600	46	46	1	61	61
13	VGG	M	A	h	2	195	419	36	105	600	22	68	1	138	198
13	VGG	M	A	h	3	107	526	75	180	600	31	99	1	211	409
13	VGG	M	A	h	4	108	634	287	467	600	17	116	1	279	688
13	VGG	M	A	h	5	36	670	119	585	600	20	136	1	393	1081
13	VGG	M	A	h	6	70	739	4	590	600	27	163	1	582	1663
13	VGG	M	A	h	7	73	812	43	632	301	17	180	1	258	1921
14	VGR	M	A	h	1	0	0	0	0	600	2	2	0	600	600
14	VGR	M	A	h	2	236	236	220	220	558	9	11	1	338	938
14	VGR	M	A	h	3	279	515	0	220	600	19	30	0	600	1538
14	VGR	M	A	h	4	580	1095	0	220	600	5	35	0	600	2138
14	VGR	M	A	h	5	285	1381	0	220	600	4	39	0	600	2738

14	VGR	M	A	h	6	64	1445	228	449	502	25	64	1	216	2954
14	VGR	M	A	h	7	72	1517	0	449	600	11	75	0	600	3554
15	VRG	M	A	h	1	NA	78	NA	100	NA	NA	15	NA	600	600
15	VRG	M	A	h	2	209	287	0	100	600	26	41	0	600	1200
15	VRG	M	A	h	3	80	366	0	100	583	18	59	0	600	1800
15	VRG	M	A	h	4	308	674	0	100	600	30	89	0	600	2400
15	VRG	M	A	h	5	0	674	52	152	305	7	96	1	253	2653
15	VRG	M	A	h	6	135	809	19	171	600	42	138	1	86	2739
15	VRG	M	A	h	7	147	956	10	181	600	57	195	1	179	2918
16	VR-	M	A	h	1	0	0	218	218	600	7	7	1	109	109
16	VR-	M	A	h	2	121	121	116	333	600	11	18	1	484	594
16	VR-	M	A	h	3	0	121	54	387	222	5	23	1	168	762
16	VR-	M	A	h	4	0	121	238	626	600	20	43	1	151	912
16	VR-	M	A	h	5	11	132	123	749	600	5	48	1	477	1389
17	V-R	M	A	h	1	0	0	0	0	600	0	0	0	600	600
17	V-R	M	A	h	2	0	0	0	0	600	0	0	0	600	1200
17	V-R	M	A	h	3	282	282	54	54	589	12	12	1	530	1730
17	V-R	M	A	h	4	134	416	98	152	600	31	43	1	411	2141
17	V-R	M	A	h	5	145	561	239	391	600	9	52	1	188	2329
17	V-R	M	A	h	6	84	645	0	391	600	20	72	0	600	2929
17	V-R	M	A	h	7	182	827	87	478	600	23	95	1	237	3166
18	VRR	M	A	h	1	87	87	155	155	600	27	27	1	210	210
18	VRR	M	A	h	2	212	299	9	164	600	31	58	1	157	367
18	VRR	M	A	h	3	337	636	0	164	600	7	65	0	600	967
18	VRR	M	A	h	4	0	636	0	164	600	6	71	0	600	1567
18	VRR	M	A	h	5	163	799	0	164	600	3	74	0	600	2167
18	VRR	M	A	h	6	172	970	47	211	600	65	139	1	244	2411
18	VRR	M	A	h	7	0	970	453	663	600	7	146	1	147	2558
19	FGG	U	A	f	1	412	412	0	0	600	11	11	0	600	600
19	FGG	U	A	f	2	299	712	0	0	600	25	36	0	600	1200
19	FGG	U	A	f	3	160	872	0	0	600	23	59	0	600	1800
19	FGG	U	A	f	4	0	872	41	41	178	3	62	1	138	1938
19	FGG	U	A	f	5	0	872	220	261	600	13	75	1	380	2318
19	FGG	U	A	f	6	130	1002	10	270	600	16	91	1	461	2779
19	FGG	U	A	f	7	205	1207	49	320	600	37	128	1	257	3036

20	FGR	U	A	f	1	219	219	6	6	600	38	38	1	539	539
20	FGR	U	A	f	2	0	219	0	6	600	4	42	0	600	1139
20	FGR	U	A	f	3	224	443	341	347	600	17	59	1	259	1398
20	FGR	U	A	f	4	366	809	0	347	600	10	69	0	600	1998
20	FGR	U	A	f	5	117	926	14	361	600	38	107	1	92	2090
20	FGR	U	A	f	6	144	1070	52	413	600	26	133	1	87	2177
20	FGR	U	A	f	7	91	1161	193	606	600	70	203	1	34	2211
21	FRG	U	A	f	1	0	0	0	0	600	0	0	0	600	600
21	FRG	U	A	f	2	0	0	0	0	600	1	1	0	600	1200
21	FRG	U	A	f	3	262	262	0	0	600	8	9	0	600	1800
21	FRG	U	A	f	4	0	262	0	0	600	3	12	0	600	2400
21	FRG	U	A	f	5	141	403	0	0	600	17	29	0	600	3000
21	FRG	U	A	f	6	202	605	57	57	600	28	57	1	454	3454
21	FRG	U	A	f	7	0	605	58	115	600	12	69	1	424	3878
22	FRR	U	A	f	1	11	11	68	68	600	18	18	1	296	296
22	FRR	U	A	f	2	219	230	34	102	499	31	49	1	466	761
22	FRR	U	A	f	3	64	293	50	152	430	25	74	1	380	1142
22	FRR	U	A	f	4	93	387	20	172	419	15	89	1	399	1540
22	FRR	U	A	f	5	228	614	0	172	600	45	134	0	600	2140
22	FRR	U	A	f	6	22	637	97	269	600	60	194	1	129	2269
22	FRR	U	A	f	7	0	637	363	632	478	3	197	1	115	2384
23	FR-	U	A	f	1	191	191	306	306	600	17	17	1	294	294
23	FR-	U	A	f	2	197	388	0	306	600	8	25	0	600	894
23	FR-	U	A	f	3	125	513	19	324	600	21	46	1	221	1115
23	FR-	U	A	f	4	0	513	449	773	600	5	51	1	151	1266
23	FR-	U	A	f	5	170	684	234	1007	600	11	62	1	366	1632
23	FR-	U	A	f	6	7	691	260	1268	600	29	91	1	100	1733
23	FR-	U	A	f	7	0	691	177	1445	600	22	113	1	81	1813
24	F-R	U	A	f	1	165	165	6	6	600	19	19	1	231	231
24	F-R	U	A	f	2	0	165	0	6	600	0	19	0	600	831
24	F-R	U	A	f	3	123	288	7	13	600	20	39	1	434	1265
24	F-R	U	A	f	4	0	288	30	42	263	3	42	1	233	1498
24	F-R	U	A	f	5	67	355	0	42	600	8	50	0	600	2098
24	F-R	U	A	f	6	216	571	18	60	600	19	69	1	379	2477
24	F-R	U	A	f	7	314	885	0	60	600	11	80	0	600	3077

25	HGG	U	A	i	1	106	106	53	53	600	27	27	1	547	547
25	HGG	U	A	i	2	349	456	92	145	600	17	44	1	35	582
25	HGG	U	A	i	3	108	564	0	145	600	16	60	0	600	1182
25	HGG	U	A	i	4	0	564	119	264	129	3	63	1	10	1191
25	HGG	U	A	i	5	122	686	166	429	600	51	114	1	47	1238
25	HGG	U	A	i	6	158	844	7	436	600	37	151	1	23	1261
25	HGG	U	A	i	7	0	844	515	951	600	3	154	1	85	1346
26	HGR	U	A	i	1	0	0	298	298	600	22	22	1	111	111
26	HGR	U	A	i	2	13	13	216	514	593	17	39	1	344	455
26	HGR	U	A	i	3	212	225	188	702	600	13	52	1	343	798
26	HGR	U	A	i	4	0	225	0	702	600	2	54	0	600	1398
26	HGR	U	A	i	5	242	467	101	802	452	27	81	1	351	1749
26	HGR	U	A	i	6	0	467	544	1346	600	7	88	1	39	1788
26	HGR	U	A	i	7	148	615	52	1398	600	37	125	1	79	1867
27	HRG	U	A	i	1	0	0	0	0	600	0	0	0	600	600
27	HRG	U	A	i	2	53	53	0	0	567	14	14	0	600	1200
27	HRG	U	A	i	3	40	93	333	333	600	9	23	1	221	1421
27	HRG	U	A	i	4	123	217	176	509	600	45	68	1	17	1438
27	HRG	U	A	i	5	48	264	24	533	600	38	106	1	352	1789
27	HRG	U	A	i	6	164	428	107	640	600	51	157	1	176	1966
27	HRG	U	A	i	7	200	629	0	640	600	44	201	0	600	2566
28	HRR	U	A	i	1	120	120	0	0	600	3	3	0	600	600
28	HRR	U	A	i	2	313	433	0	0	600	10	13	0	600	1200
28	HRR	U	A	i	3	81	514	268	268	600	8	21	1	321	1521
28	HRR	U	A	i	4	65	579	39	306	251	11	32	1	212	1732
28	HRR	U	A	i	5	123	702	182	488	600	20	52	1	401	2133
28	HRR	U	A	i	6	164	866	120	608	600	22	74	1	83	2216
28	HRR	U	A	i	7	189	1055	22	630	600	61	135	1	132	2348
29	H-R	U	A	i	1	0	0	0	0	600	2	2	0	600	600
29	H-R	U	A	i	2	153	153	111	111	600	11	13	1	489	1089
30	HR-	U	A	i	1	548	548	0	0	600	11	11	0	600	600
30	HR-	U	A	i	2	402	950	0	0	600	27	38	0	600	1200
30	HR-	U	A	i	3	257	1208	0	0	600	44	82	0	600	1800
30	HR-	U	A	i	4	106	1313	75	75	600	55	137	1	462	2262
30	HR-	U	A	i	5	279	1592	0	75	600	3	140	0	600	2862

30	HR-	U	A	i	6	367	1959	0	75	600	47	187	0	600	3462
30	HR-	U	A	i	7	78	2037	18	93	600	58	245	1	29	3491
31	VGG	U	A	j	1	60	60	75	75	600	32	32	1	326	326
31	VGG	U	A	j	2	175	235	35	110	373	21	53	1	70	396
31	VGG	U	A	j	3	153	388	45	156	600	57	110	1	26	422
31	VGG	U	A	j	4	54	442	201	357	600	27	137	1	341	763
31	VGG	U	A	j	5	85	527	74	431	600	49	186	1	168	931
31	VGG	U	A	j	6	0	527	35	466	249	7	193	1	214	1145
31	VGG	U	A	j	7	165	692	36	502	267	9	202	1	231	1376
32	VGR	U	A	j	1	175	175	186	186	600	11	11	1	414	414
32	VGR	U	A	j	2	72	247	228	414	600	16	27	1	288	702
32	VGR	U	A	j	3	87	334	138	552	600	25	52	1	114	816
32	VGR	U	A	j	4	126	460	0	552	600	26	78	0	600	1416
32	VGR	U	A	j	5	45	505	111	663	600	27	105	1	277	1693
32	VGR	U	A	j	6	43	549	215	879	528	35	140	1	134	1827
32	VGR	U	A	j	7	219	768	25	904	600	51	191	1	406	2233
33	VRG	U	A	j	1	0	0	0	0	600	10	10	0	600	600
33	VRG	U	A	j	2	43	43	49	49	347	7	17	1	299	899
33	VRG	U	A	j	3	123	166	80	129	600	23	40	1	240	1138
33	VRG	U	A	j	4	131	297	0	129	600	4	44	0	600	1738
33	VRG	U	A	j	5	417	714	0	129	600	7	51	0	600	2338
33	VRG	U	A	j	6	196	911	0	129	600	21	72	0	600	2938
33	VRG	U	A	j	7	45	955	314	443	600	7	79	1	286	3224
34	VRR	U	A	j	1	0	0	12	12	600	4	4	1	444	444
34	VRR	U	A	j	2	507	507	0	12	600	13	17	0	600	1044
34	VRR	U	A	j	3	268	775	189	201	600	13	30	1	411	1455
34	VRR	U	A	j	4	204	979	70	271	600	62	92	1	55	1510
34	VRR	U	A	j	5	122	1100	21	292	600	55	147	1	192	1702
34	VRR	U	A	j	6	201	1302	0	292	600	51	198	0	600	2302
34	VRR	U	A	j	7	173	1475	0	292	600	22	220	0	600	2902
35	VR-	U	A	j	1	143	143	0	0	600	11	11	0	600	600
35	VR-	U	A	j	2	0	143	0	0	600	0	11	0	600	1200
35	VR-	U	A	j	3	0	143	41	41	600	5	16	1	559	1759
35	VR-	U	A	j	4	79	222	205	246	600	17	33	1	296	2055
35	VR-	U	A	j	5	0	222	231	477	600	15	48	1	317	2372

