

# Enorm Biofactory – Værdiforøgelse af restbiomasser gennem insektproduktion

## MUDP - Faglig delrapport

1. halvår 2020

Journal nr. på tilsagn: MST-117-00460

Skrevet af: Projektleder, Jane L. Sam (Enorm Biofactory A/S) og Toke Munk Schou (Biolog, Enorm Biofactory A/S) og Kylian Manon Eggink (DTU Aqua).

Kontaktperson i Miljøstyrelsen: Bjørn Olsen

## Indholdsfortegnelse

AP 1 – Udvikling af foder og fluebure .....	2
Udvikling og optimering af SOP produktion .....	2
Forsøgsresultater i perioden.....	2
Synkronisering af æglægning – for effektiv æglægning.....	2
Lyscyklus i fluebure – for optimeret æglægning.....	3
Lyskilde – for optimeret produktion.....	6
Hver 2. dags høst .....	6
Store bure – pladseffektiv produktion .....	6
Opbevaring af overskudsæg og neonates .....	7
Udvikling af foder .....	9
Test af nye foder-ingredienser/restprodukter for fremtidig produktion.....	9
Udvikling af nye foderrecepter - for mere bæredygtig og stabil produktion.....	9
Konservering af foder og restprodukter.....	10
AP 2 – Teknologiske gennemførlighedsundersøgelser til optimering af produktions set-up.....	12
Forprojekt for skalering af projektet.....	12
Nyt samarbejde om ventilation.....	13
AP 3 - Demonstration af full-line produktion af insektmel og -olie.....	15
Status AP 3 .....	15
AP 4 - Etablering af fuldskala anlæg.....	16
Status AP 4 .....	16
AP 5 - Udvikling af fiskefoder .....	16
Status AP 5 .....	<b>Fejl! Bogmærke er ikke defineret.</b>
AP 6 - Udvikling af koncept til værdiskabelse af insekt frass.....	17
Status AP 6 .....	18

## AP 1 – Udvikling af foder og fluebure

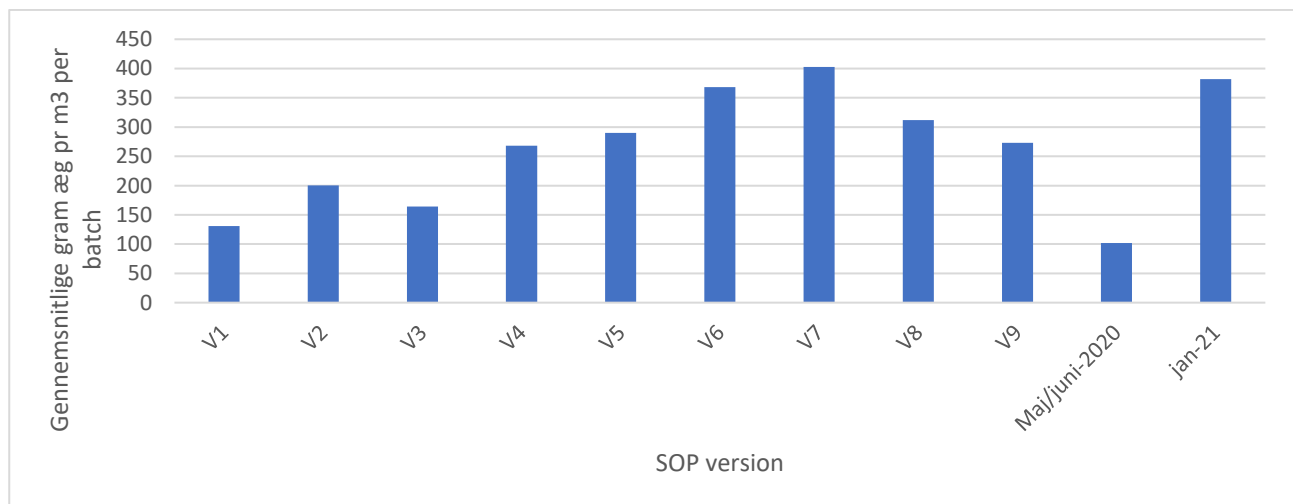
I arbejdsplanen 1 testes i lab skala prototyper af bure til fluer samt vækstkasser til fluelarverne, for at skabe optimale forhold for fluernes reproduktion og vækst af larven. Der udvikles første foderrecept til BSF-larver baseret på restbiomasser. Endelig undersøges muligheden for at anvende lænse vandet fra vækststaldene som vækstmedie til produktion af mikroalger.

Leverancer i denne arbejdsplan:

- 1) Færdigt design og udviklede prototyper af fluebure, ægopsamlingsenheder og vækstkasser.
- 2) Generation 0.1 recept for BSF-foder baseret på restbiomasser.
- 3) Analyser af mikroalger baseret på lænse vand fra larveproduktionen.

## Udvikling og optimering af SOP produktion

I 2. halvår 2020 har vi arbejdet med en række tiltag for at optimere æglægningen i vores fluebure. Tiltagene har til formål at øge antallet af æg per dyr samt at gøre æglægningen mere tidseffektiv ved at fremrykke æglægningen. Ligeledes er der fokus på at optimere management. Der er dermed lavet adskillige forbedringer i SOP versionen for ægproduktionen, efter at vi i første halvår 2020 havde store udfordringer med klimaet omkring vores puppemanagement. Som det ses i nedenstående graf, er æghøsten igen ”back-on-track”, og yderligere forbedret i forhold til V8 og V9 SOP versionerne.

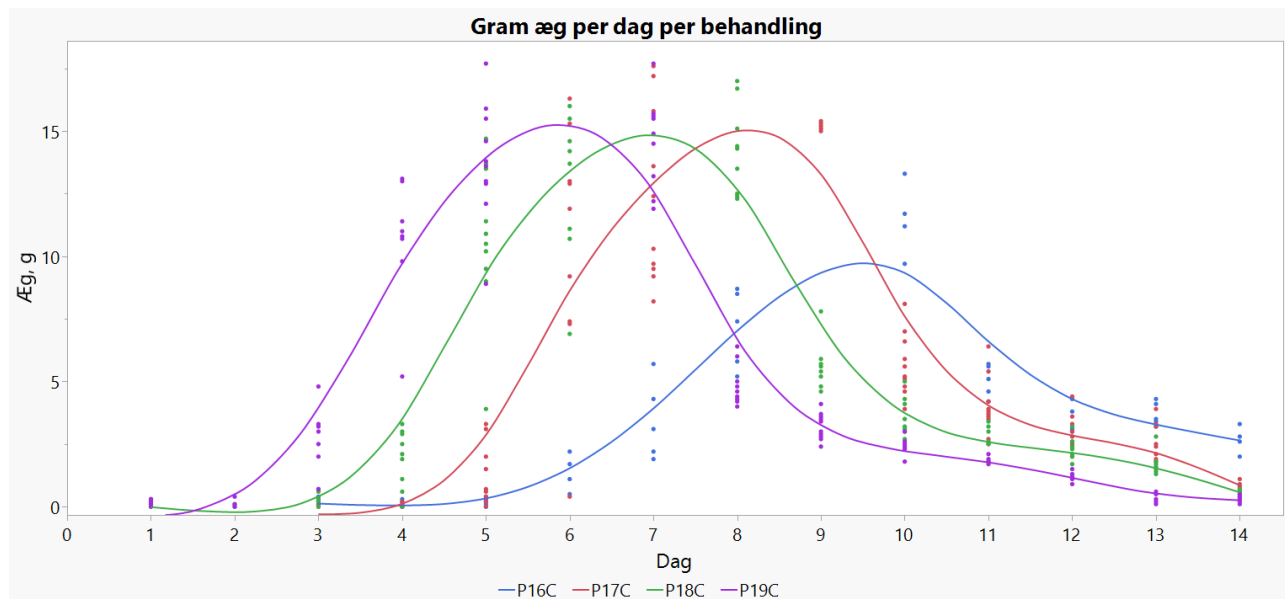


## Forsøgsresultater i perioden

### Synkronisering af æglægning – for effektiv æglægning

For at optimere æglægningen per batch har vi arbejdet på at synkronisere fluernes fremkomst og æglægning – med det formål at gøre æglægningen mere tidseffektiv per bur. Vi har udført forsøg på pupper der opbevares ved forskellige klima (temperatur og fugtighed) og ved forskellige varigheder (dage). Klima og varigheden pupperne opholdes ved under de forskellige klima-behandlinger, har vist sig at have en signifikant effekt på mængden af æg som fluerne lægger. Ligeledes har klima-behandlinger vist sig at kunne

