

# Enorm Biofactory – Værdiforøgelse af restbiomasser gennem insektproduktion

MUDP - Faglig delrapport

1. halvår 2021

Journal nr. på tilsagn: MST-117-00460

Skrevet af: Jane L. Sam (Enorm Biofactory A/S)  
Toke Munk Schou (Enorm Biofactory A/S)  
Arne B Lauridsen (Enorm Biofactory A/S)  
Michael Nøhr (Enorm Biofactory A/S)  
Bo Thyrring Pedersen (Enorm Biofactory A/S)

Kontaktperson i Miljøstyrelsen: Bjørn Olsen

## Indholdsfortegnelse

AP 1 – Udvikling af foder og fluebure .....	3
Udvikling og optimering af SOP produktion .....	3
Redegørelse for forsøg mht. æglægning .....	3
Redegørelse for aktiviteter og resultater ift. udvikling af fluebure.....	12
Redegørelse for aktiviteter og resultater ift. udvikling af vækststalde / ventilation .....	16
Redegørelse for aktiviteter og resultater ift. fodring af seed- og growthlarver .....	17
Biomassegrundlag med udgangspunkt i LOI'er .....	18
AP 2 – Teknologiske gennemførlighedsundersøgelser til optimering af produktions set-up.....	19
Redegørelse for aktiviteter ift. projektering af fuldskalaanlæg .....	19
Resultater ift. ægbank og neocounter .....	19
Projektering af logistik- og håndteringsanlæg .....	20
Projektering af ventilation og væstkasser .....	21
Test af skadelige koncentrationer af CO <sub>2</sub> og NH <sub>3</sub> .....	22
Projektering af varmegenvinding og lugtrensning .....	22
Projektering af procesanlæg .....	23
AP 3 - Demonstration af full-line produktion af insektmel og -olie.....	25
Status AP 3 .....	25
Redegørelse for forbedringer af logistikanlæg .....	25
Redegørelse for optimering af foderanlæg .....	26

Redegørelse for montage og indkøring af procesanlæg .....	27
Redegørelse for status på varmegenvinding og ammoniak samt lugtreduktion .....	28
AP 4 - Etablering af fuldskala anlæg.....	30
Status AP 4 .....	30
Myndighedsbehandling til fuldskalaanlæg .....	30
Godkendte byggefelter iht. Lokalplanen .....	30
Miljøansøgning og VVM screening .....	32
AP 5 - Udvikling af fiskefoder .....	33
Kort redegørelse for aktiviteter og resultater ift. produktudvikling.....	33
AP 6 - Udvikling af koncept til værdiskabelse af insekt frass.....	34
Status AP 6 .....	34

## AP 1 – Udvikling af foder og fluebure

I arbejdsapakke 1 testes i lab skala prototyper af bure til fluer samt væstkasser 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 arbejdsapakke:

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

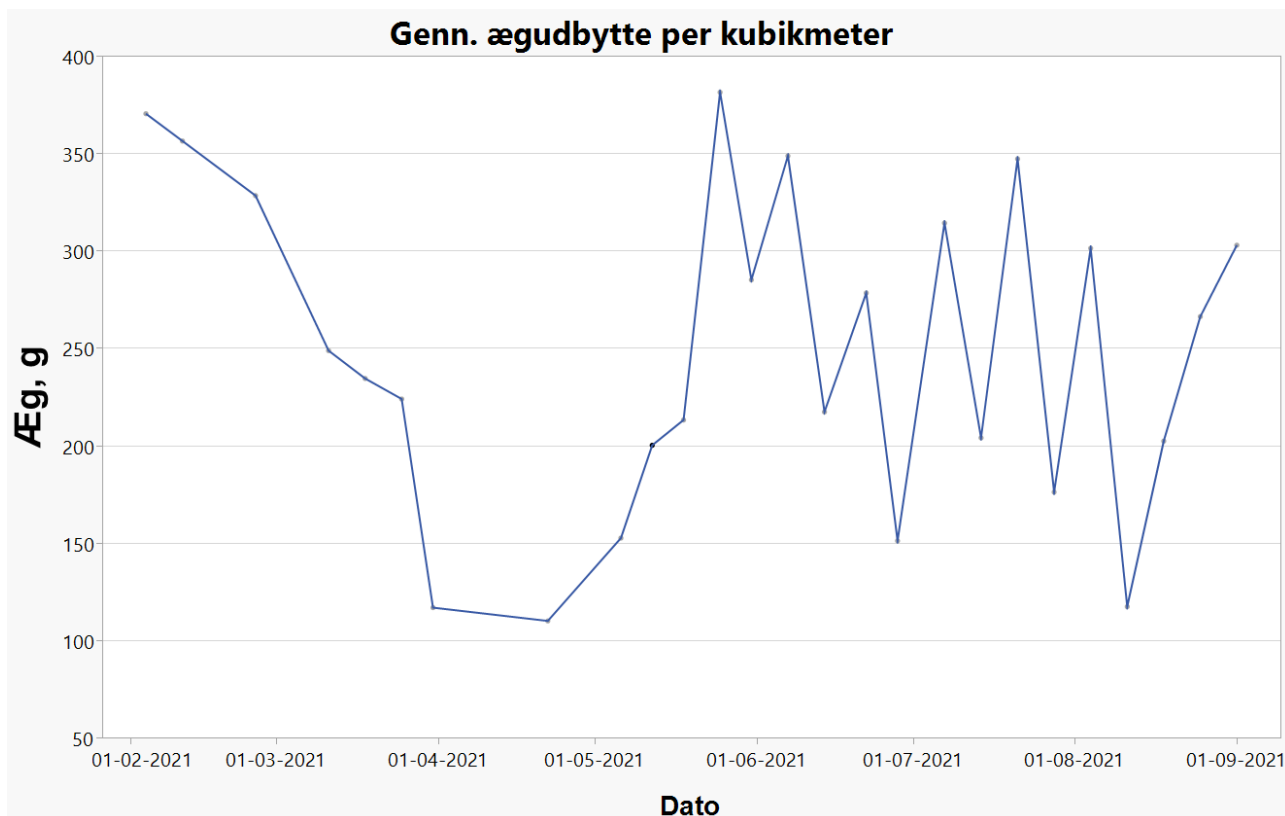
## Udvikling og optimering af SOP produktion