36	V-R	U	A	j	1	174	174	377	377	600	14	14	1	199	199
36	V-R	U	A	j	2	NA	338	NA	422	NA	NA	27	NA	600	799
36	V-R	U	A	j	3	205	543	62	484	592	34	61	1	111	910
36	V-R	U	A	j	4	0	543	59	542	140	3	64	1	82	992
36	V-R	U	A	j	5	450	993	0	542	600	32	96	0	600	1592
36	V-R	U	A	j	6	94	1086	308	851	557	61	109	1	16	1607
36	V-R	U	A	j	7	34	1121	405	1255	600	58	167	1	19	1626
37	FGG	M	B	d	1	243	243	0	0	600	43	43	0	600	600
37	FGG	M	B	d	2	356	598	9	9	600	23	66	1	274	874
37	FGG	M	B	d	3	0	598	1	10	600	7	73	1	599	1472
37	FGG	M	B	d	4	278	876	0	10	600	16	89	0	600	2072
37	FGG	M	B	d	5	345	1221	0	10	600	9	98	0	600	2672
37	FGG	M	B	d	6	86	1307	95	106	600	12	110	1	323	2995
37	FGG	M	B	d	7	207	1514	13	118	600	23	133	1	281	3277
38	FGR	M	B	d	1	63	63	94	94	600	12	12	1	366	366
38	FGR	M	B	d	2	0	63	74	168	600	16	28	1	346	712
38	FGR	M	B	d	3	32	95	11	179	600	10	38	1	235	947
38	FGR	M	B	d	4	0	95	0	179	600	2	40	0	600	1547
38	FGR	M	B	d	5	60	155	0	179	600	14	54	0	600	2147
38	FGR	M	B	d	6	24	180	105	284	600	12	66	1	198	2345
38	FGR	M	B	d	7	43	223	84	368	600	21	87	1	112	2457
39	FRG	M	B	d	1	186	186	38	38	600	18	18	1	205	205
39	FRG	M	B	d	2	37	224	0	38	600	24	42	0	600	805
39	FRG	M	B	d	3	0	224	0	38	600	8	50	0	600	1405
39	FRG	M	B	d	4	211	435	53	91	600	25	75	1	328	1733
39	FRG	M	B	d	5	134	569	108	199	600	16	91	1	328	2061
39	FRG	M	B	d	6	0	569	114	313	600	10	101	1	144	2205
39	FRG	M	B	d	7	26	595	158	471	600	17	118	1	403	2608
40	FR-	M	B	d	1	31	31	10	10	600	8	8	1	141	141
40	FR-	M	B	d	2	100	130	14	24	600	26	34	1	409	550
40	FR-	M	B	d	3	NA	194	NA	102	NA	NA	46	NA	600	1150
40	FR-	M	B	d	4	NA	292	NA	174	NA	NA	62	NA	600	1750
40	FR-	M	B	d	5	0	292	4	178	600	15	77	1	462	2212
40	FR-	M	B	d	6	0	292	74	252	600	16	93	1	4	2216
40	FR-	M	B	d	7	92	384	1	253	600	29	122	1	421	2637



41	F-R	M	B	d	1	NA	59	NA	39	NA	NA	15	NA	600	600
41	F-R	M	B	d	2	NA	119	NA	49	NA	NA	32	NA	600	1200
41	F-R	M	B	d	3	32	151	0	49	600	6	38	0	600	1800
41	F-R	M	B	d	4	160	311	76	125	600	28	66	1	444	2244
41	F-R	M	B	d	5	18	328	36	161	182	14	80	1	7	2251
42	FRR	M	B	d	1	28	28	131	131	600	42	42	1	77	77
42	FRR	M	B	d	2	17	45	0	131	600	34	76	0	600	677
42	FRR	M	B	d	3	0	45	350	481	600	7	83	1	250	928
42	FRR	M	B	d	4	0	45	224	705	600	13	96	1	376	1303
42	FRR	M	B	d	5	0	45	0	705	600	28	124	0	600	1903
42	FRR	M	B	d	6	17	62	20	725	600	32	156	1	358	2261
42	FRR	M	B	d	7	0	62	0	725	600	23	179	0	600	2861
43	HGG	M	B	g	1	0	0	0	0	600	0	0	0	600	600
43	HGG	M	B	g	2	70	70	0	0	600	7	7	0	600	1200
43	HGG	M	B	g	3	64	134	0	0	600	17	24	0	600	1800
43	HGG	M	B	g	4	130	264	0	0	600	20	44	0	600	2400
44	HGR	M	B	g	1	0	0	0	0	600	0	0	0	600	600
45	HR-	M	B	g	1	19	19	104	104	600	21	21	1	273	273
45	HR-	M	B	g	2	34	53	23	127	600	36	57	1	273	545
45	HR-	M	B	g	3	142	195	313	440	600	15	72	1	164	709
45	HR-	M	B	g	4	50	245	223	663	600	10	82	1	153	862
45	HR-	M	B	g	5	82	327	209	871	600	21	103	1	157	1019
45	HR-	M	B	g	6	27	354	6	877	600	35	138	1	555	1574
45	HR-	M	B	g	7	18	372	29	906	600	27	165	1	343	1917
46	HRR	M	B	g	1	0	0	0	0	600	0	0	0	600	600
46	HRR	M	B	g	2	0	0	0	0	600	0	0	0	600	1200
46	HRR	M	B	g	3	54	54	68	68	600	18	18	1	126	1326
46	HRR	M	B	g	4	65	118	118	186	600	20	38	1	350	1676
46	HRR	M	B	g	5	35	154	19	205	600	8	46	1	506	2182
46	HRR	M	B	g	6	0	154	0	205	600	10	56	0	600	2782
46	HRR	M	B	g	7	194	348	16	221	600	29	85	1	247	3029
	UMERK														
47	A	M	B	h	1	0	0	91	91	600	19	19	1	172	172
	UMERK														
47	A	M	B	h	2	55	55	0	91	600	6	25	0	600	772

47	UMERK A	M	B	h	3	0	55	118	209	600	5	30	1	482	1255
47	UMERK A	M	B	h	4	0	55	66	275	600	17	47	1	137	1392
47	UMERK A	M	B	h	5	0	55	0	275	600	4	51	0	600	1992
47	UMERK A	M	B	h	6	38	93	0	275	600	13	64	0	600	2592
47	UMERK A	M	B	h	7	57	151	13	287	600	16	80	1	298	2890
48	VGR	M	B	h	1	57	57	0	0	600	9	9	0	600	600
48	VGR	M	B	h	2	0	57	0	0	600	4	13	0	600	1200
48	VGR	M	B	h	3	325	382	28	28	600	14	27	1	147	1347
48	VGR	M	B	h	4	40	422	0	28	600	9	36	0	600	1947
48	VGR	M	B	h	5	18	440	295	323	600	15	51	1	244	2190
48	VGR	M	B	h	6	9	449	64	388	600	16	67	1	457	2647
48	VGR	M	B	h	7	0	449	593	980	600	3	70	1	7	2654
49	VGR	M	B	h	1	134	134	0	0	600	13	13	0	600	600
49	VGR	M	B	h	2	58	192	0	0	600	14	27	0	600	1200
49	VGR	M	B	h	3	67	259	41	41	600	18	45	1	441	1641
49	VGR	M	B	h	4	103	362	100	141	600	25	70	1	137	1778
49	VGR	M	B	h	5	NA	427	NA	204	NA	NA	84	NA	600	2378
49	VGR	M	B	h	6	33	460	151	355	600	18	102	1	223	2601
49	VGR	M	B	h	7	94	555	0	355	600	9	111	0	600	3201
50	VRGR	M	B	h	1	0	0	35	35	600	6	6	1	493	493
50	VRGR	M	B	h	2	0	0	10	45	600	10	16	1	538	1031
50	VRGR	M	B	h	3	45	45	10	55	600	17	33	1	537	1568
50	VRGR	M	B	h	4	139	184	0	55	600	11	44	0	600	2168
50	VRGR	M	B	h	5	25	210	20	75	600	15	59	1	448	2616
50	VRGR	M	B	h	6	39	248	30	105	600	21	80	1	416	3032
50	VRGR	M	B	h	7	175	423	24	129	600	26	106	1	141	3173
51	FGR	U	B	e	1	0	0	0	0	600	0	0	0	600	600
51	FGR	U	B	e	2	153	153	51	51	600	31	31	1	168	768
51	FGR	U	B	e	3	70	224	0	51	600	24	55	0	600	1368
51	FGR	U	B	e	4	133	357	0	51	600	24	79	0	600	1968
51	FGR	U	B	e	5	98	454	70	121	600	29	108	1	327	2295

51	FGR	U	B	e	6	74	528	0	121	600	14	122	0	600	2895
51	FGR	U	B	e	7	132	660	112	233	600	34	156	1	161	3056
52	FRG	U	B	e	1	0	0	0	0	600	0	0	0	600	600
52	FRG	U	B	e	2	0	0	0	0	600	1	1	0	600	1200
52	FRG	U	B	e	3	0	0	0	0	600	0	1	0	600	1800
52	FRG	U	B	e	4	0	0	0	0	600	0	1	0	600	2400
52	FRG	U	B	e	5	251	251	0	0	600	6	7	0	600	3000
52	FRG	U	B	e	6	0	251	190	190	600	6	13	1	320	3320
52	FRG	U	B	e	7	92	342	59	249	600	26	39	1	319	3639
53	FRR	U	B	e	1	0	0	0	0	600	0	0	0	600	600
53	FRR	U	B	e	2	0	0	56	56	600	14	14	1	413	1013
53	FRR	U	B	e	3	0	0	0	56	600	0	14	0	600	1613
53	FRR	U	B	e	4	26	26	0	56	600	15	29	0	600	2213
53	FRR	U	B	e	5	44	70	22	78	600	19	48	1	390	2603
53	FRR	U	B	e	6	19	89	15	93	600	17	65	1	563	3166
53	FRR	U	B	e	7	62	151	26	119	600	27	92	1	284	3450
54	FR-	U	B	e	1	53	53	5	5	600	21	21	1	238	238
54	FR-	U	B	e	2	0	53	169	174	600	3	24	1	431	670
54	FR-	U	B	e	3	0	53	0	174	600	0	24	0	600	1270
54	FR-	U	B	e	4	0	53	0	174	600	0	24	0	600	1870
54	FR-	U	B	e	5	0	53	0	174	600	2	26	0	600	2470
54	FR-	U	B	e	6	253	306	161	336	600	17	43	1	207	2677
54	FR-	U	B	e	7	0	306	0	336	600	0	43	0	600	3277
55	F-R	U	B	e	1	100	100	0	0	600	22	22	0	600	600
55	F-R	U	B	e	2	49	149	53	53	600	32	54	1	241	841
55	F-R	U	B	e	3	0	149	0	53	600	0	54	0	600	1441
55	F-R	U	B	e	4	95	244	99	153	600	42	96	1	293	1733
55	F-R	U	B	e	5	37	280	17	170	600	30	126	1	404	2137
55	F-R	U	B	e	6	64	344	25	195	600	32	158	1	471	2608
55	F-R	U	B	e	7	255	599	133	328	600	59	217	1	223	2831
56	HGG	U	B	f	1	0	0	0	0	600	2	2	0	600	600
56	HGG	U	B	f	2	NA	34	NA	35	NA	NA	17	NA	600	1200
56	HGG	U	B	f	3	52	86	28	63	600	15	32	1	492	1692
56	HGG	U	B	f	4	0	86	0	63	600	0	32	0	600	2292
56	HGG	U	B	f	5	60	146	34	97	600	24	56	1	268	2560

