

Stian Mo Karlsen  
Aksel Walla  
Hilde Fiske Botten

# Appetitt hos atlantisk laks: effekter av notvask

Bacheloroppgave i Bachelor i ingeniørfag, havbruk  
Veileder: Bengt Finstad  
Mai 2024



Stian Mo Karlsen  
Aksel Walla  
Hilde Fiske Botten

# **Appetitt hos atlantisk laks: effekter av notvask**

Bacheloroppgave i Bachelor i ingeniørfag, havbruk  
Veileder: Bengt Finstad  
Mai 2024

Norges teknisk-naturvitenskapelige universitet  
Fakultet for naturvitenskap  
Institutt for biologi



Kunnskap for en bedre verden



## **Forord**

Denne bacheloroppgaven er skrevet som en del av studiet Havbruksingeniør (BIHAV) ved NTNU i Trondheim. Oppgaven er utført i samarbeid med Frøy, og vi vil rette en spesiell takk til Hermund Thomas Otterlei og Lise Femanger Mathiassen for deres bidrag med nødvendig data, organisering av ekskursjoner og besvarelse av våre spørsmål.

Vi ønsker også å takke operatøren, et større norsk oppdrettsselskap, som delte data fra sine lokaliteter, og dermed gjorde gjennomføringen av oppgaven mulig.

Videre vil vi benytte anledningen til å uttrykke vår takknemlighet overfor vår veileder, Bengt Finstad, som har vært tilgjengelig for å svare på spørsmål og bidra med gode innspill gjennom hele prosessen. Hans tilbakemeldinger har vært veldig nyttige for oss.

Til slutt håper vi at arbeidet vårt vil være et verdifullt bidrag til næringen, videre forskning og kommende kull på studiet.

## **Sammendrag**

Denne oppgaven undersøker effektene av notvask på appetitt og velferd hos atlantisk laks i norske oppdrettsanlegg. Gjennom en kombinasjon av litteraturstudie og empirisk dataanalyse belyses hvordan notvask påvirker laksens fôrintak og vekst. Begroing på nøter, som er en kjent utfordring innen akvakultur, skaper et behov for jevnlig notvask for å opprettholde god vannkvalitet og minimere risikoen for stress og sykdom hos fisken.

Studien analyserer data fra tre forskjellige oppdrettsanlegg over en periode på fire måneder, med særlig fokus på sammenhengen mellom notvask, fôringsmønstre og sentrale helseindikatorer som appetitt og dødelighet hos fisken. Resultatene viser at effekten av notvask påvirkes av eksterne faktorer som sykdomsforekomst og behandlinger. Funnene indikerer at tidspunktet for notvask kan optimaliseres for å minimere negativ påvirkning på fisken ved å unngå perioder med akkumulert stress. Dette kommer spesielt til uttrykk ved lengre avvik mellom forventet og faktisk fôring i perioder med sykdom og behandling.

Oppgaven konkluderer med at optimalisering av notvaskprosedyrer kan fremme bedre velferd og produktivitet i lakseoppdrett ved å redusere akkumulert stress, samtidig som effektiv begroingskontroll opprettholdes. Anbefalinger for fremtidig forskning inkluderer utvikling og evaluering av nye, mer skånsomme notvaskteknologier, samt dyptgående studier av sammenhengene mellom notvask, stressindikatorer og fiskens appetitt.

## **Abstract**

This thesis investigates the effects of net cleaning on the appetite and welfare of Atlantic salmon in Norwegian aquaculture. Through a combination of literature review and empirical data analysis, the study examines how net cleaning impacts the salmon's feed intake and growth. Fouling of nets, a well-known challenge in aquaculture, necessitates regular net cleaning to maintain good water quality and minimize the risk of stress and disease in the fish.

The study analyzes data from three different aquaculture facilities over a period of four months, with a particular focus on the relationship between net cleaning, feeding patterns, and key health indicators such as appetite and mortality in the fish. The results show that the effect of net cleaning is influenced by external factors such as disease and treatments. The findings suggest that the timing of net cleaning can be optimized to minimize negative impacts on the fish by avoiding periods of accumulated stress. This is especially evident in the longer deviances between expected and actual feeding during periods of disease and treatment.

The thesis concludes that optimizing net cleaning procedures can enhance the welfare and productivity of salmon aquaculture by reducing accumulated stress while maintaining effective fouling control. Recommendations for future research include the development and evaluation of new, more gentle net cleaning technologies, as well as in-depth studies of the relationships between net cleaning, stress indicators, and the fish's appetite.

## Innhold

Innledning.....	1
Teori .....	2
Begroing innen akvakultur .....	2
Konsekvenser av begroing.....	3
Notvask og impregnering .....	4
Stress .....	5
Appetitt og Fôring .....	6
Materiale og metode.....	7
Datakilder .....	8
Dataprosessering og analysemetode.....	8
Resultat .....	9
Lokalitet A .....	9
Lokalitet B .....	16
Lokalitet C .....	20
Endring i fôrbruk ved notvask.....	26
Sentrale funn .....	26
Fôring .....	27
Antall døde .....	27
Biomasse .....	27
Diskusjon.....	28
Resultat av notvask.....	28
Akkumulert stress.....	28
Fôringsdata som velferdsindikator .....	29
Feilkilder.....	31
Interaksjon mellom ulike variabler .....	33
Autonom Børsterobot .....	34
Konklusjon .....	35
Referanser.....	36
Figurer .....	40



## Innledning

Den atlantiske laksen (*Salmo salar*) spiller en avgjørende rolle i den norske akvakulturindustrien. Norge har gode forhold for lakseoppdrett, noe som har gjort landet til en av verdens ledende produsenter av oppdrettslaks. Lakseoppdrett bidrar betydelig til Norges økonomi og er en viktig kilde til global matforsyning (Laksens økonomiske bidrag i samfunnet, 2022). For å opprettholde både kvalitet og kvantitet i produksjonen, er det viktig å optimalisere fiskehelsen og vekstvilkårene.

Et sentralt aspekt ved å sikre god helse og vekst til atlantisk laks i oppdrettsanlegg er vedlikehold av merdstrukturer gjennom notvask. Notvask er en viktig metode for å bekjempe uønsket begroing, som kan redusere vannkvaliteten, øke risikoen for sykdommer og påvirke laksens velferd negativt (Bloecher, 2020). Til tross for den betydelige rollen notvask spiller i lakseoppdrett, er det begrenset forskning som spesifikt adresserer hvordan denne prosedyren påvirker laksens helse, appetitt og vekst.

Laksens appetitt er en kompleks mekanisme som kan påvirkes av en rekke faktorer, inkludert miljømessige forhold, stressnivåer og helsestatus (Noble et al., 2018). Forståelsen av disse sammenhengene er avgjørende for å utvikle bærekraftige oppdrettspraksiser som sikrer fiskens velferd samtidig som produksjonseffektiviteten optimaliseres. Spesielt er det viktig å undersøke hvordan ulike fremgangsmetoder for notvask påvirker fôrinntak og vekst hos atlantisk laks, for å identifisere de mest effektive og skånsomme metodene.

Denne oppgaven vil derfor utforske i hvilken grad notvaskprosedyrer påvirker laks i norske oppdrettsanlegg, med et spesielt fokus på hvordan notvask kan påvirke fôrinntak og vekst. Gjennom en grundig gjennomgang av eksisterende litteratur og empiriske studier, søker oppgaven å identifisere optimaliserte praksiser for notvask som fremmer både dyrevelferd og effektiv produksjon.

# Teori

## Begroing innen akvakultur

I det marine miljøet er biologisk begroing den dynamiske etableringen av uønskede organismer på overflater eksponert for sjøvann (Carve et al., 2019). Konvensjonelt fiskeoppdrett utføres primært i nedsenkede merdkonstruksjoner, hvor notposer er utspent fra en flytende ramme. Materialet i slike notposer er særlig utsatt for begroing, grunnet dets høye forhold mellom overflate og volum, samt mange sprekker som gir organismer muligheten til å feste seg og finne beskyttelse mot vannstrømmer (Hodson et al., 2000). I tillegg vil det høye nivået av avfall som genereres fra akvakultursystemer, gjennom tapt fiskefôr og avføring, øke næringsstoffnivåene, noe som skaper gunstige forhold for biologisk begroing (Braithwaite og McEvoy, 2005).

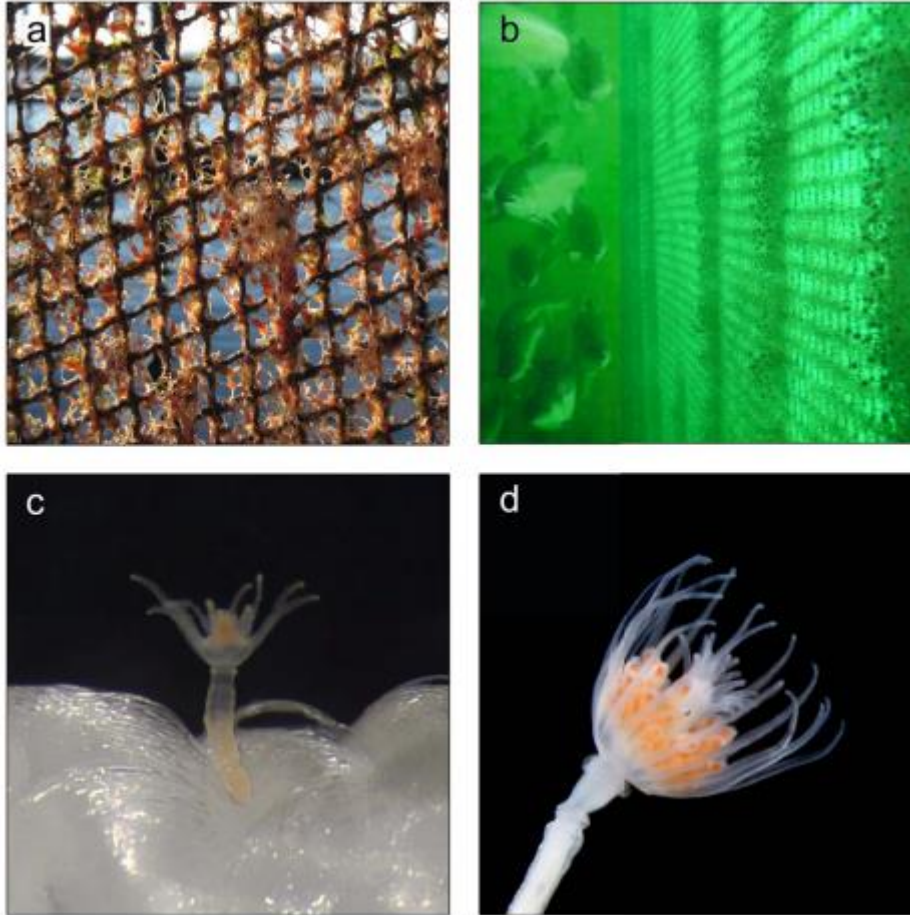
## Begroingsartenes Mangfold

Begroing i akvakultur er en dynamisk prosess preget av flere viktige faktorer, som temperatur, sted, miljø, lys og tid. Dette gir sesongvariasjoner som endres gjennom året, der årstid og endringer i miljøforhold kan påvirke hvilke arter som etableres, og hvor effektivt disse artene kan rekruttere, vokse, og overleve. Spesielt kan temperaturøkninger i varmere måneder fremskynde vekstrater og groens biomasse, mens kaldere forhold kan føre til en reduksjon eller hvileperiode for noen av groartene. (Jenkins og Martins, 2010; Fitridge et al., 2012).

De mest vanlige begroingsartene er hydroiden *Ectopleura larynx*, blåskjell (*Mytilus edulis*), sjøpungen *Ciona intestinalis*, og alger av slektene *Ulva* og *Ectocarpus*. Hydroider er funnet å være de mest tallrike begroingsorganismene i norsk akvakultur. De er blant de første som etablerer seg, reproducerer seg raskt og er svært tilpasningsdyktige (Bloecher, 2013).

En av artene som skiller seg ut som spesielt utfordrende i akvakultur, er hydroiden *Ectopleura larynx*. Denne arten er fremtredende langs den norske kysten, spesielt i oppdrettsanlegg for atlantisk laks (Carl et al., 2011). *E. larynx* utgjør en betydelig utfordring på grunn av dens nematocyster, stikkende celler som ved direkte kontakt kan forårsake skade på gjeller og hud hos laks, noe som kan øke risikoen for stress, sykdommer og i verste fall dødelighet (Baxter et al., 2012). Problematikken forsterkes ved mekanisk rengjøring av noten, som kan frigjøre fragmenter av *E. larynx* i vannet, der de kan skade fisk i nærheten. Denne dynamikken gjør *E. larynx* til et kritisk fokuspunkt for forskning og utvikling av nye og mer skånsomme

bekjempelsesmetoder i akvakultur, for å redusere skade på oppdrettsfisk og forbedre bærekraften i sektoren (Carl et al., 2011).



Figur 1 Hydroiden *Ectopleura larynx* (a) på et nett; (b) hydroider igjen etter in situ rengjøring (foto av J. Guenther); (c) ung polypp på et nett og (d) en voksen polypp (Bloecher, 2013)

## Konsekvenser av begroing

Når groe etablerer seg i fiskemerder, kan denne redusere vannstrømmen gjennom noten og påvirke tilførselen av oksygen, fjerning av avfallsstoffer, og gjøre oppdrettsfisken mer sårbar for sykdommer. I tillegg til økt vekt, vil hindringen av vannstrømmer øke kreftene som påvirker merdkonstruksjonen, noe som vil påvirke struktur og stabilitet på en negativ måte (Braithwaite og McEvoy, 2005). Problemet forverres ytterligere ved groe av hydroider som kan være skadelig ved direkte kontakt med fisken. Dette skyldes at disse organismene har nematocyster, som er stikkende celler fylt med toksiner som kan forårsake gjelleskade og sår

hos laksefisk (Baxter et al. 2012; Wybourne 2013; Bloecher, Powell, et al. 2018). Sårene øker videre fiskens sårbarhet for sekundære infeksjoner, ettersom skadet vev lettere angripes av patogener.

Begroingen vil også fungere som ett reservoar for slike patogener; bakterier, virus og parasitter, kapable til å utløse sykdommer som vibriose og amøbisk gjellesykdom (AGD), eller direkte angripe sårbar fisk (Pietrak et al., 2012; Hellebø et al., 2017).

## Notvask og impregnering

Notvask utføres primært gjennom in situ- rengjøring, med spylerrigger. Disse riggene er ofte utstyrt med roterende skiver, hver inneholdende tre til fire dyser som spyle vann for å fjerne groe fra notveggen. (Bannister et al., 2019). Riggene opererer innenfor merdene, hvor de fjerner begroingsorganismer fra nettene. Disse riggene er selvpropellerte og blir styrt fra vaskebåten på samme måte som ROV-er (Bloecher, 2020).

Trykket i vannstrålene varierer, men for å dekke dagens krav holdes trykket gjerne lavt, mens vannmengden er blitt større. Hyppigheten av notvask varierer på område og hvor mye begroing det er. I hovedsak blir det gjennomført hver annen uke. I tider hvor det er økte mengder med begroing, kan intervallene mellom notvask være på så lite som fem dager, spesielt for nett uten impregnering (Bloecher, 2020).

Impregnering er et nødvendig tiltak, som brukes for å minimere begroingen av nøter, spesielt i starten av notens levetid. Begroing tar gjennomsnittlig 3 måneder, men kan forekomme allerede etter 4 uker. Ved dette tidspunktet bør noten spyles for å fjerne begroing, men dette vil også fjerne deler av impregneringen, og svekke dens funksjon (Bloecher og Floerl, 2020).

Det finnes ulike typer impregnering til not, men den mest brukte er kobberimpregnering. Kobber er et rimelig metall med gode antigroe egenskaper, som gjør det til en effektiv løsning for å hindre begroing (Bloecher og Floerl, 2020). Bruken av kobber kan være skadelig for miljøet i havet, og frigjøring av kobberimpregnering kan påvirke fiskehelse negativt. Det er funnet i studier at frigjort og oppløst kobberimpregnering kan gi nerve og gjelleskade hos oppdrettslaks (Bloecher og Floerl, 2020; Al-Bairuty et al., 2013).

## Stress

Stress er en viktig og naturlig egenskap for at fisken skal kunne overleve. Ved kortvarig stress kan det bli utløst hormonnivåer som styrker det adaptive immunforsvaret og vil øke overlevelsessevnen. Derimot vil langvarig eller kronisk stress virke motsatt med å svekke immunforsvaret, og redusere vekst og reproduksjon (Dmitrieva, 2016).

En fisk som ikke er stresset er i homeostase, om det er noen faktorer som påvirker negativt, vil fisken kompensere med å kreve mer energi. Den energien som da blir brukt er energi som skulle vært tilgjengelig til andre formål. Stress vil gi økt førfaktor og produksjonskostnader, og redusere vekst i fiskeoppdrett. Ulike operasjoner og håndteringer i fiskeoppdrett kan være stressfaktorer for laks. Ved frekvente håndteringer, er det vist til at laksen kan bli habituert og dermed ikke få like høyt kortisolnivå. Det gir motsatte effekter ved stressfaktorer som fører til smerte, frykt eller ubehag. Da vil det skje en sensitivering, og ved repetisjon vil det føre til mer stress hos fisken (Døving og Reimers, 1992).

Stress kan deles inn i tre ulike responser: primærrespons, sekundærrespons og tertiærrespons. Primærrespons går ut på nervøse og hormonelle endringer hos laksen, og øker nivået av adrenalin, noradrenalin og kortisol i blodet (Døving og Reimers, 1992; Dmitrieva, 2016). Dermed vil dette resultere i en sekundærrespons, som handler om endringer i metabolismen, og fører til økt nivå av glukose i blodet, og reduserer nivået av glukogen i vevet. Denne responsen fører også til endringer i metabolismen, som forstyrrer nitrogenbalansen og oksygeninntaket (Dmitrieva, 2021). Dette fører deretter til tertiærresponsen som inkluderer redusert vekst og reproduksjon der gytingen og klekkesuksessen blir påvirket (Døving og Reimers, 1992). Denne responsen fører også til høyere risiko for sykdom, da immunforsvaret blir svekket. Videre vil det føre til adferds forandringer, som aggresjon (Dmitrieva, 2021).

Det finnes empirisk bevis hos fisk, som tyder på at flere stressfaktorer kan virke sammen på en synergistisk måte. Det innebærer at når flere stressfaktorer påvirker fisken samtidig, vil den samlede effekten være større enn summen av de individuelle stressfaktorene (Szewczyk et al., 2024). Med andre ord, kombinasjonen av ulike stresskilder, som for eksempel notvask og sykdom, kan forårsake akkumulert stress, som gir mer negative konsekvenser, enn hva hver av faktorene ville gjort alene.

## Appetitt og Fôring

Fisken er avhengig av næring og energi for å overleve, og om dette behovet ikke blir fylt vil det kunne endre adferden til laksen. Det er adferd som frustrasjon, lidelse og redusert velferd. Riktig næring er viktig for å sikre god vekst, fysiologisk funksjon og helse (Noble et al., 2018).

For individer og grupper fisk vil appetitten variere fra dag til dag, og dermed vil ikke lav appetitt direkte bety dårlig velferd. Appetitten til fisken påvirkes av flere faktorer, som vanntemperatur, dagslengde, oksygenmetning og helsetilstanden til fisken. Eksponering til ulike stressorer vil også kunne påvirke appetitten. Som en velferdsindikator kan tiden det tar for appetitten å komme tilbake fra en stressfaktor bli brukt (Noble et al., 2018).

Fôr er av de største utgiftene innen oppdrettsnæringen. Derfor er det viktig å fôre etter fiskens appetitt, for å unngå under- eller overfôring (Paulsen og Skoglund, 2023). Ved bruk av kamera i merden kan appetitten blir overvåket, og fôringen bli tilpasset. Overfôring er problematisk ved at det fører til dårligere vannkvalitet, på grunn av fôrpellets som ikke blir spist (Noble et al., 2018). I oppdrett kan det av og til være nødvendig å implementere sulting av laks, spesielt under prosesser som slakting, transport og avlusning. Under forhold hvor oksygennivåene er lave eller andre miljømessige forhold suboptimale, kan sulting være et strategisk tiltak for å opprettholde fiskevelferden og minimere dødelighet. Forskning utført av Noble et al. (2018) indikerer at laks under sulting viser mindre aggressiv atferd og forårsaker færre skader sammenlignet med laks som underfôret. Dette kan trolig tilskrives redusert konkurranse om ressurser, som igjen fører til bedre velferd enn ved situasjoner med underfôring og høy konkurranse (Noble et al., 2018).

## Materiale og metode

I dette studiet ble en rekke datasett analysert for å se om notvask påvirker fisken, og til hvilken grad. For å undersøke notvaskens effekt på oppdrettsfisk, samarbeidet gruppen med selskapet Frøy, som skaffet gruppen data fra tre forskjellige oppdrettsanlegg, eid av et større norsk oppdrettsselskap. Oppdrettsanleggene blir kalt A, B og C, for å anonymisere oppdrettsselskapet. Lokalitet A og B befinner seg i Møre og Romsdal, mens anlegg C er i Troms. Datasettene starter ved utsett 1. juni 2023 og varer til 30. september 2023.

I korte trekk ble resultatene produsert på følgende måte:

### 1) Innhenting av rådata

- Faktisk utføring, Forventet utføring, antall, dødstall, miljø og biomasse.
- Tidspunkter hvor notvask har blitt utført.
- Andre hendelser ved anlegget, avlusning, flytting av fisk.

### 2) Organisere datamaterialet

- Dele opp fiskegrupper og hendelser

### 3) Analysere data

- Utarbeide grafer for hver enkelt fiskegruppe.
- Bruke fargekodede linjer for å markere tidspunkter for ulike operasjoner.
- Telle manuelt hvor mange ganger grafene med forventet og faktisk forbruk synker, øker eller holder seg nøytralt.

### 4) Registrering av funn

- Dokumentere resultater og innsikt fra grafanalysen.
- Sammenligne resultater på tvers av fiskegruppene.

## Datakilder

Dataen i dette studiet ble primært hentet fra tre kilder:

Hoveddataen gruppen brukte var Excel-filer levert av Frøy. Disse filene inneholdt detaljert informasjon om de ulike fiskegruppene ved de tre oppdrettsanleggene. Datasettene inkluderte variabler som antall fisk, antall døde, forventet og faktisk fôringsmengde, biomasse, og ulike miljøparametere.

Naviaq er et nettsted Frøy har gitt oss tilgang til. Fra dette nettstedet ble det innhentet data relatert til notvask, inkludert datoer og rapporter. Rapportene er med på å gi innsikt over hvordan situasjonen på anlegget er før og etter notvask, som kan tas med i beregningene. På nettstedet finnes det også videoer fra de ulike notvaskene, som kan visualisere begroingens tilstand.

Nettstedet BarentsWatch ble også brukt for å supplere analysen. Her ble det innhentet informasjon om stressinduserende hendelser, som for eksempel avlusning, som kan ha påvirket fiskegruppene i den aktuelle perioden. Disse hendelsene ble verifisert med Frøy.

## Dataprosessering og analysemetode

Datasettene ble nøye organisert uten å endre på de opprinnelige dataene. Dette bidrar til at analysen er basert på autentiske verdier fra hver fiskegruppe.

For å visualisere dataene og identifisere eventuelle anomalier, ble det utarbeidet grafer for hver fiskegruppe basert på de ulike datasettene. På disse grafene brukes x-aksen som tidslinje, mens y-aksen representerer variabler som fôringsmengde eller antall.

For å tydeliggjøre tidspunktene for ulike stressfaktorer, ble det i grafene benyttet fargekodede linjer normalt på x-aksen. Dette tilrettelegger for en direkte sammenligning mellom notvask og andre potensielle stressfaktorer, og deres samlede effekt på fiskegruppene.

Grønn strek markerer tidspunkt for notvask, mens rød strek viser at en avlusning har funnet sted.

Det ble utført manuell telling av antall nedganger, oppganger og nøytrale perioder i faktisk fôring i alle grafene med forventet og faktisk fôrbruk. Resultatene av dette ble dokumentert i en Excel-tabell for å gjøre det oversiktlig.

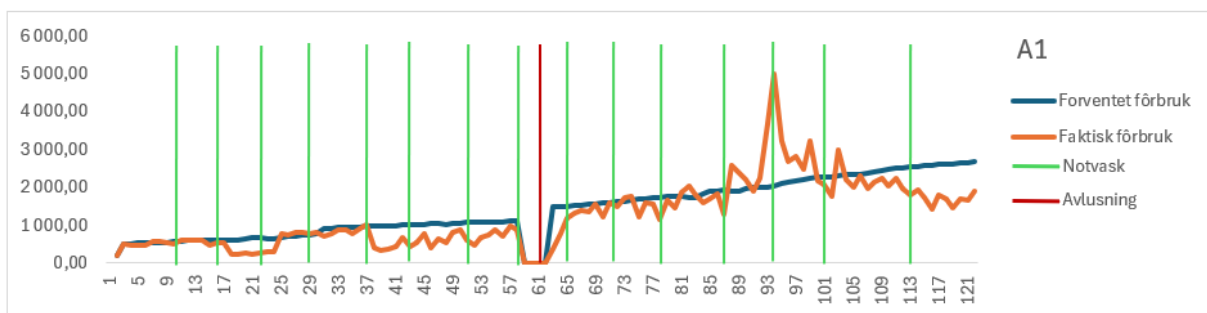


## Resultat

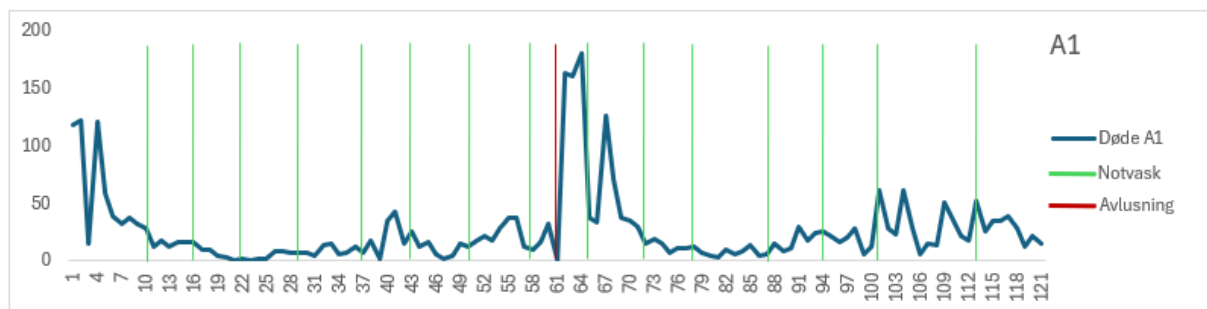
I resultatet vil funnene fra dataanalysen bli presentert i form av grafer. Ikke alle fiskegruppene er tatt med i resultatdelen på grunn av mengden data, men grafer for alle fiskegruppene finnes i figur-avsnittet. Grafene blir framstilt lokalitetsvis, hvor faktisk kontra forventet fôring, antall døde og biomasse for fiskegruppene ved lokaliteten analyseres. Videre blir det utført manuell telling av notvask hvor fôringsgrafene blir analysert ved hver utført notvask. Etter analysen vil de viktigste funnene fra analysen fremheves.

### Lokalitet A

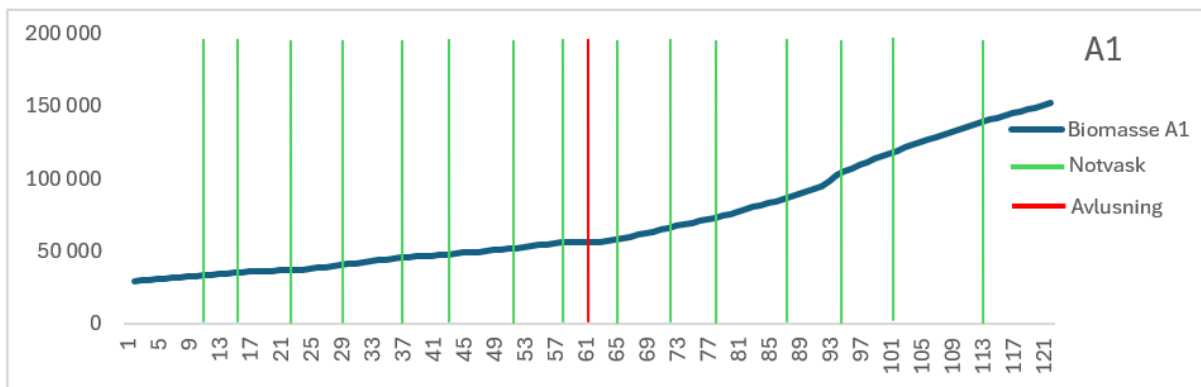
Grafene under er fra lokalitet «A», fiskegruppe 1, og viser forventet og faktisk fôrbruk, antall døde og biomasse, henholdsvis, og vil ha lik struktur videre for de andre fiskegruppene.



