

**Adferd som stressmål: Atlantisk laks
under fluktuerende temperaturregime.**



Takk til;

Takker mine to veiledere Thomas Torgersen og Anders Fernö for all hjelp og konstruktive tilbakemeldinger. Takk til Dyrevelferdsgruppen ved Havforskningsinstituttet i Bergen for lesepass og hyggelig samvær ved lunsjbordet. Sist men ikke minst, takk til min kjære samboer for utholdenhet og støtte gjennom hele prosessen.

Innholdsfortegnelse

Sammendrag	5
1. Innledning	6
1.1 Responser på stress hos fisk	7
1.2 Temperaturens betydning for fiskens fysiologi	8
1.3 Problemstillinger	9
2. Materialer og metoder.....	10
2.1 Fisk og eksperimentelt oppsett	10
2.2 Kondisjonering	10
2.3 Temperaturfluktuasjoner	11
2.4 Fôringsregime	13
2.5 Registrering av adferdsresponser	14
2.6 Kortisolprøver	15
2.7 Statistiske analyser	15
3. Resultat	18
3.1 Kondisjonering	18
3.2 Adferdsresponser	18
3.3 Fôrkonsum	26
3.4 Kortisol	28
4. Diskusjon	30
4.1 Temperaturpåvirkning på adferd	30
4.2 Stresseffektens varighet	32
4.3 Kortisol	33
4.4 Sammenligning av stressmål	34
4.5 Påvirkning av stress på normaltillstand	36
4.6 Stabile versus fluktuerende temperaturer	36
4.7 Relevans til velferd	37

Referanser 38

Appendix I

Appendix II

SAMMENDRAG

Stressresponser hos fisk blir tradisjonelt målt med parametre som kortisolkonsentrasjon og fôrkonsum som gir mål på stress og velferd. Det man mangler er gode mål på subtile stressreaksjoner og kunnskap om hvordan fisk responderer på gjentatte stressorer over tid. Oppdrettsmærer inne i fjordsystem utsettes stadig for fluktusjoner i temperatur som en konsekvens av havstrømmer og årstidsvariasjoner. Med temperaturforandringer følger variasjon i oksygenmetning i vannet og i fiskens metabolske rater. Oppdrettsfisken må derfor hele tiden regulere kroppsfunksjonene etter temperaturene og dette kan føre til stress. Akutt eller kronisk stress reduserer appetitt, vekst, immunforsvar og velferd hos fisk. Det er derfor et stort behov for å registrere tegn på mistrivsel på et tidlig tidspunkt for å forhindre ytterligere negative effekter.

I dette forsøket ble adferd brukt som primær indikator på stress ved fluktuerende temperaturregimer. Adferdsforandringer ble sammenlignet med de tradisjonelle metodene for å finne ut om disse korresponderer med fysiologiske funn og om adferd er et mer sensitivt mål på stress. I tillegg ble en eventuell adferdshabituering til nye miljøforhold undersøkt.

Hovedmålet med oppgaven var å evaluere effekten av økninger og senkninger i temperatur på frykt- og forventningsadferd, fôrkonsum og kortisol, samt å sammenligne påvirkninger og eventuelle forskjeller mellom stabile og fluktuerende temperaturregimer.

Laksen ble på forhånd kondisjonert til å assosiere lysblink med fôr og initiell fryktrespons og forventningsadferd mot fôr ble registrert. Fire grupper laks (*Salmo salar* L.) fikk ulike temperaturbehandlinger der to grupper gikk under fluktuerende temperaturer fra henholdsvis 14 til 20 °C og 14 til 8 °C med forandring i temperatur to ganger i døgnet. To grupper gikk under stabile 11.3 og 17.3 °C.

Laks som fikk størst økning i temperatur viste umiddelbart økt fryktrespons og sterkt redusert forventning første dag under det nye regimet i tillegg til noe redusert fôrkonsum.

Kortisolnivåene i denne gruppen responderte ikke direkte på temperaturhevingene. Senkning i temperatur fra 14 og 8 °C ga ingen effekt på adferdsmålene, men kortisolkonsentrasjonene var likevel større etter skifte til kaldt vann de første dagene etter innføringen av det nye temperaturregimet. Fryktresponsen i gruppen som fikk fluktuerende temperaturer mellom 14 og 20 °C minket med 21 % per dag og forventningsadferden økte med 21 % per dag gjennom den første uken. Effekten av temperaturforandringene på frykt- og forventningsresponsene vedvarte lengre enn redusert fôrkonsum og økt kortisolproduksjon, noe som tyder på at adferd er et mer sensitivt mål enn tradisjonelle fysiologiske mål.

1. INNLEDNING

I fri tilstand vil en laks kunne forflytte seg bort fra uønskede eller ubehagelige miljøforhold, i motsetning til i tank eller merd hvor den må bevege seg innenfor et begrenset område. I oppdrettsmiljø utsettes laks ofte for variasjon i miljøforhold, både temporært på ulike tidsskalaer (fra daglig oppvarming og nedkjøling, periodiske utskiftninger av vannmasser og årstidsdrevne endringer) og lokalt i merden som følge av vertikale og horisontale gradienter. Laksen kan ikke velge miljø selv, og det er grunn til å tro at laks i merder utsettes for akutt og kronisk stress med hensyn til blant annet temperatur (Pickering, 1992). Dette utfordrer oppdrettsfisken og kan gi fysiologiske og kognitive stressreaksjoner.

Tidligere forskning på temperatortoleranse hos fisk baserer seg på øvre og nedre toleransegrenser og viser at fisk er i stand til å takle forandringer i temperatur innenfor et visst spekter og over tid (Brett 1952, Elliot 1981). Psykologiske konsekvenser av påtvungne kronisk ugunstige temperaturer og temperaturendringer er imidlertid mindre utforsket. Den psykologiske komponenten av stress og viktigheten av "awareness" ble demonstrert i arbeidet til Schreck (1981), og mange har senere prøvd å verifisere at fisk har kognitive ferdigheter (Rose, 2002, Chandroo m. fl. 2004, Braithwaite 2006). Dyr vil rette oppmerksomhet mot stimulus som er viktig for dyrets fitness og et skifte i oppmerksomheten kan da brukes som indikator på affektiv tilstand og velferd (Huntingford m.fl. 2006). Adferd som økt frykt og nedsatt spiseintensitet kan spores lang tid etter endt stress og gi utslag i redusert vekst (Wendelaar Bonga 1997, Pottinger 2008) og velferd. Adferdsrespons er viktige parametre i velferdsforskning da de er raske og enkle å observere (Huntingford m.fl. 2006). Det er lite kunnskap om hvordan temperaturforandringer påvirker laksens kognitive og umiddelbare opplevelse av stress og hvordan dette påvirker adferden. Det er heller ikke dokumentert hvordan adferd kan brukes som mål på affektive tilstander og hvordan dette kan relateres til fysiologiske parametre for å gi en indikasjon på stressnivå.

1.1 Responser på stress hos fisk

Generelle stressresponser hos fisk er lik de vi finner hos andre vertebrater og deles ofte inn i primære, sekundære og tertiære responser (Wedemeyer og McLeay 1981, Beitinger and McCauley 1990, Barton 2002, Iwama 2007, Galhardo og Oliveira 2009). Den fysiologiske reaksjonen på stress involverer først det nevroendokrine system med frisetting av katekolaminer som adrenalin og noradrenalin til blodet gjennom hypothalamus-hypofyse-interrenal (HPI) aksen (Wendelaar Bonga 1997, Galhardo og Oliveira 2009), som fører til at fisken er i "fight or flight" modus. I tillegg produseres kortikosteroider som hovedsakelig er kortisol hos beinfisk (Galhardo og Oliveira 2009).

Sekundær respons på stress involverer termoregulering, respirasjon, ione-regulering over gjellene og immun-funksjon (Schreck 1981, Iwama 2007). Dette er fysiologiske tilpasninger som følger av blant annet de primære stressresponsenes effekter. I tillegg sees en adferdsbasert respons i form av økt oppmerksomhet, årvåkenhet, skvette- eller fryse bevegelser (Handeland m.fl. 1996, Vilhunen og Hirvonen 2003), noe som kan være et utslag av predator frykt (Vilhunen og Hirvonen 2003). Dette er nødvendige fryktresponser som en del av et forsvarssystem (Ashley og Sneddon 2008) og reguleres av adrenalin og kortisol.

En ugunstig temperatur som påtvinges laksen kan gi utslag i økt sensitivitet for ytre stimuli, noe som kan utløse fryktreaksjoner. Frykt påvirker andre motivasjonssystemer slik at forventning og motivasjon til en forestående begivenhet reduseres i perioder med økt frykt eller stress (Folkedal m.fl. upublisert). Motivasjon kan måles som forventningsadferd ved klassisk kondisjonering (Lieberman, 2000, Spruijt m.fl., 2001) Laks kan kondisjoneres til å knytte et tidligere nøytralt eller svakt negativt stimulus, kalt kondisjonert stimulus (KS), til et positivt ukondisjonert stimulus (US) slik at eksponering til KS-stimulus gir positiv respons (Thomassen og Fjæra 1991, Bratland m.fl. upublisert). Lysblink kan fungere som signal (KS) på en forestående hendelse som føring (US) og en kan avlese laksens respons på lysblinkene. En negativ respons på den innlærte responsen på lysblink fungerer da som et mål på en forandring i mental tilstand. En kan avlese laksens frykt og forventning mot en forestående begivenhet og med det kvantifisere det kognitive stressnivået under utfordrende omgivelser. Demping eller habituering er en psykologisk prosess som gir seg utslag i nedgang i en adferdsrespons som reaksjon på vedvarende nye omgivelser (Lieberman, 2000). Etter hvert

som fryktrresponsen dempes vil forventning overstyre fryktrresponsen mot lysblink (KS) og forventningsadferden øker mot forventet fôr (US) (Thomassen og Fjæra 1991).

Tertiær respons henger sammen med langtidseffekten av stress som reduksjon i vekst som følge av metabolske effekter. Redusert vekst er en vanlig konsekvens av stress (Wendelaar Bonga 1997, Pottinger 2008) og en parameter som økt fôrkonverteringsrate ansees som god indikator på stress (Wendelaar Bonga 1997). Generelt øker vekstrater med økte temperaturer inntil en grense hvor den høye temperaturen øker metabolismen så mye at veksten reduseres (Quigley og Hinch 2006). En kan dermed forvente en reduksjon i vekst og økt konverteringsrate som følge av temperatur i seg selv, men også av stress som følge av uønskede temperaturer eller raske temperaturskifter.

1.2 Temperaturens betydning for fiskens fysiologi

Temperatur ble av Brett (1971) kalt “the master ecological factor” og har stor betydning for vekst og overlevelse. Salmonider er stenoterme fisk og temperaturen påvirker deres romlige distribusjon i vannet (Brett 1971). Adferd er i så måte den primære mekanismen for temperaturregulering (Lee m.fl. 2003), og salmonider velger å være i temperaturer den foretrekker (Fry 1947, referert i Kelsch og Neill 1990). Postsmolt i havet finner en oftest i vannmasser med 9-10 °C (Holm, 2000). Postsmolt i merder har høyest tetthet i temperaturer på 16-18 °C, avhengig av lys og oksygen, og unngår aktivt temperaturer over 19 °C (Johansson m. fl. 2006). Det kan også tenkes at temperaturer mellom de to preferanseområdene er innenfor området for en ideal- eller preferansetemperatur.

Temperaturpreferansene er stort sett en funksjon av den akklimerte tilstanden til individet (Kelsch og Neill 1990), altså hvilken temperatur den har tilpasset seg til fra før i tillegg til den absolutte preferansen.

Ved temperaturøkning i vann vil oksygenoppløseligheten og dermed oksygenkonsentrasjonen (mg eller ml/L) synke og samtidig økes laksens behov for oksygen. I tillegg økes oksygenbehovet ved økt fôrkonsum og fysisk aktivitet, slik at laksen må regulere fôrinntak og aktivitet i forhold til tilgjengelig oksygen. Fiskens evne til å trekke oksygen ut av vannet er avhengig av oksygenmetning. En kan derfor forvente at en temperaturøkning er en større utfordring enn en tilsvarende temperatursenkning.

1.3 Problemstillinger

1. Et mål med dette forsøket var å finne ut hvordan temperaturhevinger og senkninger påvirker laksens fryktrespons og forventningsadferd. På grunn av potensielt større negative effekter av temperaturøkning enn senkning forventes det at det er økt fryktrespons og reduksjon i forventning ved temperaturøkning, med større effekt av store endringer enn små.
2. Adferdsrespons er raske og viser umiddelbar reaksjon på forandring. Den kognitive effekten av ubehagstemperaturer forventes derfor kortvarig. Forventningsadferd vil bli brukt som mål på hvor lenge effekten av ubehagstemperaturer varer når idealtemperatur/mer ideell temperatur er gjenopprettet.
3. Det er kjent at fisk kan akklimatiseres til endrede temperaturer og det forventes derfor også at fisken vil tilvennes og habitueres til fluktuerende temperaturregimer. En tilvenningsrate vil beregnes ut fra hvor raskt fiskens atferd vender tilbake til før-stress nivå. Dette vil bli brukt som et mål på dempingshastigheten til av stressresponsen.
4. Det er kjent at kortisolkonsentrasjonen øker med forandringer i temperatur men gjentatte stimuli kan føre til en nedregulering av kortisol. Det forventes derfor at kortisolsekresjonen vil avta over tid i forsøket. I tillegg forventes en korrelasjon mellom kortisolproduksjon og forventningsadferd og en sammenfallende reduksjon i disse to parametrene.
5. Ulike stress- og velferds mål har ulik følsomhet. Et av målene med oppgaven var å sammenligne følsomheten mellom ulike stressmål. Fryktrespons forventes å være et mer følsomt mål enn forventning, fôropptak og kortisol.

2. MATERIALER OG METODER

2.1 Fisk og eksperimentelt oppsett

Vaksinert postsmolt av Atlantisk laks (*Salmo salar* L, Aquagenstammen) ble hentet fra utekar på Matre havbruksstasjon. 1200 fisk ble bedøvd med Aqui- S og 100 laks, 50 per runde, ble håvet opp i transportkar som ble kjørt direkte inn i Miljøhallen og plassert i 12 sirkulære kar (Ø=3m, vanddybde 75 cm, 5.3 m³). 100 kontrollfisk ble tatt ut, 10 stykk fra 10 tilfeldige håvinger under omplaseringsprosedyren. Disse ble veid og lengdemålt post mortem til henholdsvis vekt på 320 ± 102 g og gaffellengde 318 ± 32 cm (gjennomsnitt \pm SD). Startuttaket ble fryst ned for senere analyser av energi-, fett-, og proteininnhold (energi ved oppstart). Det ble også gjort et sluttuttak av alle fiskene for tilsvarende målinger. Laksen gikk under konstant lysregime i utekarene med 8-9 °C saltvann. I karene i Miljøhallen var temperaturen 9 °C, saltholdighet 33.6, 90 % O₂-metning og vannutskiftingsrate 100 L/time. Lysstoffrør (Philips, TL-D36w/33-640) plassert rett over tanken var eneste lyskilde og stod på kontinuerlig. Laksen ble kondisjonert med lysblink fra en pære på 21 watt, festet i ledning 10 centimeter under foringsautomaten. Lysblinkmekanismen ble styrt av et relé (Ocean Controls, KT-5074APC Printer Port Relay Board Assembled, www.oceancontrols.com.au).

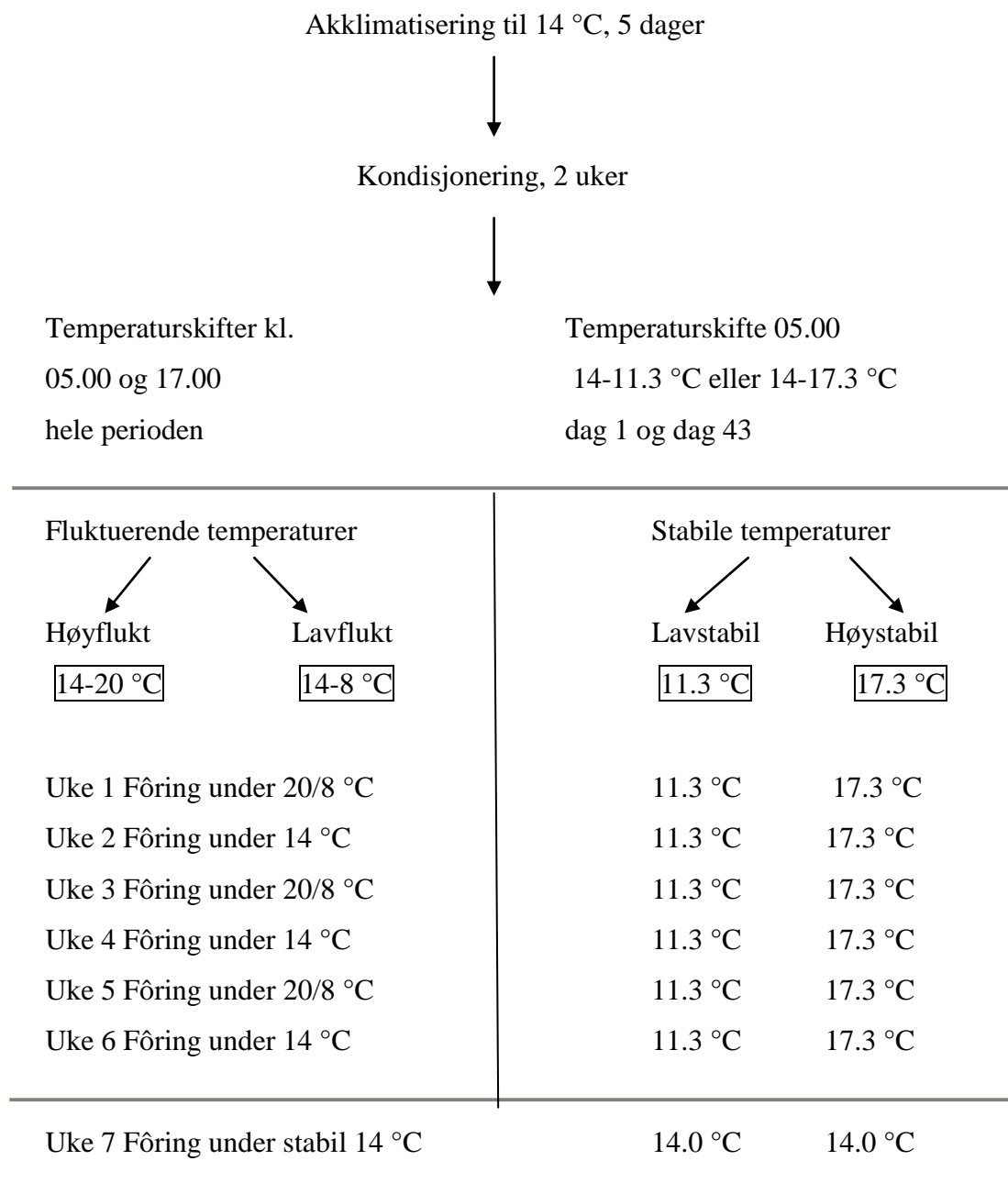
2.2 Kondisjonering

Laksen ble før temperaturfluktuasjonene kondisjonert med Pavlovs metode med stimulus og belønning. Lysblink fungerte som stimulus (kondisjonert stimulus eller KS) og mat, her pellets, som belønning (ukondisjonert stimulus eller US). Lysblinkene (1 sekund på, 1 sekund av) ble startet 30 sekunder før US og avsluttet 10 sekunder ut i US. Dette er en såkalt "delay" kondisjoneringsprosedyre (Lieberman 2000) hvor KS og US overlapper. Kondisjoneringsperioden varte i to uker, med seks måltider per dag, altså seks treninger per

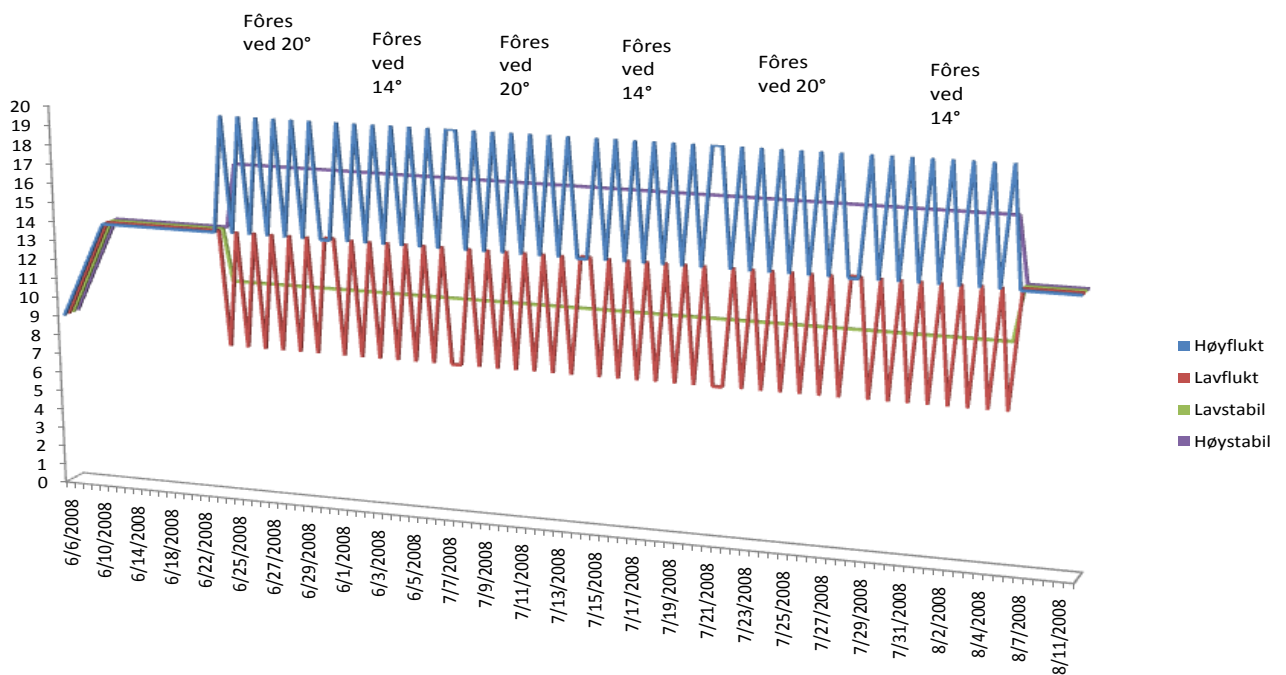
dag i to uker. Dette har vist seg å være tilstrekkelig kondisjonering med hensyn til ønsket respons (Bratland m.fl. upublisert). Laksen responderte på lyssignalet etter noen repetisjoner ved å vise en forventningsadferd til det forestående måltid, med aktivitet i området der det forventes å komme belønning. Denne atferden ble brukt til å måle fôringsmotivasjonen.

2.3 Temperaturfluktuasjoner

Laksen i alle kar ble på forhånd akklimatisert fra 9 til 14 °C, med 1 °C/dag, og skulle deretter gå under 14 °C over en periode på to uker under kondisjoningsperioden 11. til 24. juni. Et teknisk problem førte temperaturen midlertidig tilbake til 9 °C 13. juni før temperaturen igjen ble tilbakeført til 14 °C 19. juni. Ved start av forsøket ble temperaturen så forandret på to av fire kargrupper, to ganger i døgnet kl. 05.00 og 17.00. I *lavfluktasjonsgruppen* fluktuerte temperaturen fra 8 til 14 °C og i *høyfluktasjonsgruppen* fra 14 til 20 °C (figur 1). Disse to gruppene fikk altså skifte i temperatur hver tolvte time. Fasen med fluktuasjoner ble endret hver 7. dag for å registrere forventning til fôring ved de ulike temperaturene (henholdsvis 14 og 20 °C i høyfluktasjonsgruppen og 14 og 8 °C i lavfluktasjonsgruppen). I disse faseskiftene ble ikke temperaturen skiftet klokken 05.00 og laksen gikk da under samme temperatur i 24 timer (figur 2). De to resterende kargruppene, *lavstabilgruppen* og *høystabilgruppen* hadde stabile temperaturer på henholdsvis 11,3 og 17,3 °C som var et geometrisk gjennomsnitt av temperaturene til gruppe "høyflukt" og "lavflukt". Disse temperaturene ble valgt fremfor 11 og 17 °C for å ta høyde for at metabolisme øker eksponentielt med temperatur.



Figur 1) oversikt over forsøksoppsett.



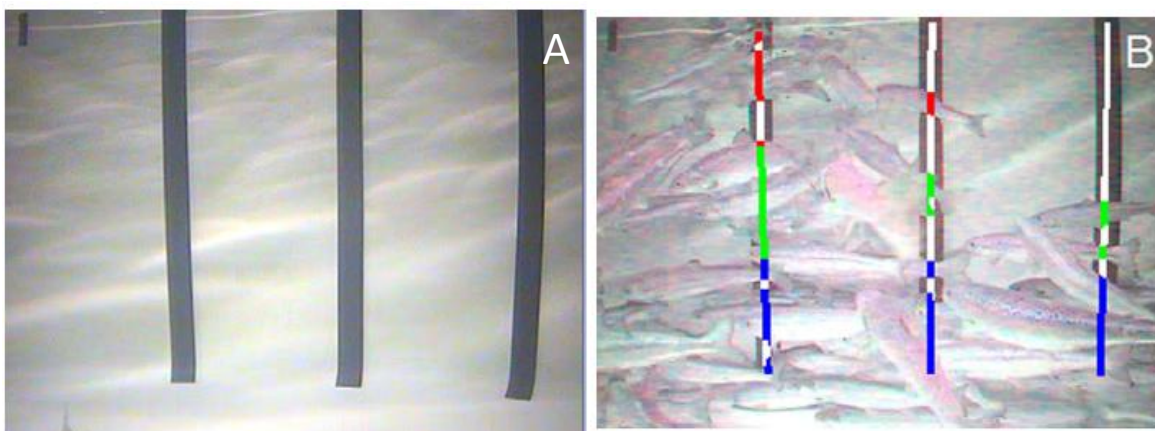
Figur 2) Temperaturregimer hele forsøksperioden. Kondisjoningsperioden var fra 11. til 24. juni og nye temperaturer og fluktuasjoner fra 25. juni til 5. august. Siste uke gikk alle grupper på stabile temperaturer.

2.4 Fôringsregime

Fôret ble i kondisjoningsperioden (10-22 juni) gitt i 6 separate måltid fordelt på en time, to ganger daglig (08.30 til 09.30 og kl 13.00 til 14.00). Daglig rasjon var 0,75 % av kroppsvekten. Tidspunkt for fôring gjennom resten av forsøket fra 23. juni var kl 08.30 til 09.00 og 13.30 til 14.00. Det ble beregnet fôret cirka 25 % i overskudd i forsøksperioden. Fôret besto av 4 mm tørrpellets (Biomar AS, Norge) og ble gitt automatisk fra en utfôrer (Arvo-Tec T drum 2000 feeder, www.arvotec.fi). Det ble tatt fôropsamlinger av spillfôr etter hvert måltids slutt for å beregne fôrkonsum.