56	HGG	U	B	f	6	37	183	41	138	600	21	77	1	286	2846
56	HGG	U	B	f	7	109	292	0	138	600	8	85	0	600	3446
57	HGR	U	B	f	1	0	0	0	0	600	0	0	0	600	600
57	HGR	U	B	f	2	13	13	0	0	600	10	10	0	600	1200
57	HGR	U	B	f	3	0	13	0	0	600	0	10	0	600	1800
57	HGR	U	B	f	4	28	40	15	15	600	15	25	1	511	2311
57	HGR	U	B	f	5	72	113	48	63	600	18	43	1	264	2574
57	HGR	U	B	f	6	0	113	0	63	600	0	43	0	600	3174
57	HGR	U	B	f	7	0	113	0	63	600	8	51	0	600	3774
58	HRG	U	B	f	1	73	73	0	0	600	16	16	0	600	600
58	HRG	U	B	f	2	45	118	0	0	600	12	28	0	600	1200
58	HRG	U	B	f	3	81	199	14	14	600	28	56	1	350	1550
58	HRG	U	B	f	4	117	316	0	14	600	16	72	0	600	2150
58	HRG	U	B	f	5	0	316	0	14	600	0	72	0	600	2750
58	HRG	U	B	f	6	28	344	0	14	600	15	87	1	600	3349
58	HRG	U	B	f	7	0	344	0	14	600	0	87	0	600	3949
59	HRR	U	B	f	1	0	0	0	0	600	2	2	0	600	600
59	HRR	U	B	f	2	63	63	38	38	600	33	35	1	374	974
60	H-R	U	B	f	1	0	0	90	90	600	22	22	1	440	440
60	H-R	U	B	f	2	74	74	25	114	600	15	37	1	465	905
60	H-R	U	B	f	3	23	96	16	131	600	28	65	1	450	1354
60	H-R	U	B	f	4	0	96	0	131	600	7	72	0	600	1954
60	H-R	U	B	f	5	39	135	212	343	600	26	98	1	203	2157
60	H-R	U	B	f	6	216	351	78	421	600	32	130	1	136	2293
60	H-R	U	B	f	7	101	452	113	534	600	36	166	1	238	2531
61	VGG	U	B	i	1	0	0	0	0	600	4	4	0	600	600
61	VGG	U	B	i	2	13	13	0	0	600	10	14	0	600	1200
61	VGG	U	B	i	3	115	129	36	36	600	27	41	1	225	1425
61	VGG	U	B	i	4	153	281	0	36	600	20	61	0	600	2025
61	VGG	U	B	i	5	57	339	0	36	600	26	87	0	600	2625
61	VGG	U	B	i	6	110	449	12	48	600	31	118	1	256	2881
61	VGG	U	B	i	7	151	600	45	93	600	37	155	1	288	3169
62	VGR	U	B	i	1	0	0	0	0	600	0	0	0	600	600
62	VGR	U	B	i	2	23	23	45	45	600	22	22	1	436	1036
62	VGR	U	B	i	3	11	34	0	45	600	11	33	0	600	1636

62	VGR	U	B	i	4	67	101	0	45	600	21	54	0	600	2236
62	VGR	U	B	i	5	48	149	124	169	600	19	73	1	158	2395
62	VGR	U	B	i	6	13	162	17	187	600	10	83	1	564	2959
62	VGR	U	B	i	7	107	269	17	204	600	17	100	1	457	3415
63	VRG	U	B	i	1	0	0	0	0	600	0	0	0	600	600
63	VRG	U	B	i	2	0	0	47	47	600	20	20	1	389	989
63	VRG	U	B	i	3	45	45	5	52	600	25	45	1	442	1431
63	VRG	U	B	i	4	23	68	76	128	600	11	56	1	490	1921
63	VRG	U	B	i	5	0	68	32	159	600	11	67	1	339	2260
63	VRG	U	B	i	6	0	68	0	159	600	0	67	0	600	2860
63	VRG	U	B	i	7	112	180	14	173	600	34	101	1	271	3131
64	VRR	U	B	i	1	272	272	45	45	600	34	34	1	153	153
64	VRR	U	B	i	2	0	272	0	45	600	2	36	0	600	753
64	VRR	U	B	i	3	48	320	0	45	600	9	45	0	600	1353
64	VRR	U	B	i	4	176	496	58	103	600	19	64	1	286	1639
64	VRR	U	B	i	5	141	636	119	222	600	26	90	1	141	1780
64	VRR	U	B	i	6	95	731	61	283	600	26	116	1	225	2005
64	VRR	U	B	i	7	107	838	151	434	600	12	128	1	269	2274
65	VR-U	U	B	i	1	0	0	0	0	600	7	7	0	600	600
65	VR-U	U	B	i	2	40	40	0	0	600	9	16	0	600	1200
65	VR-U	U	B	i	3	27	66	41	41	600	17	33	1	451	1651
65	VR-U	U	B	i	4	0	66	368	409	600	6	39	1	165	1816
65	VR-U	U	B	i	5	36	102	21	430	600	20	59	1	248	2064
65	VR-U	U	B	i	6	179	281	77	508	600	9	68	1	357	2421
65	VR-U	U	B	i	7	51	332	81	589	600	45	113	1	181	2602

## 3.4 RÅDATA DEL 2

Fisk	ID	Behandling	Runde	Tank	Dag	Antall feil før suksess	Tid før testfisken forlater startkammeret	Kumulativ tid før testfisken forlater startkammeret	Total tid i frys	Kumulativ tid i frys	Antall frys	Kumulativ antall frys
1	FGG	M	A	e	1	NA	68	0	85	85	3	3
1	FGG	M	A	e	2	3	113	113	152	237	4	7
1	FGG	M	A	e	3	NA	156	269	308	546	9	16
1	FGG	M	A	e	4	4	63	332	330	876	5	21
1	FGG	M	A	e	5	NA	88	420	46	922	1	22
1	FGG	M	A	e	6	NA	94	514	135	1057	4	26
1	FGG	M	A	e	7	NA	363	877	277	1334	6	32
2	FGR	M	A	e	1	NA	NA	600	559	559	1	1
2	FGR	M	A	e	2	0	137	737	94	653	1	2
2	FGR	M	A	e	3	NA	171	908	159	812	4	6
2	FGR	M	A	e	4	NA	127	1035	484	1296	4	10
2	FGR	M	A	e	5	NA	67	1103	101	1397	3	13
2	FGR	M	A	e	6	NA	50	1152	47	1444	1	14
2	FGR	M	A	e	7	0	52	1204	8	1451	1	15
3	FRG	M	A	e	1	2	25	25	11	11	1	1
3	FRG	M	A	e	2	0	61	86	42	53	1	2
3	FRG	M	A	e	3	0	27	113	16	69	2	4
3	FRG	M	A	e	4	0	10	123	0	69	0	4
3	FRG	M	A	e	5	0	9	131	0	69	0	4
3	FRG	M	A	e	6	1	88	219	0	69	0	4
3	FRG	M	A	e	7	1	60	279	21	90	1	5

4	FR-	M	A	e	1	9	50	50	38	38	1	1
4	FR-	M	A	e	2	6	90	140	91	129	2	3
4	FR-	M	A	e	3	1	62	202	58	187	1	4
4	FR-	M	A	e	4	0	77	279	2	189	1	5
4	FR-	M	A	e	5	6	9	287	6	194	1	6
4	FR-	M	A	e	6	1	9	296	0	194	0	6
4	FR-	M	A	e	7	NA	46	342	12	206	2	8
5	F-R	M	A	e	1	3	24	24	17	17	1	1
5	F-R	M	A	e	2	NA	139	163	129	146	9	10
5	F-R	M	A	e	3	NA	NA	285	NA	247	NA	12
5	F-R	M	A	e	4	NA	96	381	11	258	1	13
5	F-R	M	A	e	5	2	83	463	13	271	1	14
5	F-R	M	A	e	6	3	83	546	0	271	0	14
5	F-R	M	A	e	7	NA	103	650	13	285	1	15
6	FRR	M	A	e	1	3	208	208	244	244	3	3
6	FRR	M	A	e	2	4	108	316	108	352	7	10
6	FRR	M	A	e	3	NA	98	414	38	390	2	12
6	FRR	M	A	e	4	NA	154	568	76	466	2	14
6	FRR	M	A	e	5	1	230	798	169	635	3	17
6	FRR	M	A	e	6	1	73	871	42	677	1	18
6	FRR	M	A	e	7	3	20	891	197	874	1	19
7	HGG	M	A	g	1	NA	377	377	516	516	4	4
7	HGG	M	A	g	2	NA	277	655	255	771	6	10
7	HGG	M	A	g	3	NA	259	914	230	1001	6	16
7	HGG	M	A	g	4	8	95	1009	111	1112	2	18
7	HGG	M	A	g	5	NA	246	1255	278	1390	4	22
7	HGG	M	A	g	6	NA	71	1326	52	1441	1	23
7	HGG	M	A	g	7	1	169	1495	161	1602	5	28
8	HGR	M	A	g	1	0	45	45	51	51	2	2
8	HGR	M	A	g	2	3	152	197	126	177	3	5
8	HGR	M	A	g	3	1	224	420	71	248	3	8
8	HGR	M	A	g	4	0	486	906	276	524	6	14
8	HGR	M	A	g	5	1	186	1092	116	640	2	16
8	HGR	M	A	g	6	2	132	1224	239	879	4	20
8	HGR	M	A	g	7	0	78	1302	105	984	6	26

9	HRG	M	A	g	1	0	36	36	0	0	0	0
9	HRG	M	A	g	2	0	148	185	101	101	1	1
9	HRG	M	A	g	3	0	6	191	0	101	0	1
9	HRG	M	A	g	4	NA	NA	311	NA	224	NA	3
9	HRG	M	A	g	5	NA	4	315	0	224	0	3
9	HRG	M	A	g	6	3	64	380	0	224	0	3
9	HRG	M	A	g	7	7	63	442	0	224	0	3
10	H-R	M	A	g	1	NA	251	251	426	426	3	3
10	H-R	M	A	g	2	NA	NA	851	566	992	2	5
11	HR-	M	A	g	1	1	75	75	389	389	4	4
11	HR-	M	A	g	2	NA	423	499	294	683	1	5
11	HR-	M	A	g	3	7	115	614	60	743	1	6
11	HR-	M	A	g	4	16	34	648	198	941	2	8
11	HR-	M	A	g	5	NA	120	768	262	1203	2	10
11	HR-	M	A	g	6	NA	115	882	0	1203	0	10
11	HR-	M	A	g	7	3	10	893	0	1203	0	10
12	HRR	M	A	g	1	5	78	78	52	52	1	1
12	HRR	M	A	g	2	3	222	300	224	275	2	3
12	HRR	M	A	g	3	0	243	543	222	497	3	6
12	HRR	M	A	g	4	NA	255	798	175	672	1	7
12	HRR	M	A	g	5	6	47	845	32	705	3	10
12	HRR	M	A	g	6	NA	107	951	58	763	2	12
12	HRR	M	A	g	7	NA	525	1476	403	1166	3	15
13	VGG	M	A	h	1	0	57	57	55	55	1	1
13	VGG	M	A	h	2	1	95	152	170	225	3	4
13	VGG	M	A	h	3	1	149	301	141	366	1	5
13	VGG	M	A	h	4	1	155	456	20	386	4	9
13	VGG	M	A	h	5	6	257	713	56	442	1	10
13	VGG	M	A	h	6	8	68	781	20	461	1	11
13	VGG	M	A	h	7	7	85	865	73	534	2	13
14	VGR	M	A	h	1	NA	158	158	412	412	6	6
14	VGR	M	A	h	2	3	35	194	77	488	3	9
14	VGR	M	A	h	3	NA	177	371	4	492	1	10
14	VGR	M	A	h	4	NA	9	380	16	507	2	12
14	VGR	M	A	h	5	NA	62	442	180	687	6	18



14	VGR	M	A	h	6	4	30	472	12	699	1	19
14	VGR	M	A	h	7	NA	67	539	42	741	1	20
15	VRG	M	A	h	1	NA	NA	109	NA	223	NA	3
15	VRG	M	A	h	2	NA	117	225	83	306	1	4
15	VRG	M	A	h	3	NA	46	271	20	326	1	5
15	VRG	M	A	h	4	NA	44	315	42	368	1	6
15	VRG	M	A	h	5	2	34	349	39	407	2	8
15	VRG	M	A	h	6	4	17	367	0	407	0	8
15	VRG	M	A	h	7	4	48	414	590	996	1	9
16	VR-	M	A	h	1	0	90	90	298	298	6	6
16	VR-	M	A	h	2	4	133	223	144	442	6	12
16	VR-	M	A	h	3	1	139	362	16	458	1	13
16	VR-	M	A	h	4	2	128	490	76	534	4	17
16	VR-	M	A	h	5	1	446	936	95	629	2	19
17	V-R	M	A	h	1	NA	NA	600	530	530	5	5
17	V-R	M	A	h	2	NA	NA	1200	564	1094	2	7
17	V-R	M	A	h	3	4	78	1278	200	1294	3	10
17	V-R	M	A	h	4	9	118	1396	110	1404	1	11
17	V-R	M	A	h	5	1	36	1432	107	1512	3	14
17	V-R	M	A	h	6	NA	216	1648	127	1639	1	15
17	V-R	M	A	h	7	1	123	1771	116	1755	1	16
18	VRR	M	A	h	1	3	86	86	105	105	3	3
18	VRR	M	A	h	2	0	154	240	120	225	2	5
18	VRR	M	A	h	3	NA	3	243	73	298	1	6
18	VRR	M	A	h	4	NA	80	323	51	349	1	7
18	VRR	M	A	h	5	NA	324	647	329	678	3	10
18	VRR	M	A	h	6	9	38	685	36	714	1	11
18	VRR	M	A	h	7	2	38	723	393	1107	5	16
19	FGG	U	A	f	1	NA	148	148	186	186	6	6
19	FGG	U	A	f	2	NA	69	217	54	240	1	7
19	FGG	U	A	f	3	NA	64	281	65	305	2	9
19	FGG	U	A	f	4	0	131	412	70	375	1	10
19	FGG	U	A	f	5	5	97	509	212	587	4	14
19	FGG	U	A	f	6	3	374	883	311	897	2	16
19	FGG	U	A	f	7	1	82	964	46	944	1	17