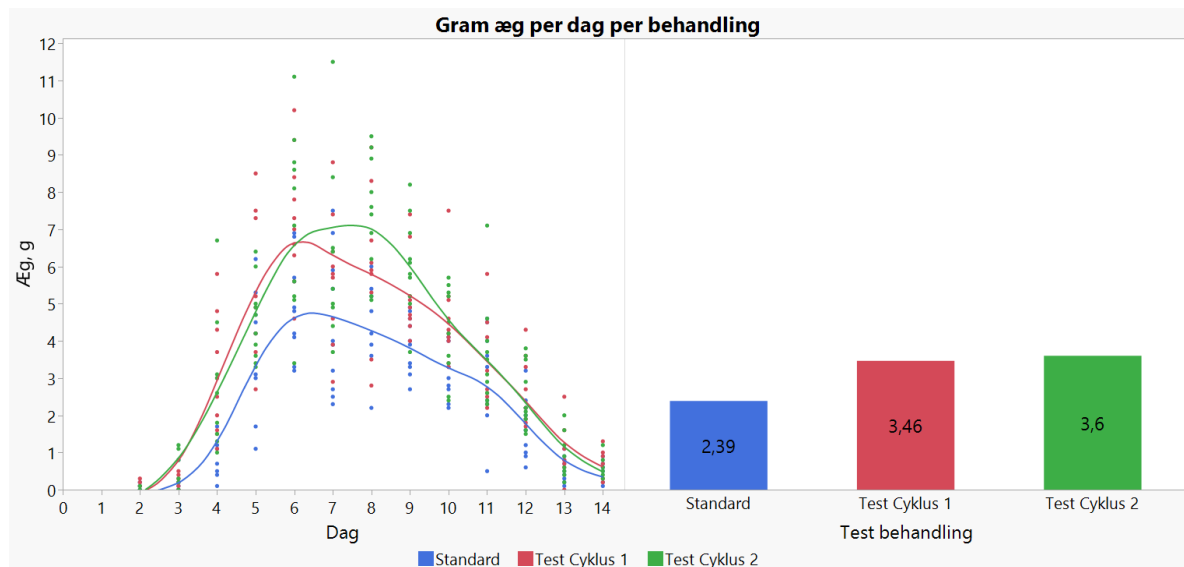
fremrykke, hvornår fluerne lægger deres æg. Resultaterne er blevet implementeret i den nuværende SOP. Ligeledes vil resultaterne blive implementeret i vores kommende Fly Production faciliteter.



Der vil i 1. halvår 2021 blive arbejdet videre med synkronisering af flueres fremkomst og tidlig æglægning, hvor nuværende resultater vil blive efterprøvet under de øvrige nye SOP tiltag der er implementeret i 2. halvår 2020 (beskrives nedenfor).

### Lyscyklus i fluebure – for optimeret æglægning

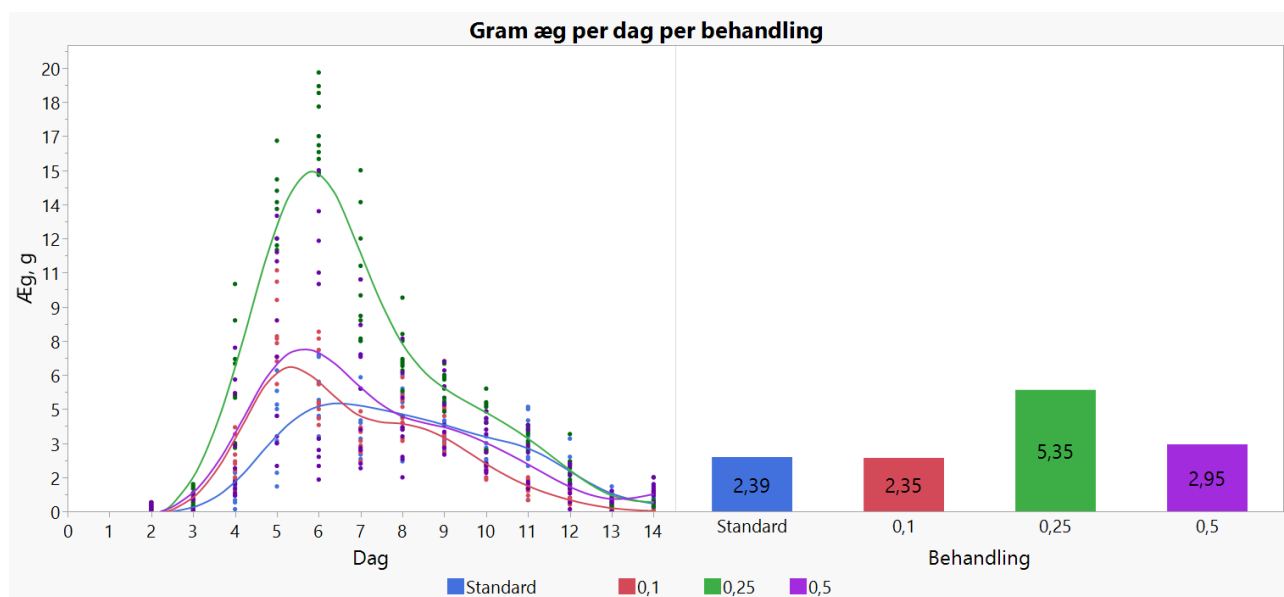
Vi har i 2. halvår 2020 udført forsøg med lyscyklus i flueburene. Lyscyklussen i burene styres ved hjælp af et tænd- og sluk-ur der styrer belysningen i hvert bur. Vi har udført to forsøg med forskellige lyscyklusser. Resultaterne fra begge tests viste, at lyscyklusserne havde en signifikant effekt på den totale mængde æg produceret per bur. Test Cyklus 2 viste sig bedst og signifikant bedre end standardlys cyklussen, hvorfor den er blevet implementeret i den nuværende SOP. Ligeledes vil resultaterne blive implementeret i vores kommende Fly Production faciliteter.



Der er i 1. halvår 2021 planlagt at udføre endnu et forsøg med test af nye ikke afprøvede lyscyklusser. Her vil der være fokus på, om det er muligt at simulere flere lyscyklusser over et døgn.

### Ventilation i bure – for optimeret æglægning

Vi har i 2. halvår 2020 udført forsøg med ventilation SOP flueburene. Burene er tilkoblet en ventilator og dertil har hvert bur et ventilationsspjæld. I forsøget blev ventilatorens ydeevne (10%, 25% og 50%) testet, og spjældet for hvert bur blev indstillet for ensartet ventilation inden for hver behandling. Behandlingen, hvor ventilatoren er sat til at yde 25% (0,25), klarede sig signifikant bedre end standardudluftningen og de øvrige test behandlinger. På baggrund af de gode resultater er behandling 25% blevet implementeret i nuværende SOP. I 1. halvår 2021. Det forventes at der vil blive udført flere ventilationstest i 1. eller 2. halvår 2021, med formål at finoptimere ventilationen i SOP.