2.5 Registrering av adferdsrespons

En automatisert videoanalyse (Stien m.fl. 2007) ble brukt for å registrere fisk i området under fôringsautomaten. Matlab v7.2 (The MathWorks Inc., Natick, MA, USA) ble brukt i denne analysen. Adferdsresponsen ble registrert ved hver fôring, med videokamera i hver tank som var montert på avløpsstangen midt i karet på 20 cm dybde rettet mot fôringsområdet. Det ble brukt GeoVison GV 800 Video Capture Card og CV-800 Multicam Surveillance System (GeoVison, Inc, Taipei, Taiwan) for å logge og lagre videoopptakene, og kamera (VN-SVUC IR, Scan Secure AS, Norway). I fôringsområdet ble sort teip brukt for å markere tre parallelle vertikale striper (5 cm bred) med 30 cm mellomrom, den første stripen 30 cm medstrøms fra utfôringspunktet (figur 3 A). Disse tre stripene er delt inn i tre vertikale deler for mål av fiskens distribusjon i karet og hvert av lagene blir så delt i tre mindre deler slik at øvre sjikt av karet består av øvre, midtre og nederste lag av øvre del. Det samme gjelder for midtre og nedre del av karet. I analysen ble summen av alle tre lag i karet brukt. I videoanalysen ble det registrert hvor fisken ikke dekket stripene. Dette ble så sammenlignet med den kjente andelen av stripenes areal og dekningsgrader av fisk i prosent ble kalkulert i analyseprosedyren (detaljer i Stien m.fl., 2007, figur 3 B). Videoregistreringen ble startet 1.5 minutter før lysblink og avsluttet etter 5 minutters opptak. Kun opptak rundt selve fôringen ble brukt i analysen av fryktrespons og forventningsadferd. Dette startet omtrent 0,5 minutter før lysblink og varte ca 1 minutt. "Fryktrespons" ble basert på de 3 første sekunder i lysblinkperioden og "forventningadferd" 10-30 sekunder ut i lysblinkperioden, før fôring. Før analysen måtte forskjeller i opptak korrigeres for da, bilderaten varierte for hvert opptak. Det ble gjort en manuell gjennomgang av 257 videoregistreringer for beregning av disse tidsforskyvningene i forhold til start av lysblink slik at opptakene samstemte i analysen.



Figur 3 A) Svarte striper markerer tre vertikale områder. Lysblink er plassert over sort merke i venstre hjørne. B) Registrering av laks i tre vertikale lag sett som rød, grønn og blå sone.

2.6 Kortisolprøver

Vannprøver ble tatt fra innløpsvann og utløp i alle kar dagen før første temperaturfluktuasjon kl.17.00, hele første uken kl. 05.00 og 17.00 før temperaturendring og 07.00 og 19.00 (etter temperaturendring). I tillegg ble prøver tatt første og siste dag i hver uke på samme klokkeslett resten av forsøksperioden. Det ble tatt i alt 1152 prøver som ble merket og fryst ned for senere analyse. Analysemetoden som ble brukt er beskrevet i Ellis m.fl. (2004) med noen få modifikasjoner. Det ble tatt 1 liter vann fra hvert kar i en ren flaske, skyllet tre ganger med det samme utløpsvannet prøven ble tatt fra. Eventuelle ansamlinger av feces ble notert under analysen da det kan påvirke kortisolmengden i prøven. Kortisoldata fra lavstabilgruppen og høystabilgruppen skulle fungere som kontrollgrupper. Prøvene fra disse gruppene inneholdt mye støy og ble derfor ikke brukt.

2.7 Statistiske analyser

Data fra dekning i kar ble analysert med SAS (Statistical Analysis System, SAS Institute Inc, Cary NC, USA) for Windows (versjon 9.1) og statistiske analyser ble gjort i R versjon 2.9.0.

Adferd

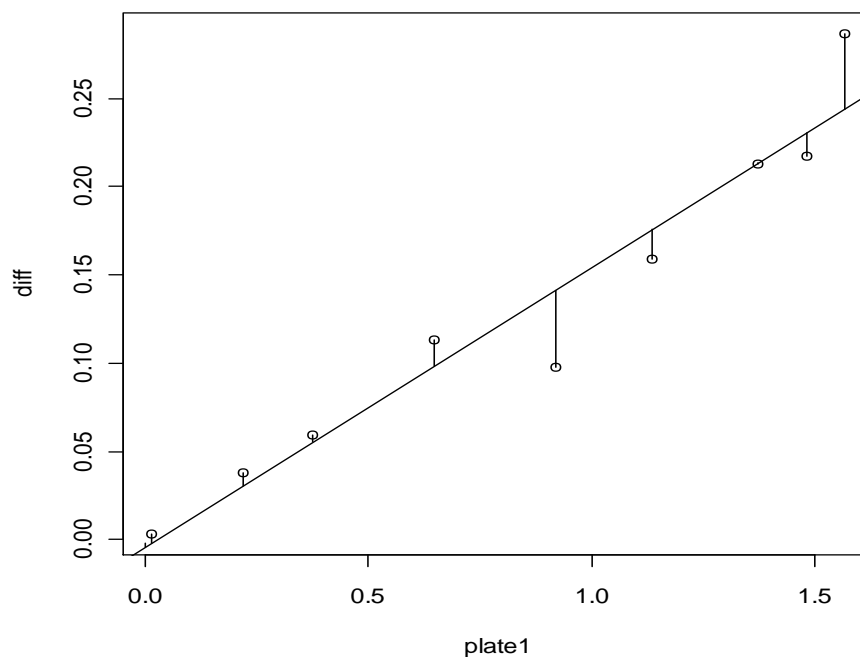
- Dag 0 mellom de fire gruppene ble sammenlignet med enveis ANOVA. Enkel t-test ble brukt på dag 0 og dag 1 for hver gruppe for fryktrespons og forventningsadferd.
- Både for fryktrespons og forventningsadferd ble enveis ANOVA brukt for å teste om det var signifikant forskjell i adferd mellom gruppene i forsøksperioden. Tukey HSD test ble brukt for å finne hvilke grupper som var forskjellige fra hverandre
- En ikke-lineær regresjonsanalyse (nls) ble utført for å beregne endringsraten på fryktrespons og forventningsadferd den første uken med temperaturfluktuasjoner. Formel: $Y=Y_0-a*\exp(b*(dag-1))$, hvor a er forskjell i Y fra dag 0 - dag 1 og b er den eksponentielle raten.

Fôr og forventning

- For å se om det var en sammenheng mellom forventning og fôr konsumert ble det benyttet en enkel lineær regresjon.

Kortisol

- Absorpsjonsverdier ble korrigert for ulikheter mellom plate 1 og 2 med lineær regresjon (figur 4). Dette ble gjort for å kunne bruke absorpsjonsverdiene direkte i en ikke parametrisk analyse.



Figur 4) Enkel lineær regresjonsmodell av absorpsjonsverdier (OD) mellom plate 1 og differanse til plate 2. Krysningpunkt = -0,004, stigningstall = 0,158, $R^2 = 0,927$

- Enkel t-test for dag 0 ble brukt for å finne eventuell differanse mellom gruppers gjennomsnitt i kortisolabsorbans.
- T-test på differanse mellom kl. 05.00 og 07.00 og 17.00 og 19.00 (måling etter temperaturendring - måling før temperaturendring) 7 dager for tre replikater i

høyfluktasjonsgruppen og lavfluktasjonsgruppen. Positiv differanse betyr at kortisolnivået var høyere etter temperaturendring. 95 % konfidensintervall ble beregnet for sammenligning med 0.

- En ikke parametrisk Wilcoxon rank sum test ble brukt for å sammenligne kortisolabsorbans mellom første og siste halvdel av uke 1 i høyfluktasjons- og lavfluktasjonsgruppen. Absorbansverdier ble brukt her og ikke konsentrasjoner, da konsentrasjonene i mange tilfeller var svært lave og utenfor standardprøveområdet. Kortisolkonsentrasjoner øker med avtagende absorbans utenfor det gyldige standardprøveområdet. Ikke parametriske analyser på data utenfor dette området er derfor uproblematisk. Forholdet mellom verdier er likevel det samme som med konsentrasjoner.

3. RESULTAT

3.1 Kondisjonering

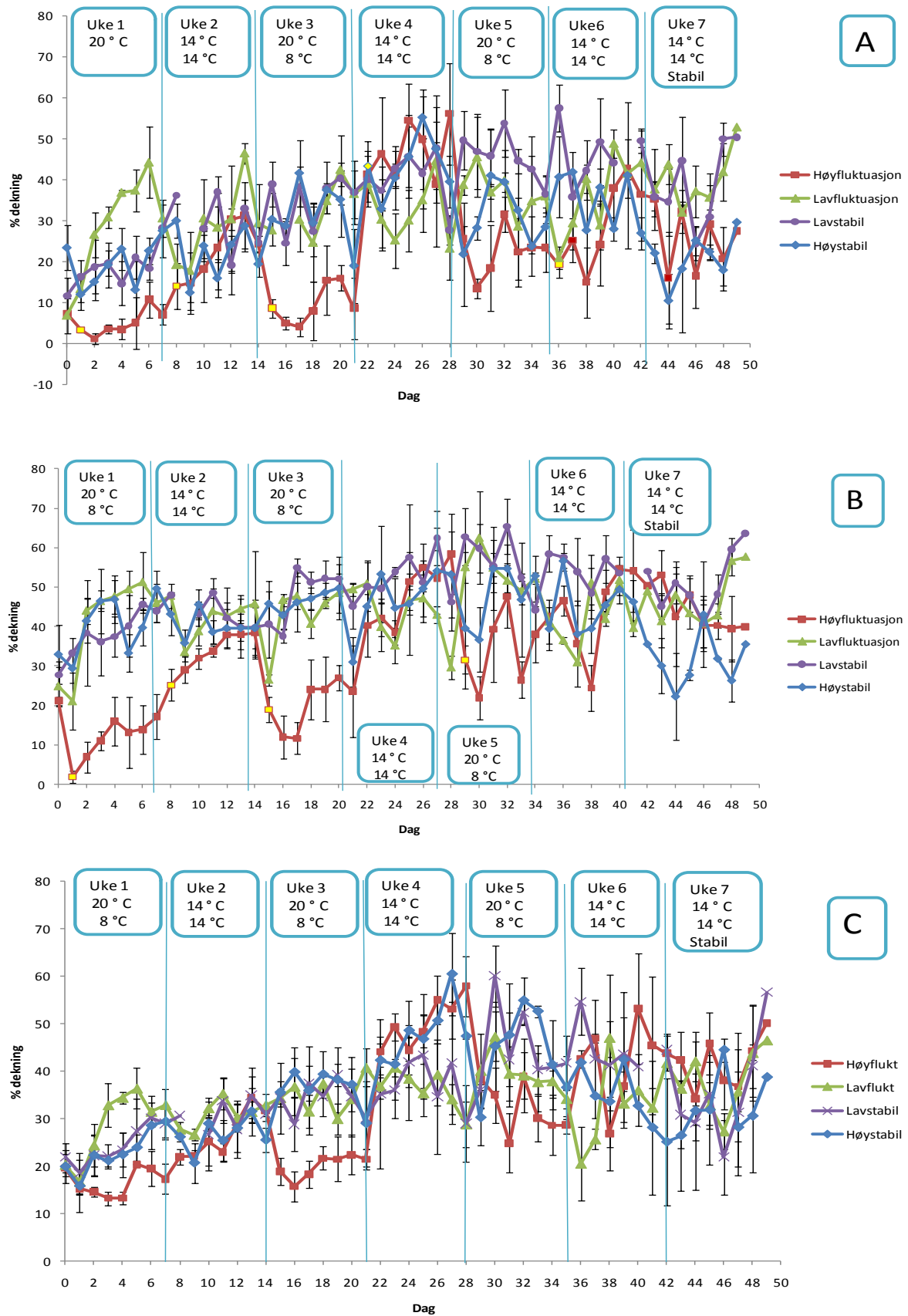
Laksen responderte som forventet på kondisjoneringsprosedyren og lærte å assosiere fôr med lysblink etter 2-3 forsøk. Ved start av lysblink første dag i kondisjoneringsperioden reagerte laksen med umiddelbar unnvikelse til lysblinket, og søkte mot karbunnen og forble der i lang tid (>3 min). Etter 5 dager viste alle fiskene en type adferd som indikerte en kondisjonert fisk med høy forventningsadferd til fôr. Fryktresponsen på lysblink var stort sett habituert og fôringsmotivasjonen var høy ved kondisjoneringsperiodens slutt. Før start av selve forsøket (dag 0) viste alle gruppene lavere fryktrespons enn baseline og høyere forventningsadferd enn baseline. Før starten av lysblink (under baseline-perioden) var fisken posisjonert relativt jevnt, men i større grad i midten og bunnen av karet enn øvre vannlag. Dag 0 var fryktrespons i høyfluktasjonsgruppen ($p = 0,015$) og høystabilgruppen ($p = 0,0012$) signifikant høyere enn lavfluktasjonsgruppen og lavstabilgruppen. Forventningsadferden var ikke signifikant forskjellig mellom gruppene dag 0 ($p = 0,182$).

3.2 Adferdsresponser

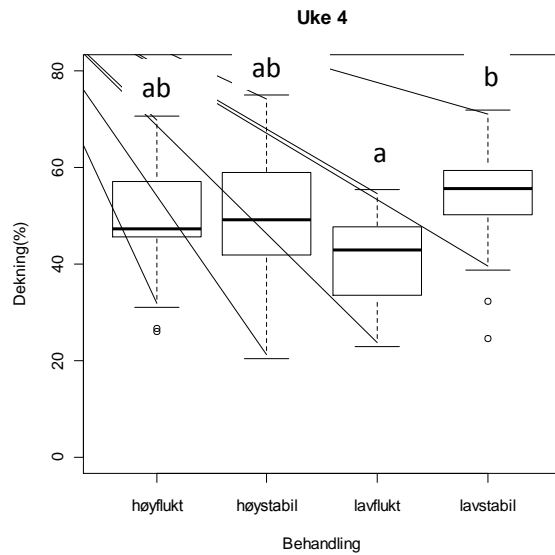
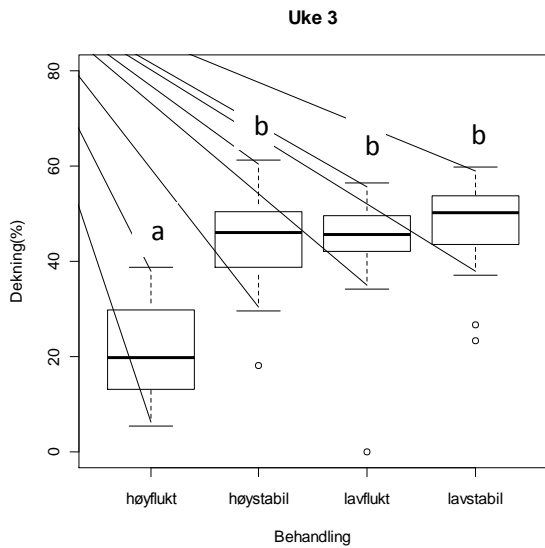
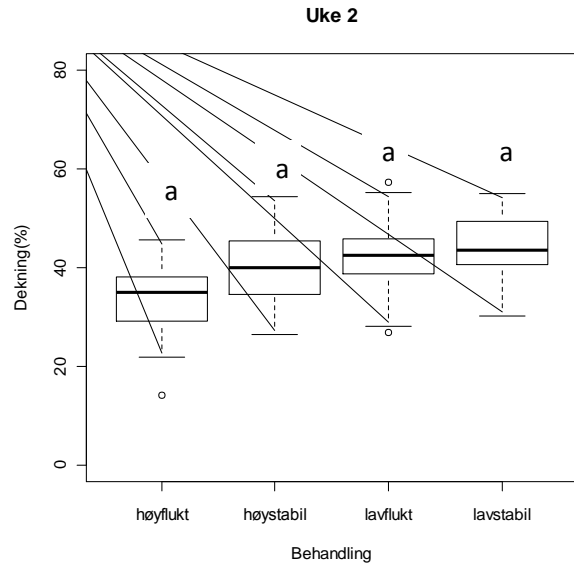
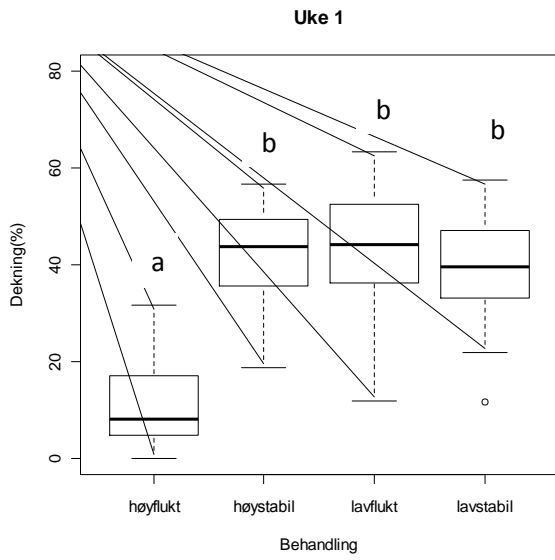
Ved en sammenligning av adferdsresponser før og etter start av nye temperaturregimer var fryktrespons dag 0 ikke signifikant forskjellig fra dag 1 i noen av gruppene ($p > 0,05$, figur 5A). Forventningsadferd var signifikant lavere (20 prosentpoeng) dag 1 enn dag 0 i høyfluktasjonsgruppen ($p = 0,043$, figur 5 B). De andre tre gruppene viste ingen signifikant endring i forventningsadferd ($p > 0,05$). I høyfluktasjonsgruppen var dekningsprosenten i karet gjennomgående høyere i uker med 14 °C enn i uker med 20 °C. Dekningen under baseline-perioden viste samme mønster som dekningsprosenten under fryktrespons- og forventningsadferdsperiodene (figur 5 C).

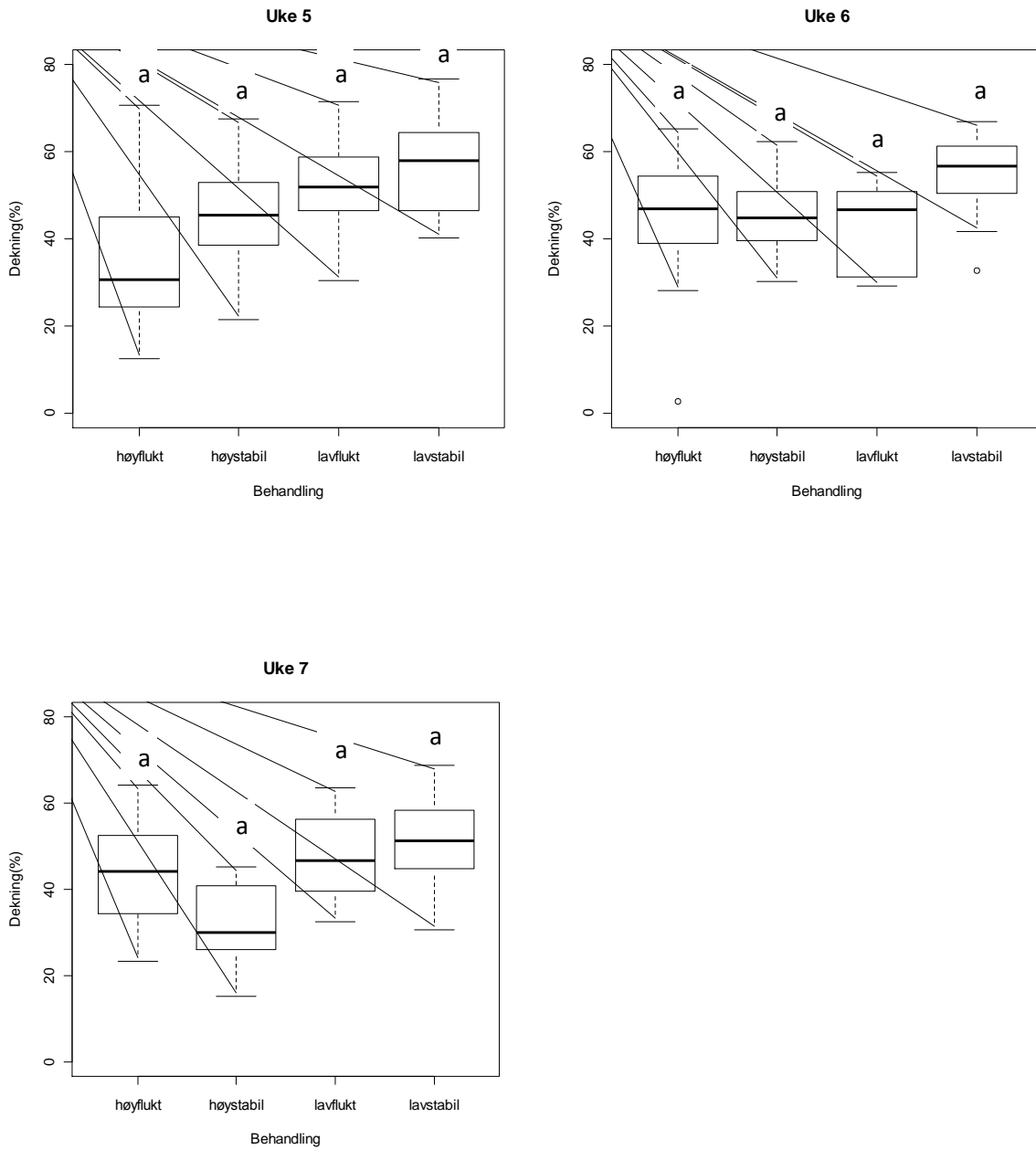
Dekningsgraden til de ulike gruppene uke for uke viser hvordan laksen responderte ulikt på lyssignalet gjennom de 7 ukene forsøket varte. I høyfluktasjonsgruppen uke 1 og 3 der lyssignalet ble gitt under 20 °C-perioden, hadde laksen sterkere fryktrespons enn alle de andre gruppene ($p = 0,001$, $< 0,001$) mens det ikke var noen forskjell ved 14 °C i uke 2 ($p = 0,309$), 4 ($p = 0,290$) og 6 ($p = 0,114$). Uke 5 var høyfluktasjonsgruppen signifikant lavere enn lavstabilgruppen ($p = 0,031$), og i uke 7 var høyfluktasjonsgruppen signifikant lavere enn lavfluktasjonsgruppen og lavstabilgruppen ($p = 0,006$, $0,006$). Høystabilgruppen var signifikant forskjellig fra lavflukt ($p = 0,003$) og lavstabil ($p = 0,003$, figur 5A).

Forventningsadferd var også lavere uke 1 ved 20 °C hos høyfluktasjonsgruppen enn i de andre tre gruppene ($p = 0,003$). Uke 2, når lyssignalet ble gitt ved 14 °C i fluktasjonsgruppene, var det ingen signifikant forskjell mellom noen av gruppene ($p = 0,105$). Uke 3, når lyssignalet igjen ble gitt ved 20 °C for høyfluktasjonsgruppen var det igjen signifikant lavere forventningsadferd enn i de tre andre gruppene ($p < 0,001$). Etter 3. uke er det ikke signifikant forskjell i forventningsadferd mellom de fire gruppene ($p > 0,05$), men mønsteret med redusert forventning i ukene med føring ved 20 °C ser en igjen i uke 5 (figur 5B og figur 6).



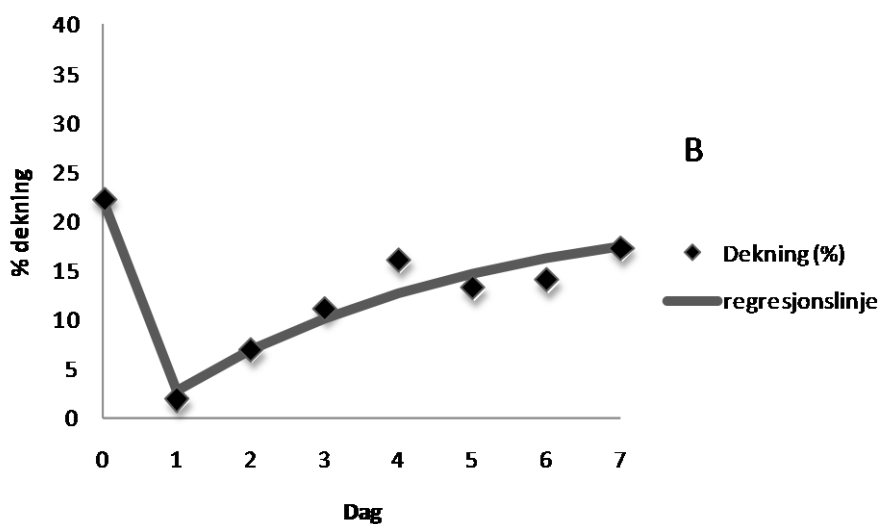
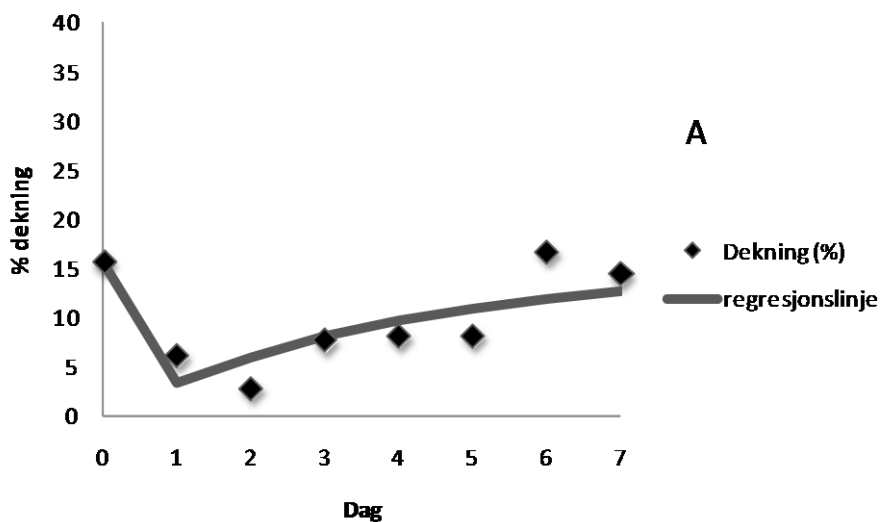
Figur 5) Fryktrespons (A), forventningsadferd (B) og (C) baseline-dekning for alle grupper vist som prosent dekning i karet under føringsområdet. Forsøksperioden er delt inn i uker med tilhørende temperaturer i fluktasjonsgruppene. Dager med temperaturskifter er markerte som gule punkt på høyfluktasjonsgruppen.





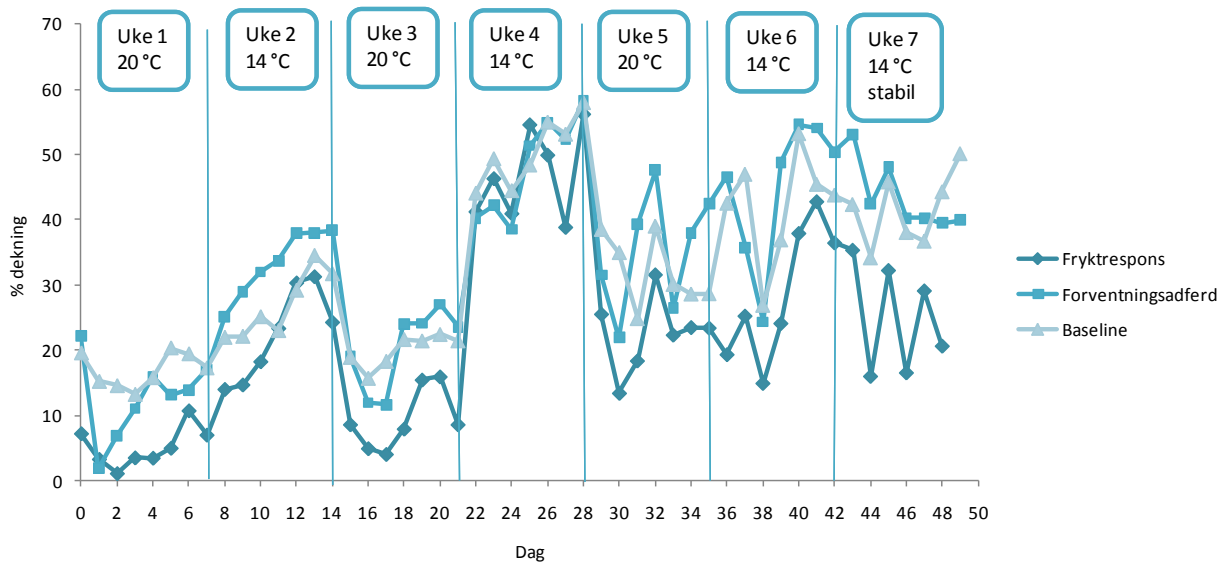
Figur 6) Utvikling av forventningsadferd over tid (uke 1 til 7). Dekningsprosent er basert på tre replikat per temperaturbehandling i gjennomsnitt per uke. Boksene viser øvre og nedre del som henholdsvis 75 % og 25 % percentiler, maksimum og minimum vises som ”værhår”.