20	FGR	U	A	f	1	13	58	58	62	62	4	4
20	FGR	U	A	f	2	NA	4	62	495	556	3	7
20	FGR	U	A	f	3	7	9	71	284	840	3	10
20	FGR	U	A	f	4	NA	144	214	141	982	2	12
20	FGR	U	A	f	5	4	53	267	35	1016	1	13
20	FGR	U	A	f	6	0	68	336	56	1072	2	15
20	FGR	U	A	f	7	1	9	344	0	1072	0	15
21	FRG	U	A	f	1	NA	NA	600	490	490	5	5
21	FRG	U	A	f	2	NA	252	852	509	1000	6	11
21	FRG	U	A	f	3	NA	208	1060	300	1300	6	17
21	FRG	U	A	f	4	NA	205	1265	237	1537	5	22
21	FRG	U	A	f	5	NA	136	1401	177	1714	5	27
21	FRG	U	A	f	6	9	42	1443	65	1778	2	29
21	FRG	U	A	f	7	3	3	1446	17	1796	2	31
22	FRR	U	A	f	1	0	149	149	279	279	5	5
22	FRR	U	A	f	2	14	83	232	81	360	1	6
22	FRR	U	A	f	3	11	42	274	24	385	1	7
22	FRR	U	A	f	4	6	95	369	82	467	2	9
22	FRR	U	A	f	5	NA	20	389	0	467	0	9
22	FRR	U	A	f	6	1	112	501	72	539	1	10
22	FRR	U	A	f	7	0	108	608	103	642	2	12
23	FR-	U	A	f	1	7	46	46	26	26	1	1
23	FR-	U	A	f	2	NA	169	214	232	258	6	7
23	FR-	U	A	f	3	4	63	278	155	413	3	10
23	FR-	U	A	f	4	1	91	368	452	866	3	13
23	FR-	U	A	f	5	4	119	488	168	1034	6	19
23	FR-	U	A	f	6	2	7	495	0	1034	0	19
23	FR-	U	A	f	7	0	62	558	86	1120	3	22
24	F-R	U	A	f	1	1	210	210	216	216	4	4
24	F-R	U	A	f	2	NA	NA	810	541	757	4	8
24	F-R	U	A	f	3	6	184	995	48	804	3	11
24	F-R	U	A	f	4	0	226	1221	125	930	2	13
24	F-R	U	A	f	5	NA	368	1589	181	1111	2	15
24	F-R	U	A	f	6	3	188	1777	47	1158	1	16
24	F-R	U	A	f	7	NA	208	1985	256	1414	5	21

25	HGG	U	A	i	1	12	26	26	21	21	1	1
25	HGG	U	A	i	2	0	19	46	11	32	3	4
25	HGG	U	A	i	3	NA	379	425	12	44	1	5
25	HGG	U	A	i	4	0	6	431	0	44	0	5
25	HGG	U	A	i	5	0	41	472	0	44	0	5
25	HGG	U	A	i	6	0	14	485	0	44	0	5
25	HGG	U	A	i	7	0	72	558	388	432	2	7
26	HGR	U	A	i	1	1	41	41	35	35	1	1
26	HGR	U	A	i	2	2	121	162	201	237	2	3
26	HGR	U	A	i	3	2	99	262	54	291	1	4
26	HGR	U	A	i	4	NA	298	560	508	799	3	7
26	HGR	U	A	i	5	12	7	567	13	812	3	10
26	HGR	U	A	i	6	0	22	590	385	1197	5	15
26	HGR	U	A	i	7	0	67	657	6	1203	1	16
27	HRG	U	A	i	1	NA	NA	600	530	530	4	4
27	HRG	U	A	i	2	NA	130	730	78	608	2	6
27	HRG	U	A	i	3	0	218	947	350	958	4	10
27	HRG	U	A	i	4	0	3	951	0	958	0	10
27	HRG	U	A	i	5	7	253	1204	231	1189	1	11
27	HRG	U	A	i	6	0	174	1377	119	1308	1	12
27	HRG	U	A	i	7	NA	8	1385	0	1308	0	12
28	HRR	U	A	i	1	NA	435	435	329	329	8	8
28	HRR	U	A	i	2	NA	122	557	255	584	5	13
28	HRR	U	A	i	3	1	228	785	221	805	6	19
28	HRR	U	A	i	4	4	89	874	57	862	2	21
28	HRR	U	A	i	5	7	112	986	139	1001	5	26
28	HRR	U	A	i	6	1	2	988	52	1053	2	28
28	HRR	U	A	i	7	5	4	993	0	1053	0	28
29	H-R	U	A	i	1	NA	461	461	455	455	8	8
29	H-R	U	A	i	2	4	108	569	180	635	4	12
30	HR-	U	A	i	1	NA	4	4	34	34	1	1
30	HR-	U	A	i	2	NA	96	101	18	52	1	2
30	HR-	U	A	i	3	NA	99	200	0	52	0	2
30	HR-	U	A	i	4	23	21	220	0	52	0	2
30	HR-	U	A	i	5	NA	309	529	18	69	1	3

30	HR-	U	A	i	6	NA	2	532	0	69	0	3
30	HR-	U	A	i	7	0	16	548	0	69	0	3
31	VGG	U	A	j	1	9	87	87	141	141	6	6
31	VGG	U	A	j	2	1	48	135	37	179	3	9
31	VGG	U	A	j	3	1	12	147	4	182	1	10
31	VGG	U	A	j	4	5	221	367	280	462	2	12
31	VGG	U	A	j	5	5	85	452	34	496	1	13
31	VGG	U	A	j	6	2	1	453	135	631	2	15
31	VGG	U	A	j	7	3	45	498	14	644	1	16
32	VGR	U	A	j	1	4	64	64	191	191	5	5
32	VGR	U	A	j	2	3	107	171	85	277	4	9
32	VGR	U	A	j	3	1	76	246	128	405	5	14
32	VGR	U	A	j	4	NA	182	428	111	516	3	17
32	VGR	U	A	j	5	2	111	539	225	741	6	23
32	VGR	U	A	j	6	1	41	580	42	783	2	25
32	VGR	U	A	j	7	9	94	675	68	851	1	26
33	VRG	U	A	j	1	NA	190	190	250	250	2	2
33	VRG	U	A	j	2	2	103	293	177	426	2	4
33	VRG	U	A	j	3	6	22	315	64	491	2	6
33	VRG	U	A	j	4	NA	191	506	405	896	2	8
33	VRG	U	A	j	5	NA	68	573	51	946	1	9
33	VRG	U	A	j	6	NA	129	702	11	957	1	10
33	VRG	U	A	j	7	2	192	894	400	1357	2	12
34	VRR	U	A	j	1	0	435	435	498	498	6	6
34	VRR	U	A	j	2	NA	66	501	103	602	2	8
34	VRR	U	A	j	3	5	99	600	406	1008	3	11
34	VRR	U	A	j	4	0	38	637	41	1049	2	13
34	VRR	U	A	j	5	1	178	816	157	1206	2	15
34	VRR	U	A	j	6	NA	1	816	32	1238	1	16
34	VRR	U	A	j	7	NA	1	817	284	1522	6	22
35	VR-	U	A	j	1	NA	168	168	365	365	4	4
35	VR-	U	A	j	2	NA	NA	768	570	935	2	6
35	VR-	U	A	j	3	1	480	1248	339	1274	4	10
35	VR-	U	A	j	4	1	278	1526	435	1709	2	12
35	VR-	U	A	j	5	0	166	1692	395	2104	5	17

36	V-R	U	A	j	1	3	3	3	32	32	1	1
36	V-R	U	A	j	2	NA	NA	103	NA	245	NA	4
36	V-R	U	A	j	3	0	102	205	92	338	1	5
36	V-R	U	A	j	4	0	74	279	51	389	2	7
36	V-R	U	A	j	5	NA	2	280	0	389	0	7
36	V-R	U	A	j	6	0	8	288	1	391	1	8
36	V-R	U	A	j	7	0	15	303	0	391	0	8
37	FGG	M	B	d	1	NA	171	171	50	50	1	1
37	FGG	M	B	d	2	2	145	317	119	264	1	2
37	FGG	M	B	d	3	2	333	650	160	424	2	4
37	FGG	M	B	d	4	NA	199	848	141	565	2	6
37	FGG	M	B	d	5	NA	190	1038	158	723	1	7
37	FGG	M	B	d	6	1	184	1221	72	795	2	9
37	FGG	M	B	d	7	2	190	1411	120	915	2	11
38	FGR	M	B	d	1	2	264	264	238	238	1	1
38	FGR	M	B	d	2	0	312	575	258	451	1	2
38	FGR	M	B	d	3	1	181	757	150	601	1	3
38	FGR	M	B	d	4	NA	480	1236	262	863	7	10
38	FGR	M	B	d	5	NA	270	1507	132	995	3	13
38	FGR	M	B	d	6	1	122	1629	53	1049	3	16
38	FGR	M	B	d	7	0	9	1638	74	1123	3	19
39	FRG	M	B	d	1	1	20	20	155	155	7	7
39	FRG	M	B	d	2	NA	227	247	135	369	4	11
39	FRG	M	B	d	3	NA	158	405	136	505	5	16
39	FRG	M	B	d	4	5	60	465	97	602	3	19
39	FRG	M	B	d	5	2	264	729	115	717	2	21
39	FRG	M	B	d	6	0	30	759	229	946	6	27
39	FRG	M	B	d	7	4	220	979	108	1054	3	30
40	FR-	M	B	d	1	0	135	135	253	253	8	8
40	FR-	M	B	d	2	6	279	414	273	466	2	10
40	FR-	M	B	d	3	NA	NA	577	NA	855	NA	15
40	FR-	M	B	d	4	NA	NA	720	NA	999	NA	19
40	FR-	M	B	d	5	1	240	960	328	1327	6	25
40	FR-	M	B	d	6	0	2	962	199	1525	5	30
40	FR-	M	B	d	7	6	290	1252	304	1829	3	33

41	F-R	M	B	d	1	NA	NA	157	NA	250	NA	5
41	F-R	M	B	d	2	NA	NA	405	NA	511	NA	8
41	F-R	M	B	d	3	NA	426	831	365	876	4	12
41	F-R	M	B	d	4	10	106	937	111	987	4	16
41	F-R	M	B	d	5	0	0	938	0	987	0	16
42	FRR	M	B	d	1	1	6	6	0	0	0	0
42	FRR	M	B	d	2	NA	14	20	22	22	3	3
42	FRR	M	B	d	3	2	72	92	85	107	4	7
42	FRR	M	B	d	4	5	125	217	32	139	1	8
42	FRR	M	B	d	5	NA	46	263	0	139	0	8
42	FRR	M	B	d	6	6	46	309	0	139	0	8
42	FRR	M	B	d	7	NA	44	353	9	147	1	9
43	HGG	M	B	g	1	NA	NA	600	578	578	4	4
43	HGG	M	B	g	2	NA	417	1017	414	991	2	6
43	HGG	M	B	g	3	NA	37	1055	160	1152	10	16
43	HGG	M	B	g	4	NA	14	1068	225	1377	2	18
44	HGR	M	B	g	1	NA	NA	600	473	473	7	7
45	HR-	M	B	g	1	4	35	35	120	120	7	7
45	HR-	M	B	g	2	5	142	176	116	235	4	11
45	HR-	M	B	g	3	2	56	232	69	304	3	14
45	HR-	M	B	g	4	1	91	323	102	406	6	20
45	HR-	M	B	g	5	1	141	464	219	625	4	24
45	HR-	M	B	g	6	13	182	646	168	793	3	27
45	HR-	M	B	g	7	1	286	932	222	1015	4	31
46	HRR	M	B	g	1	NA	NA	600	477	477	5	5
46	HRR	M	B	g	2	NA	NA	1200	450	927	3	8
46	HRR	M	B	g	3	1	77	1277	119	1047	5	13
46	HRR	M	B	g	4	4	151	1428	68	1114	3	16
46	HRR	M	B	g	5	1	458	1886	311	1425	4	20
46	HRR	M	B	g	6	NA	119	2005	201	1626	5	25
46	HRR	M	B	g	7	4	162	2167	117	1743	1	26
47	UMERKA	M	B	h	1	2	116	116	91	91	4	4
47	UMERKA	M	B	h	2	NA	325	441	305	396	2	6
47	UMERKA	M	B	h	3	1	109	550	370	766	8	14
47	UMERKA	M	B	h	4	0	131	681	173	939	6	20