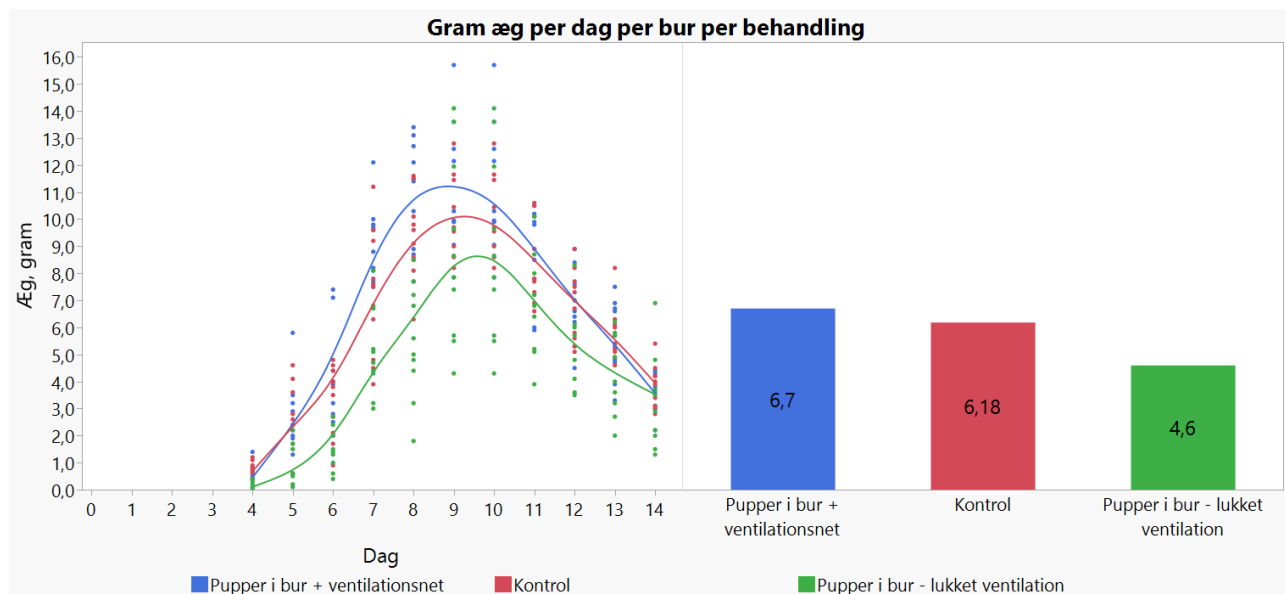
### Pupper i bur – optimering af management og produktion

I 2. halvår 2020 har vi udført to indledende test med pupper i bur i stedet for i emergebokse. I den ene test blev sorterede pupper placeret i bunden af buret i stedet for i emergebokse. I det andet forsøg kom usorterede pupper med frass i bunden af buret i stedet for i emergebokse. Forsøgende har flere formål og hypoteser vi ønsker at undersøge.

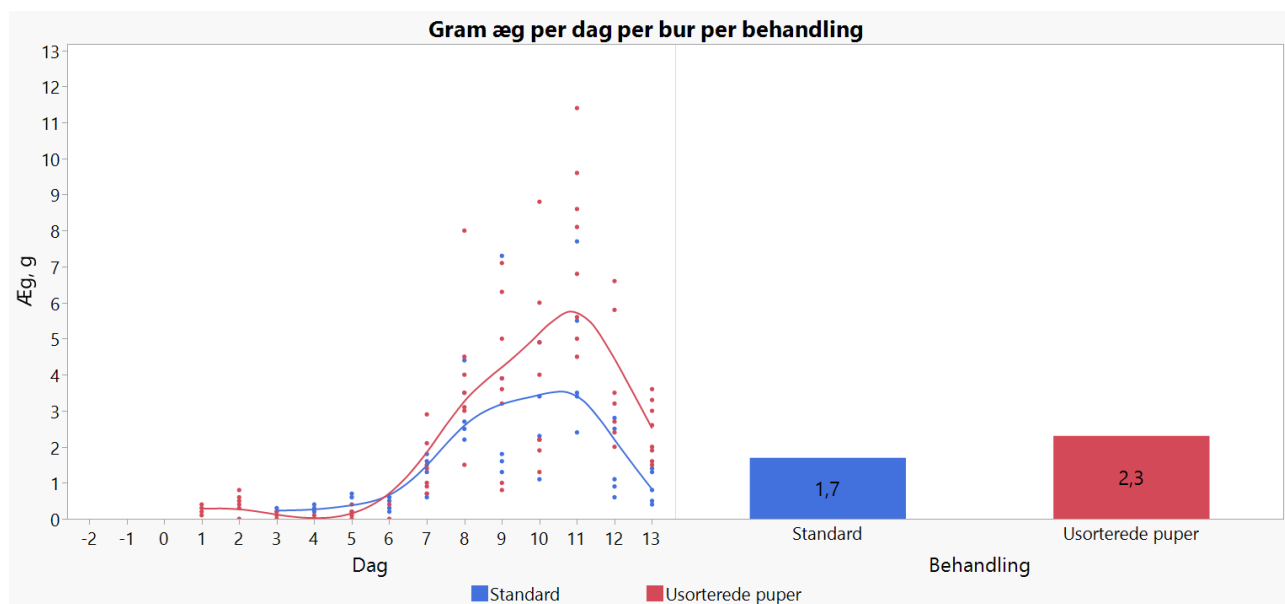
- Pupper i bur
  - Er pladsbesparende da emergeboksene ikke fylder bag på burene.
  - Pupper udsættes for lys – får det dem til at klække hurtigere og derved lægge æg tidligere?
- Usorterede pupper med frass
  - Giver lettere management
  - Har det en negativ effekt på ægproduktionen?

I den indledende test med pupper i bur blev det fundet, at pupper i bur ikke nødvendigvis har en negativ effekt på æghøsten. Når pupperne er i buret, er placeringen af ventilationsriste dog afgørende for ægproduktionen. De indledende resultater er lovende, og gør at vi vil arbejde videre med en løsning, hvor pupperne er inde i buret, i stedet for en emergeboks tilsluttet til burene. I 2021 vil vi arbejde videre med løsninger der omhandler puppers placering i buret, for at optimere produktionen, effektivisere management

og pladseffektivisere burene. Løsningen vi arbejder videre med forventes at kunne benyttes i nuværende SOP og store bure i kommende Fly Production faciliteter.



Usorterede pupper i bunden af buret klarede sig bedre end standard SOP. Resultatet tyder altså på, at frass i burene ikke har en negativ effekt på fluernes æglægning. Forsøget blev desværre ramt af en foderfejl fra en ekstern leverandør, hvilket resulterede i at larverne havde dårlige vækstbetingelser, hvilket i dette forsøg ses også at ramme fluernes efterfølgende æglægning. De indledende resultater er lovende og i skrivende stund, er vi ved at teste behandlingerne igen under optimale forhold. Puppemanagement er et område, vi vil udvikle videre i 1. halvår 2021.