Figur 2 Forventet og faktisk fôrbruk, fiskegruppe A1



Figur 3 Antall døde, fiskegruppe A1

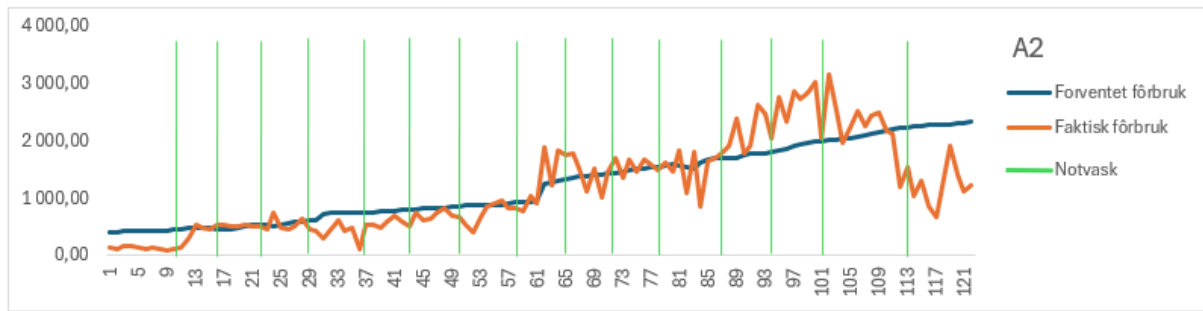


Figur 4 Biomasse, fiskegruppe A1

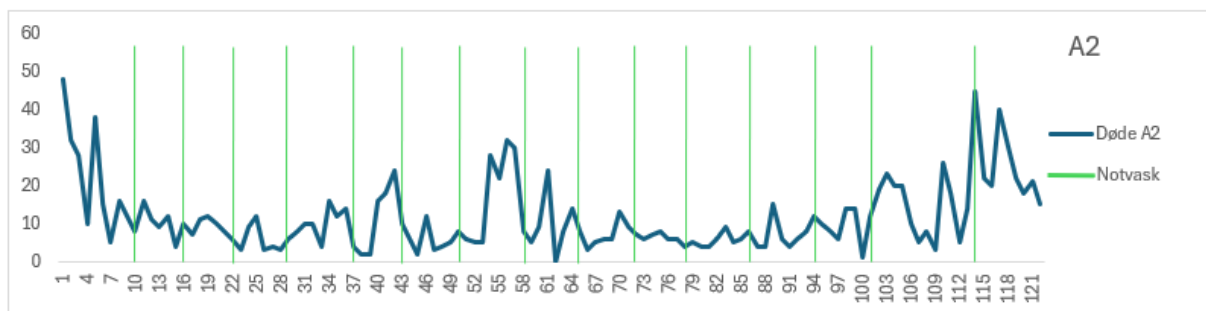
Figur 2 viser avvik mellom forventet og faktisk fôrbruk i periodene dag 17-24, 37-57, 93, og fra dag 105 og utover. Fra dag 59 til 62 ble fisken sultet i forbindelse med avlusning. Avviket på dag 93 skyldes kalibrering av fôringen ifølge Hermund Otterlei, prosjektleder for Frøy (samtale på kontor hos Frøy, 25. april 2024). Lignende funn er observert for flere av fiskegruppene ved dette anlegget, samt for anlegg B. Mot slutten av dataintervallet, fra dag 105, viser grafen en nedgang som vedvarte som et avvik over lengre tid.

Figur 3 viser antallet døde for A1 over tidsperioden. Grafen viser en høyere dødelighet i starten rett etter at fisken har blitt satt ut, noe som går igjen i mange av grafene for antall døde. Videre er det en økning i antall døde på dagene 40 og 55-56, et signifikant utslag direkte etter avlusning hvor dødeligheten var høy i et par dager. Etter avlusningen faller antallet døde betraktelig på dag 64, men danner en ny topp på dag 67, to dager etter den første notvasken etter avlusningen. Mot slutten viser grafen en langvarig forhøyet dødelighet som starter på dag 101 og varer til dag 116. Dette tidsrommet sammenfaller med nedgangen i den faktiske fôrbruken.

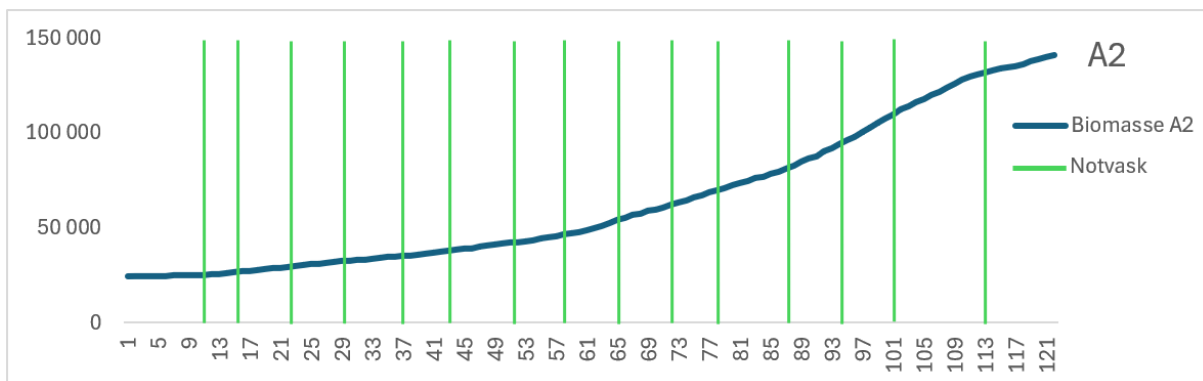
Figur 4 viser at biomassen for A1 har en stabil økning gjennom dataintervallet. Biomassen står imidlertid stille i perioden dag 59-62, samme periode som fisken ble sultet i forbindelse med avlusning. Grafen viser også en større økning enn normalt på dag 93. Mot slutten av tidsintervallet, rundt dag 100, flater stigningstallet litt ut, noe som samsvarer med nedgangen i den faktiske fôrbruken.



Figur 5 Forventet og faktisk fôrbruk, fiskegruppe A2



Figur 6 Antall døde, fiskegruppe A2

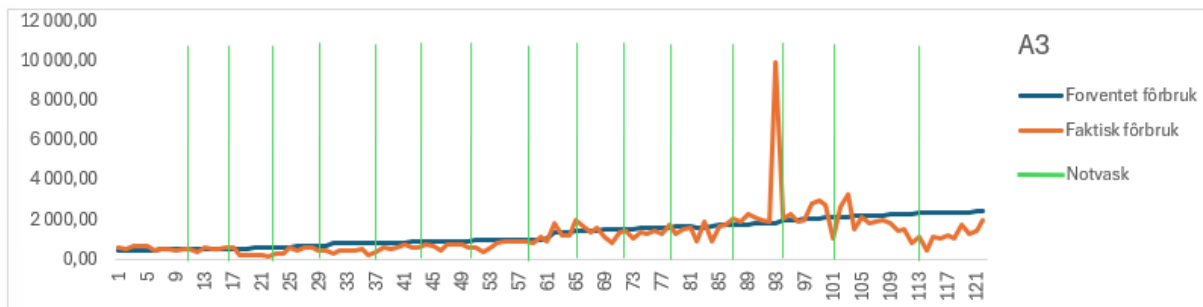


Figur 7 Biomasse, fiskegruppe A2

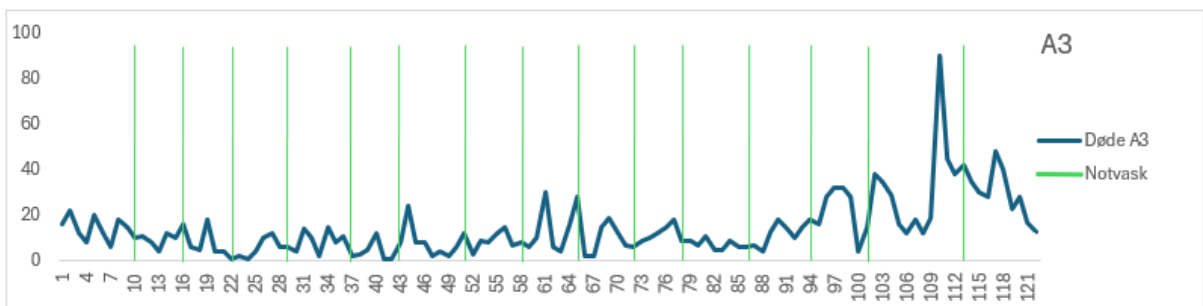
Figur 5 viser at grafen for den faktiske fôrbruken hos A2 holder seg tett på den forventede fôrbruken, men har noen observerbare avvik. I starten er den faktiske fôrbruken svært lav frem til dag 11. På dag 29 faller den faktiske fôrbruken i forhold til den forventede og forblir lavere frem til dag 54. På dag 61 overstiger den faktiske fôrbruken den forventede frem til dag 67, hvor den igjen holder seg tett på forventet fôrbruk. Fra dag 89 til dag 102 ligger den faktiske fôrbruken betydelig over den forventede, men hos A2 er det ingen signifikant økning rundt dag 90. Etter dag 102 viser grafen en nedadgående trend i faktisk fôrbruk som varer til slutten av tidsperioden. Denne nedgangen er tydeligere hos A2 enn hos A1.

Figur 6 viser grafen for antall døde i fiskegruppe A2. Som hos A1 er dødeligheten høy i starten ved utsett av fisk. I motsetning til A1 er det ingen signifikante utslag i antall døde hos A2, og dødeligheten er generelt lav gjennom hele tidsperioden. Rundt dag 55 er det en liten økning i antall døde, selv om denne fiskegruppen ikke har blitt behandlet for lus. I tillegg er det en oppadgående trend i dødelighet mot slutten, likt som hos A1, fra dag 109. Grafen viser også at det har vært en lengre periode mellom notvask her, og på dag 113, ved notvask, oppstår en topp i dødelighet som forblir relativt høy sammenlignet med tidligere i perioden.

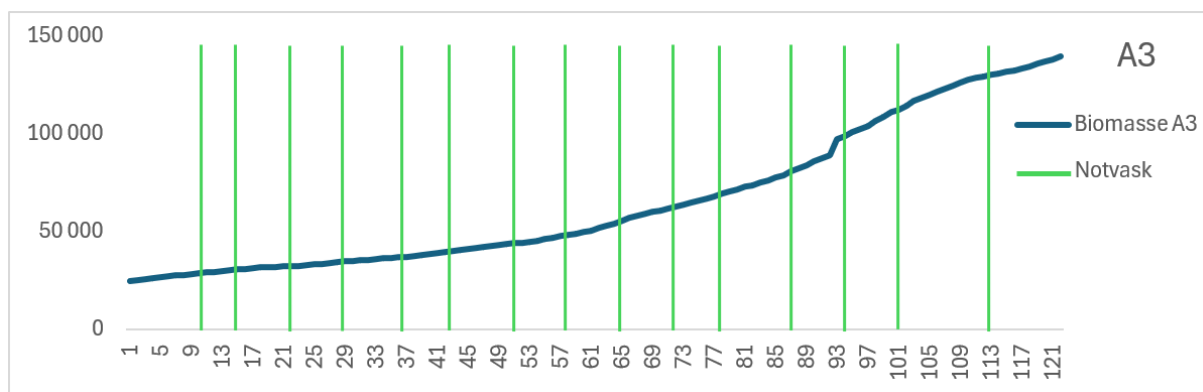
Figur 7 viser at biomassen for fiskegruppe A2 har en jevn økning gjennom hele tidsperioden. Denne fiskegruppen har ikke blitt sultet og har derfor ingen periode med stagnasjon i biomassen. Selv om fiskegruppen ikke hadde en høy topp som A1, hadde den en lengre periode med høyt forbruk. Til slutt flater stigningstallet for biomassen litt ut mot slutten etter dag 110.



Figur 8 Forventet og faktisk forbruk, fiskegruppe A3



Figur 9 Antall døde, fiskegruppe A3

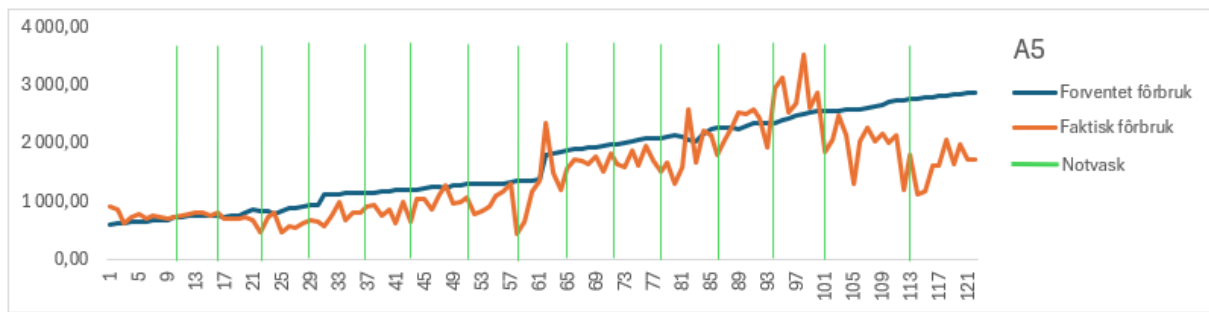


Figur 10 Biomasse, fiskegruppe A3

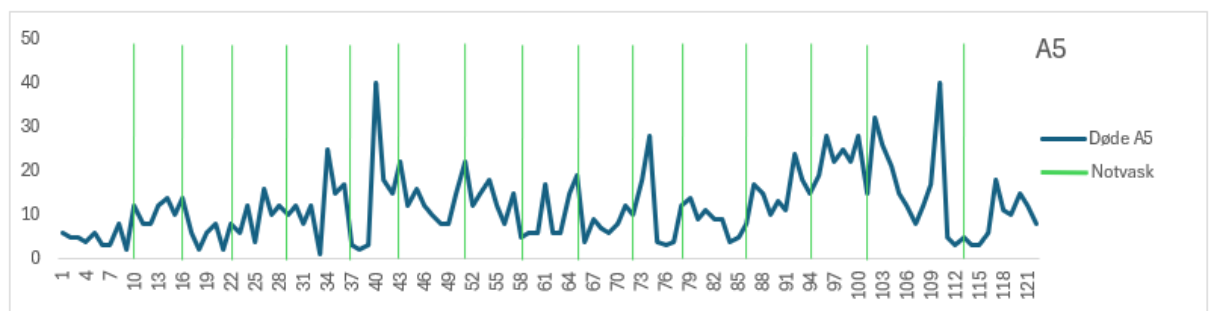
Figur 8 viser at fôringsgrafene til A3 har samme nedgang på dag 17 som A1, og varer like lenge før den går opp igjen. Videre har denne fiskegruppen også en nedgang fra dag 29 til 39. Etter dette holder grafene for faktisk fôrbruk seg nokså tett på grafene for forventet fôrbruk frem til dag 92. På dag 93 er det en stor topp, trolig på grunn av kalibreringen av fôringen. På dag 101 viser grafene en signifikant nedgang samme dag som notvask utføres, etterfulgt av en tydelig nedadgående trend.

Figur 9 viser at antallet døde for A3 holdes på et lavt nivå uten signifikante toppe frem til dag 100. På dag 101 utføres notvask. Fra fôringsgrafene (figur 8) observeres et tydelig dropp i faktisk fôrbruk, og antallet døde fisk øker dagen etter. Videre utover er dødeligheten høyere, med en stor økning på dag 110.

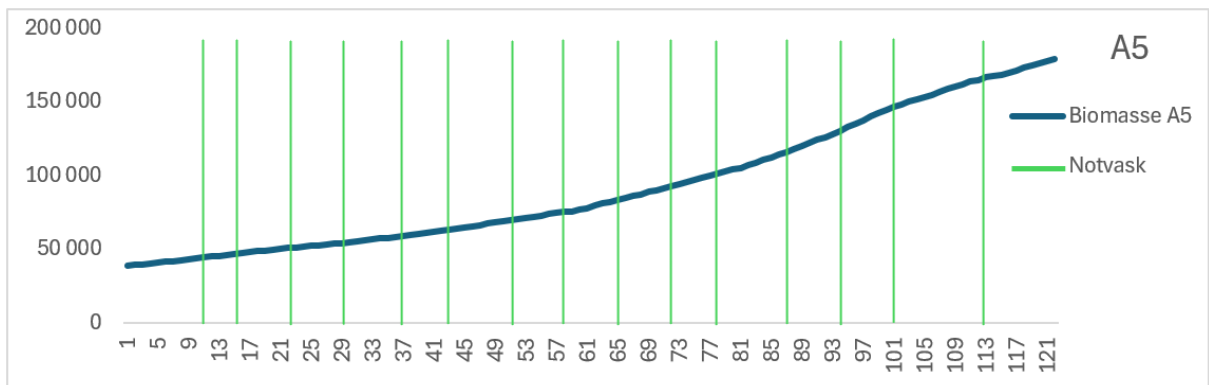
Figur 10 viser at biomassen for fiskegruppen A3 følger samme trend som hos A2 for det meste. I likhet med A2 har ikke A3 noen periode uten stigning, da denne fiskegruppen heller ikke har blitt sultet. Biomassen til A3 har en enda høyere stigning på dag 93 på grunn av den høye toppen i faktisk fôrbruk. A3 flater deretter ut mer enn A2 frem til dag 117, hvor den får større stigning igjen.



Figur 11 Forventet og faktisk förbruk, fiskegruppe A5



Figur 12 Antall døde, fiskegruppe A5

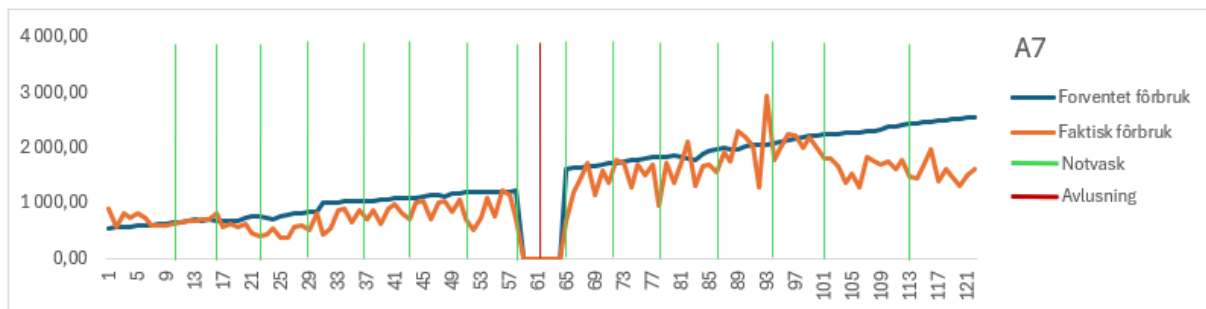


Figur 13 Biomasse, fiskegruppe A5

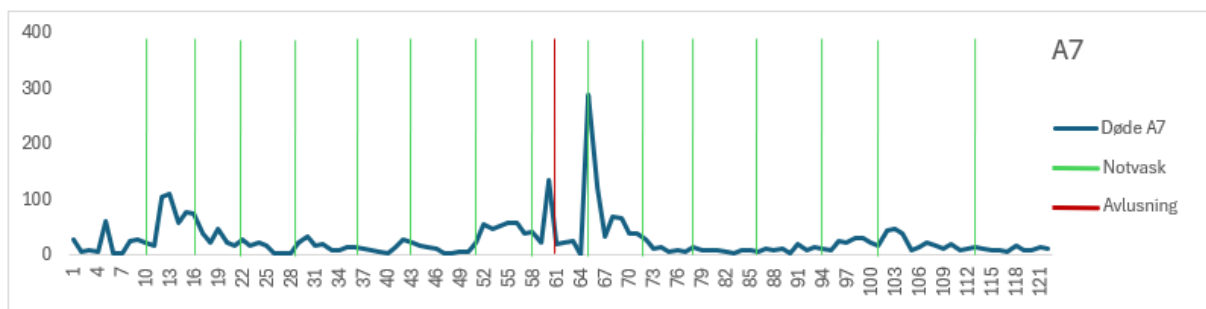
Figur 11 viser at grafen for den faktiske förbruken til fiskegruppe A5 har lite avvik fra den forventede förbruken, men ligger ofte lavere. På dag 58 er det notvask samme dag som den faktiske förbruken dropper. Fra dag 94 til 100 er den faktiske förbruken høyere enn den forventede, men går deretter inn i en nedadgående trend, lik de andre fiskegruppene på dette anlegget. På dag 101 er det notvask, noe som resulterer i en tydelig nedgang i faktisk förbruk.

Figur 12 viser at antallet døde for fiskegruppe A5 holdes relativt lavt, likt som for A2 og A3, men får en liten topp allerede på dag 40. En ny topp oppstår på dag 110, likt som for fiskegruppe A3.

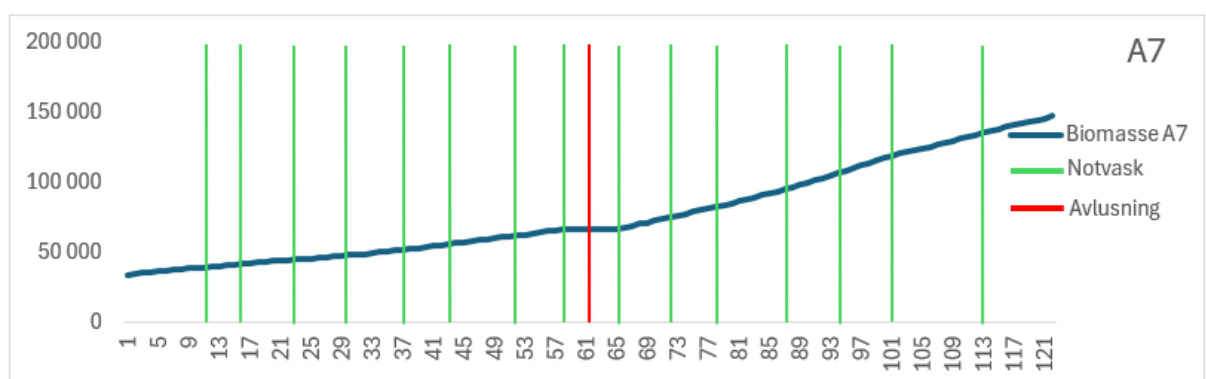
Figur 13 viser at biomassen for A5 har en jevn stigning frem til dag 101, hvor det kan antydes en liten nedgang utover. Nedgangen etter dag 101 er mindre signifikant hos A5 enn hos A2 og A3, og minner mer om hvordan biomassen utviklet seg hos A1 i denne perioden.



Figur 14 Forventet og faktisk fôrbruk



Figur 15 Antall døde, fiskegruppe A7



Figur 16 Biomasse, fiskegruppe A7

Figur 14 viser fiskegruppe A7, som har blitt behandlet mot lus og dermed sultet. Likt som A5 holder grafen for den faktiske fôrbruken seg tett på den forventede fôrbruken, men også ofte

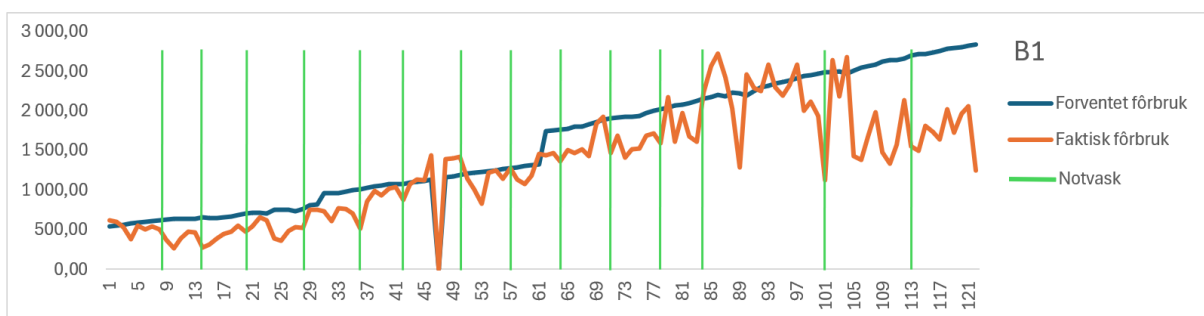
litt lavere. Det er en liten økning ved dag 93, men deretter går den inn i en nedadgående trend, i likhet med de andre fiskegruppene på lokalitet A.

Figur 15 viser antallet døde for A7, som skiller seg fra de andre fiskegruppene på lokalitet A. I starten, hvor det generelt sett har vært høy dødelighet, er dette ikke tilfelle for A7. Det er kun én dag med økt antall døde litt senere, på dag 5. Videre får fiskegruppen en ny økning i antallet døde mye tidligere enn de andre gruppene, ved dag 12, som gradvis avtar og normaliserer seg. Neste økning samsvarer med avlusningsprosedyren ved dag 61. Etter dette faller dødeligheten betraktelig frem til dag 65. På dag 65 gjennomføres notvask, og samtidig oppstår en stor topp i dødeligheten på 288. Dette mønsteret minner om notvasken etter avlusningen hos A1. Videre flater grafen seg ut med dødelighet på et lavt nivå. I tillegg har ikke fiskegruppe A7 den samme økningen i antall døde fra dag 101 og utover.

Figur 16 viser at biomassen til A7 har en jevn, nesten lineær økning gjennom hele tidsperioden datanalysen dekker. På grunn av behandlingen mot lus påvirkes biomassen av sulteperioden, slik at grafen har null stigning i denne perioden. Grafen for biomassen til A7 har ikke den samme avtakende stigningstrenden mot slutten av perioden, etter dag 101.

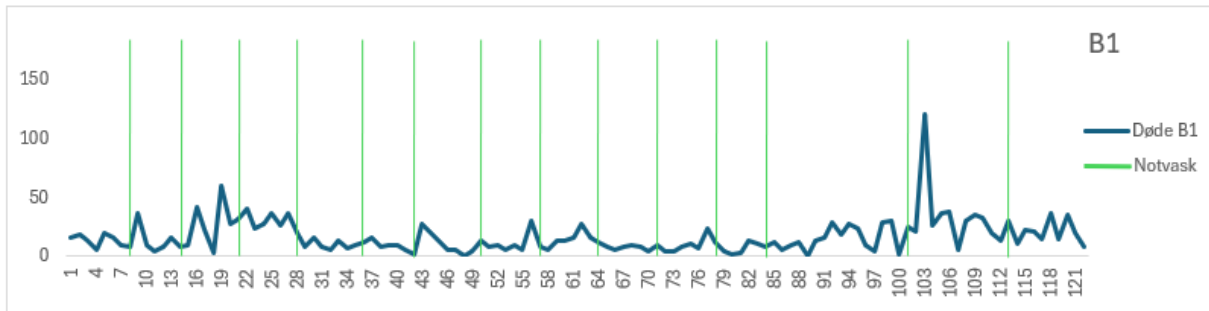
## Lokalitet B

Grafene under er fra lokalitet «B», fiskegruppe 1, og viser forventet og faktisk fôrbruk, antall døde og biomasse, henholdsvis, og vil ha lik struktur videre for de andre fiskegruppene.