47	UMERKA	M	B	h	5	NA	332	1013	387	1326	8	28
47	UMERKA	M	B	h	6	NA	170	1183	92	1417	5	33
47	UMERKA	M	B	h	7	0	274	1458	183	1601	5	38
48	VGR	M	B	h	1	NA	183	183	324	324	7	7
48	VGR	M	B	h	2	NA	0	184	256	580	6	13
48	VGR	M	B	h	3	1	1	185	142	722	3	16
48	VGR	M	B	h	4	NA	110	295	162	884	5	21
48	VGR	M	B	h	5	2	187	482	327	1211	4	25
48	VGR	M	B	h	6	3	313	795	227	1438	2	27
48	VGR	M	B	h	7	0	1	796	180	1618	3	30
49	VGR	M	B	h	1	NA	183	183	250	250	11	11
49	VGR	M	B	h	2	NA	410	593	404	654	5	16
49	VGR	M	B	h	3	3	228	821	260	914	4	20
49	VGR	M	B	h	4	3	18	839	90	1004	6	26
49	VGR	M	B	h	5	NA	NA	1067	NA	1216	NA	29
49	VGR	M	B	h	6	3	1	1067	127	1343	6	35
49	VGR	M	B	h	7	NA	399	1467	318	1661	1	36
50	VRGR	M	B	h	1	0	457	457	242	242	6	6
50	VRGR	M	B	h	2	2	455	913	381	623	5	11
50	VRGR	M	B	h	3	4	273	1185	318	941	8	19
50	VRGR	M	B	h	4	NA	229	1414	262	1204	8	27
50	VRGR	M	B	h	5	1	377	1791	350	1554	3	30
50	VRGR	M	B	h	6	1	304	2095	191	1744	3	33
50	VRGR	M	B	h	7	0	120	2214	100	1845	2	35
51	FGR	U	B	e	1	NA	NA	600	506	506	6	6
51	FGR	U	B	e	2	2	93	693	101	607	3	9
51	FGR	U	B	e	3	NA	240	933	252	859	3	12
51	FGR	U	B	e	4	NA	154	1087	165	1024	2	14
51	FGR	U	B	e	5	1	284	1371	125	1149	6	20
51	FGR	U	B	e	6	NA	313	1685	270	1418	1	21
51	FGR	U	B	e	7	1	4	1689	67	1486	1	22
52	FRG	U	B	e	1	NA	NA	600	574	574	2	2
52	FRG	U	B	e	2	NA	521	1121	525	1099	3	5
52	FRG	U	B	e	3	NA	NA	1721	503	1602	6	11
52	FRG	U	B	e	4	NA	NA	2321	548	2150	4	15

52	FRG	U	B	e	5	NA	200	2521	462	2613	5	20
52	FRG	U	B	e	6	0	1	2521	320	2933	6	26
52	FRG	U	B	e	7	1	1	2522	242	3176	4	30
53	FRR	U	B	e	1	NA	NA	600	504	504	4	4
53	FRR	U	B	e	2	3	206	806	117	622	5	9
53	FRR	U	B	e	3	NA	NA	1406	600	1222	1	10
53	FRR	U	B	e	4	NA	492	1899	332	1554	7	17
53	FRR	U	B	e	5	0	374	2273	400	1954	3	20
53	FRR	U	B	e	6	4	503	2776	418	2371	3	23
53	FRR	U	B	e	7	0	274	3051	318	2689	3	26
54	FR-	U	B	e	1	1	193	193	152	152	4	4
54	FR-	U	B	e	2	0	406	598	481	633	5	9
54	FR-	U	B	e	3	NA	NA	1198	555	1189	4	13
54	FR-	U	B	e	4	NA	NA	1798	600	1789	1	14
54	FR-	U	B	e	5	NA	498	2297	504	2293	3	17
54	FR-	U	B	e	6	4	140	2437	129	2422	1	18
54	FR-	U	B	e	7	NA	NA	3037	600	3022	1	19
55	F-R	U	B	e	1	NA	248	248	185	185	9	9
55	F-R	U	B	e	2	0	225	473	250	435	3	12
55	F-R	U	B	e	3	NA	NA	1073	529	964	2	14
55	F-R	U	B	e	4	3	2	1075	201	1165	4	18
55	F-R	U	B	e	5	1	381	1456	361	1526	4	22
55	F-R	U	B	e	6	11	272	1728	246	1772	3	25
55	F-R	U	B	e	7	9	1	1729	64	1836	1	26
56	HGG	U	B	f	1	NA	543	543	480	480	4	4
56	HGG	U	B	f	2	NA	NA	883	NA	840	NA	8
56	HGG	U	B	f	3	2	316	1198	269	1109	2	10
56	HGG	U	B	f	4	NA	NA	1798	400	1509	11	21
56	HGG	U	B	f	5	4	126	1924	143	1652	4	25
56	HGG	U	B	f	6	1	212	2136	120	1771	3	28
56	HGG	U	B	f	7	NA	454	2590	251	2022	2	30
57	HGR	U	B	f	1	NA	NA	600	537	537	6	6
57	HGR	U	B	f	2	NA	447	1047	438	974	3	9
57	HGR	U	B	f	3	NA	NA	1647	587	1561	3	12
57	HGR	U	B	f	4	1	367	2014	338	1899	7	19



57	HGR	U	B	f	5	1	213	2227	223	2122	4	23
57	HGR	U	B	f	6	NA	NA	2827	560	2682	3	26
57	HGR	U	B	f	7	NA	1	2827	228	2910	4	30
58	HRG	U	B	f	1	NA	377	377	273	273	5	5
58	HRG	U	B	f	2	NA	331	708	299	572	4	9
58	HRG	U	B	f	3	0	339	1047	251	823	2	11
58	HRG	U	B	f	4	NA	262	1309	201	1023	3	14
58	HRG	U	B	f	5	NA	NA	1909	600	1623	1	15
58	HRG	U	B	f	6	6	300	2209	257	1880	3	18
58	HRG	U	B	f	7	NA	NA	2809	575	2455	3	21
59	HRR	U	B	f	1	NA	572	572	552	552	1	1
59	HRR	U	B	f	2	1	337	909	324	875	3	4
60	H-R	U	B	f	1	4	149	149	282	282	3	3
60	H-R	U	B	f	2	0	459	608	447	729	3	6
60	H-R	U	B	f	3	4	347	955	273	1002	2	8
60	H-R	U	B	f	4	NA	423	1378	434	1436	3	11
60	H-R	U	B	f	5	3	112	1490	161	1596	3	14
60	H-R	U	B	f	6	0	128	1618	103	1699	4	18
60	H-R	U	B	f	7	0	231	1849	233	1932	3	21
61	VGG	U	B	i	1	NA	225	225	422	422	9	9
61	VGG	U	B	i	2	NA	411	636	493	915	3	12
61	VGG	U	B	i	3	0	213	849	226	1141	3	15
61	VGG	U	B	i	4	NA	331	1180	273	1414	3	18
61	VGG	U	B	i	5	NA	312	1493	292	1706	1	19
61	VGG	U	B	i	6	0	240	1733	207	1913	1	20
61	VGG	U	B	i	7	5	165	1897	106	2019	3	23
62	VGR	U	B	i	1	NA	NA	600	563	563	2	2
62	VGR	U	B	i	2	3	347	947	339	902	2	4
62	VGR	U	B	i	3	NA	435	1383	486	1389	2	6
62	VGR	U	B	i	4	NA	440	1823	377	1766	4	10
62	VGR	U	B	i	5	0	94	1917	222	1988	9	19
62	VGR	U	B	i	6	2	518	2435	433	2421	3	22
62	VGR	U	B	i	7	3	372	2807	297	2718	2	24
63	VRG	U	B	i	1	NA	NA	600	583	583	2	2
63	VRG	U	B	i	2	2	296	896	314	897	4	6

63	VRG	U	B	i	3	0	412	1308	346	1243	3	9
63	VRG	U	B	i	4	2	421	1730	360	1603	4	13
63	VRG	U	B	i	5	1	290	2020	269	1872	2	15
63	VRG	U	B	i	6	NA	NA	2620	600	2472	1	16
63	VRG	U	B	i	7	3	97	2717	83	2555	8	24
64	VRR	U	B	i	1	1	115	115	83	83	2	2
64	VRR	U	B	i	2	NA	403	519	528	611	6	8
64	VRR	U	B	i	3	NA	283	801	264	874	5	13
64	VRR	U	B	i	4	1	74	875	173	1047	6	19
64	VRR	U	B	i	5	1	12	888	17	1064	4	23
64	VRR	U	B	i	6	2	151	1039	119	1183	3	26
64	VRR	U	B	i	7	0	249	1288	278	1462	9	35
65	VR-U	U	B	i	1	NA	378	378	363	363	10	10
65	VR-U	U	B	i	2	NA	274	653	373	737	7	17
65	VR-U	U	B	i	3	3	323	976	289	1026	4	21
65	VR-U	U	B	i	4	0	75	1050	222	1248	6	27
65	VR-U	U	B	i	5	0	239	1289	147	1395	7	34
65	VR-U	U	B	i	6	1	167	1456	216	1610	6	40
65	VR-U	U	B	i	7	0	174	1629	127	1738	3	43

### 3.5 FRA JWATCHER- FILER TIL RÅDATASCRIPT

```
#####
```

```
#Funksjon for å kalkulere og samle individuelle data fra JWatcher-filene til en csv-fil #
```

```
#####
```

```
atferd <- function(fn) {
```

```
#Dataimport
```

```
video.df <- read.table(fn, skip=24, sep=',', header=F, col.names=c('Time','Action'), strip.white=T)
```

```
#video.df <- read.table('HGRM27.08mvi0092.dat', skip=24, sep=',', header=F,
col.names=c('Time','Action'), strip.white=T) #har flere seksere
```

```
#video.df <- read.table('VGGM27.08mvi0087.dat', skip=24, sep=',', header=F,
col.names=c('Time','Action'), strip.white=T) #har hoppa på slutten
```

```
#video.df <- read.table('F-RM27.08mvi0090.dat', skip=24, sep=',', header=F,
col.names=c('Time','Action'), strip.white=T) #når aldri kammer 6
```

```
#Lager subsett av datasettet slik at jeg får et nytt som bare inneholder verdier for posisjon:
```

```
video.pos.df <- subset(video.df, Action!='s' & Action!='f' & Action!='h')
```

```
attach(video.pos.df)
```

```
#Erstatter første tidsverdi med tiden 0:
```

```
video.pos.df$Time[1] <- 0
```

```
attach(video.pos.df)
```

```
#Legger til en ny variabel som gir verdier som brukes til å kalkulere forskjell mellom rett og galt valg
av kammer
```

```
video.pos.df$Chamber.value <- ifelse(Action=='1',1,ifelse(Action=='2', 3, ifelse(Action=='3', 2,
ifelse(Action=='4', 5, ifelse(Action=='5',4, ifelse(Action=='EOF', NA, 6))))))
```

```
attach(video.pos.df)
```

```
#Legger til en variabel som gir verdier på Action i henhold til hva som er rett og galt valg
```

```
video.pos.df$Direction.status <- c(NA, diff(Chamber.value))  
attach(video.pos.df)
```

#Legger til en variabel som sier om valg av kammer var korrekt (1) eller ikke (0):

```
video.pos.df$Correct <- ifelse(Direction.status>0,1,0)  
attach(video.pos.df)
```