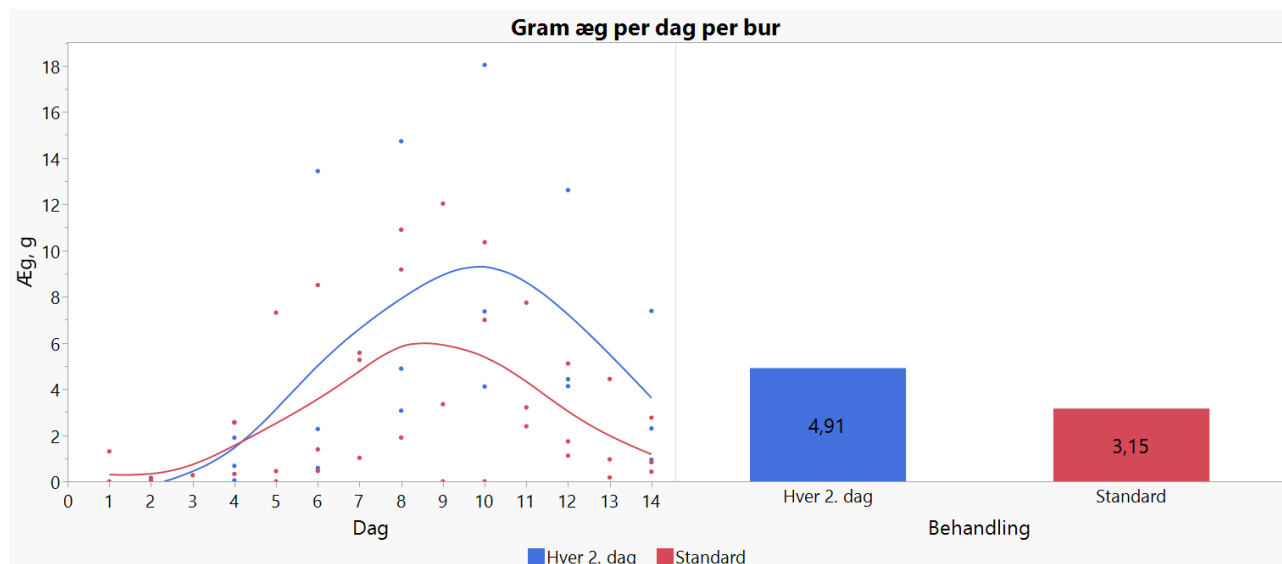
## Lyskilde – for optimeret produktion

I 2. halvår 2020 har vi testet og er i skrivende stund i gang med at teste forskellige typer af lyskilder. Formålet med forsøget er at finde og/eller udvikle belysning med de optimale bølgelængder, hvilket i videnskabelige artikler er vist at kunne øge fluernes æglægning. I Test 1 blev 4 forskellige lyskilder testet op imod vores SOP. Efter 4 rotationer blev to af lyskilderne fundet til at klare sig markant dårligere end de øvrige lyskilder, og udgår af testen. I Test 2, som er under udførelse i slut 2. halvår 2020 og vil køre videre i 1. halvår 2021, tester vi to nye lyskilder udviklet til soldaterflueproduktionen. Disse lamper bliver testet op imod SOP og de to tilbageblivende lyskilder fra Test 2. Lyskilder er et område, vi vil arbejde videre med i 1. og 2. halvår 2021.

## Hver 2. dags høst

Vi har i 2. halvår 2020 testet om det er muligt at indsamle æg hver 2. dag i stedet for dagligt. Dette er et ønske for at reducere arbejdsgang med æghøst, da denne procedure er tidskrævende. Vi har testet effekten af hver 2. dags æghøst op imod daglig æghøst i vores SOP. Resultaterne viser at den gennemsnitlige æghøst i gram er markant lavere ved hver 2. dags høst sammenlignet med daglig æghøst. Derved er hver 2. dags æghøst ikke blevet implementeret i nuværende SOP. Vi vil i 1. halvår 2021 teste om forskellen i gram æg også afspejles i antal neonates der klækker. Vægtforskellen kan nemlig skyldes, at æggene mister væske i den længere periode egg collecterne er påsat flueburene.

På figuren nedenfor skal æghøsten på høstdage ligge dobbelt så højt for Hver 2. dags æghøst for at opnå samme gennemsnitlige æghøst per dag. Som det ses, er æghøsten ikke dobbelt så høj som Standard, hvorfor æghøsten per dag gennemsnitligt ligger lavere for hver 2. dags æghøst.



## Store bure – pladseffektiv produktion

Vi har i 2. halvår 2020 udviklet en ny model af store bure. Vi har bygget to bure, som i 2. halvår 2020 er blevet testet og indkørt. Burene har en rumfang der er 7,25 gange større en SOP bure og 3,80 gange mere

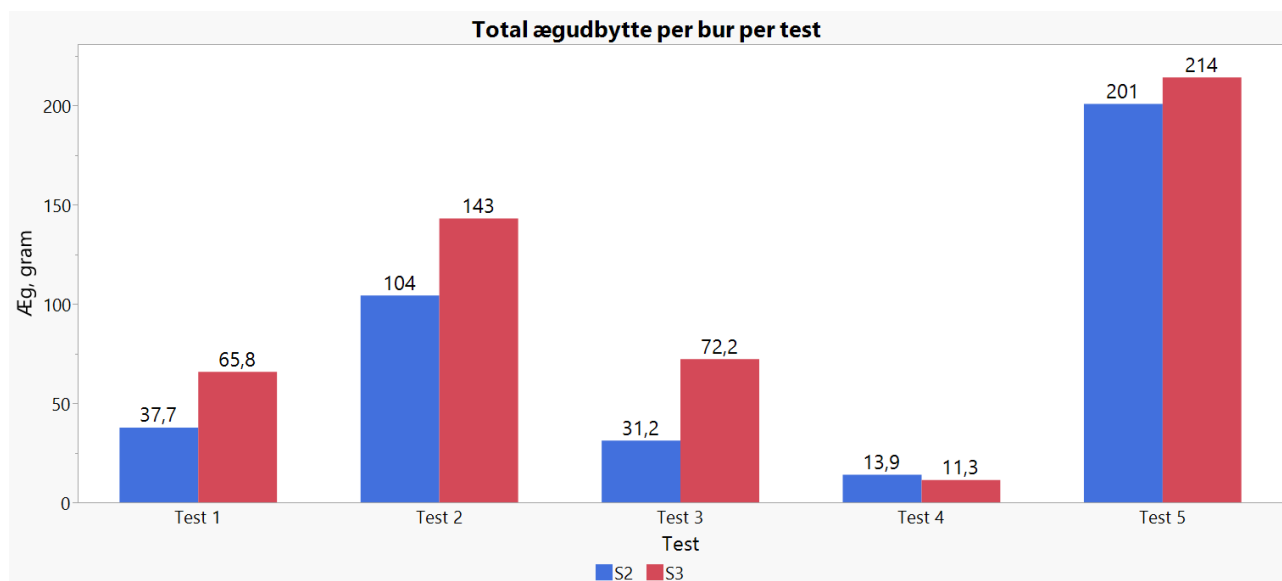
vertikalt areal. I de store bure har vi tilført 5 gange så mange pupper, sammenlignet med standardbure. Målet er derfor at kunne producere 5 gange så mange æg i de store bure sammenlignet med standard bure. Derfor er målet at producere mellem 250 og 300 g æg per bur per batch, over en rotation på 14 dage. Som det ses i tabellen nedenfor, startede de store bure med at levere langt under målet på de 250-300g æg per bur i Test 1. Vi har hen over de enkelte tests arbejdet med flere faktorer for at øge ægproduktionen i de store bure.

- Tør opbevaring af pupper inden de kommer i de store bure
- Tilførsel af vand til burene
- Ventilation i burene
- Placering af Egg collectors i burene

Fluerne benyttet i Test 3 og Test 4 blev desværre ramt en foderfejl fra en ekstern leverandør, hvilket resulterede i, at larverne have dårlige vækstbetingelser, hvilket i dette forsøg også påvirkede fluernes efterfølgende æglægning.