For å finne ut hvorvidt, hvor raskt og i hvilken grad laksen vennet seg til det nye temperaturregimet ble en ikke-lineær regresjonsmodell tilpasset dataene for dekningsgrad under fryktrespons- og forventningsperiodene for hver dag den første uken. Fryktresponsen avtok (figur 7A) og forventningsadferden økte (figur 7 B) mot verdiene fra dag 0 i løpet av uken. De ikke lineære regresjonsmodellene viste nærmest identiske endringsrater for begge responsene ($21\% \text{ dag}^{-1}$). For fryktrespons brukte jeg nederste lag i karet (da øvre og midtre lag uansett inneholdt lite eller ingen fisk i denne perioden første uken). Sum av alle tre lag i karet ble brukt for forventningsadferd (se appendix II for detaljer).



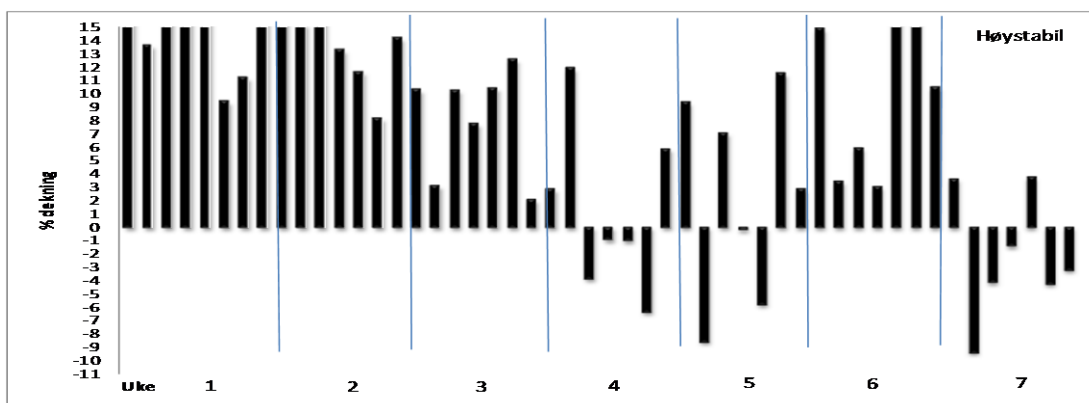
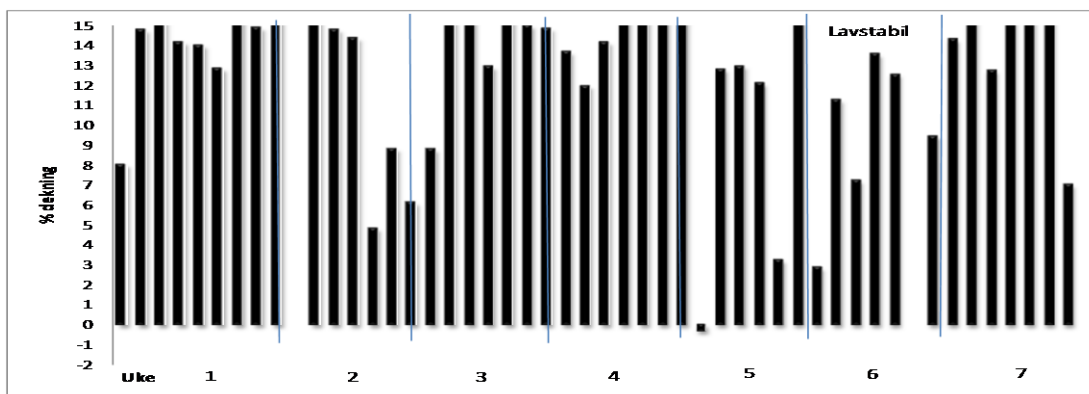
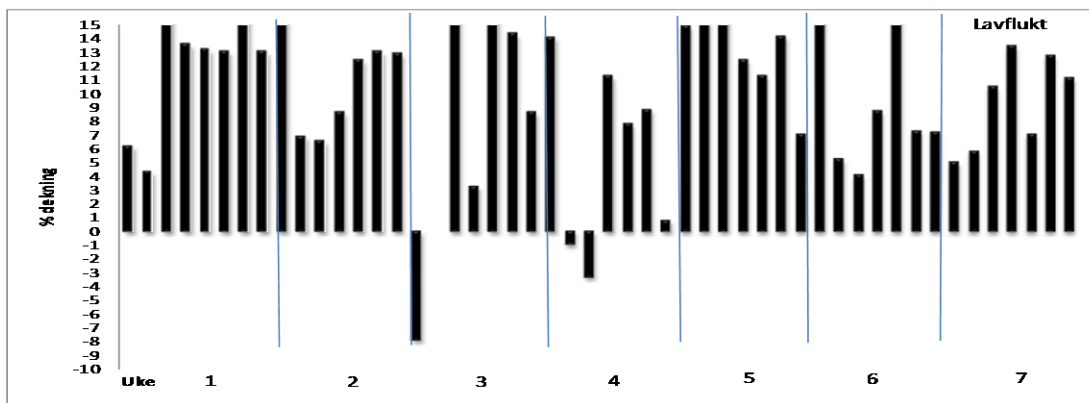
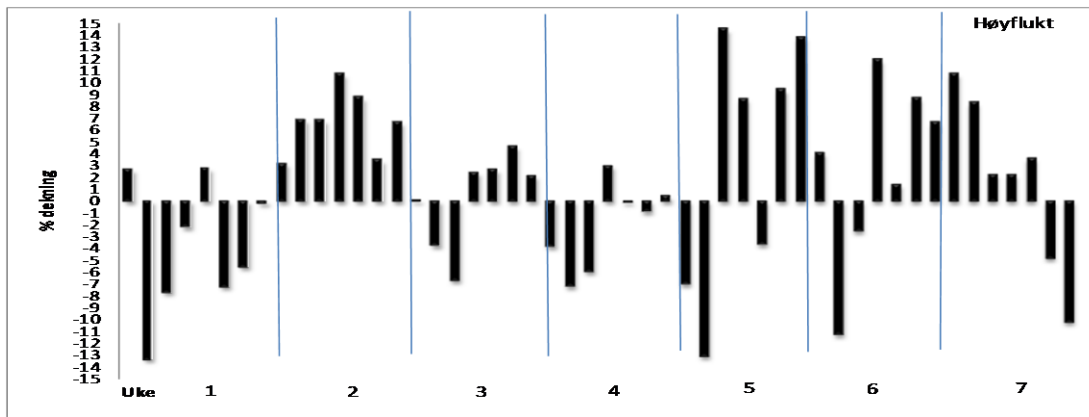
Figur 7) Utviklingen i dekning av foringsområdet fra dag 0 og gjennom første uke med fluktuerende temperatur i høyfluktgruppen. Linje viser tilpasset ikke-lineær regresjonsmodell. A) Fryktrespons. Reduksjon fra dag 1 til dag 0 er på cirka 12 prosentpoeng og tilvenningsraten på $\sim 21.3\% \text{ dag}^{-1}$. B) Forventningsadferd med reduksjon på 19 prosentpoeng og tilvenningsrate på $\sim 21.0\% \text{ dag}^{-1}$.

I høyfluktuasjonsgruppen var dekningsgrad av fisk i kar før lyssignalet (under baseline-perioden) gjennomgående høyere enn dekningsgrad under fryktrespons og gjennomgående på samme nivå som forventning. Uke 2 skiller seg imidlertid ut ved at forventningsadferd overstiger baseline (figur 8). Denne uken returnerte temperaturen fra 20 ° til 14 °C, som laksen var akklimert til i kondisjoneringsperioden. Etter 4. uke (dag 31) var forventningsadferd generelt høyere enn baseline.



Figur 8) Høyfluktuasjonsgruppens fryktrespons og forventningsadferd i forhold til baseline.

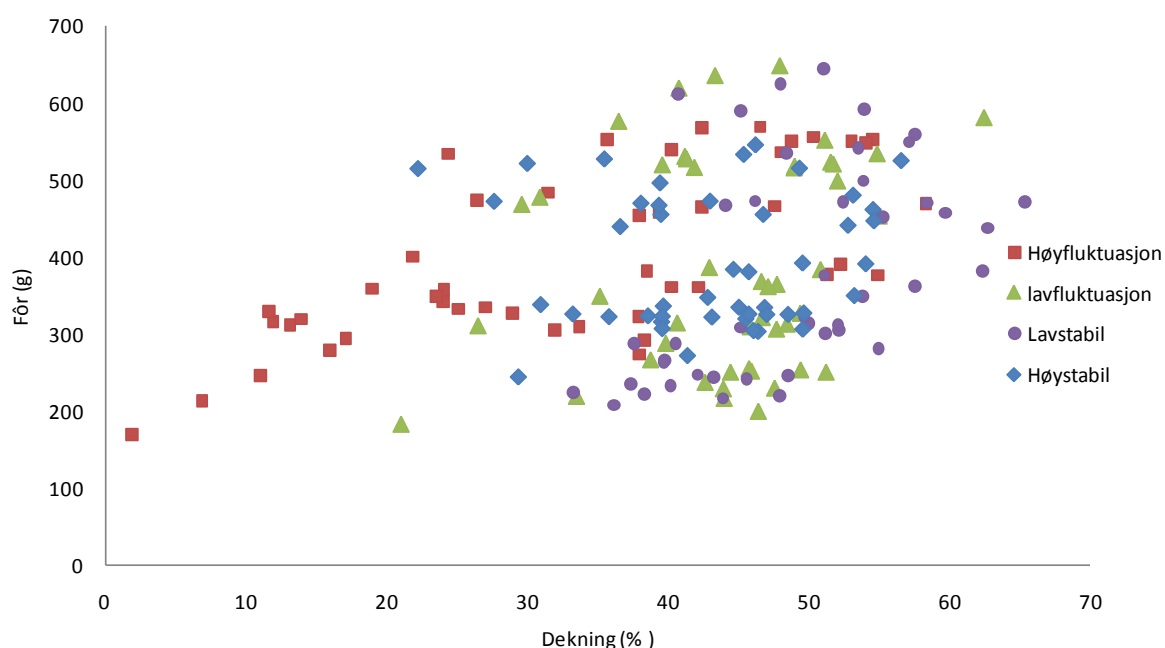
For å belyse forholdet mellom baseline og forventningsadferd beregnet jeg differansen i dekning mellom de to periodene. De fire gruppene hadde ulike verdier i baseline, men høyfluktuasjonsgruppen viste i tillegg store forskjeller mellom og innenfor ukene i forsøksperioden. Lavflukt-, lavstabil- og høystabilgruppene hadde en generell positiv verdi gjennom hele perioden. Dekningen under forventningsperioden var klart høyere enn dekningsgraden under baselineperioden (figur 9).



Figur 9) Stolpene viser differansen forventning – baseline. Høyfluktasjonsgruppen har varierende differanse gjennom ukene. Lavflukt, lavstabil og høystabil har stort sett positive verdier.

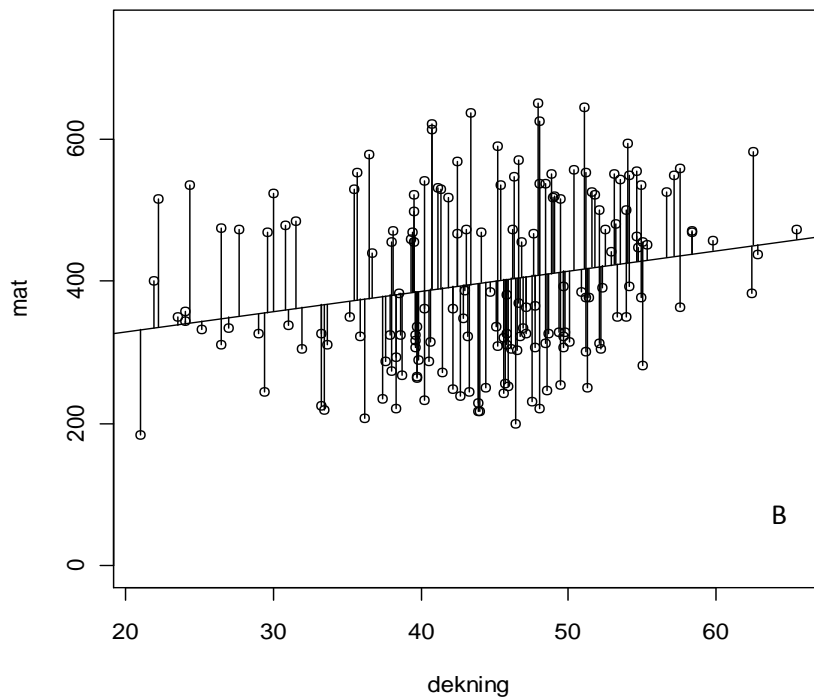
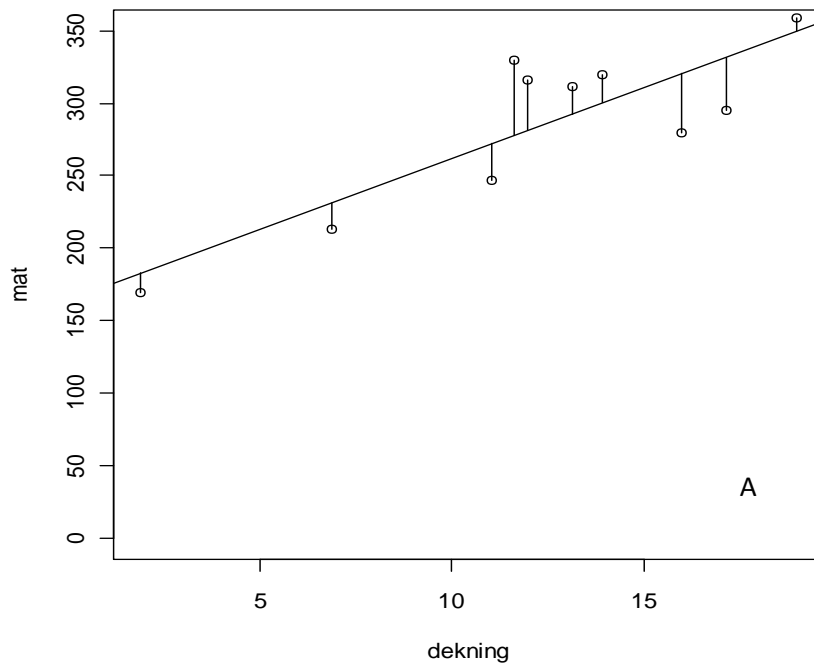
3.3. Fôrkonsum

Dekningsgrad av laks i karet under forventningsperioden og fôr konsumert under påfølgende måltid viser generelt en svak positiv sammenheng, og da først og fremst for lave dekningsgrader observert i høyfluktgruppen (figur 10), men også fisk med svært lav motivasjon (målt som fisk i fôringsområdet under forventningsperioden) har betydelig fôrkonsum på 200-300 gram per kar.



Figur 10) Fôrkonsum og motivasjon, alle grupper vist som dekning mot gram fôr konsumert. Fôrkonsum er redusert ved dekning under 20 % i karet.

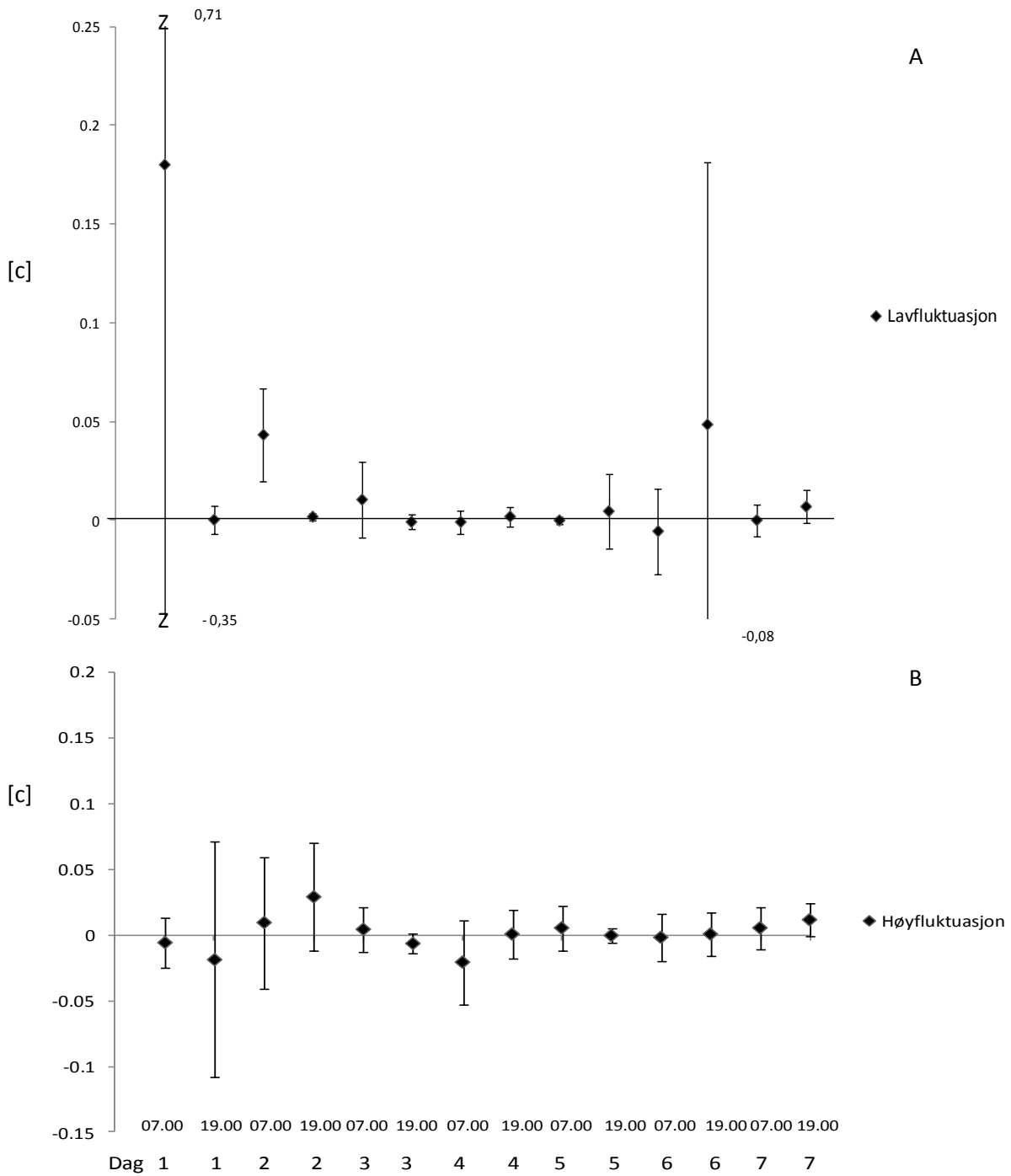
Ved svært lav forventning som observert i høyfluktasjonsgruppen uke 1 og 3, ser sammenhengen klar ut og en lineær regresjon for dekningsverdier < 20 % viser et lineært forhold mellom fôr og dekning (figur 11 A), med en korrelasjonskoeffisient på 0,71. For dekningsverdier > 20 % er sammenhengen mellom konsum og dekningsgrad svakere, med lavere stigningstall og enn korrelasjonskoeffisient på lave 0,04 (figur 11 B).



Figur 11A) Fôrkonsum mot prosent dekning med dekningsverdier under 20 %. Linjen krysser y-aksen på 164,245 og stigningstallet er 9,768. $p=0,002$. $R^2 = 0,706$. 11B) viser dekningsverdier over 20 %. Krysningspunktet er på 271,280, stigningstallet 2,859 og $p = 0,004$. $R^2 = 0,043$

3.4 Kortisol

Dag 0 viste ingen signifikant forskjell i kortisolkonsentrasjoner mellom høyfluktasjons- og lavfluktasjonsgruppen ($p = 0,133$) og begge var svært lave. Lavfluktasjonsgruppen hadde høyest kortisolutskillelse etter senking i temperatur de første tre dagene med temperatursenking. De høyeste nivåene i lavfluktasjonsgruppen ble funnet kl 07.00 dag 1, 2 og 3 etter temperatursenkning, men kun dag 2 kl 07.00 er signifikant forskjellig fra 0. Jeg målte også en forhøyning i kortisol kl 19.00 dag 6. De andre målingene var svært lave og gjennomgående ikke signifikant forskjellige fra 0 (figur 12 A). Høyfluktasjonsgruppens kortisolkonsentrasjon varierte gjennom døgnet og viste ikke noe klart mønster i forhold til målinger gjort rett etter endringer opp eller ned i temperatur (kl 07.00 og 19.00) i forhold til rett før (kl 05.00 og 17.00). I høyfluktasjonsgruppen var det ingen differanser i kortisolkonsentrasjon mellom før og etter temperaturendring, signifikant forskjellige fra 0 (figur 12 B). En sammenligning mellom første og siste halvdel av uken viste høyest konsentrasjoner i første del av uken ($p < 0,001$, Wilcoxon rank sum test) i begge testgruppene.



Figur 12) Kortisolkonsentrasjon [c] i høyfluktuasjonsgruppe (A) og lavfluktuasjonsgruppe (B). Differanse mellom konsentrasjonsverdier klokken 05.00 og 07.00 og 17.00 og 19.00 med 95 % konfidensintervall. Konfidensintervall som ikke overlapper med 0 viser kortisolrespons på temperaturendring.

4. Diskusjon

Kondisjoneringen av laksen før temperaturforandringene fungerte i alle kar og laksen responderte på lyssignalene med forventningsadferd ved å svømme opp i fôringsområdet før fôring. Forsøket viste videre at temperaturøkninger øker fryktrespons og reduserer forventningsadferd. Dette så vi i uke 1 og 3 hvor høyfluktasjonsgruppen som fikk fluktuerende temperaturer mellom 14 og 20 °C to ganger i døgnet, hadde lavere tilstedeværelse under fôringsområdet ved lysblink og før fôring ved 20 °C enn de andre gruppene. I uke 2, 4 og 6 hvor fôring foregikk ved 14 °C var det ingen forskjell fra de andre gruppene. En mindre økning fra 14 til 17 °C hadde ingen signifikant effekt på fryktrespons eller forventning (høystabilgruppe). Senkninger fra 14 til 11 °C (lavstabilgruppe) og fluktuering mellom 14 og 8 °C (lavfluktasjonsgruppe) hadde heller ingen negativ effekt på verken fryktrespons ved lysblink eller forventning til forestående måltid. Den negative adferdsresponsen i høyfluktasjonsgruppen vedvarte en periode men ble etter hvert redusert, gjennom fysiologisk akklimatisering og mental habituering. Fôrkonsumet var kun vesentlig redusert ved sterk fryktrespons og ved nedsatt forventning i høyfluktasjonsgruppen når andel av laks i fôringsområdet var under 20 %. Selv om laksen viste økt frykt og ingen forventning spiste den likevel noe. Dekning over 20 % ga ingen reduksjon i fôrkonsum og viser samme konsum som i de tre adferdsmessig ustressede gruppene. Kortisolutskillelse i fluktasjonsgruppene var størst de første tre dagene, den første uken de opplevde temperaturfluktasjonene. Utskillelsen i lavfluktasjonsgruppen var høyere ved skifte til kaldt vann enn ved skifte til varmt vann i høyfluktasjonsgruppen. Dette betyr at kortisolutskillelse ikke samsvarer med adferdsresponser og fôrkonsum.

4.1 Temperaturpåvirkning på adferd

Adferdsobservasjonene viste som forventet at temperaturøkninger forsterket fryktresponsen og reduserte forventningsadferden. Høyfluktasjonsgruppen reagerte på lysblink 1. dag etter en økning i temperatur fra 14 til 20 °C, med å flykte til bunnen og kom i liten grad opp i fôringsområdet. Laksen var dermed tilbake til fryktnivået de hadde før oppnådd kondisjonering, noe som indikerer stressbasert adferd som følge av det nye temperaturregimet. Etter en senkning fra 20 til 14 °C var fryktresponsen derimot lav og

forventningen på normalnivå. Lavfluktasjonsgruppen reagerte ikke negativt på fluktasjoner mellom 14 og 8 °C på noe tidspunkt i forsøksperioden. Det så ut til at mindre økninger eller senkninger ikke hadde påvirkning på fryktrespons eller forventningsadferd.

Det meste av postsmolt fanget i Norskehavet er ved tråling i temperatursjikt mellom 9 og 10 °C (Holm m.fl., 2000). Dette tyder på at det er denne temperaturen utvandret laks foretrekker å være i. Man vet også at laks vertikalmigrerer og går gjennom ulike temperaturgradienter i søk etter optimale forhold med hensyn til byttedyr, oksygen, temperatur og lys (Fernø m.fl. 1995, Johansson m.fl., 2006, Oppedal m.fl., 2007). Dette sannsynliggjør at temperaturstress for laksen ikke er et problem i 8 til 14 °C-intervallet og samsvarer med at forsøkets lavfluktasjonsgruppe var adferdsmessig ustresset.

Forsøket viste at laksens fryktrespons og flukt til bunnen av karet i stressperioder var en reaksjon som var sterkere enn reduksjonen i motivasjonen til å spise. Sannsynligvis vil stress gjøre fisken mer sensitiv for skremmende stimuli og intensivere skvetteresponsen ytterligere (Toates 1998). Etter den initiale fryktresponsen kom laksen likevel opp til fôringsområdet i påvente av mat. Varighet av fryktrespons kan sees som et mål på avveining mellom sult og predatorunngivelse (Brown og Braithwaite 2004) og under naturlige forhold vil fisk gjenoppta beiting igjen så snart faren ansees som over. Metcalfe m.fl. (1987) fant at parr av laks brukte opp til to timer før spising ble gjenopptatt etter møte med predator. Laksen i mitt forsøk er på forhånd kondisjonert til lysblink og har lært at lysblink ikke utgjør noen fare. Ved temperaturøkninger så det derimot ut til at laksen fikk økt sensitivitet for lysblink og reagerte med økt fryktrespons i perioder den var stresset av temperaturskiftet.

Forsøkets fôrdata viste at fôrkonsum ble redusert kun ved svært høy frykt og redusert forventning. Ektotermer påvirkes direkte av temperaturen de oppholder seg i og metabolske prosesser styres av temperatur (Finstad m.fl. 2004). Hos laks kan energien brukt til metabolsk- og oksygenregulering ved høye eller uønskede temperaturer gå på bekostning av motivasjon til å spise. Jensen og Toates (1997) påpeker at det ikke nødvendigvis er temperatur i seg selv som forårsaker stress hos homeoterme dyr, men energien som blir brukt til å opprettholde kroppstemperaturen går på bekostning av evnen til å spise eller drikke og at *dette* skaper stress. Det kan derfor tenkes at laksen ved 20 °C viste redusert fôrkonsum i deler av forsøket på grunn av begrenset metabolsk kapasitet til fordøyelse heller enn av psykologiske årsaker som nedsatt spisemotivasjon grunnet økt fryktrespons.