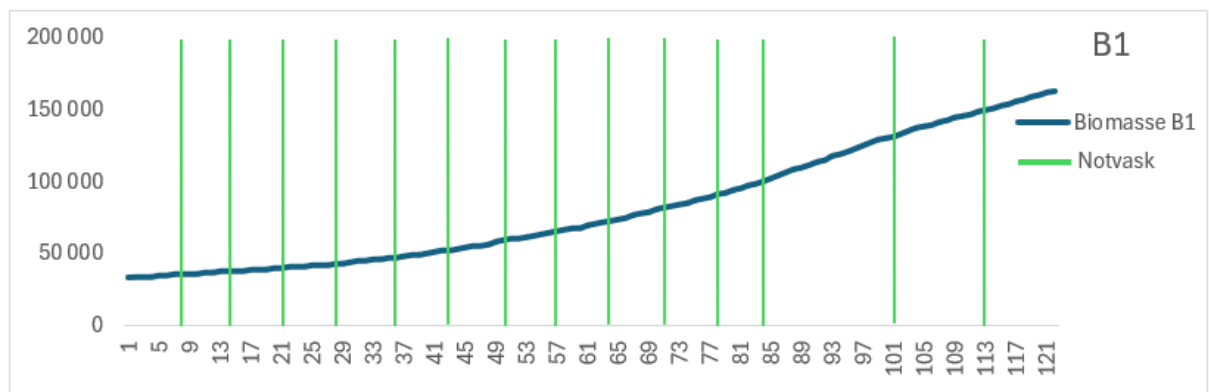


Figur 17 Forventet og faktisk fôrbruk, fiskegruppe B1





Figur 18 Antall døde, fiskegruppe B1

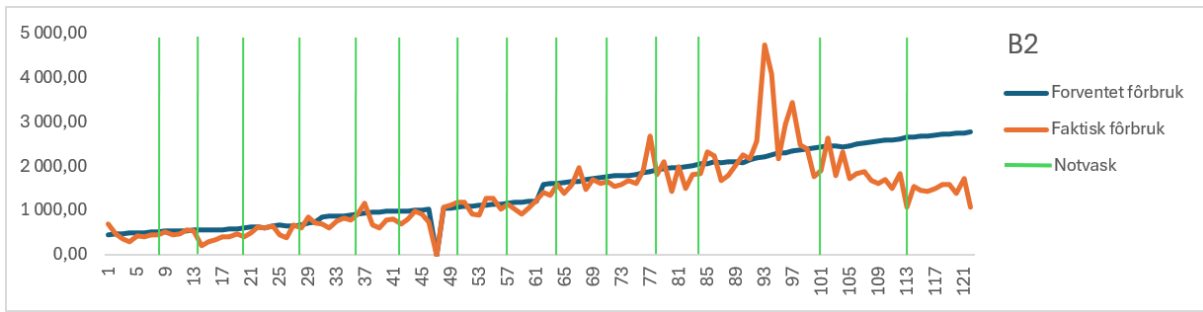


Figur 19 Biomasse, fiskegruppe B1

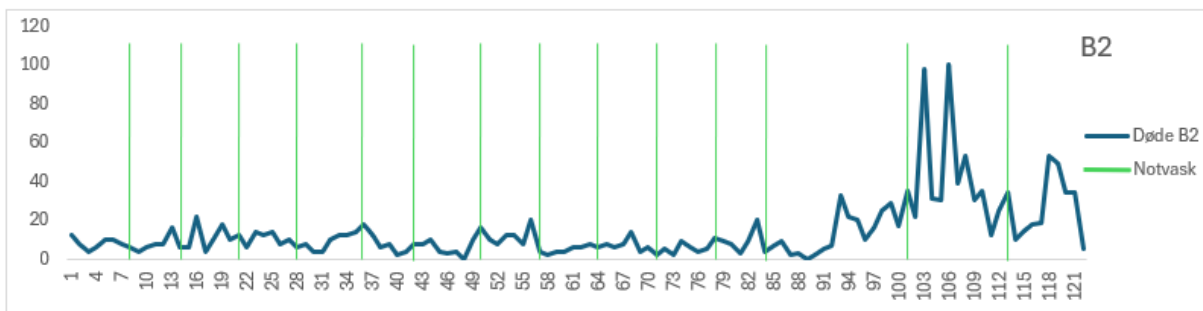
Figur 17 viser at den faktiske fôrbruken hos fiskegruppe B1 ligger nokså tett på, men ofte litt under, den forventede fôrbruken gjennom store deler av dataintervallet. Etter første og andre notvask synker den faktiske fôrbruken samtidig. På dag 47 er både faktisk og forventet fôrbruk null, som for alle fiskegrupper på denne lokaliteten. Etter notvasken på dag 84 blir det ikke utført notvask frem til dag 101. På dag 101 er det et signifikant dropp i faktisk fôrbruk, etterfulgt av en nedadgående trend resten av tidsperioden.

Figur 18 viser at antallet døde hos fiskegruppe B1 stort sett holder seg på et lavt og jevnt nivå. I perioden fra dag 16 til dag 27 er antallet døde noe høyere. På dag 103 er det en stor økning i antallet døde, to dager etter den første notvasken siden dag 84. Resten av tidsperioden er dødeligheten jevnt litt høyere, med en ny liten økning ved notvasken på dag 113.

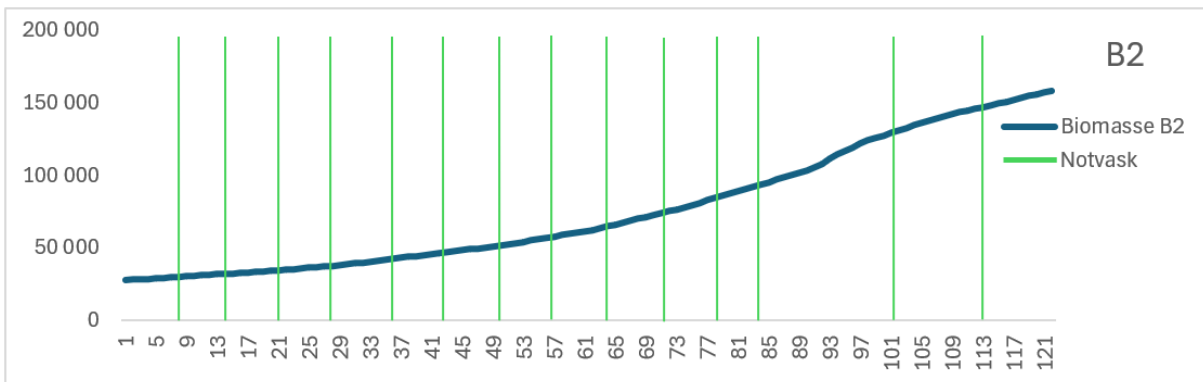
Figur 19 viser at biomassen til B1 har en jevn eksponentiell økning frem til dag 103. Etter dag 103 synker stigningstallet noe og grafen flater litt ut.



Figur 20 Forventet og faktisk forbruk, fiskegruppe B2



Figur 21 Antall døde, fiskegruppe B2



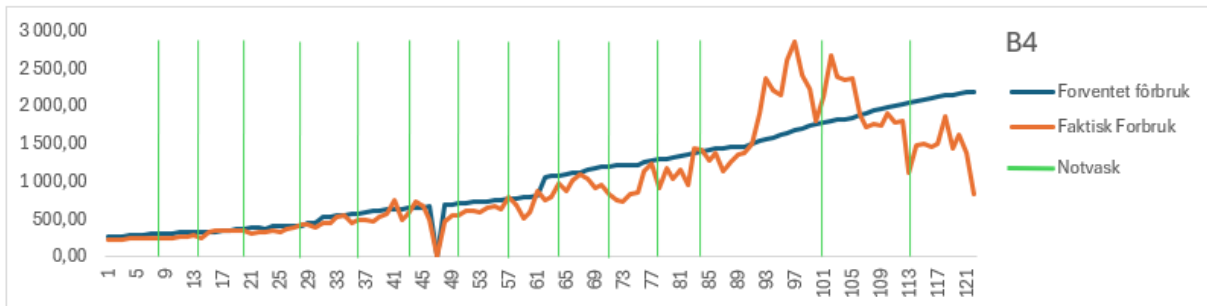
Figur 22 Biomasse, fiskegruppe B2

Figur 20 viser at grafen for den faktiske forbruken hos fiskegruppe B2 ligger svært tett på grafen for den forventede forbruken, uten særlige avvik. Det er et lite dropp i faktisk forbruk etter den andre notvasken på dag 13. På dag 93 er det en stor økning i den faktiske forbruken, sannsynligvis på grunn av kalibreringen av føringen, lik økningen rundt dag 90 ved lokalitet A. Grafen for den faktiske forbruken synker og når en bunn på dag 100, og fortsetter å synke etter dag 102, ut tidsperioden analysen dekker. Siste notvask utføres på dag 113, som også markerer en bunn i den faktiske forbruken.

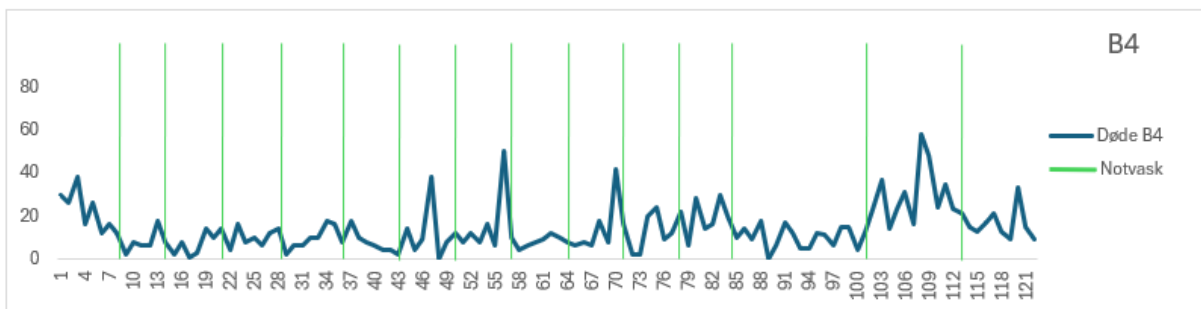
Figur 21 viser at antallet døde for B2 holdes lavt og jevnt gjennom store deler av tidsperioden, likt som for B1. På dag 101 utføres det notvask, og samtidig øker grafen for antall døde,

etterfulgt av to større økninger på dagene 103 og 106. Grafen synker deretter, men øker igjen på dag 113 ved siste notvask. En siste signifikant økning oppstår på dag 119.

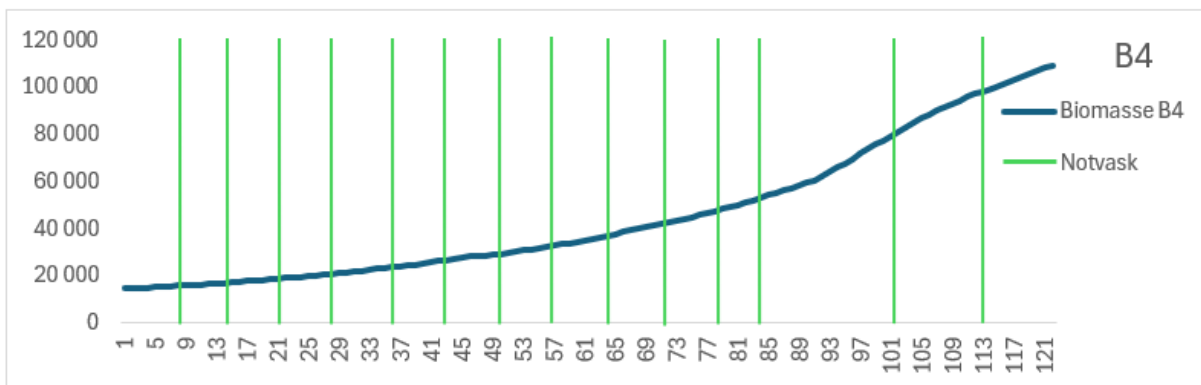
Figur 22 viser at biomassen til fiskegruppe B2 følger en lignende trend som hos B1. B2 skiller seg ut med en kraftigere økning på dag 93, og kurven flater ut tidligere i tidsforløpet. Grafen for biomassen til B2 begynner å flate ut allerede etter dag 93.



Figur 23 Forventet og faktisk fôrbruk, fiskegruppe B4



Figur 24 Antall døde, fiskegruppe B4



Figur 25 Biomasse, fiskegruppe B4

Figur 23 viser at grafen for den faktiske fôrbruken til fiskegruppe B4, likt som for B2, holder seg tett på grafen for forventet fôrbruk store deler av tidsperioden. Fra dag 67 til dag 75 er det

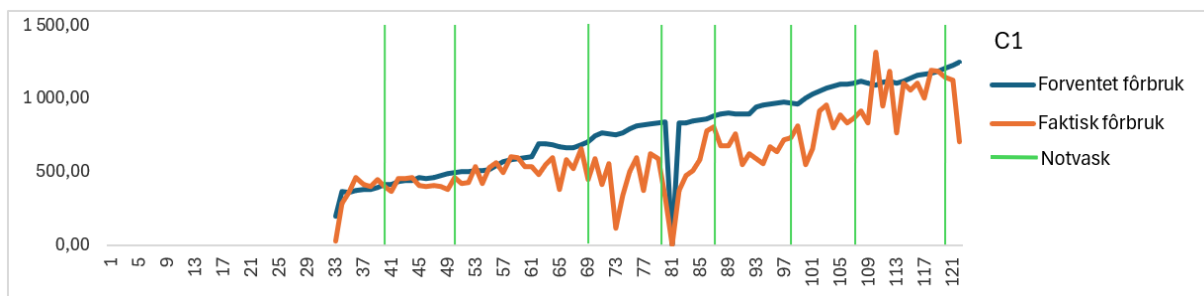
en periode med lavere faktisk fôrbruk. På dag 93 øker den faktiske fôrbruken, likt som hos B2, men når en høyere topp på dag 97, noe B2 ikke gjør. På dag 100 dropper den faktiske fôrbruken, og det utføres notvask på dag 101. Grafen øker igjen på dag 102. Etter dag 102 synker den faktiske fôrbruken og forblir i en synkende trend resten av tidsperioden. Siste notvask utføres på dag 113, som resulterer i en ny signifikant bunn i den faktiske fôrbruken.

Figur 24 viser at grafen for antallet døde hos B4 også holdes på et lavt og jevnt nivå. Det er ingen spesielt signifikante økninger i antallet døde for fiskegruppe B4. I starten er dødeligheten litt høyere sammenlignet med B1 og B2. Det er en liten økning i antallet døde på dag 47, etterfulgt av notvask på dag 49. En ny, litt større økning oppstår på dag 56, rett før notvasken på dag 57.

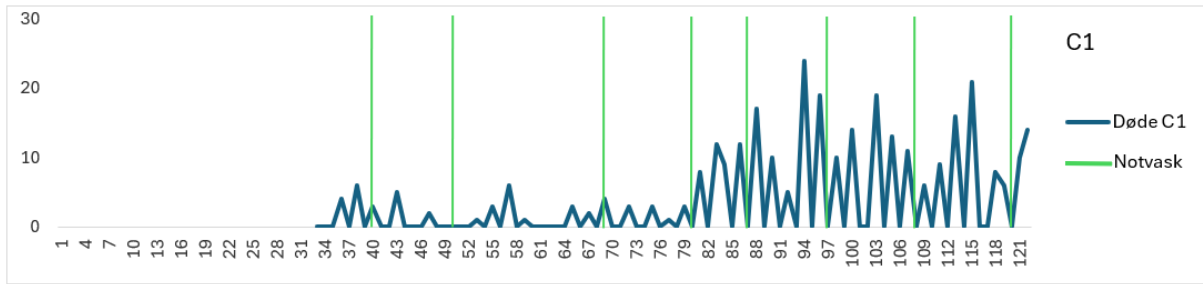
Figur 25 viser at biomassen til fiskegruppe B4 følger samme trend som B2. Kurven til B4 opprettholder en litt høyere stigning mot slutten av tidsperioden, men ellers er den svært lik B2, med unntak av at den totale biomassen er noe høyere i B2.

## Lokalitet C

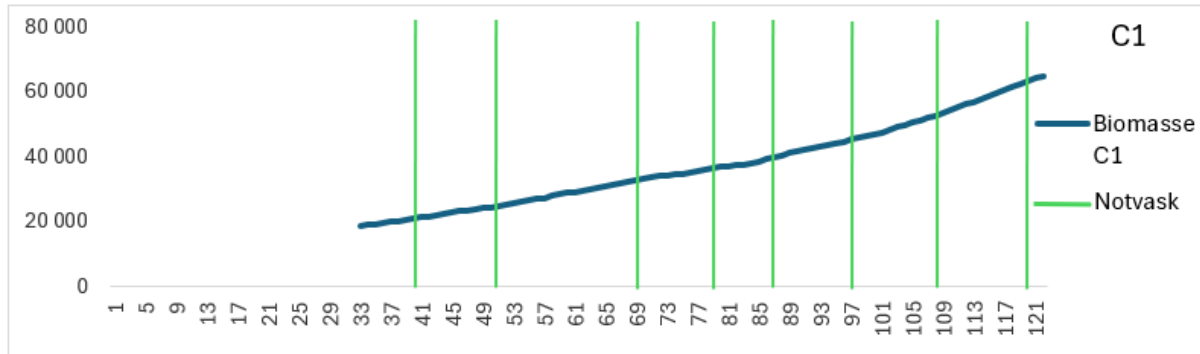
Grafene under er fra lokalitet «C», fiskegruppe 1, og viser forventet og faktisk fôrbruk, antall døde og biomasse, henholdsvis, og vil ha lik struktur videre for de andre fiskegruppene.



Figur 26 Forventet og faktisk fôrbruk, fiskegruppe C1



Figur 27 Antall døde, fiskegruppe C1

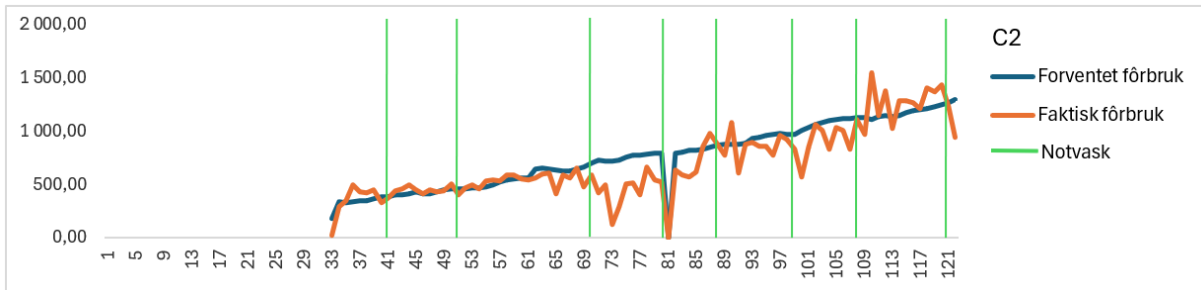


Figur 28 Biomasse, fiskegruppe C1

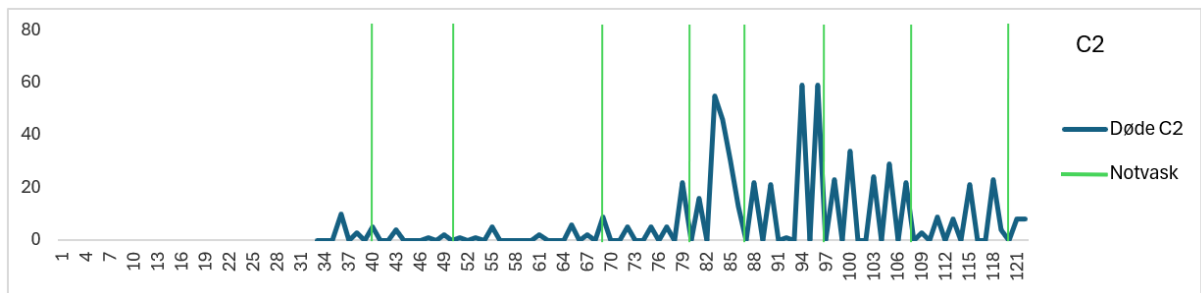
Figur 26 viser at fiskegruppen C1 ankom anlegget på dag 33, så grafene for denne gruppen starter fra denne datoen. Dette gjelder også for fiskegruppe C2. På anlegg C går det lengre tid mellom hver notvask, spesielt mellom dag 50 og 69, og dag 107 og 120. Grafen for den faktiske fôrbruken til C1 ligger tett opp til den forventede fôringskurven i starten av dataintervallet. Etter tredje notvask på dag 69, hvor det hadde gått 19 dager siden forrige notvask, viser den faktiske fôringsgraf en merkbar nedgang. Dette er synlig for alle fiskegruppene ved anlegg C, men spesielt tydelig for de som ankom senere. På dag 81 er både faktisk og forventet fôrbruk satt til null for alle fiskegruppene, noe som indikerer sulting denne dagen. Etter dag 81 ligger den faktiske fôrbruken betydelig under den forventede fôrbruken frem til dag 110, hvor den stabiliserer seg rundt den forventede mengden. På dag 100 er det en ytterligere nedgang i faktisk fôrbruk, to dager etter notvask på dag 98. Det samme skjer på dag 120.

Figur 27 viser at grafene for antall døde ved anlegg C har en tendens til å være null annenhver dag, men ikke alltid. Dette gjør at grafen ser "piggete" ut. Antallet døde i fiskegruppe C1 holder seg lavt over hele tidsperioden, men øker litt etter dag 80. Det er også en litt høyere dødelighet i starten i forbindelse med utsetting av fisk.

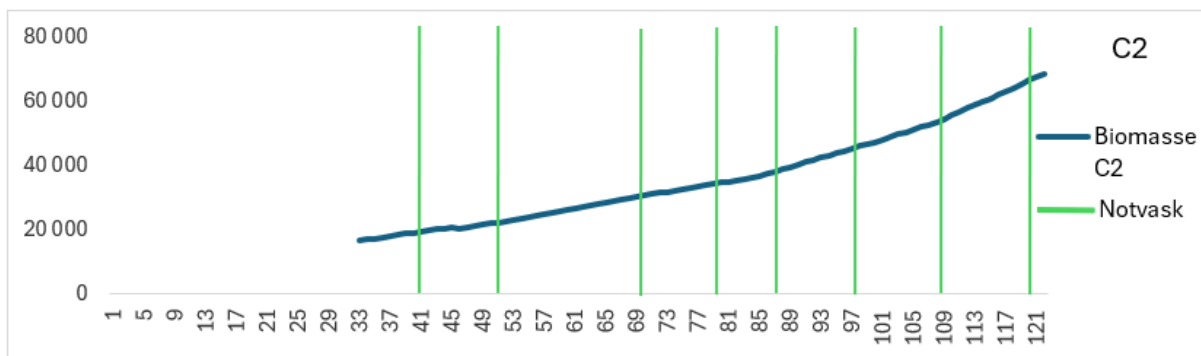
Figur 28 viser at biomassen til C1 har en jevnt økende, svakt eksponentiell kurve over hele tidsperioden. Fiskegruppe C1 har ikke en avtagende stigning mot slutten av perioden etter dag 90-100, slik som lokalitet A og B hadde.



Figur 29 Forventet og faktisk forbruk, fiskegruppe C2



Figur 30 Antall døde, fiskegruppe C2



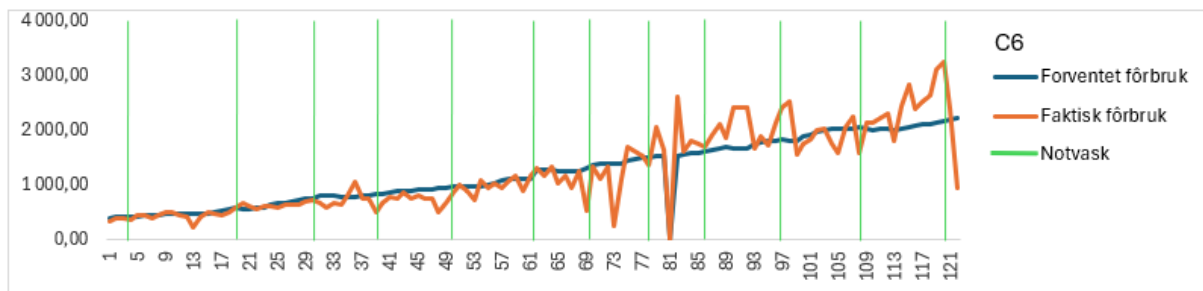
Figur 31 Biomasse, fiskegruppe C2

Figur 29 viser at fiskegruppe C2 ankom anlegget på dag 33 og oppfører seg likt som C1 frem til dag 81. C2 opplever samme fall i faktisk forbruk etter den tredje notvasken. Etter dag 81 har ikke C2 det samme problemet som C1, hvor den faktiske forbruken lå betydelig under den forventede forbruken. C2 har et lignende dropp i faktisk forbruk på dag 100, etter notvasken

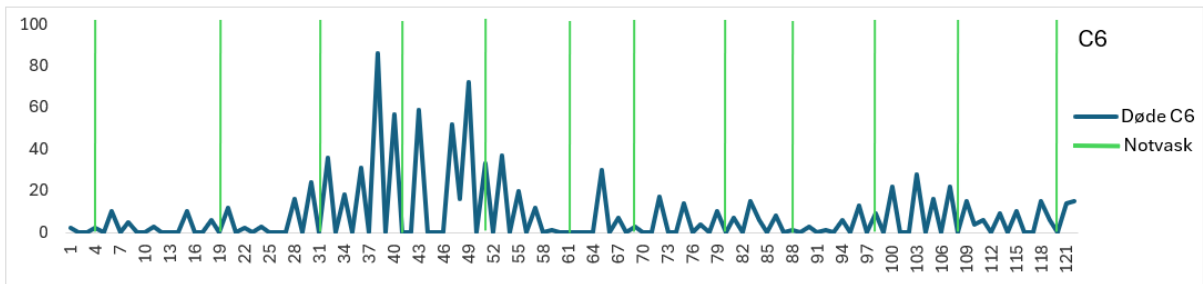
på dag 98. C2 viser også en nedgang i faktisk fôrbruk etter dag 120, sammenfallende med notvask, likt som C1.

Figur 30 viser at antallet døde for fiskegruppe C2 følger samme trend som C1, med noe høyere dødelighet i starten, og en økning etter dag 80. Antallet døde hos C2 er betydelig høyere enn hos C1, spesielt etter dag 80.

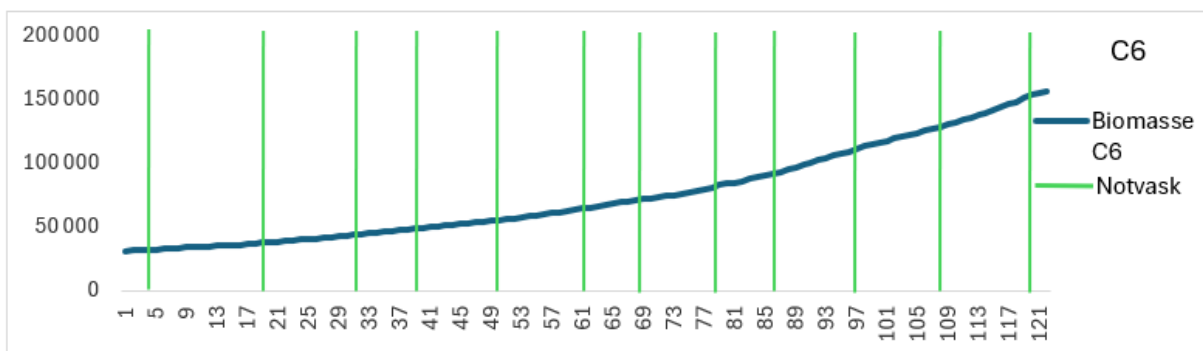
Figur 31 viser at biomassen til C2 følger samme trend som C1, uten merkbare forskjeller mellom dem.



Figur 32 Forventet og faktisk fôrbruk, fiskegruppe C6



Figur 33 Antall døde, fiskegruppe C6



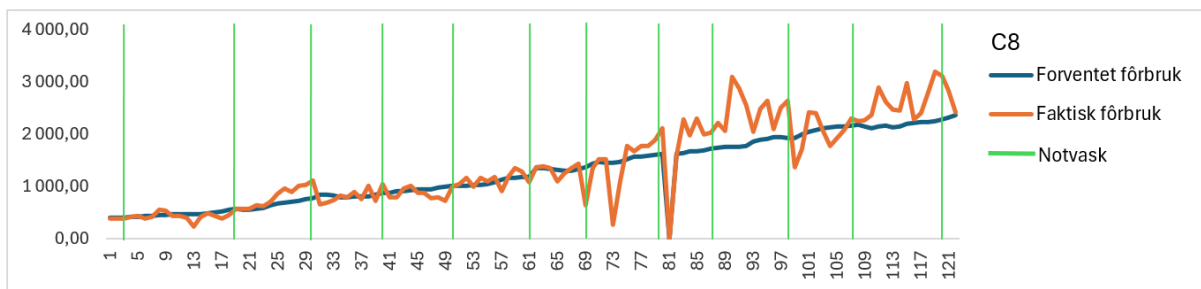
Figur 34 Biomasse, fiskegruppe C6

Figur 32 viser at fiskegruppe C6 ble satt ut samtidig som ved lokalitetene A og B, på dag 1. Grafen for faktisk fôrbruk følger tett på grafen for forventet fôrbruk frem til notvasken på dag

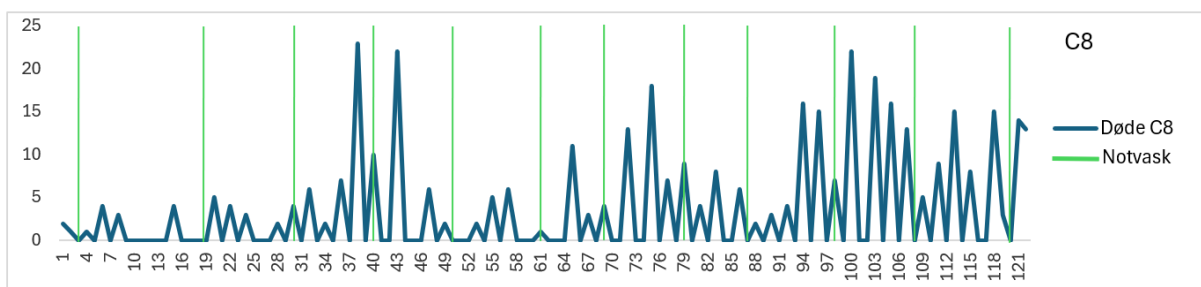
69, hvor den faktiske fôrbruken synker. Dette mønsteret gjentar seg på dag 73. Etter sultingen på dag 81 øker den faktiske fôrbruken og overstiger grafen for forventet fôrbruk. Videre synker den faktiske fôrbruken litt på dag 98 og 108, sammenfallende med notvask på disse dagene. På dag 120, etter notvask, observeres en nedgang i faktisk fôrbruk, som også sees i fiskegruppene C1 og C2.