Selvom om at de store bure ikke producerer målet på 250-300 g æg, så viser resultaterne at de forskellige tiltag, vi har udviklet på, har virket og øget produktionen betragteligt. Vi vil videreudvikle på de store bure igennem 1. og 2. halvår 2021. Fokus vil blandt andet være på:

- Bur form
- Bur dimensioner
- Ventilation
- Placering af egg collectors
- Lys
- Opbevaring af stort antal pupper frem til de kommer i bur



## Opbevaring af overskudsæg og neonates

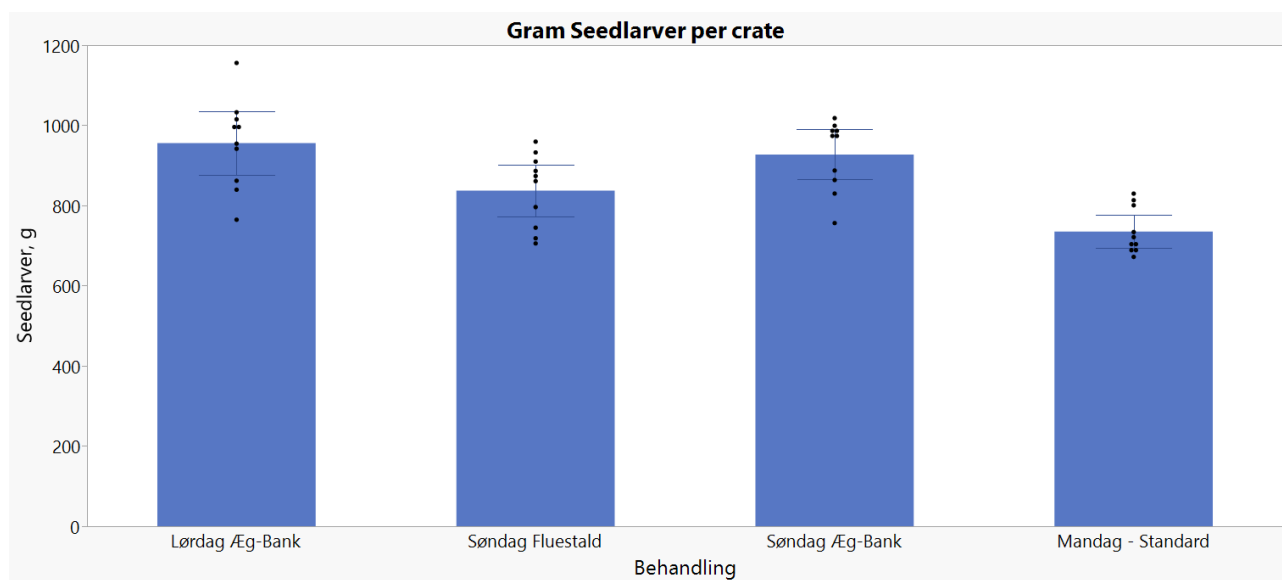
I 2. halvår 2020 har vi arbejdet på at udvikle en ÆgBank og NeonateBank. Udviklingen af en ÆgBank skal muliggøre, at vi kan opbevare æg til senere brug. Ligeledes skal NeonateBanken muliggøre at vi kan opbevare neonates til senere brug. Begge banker har tre primære formål: 1) sikre en mere stabil produktion ved at æg/neonates på overskudsdage gemmes til senere brug på dagen med underskud i æg/neonates; 2)

bedre udnyttelse af vores ressourcer, ved at overskuds æg/neonates ikke kasseres, men gemmes til senere brug; 3) ved at samle æg/neonate-produktionen fra flere dage til en dag kan vi øge produktionen på udvalgte dage ugentligt.

Igennem tests er det lykkedes at opbevare æg i to døgn uden nogen effekt på æggenes overlevelse. Yderligere kan vi opbevare æggene længere end de to døgn med en mindre dødelighed, for hver ekstra dag æggene opbevares.

Banken fungerer på den måde at æg opbevares i en inkubator med et klima der bremser æggenes udvikling, og når der så er brug for neonates flyttes æggene over i en anden inkubator, med et klima tilpasset til optimal æg klækning.

I skrivende stund er vi i gang med at teste ÆgBanken i praksis. Testene skal vise, om larver der kommer fra opbevarede æg, har en anderledes overlevelse og vækst sammenlignet med larver der stammer fra æg, der ikke er blevet opbevaret inden de sættes til klækning. Indledende resultater indikerer at larver fra æg opbevaret i ÆgBanken klarer sig lige så godt eller bedre end æg, der er opbevaret i fluestalden og æg der er sat direkte over til klækning.



Arbejdet med NeonateBanken blev påvirket af en foderfejl fra en ekstern leverandør, hvilket resulterede i at neonates havde en lav overlevelse og larverne havde dårlige vækstbetingelser.

I 1. halvår 2021 vil vi arbejde med at udvikle og implementere ÆgBanken i nuværende SOP. Ligeledes vil arbejde med at udvikle NeonateBanken.

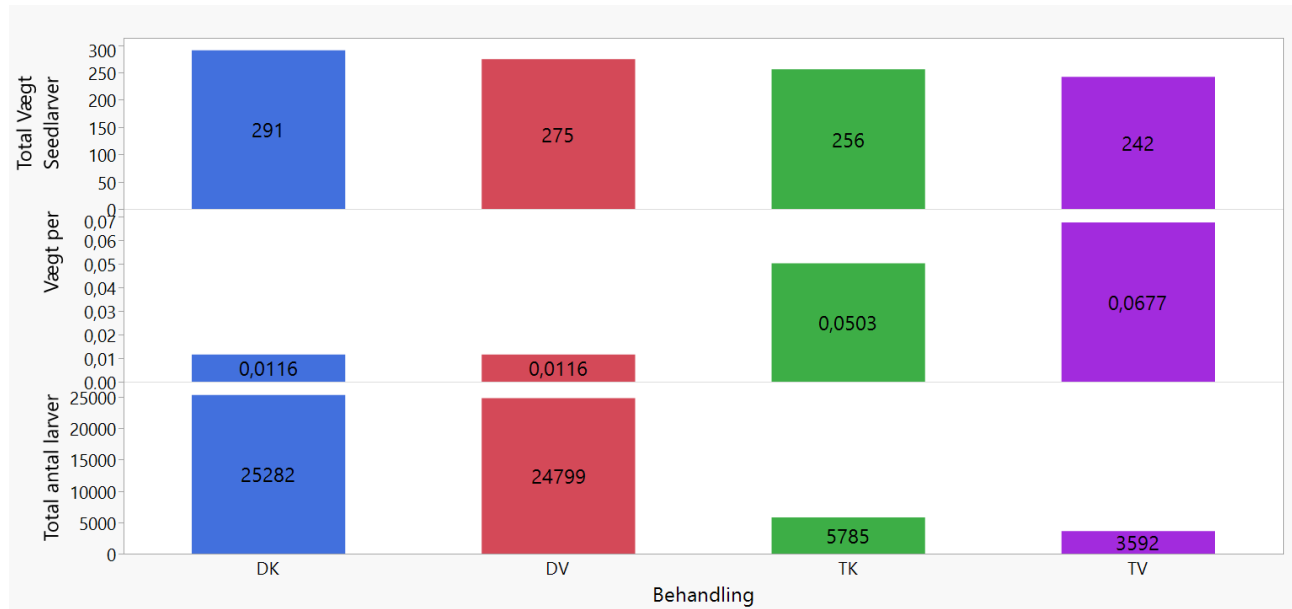
I forlængelse af NeonateBanken har vi arbejdet på at optimere procedurerne, hvad angår dosering af neonates – for præcis antal larver doseret og for en god start på livet for larverne med bedst mulig overlevelse og tilvækst. Indledende forsøg fra 2. halvår 2020 har vist, at måden hvorpå foderet har været opbevaret inden larverne doseres i foderet, er afgørende for larverne tilvækst og overlevelse. Resultaterne nedenfor viser effekten af foderets temperatur Kold/Varm (K/V), og om foderet har været opbevaret i lukket beholder (T) eller ej (D).