4.2 Stresseffektens varighet

Temperaturøkninger påvirker altså laksen negativt, men det er også av stor betydning å vite hvor lenge den er stresset. Det er kjent at akklimering hos fisk utvider toleransegrenser for temperaturer, men lite forskning er gjort på stressakkumulering, kronisk temperaturstress, og hvordan fisk restitueres i perioder med fluktuerende temperaturer når temperaturen igjen kommer under stressnivå (Bevelhimer og Bennett 2000).

Laksens forventningsadferd økte og fryktresponsen avtok med 21 % for hver dag gjennom første ukes fluktuering mellom 14 og 20 °C. Det vil si at laksen fortsatt viste fryktrespons ved økning i temperatur til 20 °C dagen etter, men dekningsgraden var høyere enn dagen før. Ved skifte til uker med fôring under 14 °C er den negative effekten på forventningsadferd i uker med 20 °C borte allerede første dag ved gjenoppretting av idealtemperaturen på 14 °C. Dette samsvarer med forventning om en kortvarig kognitiv effekt av ubehagstemperatur. Mønsteret med stor frykt og lite forventning ved temperaturøkning gjentar seg hver uke, men ”alvorlighetsgraden” reduseres gjennom de seks ukene. Resultatene tyder på at laksens forventning eller spisemotivasjon på et tidspunkt overstyrer frykten etter hvert som den venner seg til det nye temperaturregimet. Som forventet ble laksen tilvennet og habituert til det nye fluktuerende temperaturregimet.

Årsaken til den stressbaserte adferden i høyfluktsgruppen kan være effekten av temperaturen i seg selv eller den stadige fluktueringen mellom 14 og 20 °C. Høyere temperaturer senker oksygenmetning i vannet samtidig som oksygenbehovet hos fisk øker (Evans 1990).

Metabolske rater øker med temperaturøkning, da prosessene går raskere i kroppen (Brett 1972, Davis 1975 referert i Johansson 2006) og dette krever oksygen. Ved siden av normalforbrenning som å slå med hjerte og gjellene, brukes noe oksygen til rutineaktiviteter som å svømme og resten av tilgjengelig oksygen kan brukes til fordøyelse av mat og vekst. Dette oksygenoverskuddet (scope) vil ved høyere temperaturer enn optimalt for laksen være mindre på grunn av økt forbrenning. I tillegg vil en stresset fisk øke forbrenningen og ytterligere redusere overskuddet av oksygen. Resultatet er mindre oksygenoverskudd til å takle stress.

I parallelle arbeider med dette forsøket er metabolsk nedreguleringsrate beregnet til 26 % dag⁻¹ og demping av stressrelatert merforbruk av oksygen til 5 % dag⁻¹. Nedreguleringen av metabolisme reduserer oksygenforbruket, og fører til at fiskens disponible metabolske kapasitet (scope) øker (Torgersen, upublisert, appendix I). Det vil si at mens laksens

oksygenforbruk til enzymatiske prosesser nedreguleres raskt, vil oksygen som brukes til å puste, svømme og stresse (akklimatisering) ta lengre tid. Fryktrespons og forventningsadferd hadde i mitt forsøk en dempingsrate (habituering) på 21 % per dag. Dette betyr at forventningsadferden øker og frykten avtar i cirka samme takt som laksen fysiologisk tilpasser seg miljøet og opparbeider seg større metabolsk scope. Nedregulering av stressrelatert oksygenforbruk tar mye lengre tid. Stressrelatert oksygenforbruk, frykt og forventning var derfor tilsynelatende nokså uavhengige prosesser.

4.3 Kortisol

Kortisolresponsene til gruppene som ble utsatt for fluktuerende temperaturer mellom 14 og 20 °C (høyfluktusjon) og mellom 14 og 8 °C (lavfluktusjon) var svært forskjellig fra hverandre. I begge grupper ble det utskilt mer kortisol de tre første dagene enn resten av uken, noe som tyder på en hormonell reaksjon på temperaturfluktusjonene. Det var imidlertid en direkte effekt av skifte til kaldere temperaturer i lavfluktusjonsgruppen og ikke av skifte til varme temperaturer i høyfluktusjonsgruppen slik det ble observert for adferden. I høyfluktusjonsgruppen var det ingen effekt på kortisol av temperaturøkning til 20 ° eller senkning til 14 °C, og det var stor variasjon mellom målingene innen samme temperatur. Fryktrespons og forventningsadferd hos denne gruppen viste derimot en sammenheng mellom økning i temperatur og økning i fryktrespons og redusert forventning. Jeg tolker det slik at en overfølsomhet for ytre påvirkninger annet enn lysblink kan få laksen til å produsere kortisol på ulike tidspunkt på døgnet og i varierende grad. Slike ytre påvirkninger kan være aktivitet i forsøkshallen i sammenheng med rutiner eller forstyrrelser ved innsamling av kortisolprøvene. I lavfluktusjonsgruppen viser adferdsdataene ingen slike tegn på stress. Kortisolkonsentrasjonen indikerer her en stressrespons ved skifte i temperatur ned til 8 °C, men ikke tilbake til 14 °C. I Lavfluktusjonsgruppen var det altså større effekt på kortisolproduksjonen i skifte til kalde temperaturer enn skifte til varme temperaturer. Dette på tross av at fluktueringen var innenfor temperaturpreferansegrensen for postsmolt. Jeg forventet en i korrelasjon og sammenfallende reduksjon i adferdsobservasjoner og kortisolutslipp, men dette ble altså ikke observert. Årsaken til at adferdsmessig ustresset fisk produser kortisol er ikke kjent, men det kan være en ren fysiologisk reaksjon på fluktusjonene og det nye regimet. Det er kjent at temperatur påvirker produksjon av kortisol (Mommsen m.fl 1999, Ellis m.fl. 2004) og det er derfor grunnlag for å undersøke effekten av

spesifikke økninger og senkninger i temperaturer og i ulike temperaturintervall. Ved kontrollerte temperaturforandringer og hyppige vannprøver kan en videre belyse effekten spesifikke temperaturskifter har på kortisolsekresjon.

Habituering og akklimatisering påvirker kortisolproduksjonen slik at stressresponsen avtar når fisk blir utsatt for gjentatte ikke-skadelige stressorer (Pickering og Pottinger 1985, referert i Huntingford m.fl. 2006). Konsentrasjonen kan gå tilbake til normalnivå noen timer etter en kort stresseksposering (Pickering og Pottinger 1989, referert i Huntingford m.fl. 2006). Kortisolkonsentrasjonene i høy- og lavfluktasjonsgruppene viste begge en hormonell respons på et nytt temperaturregime, men konsentrasjonene ble redusert i løpet av 3 dager. En reduksjon i kortisol i dette tidsrommet indikerer en nedregulering, akklimatisering og habituering (Barton 2002) og er i overensstemmelse med forventningen om en nedregulering over tid.

Kortisolkonsentrasjoner målt i vann er en lite invaderende metode å bruke for å måle stress i store grupper av fisk og gir mulighet til å overvåke hormonstatus over tid (Ellis m. fl. 2004, Ellis m.fl. 2007). Men ved svake stressorer som temperaturskifte, i forhold til for eksempel håndtering, er det relativt små mengder kortisol som produseres og det kan dermed være vanskelig å analysere og tolke. Det er viktig å ta prøvene på rett tidspunkt, med det kan være vanskelig å avgjøre når og hvor lenge kortisolproduksjon og utslipp varer. Dette avhenger av faktorer som størrelse på fisken og temperatur på vannet (Ellis m. fl. 2004). Det er funnet at kortisol korrelerer med temperatur (Wendelaar Bonga 1997, Ellis m.fl. 2004), men hvordan selve temperaturintervallene i fluktasjonsgruppen påvirket resultatet er ikke kjent og må undersøkes nærmere.

4.4 Sammenligning av stressmål

Adferdsrespons er et dyrs første forsvarsmekanisme mot miljøforandringer, predatorer og sosiale konflikter og blir utløst av samme stimuli som gir fysiologiske stressrespons (Huntingford m.fl. 2006). Adferd kan være et klinisk symptom i seg selv og gi en tidlig advarsel på helseproblemer (Dawkins 2003). Vanlige stressresponsmål som plasmagluose og kortisol er de første fysiologiske tegn på stresset fisk, men symptomene oppdages ikke før eventuelle prøver er tatt og analysert. Dessuten har fysiologiske tegn på stress en tendens til å forsvinne timer eller dager etter stressoren er fjernet, men psykologiske indikatorer kan fortsatt være påvirket uker etterpå (Schreck 1990). I mitt forsøk var det tydelige

adferdsrespons på temperaturskifte fra 14 til 20 °C, men dette kom ikke frem i kortisoldataene. I tillegg var de tydelige kortisolresponsene ved skifte fra 14 til 8 °C ikke korresponderende med adferdsdataene. Fôrkonsum påviste heller ingen stressreaksjon hos denne gruppen og kortisoldataene er derfor ikke lett å forklare. Redusert appetitt eller fôrinntak er en vanlig konsekvens av stress hos fisk (Schreck 1997, Wendelaar Bonga 1997) og er et tegn på redusert velferd (Huntingford m.fl. 2006). Forsøket viste at vesentlig redusert fôrkonsum kun kan registreres ved sterkt redusert spisemotivasjon. Det betyr at selv veldig umotiverte fisk spiste ~ 200-300 g/dag, og at fôrkonsum som mål på stress alene derfor ikke er tilfredsstillende. Over lang tid kan det tenkes at den kroniske effekten av perioder med redusert fôrkonsum resulterer i vekstreduksjon og dårligere fôrutnyttelse. Parallele arbeider behandler denne problematikken og vil kunne belyse eventuelle effekter på vekst og fôrkonvertering over de seks ukene forsøket varte.

Adferdsobservasjonene viste en kognitivt stresset fisk over lengre tid enn kortisolsekresjonen varte, og de to parametrene korrelerte ikke med hverandre. Adferdsmålinger må derfor sies å være et mer sensitivt mål og som kanskje belyser et annet aspekt av stress som ikke er rene fysiologiske stressreaksjoner. Dette er i overensstemmelse med hva jeg forventet. Ved alvorlige stressorer er generelle stressresponser nyttige som mål på fiskens velferd. Ved mildere og ikke-dødelige stressorer kan effektene oversees og gjerne ikke oppdages før lang tid etter perioder med kronisk stress eller endt stressperiode. Adferdsparametre vil i så måte indikere affektiv tilstand umiddelbart.

Fysiologiske variabler er fortsatt viktige for å registrere stress hos dyr, men det er essensielt å tolke disse parametrene i kontekst av adferd og den motivasjonen dyret har (Jensen og Toates 1997). Viktigheten av dette ble klart demonstrert i mitt forsøk da ingen av de individuelle parametrene alene kunne gi hele bildet på laksens tilstand. Det er imidlertid ikke lett å skille mellom fysiologiske og mentale effekter av stress da de har en tendens til å påvirke hverandre i sterk grad. En fysisk utslitt fisk vil sannsynligvis også være mentalt umotivert til å spise på samme måte som en mentalt stresset fisk ikke vil være motivert til å spise. Dette vil igjen gi fysisk stress på grunn av redusert fôrinntak, særlig over lengre tid. Adferdsobservasjoner er i så måte det første tegn på redusert velferd, men de negative effektene av mistrivsel som vekstreduksjon og sykdom er utløst av rent fysiologiske funksjoner i kroppen. Det er derfor essensielt å finne ut i hvilken grad de to korrelerer for å utvikle et fullstendig og konkret velferds mål.

4.5 Påvirkninger av stress på normaltilstand

Baseline i høyfluktasjonsgruppen hadde samme mønster som både fryktrespons og forventningsadferd, med lav dekning i uker med 20 °C og høyere i uker med 14 °C. En forklaring er at laksen har lært seg å forvente det som skal skje ved fôringen neste dag. Den forventer fôringsprosedyren med lysblink og påfølgende fôring. Fisk har stor evne til læring ved assosiering og kan ha forventninger om forstående hendelser (Fernø m.fl. 1995, Lieberman 2000, Bratland upublisert). Fisk har en indre klokke og laksen i forsøket kan forvente fôringen til det tidspunktet den har fått fôr gjennom kondisjoneringen og i forsøket. Det kan altså være forventningen en måler allerede ved baseline og ikke "normaltilstanden". Når baseline er høy i utgangspunktet og en trekker fra dekning i forventningsperioden slik figur 9 viser, vil differansen bli nærmere 0 jo mer lik dekningsgraden i forventningsperioden er baseline. I figuren viser uke 4 i høyfluktasjonsgruppen og uke 4 og 5 i høystabilgruppen, en lav dekningsgrad i deler av uken. Dette er egentlig høy dekning i baseline i utgangspunktet og det gir liten differanse mellom baseline og forventning. Dette må tas hensyn til i en tolkning av resultatene. Det er likevel viktig å kunne trekke normaltilstanden fra observert frykt eller forventningsrespons for å måle den faktiske responsen (Schreck 1990).

4.6 Stabile versus fluktuerende temperaturer

I forsøket var det store forskjeller i frykt- og forventningsrespons mellom høyfluktuerende og lavfluktfluktuerende gruppe, og de to stabile gruppene (lavstabil og høystabil). Det var tydelig negativ respons på temperaturfluktasjoner mellom 14 ° til 20 °C, mens fluktasjoner mellom 14 ° og 8 °C, samt stabile temperaturer på enten 11.3 eller 17.3 °C ikke ga noe negativt utslag i adferd. Det tyder på at stabile eller kaldere fluktuerende temperaturer innenfor rimelige toleransegrenser er å foretrekke over fluktuerende varme temperaturer som overstiger preferansetemperaturen for postsmolten.

Forutsigbarhet ved stabile temperaturer er generelt en fordel i forhold til et uforutsigbart og varierende miljø i naturen. . Lysblink som signal for fôr kan i utgangspunktet være en måte å gi forutsigbarhet. Under kondisjonering har fisken lært å relatere lysblink til fôr. Det kan derfor tenkes at laksen ikke "stresser" med å lokalisere seg under foringsområdet før lysblinket har startet. Dette gir et forutsigbart miljø og lavere "stresstid". Fluktuering i temperatur kan være stressende, men etter tilvenning kan det ligge en forutsigbarhet i

fluktueringen hvis den er repetert i faste intervaller gjennom døgnet og over flere uker som i mitt forsøk. Et dynamisk miljø kan til og med virke stimulerende. Fisk i dynamiske omgivelser kan vise en større stresstoleranse enn fisk i stabile omgivelser, forutsatt at stimulansen ikke medfører en alt for høy stressrespons (kortisolproduksjon) og at fisken mentalt takler forandringene

4.7 Relevans til velferd

God velferd kan være basert på en mental tilstand der smerte eller frykt kan unngås, at biologiske systemer kan fungere korrekt og at dyr ikke må prestere mer enn de har kapasitet til (Huntingford m.fl. 2006). Alvorlig stress vil resultere i økt kortisolproduksjon, nedsatt vekst og fôrutnyttelse i tillegg til redusert immunforsvar. Effekten av disse faktorene kan gi redusert velferd, dårlig helse og som siste instans død. Milde stressorer over tid oppdages ofte ikke umiddelbart med tradisjonelle stressmål, men kronisk stress kan over lengre tid føre til samme negative effektene. Det er derfor viktig å oppdage tegn på redusert velferd på et så tidlig tidspunkt som mulig. I akvakultur prøver en hele tiden å redusere stress og påfølgende negative effekter for fisk (Conte 2004). Men, fiskeprodusentene er ofte mest kjent med årsaker og konsekvenser av stress- induserte fysiologiske tegn, enn i forandringer i adferd (Conte 2004). Adferdsmålinger er raske, informative, og lite invaderende metoder som kan brukes på store grupper eller enkeltindivider. Sammen med de fysiologiske parametrene vil adferdsmålinger gi en helhetlig vurdering av stress eller velferd både på kort sikt og over lengre tidsperioder.

6. Referanser

- Ashley, P.J., Sneddon, L.U. (2008) Pain and fear in fish. I: Branson, E.J. red. *Fish Welfare*. UK, *Blackwell Publishing*, s. 49-77.
- Barton, B.A. (2002) Stress in fishes: a diversity of responses with particular reference to changes in circulating corticosteroids. *Integ. And Comp. Biol.*, 42, 517-525
- Bevelhimer, M. & Bennett, W. (2000) Assessing cumulative thermal stress in fish during chronic intermittent exposure to high temperatures. *Environmental science & policy*, 3, s. 211-216.
- Beitinger, T. L., McCauley, R.W. (1990) Whole – animal physiological processes for the assessment of stress in fishes. *J. Great Lakes Res.*, 16 (4), s. 542-575
- Brett, J.R. (1952) Temperature Tolerance in Young Pacific Salmon, Genus *Oncorhynchus*. *J. Fish. Res. Bd. Can*, 9, s. 265-323
- Brett, J.R. 1971, Energetic responses of salmon to temperature. A study of some thermal relation in the physiology and freshwater ecology of Sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *Am. Zoologist*, 11, s. 99-113
- Braithwaite, V.A., (2006) Cognitive ability in fish. *Fish physiology*, 24, s. 1-37

Bratland, S., Stien, L.H., Braithwaite V.A, Juell, J-E., Folkedal, O., Nilsson, J., Oppedal, F., Kristiansen, T.S. (2009) From fright to anticipation: using aversive light stimuli to investigate reward conditioning in large groups of atlantic salmon (*Salmo salar* L.)
Upublisert manuskript

Brown, C., Braithwaite, V.A. (2004) Size matters: a test of boldness in eight populations of the poeciliid *Brachyraphis episcopi*, *Animal behaviour*, 68, s. 1325–1329

Chandroo, K.P., Duncan, I.J.H., Moccia, R.D., 2004. Can fish suffer?: perspectives on sentience, pain, fear and stress. *Applied animal behaviour science* 86, s. 225-250.

Conte, F.S., (2004) Stress and welfare of cultured fish. *Applied animal behaviour science* 86, s. 205-223

Dawkins, M.S., (2003) Behaviour as a tool in the assessment of animal welfare. *Zoology* 106, s. 383-387

Elliot, J.M. (1981) Some stress aspects of thermal stress on freshwater teleosts. I: Pickering A., D. Red. *Stress and Fish*, New York, Academic press, s. 209-245

Ellis, T., James, J.D., Stewart, C., Scott, A.P., (2004). A non-invasive stress assay based upon measurement of free cortisol released into the water by rainbow trout. *J fish biol* 65, s. 1233-1252.

Ellis, T., James, J.D., Sundh, H., Fridell, F., Sundell, K., Scott, A.P., (2007). Non-invasive measurement of cortisol and melatonin in tanks stocked with seawater Atlantic salmon. *Aquaculture* 272, s. 698-706.

Evans, D.O. (1990) Metabolic thermal compensation by rainbow trout: effects of standard metabolic rate and potential usable power. *Transaction of the American fisheries society* 119, s. 585-600

Finstad, A. G., Næsje, T. F., Forseth, T. (2004). Seasonal variation in the thermal performance of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Freshwater biology* (49), s. 1459-1467.

Fernö, A., Huse, I., Juell, J-E, Bjordal, Å. (1995) Vertical distribution of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in net pens: trade-off between surface light and food attraction. *Aquaculture*, 132, s. 285-296

Folkedal, O., Stien, L.H., Torgersen, T., Oppedal, F., Olsen, R.E., Fosseidengen, J.E., Kristiansen, T.S. (2009) Food anticipatory behavior as indicator of stress level and recovery in Atlantic salmon post-smolt after exposure to acute temperature fluctuation. Upublisert manuskript

Galhardo, L., Oliveira, R.F. (2009) Psychological stress and welfare in fish. *ARBS Annual review of biomedical sciences*, 11, s. 1-20

Handeland, S.O, Jarvi, T., Stefansson, S.O. (1996) Osmotic stress, antipredator behaviour, and mortality of Atlantic salmon (*Salmo salar*) smolts. *Can. J. Fish. Aquat. Sci*, 53, s. 2673-2680

Holm, M., Holst, J.C., Hansen, L.P. (2000) Spatial and temporal distribution of post-smolts of Atlantic salmon (*salmo salar* L.) in the Norwegian sea and adjacent areas. *ICES Journal of marine science*, 57, s. 955-964

Huntingford, F.A., Adams, C., Braithwaite, V.A., Kadri, S., Pottinger, T.G., Sandoe, P., Turnbull, J.F. (2006). Current issues in fish welfare. *J fish biol* 68, s. 332-372.

Iwama, G.K. (2007) The welfare of fish. *Diseases of aquatic organisms*, 75, s. 155-158

Jensen, P., Toates, F. (1997). Stress as a state of motivational systems. *Appl anim behav sci* 53, s. 145-156.

Johansson, D., Ruohonen, K., Kiessling, A., Oppedal, F., J.E., S., Kelly, M., Juell, J.-E., (2006) Effect of environmental factors on swimming depth preferences of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and temporal and spatial variations in oxygen levels in sea cages at a fjord site. *Aquaculture* 254, s. 594-605.

Kelsch, S.W., Neill, W.H. (1990) Temperature preference versus acclimation in fishes: selection for changing metabolic optima. *Transaction of the American fisheries society* 119, s. 601-610

Lee, C.G., Farrell, A.P., Lotto, A., MacNutt, M.J., Hinch, S.G., Healey, M.C. (2003) The effect of temperature on swimming performance and oxygen consumption in adult sockeye salmon (*Onccorhyncus nerka*) and coho (*O. kisutch*) salmon stocks. *The journal of experimental biology* 206, s. 3239-3251

Lieberman, D. A. (2000). *Learning and cognition*, 3. utg. Belmont, CA: Wadsworth.

Metcalfe, N.B., Huntingford, F.A., Thorpe, J.E. (1987) The influence of predation risk on the feeding and foraging strategy in juvenile Atlantic salmon. *Anim. Behav.*, 35, s. 901-911

Mommsen, P., Vijaijan, M.M., Moon, T.W. (1999) Cortisol in teleosts: dynamics, mechanisms of action, and metabolic regulation. *Reviews in fish biology and fisheries* 9, s. 211-268

Oppedal, F., Juell, J.-E., Johansson, D., (2007). Thermo- and photoregulatory swimming behaviour of caged Atlantic salmon: Implications for photoperiod management and fish welfare. *Aquaculture*, 265, s. 70-81.

Pickering, A.D. (1992) Rainbow trout husbandry: management of the stress response. *Aquaculture*, 100, s. 125-139

Pottinger, T.G. (2008) The stress response in fish – mechanisms, effects and measurement. I: Branson, E.J. red. *Fish Welfare*. UK, *Blackwell Publishing*, s. 32-48.

Quigley, J.T., Hinch, S.G., (2006). Effects of rapid experimental temperature increases on acute physiological stress and behaviour of stream dwelling juvenile chinook salmon. *J Therm biol* 31, s. 429-441.

Rose, J.D., (2002). The neurobehavioral nature of fishes and the question of awareness and pain. *Reviews in Fisheries Science* 10, s. 1-38.

Schreck, C. B., (1981). Stress and compensation in teleostean fishes: response to social and physical factors. I: Pickering A., D. (Ed.), *Stress and Fish*, Academic press, New York, s. 295–321.

Schreck, C. B. (1990) Physiological, behavioral, and performance indicators of stress. *American fisheries society symposium* 8, s. 29-37

Schreck, C. B., Jonsson, L. Feist, G. Reno, P. (1995) Conditioning improves performance of juvenile Chinook salmon, *Onchorhynchus tsawytscha*, to transportation stress. *Aquaculture* 135, s. 99-110

Schreck, C. B., Olla, B.L., Davis M.W. (1997) Behavioral responses to stress. I: Iwama, G.K., Pickering, A.D., Sumpter J.P., Schreck, C.B. red. *Fish stress and health in aquaculture*, Great Britain, Cambridge university press, s. 145-170

Stien, L.H, Bratland, S., Austevoll, I., Oppedal, F., Kristiansen, T.S. (2007) A video analysis procedure for assessing vertical fish distribution in aquaculture tanks. *Aquacultural Engeneering*, 37, s. 115-124 DOI: 10.1016/j.aquaeng.2007.03.002

Spruijt, B.M, Bos van den R., Pijlman, F.T.A. (2001) A concept of welfare based on reward evaluating mechanisms in the brain: anticipatory behaviour as an indicator of reward systems. *Applied Animal Behaviour Science*, 72, s. 145-171

Thomassen, J.M., Fjæra, S.O., 1991. Use of light signaling before feeding of salmon (*Salmo salar*). *Aquacult eng* 10, s. 65-71.

Toates, F., (1998). The interaction of cognitive and stimulus-response processes in the control of behaviour. *Neurosci biobehav r*, 22, s. 59-83.

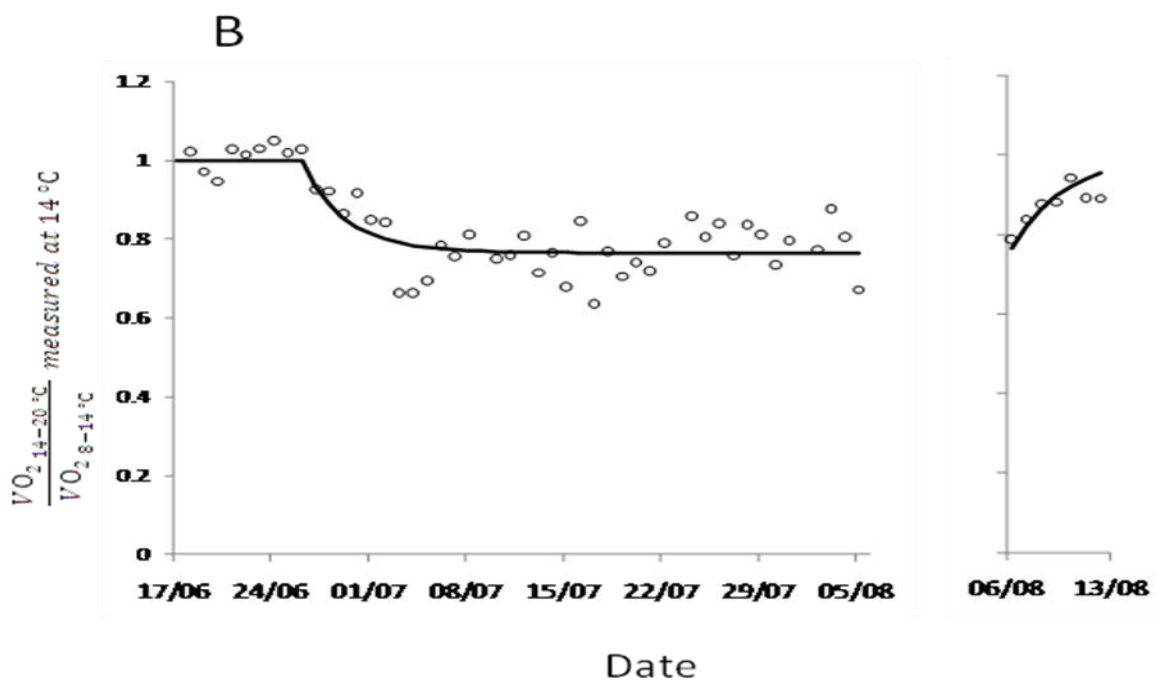
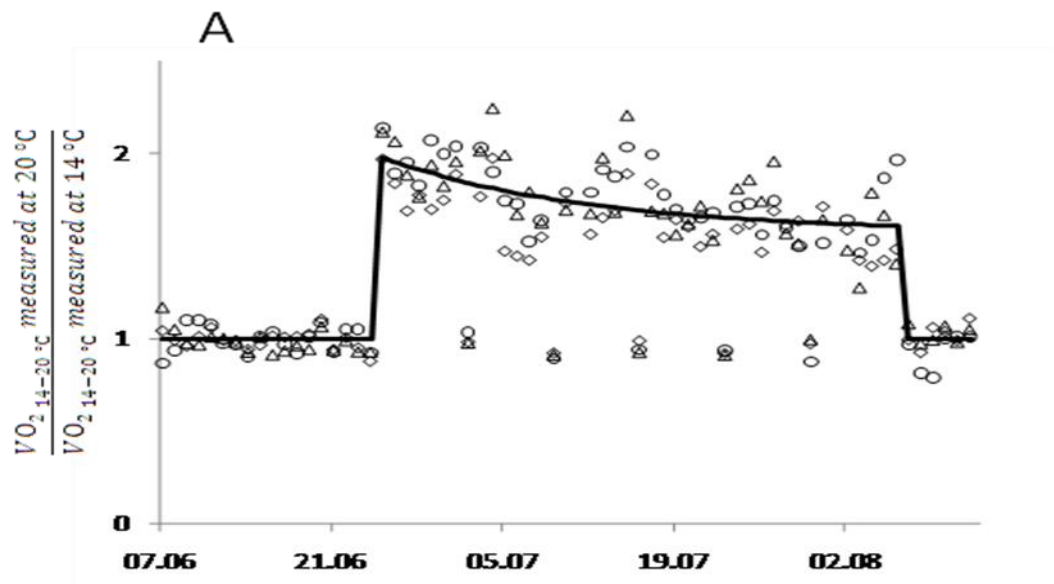
Torgersen, T., Folkedal, O., Stien, L.H., Hansen, T., Neill, W.H., Kristiansen, T.S. (2009) Oxygen consumption responses to temperature changes in Atlantic salmon: Habituation, acclimation and regulation. Upublisert materiale.