#Legger til en variabel som viser tid brukt i hvert kammer (sekunder) etter skifte av kammer:

```
video.pos.df$Time.in.chamber <- c(diff(Time/1000), NA)
```

#Endrer navn på variabelen Action til å hete Position

```
names(video.pos.df)[names(video.pos.df)=='Action'] <- 'Position'  
attach(video.pos.df)  
video.pos.df
```

#Fjerner overflødige variabler og nivåer som ikke lenger er i bruk:

```
video.pos.df$Chamber.value <- NULL  
video.pos.df$Direction.status <- NULL  
video.pos.df <- video.pos.df[-nrow(video.pos.df),]  
#Fjerner siste linje i datasettet  
video.pos.df <- droplevels(video.pos.df)  
attach(video.pos.df)
```

#Tid brukt i hvert kammer:

```
Time.in.Chamber1 <- sum(Time.in.chamber[Position==1])  
Time.in.Chamber2 <- sum(Time.in.chamber[Position==2])  
Time.in.Chamber3 <- sum(Time.in.chamber[Position==3])  
Time.in.Chamber4 <- sum(Time.in.chamber[Position==4])  
Time.in.Chamber5 <- sum(Time.in.chamber[Position==5])  
Time.in.Chamber6 <- sum(Time.in.chamber[Position==6])
```

#Total tid i labyrint:

Total.time.in.maze <-

Time.in.Chamber1+Time.in.Chamber2+Time.in.Chamber3+Time.in.Chamber4+Time.in.Chamber5+Time.in.Chamber6

#Antall ganger fisken skifter kammer

No.of.chamber.changes <- length(Position)-1

#Om suksess oppstod eller ikke (1,0)

Success <- ifelse(sum(ifelse(Position==6,1,0))>0,1,0)

#Tid til suksess:

Time.to.success <- min(Time[Position==6])

Time.to.success <- ifelse(Time.to.success=='Inf', NA, Time.to.success) #For Å¥ gjÅ, re evt Inf om til NA

Time.to.success <- Time.to.success/1000

#Antall feilvandringer før suksess:

minimum <- min(Time[Position==6])

minimum <- ifelse(minimum=='Inf', NA, minimum)

no.rows.bef.succ <- length(Time[Time < minimum])

No.correct.before.success <- sum(Correct[1:no.rows.bef.succ], na.rm=T)

No.correct.before.success <- ifelse(Success==1, No.correct.before.success, NA)

No.errors.before.success <- no.rows.bef.succ -1 - No.correct.before.success

#Tid det tar før fisken går inn i kammer to:

Time.chamber.two <- min(Time[Position==2])

Time.chamber.two <- ifelse(Time.chamber.two=='Inf', NA, Time.chamber.two) #For Å¥ gjÅ, re evt Inf om til NA

Time.chamber.two <- Time.chamber.two/1000

#Regner så på frys, svøm og hopp ved å jobbe med et nytt subsett som bare inneholder disse dataene:

```
fs.df <- subset(video.df, Action=='s' | Action=='f' | Action=='h' | Action=='EOF')
attach(fs.df)
```

```
#Erstatter første tidsverdi med tiden 0:
```

```
fs.df$Time[1] <- 0
attach(fs.df)
```

```
#Regner tid brukt på hver av atferdene svøm eller frys og putter dem i en variabel jeg kaller
Time.behaviours
```

```
fs.df$Time.behaviours <- c(diff(Time), NA)/1000
attach(fs.df)
```

```
#Lager en ny variabel som beskriver total tid i frys og total tid som individet svømmer
```

```
Total.time.freezing <- sum(Time.behaviours[Action=='f'])
Total.time.swimming <- sum(Time.behaviours[Action=='s'])
```

```
#Lager en ny variabel som beskriver antall ganger individet fryser:
```

```
No.times.freezing <- sum(Action=='f')
```

```
#Lager en ny variabel som sier hvilket filnavn som er analysert:
```

```
Filnavn <- fn
```

```
#Setter aktuelle variabler sammen til en dataramme:
```

```
behaviour.df <- data.frame(Filnavn,
Time.in.Chamber1,Time.in.Chamber2,Time.in.Chamber3,Time.in.Chamber4,Time.in.Chamber5,Time.i
n.Chamber6,Total.time.in.maze,No.of.chamber.changes,Success,Time.to.success,No.errors.before.su
ccess,Time.chamber.two,Total.time.freezing,Total.time.swimming,No.times.freezing)
```

```
#Skriver resultatene til en csv-fil som heter individatferd.csv
```

```
write.table(behaviour.df, file='individatferd.csv', row.names=F, col.names=F, append=T)
rm(list = ls())
```

### 3.6 DATAANALYSE OG PLOTT

```
#####Størese#####

#####

##Lengde og vekt##

#####

#A

StørelseA.df<-read.table("C:\\Users\\Ingeborg\\Documents\\Universitetet\\Master\\Statt
forberedelse\\StørelserundeA.txt", header = T, dec = ',', fill= T)

attach(StørelseA.df)

library(nlme)

#Vekt

StørelseA.lme<-lme(Vekt~Behandling, random = ~+1|Tank)

anova(StørelseA.lme)

summary(StørelseA.lme)

mean(Vekt)

sd(Vekt)

# Sd. lengde

StørelseA.lme1<-lme(Sd.Lengde~Behandling, random = ~+1|Tank)

anova(StørelseA.lme1)

mean(Sd.Lengde)

sd(Sd.Lengde)

summary(StørelseA.lme1)

#B

#Vekt

StørelseB.df<-read.table("C:\\Users\\Ingeborg\\Documents\\Universitetet\\Master\\Statt
forberedelse\\StørelserundeB.txt", header = T, dec = ',', fill= T)

attach(StørelseB.df)

StørelseB.lme<-lme(Vekt~Behandling, random = ~+1|Tank)

anova(StørelseB.lme)

summary(StørelseB.lme)

mean(Vekt)

sd(Vekt)
```

```
# Sd. lengde
StørelseB.lme1<-lme(Sd.Lengde~Behandling, random = ~+1|Tank)
anova(StørelseB.lme1)
summary(StørelseB.lme1)
mean(Sd.Lengde)
sd(Sd.Lengde)

#####

##Vektendring##

#####

Vektendring.df<-read.table("C:\\Users\\Ingeborg\\Documents\\Universitetet\\Master\\Statt
forberedelse\\Størelse og ending.txt", dec = ',', header = T)

attach(Vektendring.df)

#A
VektendringA.df<- subset(Vektendring.df, Runde=="A")
attach(VektendringA.df)
t.test(Vektendring.prosent~Behandling)
mean(Vektendring.prosent,na.rm = T)
sd(Vektendring.prosent,na.rm = T)

#B
VektendringB.df<- subset(Vektendring.df, Runde=="B")
attach(VektendringB.df)
t.test(Vektendring.prosent~Behandling)
mean(Vektendring.prosent, na.rm = T)
sd(Vektendring.prosent, na.rm = T)

#A mot B
attach(Vektendring.df)
t.test(Vektendring.prosent~Runde)

#####

###Plott###

#####
```



```

par(cex.lab=1.3)
plot(Vektendring.prosent~Runde, ylab='Vektendring i prosent av startvekt', xlab='', axes=F)
axis(1, at=c(1,2), labels=c('Uke 18','Uke 31'))
axis(2)
box()

#####Læring#####

#####

##Kumulativ tid til suksess##

#####

#####

##plot##

#####

mean.max.min.df<-read.table("C:\\Users\\Ingeborg\\Documents\\Universitetet\\Master\\Statt
forberedelse\\meanmaxmindiverse.txt", header=T, dec=',')

attach(mean.max.min.df)

#A

plot(Mean.k.t.t.s~Dag, type='n', ylab = 'Kumulativ tid til suksess [s]', main='Uke 18')

lines(Mean.k.t.t.s[Behandling=='M' & Runde=='A']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='A'], type='b',
pch=19, lty=2)

lines(Mean.k.t.t.s[Behandling=='U' & Runde=='A']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='A'], type='b',
pch=1)

legend('topleft', pch=c(19, 1),lty=c(2,1), c('Møblert', 'Umøblert'), bty='n')

#B

plot(Mean.k.t.t.s~Dag, type='n', ylab = 'Kumulativ tid til suksess [s]', main='Uke 31')

lines(Mean.k.t.t.s[Behandling=='M' & Runde=='B']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='B'], type='b',
pch=15, lty=2)

lines(Mean.k.t.t.s[Behandling=='U' & Runde=='B']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='B'], type='b',
pch=0)

legend('topleft', pch=c( 15, 0), lty=c(2,1), c('Møblert', 'Umøblert'), bty='n')

```

```
#####  
##Test##  
#####  
laks.df<-read.table( "C:\\Users\\Ingeborg\\Documents\\Universitetet\\Master\\Statt  
forberedelse\\Rådataendelig.txt", dec = ',', header = T)  
  
attach(laks.df)  
  
library(nlme)  
  
#A  
  
laksA.df <- subset(laks.df, Runde=="A")  
attach(laksA.df)  
  
# Test for om det trengs et polynomisk ledd, altså om en modell med kurve passer bedre  
  
laksAp1.lme<-lme(kumulativ.time.to.susess~poly(Dag,1)*Behandling, random=~+1 | Fisk,  
cor=corAR1(), data =laksA.df, na.action='na.omit', method='ML')  
  
laksAp2.lme<-lme(kumulativ.time.to.susess~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1 | Fisk,  
cor=corAR1(), data =laksA.df, na.action='na.omit', method='ML')  
  
anova(laksAp1.lme, laksAp2.lme)  
  
# Ja til polynomisk ledd  
  
# Lager ny modell uten maximumlikelihood, det ble kun benyttet for å gjøre modellene  
sammenlignbare  
  
laksA.lme<-lme(kumulativ.time.to.susess~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1 | Fisk, cor=corAR1(),  
data =laksA.df, na.action='na.omit')  
  
anova(laksA.lme)  
  
summary(laksA.lme)  
  
library(predictmeans)  
  
residplot(laksA.lme)  
  
#Snur om på behandlingen (dette er bare og å få bedre oversikt, ikke benyttet i oppgaven)  
  
Behandling2<-relevel(Behandling, ref = 'U')  
  
laksAb2.lme<-lme(kumulativ.time.to.susess~poly(Dag,2)*Behandling2, random=~+1 | Fisk,  
cor=corAR1(), data =laksA.df, na.action='na.omit')  
  
anova(laksAb2.lme)  
  
sumary(laksAb2.lme)  
  
library(predictmeans)  
  
residplot(laksAb2.lme)
```

```

#B

laksB.df <- subset(laks.df, Runde=="B")

attach(laksB.df)

# Test for om det trengs et polynomisk ledd, altså om en modell med kurve passer bedre

laksBp1.lme<-lme(kumulativ.time.to.susess~poly(Dag,1)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksB.df, na.action='na.omit', method='ML')

laksBp2.lme<-lme(kumulativ.time.to.susess~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksB.df, na.action='na.omit', method='ML')

anova(laksBp1.lme, laksBp2.lme)

# Ja til polynomisk ledd

# Lager ny modell uten maximumlikelihood, det ble kunn benyttet for å gjøre modellene
sammenlignbare

laksB.lme<-lme(kumulativ.time.to.susess~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1|Fisk, cor=corAR1(),
data =laksB.df,na.action='na.omit')

anova(laksB.lme)

summary(laksB.lme)

residplot(laksB.lme)

#Snur om på behandlingen (dette er bare og å få bedre oversikt, ikke benyttet i oppgaven)

Behandling2<-relevel(Behandling, ref = 'U')

laksBb2.lme<-lme(kumulativ.time.to.susess~poly(Dag,2)*Behandling2, random=~+1|Tank/Fisk,
cor=corAR1(), data =laksB.df)

anova(laksBb2.lme)

library(predictmeans)

residplot(laksBb2.lme)

#####

##er det lik variasjon?##

#####

#####

##Plott##

#####