Resultatet viser, at larvernes overlevelse er op til 5 gange højere når de doseres i foder, der har været opbevaret i en åben beholder. At vægten per larve der har overlevet i foder fra lukket beholder, er markant højere skyldes, at de har haft forholdsmæssigt mere foder til rådighed per larve. Temperaturen på foderet har



haft mindre betydning i forsøget. Vi formoder overlevelsen i foderet fra åben beholder, kan skyldes et lavere vandindhold og evt. en fordelagtig bakteriel udvikling for larverne, hvilket vi skal have undersøgt nærmere.

I 1. og 2. halvår 2021 vil vi arbejde videre på at benytte NeonateBanken i praksis, hvilket inkluderes korrekt dosering af neonates.



## Udvikling af foder

### Test af nye foder-ingredienser/restprodukter for fremtidig produktion

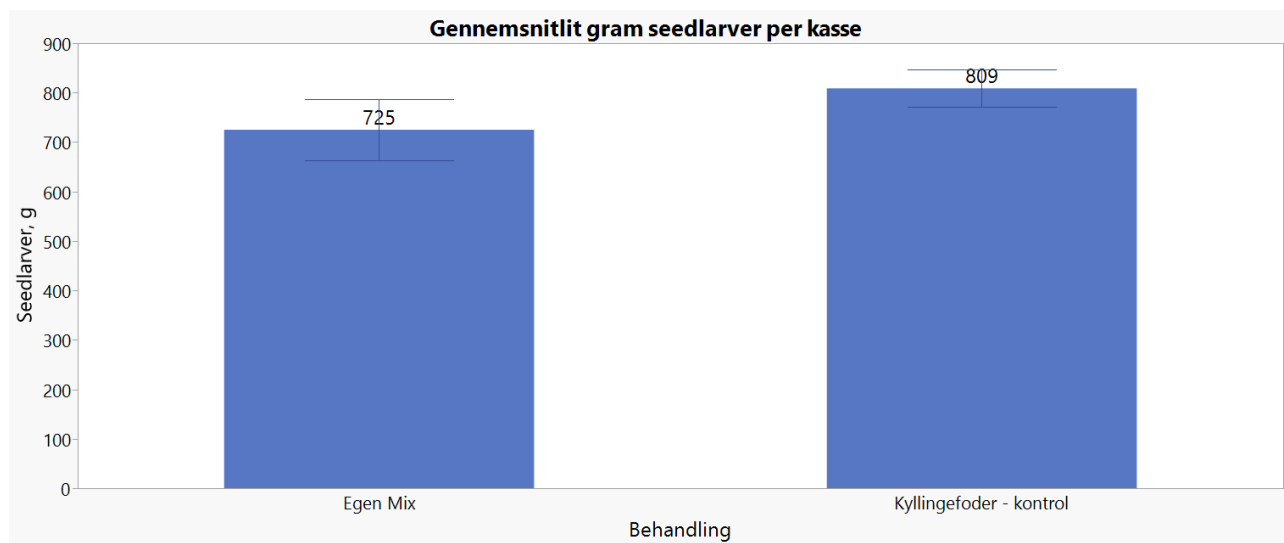
2. halvår 2020 har vi i samarbejde med Ph.D-studerende Kylian Mannon Egging (DTU Aqua, Hirtshal) testet en række restprodukter på growth-larver. I testen blev restprodukterne mask, rejer, muslinger, rapskage sammenlignet med kyllingefoder og ENORMmix11 som kontrol. Restprodukterne indgik ikke i en foderblanding, men blev givet som rent produkt. Testen viste at larverne kan indtage og vokse på rapskage, imens larverne havde meget ringe vækst, når de blev fodret udelukkende på muslinger, rejer eller mask. Larverne er ved at blive analyseret for aminosyre sammensætning m.m., for at undersøge, hvordan foder kan påvirke larvernes næringsstof profil.

### Udvikling af nye foderrecepter - for mere bæredygtig og stabil produktion.

I 2. halvår 2020 var vi ramt af en foderfejl fra en ekstern leverandør, hvor et færdigblandet foderprodukt der indgik i ENORMmix11 resulterede i, at larverne havde dårlige vækstbetingelser og overlevelse. Ligeledes resulterede foderblandingen i en kraftig reduktion i fluernes æglægning. På baggrund af dette fremrykkede vi vores udvikling af egen foderblanding, der udelukkende består af rene kendte råvarer.

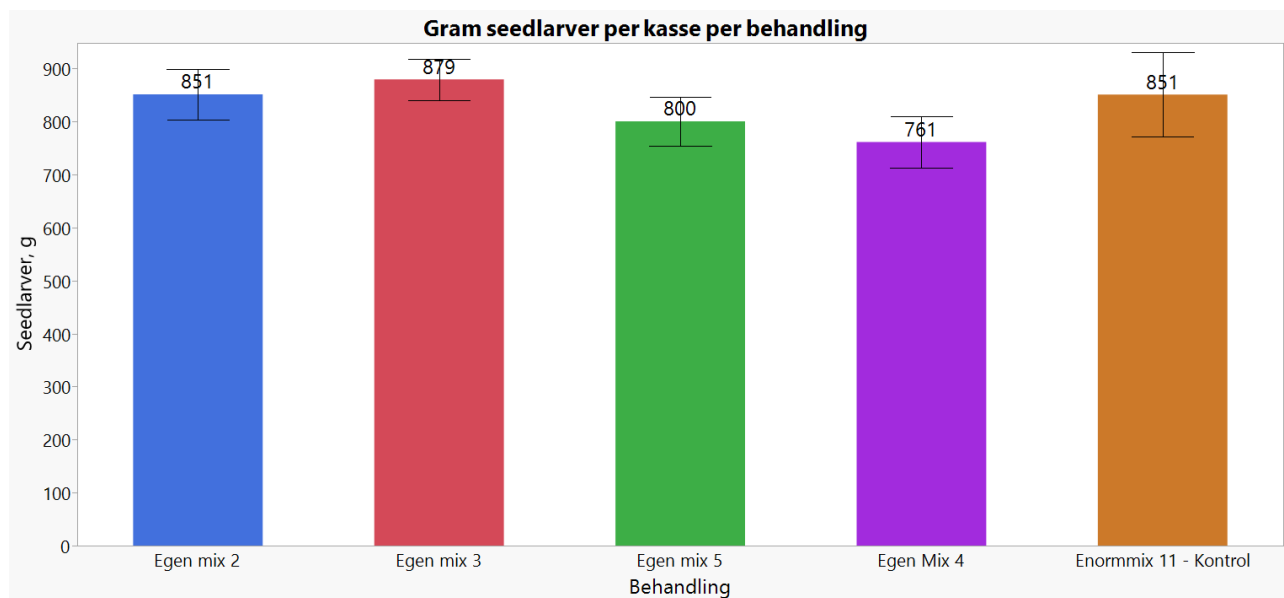
Den nye foderblanding skal derved gøre os uafhængige af færdigblandede foderprodukter. Derved sikrer vi vores produktion imod udefrakommende foderfejl. Vi kan hermed også sikre at råvarer der indgår i egen foderblanding, består af mest muligt rest/overskudsprodukt.

Foreløbigt har vi kørt 2 forsøg. I første forsøg blev en foderblanding testet op imod ENORMmix 11 der indeholder kyllingefoder. Resultaterne fra testen viste at Egen mix klarede sig ca. 10 % dårligere end ENORMmix 11.