Vilhunen, S., Hirvonen, H. (2003) Innate predator responses of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) depend on predator species and their diet. *Behav Ecol Sociobiol*, 55, s. 1-10

Wedemeyer, G.A. McLeay, D.J. (1981) Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors I: Pickering A., D. (Ed.), *Stress and Fish*, Academic press, New York, s. 247-276

Wendelaar Bonga, S. (1997) The stress response in fish. *Physiological Reviews*, 77(3), s. 591-625.

Appendix I



A) Ratio av VO_2 ved 20 °C relativt til 14 °C for høyfluktasjonsgruppen. Verdiene før 25/6 har konstant temperatur og er før start av fluktuerende temperaturregime. Ulike symbol representerer triplikate kar. Linjen viser estimert eksponentiell nedreguleringsrate på 5,3 % dag⁻¹. Torgersen m.fl. (upublisert) tolker dette som et mål på stressdemping. B) Ratio av VO_2 i høyfluktasjonsgruppe relativt til lavfluktasjonsgruppe målt ved 14 °C. Linjen viser estimert eksponentiell nedreguleringsrate på 25,8 % dag⁻¹. Torgersen m.fl. (upublisert) tolker dette som et mål på metabolsk opp- og nedregulering.

Appendix II

ADFERDSANALYSER

Enveis ANOVA i R, dag 0

Fryktrespons

```
      treatment coverage
1  highfluct  3.942000
2  highfluct 14.652529
3  highfluct  3.049381
4   lowfluct  9.898863
5   lowfluct  3.026782
6   lowfluct  7.300710
7  stable11 10.811846
8  stable11  9.516055
9  stable11 14.571314
10 stable17 23.859966
11 stable17 25.291916
12 stable17 20.867775
```

```
> summary(aov(coverage~treatment))
```

```
          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
treatment  3  537.17  179.06  10.898 0.003374 **
Residuals  8  131.44   16.43
```

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
> summary.lm(aov(coverage~treatment))
```

```
Call:
```

```
aov(formula = coverage ~ treatment)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-4.1653	-2.6722	-0.1506	2.1986	7.4379

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	7.2146	2.3403	3.083	0.01505 *
treatmentlowfluct	-0.4725	3.3096	-0.143	0.89000
treatmentstable11	4.4184	3.3096	1.335	0.21861
treatmentstable17	16.1252	3.3096	4.872	0.00124 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.053 on 8 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.8034, Adjusted R-squared: 0.7297

F-statistic: 10.9 on 3 and 8 DF, p-value: 0.003374

Forventningsadferd

	treatment	coverage
1	highfluct	29.32782
2	highfluct	24.06123
3	highfluct	13.30411
4	lowfluct	23.37989
5	lowfluct	33.26618
6	lowfluct	22.65955
7	stable11	24.27907
8	stable11	28.84028
9	stable11	36.92630
10	stable17	27.76302

```
11 stable17 40.90548
12 stable17 38.92072
```

```
> summary(aov(coverage~treatment))
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
treatment	3	300.00	100.00	2.0721	0.1824
Residuals	8	386.09	48.26		

```
> summary.lm(aov(coverage~treatment))
```

Call:

```
aov(formula = coverage ~ treatment)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-8.9269	-4.2658	0.3276	5.4896	7.0968

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	22.231	4.011	5.543	0.000546 ***
treatmentlowfluct	4.204	5.672	0.741	0.479771
treatmentstable11	7.784	5.672	1.372	0.207203
treatmentstable17	13.632	5.672	2.403	0.042955 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 6.947 on 8 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.4373, Adjusted R-squared: 0.2262

F-statistic: 2.072 on 3 and 8 DF, p-value: 0.1824

Enkel t-test dag 0 og dag 1

Fryktrespons

Høyfluktasjonsgruppe

```
      dag0      dag1
1  3.942000  3.649238
2 14.652529  3.493616
3  3.049381  2.662660
> t.test(dag0,dag1)
```

Welch Two Sample t-test

```
data:  dag0 and dag1
t = 1.055, df = 2.027, p-value = 0.4008
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -11.94396  19.83622
sample estimates:
mean of x mean of y
 7.214637  3.268505
```

Lavfluktasjonsgruppe

```
      dag0      dag1
1 9.898863 21.194397
2 3.026782 11.955386
3 7.300710  6.544601
> t.test(dag0,dag1)
```

Welch Two Sample t-test

```
data: dag0 and dag1
t = -1.374, df = 2.837, p-value = 0.2679
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -22.018952  9.040266
sample estimates:
mean of x mean of y
 6.742118 13.231461
```

Lavstabilgruppe

```
      dag0      dag1
1 10.811846 23.005061
2  9.516055 17.760025
3 14.571314  8.192472
> t.test(dag0,dag1)
```

Welch Two Sample t-test

```
data: dag0 and dag1
t = -1.0201, df = 2.482, p-value = 0.3966
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -21.19378  11.82155
sample estimates:
mean of x mean of y
11.63307 16.31919
```

Høystabilgruppe

```
      dag0      dag1
1 23.85997  9.650580
2 25.29192  3.706126
3 20.86777 22.404090
> t.test(dag0,dag1)
```

Welch Two Sample t-test

```
data: dag0 and dag1
t = 2.0149, df = 2.223, p-value = 0.1686
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -10.76821  33.60745
sample estimates:
mean of x mean of y
 23.33989  11.92027
```

Forventningsadferd

Høyfluktasjonsgruppe

```
      dag0      dag1
1 29.32782 0.03422504
2 24.06123 1.92828411
3 13.30411 3.72291749
> t.test(dag0,dag1)
```

Welch Two Sample t-test

data: dag0 and dag1

t = 4.2068, df = 2.204, p-value = 0.04392

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

1.273226 39.398597

sample estimates:

mean of x mean of y

22.231054 1.895142

Lavfluktasjonsgruppe

dag0 dag1

1 23.37989 29.04605

2 33.26618 22.02343

3 22.65955 11.91613

> t.test(dag0,dag1)

Welch Two Sample t-test

data: dag0 and dag1

t = 0.9014, df = 3.548, p-value = 0.4244

alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-12.19435 23.07436

sample estimates:

mean of x mean of y

26.43521 20.99520

Lavstabil

```
      dag0      dag1
1 24.27907 32.68089
2 28.84028 39.46631
3 36.92630 27.72386
> t.test(dag0,dag1)
```

Welch Two Sample t-test

```
data: dag0 and dag1
t = -0.6517, df = 3.973, p-value = 0.5504
alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -17.26655  10.71628
sample estimates:
mean of x mean of y
 30.01522  33.29035
```

Høystabil

```
      dag0      dag1
1 27.76302 18.78535
2 40.90548 43.91254
3 38.92072 25.53859
> t.test(dag0,dag1)
```

Welch Two Sample t-test

```
data: dag0 and dag1
t = 0.7545, df = 3.091, p-value = 0.5039
```


alternative hypothesis: true difference in means is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-20.30952 33.21135

sample estimates:

mean of x mean of y

35.86307 29.41216

Enveis ANOVA og Tukey Honest Significant Differences (HSD)

Fryktrespons uke 1-7

> ukel

	behandling	dekning
1	høyflukt	2.997186
2	høyflukt	2.939729
3	høyflukt	8.626186
4	lavflukt	35.457914
5	lavflukt	25.890400
6	lavflukt	32.741571
7	lavstabil	19.789614
8	lavstabil	16.017700
9	lavstabil	22.776271
10	høystabil	14.458900
11	høystabil	15.211843
12	høystabil	26.995786

```

> summary(ukel)

      behandling      dekning
høyflukt :3      Min.      : 2.94
høystabil:3      1st Qu.:13.00
lavflukt  :3      Median  :17.90
lavstabil:3      Mean     :18.66
                        3rd Qu.:26.17
                        Max.     :35.46

> fit.lm<-lm(dekning~behandling)
> anova(fit.lm)

Analysis of Variance Table

Response: dekning

      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
behandling  3 1058.32  352.77  14.717 0.001276 **
Residuals   8  191.77   23.97
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> summary(fit.lm)

Call:
lm(formula = dekning ~ behandling)

Residuals:

      Min       1Q   Median       3Q      Max
-5.4729 -3.5519 -0.7977  3.3793  8.1069

Coefficients:

                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)          4.854      2.827   1.717 0.124251
behandlinghøystabil  14.034      3.998   3.511 0.007953 **
behandlinglavflukt   26.509      3.998   6.631 0.000164 ***

```

```
behandlinglavstabil 14.673 3.998 3.671 0.006304 **
```

```
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 4.896 on 8 degrees of freedom
```

```
Multiple R-squared: 0.8466, Adjusted R-squared: 0.7891
```

```
F-statistic: 14.72 on 3 and 8 DF, p-value: 0.001276
```

```
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behandling="Tukey"))
```

```
> summary(mc)
```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

```
Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)
```

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
høystabil - høyflukt == 0	14.034	3.998	3.511	0.0325 *
lavflukt - høyflukt == 0	26.509	3.998	6.631	<0.001 ***
lavstabil - høyflukt == 0	14.674	3.998	3.671	0.0260 *
lavflukt - høystabil == 0	12.475	3.998	3.120	0.0564 .
lavstabil - høystabil == 0	0.639	3.998	0.160	0.9984
lavstabil - lavflukt == 0	-11.835	3.998	-2.961	0.0700 .

```
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```

```
> uke2<-read.table('clipboard',header=T)
> attach(uke2)
```

The following object(s) are masked from uke1 :

behandling dekning

```
> uke2
```

```
      behandling  dekning
1     høyflukt  22.83997
2     høyflukt  28.18441
3     høyflukt  15.89440
4     lavflukt  38.32913
5     lavflukt  29.00093
6     lavflukt  19.17641
7     lavstabil 26.47567
8     lavstabil 33.34676
9     lavstabil 31.54973
10    høystabil 17.41107
11    høystabil 26.47223
12    høystabil 22.18393
```

```
> summary(uke2)
```

```
      behandling  dekning
høyflukt :3      Min.    :15.89
høystabil:3      1st Qu.:21.43
lavflukt  :3      Median :26.47
lavstabil:3      Mean    :25.91
              3rd Qu.:29.64
              Max.    :38.33
```

```
> fit.lm<-lm(dekning~behandling)
```

```
> anova(fit.lm)
```

Analysis of Variance Table

Response: dekning

```
          Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
behandling  3 172.01   57.34  1.4075 0.3099
Residuals   8 325.89   40.74
> summary(fit.lm)
```

Call:

```
lm(formula = dekning ~ behandling)
```

Residuals:

```
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-9.6591 -4.1391  0.3496  3.2795  9.4936
```

Coefficients:

```
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      22.3063     3.6849   6.053 0.000305 ***
behandlinghøystabil -0.2839     5.2113  -0.054 0.957897
behandlinglavflukt  6.5292     5.2113   1.253 0.245623
behandlinglavstabil  8.1511     5.2113   1.564 0.156417
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 6.383 on 8 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.3455, Adjusted R-squared: 0.1

F-statistic: 1.408 on 3 and 8 DF, p-value: 0.3099

```
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behandling="Tukey"))
```

```
> summary(mc)
```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
høystabil - høyflukt == 0	-0.2839	5.2113	-0.054	1.000
lavflukt - høyflukt == 0	6.5292	5.2113	1.253	0.614
lavstabil - høyflukt == 0	8.1511	5.2113	1.564	0.448
lavflukt - høystabil == 0	6.8131	5.2113	1.307	0.584
lavstabil - høystabil == 0	8.4350	5.2113	1.619	0.421
lavstabil - lavflukt == 0	1.6219	5.2113	0.311	0.989

(Adjusted p values reported -- single-step method)

```
> uke3<-read.table('clipboard',header=T)
```

```
> attach(uke3)
```

```
> uke3
```

	behandling	dekning
1	høyflukt	10.393714
2	høyflukt	11.504629
3	høyflukt	6.103786
4	lavflukt	35.107857
5	lavflukt	29.268271
6	lavflukt	34.403871
7	lavstabil	35.529357
8	lavstabil	33.395486
9	lavstabil	35.194429
10	høystabil	30.620557

```

11 høystabil 32.238329
12 høystabil 32.158114
> summary(uke3)
      behandling    dekning
høyflukt :3      Min.    : 6.104
høystabil:3      1st Qu.:24.827
lavflukt  :3      Median :32.198
lavstabil:3      Mean    :27.160
              3rd Qu.:34.580
              Max.    :35.529

> fit.lm<-lm(dekning~behandling)

> anova(fit.lm)

Analysis of Variance Table

Response: dekning

      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
behandling  3 1284.99  428.33  83.803 2.198e-06 ***
Residuals   8   40.89    5.11
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> summary(fit.lm)

Call:
lm(formula = dekning ~ behandling)

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-3.658 -1.117  0.527  1.164  2.181

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)          9.334      1.305   7.151 9.70e-05 ***

```

```

behandlinghøystabil  22.338      1.846  12.101  2.01e-06 ***
behandlinglavflukt   23.593      1.846  12.781  1.32e-06 ***
behandlinglavstabil  25.372      1.846  13.745  7.57e-07 ***

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.261 on 8 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9692, Adjusted R-squared: 0.9576

F-statistic: 83.8 on 3 and 8 DF, p-value: 2.198e-06

```
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behandling="Tukey"))
```

```
> summary(mc)
```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
høystabil - høyflukt == 0	22.338	1.846	12.101	<0.001	***
lavflukt - høyflukt == 0	23.593	1.846	12.781	<0.001	***
lavstabil - høyflukt == 0	25.372	1.846	13.745	<0.001	***
lavflukt - høystabil == 0	1.254	1.846	0.680	0.902	
lavstabil - høystabil == 0	3.034	1.846	1.644	0.409	
lavstabil - lavflukt == 0	1.780	1.846	0.964	0.773	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Adjusted p values reported -- single-step method)


```

> uke4

  behandling  dekning
1   høyflukt 57.82029
2   høyflukt 32.18670
3   høyflukt 50.58281
4   lavflukt 29.82511
5   lavflukt 33.18300
6   lavflukt 33.89589
7   lavstabil 33.41953
8   lavstabil 48.44544
9   lavstabil 43.08719
10  høystabil 34.44917
11  høystabil 50.34356
12  høystabil 41.88141
> summary(uke4)

  behandling  dekning
høyflukt :3   Min.   :29.83
høystabil:3   1st Qu.:33.36
lavflukt  :3   Median :38.17
lavstabil:3   Mean    :40.76
           3rd Qu.:48.92
           Max.    :57.82
> fit.lm<-lm(dekning~behandling)
> anova(fit.lm)

Analysis of Variance Table

Response: dekning

  Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)

```

```
behandling 3 335.21 111.74 1.4868 0.2900
```

```
Residuals 8 601.22 75.15
```

```
> summary(fit.lm)
```

```
Call:
```

```
lm(formula = dekning ~ behandling)
```

```
Residuals:
```

Min	1Q	Median	3Q	Max
-14.677	-3.801	1.159	4.488	10.957

```
Coefficients:
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	46.863	5.005	9.363	1.38e-05	***
behandlinghøystabil	-4.639	7.078	-0.655	0.5306	
behandlinglavflukt	-14.562	7.078	-2.057	0.0737	.
behandlinglavstabil	-5.213	7.078	-0.736	0.4825	

```
---
```

```
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
Residual standard error: 8.669 on 8 degrees of freedom
```

```
Multiple R-squared: 0.358, Adjusted R-squared: 0.1172
```

```
F-statistic: 1.487 on 3 and 8 DF, p-value: 0.2900
```

```
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behandling="Tukey"))
```

```
> summary(mc)
```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

```
Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)
```

```
Linear Hypotheses:
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
høystabil - høyflukt == 0	-4.639	7.078	-0.655	0.911
lavflukt - høyflukt == 0	-14.562	7.078	-2.057	0.245
lavstabil - høyflukt == 0	-5.213	7.078	-0.736	0.880
lavflukt - høystabil == 0	-9.923	7.078	-1.402	0.532
lavstabil - høystabil == 0	-0.574	7.078	-0.081	1.000
lavstabil - lavflukt == 0	9.349	7.078	1.321	0.576

```
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```

```
uke5
```

```
  behandling dekning
1  høyflukt 27.35350
2  høyflukt 16.68751
3  høyflukt 23.69454
4  lavflukt 45.92556
5  lavflukt 23.07433
6  lavflukt 40.75680
7  lavstabil 39.08966
8  lavstabil 49.69614
9  lavstabil 52.35639
10 høystabil 34.39939
11 høystabil      NA
12 høystabil 28.19923
```

```
> summary(uke5)
```

```
  behandling    dekning
høyflukt :3    Min.    :16.69
høystabil:3    1st Qu.:25.52
lavflukt  :3    Median :34.40
```

```

lavstabil:3      Mean      :34.66
                3rd Qu.:43.34
                Max.      :52.36
                NA's     : 1.00

> fit.lm<-lm(dekning~behandling)
> anova(fit.lm)

Analysis of Variance Table

Response: dekning

      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
behandling  3  931.94   310.65   4.6897 0.04235 *
Residuals   7  463.69    66.24

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> summary(fit.lm)

Call:
lm(formula = dekning ~ behandling)

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-13.511  -4.496   2.649   4.473   9.340

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)         22.579     4.699   4.805 0.00195 **
behandlinghøystabil     8.721     7.430   1.174 0.27887
behandlinglavflukt    14.007     6.645   2.108 0.07303 .
behandlinglavstabil    24.469     6.645   3.682 0.00784 **

---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```

Residual standard error: 8.139 on 7 degrees of freedom

(1 observation deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.6678, Adjusted R-squared: 0.5254

F-statistic: 4.69 on 3 and 7 DF, p-value: 0.04235

```
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behandling="Tukey"))
```

```
> summary(mc)
```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
høystabil - høyflukt == 0	8.721	7.430	1.174	0.6596
lavflukt - høyflukt == 0	14.007	6.645	2.108	0.2383
lavstabil - høyflukt == 0	24.469	6.645	3.682	0.0312 *
lavflukt - høystabil == 0	5.286	7.430	0.712	0.8892
lavstabil - høystabil == 0	15.748	7.430	2.120	0.2349
lavstabil - lavflukt == 0	10.462	6.645	1.574	0.4477

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Adjusted p values reported -- single-step method)

```

> uke6

  behandling  dekning
1   høyflukt 29.05571
2   høyflukt 26.76526
3   høyflukt 30.21397
4   lavflukt 33.61609
5   lavflukt 37.94671
6   lavflukt 39.62251
7   lavstabil 36.87823
8   lavstabil 37.28384
9   lavstabil 51.89829
10  høystabil 26.34924
11  høystabil      NA
12  høystabil 38.09269
> summary(uke6)

  behandling  dekning
høyflukt :3   Min.   :26.35
høystabil:3   1st Qu.:29.63
lavflukt  :3   Median :36.88
lavstabil:3   Mean    :35.25
              3rd Qu.:38.02
              Max.   :51.90
              NA's   : 1.00
> fit.lm<-lm(dekning~behandling)
> anova(fit.lm)

Analysis of Variance Table

Response: dekning

      Df  Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
behandling  3 295.262  98.421  2.8613 0.1139
Residuals   7 240.777  34.397
> summary(fit.lm)

```

Call:

```
lm(formula = dekning ~ behandling)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-5.8717	-4.0910	0.3774	2.0482	9.8782

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	28.678	3.386	8.469	6.32e-05 ***
behandlinghøystabil	3.543	5.354	0.662	0.5293
behandlinglavflukt	8.383	4.789	1.751	0.1235
behandlinglavstabil	13.342	4.789	2.786	0.0271 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.865 on 7 degrees of freedom

(1 observation deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.5508, Adjusted R-squared: 0.3583

F-statistic: 2.861 on 3 and 7 DF, p-value: 0.1139

```
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behavioring="Tukey"))
```

```
> summary(mc)
```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
høystabil - høyflukt == 0	3.543	5.354	0.662	0.9079
lavflukt - høyflukt == 0	8.383	4.789	1.751	0.3675
lavstabil - høyflukt == 0	13.342	4.789	2.786	0.0987 .
lavflukt - høystabil == 0	4.841	5.354	0.904	0.8029
lavstabil - høystabil == 0	9.799	5.354	1.830	0.3346
lavstabil - lavflukt == 0	4.958	4.789	1.035	0.7351

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Adjusted p values reported -- single-step method)

> uke7

```
      behandling  dekning
1    høyflukt 25.87461
2    høyflukt 21.71521
3    høyflukt 28.40363
4    lavflukt 36.90160
5    lavflukt 38.97441
6    lavflukt 44.48790
7    lavstabil 40.60085
8    lavstabil 40.18423
9    lavstabil 40.05653
10   høystabil 17.04112
11   høystabil      NA
12   høystabil 25.64449
```

> summary(uke7)

```
      behandling  dekning
```



```

høyflukt :3      Min.      :17.04
høystabil:3      1st Qu.:25.76
lavflukt  :3      Median   :36.90
lavstabil:3      Mean     :32.72
              3rd Qu.:40.12
              Max.     :44.49
              NA's    : 1.00

> fit.lm<-lm(dekning~behandling)
> anova(fit.lm)
Analysis of Variance Table

Response: dekning

          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
behandling  3  758.49   252.83  19.506 0.0008886 ***
Residuals   7   90.73    12.96
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> summary(fit.lm)

Call:
lm(formula = dekning ~ behandling)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-4.3017 -2.1833 -0.0963  1.8080  4.3666

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      25.331      2.079   12.187 5.73e-06 ***
behandlinghøystabil -3.988      3.287  -1.214  0.26427
behandlinglavflukt  14.790      2.940   5.031  0.00151 **
behandlinglavstabil  14.949      2.940   5.086  0.00142 **

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 3.6 on 7 degrees of freedom

(1 observation deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.8932, Adjusted R-squared: 0.8474

F-statistic: 19.51 on 3 and 7 DF, p-value: 0.0008886

```
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behandling="Tukey"))
```

```
> summary(mc)
```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
høystabil - høyflukt == 0	-3.9883	3.2865	-1.214	0.63766
lavflukt - høyflukt == 0	14.7902	2.9396	5.031	0.00622 **
lavstabil - høyflukt == 0	14.9494	2.9396	5.086	0.00605 **
lavflukt - høystabil == 0	18.7785	3.2865	5.714	0.00319 **
lavstabil - høystabil == 0	18.9377	3.2865	5.762	0.00299 **
lavstabil - lavflukt == 0	0.1592	2.9396	0.054	0.99994

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Adjusted p values reported -- single-step method)

Forventningsadferd

```
> vekel<-read.table('clipboard',header=T)
> attach(vekel)
> vekel
  behandling  dekning
1   høyflukt  9.459129
2   høyflukt  6.382886
3   høyflukt 18.431271
4   lavflukt 43.662057
5   lavflukt 52.536200
6   lavflukt 34.773400
7   lavstabil 30.113786
8   lavstabil 40.116129
9   lavstabil 47.610886
10  høystabil 32.808900
11  høystabil 45.776643
12  høystabil 44.393786
> summary(vekel)
  behandling  dekning
høyflukt :3   Min.   : 6.383
høystabil:3   1st Qu.:27.193
lavflukt  :3   Median :37.445
lavstabil:3   Mean    :33.839
              3rd Qu.:44.739
              Max.   :52.536
> plot(vekel)
> fit.lm<-lm(dekning~behandling)
> anova(fit.lm)
Analysis of Variance Table

Response: dekning

  Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
```

```

behandling 3 2038.80 679.60 11.057 0.003223 **
Residuals 8 491.68 61.46
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> summary(fit.lm)

Call:
lm(formula = dekning ~ behandling)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-9.1665 -5.8272  0.4203  5.3394  8.8790

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)         11.424     4.526   2.524  0.03558 *
behandlinghøystabil  29.569     6.401   4.619  0.00171 **
behandlinglavflukt  32.233     6.401   5.036  0.00101 **
behandlinglavstabil  27.856     6.401   4.352  0.00244 **
---
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 7.84 on 8 degrees of freedom
Multiple R-squared: 0.8057, Adjusted R-squared: 0.7328
F-statistic: 11.06 on 3 and 8 DF, p-value: 0.003223
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behandling="Tukey"))
> summary(mc)

```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

```
Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)
```

```
Linear Hypotheses:
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
høystabil - høyflukt == 0	29.569	6.401	4.619	0.00732	**
lavflukt - høyflukt == 0	32.233	6.401	5.036	0.00454	**
lavstabil - høyflukt == 0	27.856	6.401	4.352	0.01036	*
lavflukt - høystabil == 0	2.664	6.401	0.416	0.97415	
lavstabil - høystabil == 0	-1.713	6.401	-0.268	0.99276	
lavstabil - lavflukt == 0	-4.377	6.401	-0.684	0.90040	