```

```
laks.df<-read.table( "C:\\Users\\Ingeborg\\Documents\\Universitetet\\Master\\Statt
forberedelse\\Rådataendelig.txt", dec = ',', header = T)
```

```
attach(laks.df)
```

```
#A
```

```
laksA.df <- subset(laks.df, Runde=="A" & Success != "NA")
```

```
plot(kumulativ.time.to.susess~interaction(Behandling,Dag), main='Uke 18', xlab='Dag',
ylab='Kumulativ tid til suksess [s]', axes=F, col=c('lightgreen','seagreen4'), data = laksA.df,at=c(1,2,
4,5, 7,8, 10,11, 13,14, 16,17, 19,20))
```

```
axis(1, at=c(1.5, 4.5, 7.5, 10.5, 13.5, 16.5, 19.5), labels=c('1','2', '3', '4', '5', '6', '7'))
```

```
axis(2)
```

```
box()
```

```
legend('topleft', fill=c('lightgreen','seagreen4'), c('Møblert','Umøblert'),bty='n')
```

```
#B
```

```
laksB.df <- subset(laks.df, Runde=="B" & Success != "NA")
```

```
plot(kumulativ.time.to.susess~interaction(Behandling, Dag), main='Uke 31', xlab='Dag',
ylab='Kumulativ tid til suksess [s]', axes=F, col=c('lightgreen','seagreen4'), at=c(1,2, 4,5, 7,8, 10,11,
13,14, 16,17, 19,20), data = laksB.df)
```

```
axis(1, at=c(1.5, 4.5, 7.5, 10.5, 13.5, 16.5, 19.5), labels=c('1','2', '3', '4', '5', '6', '7'))
```

```
axis(2)
```

```
box()
```

```
legend('topleft', fill=c('lightgreen','seagreen4'), c('Møblert','Umøblert'),bty='n')
```

```
#####
```

```
##Andel som lykkes##
```

```
#####
```

```
laks.df<-read.table( "C:\\Users\\Ingeborg\\Documents\\Universitetet\\Master\\Statt
forberedelse\\Rådataendelig.txt", dec = ',', header = T)
```

```
attach(laks.df)
```

```
library(ggplot2)
```

```
laksA.df <- subset(laks.df, Runde=="A" & Success != "NA")
```

```

laksB.df <- subset(laks.df, Runde=="B" & Success != "NA")

#Tar ut NA og deler opp i runder

laksA.df$Success <- factor(laksA.df$Success, levels = c(1,0))
laksB.df$Success <- factor(laksB.df$Success, levels = c(1,0))

#Ordner dataene slik at de suksessfulle ligger først, dette er for å få de mislykkede til å ligge øverst i
plottet

#A
Suksess.plot<-ggplot(laksA.df, aes(x=Dag, fill=Success))
Suksess.plot<-Suksess.plot + geom_bar( position = "fill")
Suksess.plot<-Suksess.plot + scale_y_continuous(label=scales::percent)
Suksess.plot<-Suksess.plot + facet_grid(~Behandling)
Suksess.plot<-Suksess.plot + ggtitle('Uke 18')+ labs(y="")
Suksess.plot<-Suksess.plot + scale_fill_manual(values =
c('paleturquoise4','paleturquoise1'),name="",breaks=c(0,1), labels=c('Misslykket','Suksessfull'))

Suksess.plot

ggsave(filename = "Barplotuke18BLÅ.png", Suksess.plot)

#B
Suksess.plot<-ggplot(laksB.df, aes(x=Dag, fill=Success))
Suksess.plot<-Suksess.plot +geom_bar( position = "fill")
Suksess.plot<-Suksess.plot + scale_y_continuous(labels=scales::percent)
Suksess.plot<-Suksess.plot + facet_grid(~Behandling)
Suksess.plot<-Suksess.plot + ggtitle('Uke 31')+ labs(y="")
Suksess.plot<-Suksess.plot + scale_fill_manual(values = c('paleturquoise4','paleturquoise1'),
name="",breaks=c(0,1), labels=c('Misslykket','Suksessfull'))

Suksess.plot

ggsave(filename = "Barplotuke31BLÅ.png", Suksess.plot)

#####

##Test##

#####

laks.df<-read.table( "C:\\Users\\Ingeborg\\Documents\\Universitetet\\Master\\Statt
forberedelse\\Rådataendelig.txt", dec = ',', header = T)

```

```

attach(laks.df)

library(MASS)

laksA.df <- subset(laks.df, Runde=="A" )

attach(laksA.df)

#A

propA.glm<-glmPQL(Success~Dag*Behandling, random = ~+1|Tank/Fisk, family = 'binomial',
data=laksA.df, na.action='na.omit')

summary(propA.glm)

#samme modell med snudd kontrast for behandling (dette er bare og å få bedre oversikt, ikke
benyttet i oppgaven)

Behandling2<-relevel(Behandling, ref = 'U')

propAb.glm<-glmPQL(Success~Dag*Behandling2, random = ~+1|Tank/Fisk, family = 'binomial',
data=laksA.df, na.action='na.omit')

summary(propAb.glm)

#B

laksB.df <- subset(laks.df, Runde=="B" )

attach(laksB.df)

propB.glm<-glmPQL(Success~Dag*Behandling, random = ~+1|Tank/Fisk, family = 'binomial',
data=laksB.df, na.action='na.omit')

summary(propB.glm)

#samme modell med snudd kontrast for behandling (dette er bare og å få bedre oversikt, ikke
benyttet i oppgaven)

Behandling2<-relevel(Behandling, ref = 'U')

propBb.glm<-glmPQL(Success~Dag*Behandling2, random = ~+1|Tank/Fisk, family = 'binomial',
data=laksB.df, na.action='na.omit')

summary(propBb.glm)

#Treveis

attach(laks.df)

prop.glm<-glmPQL(Success~Dag*Behandling*Runde, random = ~+1|Tank/Fisk, family =
'binomial', data=laks.df, na.action='na.omit')

summary(prop.glm)

#####

```

```
##Antall feilvandringer##
```

```
#####
```

```
#####
```

```
##Plott##
```

```
#####
```

```
mean.max.min.df<-read.table("C:\\Users\\Ingeborg\\Documents\\Universitetet\\Master\\Statt
forberedelse\\meanmaxmindiverse.txt", header=T, dec=',')
```

```
attach(mean.max.min.df)
```

```
#A
```

```
plot(Mean.n.e.b.s~Dag, type='n', ylab = 'Antall feilvandringer før suksess', main='Uke 18')
```

```
lines(Mean.n.e.b.s[Behandling=='M' & Runde=='A']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='A'], type='b',
pch=19, lty=2)
```

```
lines(Mean.n.e.b.s[Behandling=='U' & Runde=='A']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='A'], type='b',
pch=1)
```

```
legend('topright', pch=c(19, 1),lty=c(2,1), c('Møblert', 'Umøblert'), bty='n')
```

```
#B
```

```
plot(Mean.n.e.b.s~Dag, type='n', ylab = 'Antall feilvandringer før suksess', main='Uke 31')
```

```
lines(Mean.n.e.b.s[Behandling=='M' & Runde=='B']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='B'], type='b',
pch=15, lty=2)
```

```
lines(Mean.n.e.b.s[Behandling=='U' & Runde=='B']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='B'], type='b',
pch=0)
```

```
legend('topleft', pch=c(15, 0),lty=c(2,1), c('Møblert', 'Umøblert'), bty='n')
```

```
#####Motivasjon#####
```

```
#####
```

```
##kammer 5 og 6##
```

```
#####
```

```
kumulativkammer.df<-read.table("C:\\Users\\Ingeborg\\Documents\\Universitetet\\Master\\Statt
forberedelse\\Kummulativ totatl tid i de ulike kammernene.txt", dec=",", header=T)
```

```
attach(kumulativkammer.df)
```

```
#####
```

```
##Plott##
```

```
#####
```

```
plot(Mean~Dag, type='n', ylab = 'Kumulativ tid i kammerene [s]', main='Uke 18', ylim=c(0,1200))
```

```
lines(Mean[Behandling=='M' & Runde=='A' & Kammer=='6']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='A' &
Kammer=='6'], type='b',lty=2, pch=19,col='paleturquoise4')
```

```
lines(Mean[Behandling=='U' & Runde=='A' & Kammer=='6']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='A' &
Kammer=='6'], type='b', pch=1, col='paleturquoise4')
```

```
lines(Mean[Behandling=='M' & Runde=='A' & Kammer=='5']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='A' &
Kammer=='5'], type='b',lty=2, col='red', pch=19)
```

```
lines(Mean[Behandling=='U' & Runde=='A' & Kammer=='5']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='A' &
Kammer=='5'], type='b',col='red', pch=1)
```

```
legend('topleft', col=c('red', 'paleturquoise4'), pch = 19, c('Kammer 5', 'Kammer 6'), bty = 'n')
```

```
plot(Mean~Dag, type='n', ylab = 'Kumulativ tid i kammerene [s]', main='Uke 31', ylim=c(0,1200))
```

```
lines(Mean[Behandling=='U' & Runde=='B' & Kammer=='5']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='B' &
Kammer=='5'], type='b',col='red', pch=0)
```

```
lines(Mean[Behandling=='M' & Runde=='B' & Kammer=='5']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='B' &
Kammer=='5'], type='b', col='red',lty=2, pch=15)
```

```
lines(Mean[Behandling=='U' & Runde=='B' & Kammer=='6']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='B' &
Kammer=='6'], type='b', pch=0, col='paleturquoise4')
```

```
lines(Mean[Behandling=='M' & Runde=='B' & Kammer=='6']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='B' &
Kammer=='6'], type='b', pch=15, lty=2, col='paleturquoise4')
```

```
legend('topleft', col=c('red', 'paleturquoise4'), pch = 15, c('Kammer 5', 'Kammer 6'), bty='n')
```

```
#####
```

```
##Test##
```

```
#####
```

```
Kammer5og6.df<-read.table("C:\\Users\\Ingeborg\\Documents\\Universitetet\\Master\\Statt
forberedelse\\Kammer 5 og 6 sammenligning.txt", dec=',', header=T)
```

```
attach(Kammer5og6.df)
```

```
Kammer5og6.df$Kammer <- factor(Kammer)
```

```
attach(Kammer5og6.df)
```



```

#head(Kammer5og6.df)

RundeA.df<-subset(Kammer5og6.df, Runde=='A')

attach(RundeA.df)

KammerA.lm<-lm(Kumuativ.tid.kammer~Dag*Kammer)

anova(KammerA.lm)

summary(KammerA.lm)

#####

##Plott av modell##

#####

plot(Kumuativ.tid.kammer~Dag, type='n', ylim=c(0,1000), ylab = 'Kumulativ tid i kammer [s]')

lines(1:7, predict(KammerA.lm, level=0, newdata=data.frame(Dag=1:7,Kammer="5")),
col='red',lwd=3)

lines(1:7, predict(KammerA.lm, level=0, newdata=data.frame(Dag=1:7,Kammer="6")),
col='paleturquoise4', lwd=3)

title('Uke 18')

legend('topleft', lwd = c(3,3),col= c('red', 'paleturquoise4'), c('Kammer 5', 'Kammer 6' ), bty = 'n' )

RundeB.df<-subset(Kammer5og6.df, Runde=='B')

attach(RundeB.df)

KammerB.lm<-lm(Kumuativ.tid.kammer~Dag*Kammer)

anova(KammerB.lm)

# Her er det ikke signifikant forskjell mellom interaksjonen Dag:kammer!!

summary(KammerB.lm)

#####

##Plott av modell##

#####

plot(Kumuativ.tid.kammer~Dag, type='n', ylim=c(0,1000),ylab = 'Kumulativ tid i kammer [s]')

lines(1:7, predict(KammerB.lm, level=0, newdata=data.frame(Dag=1:7,Kammer="5")), lwd=3,
col='red')

lines(1:7, predict(KammerB.lm, level=0, newdata=data.frame(Dag=1:7,Kammer="6")), lwd=3,
col='paleturquoise4')

```

```

title('Uke 31')

legend('topleft', lwd = c(3,3),col= c('red', 'paleturquoise4'), c('Kammer 5', 'Kammer 6' ), bty = 'n' )

#####Aktivitetsnivå#####

mean.max.min.df<-read.table( "C:\\Users\\Ingeborg\\Documents\\Universitetet\\Master\\Statt
forberedelse\\meanmaxmindiverse.txt", header=T, dec=',')

attach(mean.max.min.df)

#####
##Plott##
#####

#####

##kumulativt antall kammerbytter##
#####

#A
plot(Mean.k.n.c.c~Dag, type='n', ylab = 'Kumulativt antall kammerbytter', main='Uke 18')
lines(Mean.k.n.c.c[Behandling=='M' & Runde=='A']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='A'], type='b',
pch=19, lty=2)
lines(Mean.k.n.c.c[Behandling=='U' & Runde=='A']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='A'], type='b',
pch=1)
legend('topleft', pch=c(19,1), lty=c(2,1), c('Møblert', 'Umøblert'), bty='n')

#B
plot(Mean.k.n.c.c~Dag, type='n', ylab = 'Kumulativt antall kammerbytter', main='Uke 31')
lines(Mean.k.n.c.c[Behandling=='M' & Runde=='B']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='B'], type='b',
pch=15, lty=2)
lines(Mean.k.n.c.c[Behandling=='U' & Runde=='B']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='B'], type='b',
pch=0)
legend('topleft', pch=c(15, 0),lty=c(2,1), c('Møblert', 'Umøblert'), bty='n')