Figur 33 viser antall døde i fiskegruppe C6. Antallet døde øker fra dag 27 til dag 37, og synker deretter. På dag 65 er det en liten økning i dødeligheten. Mot slutten av perioden, lik de andre fiskegruppene på lokalitet C, er det en forhøyet dødelighet. Denne økningen skjer senere og er mindre uttalt enn i gruppe C2.

Figur 34 viser biomassen til fiskegruppe C6, som starter fra dag 1, i motsetning til dag 33 som i de andre gruppene. Biomassen følger samme trend som fiskegruppene C1 og C2, men flater plutselig ut ved dag 120, noe som sammenfaller med et større enn normalt fall i faktisk fôrmenge.

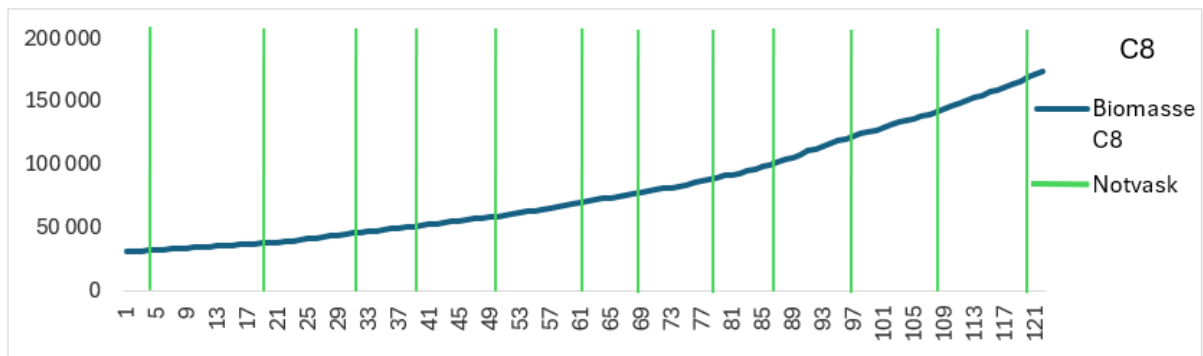


Figur 35 Forventet og faktisk fôrbruk, fiskegruppe C8



Figur 36 Antall døde, fiskegruppe C8





Figur 37 Biomasse, fiskegruppe C8

Figur 35 viser at fôringsgrafene for fiskegruppe C8 følger en lignende trend som fiskegruppe C6. C8 har samme fall i faktisk fôrbruk som C6 på dag 69, 73, 98, 108 og 120, men en mer markant økning i fôrbruk på dag 90.

Figur 36 viser antallet døde for fiskegruppe C6, som holder seg lavt gjennom hele tidsperioden. C8 har, i likhet med C6, en økning i antallet døde rundt dag 40. Hos C6 er det hovedsakelig økninger på dag 38 og 43, og antallet døde er generelt lavere. Etter dag 43 er dødeligheten spesielt lav frem til dag 65, hvor den øker litt. Fra dag 94 og utover er antallet døde noe høyere enn i resten av tidsperioden.

Figur 37 viser biomassen til C8, som følger samme kurve som C6 for det meste. Forskjellen er at biomassen for C8 ikke flater ut mot slutten fra dag 120, slik som for C6.

## Endring i fôrbruk ved notvask

Merd	Synker	Øker	Nøytral		Syker	Øker	Nøytral	Total A	
A1		6	5	3	Sum A:	62	39	31	132
A2		8	0	7	Prosent	47 %	29,50 %	23,50 %	
A3		3	5	7					
A4		7	3	4					
A5		8	5	2					
A6		9	5	1					
A7		6	6	2					
A8		7	5	3					
A9		8	5	2					
B1		7	6	1					
B2		5	7	2	Sum A:	25	21	10	56
B3		6	5	3	Prosent	44,60 %	37,50 %	17,90 %	
B4		7	3	4					
C1		3	4	1					
C2		5	3	0	Sum A:	40	39	20	99
C3		2	3	3	Prosent	40,40 %	39,40 %	20,20 %	
C4		3	3	2					
C5		3	2	3					
C6		4	5	3					
C7		5	5	2					
C8		3	6	2					
C9		7	3	2					
C10		5	5	2					
				Total:					
Sum:	127	99	61	287					
Prosent	44,20 %	34,50 %	21,30 %						

Figur 38 viser om fôringsgrafene synker, øker eller holder seg nøytral ved notvask, og det samlede antallet for alle lokalitetene i tillegg til de individuelle lokalitetene

Figur 38 viser en tabell med resultatene fra fôringsgrafene etter hver notvask. Totalt ble det utført 287 notvask, hvor 127 (44,2%) etterfulgt av en nedgang i grafen, 99 (34,5%) etterfulgt av en økning, og 61 (21,3%) viste ingen umiddelbar endring. Verdiene er avrundet til én desimal.

Resultatene for hver lokalitet er også oppført individuelt. Prosentandelen tilfeller med nedgang i faktisk fôring etter notvask er høyest for lokalitet A (47%) og lavest for lokalitet C (40,4%). For økning i faktisk fôring etter notvask er lokalitet C høyest (39,4%) og lokalitet A lavest (29,5%). Når det gjelder nøytrale resultater etter notvask, har lokalitet A høyest prosentandel (23,5%), mens lokalitet B har lavest (17,9%).

## Sentrale funn

Videre vil viktige funn fra dataanalysen rammes opp for hver av parameterne analysert.

## Fôring

Fra dataen fra fôrbruken observeres det en liten trend på endring etter utført notvask. I litt under halvparten av tilfellene ble det observert en nedgang i faktisk fôrbruk etter notvask, men nesten like ofte var det økning.

Ved lokalitet A og B ble det observert en nedgang i faktisk fôrbruk mot slutten av tidsperioden dataanalysen strakte seg over, ved majoriteten av fiskegruppene. I tillegg inntraff notvask hyppigere en bunn i faktisk fôring i denne perioden, da spesielt ved lokalitet B.

Hos fiskegruppene hvor det ble utført behandling mot lakselus ble det observert å at den faktiske fôrbruken lå under den forventede fôrbruken i perioden før behandlingen tok sted.

## Antall døde

Fra grafene for antall døde ble det ikke observert en tydelig trend etter utført notvask. Grafen for antall døde for fiskegruppene hadde tilsynelatende lite påvirkning av notvask, hvor det var opp til tilfeldighetene om grafen økte, sank eller hold seg stabil i etterkant.

Med dette sagt virket det som sammenhengen mellom antallet døde og notvask var til stede under noen perioder i dataanalysen. Hos fiskegruppene hvor avlusning ble utført, ble det i tillegg utført notvask få dager i etterkant. Dette førte til en økning i antall døde ved avlusningen, men også en ny markant økning ved notvasken. I dette tilfellet virket det som det var direkte sammenheng mellom antall døde og notvask, som ikke var til stede ellers.

Som nevnt var det nedgang i faktisk fôrbruk mot slutten av tidsperioden, og dette ble også observert i grafene for antall døde ved økt dødelighet. I likhet med fôringsgrafene inntraff notvask oftere en topp i antallet døde i denne perioden.

## Biomasse

Biomassen gir inntrykk av veksten til fisken gjennom dataintervallet med en jevnere graf. Ofte ble det observert en liten nedgang i stigningstall ved lokalitet A og B mot slutten, som konsekvens av nedgangen i faktisk fôrbruk.

## Diskusjon

### Resultat av notvask

Fra dataanalysen fra fôringsgrafene ble resultatet for økning, synking eller om grafen holdt seg stabil ved notvask notert for hver fiskegruppe ved hver lokalitet. Helhetlig var det 28 flere tilfeller hvor grafen sank enn økte, noe som kan indikere at notvask har en negativ påvirkning på appetitt hos laks. På den andre siden var det bare 44,2% av notvaskene som gav nedgang i grafen, mens hvor 55,8% av notvaskene gav ikke nedgang. I tillegg, om det fokuseres på de individuelle lokalitetenes resultater, virker det som at notvask har en større negativ effekt på appetitt ved lokalitet A og B, mens ved lokalitet C virker den negative effekten av notvask neglisjerbar. Siden lokalitet C befinner seg lengre nord enn lokalitet A og B, vil det trolig akkumulere mindre groe på nøtene der. Ved notvask vil det da forekomme færre partikler i vannet og dermed være bedre vannkvalitet, noe som kan være en grunn til den lavere prosentandelen nedgang ved notvask ved lokalitet C.

Det er viktig å ta med at resultatets grad av nedgang og oppgang ved notvask varierte betraktelig. I studiet var det en nedre grense med noen prosent slingringsmann på hvorvidt grafen forble nøytral ved notvask, men ikke noen øvre grense ved oppgang og nedgang ved notvask. Studien tar da ikke hensyn til graden av effekt, noe som kan påvirke resultatet.

Fôringsgrafene for en fiskegruppe vil være preget av ulike variabler og tilfeldigheter daglig. Dette vil føre til en mindre forutsigbar graf med større variasjon, som kan spille en stor rolle for resultatet av notvask. Fra studiet var det helhetlig litt oftere at grafen for fôring sank ved notvask enn at den økte, men siden prosentandelen var forskjellig mellom lokalitetene i tillegg til å ha veldig lik prosentandel økning som synking kan resultatet ha vært preget av tilfeldigheter. Fra studien er det ikke en merkbar og konsistent nok trend ved notvask til å konkludere noen effekt, helhetlig for frisk fisk uten stressinduserende ekstrapåkjenninger.

### Akkumulert stress

Resultatene indikerer at akkumulert stress, der flere samtidige stressfaktorer forsterker hverandre, har en tydelig negativ effekt på fiskens velferd og tilvekst. Når laksen anses som frisk, gir notvask relativt små eller ingen utslag på grafene. Ved sykdom eller etter belastende behandlinger, som avlusning, observeres en betydelig negativ effekt på fôring og dødelighet.

På lokalitet A blir det observert at faktisk fôring avviker fra forventet fôring i perioden fra dag 30 til dag 61, hvor fiskegruppene gjennomgikk avlusning (figur 2 og figur 14). Det antas at disse gruppene opplever betydelig påslag av lakselus i denne perioden, som representerer en langvarig stressfaktor. Denne akkumuleres og forsterker de negative effektene fra andre operasjoner, som notvask. Bare 2 dager etter avlusningen ble det også gjennomført en notvask, som viser mye høyere dødelighet enn vanlig. Dette viser også mest sannsynlig akkumulert stress, og at fisken fremdeles er påvirket av avlusningen. Det kan derfor være nyttig å forske videre på hvor lang tid notvask bør utsettes etter avlusning, for å unngå økt dødelighet.

Mot slutten av datasettet ser lokalitetene A og B, som ligger geografisk nær hverandre, avvik i faktisk fôring fra forventet fôring over tid. Det ble senere kjent at lokalitetene ble behandlet for AGD (Amøbiell Gjelle Sykdom) 10 dager etter dataperioden. Avvikene i fôringsdata er trolig en tidlig indikator på dette sykdomsutbruddet, utløst av notvask, noe som forsterker hypotesen rundt akkumulert stress som primærfaktor til negative effekter ved notvask.

Disse funnene understreker viktigheten av å forstå samspillet mellom ulike stressfaktorer og hvordan de påvirker fiskens helse. Dette fremhever behovet for en helhetlig tilnærming til fiskevelferd, der planlegging og prioritering av belastende operasjoner bør integreres med sykdomsforebygging og overvåking. Ved å unngå overlappende stressfaktorer kan risikoen for en akkumulert stressrespons minimeres, og tilvekst og overlevelse forbedres.

Den observerte effekten av akkumulert stress fra dataanalysen gjennomført i dette studiet samsvarer med resultatet fra studien gjennomført av Szewczyk et al. (2024), som fant ut at akkumulert stress gir større konsekvenser, enn hvis stressfaktorene hadde inntruffet separat. Studiet til Szewczyk et al (2024) undersøkte effektene av bølgeeksponering og andre miljøvariabler, samt behandlingsmetoder, på fiskehelsen hos oppdrettslaks i Skottland. Selv om omstendighetene for studiene er ulike, observeres de samme negative effektene, som økt dødelighet som følge av akkumulert stress, også i dette studiet (Szewczyk et al., 2024).

## Fôringsdata som velferdsindikator

Fôringsdata viser appetitten til fisken, noe som kan fungere som en velferdsindikator for oppdrettslaksen. Der redusert appetitt kan være en indikasjon for flere ulike problemer, men kortvarig redusert appetitt trenger ikke nødvendigvis å være på grunn av dårlig velferd

(Nilsson et al. 2022). Ved å analysere avvik mellom forventet og faktisk fôring kan man avdekke underliggende helse- og stressfaktorer som påvirker fisken.

Fôringsdata gir en dirkete og kvantitativ måte å overvåke fiskens appetitt, og kan dermed være en indikasjon på dens generelle helse og velvære. Et avvik fra forventet fôrinntak kan være tegn på stress, sykdom eller andre miljømessige utfordringer (Nilsson et al. 2022). For eksempel, som vist i resultatene fra lokalitet A1, hvor perioden før avlusning hadde et lengre avvik mellom forventet og faktisk fôring (figur 2 og figur 14). Slike data kan brukes til å identifisere perioder med høy stressbelastning og gi en tidlig indikasjon på behov for videre undersøkelse.

Ifølge Nilsson et al. (2022) kan appetitten til laksen variere fra dag til dag, for om den spiser seg mett en dag vil den ofte spise mindre dagen etter. Dermed må man observere fôrforbruket over flere dager eller en uke, for å kunne bruke appetitt som velferdsindikator. Er det en gradvis nedgang i appetitt kan det være et tegn på sykdom, og dermed kan fôringsdata gi en tidlig indikasjon på tilstanden til helsen til fisken (Nilsson et al., 2022). Viser til figur 2 om fôringsdata for fiskegruppe A1, som mot slutten av datamaterialet viser ett større avvik mellom forventet og faktisk fôring. Dette begynner omtrent på dag 100, mens gruppen først ble behandlet for AGD på det som ville vært dag 130 om dataene fortsatte. Denne behandlingen kunne muligens startet tidligere om sykdommen ble oppdaget tidligere. Ett slikt avvik i fôringsdata kan brukes som ett ekstra insentiv til prøvetaking eller undersøkelser etter kjente sykdommer. Akutt nedgang i appetitt kan det tyde på kontakt med giftige alger, skadelige stoffer eller organismer i vannet. Dette kan også skje ved mye stress under operasjoner som f.eks. avlusning. Der tiden det tar før appetitten er tilbake til normalen, kan brukes som velferdsindikator (Nilsson et al., 2022).

Det er flere faktorer som kan påvirke fôringsdata, inkludert kalibrering av utstyr, operatørens ferdigheter, temperatur og lys, som potensielt kan ha en innvirkning. Ved lokalitet A var det indikasjoner på kalibrering av fôringsdataen på flere fiskegrupper, men dette var spesielt tydelig for fiskegruppe A3 (figur 8), hvor det ble observert et tydelig avvik rundt dag 94. På denne dagen var det faktiske fôrbruket omtrent 10 000kg, noe som representerer en markant økning sammenlignet med tidligere og senere dager hvor fôrbruket lå under 2000 kg. Dette er variabler som vil gi endringer i data, som gjør det utfordrende å isolere tilfellene som er forårsaket av sykdom eller stress. Gitt at grafen i figur 8 returnerte til normale verdier dagen etter, kan det antas at dette mest sannsynlig representerer et avvik.

Basert på de gitte fordeler og begrensninger virker fôringsdata å være en verdifull ressurs for overvåkning av fiskevelferd, som ett supplement til dagens eksisterende rutiner. Ved å gi en ekstra indikasjon på at noe avviker fra normalen, kan metoden anbefale en ekstra eller grundigere undersøkelse etter bestemte sykdomstyper. For å utnytte potensialet i fôringsdata forbi dette, er det nødvendig med videre forskning på temaet, avanserte algoritmer for dataanalyse og integrasjon med andre overvåkningsmetoder som vannkvalitetssensorer og logging av operasjoner som kan stresse fisken.

## Feilkilder

Under en slik studie kan en rekke faktorer påvirke resultatene. Derfor er det viktig å identifisere og diskutere potensielle feilkilder. Forståelse av disse feilkildene er avgjørende for korrekt tolkning av resultatene. Dette sikrer at funnene kan bekreftes og brukes pålitelig i fremtidig forskning på temaet. Det er viktig å forstå at selv vitenskapelige studier er utsatt for en viss grad av usikkerhet og begrensninger. Ved å adressere disse feilkildene ønsker vi å forbedre forståelsen av hvilke faktorer som kan ha påvirket våre observasjoner, og hvordan disse begrensningene kan overkommes i fremtidige studier.

I denne studien ble det brukt ung laks som veide omtrent 160 gram ved studiets start, og vokste til omtrent 850 gram ved slutten av 4 måneders perioden. Denne fisken var nylig overført til sjøvann, en overgang som er kjent for å være krevende for laksen. Denne prosessen, kalt smoltifisering, vil ofte lede til fysiologisk stress som påvirker flere aspekter av fiskens helse og adferd, inkludert appetitt. Dette stresset kan forsterkes av faktorer som endringer i vannkvalitet, temperatur, lys og nye lyder. Smoltkvaliteten kan ha noe å si for hvordan fisken håndterer dette stresset, men man vil ofte observere økt dødelighet ved smoltifisering (Iversen og Finstad, 2024). Hvor mye stress, og hvordan smolten har håndtert dette stresset vil trolig ha innvirkning på dataen.

En annen viktig feilkilde i denne studien er den biologiske variasjonen blant individene av atlantisk laks som ble brukt i forsøket. Med biologisk variasjon menes de naturlige forskjellene i genetik, fysiologi og adferd som eksisterer innenfor en populasjon. Disse forskjellene kan påvirke hvordan individuelle fisk reagerer på notvask og andre stressfaktorer (Iversen og Finstad, 2024). For eksempel kan det tenkes at variabilitet i stressrespons,

immunforsvar, og tilpasningsevne til miljøendringer muligens påvirker hvor godt individene håndterer overgangen til sjøvann og de påfølgende stressfaktorene gjennom studien.

Sykdomsutbrudd representerer en signifikant feilkilde i denne studien, da både sykdommen i seg selv, og behandlingen kan indusere stress. I løpet av forskningsperioden ble det utført avlusning på ett av de tre anleggene, og det ble også rapportert tilfeller av Amøbegjellesykdom (AGD) ved lokalitet A og B. I tillegg er det mulig at det var andre sykdommer til stede som ikke ble identifisert. Disse sykdommene og behandlingene kan ha påvirket fiskens generelle helse og atferd, inkludert deres appetitt, og dermed også responsen på notvask, som vist med vedvarende fôrdropp i periodene før behandling.

Utføringspraksis kan variere og dermed gi forskjellig resultat, gitt variasjonen i hvordan fôringen håndteres av forskjellige operatører og de tekniske begrensningene til fôringsutstyret. Fôringsoperatører baserer ofte sine beslutninger på visuelle inntrykk og personlig erfaring, noe som kan føre til forskjeller i hvor mye fôr som gis til fisken. Slike subjektive metoder kan variere mellom operatører, noe som potensielt påvirker fiskenes matinntak og dermed også resultatene av studien.

I tillegg er det tekniske utfordringer knyttet til selve fôringsutstyret. Feilmålinger er en utfordring som muligens kan forekomme, og utstyret krever regelmessig kalibrering, omtrent hver tredje måned, for å sikre nøyaktighet. Dette skaper en usikkerhet i fôringsdata, som blir ytterligere støy i analysen av notvask sin påvirkning til laksens appetitt.

Et annet aspekt er ujevnheter i praksis rundt utføring under notvask. Hvis noen stopper fôringen under notvask, mens andre fortsetter som vanlig, kan dette potensielt endre resultatene. Mangelen på en fastlagt prosedyre for dette og utfordringer med å spore nøyaktig hva som skjedde i hver enkelt merd, må også regnes som en feilkilde.

Faktorer som vannkvalitet, temperatur og lysforhold varierer og kan ha direkte innvirkning på laksens appetitt og generelle helse. Da lokalitet C er mye lengre nord enn A og B, vil dette kunne påvirke resultatene. Ifølge Bloecher (2020) kan vannkvaliteten bli påvirket av groe, spesielt ved store mengder. For groe kan forhindre vannutveksling gjennom noten, som vil redusere oksygentilgjengeligheten og dermed føre til dårligere vannkvalitet (Bloecher, 2020). Det var trolig ikke nøyaktig samme groemengde på alle merdene, og dermed er det en mulighet for at dette har påvirket resultatene.



Temperatur er en annen kritisk faktor, da den påvirker metabolske prosesser i laks. ifølge Bendiksen et al. (2002) vil fôrinntaket være mindre ved lav temperatur, og ha tregere vekst. Da lokalitet C er i nord, vil dette anlegget ha jevnt over kaldere vann enn de to andre anleggene som er lengre sør. Dette kan også påvirke groemengden.

Lysforhold, som dagslysvarighet og intensitet, spiller også en viktig rolle i reguleringen av fiskens biologiske klokke og atferd, inkludert fôringsatferd (Richard E. Spieler, 2001). I tillegg har fisken problemer med å oppdage fôr om vannkvaliteten og sikten blir for dårlig, og dermed kan dette være en faktor som påvirker fôrinntaket til fisken (K.P Ang a b, R.J Petrell b, 1998).

I tillegg til de nevnte faktorene, kan andre miljømessige variabler som lyd og strømforhold også bidra til stress eller påvirke fiskens velbefinnende på en måte som kan komplisere tolkningen av fôringsdata. Disse miljøfaktorene varierer naturlig over tid og rom, og forskjeller mellom anlegg kan derfor introdusere varians i hvordan laksen responderer på både fôring, notvask og daglig håndtering.

## Interaksjon mellom ulike variabler

I denne studien er det viktig å vurdere hvordan ulike variabler kan samhandle og potensielt forsterke effektene av hverandre, noe som kan ha innvirkning på laksens appetitt. Variabler som miljøforhold, fiskens helsestatus, og utfôringspraksis kan alle påvirke hverandre på komplekse måter (Noble et al., 2018). For eksempel, kan en kombinasjon av suboptimale vannkvalitetsparametere og en aktiv sykdomsprosess som AGD muligens sammen virke mer stressende på fisken enn hva hver faktor alene ville gjort. Dette kan dermed ytterligere forsterkes hvis det samtidig foregår uregelmessigheter i utfôringen, slik som overdreven eller utilstrekkelig fôring rundt tidspunktet for kalibrering av utstyr. Disse samspillende faktorene vil muligens føre til varierende grader av appetittreduksjon som ikke enkelt kan forklares ved å isolere hver enkelt variabel.

Denne type interaksjon mellom stressfaktorer kan gjøre det utfordrende å tolke nøyaktig hvordan appetitten påvirkes, siden responsen kan være resultatet av flere overlappende stressorer.

## Autonom Børsterobot

Remora Robotics har utviklet en autonom børsterobot, som er en nyutvikling for notvask i oppdrettsnæringen. På grunn av manglende informasjon om denne teknologien, er informasjonen som er skrevet hentet fra Hermund Otterlei, prosjektleder for Frøy, som har omfattende kunnskap og erfaring med notvask. Dermed blir han brukt som kilde om dette temaet, og blir heretter referert som Otterlei, 2024.

Den nye prototypen fra Remora Robotics er en automatisk elektrisk robot designet for kontinuerlig operasjon i merdene. Den dekker en hel merd på to døgn og overvåker samtidig tilstanden til noten ved hjelp av innebygde sensorer. Roboten, som veier 22 kg, er utstyrt med børster for rengjøring og har kamera både foran og bak for å registrere groe og rapportere om notens tilstand. Den beveger seg langs noten ved hjelp av små pinner og holder seg inntil merden ved bruk av en thruster (Otterlei, 2024).

En av de mest innovative funksjonene til denne roboten er bruken av maskinlæring. Denne teknologien gjør det mulig for roboten å identifisere områder med mest groe, noe som optimaliserer rengjøringsprosessen. Ved å analysere historiske data og nåværende tilstand kan roboten justere sin aktivitet, spare strøm ved lavt groenivå og bruke tidevannsstrømmer til sin fordel. Dette gjør det mulig for roboten å operere mer effektivt og redusere energiforbruket (Otterlei, 2024).

En av fordelene med Remora Robotics' børsterobot er dens lave lydnivå, noe som reduserer stress hos fisken sammenlignet med tradisjonelle notvaskemetoder. Målinger av kortisolnivåer i fiskens avføring, en etablert metode for å vurdere stress, viser ingen tydelig økning i kortisol etter bruk av denne roboten. I kontrast viser tradisjonell notvask en økning i kortisolnivåer, som indikerer økt stress (Otterlei, 2024).

Videre forskning på autonome vaskeroboter er viktig for å kunne optimalisere notvask i oppdrettsnæringen. Slike løsninger kan bidra til en mer bærekraftig og effektiv drift, som har økt fokus på fiskevelferd.

Gruppen informerer om at informasjonen om denne roboten er hentet fra Remora Robotics som er produsent, og fra Frøy som er leverandør for denne tjenesten.

## Konklusjon

Denne studien har analysert effekten av notvask på appetitt og velferd hos atlantisk laks i norske oppdrettsanlegg. Resultatene viser at notvask kan ha en påvirkning på laksens fôrinntak, men graden av påvirkning varierer basert på faktorer som lokalitet, helsetilstand og miljø. I omtrent 43,5% av tilfellene så vi en nedgang i faktisk fôring etter notvask, størrelsen og varigheten av disse nedgangene varierer.

Når laksen var frisk, hadde notvask generelt små eller ingen merkbare effekter på fôringsdata. Under sykdomsperioder, viste fiskene en generell tendens til redusert fôrinntak og økt dødelighet. Notvask i disse periodene førte ofte til mer langvarige og uttalte utslag i fôringsmønstrene, dette skyldes trolig akkumulert stress.

Biomassen viste en jevn økning gjennom studieperioden, men med mindre nedganger i vekst under perioder med høy stressbelastning. Ved sykdomsbehandling, som avlusning, var det også en tendens til midlertidig redusert vekst på grunn av sulting før behandling.

Fôringsdata virker å være en nyttig indikator på fiskevelferd. Langvarige avvik mellom forventet og faktisk fôring kan indikere underliggende helseproblemer og stressfaktorer, og gir dermed verdifull informasjon for å oppdage sykdom i en tidlig fase. Selv om fôringsdata allerede brukes som en velferdsindikator, kan mer avanserte metoder og teknologi, som kunstig intelligens, ytterligere forbedre nøyaktigheten og anvendbarheten til disse dataene.

Samlet sett understreker denne studien behovet for en helhetlig tilnærming til fiskevelferd i oppdrettsnæringen. Planlegging og gjennomføring av notvask bør ta hensyn til fiskens helse og andre pågående belastninger for å minimere negative effekter. Videre forskning er nødvendig for å utvikle bedre notvasketeknologier og mer avanserte metoder for å bruke fôringsdata som en indikator på fiskevelferd.

## Referanser

Al-Bairuty, G.A., Shaw, B.J., Handy, R.D., Henry, T.B. (2013) *Histopathological effects of waterborne copper nanoparticles and copper sulphate on the organs of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss)*. (Aquatic Toxicology, Volume 126, 15 January 2013, Pages 104-115).

UK og USA: Ecotoxicology Research and Innovation Centre, School of Biomedical and Biological Sciences, University of Plymouth, Department of Forestry Wildlife and Fisheries, and Center for Environmental Biotechnology og The University of Tennessee. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1016/j.aquatox.2012.10.005> (Hentet: 10.05.2024).

Baxter, E.J., Sturt, M.M., Ruane, N.M., Doyle, T.K., McAllen. R., Rodger, H.D. (2012) *Biofouling of the hydroid Ectopleura larynx on aquaculture nets in Ireland: implications for finfish health*. (Fish Veterinary Journal (2012), 13, 18–30). Irland: Fish Veterinary Society. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/10793/1220> (Hentet: 13.02.2024).

Bendiksen, E.Å., Jobling, M. og Arnesen, A.M. (2002) *Feed intake of Atlantic salmon parr Salmo salar L. in relation to temperature and feed composition*. (Aquaculture Research, Volume 33, Issue 7 p. 525-532). Trondheim og Tromsø: NTNU, BioMar AS, NFH og Norwegian Institute og Fisheries and Aquaculture. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2109.2002.00737.x> (Hentet: 15.05.2024).

Bloecher, N., Floerl, O. (2020) *Efficacy testing of novel antifouling coatings for pen nets in aquaculture: How good are alternatives to traditional copper coatings?* (Aquaculture 519 (2020), 734936) Trondheim og New Zealand: SINTEF Ocean og Cawthorn Institute. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2020.734936> (Hentet: 16.01.2024).