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```

```
> veke2
```

	behandling	dekning
1	høyflukt	35.80090
2	høyflukt	31.37039
3	høyflukt	33.13264
4	lavflukt	44.57680
5	lavflukt	46.27329
6	lavflukt	36.33054
7	lavstabil	37.77863
8	lavstabil	44.24288
9	lavstabil	49.42707
10	høystabil	37.55810

```
11 høystabil 45.73073
```

```
12 høystabil 37.65964
```

```
> summary(veke2)
```

```
      behandling    dekning
høyflukt :3      Min.    :31.37
høystabil:3      1st Qu.:36.20
lavflukt  :3      Median :37.72
lavstabil:3      Mean    :39.99
                3rd Qu.:44.87
                Max.    :49.43
```

```
> plot(veke2)
```

```
> fit.lm<-lm(dekning~behandling)
```

```
> anova(fit.lm)
```

```
Analysis of Variance Table
```

```
Response: dekning
```

```
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
behandling  3 190.488   63.496   2.8437 0.1055
Residuals   8 178.628   22.329
```

```
> summary(fit.lm)
```

```
Call:
```

```
lm(formula = dekning ~ behandling)
```

```
Residuals:
```

```
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-6.06300 -2.68190  0.06234  2.74463  5.61088
```

```
Coefficients:
```

```
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      33.435      2.728  12.255 1.83e-06 ***
behandlinghøystabil  6.882      3.858   1.784  0.1123
```

```

behandlingslavflukt      8.959      3.858      2.322      0.0488 *
behandlingslavstabil    10.382      3.858      2.691      0.0275 *

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.725 on 8 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.5161, Adjusted R-squared: 0.3346

F-statistic: 2.844 on 3 and 8 DF, p-value: 0.1055

```
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behandling="Tukey"))
```

```
> summary(mc)
```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
høystabil - høyflukt == 0	6.882	3.858	1.784	0.347
lavflukt - høyflukt == 0	8.959	3.858	2.322	0.172
lavstabil - høyflukt == 0	10.382	3.858	2.691	0.103
lavflukt - høystabil == 0	2.077	3.858	0.538	0.947
lavstabil - høystabil == 0	3.500	3.858	0.907	0.802
lavstabil - lavflukt == 0	1.423	3.858	0.369	0.982

(Adjusted p values reported -- single-step method)

```

> veke3

  behandling  dekning
1   høyflukt 25.32610
2   høyflukt 19.22694
3   høyflukt 15.96089
4   lavflukt 38.96769
5   lavflukt 49.11050
6   lavflukt 43.09200
7   lavstabil 43.86411
8   lavstabil 46.66421
9   lavstabil 52.54209
10  høystabil 44.41250
11  høystabil 48.68831
12  høystabil 40.30986
> summary(veke3)

  behandling  dekning
høyflukt :3   Min.   :15.96
høystabil:3   1st Qu.:35.56
lavflukt  :3   Median :43.48
lavstabil:3   Mean    :39.01
              3rd Qu.:47.17
              Max.   :52.54
> plot(veke3)
> fit.lm<-lm(dekning~behandling)
> anova(fit.lm)

Analysis of Variance Table

Response: dekning

      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
behandling  3 1446.81  482.27  22.488 0.0002973 ***
Residuals   8  171.56   21.45
---

```


Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> summary(fit.lm)
```

Call:

```
lm(formula = dekning ~ behandling)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-4.7557	-3.9096	-0.7879	4.3766	5.3871

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	20.171	2.674	7.544	6.64e-05	***
behandlinghøystabil	24.299	3.781	6.426	0.000203	***
behandlinglavflukt	23.552	3.781	6.229	0.000251	***
behandlinglavstabil	27.519	3.781	7.278	8.57e-05	***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.631 on 8 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.894, Adjusted R-squared: 0.8542

F-statistic: 22.49 on 3 and 8 DF, p-value: 0.0002973

```
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behavioring="Tukey"))
```

```
> summary(mc)
```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
høystabil - høyflukt == 0	24.2989	3.7811	6.426	< 0.001	***
lavflukt - høyflukt == 0	23.5521	3.7811	6.229	0.00103	**
lavstabil - høyflukt == 0	27.5188	3.7811	7.278	< 0.001	***
lavflukt - høystabil == 0	-0.7468	3.7811	-0.198	0.99704	
lavstabil - høystabil == 0	3.2199	3.7811	0.852	0.82892	
lavstabil - lavflukt == 0	3.9667	3.7811	1.049	0.72733	

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Adjusted p values reported -- single-step method)

> veke4

```
      behandling  dekning
1    høyflukt 55.92999
2    høyflukt 46.33566
3    høyflukt 42.56159
4    lavflukt 39.40150
5    lavflukt 45.56434
6    lavflukt 40.22430
7    lavstabil 43.07671
8    lavstabil 60.03836
9    lavstabil 55.89450
10   høystabil 40.29170
11   høystabil 62.00973
12   høystabil 44.64567
```

> summary(veke4)

```

      behandling    dekning
høyflukt :3      Min.    :39.40
høystabil:3      1st Qu.:41.99
lavflukt  :3      Median :45.11
lavstabil:3      Mean    :48.00
                        3rd Qu.:55.90
                        Max.    :62.01

> plot(veke4)

> fit.lm<-lm(dekning~behandling)

> anova(fit.lm)

Analysis of Variance Table

Response: dekning

      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
behandling  3 196.16   65.39  0.9726  0.452
Residuals   8 537.83   67.23

> summary(fit.lm)

Call:
lm(formula = dekning ~ behandling)

Residuals:
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-9.926 -4.681 -1.723  4.635 13.027

Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      48.2757     4.7339  10.198 7.33e-06 ***
behandlinghøystabil  0.7066     6.6947   0.106  0.919
behandlinglavflukt -6.5457     6.6947  -0.978  0.357
behandlinglavstabil  4.7274     6.6947   0.706  0.500
---

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 8.199 on 8 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.2672, Adjusted R-squared: -0.007534

F-statistic: 0.9726 on 3 and 8 DF, p-value: 0.452

```
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behandling="Tukey"))
```

```
> summary(mc)
```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
høystabil - høyflukt == 0	0.7066	6.6947	0.106	1.000
lavflukt - høyflukt == 0	-6.5457	6.6947	-0.978	0.766
lavstabil - høyflukt == 0	4.7274	6.6947	0.706	0.892
lavflukt - høystabil == 0	-7.2523	6.6947	-1.083	0.709
lavstabil - høystabil == 0	4.0208	6.6947	0.601	0.929
lavstabil - lavflukt == 0	11.2731	6.6947	1.684	0.390

(Adjusted p values reported -- single-step method)

```

> veke5

  behandling  dekning
1   høyflukt 46.92760
2   høyflukt 28.39936
3   høyflukt 30.64333
4   lavflukt 55.31780
5   lavflukt 45.25901
6   lavflukt 56.37954
7   lavstabil 46.61301
8   lavstabil 59.66029
9   lavstabil 64.43053
10  høystabil 48.51500
11  høystabil      NA
12  høystabil 44.26847

> summary(veke5)

  behandling  dekning
høyflukt :3   Min.   :28.40
høystabil:3   1st Qu.:44.76
lavflukt  :3   Median :46.93
lavstabil:3   Mean    :47.86
              3rd Qu.:55.85
              Max.   :64.43
              NA's   : 1.00

> plot(veke5)

> fit.lm<-lm(dekning~behandling)

> anova(fit.lm)

Analysis of Variance Table

Response: dekning

      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
behandling  3  780.68  260.23  3.9687 0.06061 .
Residuals   7  458.99   65.57

```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> summary(fit.lm)
```

```
Call:
lm(formula = dekning ~ behandling)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-10.288  -5.802   2.123   3.530  11.604
```

```
Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)         35.323     4.675   7.556 0.000131 ***
behandlinghøystabil  11.068     7.392   1.497 0.177974
behandlinglavflukt  16.995     6.612   2.571 0.036980 *
behandlinglavstabil  21.578     6.612   3.264 0.013795 *
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 8.098 on 7 degrees of freedom

(1 observation deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.6297, Adjusted R-squared: 0.4711

F-statistic: 3.969 on 3 and 7 DF, p-value: 0.06061

```
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behavioring="Tukey"))
```

```
> summary(mc)
```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

```
Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)
```

```
Linear Hypotheses:
```

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
høystabil - høyflukt == 0	11.068	7.392	1.497	0.486
lavflukt - høyflukt == 0	16.995	6.612	2.571	0.131
lavstabil - høyflukt == 0	21.578	6.612	3.264	0.053 .
lavflukt - høystabil == 0	5.927	7.392	0.802	0.851
lavstabil - høystabil == 0	10.510	7.392	1.422	0.525
lavstabil - lavflukt == 0	4.582	6.612	0.693	0.896

```
---
```

```
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

```
(Adjusted p values reported -- single-step method)
```

```
> veke6
```

	behandling	dekning
1	høyflukt	50.48576
2	høyflukt	46.88914
3	høyflukt	37.42937
4	lavflukt	38.17907
5	lavflukt	40.51411
6	lavflukt	48.32633
7	lavstabil	49.66710
8	lavstabil	50.20562
9	lavstabil	61.73092
10	høystabil	47.09382
11	høystabil	NA

```
12 høystabil 42.84650
```

```
> summary(veke6)
```

```
      behandling      dekning
høyflukt :3      Min.      :37.43
høystabil:3      1st Qu.:41.68
lavflukt :3      Median :47.09
lavstabil:3      Mean    :46.67
              3rd Qu.:49.94
              Max.     :61.73
              NA's    : 1.00
```

```
> plot(veke6)
```

```
> fit.lm<-lm(dekning~behandling)
```

```
> anova(fit.lm)
```

```
Analysis of Variance Table
```

```
Response: dekning
```

```
      Df Sum Sq Mean Sq F value Pr(>F)
behandling  3 226.491   75.497   2.1194 0.1861
Residuals   7 249.353   35.622
```

```
> summary(fit.lm)
```

```
Call:
```

```
lm(formula = dekning ~ behandling)
```

```
Residuals:
```

```
      Min       1Q   Median       3Q      Max
-7.505 -3.912 -1.826   3.837   7.863
```

```
Coefficients:
```

```
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)      44.9348     3.4459   13.040 3.63e-06 ***
behandlinghøystabil  0.0354     5.4484    0.006  0.995
```



```

behandlinglavflukt  -2.5949    4.8732  -0.532    0.611
behandlinglavstabil  8.9331    4.8732   1.833    0.109

```

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 5.968 on 7 degrees of freedom

(1 observation deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.476, Adjusted R-squared: 0.2514

F-statistic: 2.119 on 3 and 7 DF, p-value: 0.1861

```
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behandling="Tukey"))
```

```
> summary(mc)
```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
høystabil - høyflukt == 0	0.0354	5.4484	0.006	1.000
lavflukt - høyflukt == 0	-2.5949	4.8732	-0.532	0.948
lavstabil - høyflukt == 0	8.9331	4.8732	1.833	0.334
lavflukt - høystabil == 0	-2.6303	5.4484	-0.483	0.960
lavstabil - høystabil == 0	8.8977	5.4484	1.633	0.420
lavstabil - lavflukt == 0	11.5280	4.8732	2.366	0.171

(Adjusted p values reported -- single-step method)

```

> veke7

  behandling  dekning
1   høyflukt 46.82347
2   høyflukt 36.29353
3   høyflukt 46.94110
4   lavflukt 48.44593
5   lavflukt 45.48829
6   lavflukt 47.67867
7   lavstabil 50.04251
8   lavstabil 51.98091
9   lavstabil 50.76929
10  høystabil 30.19463
11  høystabil      NA
12  høystabil 31.73669
> summary(veke7)

  behandling  dekning
høyflukt :3   Min.   :30.19
høystabil:3   1st Qu.:40.89
lavflukt  :3   Median :46.94
lavstabil:3   Mean    :44.22
              3rd Qu.:49.24
              Max.    :51.98
              NA's    : 1.00

> plot(veke7)
> fit.lm<-lm(dekning~behandling)
> anova(fit.lm)

Analysis of Variance Table

Response: dekning

      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
behandling  3  515.44   171.81   14.565 0.002152 **
Residuals   7   82.57    11.80

```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
> summary(fit.lm)
```

```
Call:
lm(formula = dekning ~ behandling)
```

```
Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-7.0592 -0.8297  0.4744  1.1458  3.5884
```

```
Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)         43.353     1.983   21.863 1.06e-07 ***
behandlinghøystabil -12.387     3.135   -3.951 0.00553 **
behandlinglavflukt    3.852     2.804    1.373 0.21198
behandlinglavstabil  7.578     2.804    2.702 0.03053 *
```

```
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1
```

Residual standard error: 3.435 on 7 degrees of freedom

(1 observation deleted due to missingness)

Multiple R-squared: 0.8619, Adjusted R-squared: 0.8027

F-statistic: 14.57 on 3 and 7 DF, p-value: 0.002152

```
> mc<-glht(fit.lm,linfct=mcp(behavioring="Tukey"))
```

```
> summary(mc)
```

Simultaneous Tests for General Linear Hypotheses

Multiple Comparisons of Means: Tukey Contrasts

```
Fit: lm(formula = dekning ~ behandling)
```

Linear Hypotheses:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
høystabil - høyflukt == 0	-12.387	3.135	-3.951	0.02221 *
lavflukt - høyflukt == 0	3.852	2.804	1.373	0.55041
lavstabil - høyflukt == 0	7.578	2.804	2.702	0.11055
lavflukt - høystabil == 0	16.239	3.135	5.179	0.00528 **
lavstabil - høystabil == 0	19.965	3.135	6.368	0.00161 **
lavstabil - lavflukt == 0	3.727	2.804	1.329	0.57438

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

(Adjusted p values reported -- single-step method)

Ikke lineær regresjonsanalyse (NLS) i R

Beregning av endringsrate av fryktrespons og forventningsadferd

Fryktrespons nedre lag

```
> rate.df<- read.table('clipboard',header=T)
> attach(rate.df)
> modelrate<-nls(coverage~15.7-a*exp(b*(day-1)),start=list(a=10,b=0.2))
> summary(modelrate)
```

Formula: coverage ~ 15.7 - a * exp(b * (day - 1))

Parameters:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
a	12.3527	2.7453	4.500	0.0064	**
b	-0.2390	0.1068	-2.239	0.0753	.

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 3.282 on 5 degrees of freedom

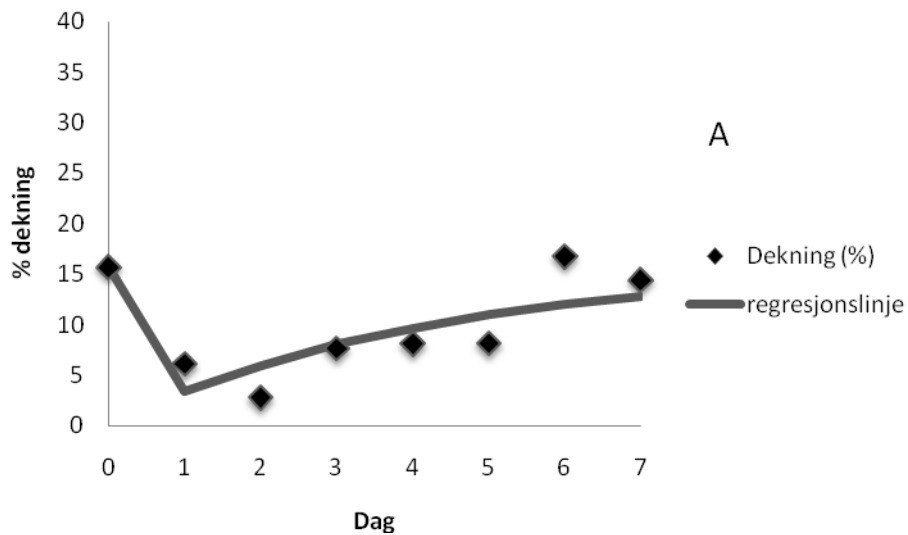
Number of iterations to convergence: 10

Achieved convergence tolerance: 8.58e-06

> confint(modelrate)

Waiting for profiling to be done...

	2.5%	97.5%
a	6.0382838	19.34182067
b	-0.5749617	-0.02121136



Midtre lag

```
> modelrate<-nls(coverage~5.8-a*exp(b*(day-1)),start=list(a=4,b=0.2))
Error in nls(coverage ~ 5.8 - a * exp(b * (day - 1)), start = list(a = 4, :
  number of iterations exceeded maximum of 50
> summary(modelrate)

Formula: coverage ~ 0.1 - a * exp(b * (day - 1))

Parameters:
  Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
a -4.24600    1.25052  -3.395  0.0193 *
b  0.22011    0.06126   3.593  0.0157 *
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.575 on 5 degrees of freedom
```

Number of iterations to convergence: 4

Achieved convergence tolerance: 3.154e-06

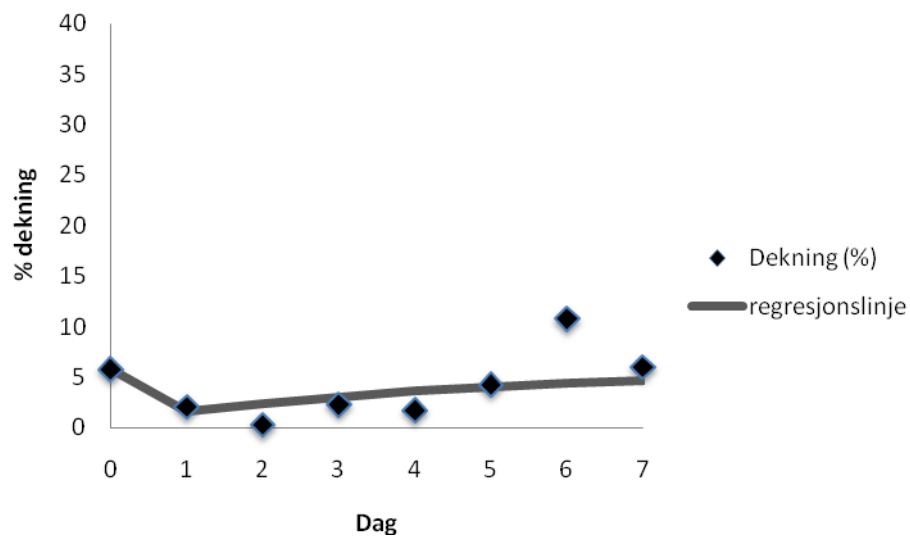
```
> confint(modelrate)
```

Waiting for profiling to be done...

2.5% 97.5%

a -7.87049328 -1.5943912

b 0.07701673 0.4067231elrate



Øvre lag

```
> modelrate<-nls(coverage~0.1-a*exp(b*(day-1)),start=list(a=-1.5,b=-0.2))
```

```
> summary(modelrate)
```

Formula: coverage ~ 0.1 - a * exp(b * (day - 1))

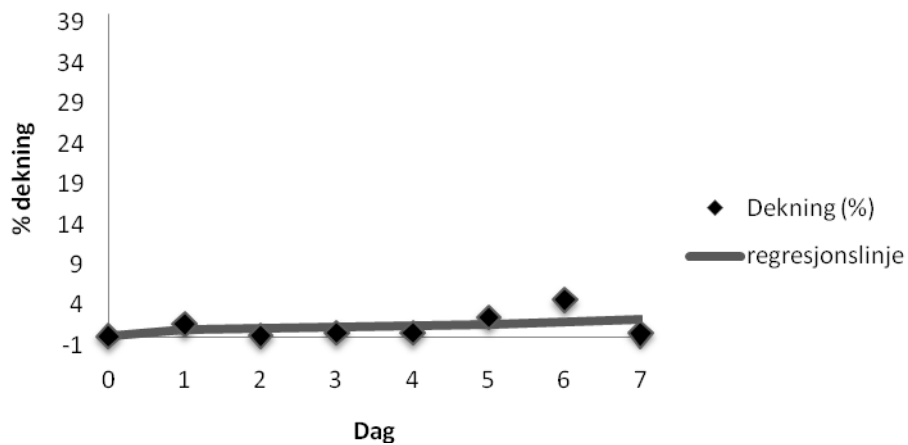
Parameters:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
a	-0.8093	0.8778	-0.922	0.399
b	0.1661	0.2372	0.700	0.515

Residual standard error: 1.635 on 5 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 11

Achieved convergence tolerance: 4.134e-06



Sum av alle tre lag

```
> modelrate<- read.table('clipboard',header=T)
> attach(modelrate)
> modelrate<-nls(coverage~7.21-a*exp(b*(day-1)),start=list(a=4,b=0.2))
> summary(modelrate)
```


Formula: coverage ~ 7.21 - a * exp(b * (day - 1))

Parameters:

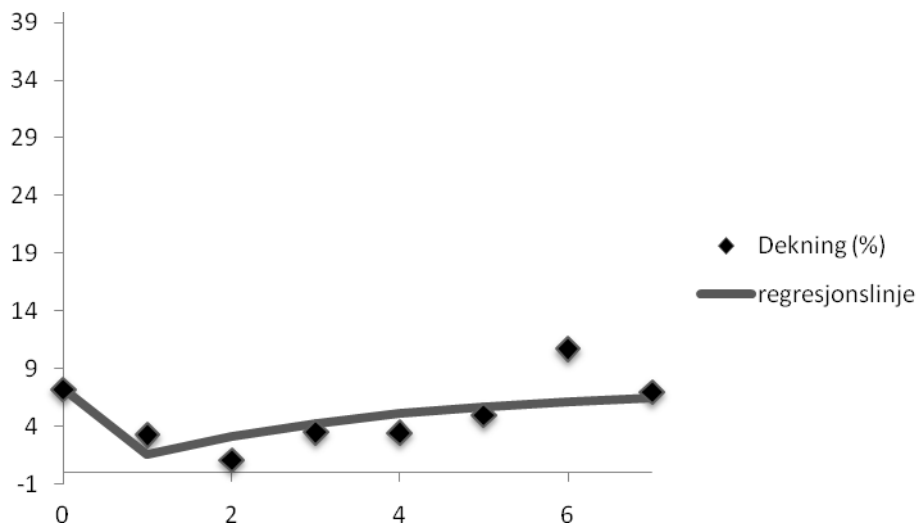
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
a	5.6616	2.2365	2.531	0.0524 .
b	-0.3292	0.2390	-1.378	0.2268

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.547 on 5 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 25

Achieved convergence tolerance: 7.596e-06



Forventningsadferd

Øvre lag

```
> modelrate<-nls(coverage~4.8-a*exp(b*(day-1)),start=list(a=5,b=0.2))  
> summary(modelrate)
```

Formula: coverage ~ 4.8 - a * exp(b * (day - 1))

Parameters:

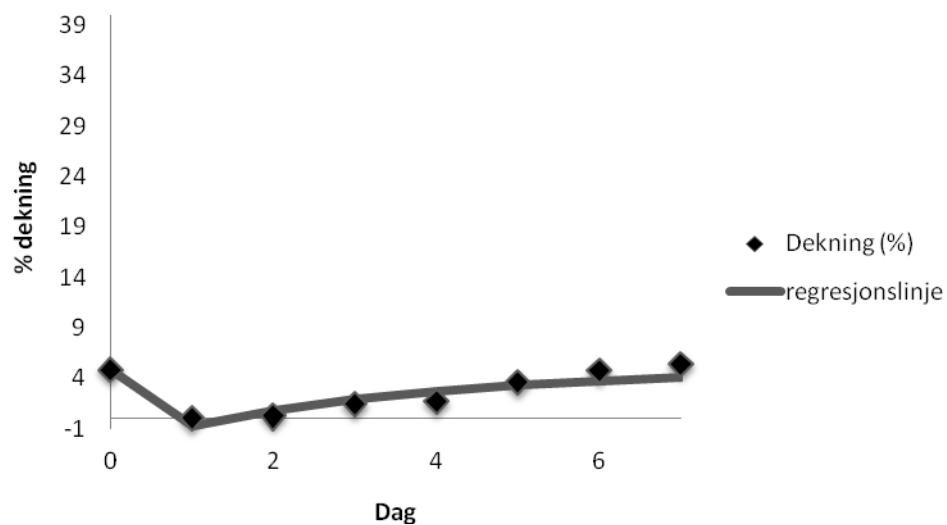
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
a	5.50516	0.88310	6.234	0.00155 **
b	-0.32935	0.09707	-3.393	0.01940 *

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 1.006 on 5 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 11

Achieved convergence tolerance: 4.301e-06



Midtre lag

```
> modelrate<-nls(coverage~24.1-a*exp(b*(day-1)),start=list(a=24,b=0.2))  
> summary(modelrate)
```

Formula: coverage ~ 24.1 - a * exp(b * (day - 1))

Parameters:

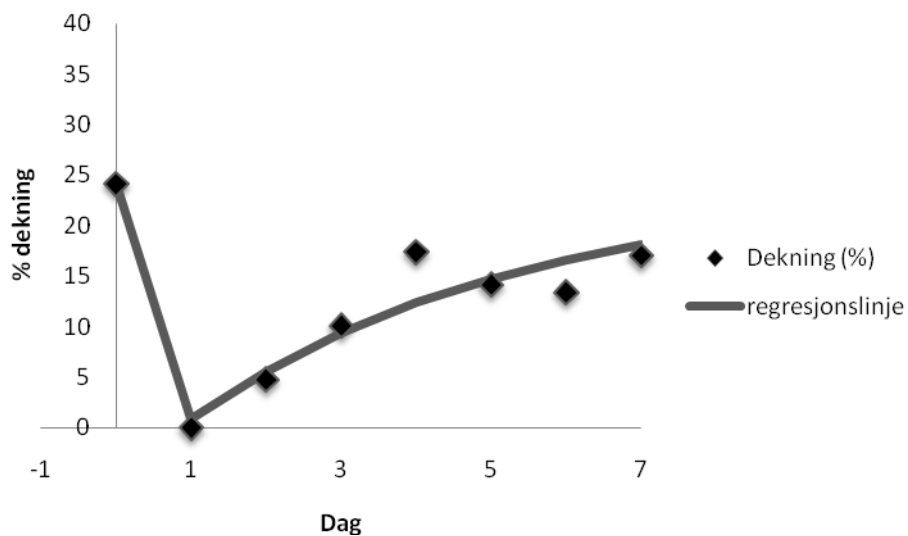
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
a	23.29282	2.32632	10.013	0.00017	***
b	-0.22805	0.04665	-4.888	0.00452	**

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 2.8 on 5 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 8

Achieved convergence tolerance: 5.628e-06



Nedre lag

```
> modelrate<-nls(coverage~37.7-a*exp(b*(day-1)),start=list(a=32,b=0.2))  
> summary(modelrate)
```

Formula: coverage ~ 37.7 - a * exp(b * (day - 1))

Parameters:

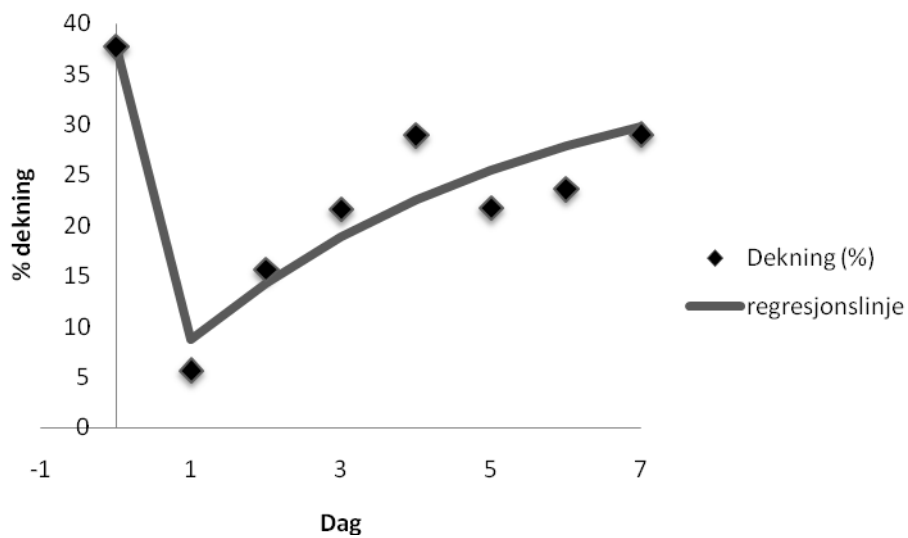
	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
a	29.01863	3.53329	8.213	0.000436	***
b	-0.21607	0.05516	-3.917	0.011216	*