```

```
#####
```

```
##kumulativ total tid i frys##
```

```
#####
```

```
#A
```

```
plot(Mean.k.t.t.f~Dag, type='n', ylab = 'Kumulativ tid i frys [s]', main='Uke 18')
```

```
lines(Mean.k.t.t.f[Behandling=='M' & Runde=='A']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='A'], type='b',
pch=19, lty=2)
```

```
lines(Mean.k.t.t.f[Behandling=='U' & Runde=='A']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='A'], type='b',
pch=1)
```

```
legend('topleft', pch=c(19,1),lty = c(2,1), c('Møblert','Umøblert'), bty='n')
```

```
#B
```

```
plot(Mean.k.t.t.f~Dag, type='n', ylab = 'Kumulativ tid i frys [s]', main='Uke 31')
```

```
lines(Mean.k.t.t.f[Behandling=='M' & Runde=='B']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='B'], type='b',
pch=15, lty=2)
```

```
lines(Mean.k.t.t.f[Behandling=='U' & Runde=='B']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='B'], type='b',
pch=0)
```

```
legend('topleft', pch=c(15, 0), lty=c(2,1), c('Møblert', 'Umøblert'), bty='n')
```

```
#####
```

```
##Kumulativt antall frys##
```

```
#####
```

```
#A
```

```
plot(Mean.k.n.t.f~Dag, type='n', ylab = 'Kumulativt antall frys', main='Uke 18')
```

```
lines(Mean.k.n.t.f[Behandling=='M' & Runde=='A']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='A'], type='b',
pch=19, lty=2)
```

```
lines(Mean.k.n.t.f[Behandling=='U' & Runde=='A']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='A'], type='b',
pch=1)
```

```
legend('topleft', pch=c(19,1), lty=c(2,1) , c('Møblert','Umøblert'), bty='n')
```

```
#B
```

```
plot(Mean.k.n.t.f~Dag, type='n', ylab = 'Kumulativt antall frys', main='Uke 31')
```

```
lines(Mean.k.n.t.f[Behandling=='M' & Runde=='B']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='B'], type='b',
pch=15, lty=2)
```

```
lines(Mean.k.n.t.f[Behandling=='U' & Runde=='B']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='B'], type='b',
pch=0)
```

```
legend('topleft', pch=c(15, 0), lty=c(2,1), c('Møblert', 'Umøblert'), bty='n')
```

```
#####
```

```
##Kumulativ første gang ute av kammer to##
```

```
#####
```

```
#A
```

```
plot(Mean.k.t.t.c.t~Dag, type='n', ylab = 'Kumulativ tid til testfisken forlater startkammeret [s]',
main='Uke 18')
```

```
lines(Mean.k.t.t.c.t[Behandling=='M' & Runde=='A']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='A'], type='b',
pch=19, lty=2)
```

```
lines(Mean.k.t.t.c.t[Behandling=='U' & Runde=='A']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='A'], type='b',
pch=1)
```

```
legend('topleft', pch=c(19,1,15, 0), lty=c(2,1), c('Møblert', 'Umøblert'), bty='n')
```

```
#B
```

```
plot(Mean.k.t.t.c.t~Dag, type='n', ylab = 'Kumulativ tid til testfisken forlater startkammeret [s]',
main='Uke 31')
```

```
lines(Mean.k.t.t.c.t[Behandling=='M' & Runde=='B']~Dag[Behandling=='M' & Runde=='B'], type='b',
pch=15, lty=2)
```

```
lines(Mean.k.t.t.c.t[Behandling=='U' & Runde=='B']~Dag[Behandling=='U' & Runde=='B'], type='b',
pch=0)
```

```
legend('topleft', pch=c(15, 0), lty=c(2,1), c('Møblert', 'Umøblert'), bty='n')
```

```
#####
```

```
##Tester##
```

```
#####
```

```
laks.df<-read.table( "C:\\Users\\Ingeborg\\Documents\\Universitetet\\Master\\Statt
forberedelse\\Rådataendelig.txt", dec = ',', header = T)
```

```
attach(laks.df)
```

```
laksA.df <- subset(laks.df, Runde=="A" )
```

```
laksB.df <- subset(laks.df, Runde=="B" )
```

```
library(nlme)

library(predictmeans)

##Kumulati.no.of.chamber.changes##

#A

attach(laksA.df)

# Test for om det trengs et polynomisk ledd, altså om en modell med kurve passer bedre
KammerbytterAp1.lme<-lme(kumulativ.no.of.chamber.changes~poly(Dag,1)*Behandling,
random=~+1|Fisk, cor=corAR1(), data =laksA.df, na.action='na.omit', method='ML')

KammerbytterAp2.lme<-lme(kumulativ.no.of.chamber.changes~poly(Dag,2)*Behandling,
random=~+1|Fisk, cor=corAR1(), data =laksA.df, na.action='na.omit', method='ML')

anova(KammerbytterAp1.lme, KammerbytterAp2.lme)

#Absolutt best med polynom

KammerbytterA.lme<-lme(kumulativ.no.of.chamber.changes~poly(Dag,2)*Behandling,
random=~+1|Fisk, cor=corAR1(), data=laksA.df, na.action='na.omit')

anova(KammerbytterA.lme)

summary(KammerbytterA.lme)

residplot(KammerbytterA.lme)

#B

attach(laksB.df)

# Test for om det trengs et polynomisk ledd, altså om en modell med kurve passer bedre

KammerbytterBp1.lme<-lme(kumulativ.no.of.chamber.changes~poly(Dag,1)*Behandling,
random=~+1|Fisk, cor=corAR1(), data =laksB.df, na.action='na.omit', method='ML')

KammerbytterBp2.lme<-lme(kumulativ.no.of.chamber.changes~poly(Dag,2)*Behandling,
random=~+1|Fisk, cor=corAR1(), data =laksB.df, na.action='na.omit', method='ML')

anova(KammerbytterBp1.lme,KammerbytterBp2.lme )

#Absolutt best med ploynomisk

KammerbytterB.lme<-lme(kumulativ.no.of.chamber.changes~poly(Dag,2)*Behandling,
random=~+1|Fisk, cor=corAR1(), data=laksB.df, na.action = 'na.omit')

anova(KammerbytterB.lme)

summary(KammerbytterB.lme)

residplot(KammerbytterB.lme)
```

```
#Treveis

attach(laks.df)

KammerbytterT.lme<-lme(kumulativ.no.of.chamber.changes~poly(Dag,2)*Behandling*Runde,
random=~+1|Fisk, cor=corAR1(), data=laks.df, na.action = 'na.omit')

anova(KammerbytterT.lme)

summary(KammerbytterT.lme)

residplot(KammerbytterT.lme)

##Kumulativ totalt tid i frys##

#A

attach(laksA.df)

# Test for om det trengs et polynomisk ledd, altså om en modell med kurve passer bedre

FrysAp1.lme<-lme(Kumulative.total.time.frezing~poly(Dag,1)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksA.df, na.action='na.omit', method='ML')

FrysAp2.lme<-lme(Kumulative.total.time.frezing~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksA.df, na.action='na.omit', method='ML')

anova(FrysAp1.lme, FrysAp2.lme)

#Den polynomiske modellen er bedre

FrysA.lme<-lme(Kumulative.total.time.frezing~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksA.df, na.action='na.omit')

anova(FrysA.lme)

summary(FrysA.lme)

residplot(FrysA.lme)

#B

attach(laksB.df)

# Test for om det trengs et polynomisk ledd, altså om en modell med kurve passer bedre

FrysBp1.lme<-lme(Kumulative.total.time.frezing~poly(Dag,1)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksB.df, na.action='na.omit', method='ML')

FrysBp2.lme<-lme(Kumulative.total.time.frezing~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksB.df, na.action='na.omit', method='ML')

anova(FrysBp1.lme, FrysBp2.lme)

#Polynomisk er bedre

FrysB.lme<-lme(Kumulative.total.time.frezing~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data=laksB.df, na.action='na.omit')
```

```
anova(FrysB.lme)
summary(FrysB.lme)
residplot(FrysB.lme)

#Treveis
attach(laks.df)
FrysT.lme<-lme(Kumulative.total.time.frezing~poly(Dag,2)*Behandling*Runde, random=~+1 | Fisk,
cor=corAR1(), na.action = 'na.omit')
anova(FrysT.lme)
summary(FrysT.lme)
residplot(FrysT.lme)

##Kumulativ totalt antall frys##
#A
attach(laksA.df)
# Test for om det trengs et polynomisk ledd, altså om en modell med kurve passer bedre
AntfrysAp1.lme<-lme(Kumulative.no.times.frezing~poly(Dag,1)*Behandling, random=~+1 | Fisk,
cor=corAR1(), data =laksA.df, na.action='na.omit', method='ML')
AntfrysAp2.lme<-lme(Kumulative.no.times.frezing~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1 | Fisk,
cor=corAR1(), data =laksA.df, na.action='na.omit', method='ML')
anova(AntfrysAp1.lme, AntfrysAp2.lme)
#Polynomisk er bedre
AntfrysA.lme<-lme(Kumulative.no.times.frezing~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1 | Fisk,
cor=corAR1(), data=laksA.df, na.action='na.omit')
anova(AntfrysA.lme)
summary(AntfrysA.lme)
residplot(AntfrysA.lme)

#B
attach(laksB.df)
# Test for om det trengs et polynomisk ledd, altså om en modell med kurve passer bedre
AntfrysBp1.lme<-lme(Kumulative.no.times.frezing~poly(Dag,1)*Behandling, random=~+1 | Fisk,
cor=corAR1(), data =laksB.df, na.action='na.omit', method='ML')
```

```
AntfrysBp2.lme<-lme(Kumulative.no.times.frezing~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksB.df, na.action='na.omit', method='ML')
```

```
anova(AntfrysBp1.lme, AntfrysBp2.lme)
```

```
#Polynomisk er ikke bedre
```

```
AntfrysB.lme<-lme(Kumulative.no.times.frezing~Dag*Behandling, random=~+1|Fisk, cor=corAR1(),
data=laksB.df, na.action='na.omit')
```

```
anova(AntfrysB.lme)
```

```
summary(AntfrysB.lme)
```

```
residplot(AntfrysB.lme)
```

```
#Kumulativ første gang i kammer to##
```

```
#A
```

```
attach(laksA.df)
```

```
# Test for om det trengs et polynomisk ledd, altså om en modell med kurve passer bedre
```

```
KammertoAp1.lme<-lme(Kumulative.time.chamber.two~poly(Dag,1)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksA.df, na.action='na.omit', method='ML')
```

```
KammertoAp2.lme<-lme(Kumulative.time.chamber.two~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksA.df, na.action='na.omit', method='ML')
```

```
anova(KammertoAp1.lme, KammertoAp2.lme)
```

```
#Polynomisk er bedre
```

```
KammertoA.lme<-lme(Kumulative.time.chamber.two~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data=laksA.df, na.action='na.omit')
```

```
anova(KammertoA.lme)
```

```
summary(KammertoA.lme)
```

```
residplot(KammertoA.lme)
```

```
#B
```

```
attach(laksB.df)
```

```
# Test for om det trengs et polynomisk ledd, altså om en modell med kurve passer bedre
```

```
KammertoBp1.lme<-lme(Kumulative.time.chamber.two~poly(Dag,1)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksB.df, na.action='na.omit', method='ML')
```

```
KammertoBp2.lme<-lme(Kumulative.time.chamber.two~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1|Fisk,
cor=corAR1(), data =laksB.df, na.action='na.omit', method='ML')
```

```
anova(KammertoBp1.lme, KammertoBp2.lme)
```



```
#Polynomisk er bedre
```

```
KammertoB.lme<-lme(Kumulative.time.chamber.two~poly(Dag,2)*Behandling, random=~+1 | Fisk,  
cor=corAR1(), data=laksB.df, na.action='na.omit')
```

```
anova(KammertoB.lme)
```

```
summary(KammertoB.lme)
```

```
residplot(KammertoB.lme)
```

```
#Treveis
```

```
attach(laks.df)
```

```
KammertoT.lme<-lme(Kumulative.time.chamber.two~poly(Dag,2)*Behandling*Runde,  
random=~+1 | Fisk, cor=corAR1())
```

```
anova(KammertoT.lme)
```

```
summary(KammertoT.lme)
```

```
residplot(KammertoT.lme)
```