Blocher, N. (2013) *Biofouling in the Norwegian Salmon Farming Industry*. (Ph.d-avh, ISBN 978-82-471-4778-8). Trondheim: NTNU. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/245368> (Hentet: 16.01.2024)

Bloecher, N., Powell, M., Hytterød, S., Gjessing, M., Wiik-Nielsen, J., Mohammad, S. N., Johansen, J., Hansen, H., Floerl, O., & Gjevne, A. G. (2018) *Effects of cnidarian biofouling on salmon gill health and development of amoebic gill disease*. (Journals.plos.org). Trondheim, Bergen og Oslo: SINTEF Ocean, Norwegian Institute for Water Research og Norwegian Veterinary Institute. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0199842> (Hentet: 16.01.2024).

Bloecher, N. (2020) *Towards cost-effective biofouling management in salmon aquaculture: a strategic outlook*. (Reviews in Aquaculture, Volume 13, Issue 2 p. 783-795). Trondheim: SINTEF Ocean. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1111/raq.12498> (Hentet: 17.02.2024).

Bouwman, M-LK. (2020) *An investigation of biofouling and its management in Norwegian salmon aquaculture, and the potential effects on cleaner fish behaviour*. (Masteroppgave). Norge: NTNU. Tilgjengelig fra: <https://hdl.handle.net/11250/2664003> (Hentet: 16.01.2024)

Braithwaite, R. A., & McEvoy, L. A. (2005) *Marine Biofouling on Fish Farms and Its Remediation*. (Advances in Marine Biology, Volume 47, 2004, 215-252). Wales, Tasmania, Skottland og UK: School of Ocean Sciences, University of North Wales Bangor og North Atlantic Fisheries College. Tilgjengelig fra: [https://doi.org/10.1016/S0065-2881\(04\)47003-5](https://doi.org/10.1016/S0065-2881(04)47003-5) (Hentet: 16.01.2024).

Carl, C., Guenther, J., Sunde, L.M. (2011) *Larval release and attachment modes of the hydroid Ectopleura larynx on aquaculture nets in Norway*. (Aquaculture Research, 2011, 42, 1056-1060) Australia: School of Marine and Tropical Biology, James Cook University. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2010.02659.x> (Hentet: 18.02.2024).

Carve, M., Scardino, A. and Shimeta, J. (2019) *Effects of surface texture and interrelated properties on marine biofouling: a systematic review*. (Biofouling, 2019, VOL. 35, NO. 6, 597–617). Serbia: University of Novi Sad. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1080/08927014.2019.1636036> (Hentet: 16.01.2024).

Dmitrieva, A.A. (2016) *Kortisolnivå i feces hos laks som velferdsindikator i lakseoppdrett*. (Bachelor). Ålesund: NTNU. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2417278>  
Hentet: (26.04.2024)

Døving, K., Reimers, E. (1992) *Fiskens fysiologi*. 1.utg. Stavanger: John Grieg Forlag AS. (ISBN: 82-533-0268-1). Norge: Norsk fiskeoppdrett AS. Tilgjengelig fra: [https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb\\_digibok\\_2015073008080?page=0](https://www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb_digibok_2015073008080?page=0) (hentet 16.01.2024)

Fitridge, I., Dempster, T., Guenther, J. & De Nys, R. (2012) *The impact and control of biofouling in marine aquaculture: A review*. University of Novi Sad, Serbia. (Biofouling, Vol. 28, No. 7, August 2012, 649–669). Victoria, Trondheim og Townsville: SALTT, Department of Zoology, University of Melbourne, CREATE, SINTEF Fisheries and Aquaculture, School

of Marine and Tropical Biology og James Cook University. Tilgjengelig fra:

<https://doi.org/10.1080/08927014.2012.700478> (Hentet: 20.01.2024).

Hellebø A., Stene A., Aspehaug V. (2017) *PCR survey for Paramoeba peruransin fauna, environmental samples and fish associated with marine farming sites for Atlantic salmon (Salmo salar)*. (Journal of Fish Diseases 2017,40, 661–670). Ålesund: Møreforskning Ålesund AS, NTNU i Ålesund og PatoGen Analyse AS. Tilgjengelig fra:

<https://doi.org/10.1111/jfd.12546> (hentet 16.01.2024).

Hodson, S. L., Burke, C. M., & Bissett, A. P. (2000) *Biofouling of fish-cage netting: the efficacy of a silicone coating and the effect of netting colour*. Australia: Tasmania Tilgjengelig fra: [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00328-2](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00328-2) (Hentet: 16.01.2024).

Iversen, M. H., & Finstad, B., (2024) *Kapittel 10: Smoltifisering hos atlantisk laks*. Olsen, R. E., & Finstad, B., (Red.), Fiskefysiologi. NTNU. Tilgjengelig fra: <https://hdl.handle.net/11250/3113208> (hentet 03.05.2024).

Jenkins, S. R., & Martins, G. M. (2010) *Succession on Hard Substrata*. (ISBN 978-1-4051-6926-4). Oxford og Iowa: Blackwell Publishing Ltd. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1002/9781444315462.ch4> (hentet 16.01.2024).

K.P Ang a b, R.J Petrell b (1998) *Pellet wastage, and subsurface and surface feeding behaviours associated with different feeding systems in sea cage farming of salmonids*. (Aquacultural Engineering 18 (1998), 95–115). Vancouver: Elsevier. Tilgjengelig fra: [https://doi.org/10.1016/S0144-8609\(98\)00026-0](https://doi.org/10.1016/S0144-8609(98)00026-0) (hentet: 20.05.2024).

Laksefakta (2022) *LAKSENS ØKONOMISKE BIDRAG I SAMFUNNET*. Tilgjengelig fra: <https://laksefakta.no/lakseoppdrett-i-norge/laksens-bidrag-i-samfunnet/> (hentet 20.05.2024).

Lecaudey A. L., Netzer R., Wibberg D., Busche T., Bloecher N. (2024) *Metatranscriptome analysis reveals the putative venom toxin repertoire of the biofouling hydroid Ectopleura larynx*. (Toxicon 237 (2024), 107556). Trondheim og Bielefeld: Elsevier. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2023.107556> (Hentet 16.01.2024).

Nilsson, J., Gismervik, K., Nielsen, K.V., Iversen, M.H., Noble, C., Kolarevic, J., Frotjold, H., Nilsen, K., Wilkinson, E., Klakegg, B., Hauge, H.S., Sæther, P. A., Kristiansen, T., Stien, L.H. (2022) *Laksevel- Standardisert operasjonell velferdsovervåking for laks i matfiskanlegg*. (Rapport fra havforskningen 2022-14, ISSN: 1893-4536). s.l.: Fiskeri- og havbruksnæringens

forskningsfinansiering (FHF). Tilgjengelig fra: <https://www.hi.no/hi/nettrapporter/rapport-fra-havforskningen-2022-14> (Hentet: 19.05.2024).

Noble, C., J. Nilsson, L. H. Stien, M. H. Iversen, J. Kolarevic og K. Gismervik (2018). *Velferdsindikatorer for oppdrettslaks: Hvordan vurdere og dokumentere fiskevelferd*. 3. utg. (ISBN 978-82-8296-531-6) Tromsø: Nofima, Havforskningsinstituttet, Veternærinstituttet, NORD universitet og University of Stirling. Tilgjengelig fra: <http://hdl.handle.net/11250/2584599> (hentet 16.01.2024).

Paulsen, T. M. og Skoglund, E. (2017). *Fôring av fisk*. Tilgjengelig fra: <https://ndla.no/article/10139> (hentet 11.04.2024).

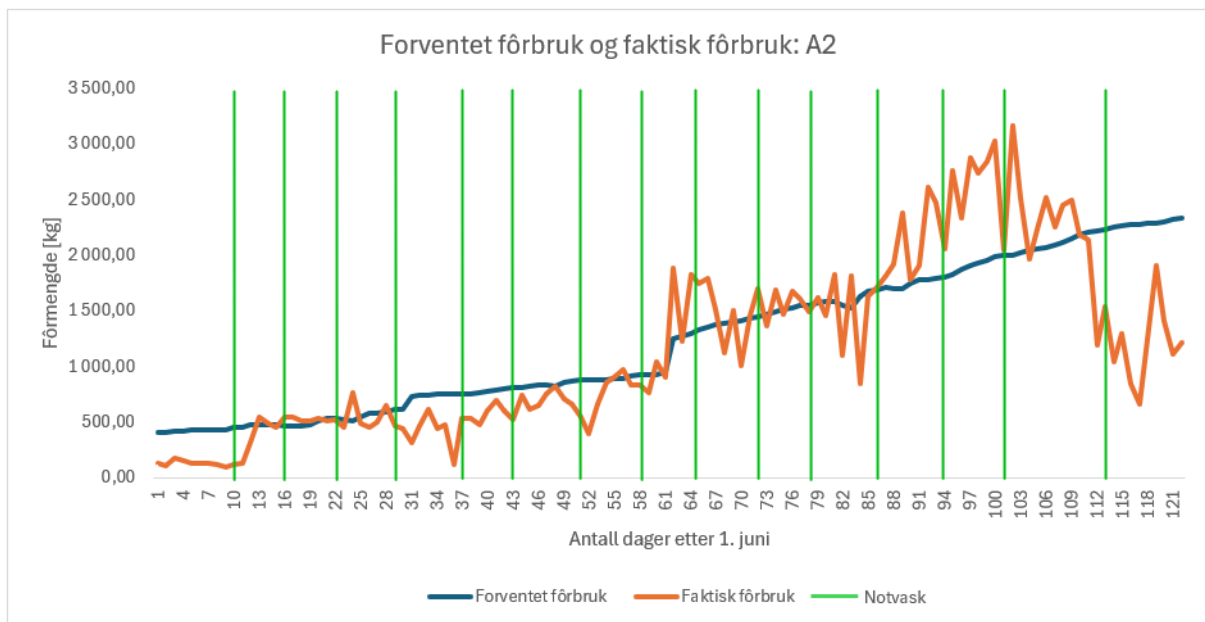
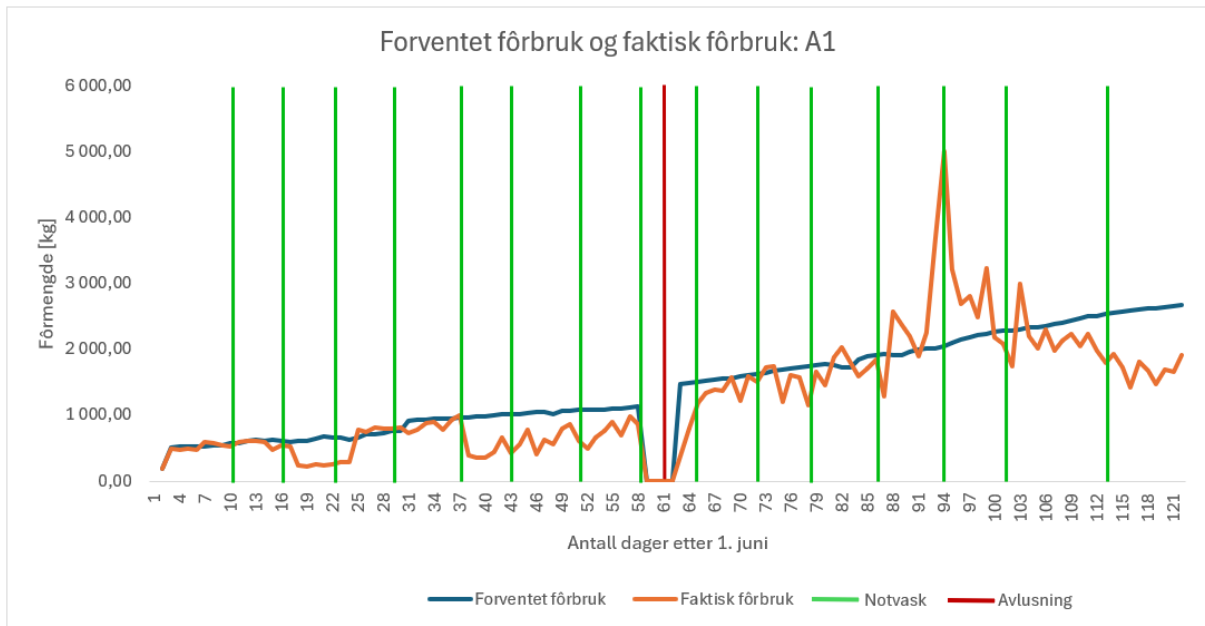
Pietrak, M.R., Molloy, S.D., Bouchard, D.A., Singer, J.T., & Bricknell, I. (2012) *Potential role of Mytilus edulis in modulating the infectious pressure of Vibrio anguillarum [02B] on an inte-grated multi-trophic aquaculture farm*. (Aquaculture 326-329 (2012), 36-39). Orono: Elsevier. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.11.024> (Hentet 16.01.2024).

Richard E. Spieler (2001) *Circadian Timing of Meal Feeding and Growth in Fishes*. Dania: Nova Southeastern University Oceanographic Center. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1080/20016491101726> (hentet: 20.05.2024).

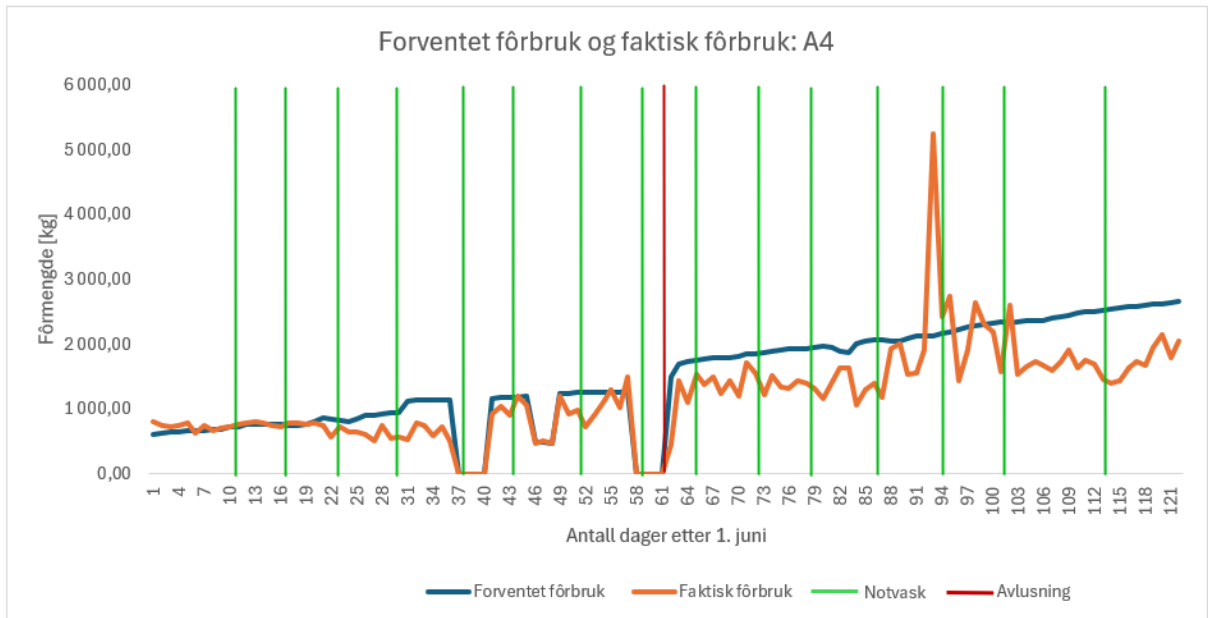
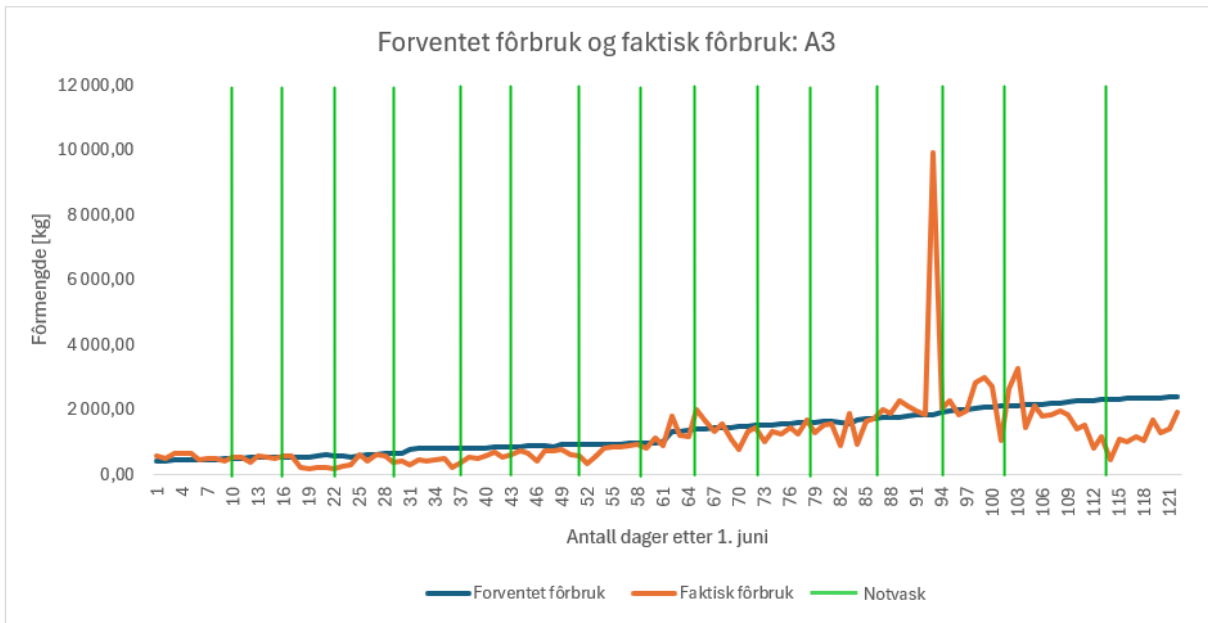
Szewczyk, T. M., Morro, B., Díaz-Gil, C., Gillibrand, P. A., Hardwick, J.P., Davidson, K., Aleynik, D., Planellas, S.R. (2024). Interactive effects of multiple stressors with significant wave height exposure on farmed Atlantic Salmon (*Salmo salar*) welfare along an inshore-offshore gradient. (Aquaculture 579 (2024), 735160). Argyll, Stirling, Esporles, St Andrews, Fort William og Penryn: Elsevier. Tilgjengelig fra: <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2023.740184> (hentet 16. 01. 2024)

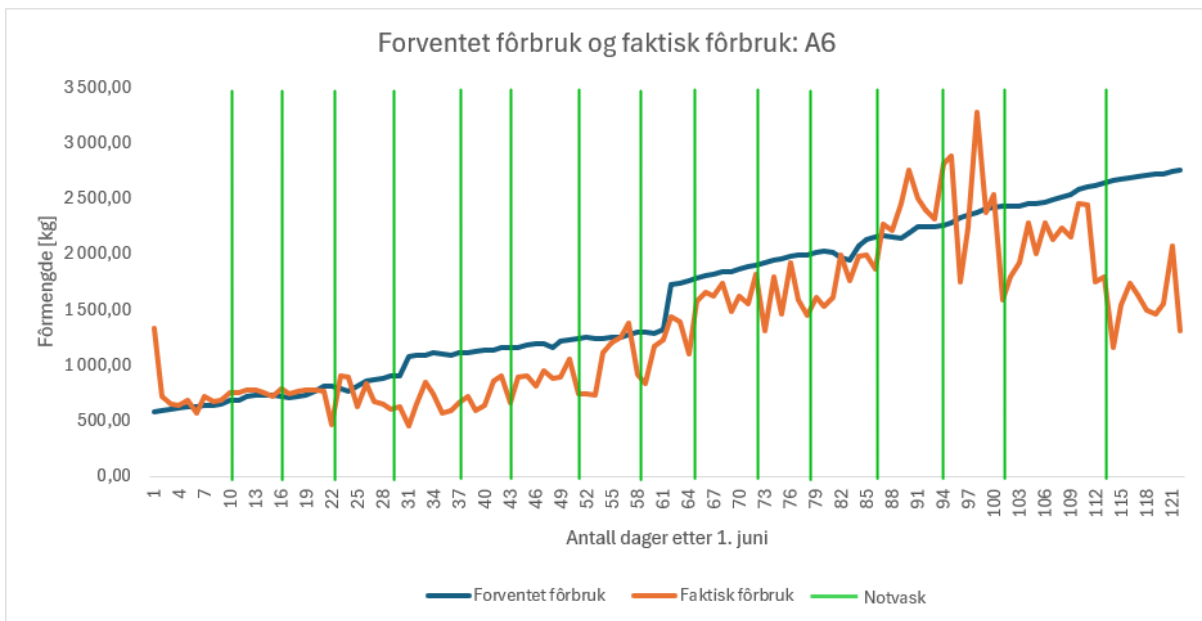
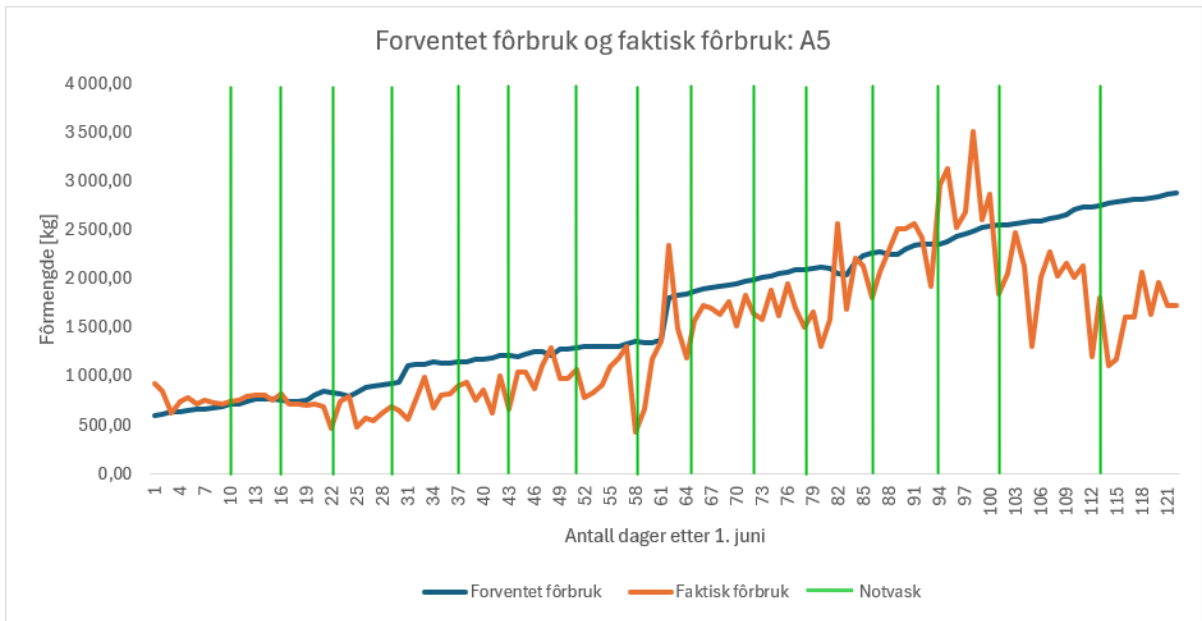
# Figurer

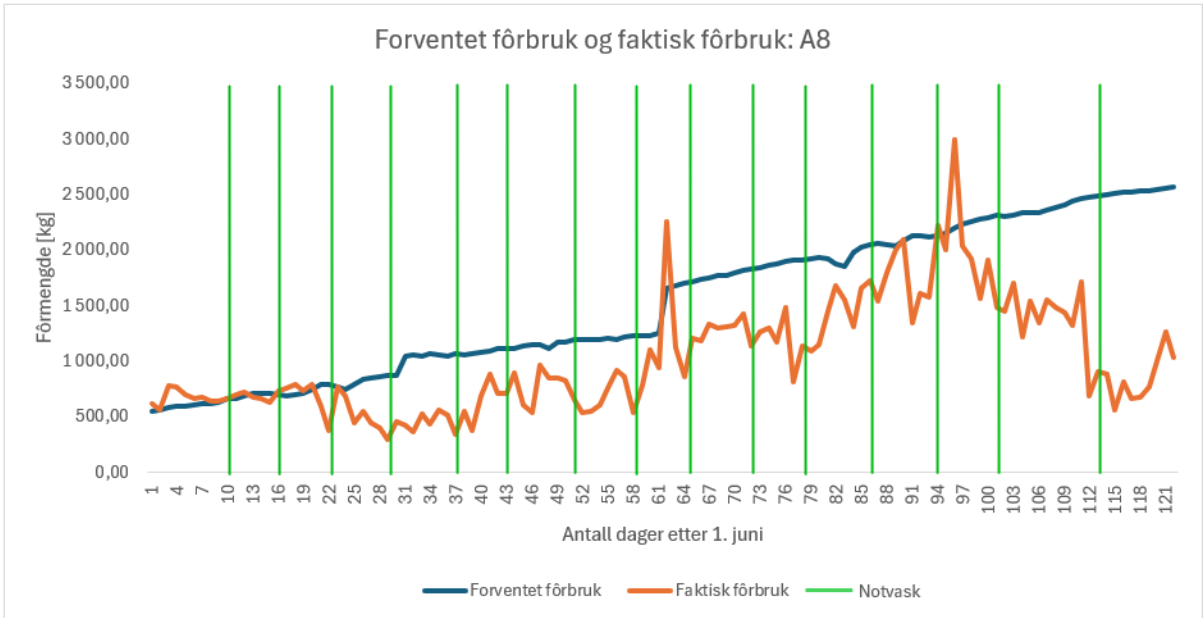
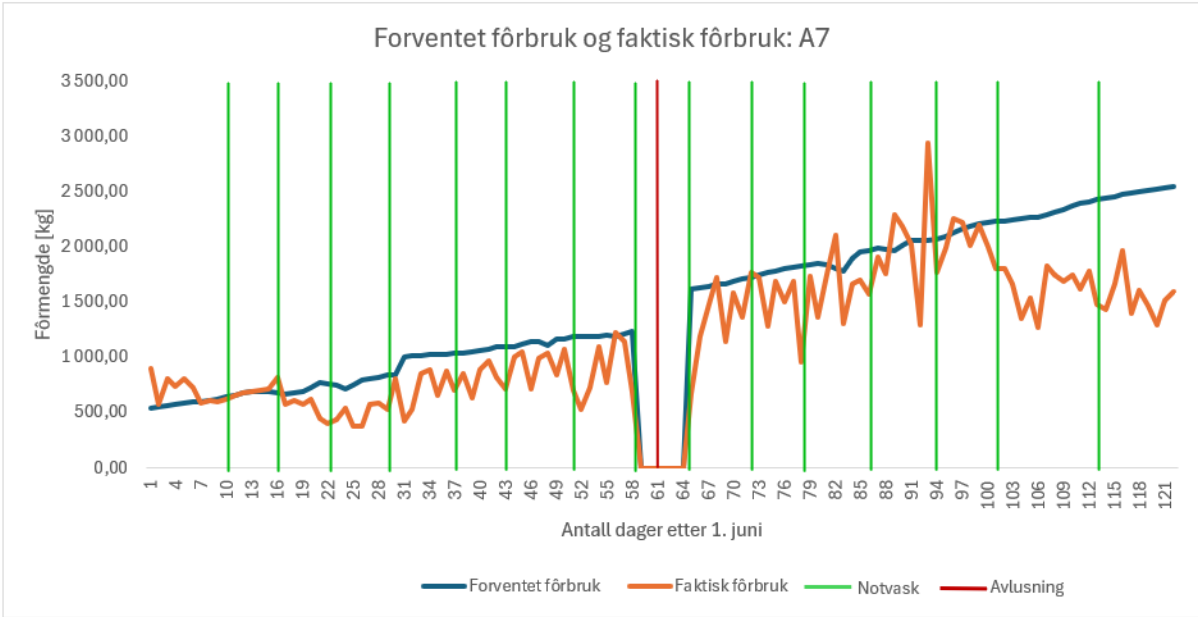
## Forventet fôringsbruk og faktisk fôringsbruk