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 4.286 on 5 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 9

Achieved convergence tolerance: 3.211e-06



Sum av alle tre lag

```
day    coverage          dag 0: 22.23
1      1.8951
2      6.892
3     11.0245
4     15.9816
5     13.1464
6     13.9061
7     17.1254
```

```
> rate.df<- read.table('clipboard',header=T)
> attach(rate.df)
> modelrate<-nls(coverage~22.23-a*exp(b*(day-1)),start=list(a=20,b=0.2))
> summary(modelrate)
```

Formula: coverage ~ 22.23 - a * exp(b * (day - 1))

Parameters:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
a	18.96435	2.34156	8.099	0.000465	***
b	-0.13418	0.04566	-2.939	0.032297	*

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 3.015 on 5 degrees of freedom

Number of iterations to convergence: 7

Achieved convergence tolerance: 1.812e-06

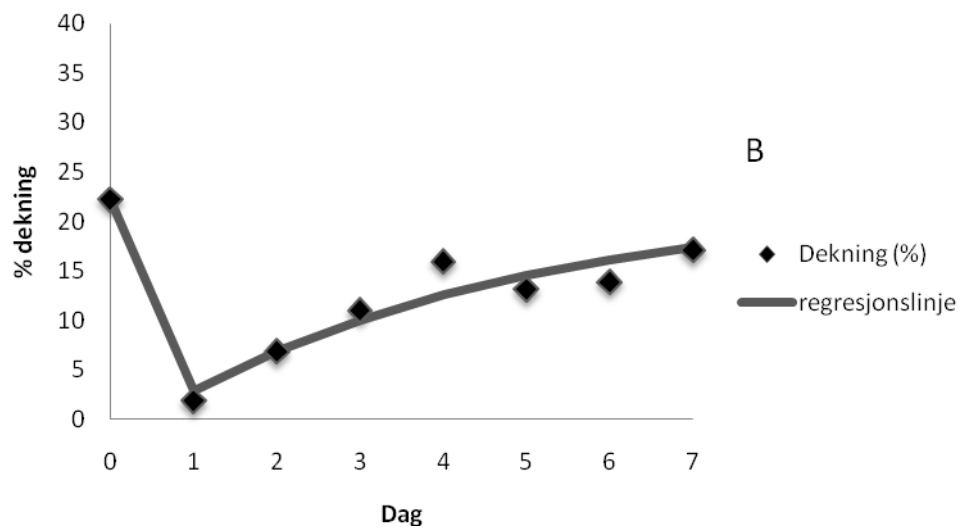
```
> confint(modelrate)
```

Waiting for profiling to be done...

```
2.5%      97.5%
```

a 13.3168367 25.00697760

b -0.2566818 -0.02684454



Rådata for forventning - baseline

Day	Høyflukt baseline	Lavflukt baseline	Lavstabil baseline	Høystabil baseline	Høyflukt forventning	Lavflukt forventning	Lavstabil forventning	Høystabil forventning	Diff 1	Diff 2	Diff 3	Diff 4
0	19.57	20.27	21.99	19.85	22.23	26.44	30.02	35.86	2.66	6.17	8.03	16.01
1	15.2234	16.6716	18.5151	15.7677	1.8951	20.9952	33.2904	29.4122	-13.3283	4.3236	14.7753	13.6445
2	14.5722	24.3593	22.2276	22.2208	6.892	43.9922	38.345	41.4477	-7.6802	19.6329	16.1174	19.2269
3	13.229	32.8567	22.0205	21.1123	11.0245	46.4224	36.1898	46.476	-2.2045	13.5657	14.1693	25.3637
4	13.229	34.417	23.4069	22.3788	15.9816	47.5816	37.4099	46.9408	2.7526	13.1646	14.003	24.562
5	20.3686	36.3709	27.3692	23.8789	13.1464	49.4323	40.2072	33.2912	-7.2222	13.0614	12.838	9.4123
6	19.4624	31.4782	30.1415	28.5089	13.9061	51.2442	45.6054	39.7297	-5.5563	19.766	15.4639	11.2208
7	17.2998	32.9107	29.0234	29.3538	17.1254	45.9327	43.9142	49.6543	-0.1744	13.022	14.8908	20.3005
8	21.9801	27.731	30.624	26.1076	25.1373	47.7481	47.9953	43.1902	3.1572	20.0171	17.3713	17.0826
9	22.1394	26.6102		20.6395	28.9869	33.4789		35.8645	6.8475	6.8687		15.225
10	25.148	32.2206	26.654	28.9095	31.9499	38.7568	43.2608	45.6041	6.8019	6.5362	16.6068	16.6946
11	23.0182	35.2932	33.7345	25.3615	33.7054	43.9337	48.5351	38.6404	10.6872	8.6405	14.8006	13.2789
12	29.2092	30.2312	27.7656	27.957	37.9209	42.6326	42.1433	39.6061	8.7117	12.4014	14.3777	11.6491
13	34.5341	31.4326	34.9275	31.4925	37.9742	44.4411	39.75	39.657	3.4401	13.0085	4.8225	8.1645
14	31.7357	32.8842	30.9124	25.4569	38.3678	45.7635	39.7319	39.6507	6.6321	12.8793	8.8195	14.1938
15	18.9056	34.3616	34.4565	35.5238	18.9516	26.473	40.5738	45.8178	0.046	-7.8886	6.1173	10.294
16	15.6936	36.7567559	28.814	39.7883	11.9508	46.6974348	37.6121	42.8906	-3.7428		8.7981	3.1023
17	18.289	31.5077	37.4817	35.8819	11.6125	47.7194	54.9798	46.1538	-6.6765	16.2117	17.4981	10.2719
18	21.6432	37.3988	34.7234	39.3182	24.0477	40.652	51.2266	47.0922	2.4045	3.2532	16.5032	7.774
19	21.4375	29.932	39.2141	38.1664	24.0781	45.8488	52.1523	48.6095	2.6406	15.9168	12.9382	10.4431
20	22.4128	34.1452	34.6144	37.1489	27.0008	48.4651	52.117	49.7277	4.588	14.3199	17.5026	12.5788
21	21.444	40.7691	30.1813	28.947	23.5577	49.4035	45.1693	30.9999	2.1137	8.6344	14.988	2.0529
22	44.0984	36.7767	35.221	42.2698	40.283	50.852	50.0725	45.112	-3.8154	14.0753	14.8515	2.8422
23	49.3716	40.7891	36.0319	41.42	42.1829	39.8354	49.6984	53.3252	-7.1887	-0.9537	13.6665	11.9052
24	44.4739	38.449	41.9069	48.5657	38.5237	35.144	53.8794	44.721	-5.9502	-3.305	11.9725	-3.8447
25	48.4023	35.3869	43.4189	46.7487	51.3641	46.6413	57.59	45.8143	2.9618	11.2544	14.1711	-0.9344
26	54.9698	39.3332	34.6427	50.6405	54.9581	47.1179	51.1501	49.642	-0.0117	7.7847	16.5074	-0.9985
27	53.1256	34.1117	41.7342	60.4739	52.2601	42.935	62.4172	54.1392	-0.8655	8.8233	20.683	-6.3347
28	57.9711	28.7981	29.0086	47.3641	58.3583	29.5847	46.2147	53.2396	0.3872	0.7866	17.2061	5.8755
29	38.526	40.1205	36.008	30.2089	31.5235	55.0231	62.7733	39.5606	-7.0025	14.9026	26.7653	9.3517
30	34.9789	47.3006	60.0962	45.2338	21.8861	62.4855	59.7864	36.6607	-13.0928	15.1849	-0.3098	-8.5731
31	24.851	39.4838	42.5076	47.5965	39.3508	54.8787	55.3121	54.6613	14.4998	15.3949	12.8045	7.0648
32	39.0243	39.1352	52.4406	54.8951	47.6357	51.5773	65.4122	54.7218	8.6114	12.4421	12.9716	-0.1733
33	30.0827	37.7163	40.3804	52.623	26.4436	49.0066	52.481	46.8407	-3.6391	11.2903	12.1006	-5.7823
34	28.616	37.9073	40.8871	41.3591	37.9855	52.0641	44.1337	52.877	9.3695	14.1568	3.2466	11.5179
35	28.6676	34.1796	41.739	36.529	42.439	41.1961	58.4104	39.42	13.7714	7.0165	16.6714	2.891
36	42.5431	20.5059	54.6966	41.7953	46.5832	36.4836	57.5551	56.6595	4.0401	15.9777	2.8585	14.8642
37	46.981	25.6344	42.6331	34.7105	35.7142	30.8761	53.9024	38.1359	-11.2668	5.2417	11.2693	3.4254
38	26.8882	47.0858	41.2152	33.5487	24.3578	51.1548	48.4431	39.4978	-2.5304	4.069	7.2279	5.9491
39	36.9239	33.1746	43.6146	42.4058	48.8185	41.8722	57.1705	45.4503	11.8946	8.6976	13.5559	3.0445
40	53.2107	35.9941	40.9953	32.6577	54.5958	51.7565	53.5467	49.4219	1.3851	15.7624	12.5514	16.7642
41	45.4374	32.3109		28.0748	54.0906	39.5875		46.2918	8.6532	7.2766		18.217
42	43.7997	41.7701	44.5413	25.0494	50.3832	48.9734	54.0012	35.5359	6.5835	7.2033	9.4599	10.4865
43	42.3424	36.3295	30.8583	26.4198	53.07	41.3134	45.1578	30.0485	10.7276	4.9839	14.2995	3.6287
44	34.1661	42.149	29.1079	31.6299	42.4463	47.9523	51.0917	22.2695	8.2802	5.8033	21.9838	-9.3604
45	45.813	32.8615	35.2802	31.7893	48.04	43.3423	48.0243	27.6852	2.227	10.4808	12.7441	-4.1041
46	38.0554	27.3201	21.9341	44.4642	40.2268	40.7686	40.7362	43.057	2.1714	13.4485	18.8021	-1.4072
47	36.7246	35.7589	31.3316	28.1313	40.2791	42.7732	48.1865	31.8743	3.5545	7.0143	16.8549	3.743
48	44.2985	43.8771	41.1024	30.5275	39.4783	56.6243	59.6381	26.3028	-4.8202	12.7472	18.5357	-4.2247
49	50.14	46.5497	56.669	38.7075	39.9283	57.6559	63.6817	35.5221	-10.2117	11.1062	7.0127	-3.1854

Fôrkonsum og forventningsadferd

Lineær regresjon i R

Dekningsgrad under 20 %

```
      dekning      mat
1    1.8951 169.6000
2    6.8920 213.3333
3   11.0245 246.8000
4   11.6125 329.8667
5   11.9508 315.7333
6   13.1464 311.6000
7   13.9061 319.2000
8   15.9816 279.2000
9   17.1254 294.9333
10  18.9516 358.6667

> plot(rosa)

> plot(komsun,ylim=c(0,350))

> lm(mat~dekning)

Call:
lm(formula = mat ~ dekning)

Coefficients:
(Intercept)      dekning
    164.245         9.768

> abline(lm(mat~dekning))

> fitted<-predict(lm(mat~dekning))

> fitted
      1      2      3      4      5      6      7      8
182.7572 231.5685 271.9360 277.6797 280.9843 292.6633 300.0843 320.3584
      9     10
331.5314 349.3703

> lines(c(0,0),c(164.245,182.7572))
```



```
> for(i in 1:10) lines(c(dekning[i],dekning[i]),c(mat[i],fitted[i]))
```

```
> model<-lm(mat~dekning)
```

```
> summary(model)
```

Call:

```
lm(formula = mat ~ dekning)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-41.158	-23.411	-1.930	19.071	52.187

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)	
(Intercept)	164.245	29.279	5.610	0.000505	***
dekning	9.768	2.230	4.381	0.002346	**

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 33.38 on 8 degrees of freedom

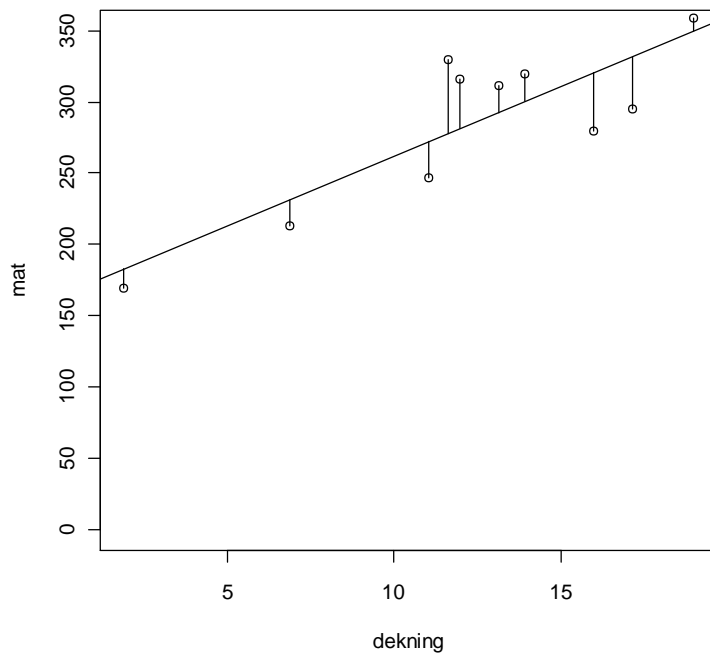
Multiple R-squared: 0.7058, Adjusted R-squared: 0.669

F-statistic: 19.19 on 1 and 8 DF, p-value: 0.002346

```
> summary.aov(model)
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
dekning	1	21381.8	21381.8	19.193	0.002346 **
Residuals	8	8912.3	1114.0		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



Dekningsgrad over 20 %

	dekning	mat
1	21.88610	400.5333
2	23.55770	348.8000
3	24.04770	342.6667
4	24.07810	357.8667
5	24.35780	534.4000
6	25.13730	332.8000
7	26.44360	473.8667
8	27.00080	334.6667
9	28.98690	326.6667
10	31.52350	483.7333
11	31.94990	305.3333
12	33.70540	309.6000

13 35.71420 552.2667
14 37.92090 323.4667
15 37.97420 273.3333
16 37.98550 454.9333
17 38.36780 292.8000
18 38.52370 381.8667
19 39.35080 457.8667
20 40.22680 539.7333
21 40.28300 361.3333
22 42.18290 361.0667
23 42.43900 465.6000
24 42.44630 568.0000
25 46.58320 569.3333
26 47.63570 466.1333
27 48.04000 536.5333
28 48.81850 550.4000
29 50.38320 556.2667
30 51.36410 377.0667
31 52.26010 390.9333
32 53.07000 550.6667
33 54.09060 548.0000
34 54.59580 553.3333
35 54.95810 376.2667
36 58.35830 469.0667
37 20.99520 183.2000
38 26.47300 311.2000
39 29.58470 469.0667
40 30.87610 478.4000
41 33.47890 219.4667
42 35.14400 349.6000
43 36.48360 577.0667
76 51.24420 250.9333

77 51.57730 524.0000
78 51.75650 521.6000
79 52.06410 499.4667
80 54.87870 534.9333
81 55.02310 453.8667
82 62.48550 581.8667
83 33.29040 224.8000
84 36.18980 208.0000
85 37.40990 234.6667
86 37.61210 287.7333
87 38.34500 221.6000
88 39.73190 263.2000
89 39.75000 266.1333
90 40.20720 233.0667
91 40.57380 287.4667
92 40.73620 612.5333
93 42.14330 247.4667
94 43.26080 244.5333
95 43.91420 216.2667
96 44.13370 467.6000
97 45.15780 589.6000
98 45.16930 308.2667
99 45.60540 242.1333
100 46.21470 472.8000
101 47.99530 220.5333
102 48.02430 624.5333
103 48.44310 536.0000
104 48.53510 246.4000
105 49.69840 322.9333
106 50.07250 313.8667
107 51.09170 644.2667
108 51.15010 376.2667

109 51.22660 300.5333
110 52.11700 311.7333
111 52.15230 304.8000
112 52.48100 471.7333
113 53.54670 542.1333
114 53.87940 349.2000
115 53.90240 499.4667
116 54.00120 592.2667
117 54.97980 281.6000
118 55.31210 451.4667
119 57.17050 549.3333
120 57.55510 558.6667
121 57.59000 362.9333
122 58.41040 470.6667
123 59.78640 457.3333
124 62.41720 382.4000
125 62.77330 437.6000
126 65.41220 471.7333
127 22.26950 515.4667
128 27.68520 472.8000
129 29.41220 244.2667
130 30.04850 522.1333
131 30.99990 338.4000
132 33.29120 326.1333
133 35.53590 528.0000
134 35.86450 322.6667
135 36.66070 440.0000
136 38.13590 470.4000
137 38.64040 323.7333
138 39.42000 467.7333
139 39.49780 496.8000
140 39.56060 455.7333

141 39.60610 316.0000
142 39.65070 307.2000
143 39.65700 323.2000
144 39.72970 336.5333
145 41.44770 272.0000
146 42.89060 347.7333
147 43.05700 473.0667
148 43.19020 322.1333
149 44.72100 384.2667
150 45.11200 334.9333
151 45.45030 533.8667
152 45.60410 320.0000
153 45.81430 381.0667
154 45.81780 326.1333
155 46.15380 304.5333
156 46.29180 546.4000
157 46.47600 303.4667
158 46.84070 455.7333
159 46.94080 334.6667
160 47.09220 325.6000
161 48.60950 325.6000
162 49.42190 516.0000
163 49.64200 392.5333
164 49.65430 306.4000
165 49.72770 327.4667
166 52.87700 441.6000
167 53.23960 480.8000
168 53.32520 350.1333
169 54.13920 391.4667
170 54.66130 462.1333
171 54.72180 447.4667
172 56.65950 525.8667

```
> plot(chip)
> plot(sun, ylim=c(0, 650))
> lm(mat~dekning)
```

Call:

```
lm(formula = mat ~ dekning)
```

Coefficients:

(Intercept)	dekning
271.280	2.859

```
> abline(lm(mat~dekning))
```

```
> fitted<-predict(lm(mat~dekning))
```

```
> fitted
```

1	2	3	4	5	6	7	8
333.8605	338.6403	340.0414	340.1283	340.9280	343.1569	346.8921	348.4854
9	10	11	12	13	14	15	16
354.1644	361.4175	362.6367	367.6563	373.4002	379.7100	379.8624	379.8947
17	18	19	20	21	22	23	24
380.9879	381.4336	383.7986	386.3034	386.4641	391.8966	392.6289	392.6498
25	26	27	28	29	30	31	32
404.4787	407.4882	408.6443	410.8703	415.3444	418.1491	420.7111	423.0269
33	34	35	36	37	38	39	40
425.9452	427.3897	428.4257	438.1481	331.3131	346.9762	355.8737	359.5663
41	42	43	44	45	46	47	48
367.0087	371.7698	375.6002	382.1001	384.4754	385.1843	387.5192	387.8526
49	50	51	52	53	54	55	56
389.0750	389.4104	391.0082	393.1825	394.0472	395.2118	396.9028	397.0701
57	58	59	60	61	62	63	64
398.3537	402.1349	402.3788	402.6187	404.0190	404.6449	404.8054	406.0076
65	66	67	68	69	70	71	72
407.3335	407.7276	407.8096	408.3935	409.8598	411.3132	411.4081	412.5430

```

      73      74      75      76      77      78      79      80
412.6254 416.6848 417.5506 417.8063 418.7587 419.2711 420.1507 428.1987
      81      82      83      84      85      86      87      88
428.6116 449.9493 366.4697 374.7601 378.2489 378.8270 380.9227 384.8883
      89      90      91      92      93      94      95      96
384.9401 386.2474 387.2956 387.7600 391.7834 394.9788 396.8471 397.4747
      97      98      99     100     101     102     103     104
400.4030 400.4359 401.6828 403.4251 408.5165 408.5994 409.7969 410.0600
     105     106     107     108     109     110     111     112
413.3863 414.4560 417.3702 417.5372 417.7560 420.3019 420.4029 421.3427
     113     114     115     116     117     118     119     120
424.3900 425.3413 425.4071 425.6896 428.4877 429.4379 434.7518 435.8515
     121     122     123     124     125     126     127     128
435.9513 438.2971 442.2316 449.7540 450.7723 458.3179 334.9568 350.4423
     129     130     131     132     133     134     135     136
355.3805 357.1999 359.9203 366.4720 372.8904 373.8300 376.1066 380.3248
     137     138     139     140     141     142     143     144
381.7673 383.9965 384.2189 384.3985 384.5286 384.6561 384.6742 384.8820
     145     146     147     148     149     150     151     152
389.7944 393.9202 394.3960 394.7769 399.1540 400.2720 401.2394 401.6791
     153     154     155     156     157     158     159     160
402.2802 402.2902 403.2509 403.6455 404.1722 405.2150 405.5013 405.9342
     161     162     163     164     165     166     167     168
410.2727 412.5956 413.2250 413.2602 413.4700 422.4751 423.5119 423.7566
     169     170     171     172
426.0842 427.5770 427.7500 433.2906
> lines(c(0,0),c(271.280,333.8605))
> for(i in 1:172)lines(c(dekning[i],dekning[i]),c(mat[i],fitted[i]))

> model<-lm(mat~dekning)
> summary(model)

```


Call:

```
lm(formula = mat ~ dekning)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-204.02	-91.36	-21.85	105.61	241.32

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	271.2800	43.6169	6.220	3.74e-09 ***
dekning	2.8594	0.9684	2.953	0.00359 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 114.4 on 170 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.04879, Adjusted R-squared: 0.04319

F-statistic: 8.719 on 1 and 170 DF, p-value: 0.003595

```
> summary.aov(model)
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
dekning	1	114155	114155	8.7191	0.003595 **
Residuals	170	2225716	13092		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

```
> chip
```

	dekning	mat
1	21.88610	400.5333
2	23.55770	348.8000
3	24.04770	342.6667
4	24.07810	357.8667
5	24.35780	534.4000
6	25.13730	332.8000

7 26.44360 473.8667
8 27.00080 334.6667
9 28.98690 326.6667
10 31.52350 483.7333
11 31.94990 305.3333
12 33.70540 309.6000
13 35.71420 552.2667
14 37.92090 323.4667
15 37.97420 273.3333
16 37.98550 454.9333
17 38.36780 292.8000
18 38.52370 381.8667
19 39.35080 457.8667
20 40.22680 539.7333
21 40.28300 361.3333
22 42.18290 361.0667
23 42.43900 465.6000
24 42.44630 568.0000
25 46.58320 569.3333
26 47.63570 466.1333
27 48.04000 536.5333
28 48.81850 550.4000
29 50.38320 556.2667
30 51.36410 377.0667
31 52.26010 390.9333
32 53.07000 550.6667
33 54.09060 548.0000
34 54.59580 553.3333
35 54.95810 376.2667
36 58.35830 469.0667
37 20.99520 183.2000
38 26.47300 311.2000

39 29.58470 469.0667
40 30.87610 478.4000
41 33.47890 219.4667
42 35.14400 349.6000
43 36.48360 577.0667
44 38.75680 266.9333
45 39.58750 520.5333
46 39.83540 288.2667
47 40.65200 314.9333
48 40.76860 620.2667
49 41.19610 531.4667
50 41.31340 528.2667
51 41.87220 517.0667
52 42.63260 237.6000
53 42.93500 386.9333
54 43.34230 636.5333
55 43.93370 229.3333
56 43.99220 216.8000
57 44.44110 250.9333
58 45.76350 255.4667
59 45.84880 309.8667
60 45.93270 252.2667
61 46.42240 200.0000
62 46.64130 368.8000
63 46.69743 321.8667
64 47.11790 362.1333
65 47.58160 230.1333
66 47.71940 306.9333
67 47.74810 365.0667
68 47.95230 649.3333
69 48.46510 313.3333
70 48.97340 516.5333

71 49.00660 518.6667
72 49.40350 327.4667
73 49.43230 253.8667
74 50.85200 384.2667
75 51.15480 552.5333
76 51.24420 250.9333
77 51.57730 524.0000
78 51.75650 521.6000
79 52.06410 499.4667
80 54.87870 534.9333
81 55.02310 453.8667
82 62.48550 581.8667
83 33.29040 224.8000
84 36.18980 208.0000
85 37.40990 234.6667
86 37.61210 287.7333
87 38.34500 221.6000
88 39.73190 263.2000
89 39.75000 266.1333
90 40.20720 233.0667
91 40.57380 287.4667
92 40.73620 612.5333
93 42.14330 247.4667
94 43.26080 244.5333
95 43.91420 216.2667
96 44.13370 467.6000
97 45.15780 589.6000
98 45.16930 308.2667
99 45.60540 242.1333
100 46.21470 472.8000
101 47.99530 220.5333
102 48.02430 624.5333

103 48.44310 536.0000
104 48.53510 246.4000
105 49.69840 322.9333
106 50.07250 313.8667
107 51.09170 644.2667
108 51.15010 376.2667
109 51.22660 300.5333
110 52.11700 311.7333
111 52.15230 304.8000
112 52.48100 471.7333
113 53.54670 542.1333
114 53.87940 349.2000
115 53.90240 499.4667
116 54.00120 592.2667
117 54.97980 281.6000
118 55.31210 451.4667
119 57.17050 549.3333
120 57.55510 558.6667
121 57.59000 362.9333
122 58.41040 470.6667
123 59.78640 457.3333
124 62.41720 382.4000
125 62.77330 437.6000
126 65.41220 471.7333
127 22.26950 515.4667
128 27.68520 472.8000
129 29.41220 244.2667
130 30.04850 522.1333
131 30.99990 338.4000
132 33.29120 326.1333
133 35.53590 528.0000
134 35.86450 322.6667

135 36.66070 440.0000
136 38.13590 470.4000
137 38.64040 323.7333
138 39.42000 467.7333
139 39.49780 496.8000
140 39.56060 455.7333
141 39.60610 316.0000
142 39.65070 307.2000
143 39.65700 323.2000
144 39.72970 336.5333
145 41.44770 272.0000
146 42.89060 347.7333
147 43.05700 473.0667
148 43.19020 322.1333
149 44.72100 384.2667
150 45.11200 334.9333
151 45.45030 533.8667
152 45.60410 320.0000
153 45.81430 381.0667
154 45.81780 326.1333
155 46.15380 304.5333
156 46.29180 546.4000
157 46.47600 303.4667
158 46.84070 455.7333
159 46.94080 334.6667
160 47.09220 325.6000
161 48.60950 325.6000
162 49.42190 516.0000
163 49.64200 392.5333
164 49.65430 306.4000
165 49.72770 327.4667
166 52.87700 441.6000

```
167 53.23960 480.8000
168 53.32520 350.1333
169 54.13920 391.4667
170 54.66130 462.1333
171 54.72180 447.4667
172 56.65950 525.8667
```

```
> plot(chip)
> plot(sun,ylim=c(0,650))
> lm(mat~dekning)
```

Call:

```
lm(formula = mat ~ dekning)
```

Coefficients:

(Intercept)	dekning
271.280	2.859

```
> abline(lm(mat~dekning))
```

```
> fitted<-predict(lm(mat~dekning))
```

```
> fitted
```

1	2	3	4	5	6	7	8
333.8605	338.6403	340.0414	340.1283	340.9280	343.1569	346.8921	348.4854
9	10	11	12	13	14	15	16
354.1644	361.4175	362.6367	367.6563	373.4002	379.7100	379.8624	379.8947
17	18	19	20	21	22	23	24
380.9879	381.4336	383.7986	386.3034	386.4641	391.8966	392.6289	392.6498
25	26	27	28	29	30	31	32
404.4787	407.4882	408.6443	410.8703	415.3444	418.1491	420.7111	423.0269
33	34	35	36	37	38	39	40
425.9452	427.3897	428.4257	438.1481	331.3131	346.9762	355.8737	359.5663
41	42	43	44	45	46	47	48
367.0087	371.7698	375.6002	382.1001	384.4754	385.1843	387.5192	387.8526