I Forsøg 2 videreudviklede vi på vores egen foderblanding. Det blev til fire forskellige Egen mix op imod ENORMmix 11. Foderblandingerne Egen mix 2, 3 klarede sig mindst lige så godt som ENORMmix 11. Egen mix 4 blev fundet signifikant dårligere end de bedste, imens Egen mix 5 ligger imellem.

Resultaterne fra udviklingen af foderrecepter og fra forsøget har gjort at Egen mix 2 og 3 på indledende forsøgsbasis implementeres i SOP, og derved erstattet foderblandinger der inkluderer færdigprodukter. I 1. halvår 2021 vil vi arbejde videre med at justere Egen mix 2 og 3 i SOP.



## Konservering af foder og restprodukter

I SOP konserveres foder ved fermentering. Fermentering har både fordele og ulemper, hvilke også kan påvirkes af, hvilke restprodukt typer vi kommer til at benytte i fremtiden. Her kan syrekonservering være et

alternativ. I 2. halvår 2020 har vi testet, hvordan syrekonservering af foderblandingen ENORMmix 11 påvirker larvernes vækst sammenlignet med ENORMmix 11, der er fermenteret.

For neonates kan syrekonservering have en negativ effekt på larvernes vækst. Effekten var markant, hvilket gjorde at foderet ikke var omdannet til frass, hvorfor det ikke var muligt at skille larver fra frass. Resultatet viser at neonates vækst og måske overlevelse påvirkes negativt af foder der er syrekonserveret.

Growth-larver påvirkes til gengæld ikke som neonates af syrekonservering. I testen med growth-larver blev det vist at larverne, der fik syrekonserveret foder vejede markant mere, end larver der er vokset på fermenteret foder.

Det totale gram growth-larver er umiddelbart ikke forskelligt behandlingerne imellem, men for larver der fik fermenteret foder, var der en del frass med som ikke kunne sies fra. Derfor er den Totale vægt overestimeret, hvilket bevirker at det totale antal larver også er overestimeret. Resultaterne tyder på at growth-larver, som minimum klarer sig lige så godt i syrekonserveret foder, som larver der er givet fermenteret foder.

## AP 2 – Teknologiske gennemførlighedsundersøgelser til optimering af produktions set-up

I arbejdsplanen 2 arbejdes der med at kortlægge de teknologiske behov for en automatisering af en bæredygtig produktion af BSF larver. Dette omfatter dimensionering af infrastruktur, der skal understøtte logistik, klimastyring, vask, fyldning, tømning, fodring og processering af larverne.

Leverancer i denne arbejdsplan:

1. Projektering af fabrikken i fuld skala (30 tons levende larver per dag) med hensyn til et mål om 0-spildsproduktion.
2. Intern rapport til brug ved dimensionering af klimastyring i fuldskala-produktion baseret på GHG (Green House Gas) analyser samt CFD (Computational Fluid Dynamics) modellering.
3. Specifikationer til intern logistik af BSF larvevækststalde
4. Udvikling af prototype til dosering af baby larver

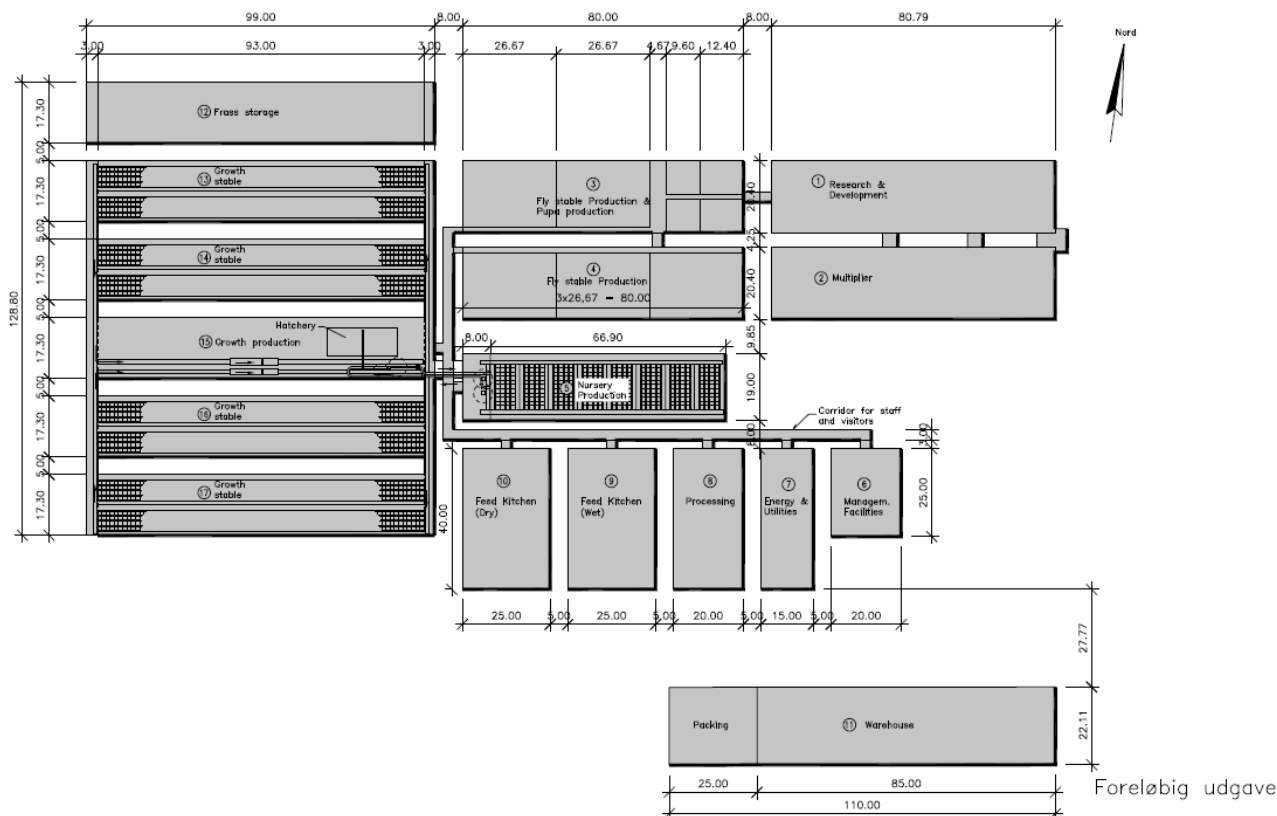
### Forprojekt for skalering af projektet

Vi har i perioden færdiggjort et ”forprojekt” som beskriver, hvordan fabrikken kan skaleres til 100 ton levende larver per dag. Forprojektet er en gennemarbejdning af de tidligere erfaringer fra pilotscale fasen i et sådant omfang, at projektet kan danne grundlag for de principielle beslutninger om realisering. Herudover danner forprojektet grundlag for Enorm A/S’ investeringsbudget, driftsbudget og finansieringsprospekt for skalering.

I forprojektet fastlægges projektet i alt væsentligt kvantitativt og kvalitativt, og vil således indgå som en del af et kommende hoved- eller detailprojekt, forinden vil teknologier og beregninger blive verificeret i Enorms pilotskalaanlæg.