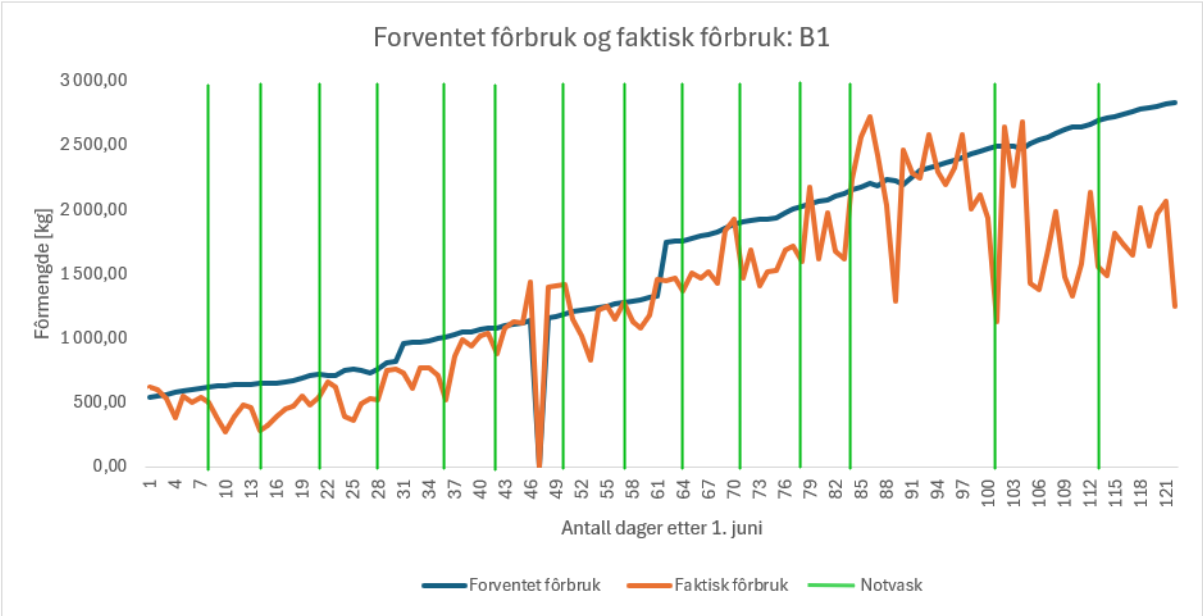
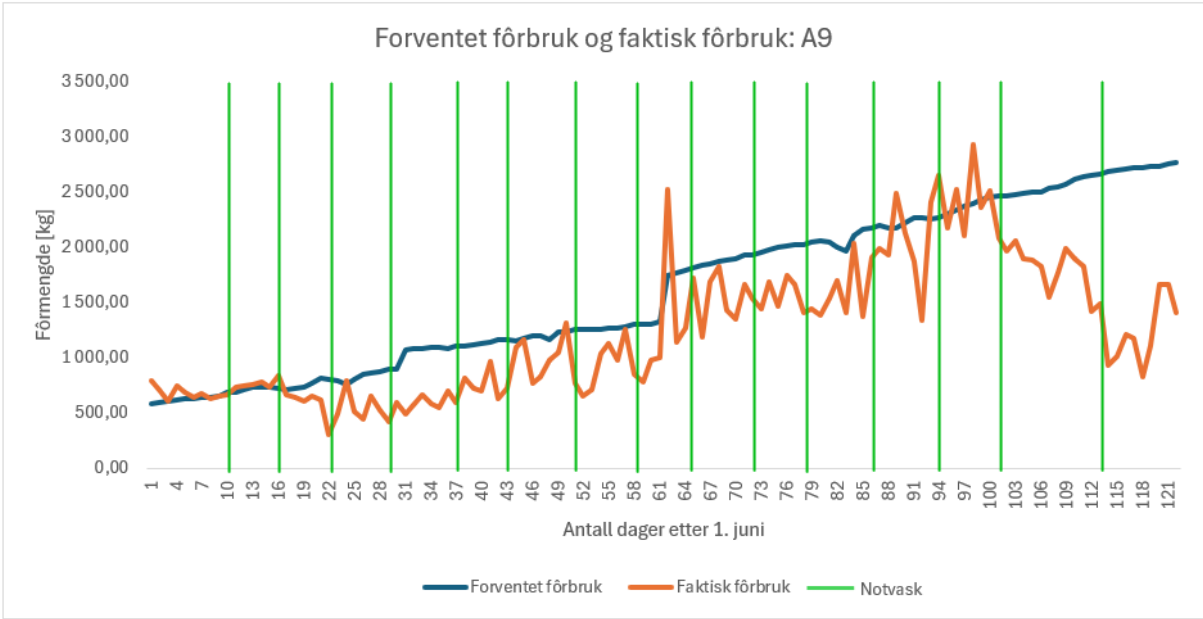


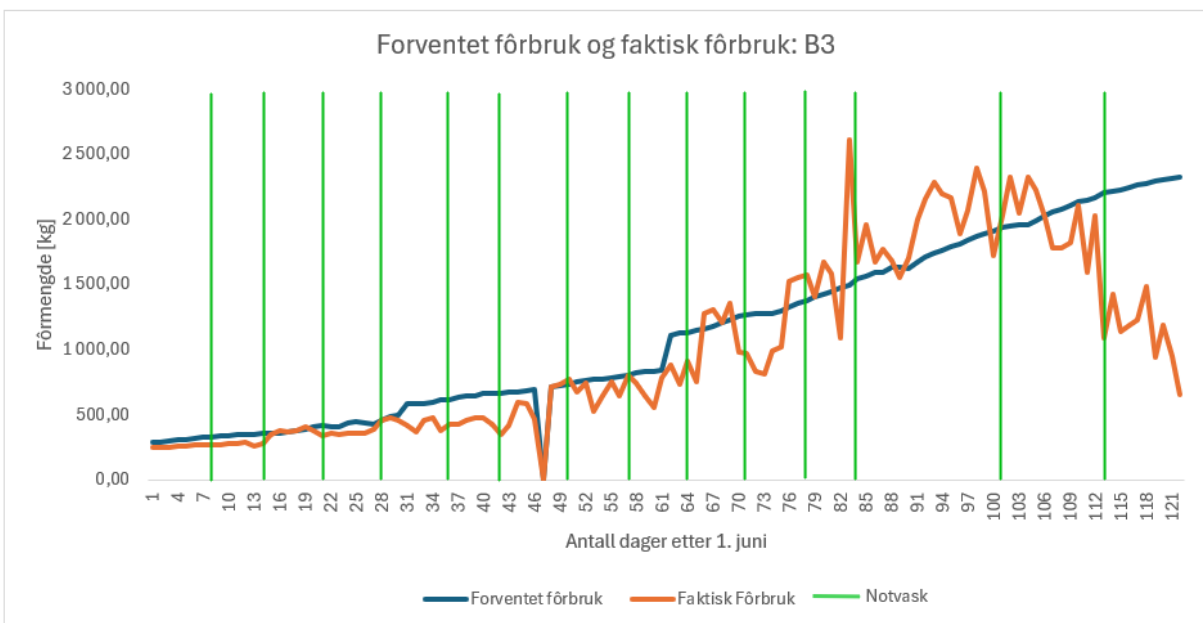
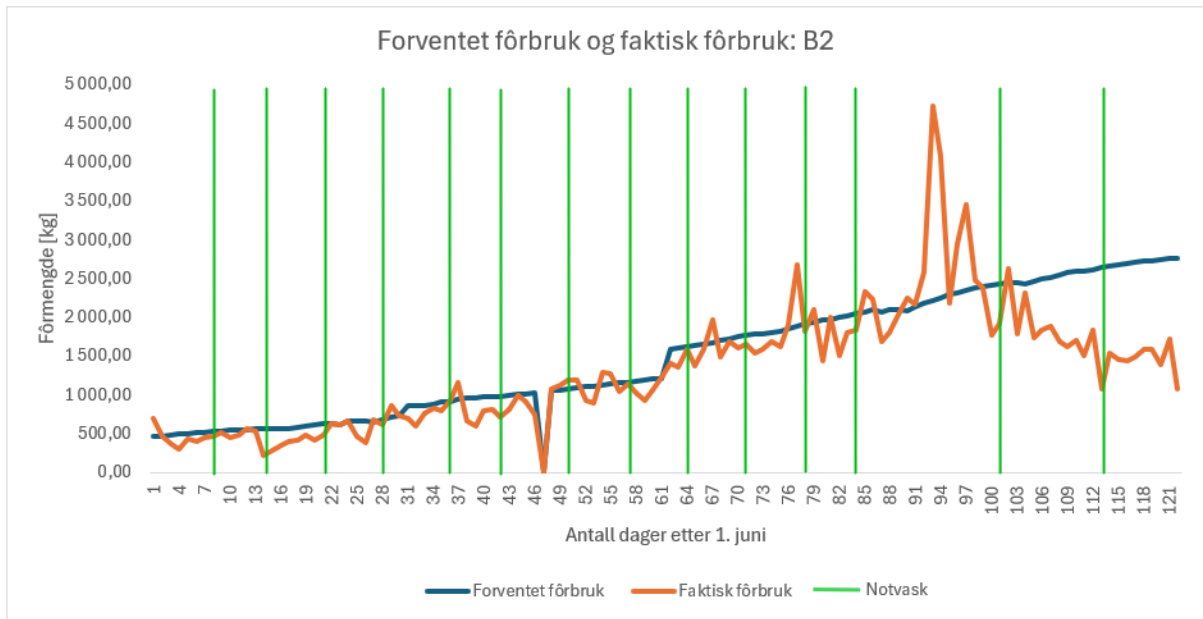


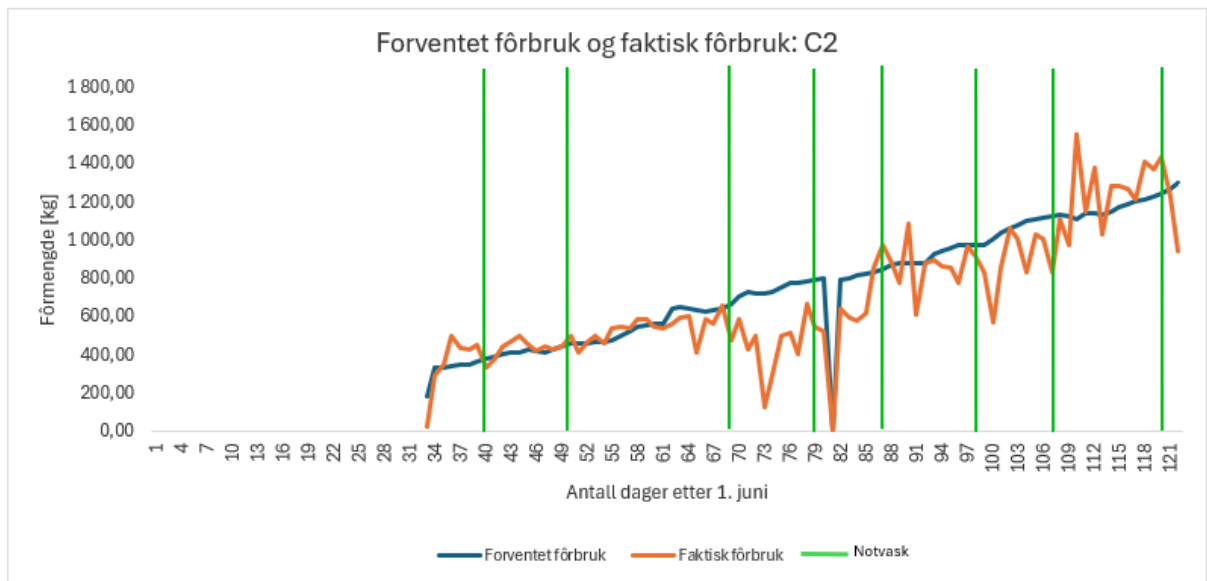
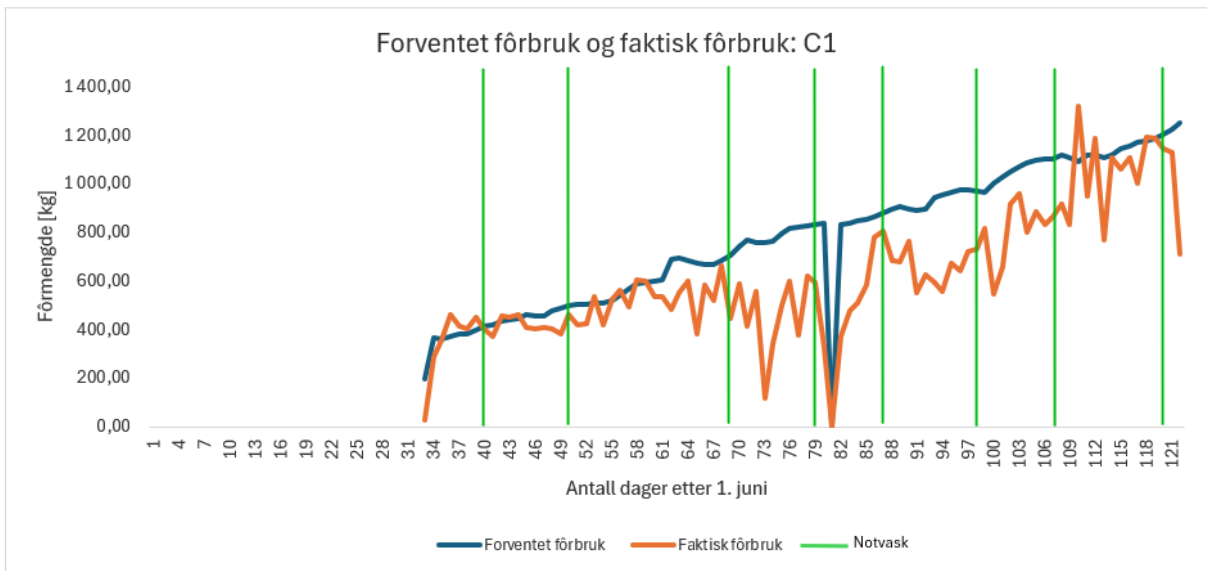
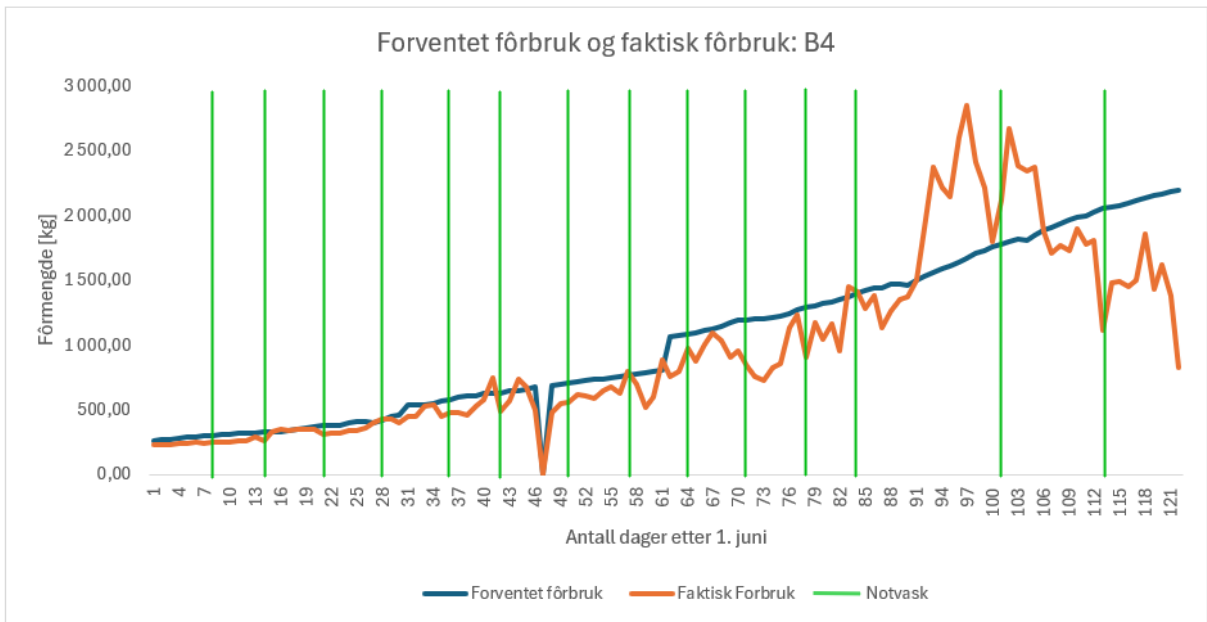


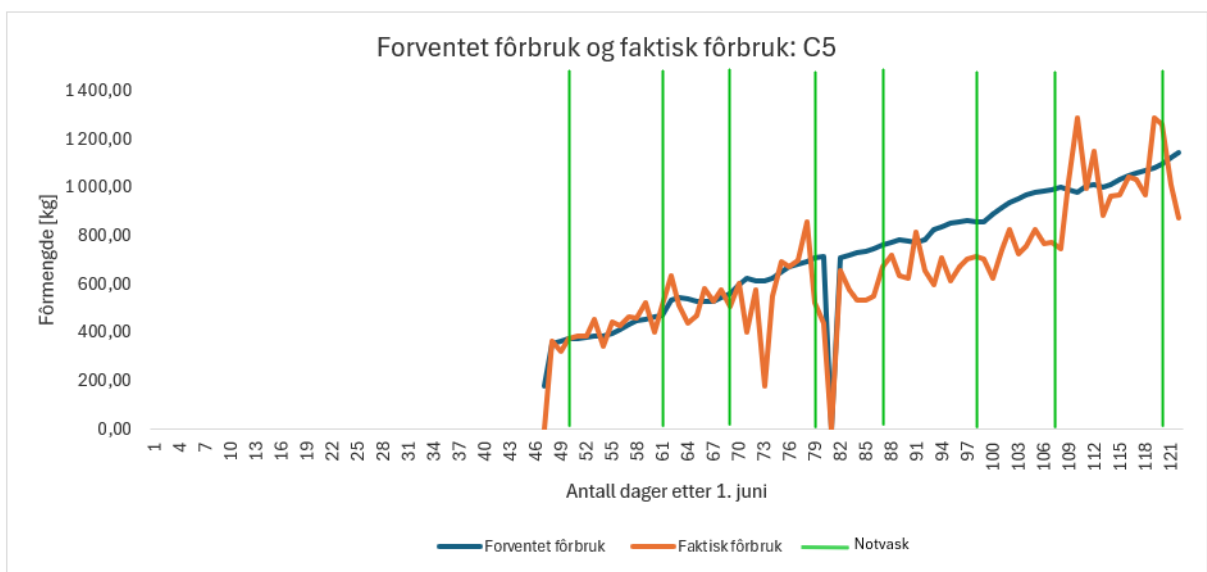
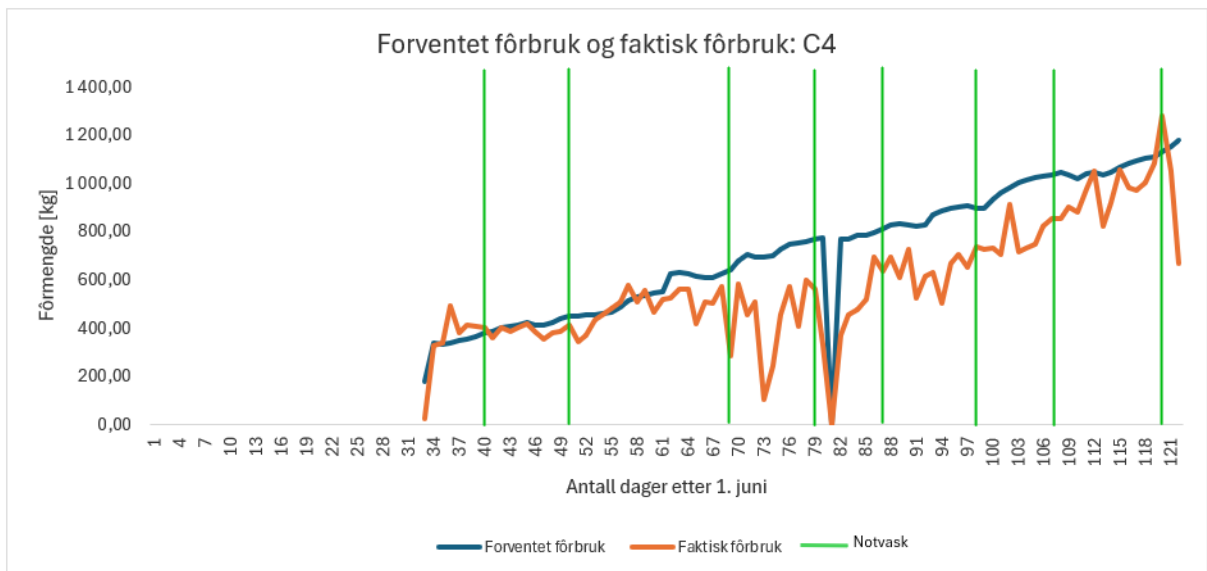
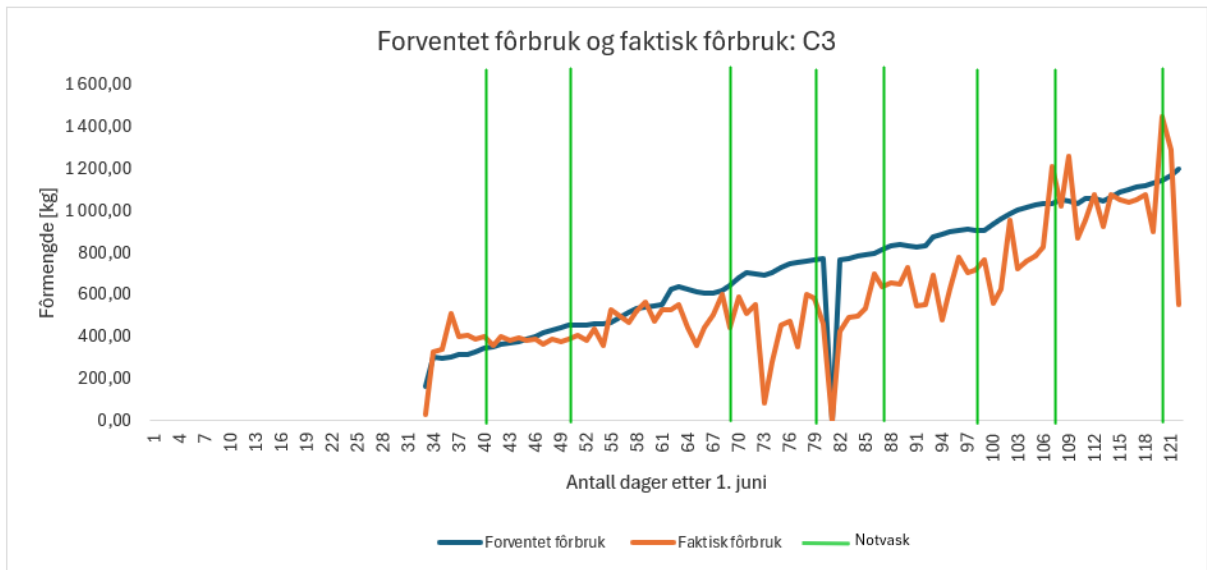


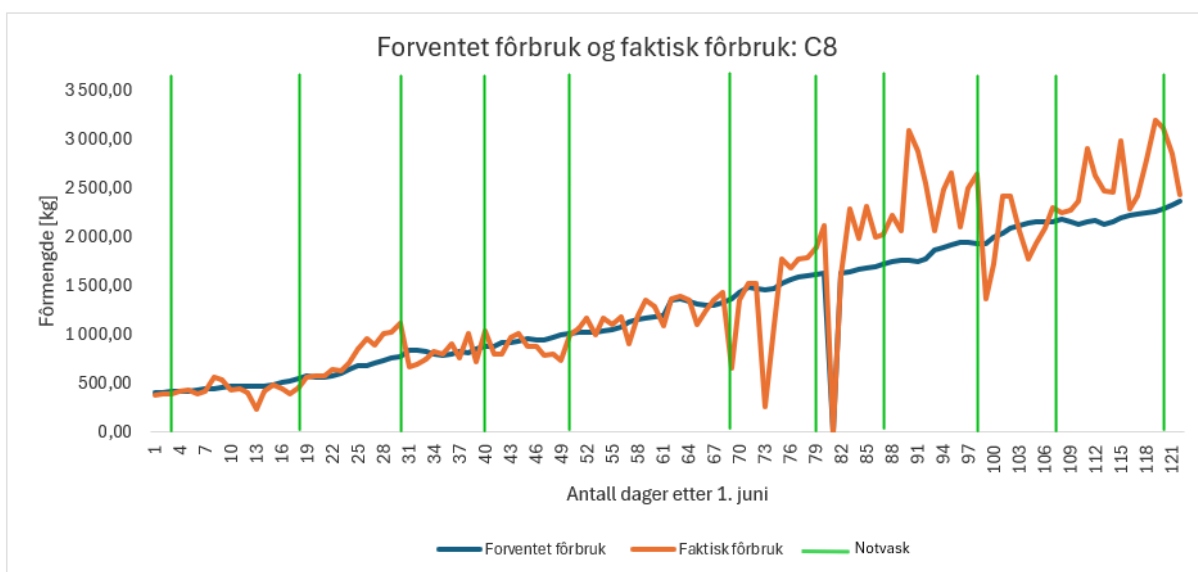
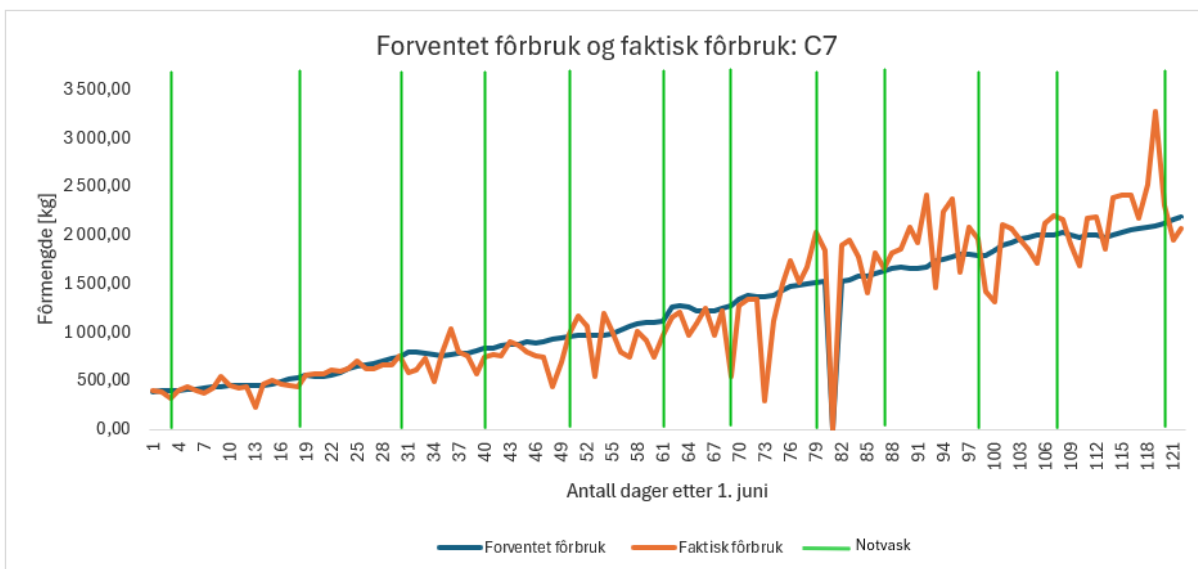
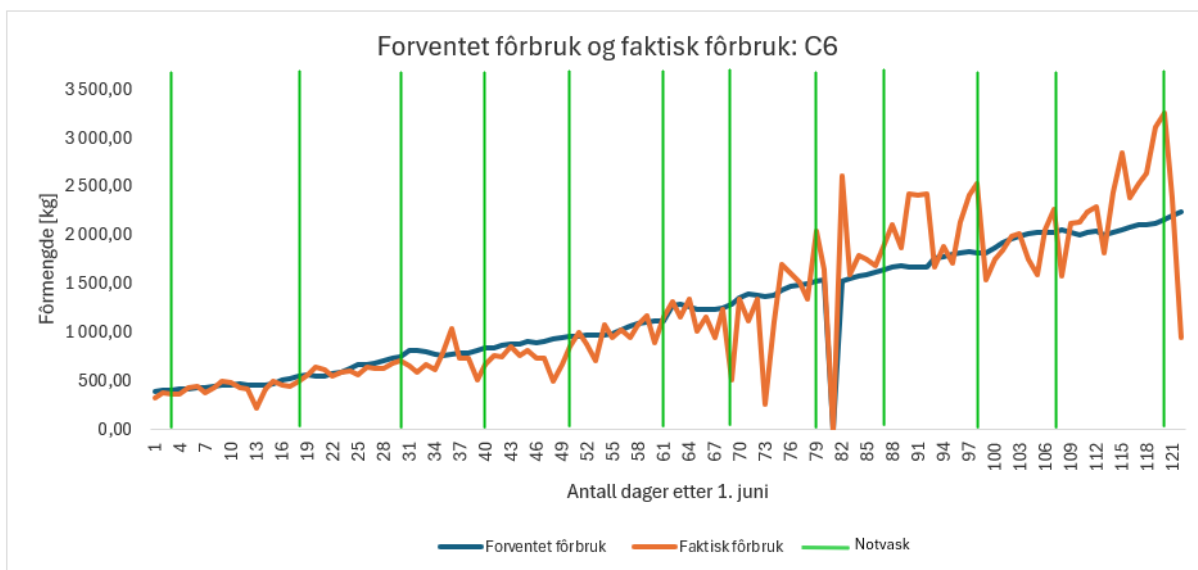