49	50	51	52	53	54	55	56
389.0750	389.4104	391.0082	393.1825	394.0472	395.2118	396.9028	397.0701
57	58	59	60	61	62	63	64
398.3537	402.1349	402.3788	402.6187	404.0190	404.6449	404.8054	406.0076
65	66	67	68	69	70	71	72
407.3335	407.7276	407.8096	408.3935	409.8598	411.3132	411.4081	412.5430
73	74	75	76	77	78	79	80
412.6254	416.6848	417.5506	417.8063	418.7587	419.2711	420.1507	428.1987
81	82	83	84	85	86	87	88
428.6116	449.9493	366.4697	374.7601	378.2489	378.8270	380.9227	384.8883
89	90	91	92	93	94	95	96
384.9401	386.2474	387.2956	387.7600	391.7834	394.9788	396.8471	397.4747
97	98	99	100	101	102	103	104
400.4030	400.4359	401.6828	403.4251	408.5165	408.5994	409.7969	410.0600
105	106	107	108	109	110	111	112
413.3863	414.4560	417.3702	417.5372	417.7560	420.3019	420.4029	421.3427
113	114	115	116	117	118	119	120
424.3900	425.3413	425.4071	425.6896	428.4877	429.4379	434.7518	435.8515
121	122	123	124	125	126	127	128
435.9513	438.2971	442.2316	449.7540	450.7723	458.3179	334.9568	350.4423
129	130	131	132	133	134	135	136
355.3805	357.1999	359.9203	366.4720	372.8904	373.8300	376.1066	380.3248
137	138	139	140	141	142	143	144
381.7673	383.9965	384.2189	384.3985	384.5286	384.6561	384.6742	384.8820
145	146	147	148	149	150	151	152
389.7944	393.9202	394.3960	394.7769	399.1540	400.2720	401.2394	401.6791
153	154	155	156	157	158	159	160
402.2802	402.2902	403.2509	403.6455	404.1722	405.2150	405.5013	405.9342
161	162	163	164	165	166	167	168
410.2727	412.5956	413.2250	413.2602	413.4700	422.4751	423.5119	423.7566
169	170	171	172				
426.0842	427.5770	427.7500	433.2906				


```
> lines(c(0,0),c(271.280,333.8605))
> for(i in 1:172)lines(c(dekning[i],dekning[i]),c(mat[i],fitted[i]))
```

```
> model<-lm(mat~dekning)
```

```
> summary(model)
```

Call:

```
lm(formula = mat ~ dekning)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-204.02	-91.36	-21.85	105.61	241.32

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	271.2800	43.6169	6.220	3.74e-09 ***
dekning	2.8594	0.9684	2.953	0.00359 **

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 114.4 on 170 degrees of freedom

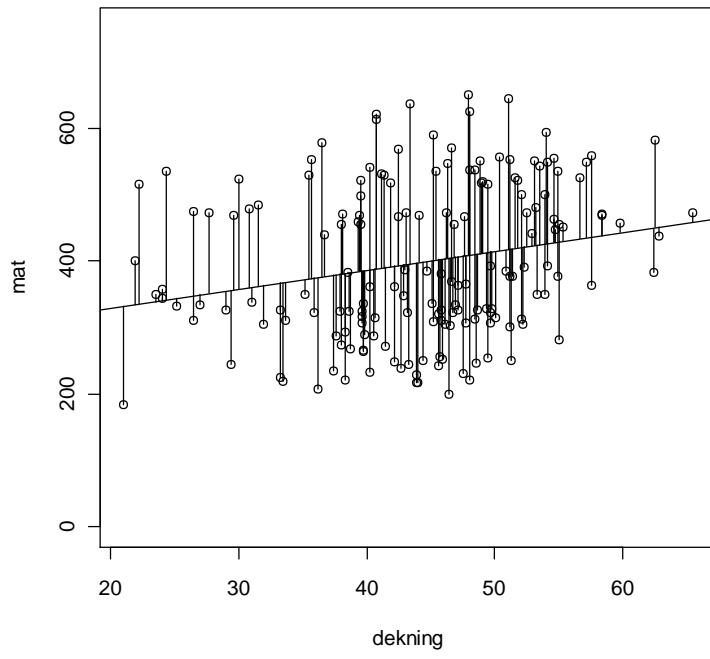
Multiple R-squared: 0.04879, Adjusted R-squared: 0.04319

F-statistic: 8.719 on 1 and 170 DF, p-value: 0.003595

```
> summary.aov(model)
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
dekning	1	114155	114155	8.7191	0.003595 **
Residuals	170	2225716	13092		

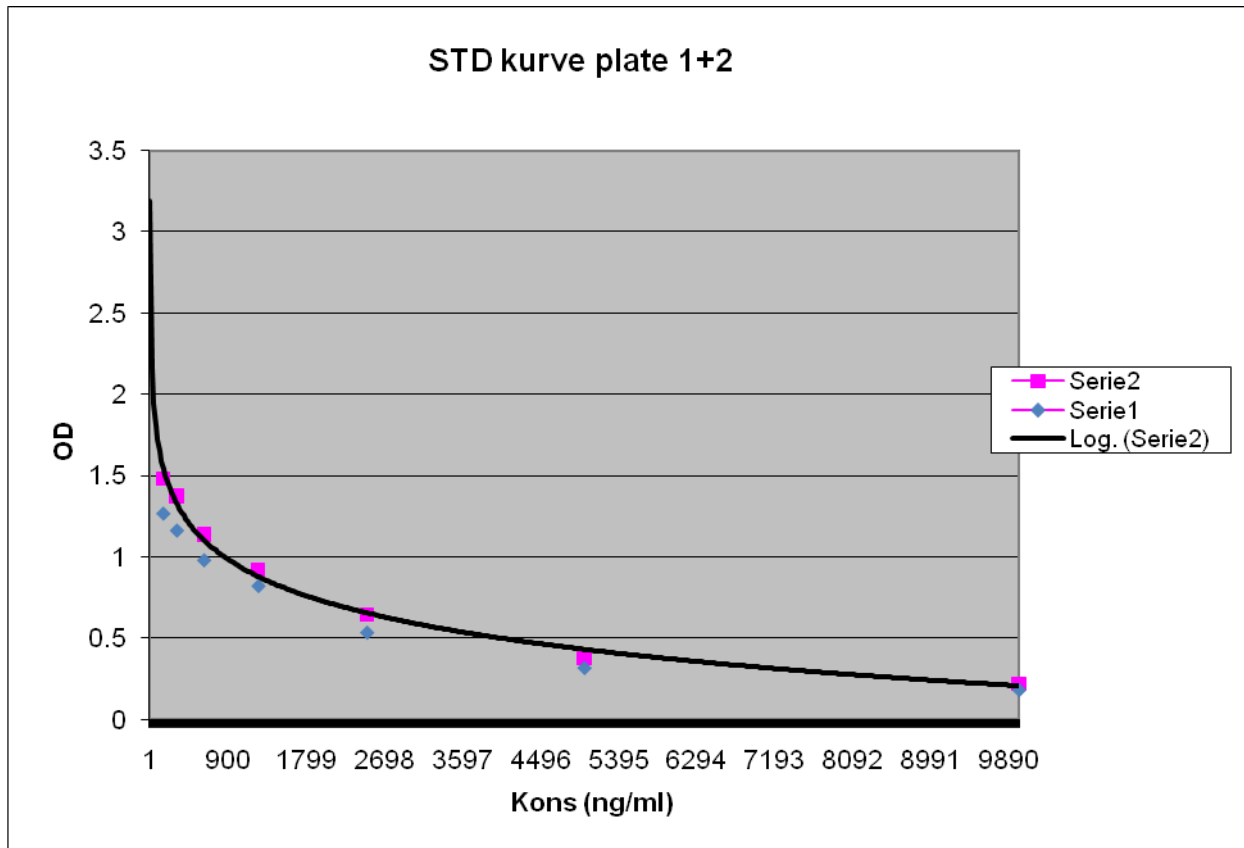
Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1



Kortisol

Korrigerede absorptionsverdier

Standardkurver for absorptions plate 1 og 2



Lineær regresjon av absorbansverdier i R

Plate 1 og differansen mellom plate 1 og 2

```
diff plate1
1 0.003 0.013
2 0.038 0.219
3 0.059 0.376
4 0.113 0.647
5 0.098 0.919
6 0.159 1.138
7 0.213 1.375
8 0.217 1.483
9 0.287 1.567
> plot(plate1,diff)
> lm(diff~plate1)

Call:
lm(formula = diff ~ plate1)

Coefficients:
(Intercept)      plate1
  -0.00434      0.15847

> abline(lm(diff~plate1))
> fitted<-predict(lm(diff~plate1))
> fitted
      1      2      3      4      5      6
-0.002279694 0.030364473 0.055243765 0.098188276 0.141291254 0.175995490
      7      8      9
0.213552129 0.230666546 0.243977760
> lines(c(0,0),c(-0.00434,-0.002279694))
```

```

> for (i in 1:9)lines(c(plate1[i],plate1[i]),c(diff[i],fitted[i]))
> model<-lm(diff~plate1)
> summary(model)

```

Call:

```
lm(formula = diff ~ plate1)
```

Residuals:

Min	1Q	Median	3Q	Max
-0.043291	-0.013667	0.003756	0.007636	0.043022

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	-0.00434	0.01589	-0.273	0.793
plate1	0.15847	0.01563	10.135	1.96e-05 ***

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.02541 on 7 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.9362, Adjusted R-squared: 0.9271

F-statistic: 102.7 on 1 and 7 DF, p-value: 1.958e-05

```
> summary.aov(model)
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
plate1	1	0.066342	0.066342	102.73	1.958e-05 ***
Residuals	7	0.004521	0.000646		

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

T-test dag 0 i R

Kortisolabsorbansverdier mellom høyfluktasjons- og lavfluktasjonsgruppen

```

      beh  abs
1 highfluct 1.484
2 highfluct 1.348
3 highfluct 1.386
4 lowfluct 1.478
5 lowfluct 1.466
6 lowfluct 1.575

```

```
> summary(aov(abs~beh))
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
beh	1	0.0151002	0.0151002	3.5545	0.1325
Residuals	4	0.0169927	0.0042482		

```
> summary.lm(aov(abs~beh))
```

Call:

```
aov(formula = abs ~ beh)
```

Residuals:

	1	2	3	4	5	6
	0.07800	-0.05800	-0.02000	-0.02833	-0.04033	0.06867

Coefficients:

	Estimate	Std. Error	t value	Pr(> t)
(Intercept)	1.40600	0.03763	37.363	3.06e-06 ***
behlowfluct	0.10033	0.05322	1.885	0.132

Signif. codes: 0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

Residual standard error: 0.06518 on 4 degrees of freedom

Multiple R-squared: 0.4705, Adjusted R-squared: 0.3381

F-statistic: 3.555 on 1 and 4 DF, p-value: 0.1325

```
> tapply(abs,beh,mean)
highfluct lowfluct
1.406000  1.506333
```

T-test , differanse i kortisol høyfluktasjonsgruppe og lavfluktasjonsgruppe dag 1-7

Høyfluktasjonsruppe dag 1 morgen

```
> sopp<-read.table('clipboard',header=T)
> attach(sopp)
> sopp
      diff
1 -0.0116
2 -0.0085
3  0.0029
> t.test(sopp)
```

One Sample t-test

```
data:  sopp
t = -1.3005, df = 2, p-value = 0.3231
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.02470137  0.01323470
sample estimates:
mean of x
-0.005733333
```

Kveld

```
> sop
      diff
1  0.0151
2 -0.0145
3 -0.0566
> t.test(sop)
```

One Sample t-test

```
data:  sop
t = -0.8973, df = 2, p-value = 0.4642
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.10817299  0.07083966
sample estimates:
 mean of x
-0.01866667
```

Dag 2 morgen

```
> so
      diff
1 0.0055
2 0.0134
> t.test(so)
```

One Sample t-test

```
data:  so
```



```
t = 2.3924, df = 1, p-value = 0.2520
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.04073951  0.05963951
sample estimates:
mean of x
 0.00945
```

Kveld

```
> s
      diff
1 0.0462
2 0.0133
3 0.0272
> t.test(s)
```

One Sample t-test

```
data: s
t = 3.0308, df = 2, p-value = 0.0938
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.01212740  0.06992740
sample estimates:
mean of x
 0.0289
```

Dag 3 morgen

```
> surf
      diff
1  0.0025
2  0.0119
3 -0.0014
> t.test(surf)
```

One Sample t-test

```
data: surf
t = 1.0978, df = 2, p-value = 0.3868
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.01265049  0.02131716
sample estimates:
 mean of x
0.004333333
```

Kveld

```
> sur
      diff
1 -0.0063
2 -0.0033
3 -0.0096
> t.test(sur)
```

One Sample t-test

```
data: sur
t = -3.5178, df = 2, p-value = 0.07217
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
```

95 percent confidence interval:

-0.014227991 0.001427991

sample estimates:

mean of x

-0.0064

Dag 4 morgen

```
> su
```

```
diff
```

```
1 -0.0150
```

```
2 -0.0113
```

```
3 -0.0352
```

```
> t.test(su)
```

One Sample t-test

data: su

t = -2.7601, df = 2, p-value = 0.1100

alternative hypothesis: true mean is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-0.05245667 0.01145667

sample estimates:

mean of x

-0.0205

Kveld

```
> moss
      diff
1  0.0022
2 -0.0007
> t.test(moss)
```

One Sample t-test

```
data:  moss
t = 0.5172, df = 1, p-value = 0.6961
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.01767400  0.01917400
sample estimates:
mean of x
 0.00075
```

Dag 5 morgen

```
> mos
      diff
1  0.0053
2 -0.0014
3  0.0123
> t.test(mos)
```

One Sample t-test

```
data:  mos
t = 1.3653, df = 2, p-value = 0.3054
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
```

95 percent confidence interval:

-0.01161770 0.02241770

sample estimates:

mean of x

0.0054

Kveld

> mo

diff

1 0.0005

2 0.0015

3 -0.0029

> t.test(mo)

One Sample t-test

data: mo

t = -0.2253, df = 2, p-value = 0.8427

alternative hypothesis: true mean is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-0.006029695 0.005429695

sample estimates:

mean of x

-3e-04

Dag 6 morgen

> folf

diff

1 -0.0009

2 0.0052

3 -0.0095

```
> t.test(folf)
```

One Sample t-test

```
data: folf
```

```
t = -0.4065, df = 2, p-value = 0.7237
```

```
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
```

```
95 percent confidence interval:
```

```
-0.02007955  0.01661288
```

```
sample estimates:
```

```
mean of x
```

```
-0.001733333
```

Kveld

```
> fol
```

```
diff
```

```
1  0.0081
```

```
2 -0.0006
```

```
3 -0.0053
```

```
> t.test(fol)
```

One Sample t-test

```
data: fol
```

```
t = 0.1868, df = 2, p-value = 0.869
```

```
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
```

```
95 percent confidence interval:
```

```
-0.01615576  0.01762243
```

```
sample estimates:
```

```
mean of x
0.0007333333
```

Dag 7 morgen

```
> fo
      diff
1 0.0128
2 0.0011
3 0.0024
> t.test(fo)
```

One Sample t-test

```
data: fo
t = 1.4675, df = 2, p-value = 0.2799
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.01049682  0.02136348
sample estimates:
mean of x
0.005433333
```

Kveld

```
> f
      diff
1 0.0151
2 0.0140
3 0.0057
```

```
> t.test(f)
```

```
One Sample t-test
```

```
data: f
```

```
t = 3.9096, df = 2, p-value = 0.05963
```

```
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
```

```
95 percent confidence interval:
```

```
-0.001166148 0.024366148
```

```
sample estimates:
```

```
mean of x
```

```
0.0116
```

Lavfluktasjonsgruppe dag 1 morgen

```
> et
```

```
diff
```

```
1 0.4279
```

```
2 0.0676
```

```
3 0.0450
```

```
> t.test(et)
```

```
One Sample t-test
```

```
data: et
```

```
t = 1.4525, df = 2, p-value = 0.2835
```

```
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
```

```
95 percent confidence interval:
```

```
-0.3535273 0.7138606
```

```
sample estimates:
```



```
mean of x
0.1801667
```

Kveld

```
> post
      diff
1  0.0016
2  0.0022
3 -0.0032
> t.test(post)
```

One Sample t-test

```
data: post
t = 0.117, df = 2, p-value = 0.9175
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.007152376  0.007552376
sample estimates:
mean of x
      2e-04
```

Dag 2 morgen

```
> fet
      diff
1 0.0483
2 0.0323
3 0.0492
> t.test(fet)
```

One Sample t-test

```
data: fet
t = 7.8817, df = 2, p-value = 0.01572
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 0.01964732 0.06688601
sample estimates:
mean of x
0.04326667
```

kveld

```
> ost
      diff
1 0.0012
2 0.0027
3 0.0013
> t.test(ost)
```

One Sample t-test

```
data: ost
t = 3.5798, df = 2, p-value = 0.06994
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
-0.000349988 0.003816655
sample estimates:
mean of x
0.001733333
```

Morgen dag 3

```
> os
      diff
1 0.0193
2 0.0063
3 0.0056
> t.test(os)
```

One Sample t-test

```
data: os
t = 2.3347, df = 2, p-value = 0.1447
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.008766535  0.029566535
sample estimates:
mean of x
 0.0104
```

Kveld

```
> o
      diff
1 0.0006
2 -0.0010
3 -0.0023
> t.test(o)
```

One Sample t-test

```
data: o
t = -1.0732, df = 2, p-value = 0.3955
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
```

```
-0.004508418 0.002708418
```

```
sample estimates:
```

```
mean of x
```

```
-9e-04
```

Dag 4 morgen

```
> kost
```

```
diff
```

```
1 -0.0035
```

```
2 0.0010
```

```
3 -0.0003
```

```
> t.test(kost)
```

```
One Sample t-test
```

```
data: kost
```

```
t = -0.698, df = 2, p-value = 0.5574
```

```
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
```

```
95 percent confidence interval:
```

```
-0.006686316 0.004819649
```

```
sample estimates:
```

```
mean of x
```

```
-0.0009333333
```

Kveld

```
> kos
```

```
diff
```

```
1 0.0009
```

```
2 0.0005
```

```
3 0.0041
```

```
> t.test(kos)
```

```
One Sample t-test
```

```
data: kos
```

```
t = 1.6093, df = 2, p-value = 0.2488
```

```
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
```

```
95 percent confidence interval:
```

```
-0.003068251 0.006734917
```

```
sample estimates:
```

```
mean of x
```

```
0.001833333
```

Dag 5 morgen

```
> ko
```

```
diff
```

```
1 6e-04
```

```
2 0e+00
```

```
3 -1e-03
```

```
> t.test(ko)
```

```
One Sample t-test
```

```
data: ko
```

```
t = -0.2857, df = 2, p-value = 0.802
```

```
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
```

```
95 percent confidence interval:
```

```
-0.002141238 0.001874571
```

```
sample estimates:
```

```
mean of x
```

```
-0.0001333333
```

Kveld

```
> k
      diff
1 -0.0001
2  0.0134
3  0.0003
> t.test(k)
```

One Sample t-test

```
data: k
t = 1.0222, df = 2, p-value = 0.4142
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.01454823  0.02361490
sample estimates:
 mean of x
0.004533333
```

Dag 6 morgen

```
> pust
      diff
1 -0.0157
2 -0.0007
3 -0.0004
> t.test(pust)
```

One Sample t-test

```
data: pust
```

```
t = -1.1087, df = 2, p-value = 0.383
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.02733159  0.01613159
sample estimates:
mean of x
 -0.0056
```

Kveld

```
> pus
      diff
1 0.0368
2 0.1069
3 0.0017
> t.test(pus)
```

One Sample t-test

```
data: pus
t = 1.5673, df = 2, p-value = 0.2576
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.08458769  0.18152102
sample estimates:
mean of x
0.04846667
```

Dag 7 morgen

```
> pu
      diff
1  0.0005
2  0.0029
3 -0.0034
> t.test(pu)
```

One Sample t-test

```
data: pu
t = 0, df = 2, p-value = 1
alternative hypothesis: true mean is not equal to 0
95 percent confidence interval:
 -0.00789862  0.00789862
sample estimates:
mean of x
      0
```

Kveld

```
> p
      diff
1 0.0108
2 0.0053
3 0.0045
> t.test(p)
```

One Sample t-test

```
data: p
t = 3.4677, df = 2, p-value = 0.07404
```


alternative hypothesis: true mean is not equal to 0

95 percent confidence interval:

-0.001653358 0.015386692

sample estimates:

mean of x

0.006866667

Wilcoxon rank sum test

Kortisolabsorbansverider første og siste halvdel av uken, høyfluktasjonsgruppe og lavfluktasjonsgruppe

Høyfluktasjonsgruppen

	del1	del2
1	1.388	1.101
2	1.253	1.119
3	1.375	1.124
4	1.330	1.103
5	0.844	1.220
6	0.831	1.131
7	1.004	1.154
8	0.831	1.042
9	1.145	1.185
10	1.365	0.895
11	1.308	1.087
12	1.269	1.162
13	1.030	1.094
14	1.246	1.071

```
15 1.295 1.112
16 1.304 1.203
17 1.431 1.212
18 0.886 1.141
19 1.168 0.945
20 1.062 1.016
21 1.481 1.189
22 1.517 1.074
23 1.532 1.150
24 1.400 1.076
25 1.263 1.032
26 1.545 0.966
27 1.468 1.093
28 1.473 1.158
29 1.349 1.116
30 1.558 1.244
31 1.577 1.228
32 1.574 0.883
33 1.302 1.185
34 1.318 1.138
35 1.073 1.148
36 1.127 1.100
37 1.157 1.117
38 1.195 1.257
39 1.215 1.261
40    NA 1.407
```

```
> oz<-c(del1,del2)
```

```
> oz
```

```
[1] 1.388 1.253 1.375 1.330 0.844 0.831 1.004 0.831 1.145 1.365 1.308 1.269
[13] 1.030 1.246 1.295 1.304 1.431 0.886 1.168 1.062 1.481 1.517 1.532 1.400
[25] 1.263 1.545 1.468 1.473 1.349 1.558 1.577 1.574 1.302 1.318 1.073 1.127
[37] 1.157 1.195 1.215    NA 1.101 1.119 1.124 1.103 1.220 1.131 1.154 1.042
```

```

[49] 1.185 0.895 1.087 1.162 1.094 1.071 1.112 1.203 1.212 1.141 0.945 1.016
[61] 1.189 1.074 1.150 1.076 1.032 0.966 1.093 1.158 1.116 1.244 1.228 0.883
[73] 1.185 1.138 1.148 1.100 1.117 1.257 1.261 1.407
> label<-c(rep("del1",40),rep("del2,40"))
> label
 [1] "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"
 [8] "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"
[15] "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"
[22] "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"
[29] "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"
[36] "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del2,40"
> combined.ranks<-rank(oz)
> combined.ranks
 [1] 67.0 53.0 66.0 63.0  3.0  1.5  9.0  1.5 34.0 65.0 61.0 57.0 11.0 52.0 58.0
[16] 60.0 70.0  5.0 41.0 14.0 73.0 74.0 75.0 68.0 56.0 76.0 71.0 72.0 64.0 77.0
[31] 79.0 78.0 59.0 62.0 16.0 30.0 38.0 45.0 48.0 80.0 23.0 28.0 29.0 24.0 49.0
[46] 31.0 37.0 13.0 42.5  6.0 19.0 40.0 21.0 15.0 25.0 46.0 47.0 33.0  7.0 10.0
[61] 44.0 17.0 36.0 18.0 12.0  8.0 20.0 39.0 26.0 51.0 50.0  4.0 42.5 32.0 35.0
[76] 22.0 27.0 54.0 55.0 69.0
> wilcox.test(del1,del2)

```

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: del1 and del2

W = 1173, p-value = 0.0001187

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

Warning message:

In wilcox.test.default(del1, del2) : cannot compute exact p-value with ties

Lavfluktasjonsgruppe

	del1	del2
1	0.296	1.183
2	0.819	1.245
3	0.910	1.160
4	1.547	1.156
5	1.484	1.087
6	1.352	1.161
7	1.479	1.223
8	1.371	1.083
9	1.388	1.140
10	1.434	1.229
11	1.355	1.117
12	1.391	1.199
13	0.954	1.266
14	1.003	1.233
15	0.898	1.199
16	1.535	0.966
17	1.525	1.213
18	1.518	0.851
19	1.516	1.161
20	1.480	1.262
21	1.498	1.133
22	1.362	1.190
23	1.512	1.308
24	1.500	1.283
25	1.139	1.202
26	1.357	1.178
27	1.385	0.717

```

28 1.574 0.475
29 1.704 1.111
30 1.502 1.218
31 1.601 1.324
32 1.702 1.234
33 1.611 1.191
34 1.451 1.182
35 1.616 1.576
36 1.464 1.259
37 1.104 1.419
38 1.138 1.416
39 1.039 0.955
40 1.196 1.114
41    NA 1.179
> oz<-c(del1,del2)
> oz
 [1] 0.296 0.819 0.910 1.547 1.484 1.352 1.479 1.371 1.388 1.434 1.355 1.391
[13] 0.954 1.003 0.898 1.535 1.525 1.518 1.516 1.480 1.498 1.362 1.512 1.500
[25] 1.139 1.357 1.385 1.574 1.704 1.502 1.601 1.702 1.611 1.451 1.616 1.464
[37] 1.104 1.138 1.039 1.196    NA 1.183 1.245 1.160 1.156 1.087 1.161 1.223
[49] 1.083 1.140 1.229 1.117 1.199 1.266 1.233 1.199 0.966 1.213 0.851 1.161
[61] 1.262 1.133 1.190 1.308 1.283 1.202 1.178 0.717 0.475 1.111 1.218 1.324
[73] 1.234 1.191 1.182 1.576 1.259 1.419 1.416 0.955 1.114 1.179
> label<-c(rep("del1",41),rep("del2,41"))
> label
 [1] "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"
 [8] "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"
[15] "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"
[22] "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"
[29] "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"
[36] "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del1"    "del2,41"
> combined.ranks<-rank(oz)

```

```
> combined.ranks
[1] 1.0 4.0 7.0 74.0 65.0 50.0 63.0 54.0 56.0 60.0 51.0 57.0 8.0 11.0 6.0
[16] 73.0 72.0 71.0 70.0 64.0 66.0 53.0 69.0 67.0 21.0 52.0 55.0 75.0 81.0 68.0
[31] 77.0 80.0 78.0 61.0 79.0 62.0 15.0 20.0 12.0 33.0 82.0 30.0 43.0 24.0 23.0
[46] 14.0 25.5 39.0 13.0 22.0 40.0 18.0 34.5 46.0 41.0 34.5 10.0 37.0 5.0 25.5
[61] 45.0 19.0 31.0 48.0 47.0 36.0 27.0 3.0 2.0 16.0 38.0 49.0 42.0 32.0 29.0
[76] 76.0 44.0 59.0 58.0 9.0 17.0 28.0
> wilcox.test(del1,del2)
```

Wilcoxon rank sum test with continuity correction

data: del1 and del2

W = 1221, p-value = 0.0001548

alternative hypothesis: true location shift is not equal to 0

Warning message:

In wilcox.test.default(del1, del2) : cannot compute exact p-value with ties