Forprojektet omfatter 13 interne profitcentre/fabriksdele:

- |    |                        |
|----|------------------------|
| 1  | Multiplier             |
| 2  | Pupa Production        |
| 3  | Fly Production         |
| 4  | Hatchery Production    |
| 5  | Nursery Production     |
| 6  | Growth Production      |
| 7  | Research & Development |
| 8  | Feed kitchen           |
| 9  | Processing             |
| 10 | Storage                |
| 11 | Frass storage          |
| 12 | Energy and utilities   |
| 13 | Management facilities  |



## Nyt samarbejde om ventilation

Vi har i Q4 2020 indgået et samarbejde med SKOV A/S. Vi er derfor ved at ombygge ventilationssystemet for 3. gang i projektperioden. Ændringerne omfatter:

- **Koncept og komponenter:** Tilpasninger af ventilationskonceptet med øget fokus på ensartet luftkvalitet i alle dele af vækststaldene. Der er i denne forbindelse også stort fokus på energioptimering af selve ventilationsløsningen. Dette indebærer udskiftning af samtlige komponenter i ventilationssystemet. De komponenter, som installeres, er fra SKOV produktprogrammet.
- **Styring og sensorteknologi:** Udskiftning af al styring og overvågning til SKOV styresystem. Styringen fra SKOV tilpasses løbende til at håndtere alle aspekter af ventilationsløsningen bedst muligt. Sammen med styringen udskiftes også samtlige sensorer. De nye sensorer omfatter temperatur-, fugt-, CO<sub>2</sub>-, luftflow- og ammoniaksensorer. Der er også stort fokus på dataopsamling samt databearbejdning for mere præcis monitorering af vækst, varmeudvikling, emission mv. På sigt er det målet, at styringen skal være adaptiv og ”intelligent”, hvilket kan opnås gennem brug af algoritmer, som eksempelvis kan regulere recirkulation, fugtniveau mv. på baggrund af akkumuleret CO<sub>2</sub> produktion samt varmeafgivelse fra larverne i stalden.
- **Varmegenvinding:** Samarbejdet med SKOV vil også medføre et øget fokus på løsninger til varmegenvinding. Varmegenvinding er essentielt for at opnå en bæredygtig produktion af BSF larver. Udviklingen af dette kommer til at foregå i samarbejdet med SKOV og INNO+.

SKOV og ENORM har i samarbejde foretaget tilpasninger på to af ENORMs syv stalde i slutningen af Q4. Der blev kørt indledende test af styringer både med og uden larver i staldene, hvilket har medført optimisme omkring løsningerne fra SKOV. Ultimo februar 2021 forventes den sidste stald at være ombygget og alle

staldene indkørt. Der vil dog efter februar fortsat være et stort fokus på optimering af primært styring og regulering, sensorer og databearbejdning.

Se derudover faglig afrapportering fra Teknologisk Institut bilag 1

## AP 3 - Demonstration af full-line produktion af insektmel og -olie

I arbejdsplan 3 etableres en testproduktion af larver med henblik på at demonstrere hele produktionskæden fra fluer til færdig produktion af insektmel og insektolie.

Leverancer i denne arbejdsplan:

1. Daglig produktion af 1,5 tons levende larver
2. Daglig produktion af æg til basis for produktion af 30 tons levende larver per dag
3. Daglig produktion af 450 kg affedt insektmel, 80 kg insektolie og 680 kg gødning

Arbejdsplan 1 og 2 vil danne grundlag for, at der kan etableres en testproduktion af flueæg, fluelarver, insektmel og olie. Hele den biologiske proces, samt dele af automatiseringen vil blive testet. Dette omfatter bl.a. test af:

- Vækstkasser og logistik i staldene
- Fyldning, tømning, vask
- Ventilation
- Automatiseret håndtering af æg, seedlarver og høstklare larver
- Fodringsanlæg
- Separation af larver og kompost
- Processering af larver til insektolie, insektmel og kompost
- Pakning og lagring

### Status AP 3

I december og primo 2021 gennemgår pilotskalafaciliteterne en større ombygning, hvor logistikanlæg, ventilationsanlæg, separationsudstyr og procesanlæg genetableres. Det nye udstyr vil gøre produktionsfaciliteterne markant mere effektive og muliggøre, at vi i løbet af 1. halvår 2021, hver uge kan producere og forarbejde 9 ton larvebiomasse og dermed indfri leverancerne 1 og 3.

På nuværende tidspunkt kan vi i pilotskalaproduktionen høste gennemsnitlig ca. 800 gram æg per dag. Vi forventer, at vi med yderligere optimeringer af SOP produktionen, med samme antal fluebure (200), kan opnå en gennemsnitlig daglig høst på 1000-1400 gram æg. For at indfri leverance 2 om daglig produktion af æg til basis for produktion af 30 tons levende larver per dag, skal der høstes omkring 4 kg æg om dagen. Dermed vil leverance 2 ikke blive indfriet før etablering af fuldskaalanlægget.

## AP 4 - Etablering af fuldskala anlæg

Ifølge ansøgningens arbejdspakke 4 skaleres larveproduktionen op til 30 tons levende larver om dagen.

Leverancer i denne arbejdspakke:

1. Daglig produktion af 30 tons levende larver
2. Daglig produktion af 8,9 tons affedtet insektmel (proteinmel), 1,6 ton insektolie og 13,6 ton gødning

## Status AP 4

Enorm er i dialog med MST om specificering af aktiviteter og budget i AP 4.



## AP 5 - Udvikling af fiskefoder

I arbejds pakken gennemføres en række forsøg i samarbejde med Aller Aqua og DTU Aqua med henblik på at fastlægge insektmelets egnethed som ingrediens i fiskefoder. Arbejds pakken vil arbejde med anvendelse og inklusion af insektmel i foder til hovedsageligt ørreder. ENORM søger at optimere råvaren til fiskens behov og beregner konkurrencedygtighed/økonomiske konsekvenser. (UDV)

Leverancer i denne arbejds pakke:

1. Der er udviklet en protein- og fedtingrediens baseret på insekter, forventeligt velegnet til fiskefoder (ENORM)
2. Der er gennemført en række forsøg med ørreder, hvorunder fordøjeligheder, biologisk værdi og muligt inklusionsniveau er fastlagt (DTU, Aller Aqua).
3. Der er udviklet et egentligt foder til ørreder, hvori insektmel indgår som ingrediens (Aller Aqua)
4. Der gennemføres rentabilitetsberegninger på insektproduktionen, som demonstrerer hvorvidt produktionsomkostningen på insektmel er konkurrencedygtig i forhold til øvrige råvarer (ENORM)

Se faglig afrapportering fra DTU Aqua bilag 2

## AP 6 - Udvikling af koncept til værdiskabelse af insekt frass

Målet med arbejdsplanen er at udvikle et eller flere koncepter til optimal udnyttelse og værdiskabelse af insekt frass. Dette er gældende for både insekt frass fra en produktion med godkendt foder i form af restbiomasser, og fra en produktion med foder baseret på bio-pulp (tidligere fødevarer og køkkenmadaffald) i samarbejde med DAKA og Wice4Soil projektet. Der fokuseres på at udvikle et økonomisk bæredygtigt koncept, der kan implementeres ud fra de nuværende lovmæssige rammer, og komme med inputs til dokumentationen til fremtidig harmonisering af EU regler om forarbejdning og anvendelse af insekt frass som gødningsprodukt.

Der er i budgettet afsat en stor andel til ”fase 2”, som endnu ikke er specificeret. Det formodes, at en stor del af budgettet vil blive brugt til at udføre dyrkningsforsøg med et eller flere gødningsprodukter baseret på insekt frass.

Leverancer:

- 1) Forskellige modeller til værdiskabelse af frass er kortlagt
- 2) Notat / rapport med resultater der beskriver lovmæssige rammer, økonomi og miljø ved forskellig forarbejdning og anvendelse af frass. Samt definition og analyse af selve frassen og dens egenskaber.

## Status AP 6

Der er i 2. halvår ikke arbejdet yderligere med værdiskabelse af frass. Der er i januar afholdt møde mellem Enorm Biofactory og Teknologisk Institut om planlægning af aktiviteterne i 2021.