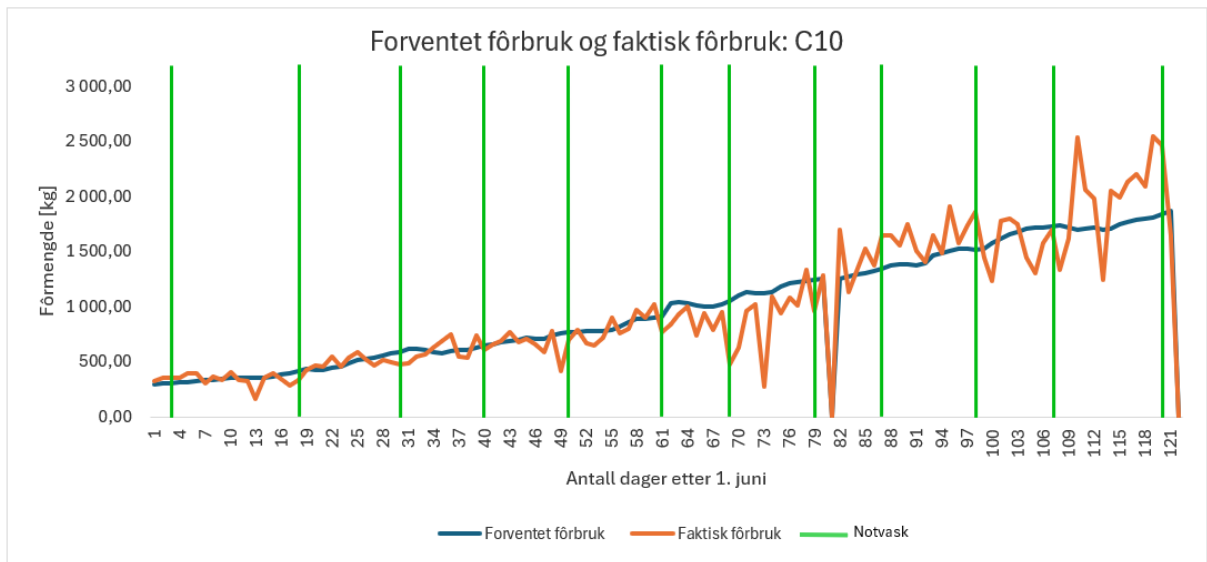
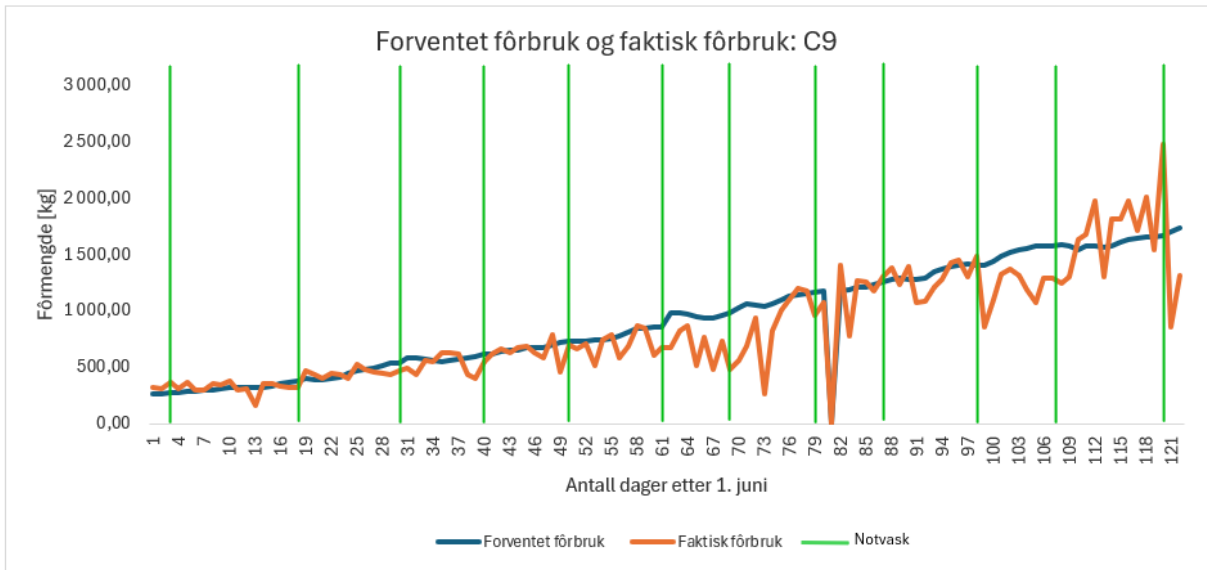




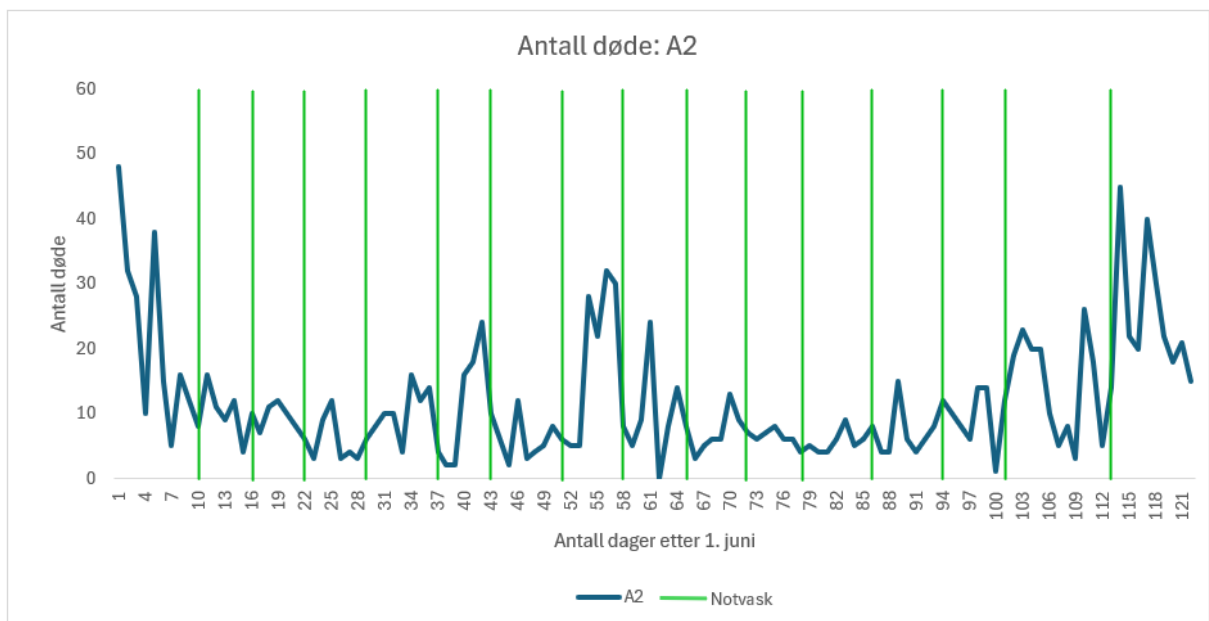
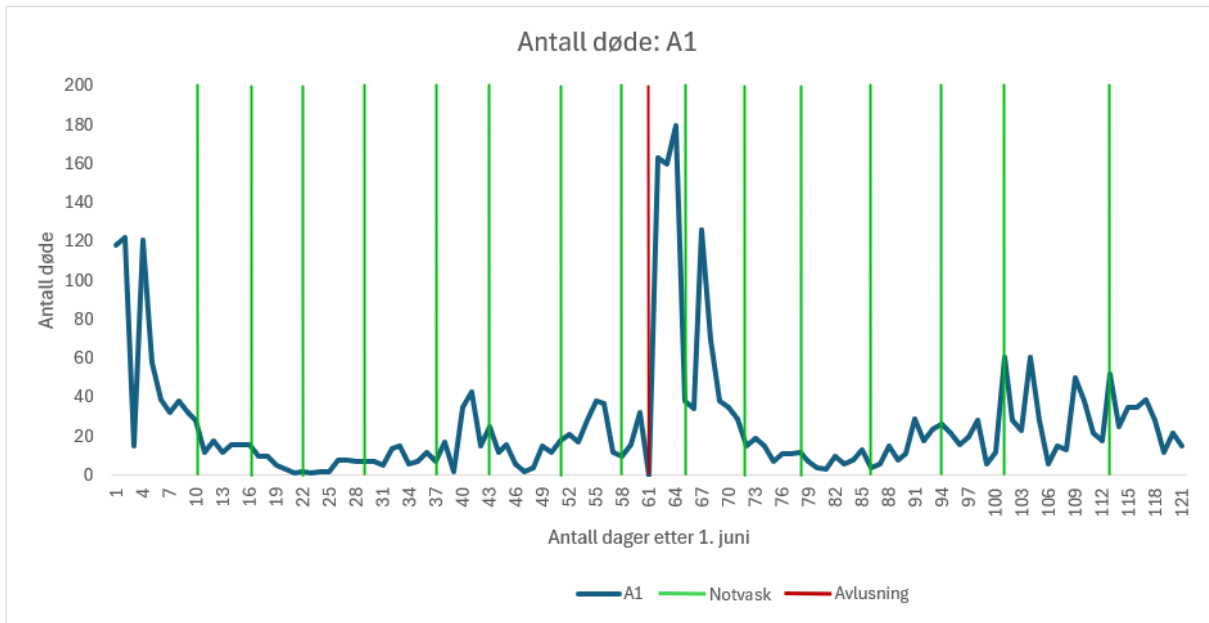


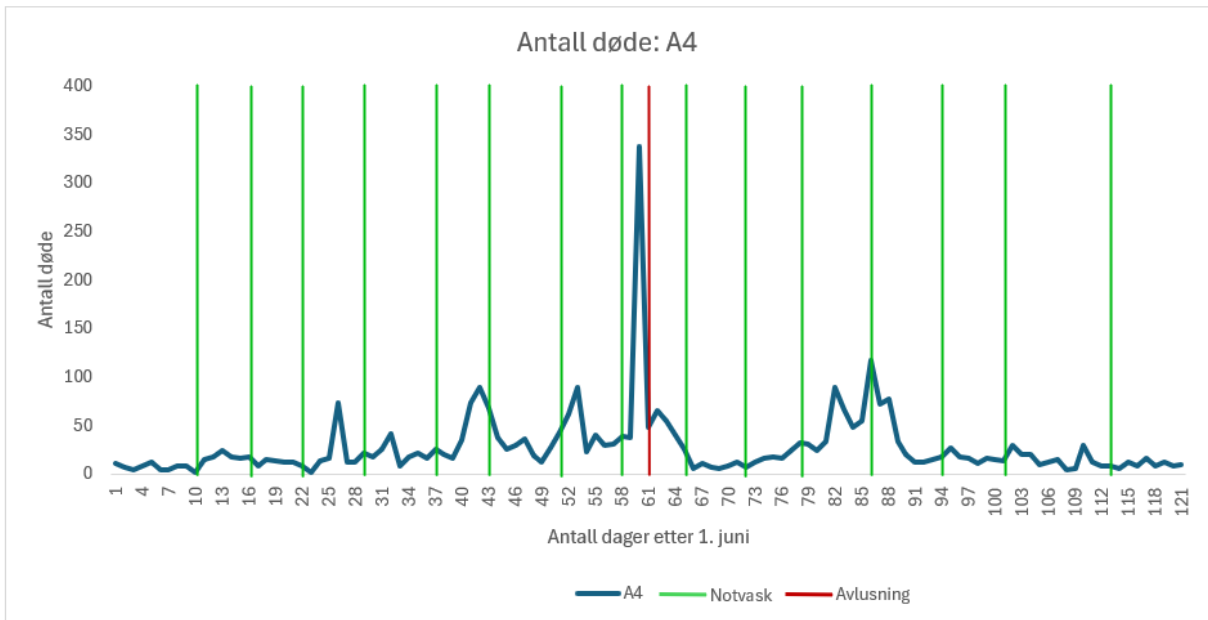
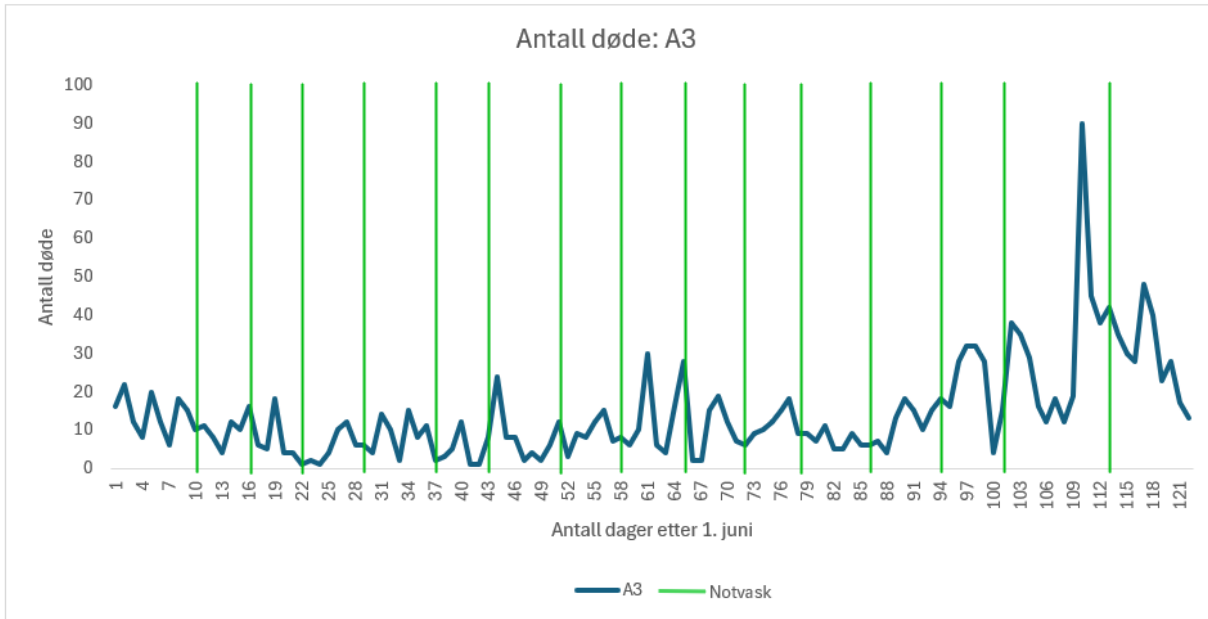


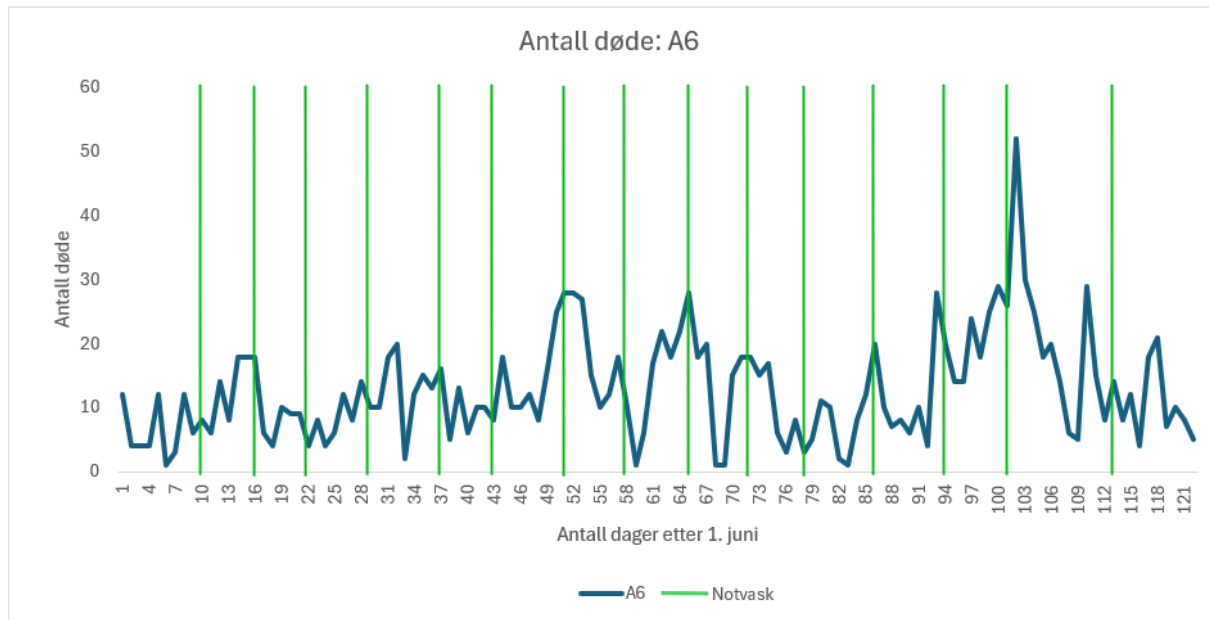
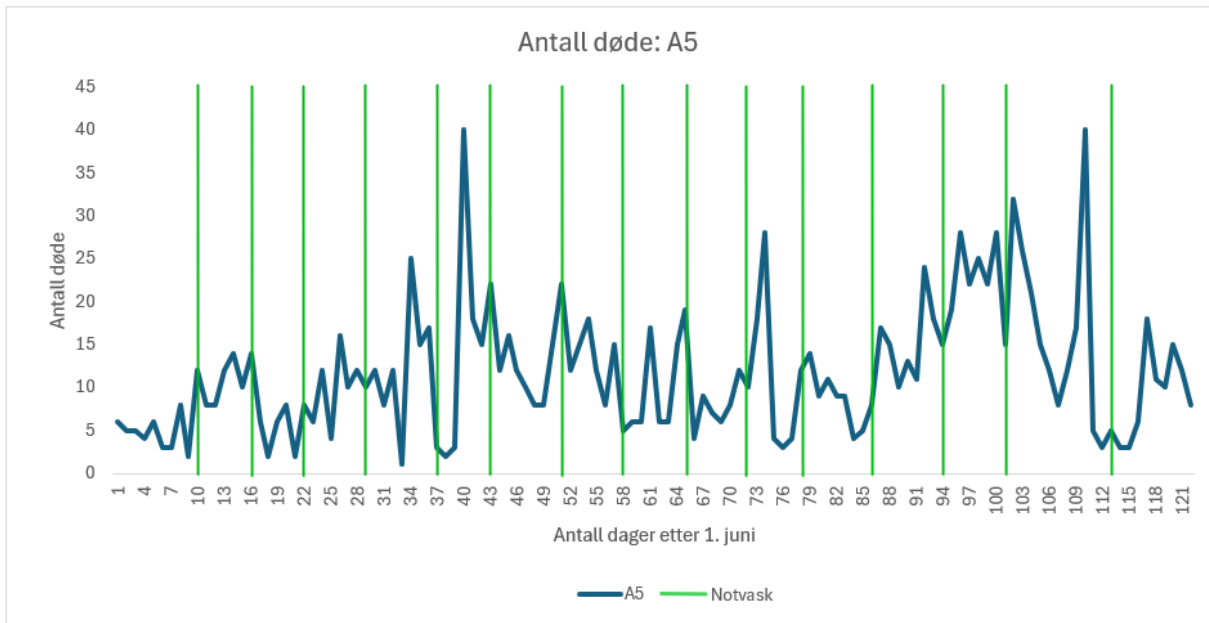


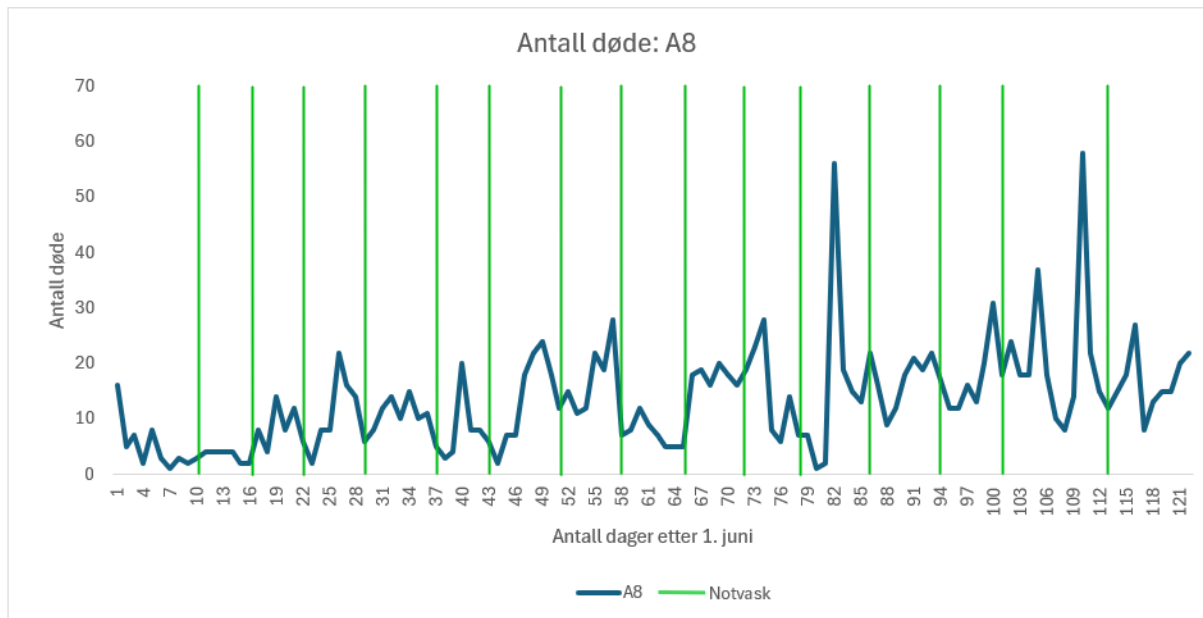
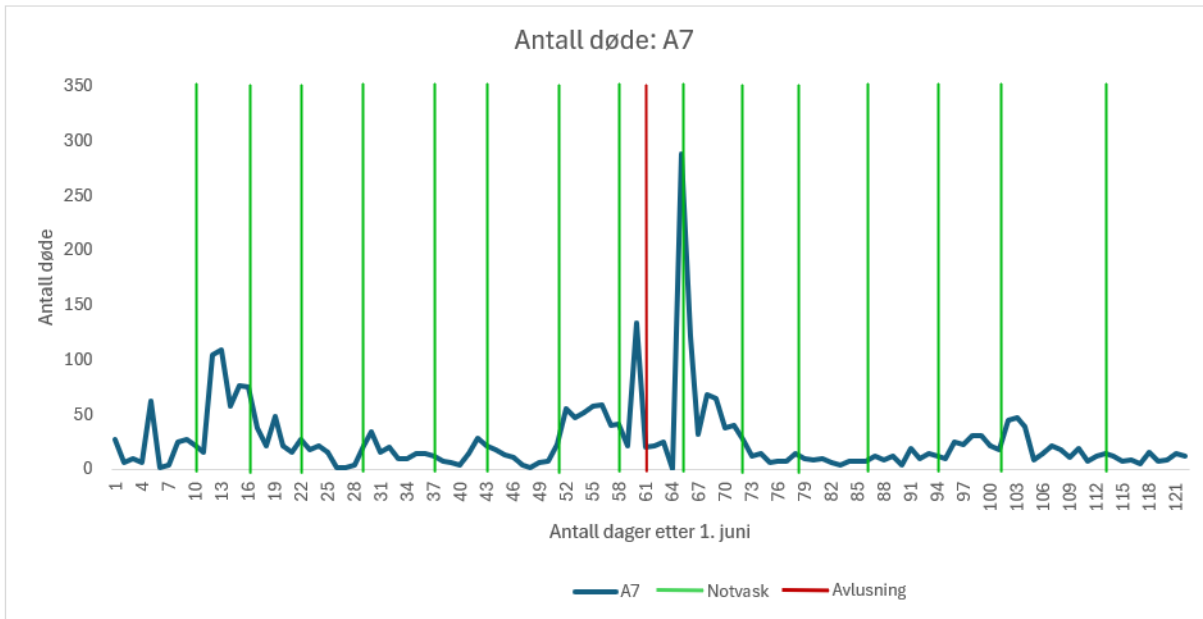


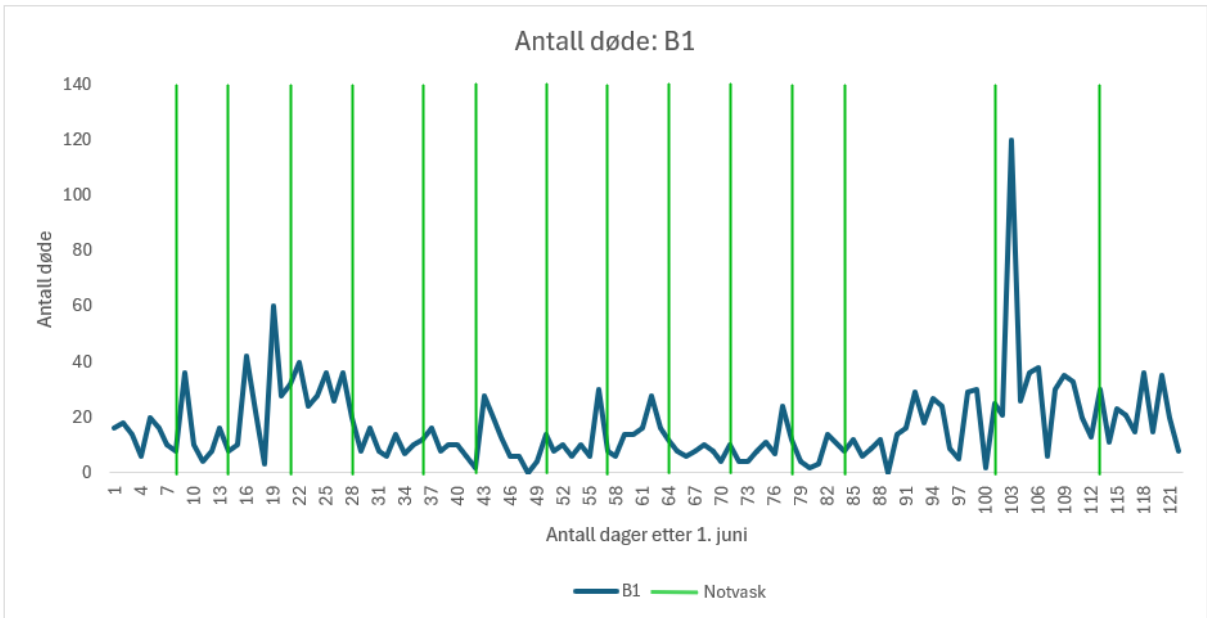
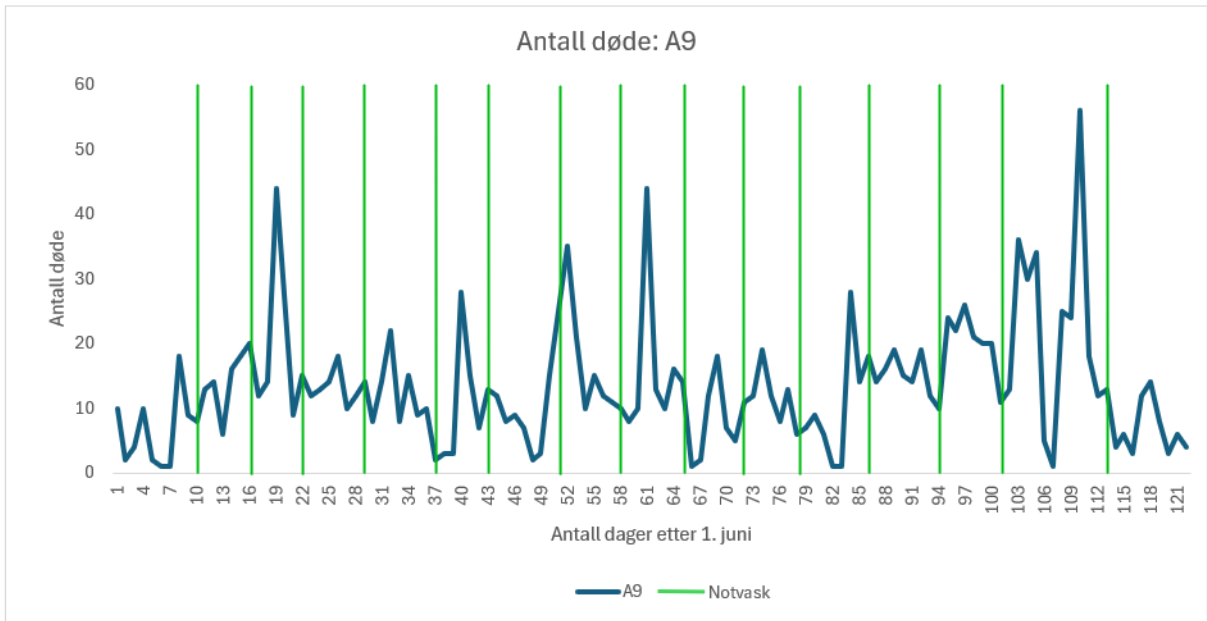
## Antall døde

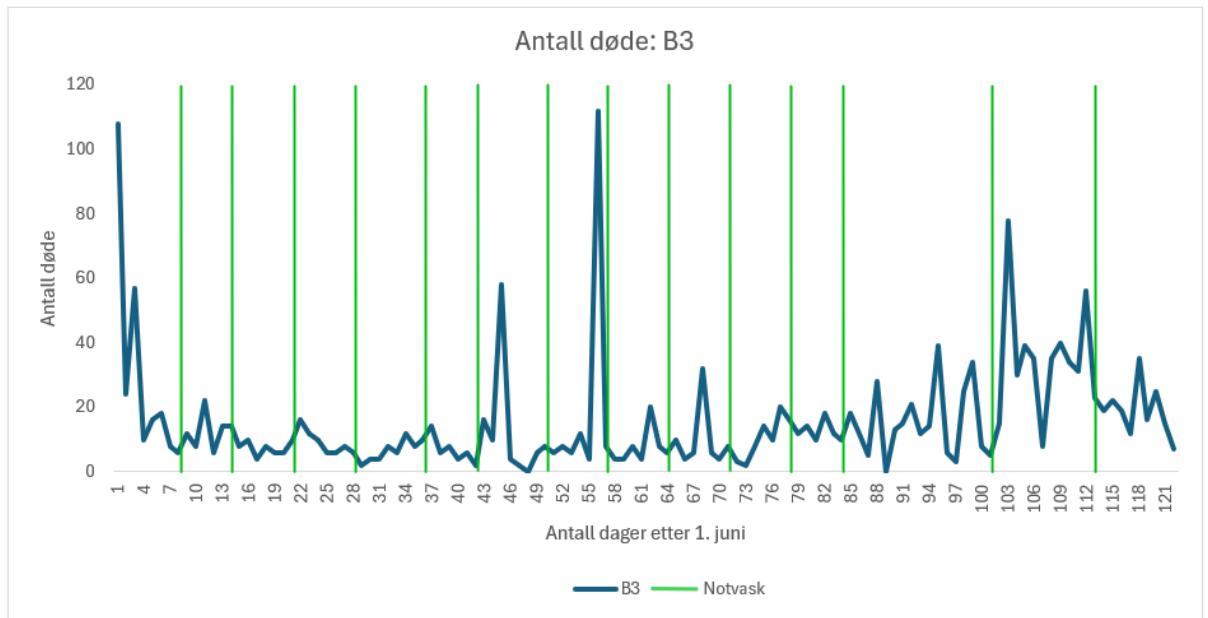
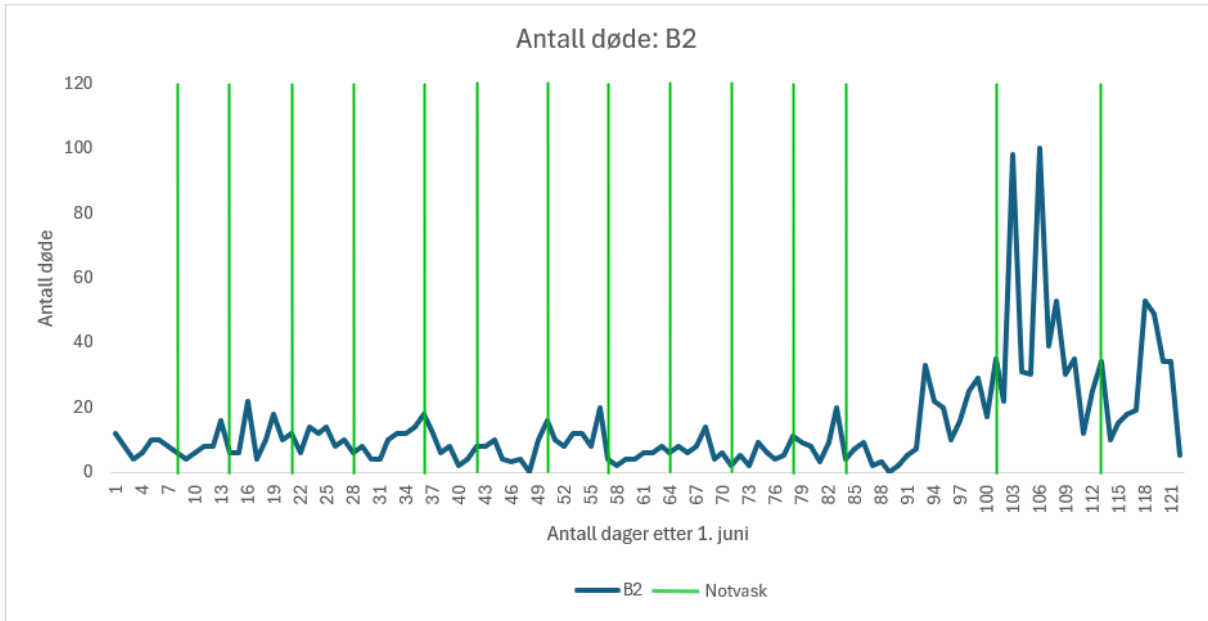


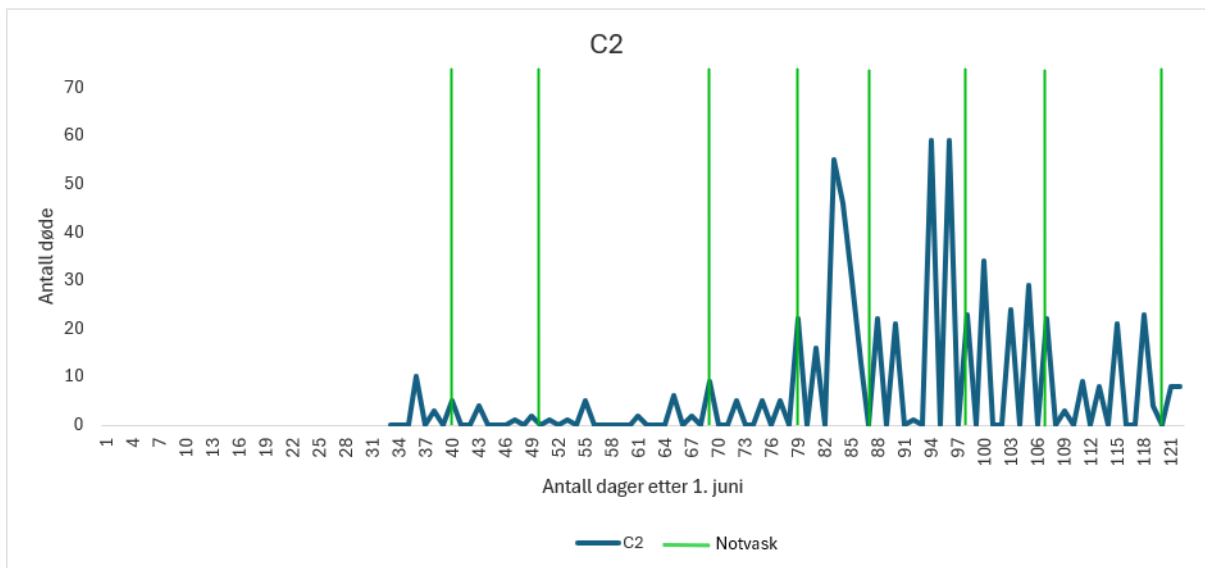
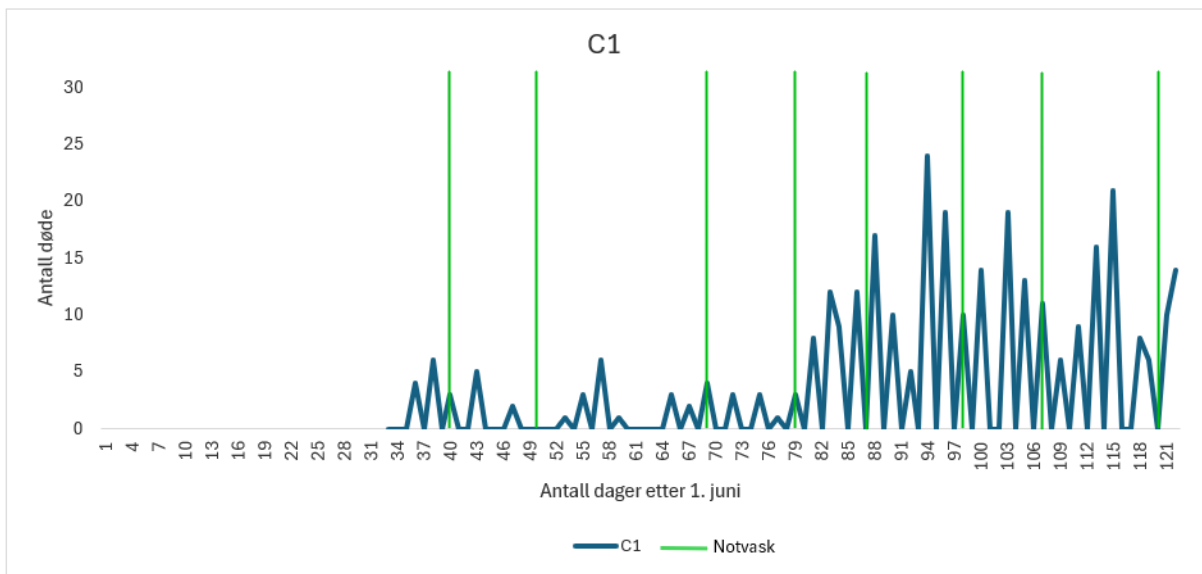
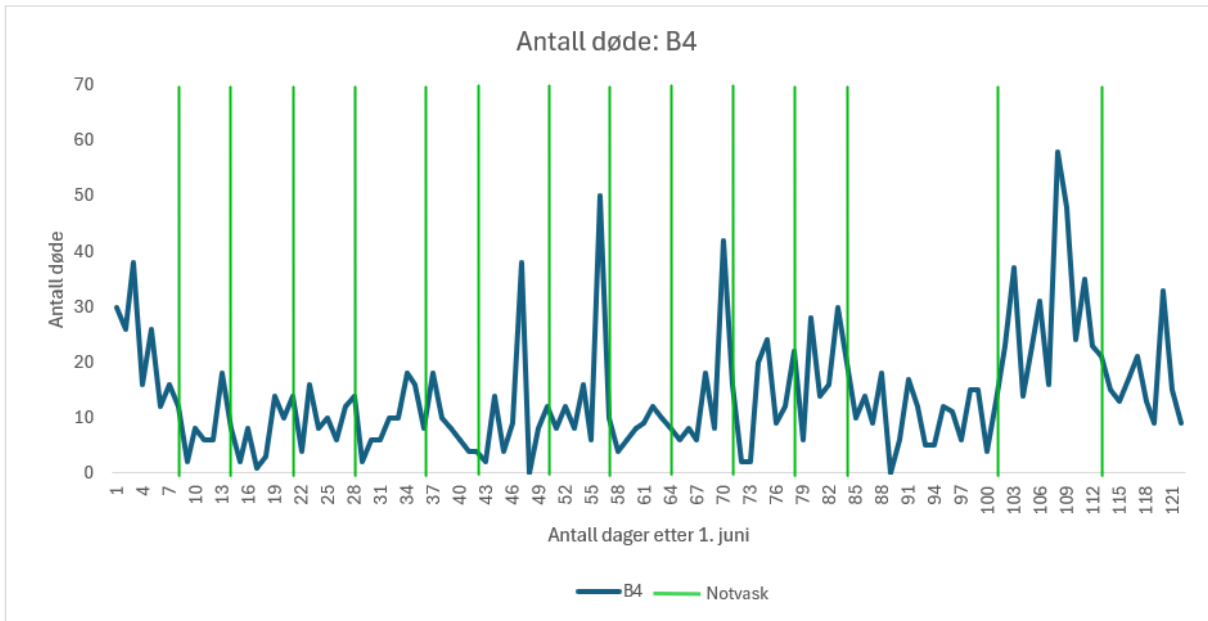




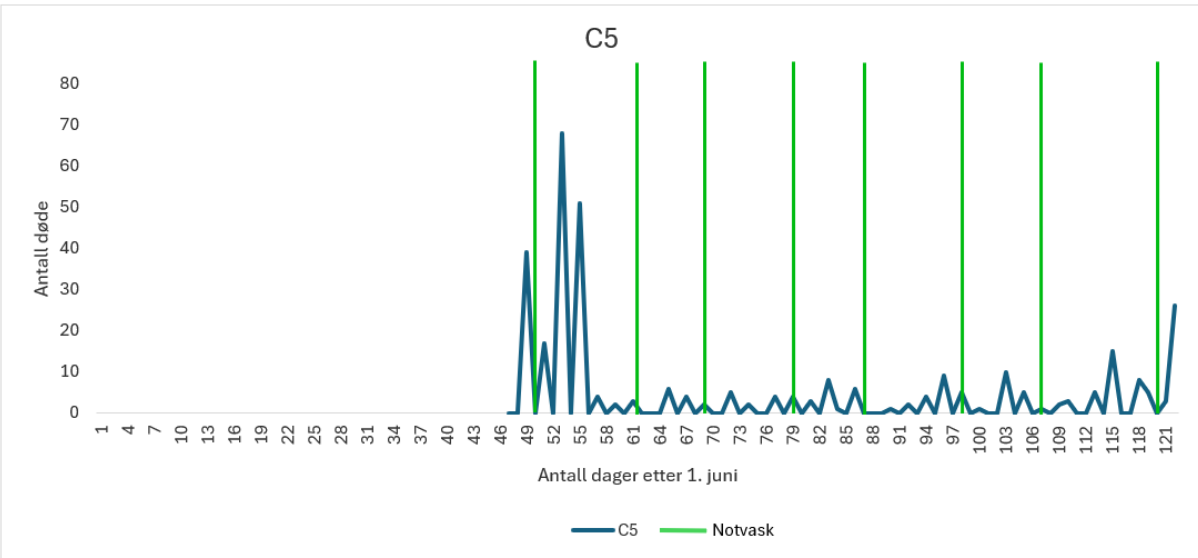
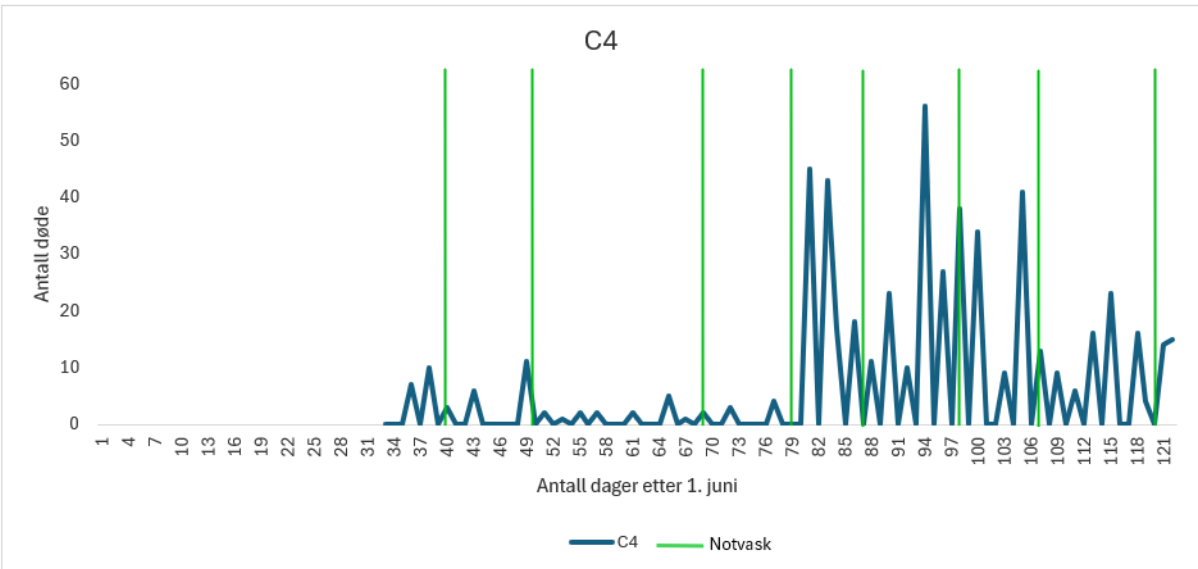
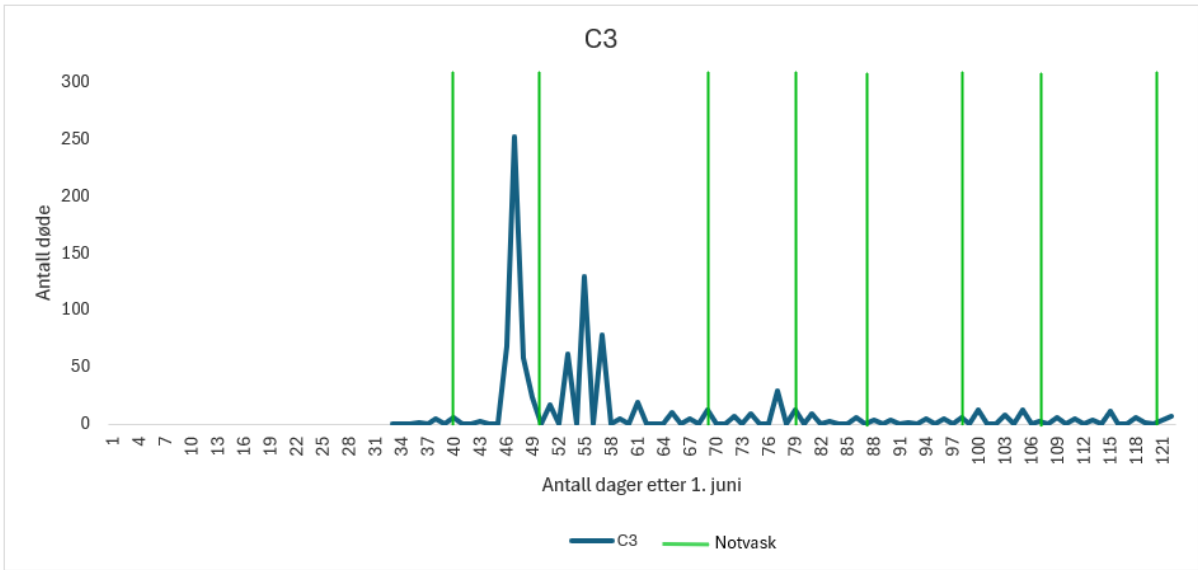


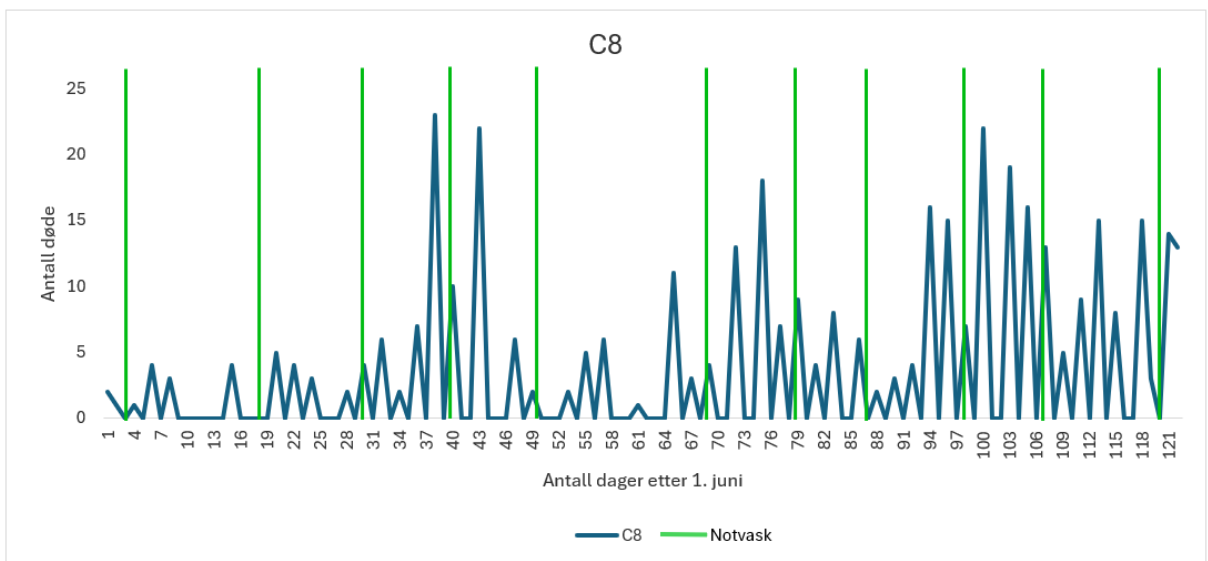
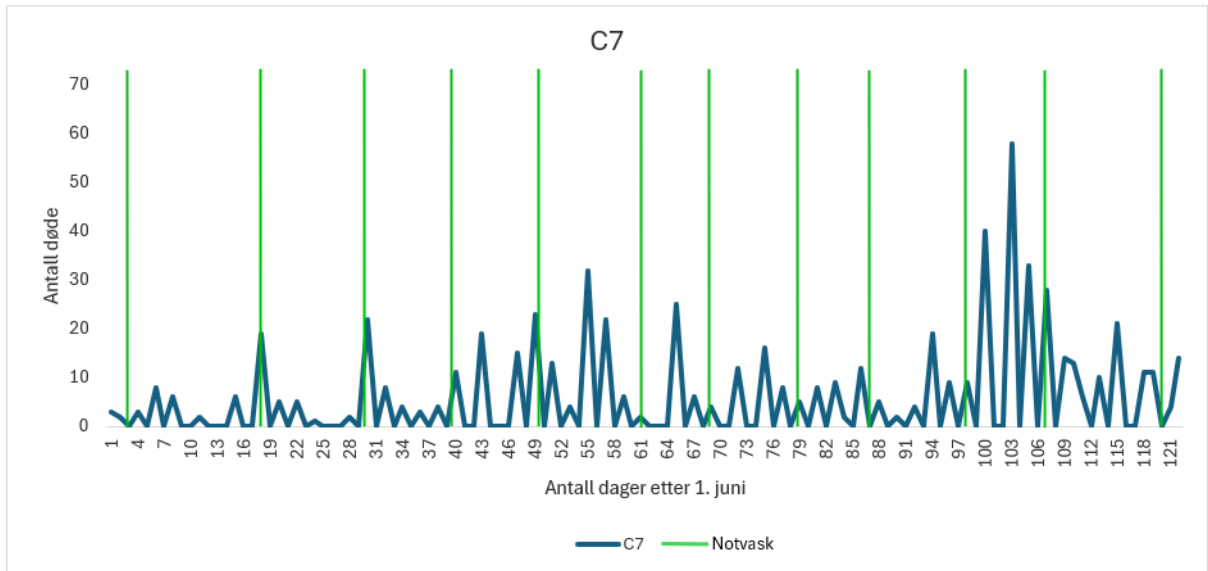
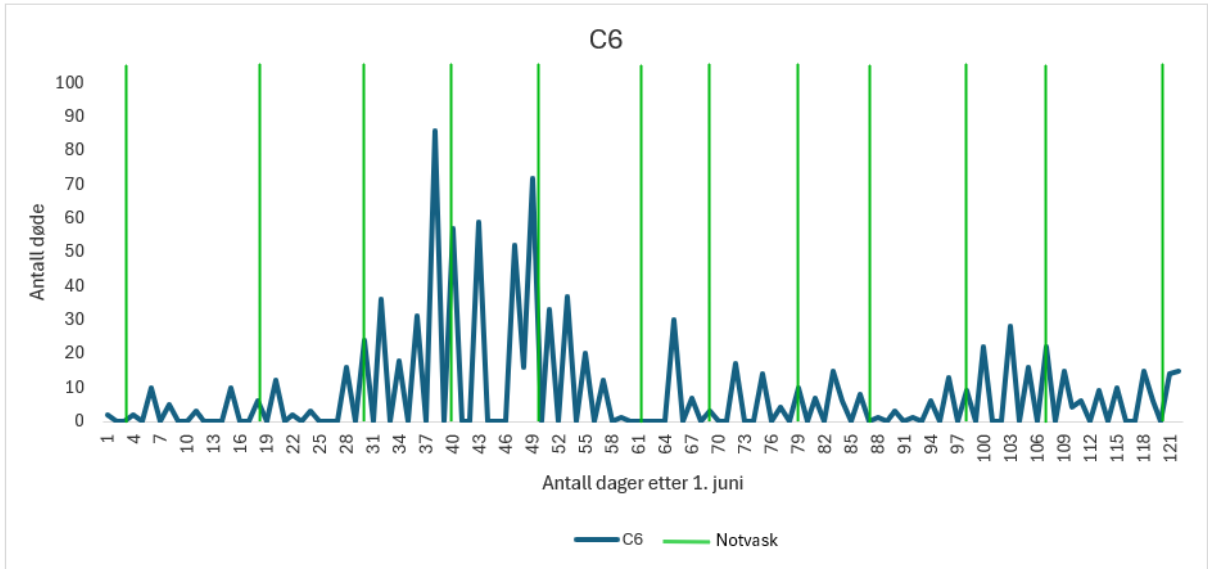


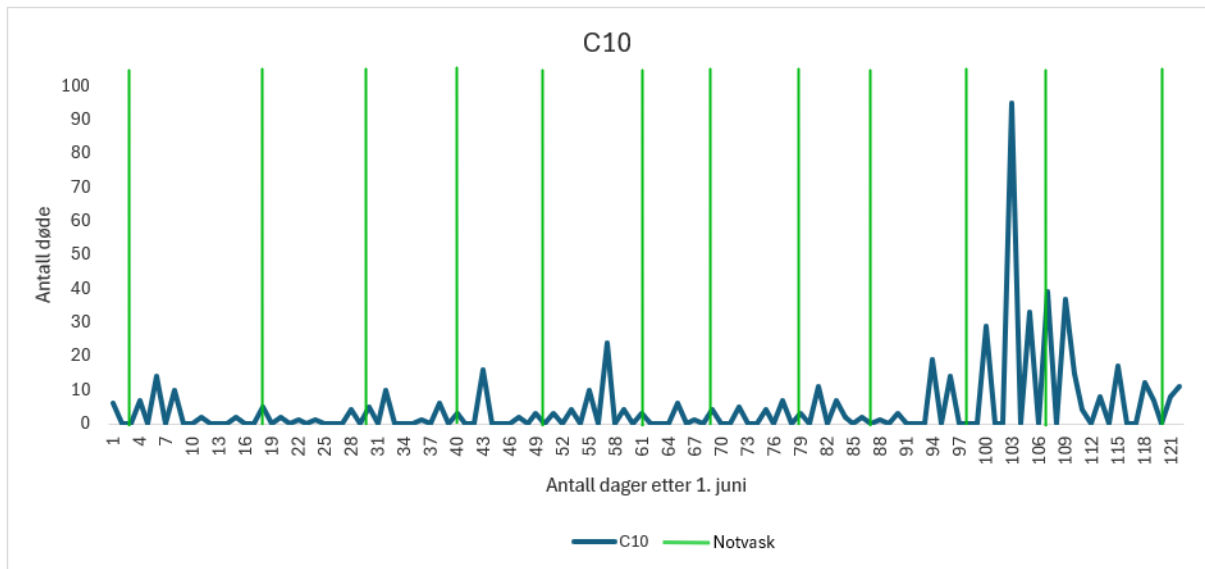
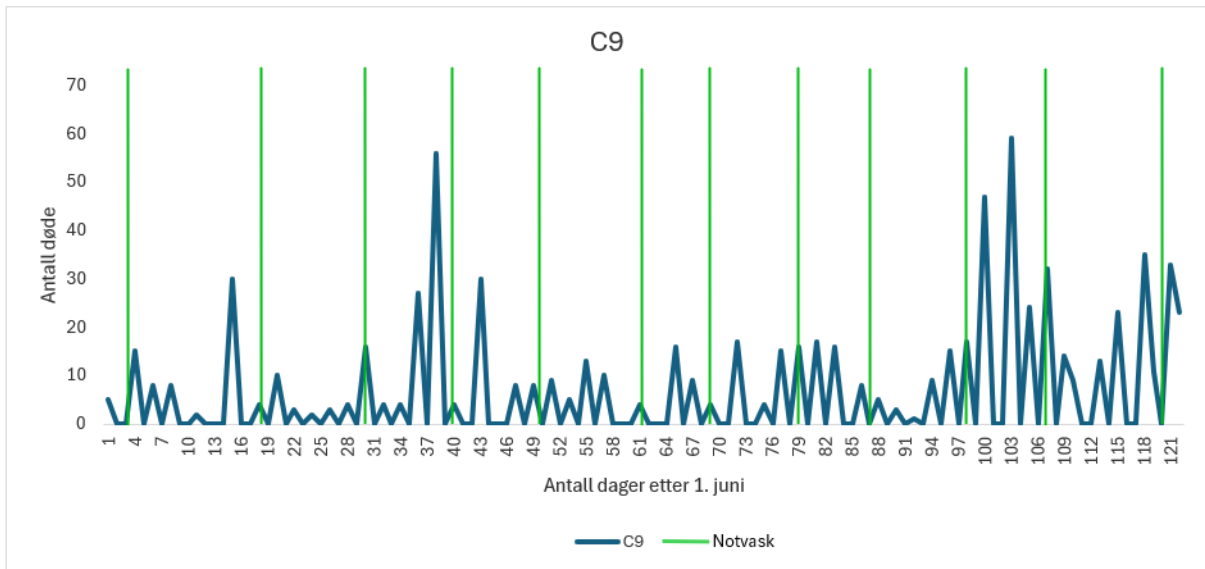












## Biomasse