- Puppemanagement er blevet opdateret. Koldstald hvori pupperne blev opbevaret i 6 dage er fjernet fra puppemanagement. Tiltaget har eksperimentelt vist at øge ægproduktionen og management reduceres.
- Ændret i puppelarvernes temperatur og fugtighedsprofil de første 3 uger.
- Konservering af foder til growth larver

## Redegørelse for forsøg mht. æglægning

I 1. halvår 2021 har vi arbejdet med en række tiltag for at optimere æglægningen i vores fluebure, såvel som reducere management ved æg-høst. Tiltagene har til formål at øge antallet af æg per dyr samt at gøre æglægningen mere tidseffektiv ved at synkronisere æglægningen. Ligeledes er der fokus på at optimere management.

Til trods for en række tiltag som hver især har vist sig at forbedre æg-udbyttet har vi stadigvæk udfordringer med at opretholde en stabil ægproduktion fra uge til uge. Ligeledes har vi udfordringer ved at tiltagene ikke har medført et vedvarende øget æg-udbytte. Faldet i æg-udbytte i perioden januar 2021 og følgende måneder skyldes primært etablering af ny ventilationsanlæg med efterfølgende indkøring.



Nedenfor gennemgås de tiltag vi har arbejdet med i 1. halvår 2021 for at øge og stabilisere æg-udbyttet såvel som at optimere management omkring ægproduktionen.

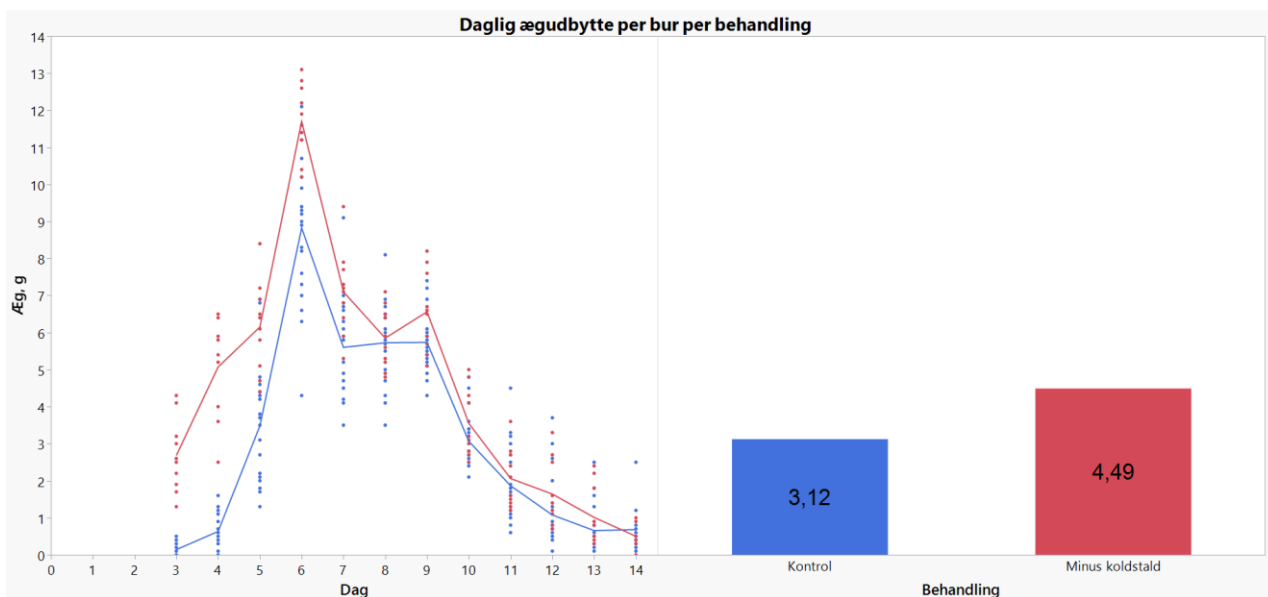
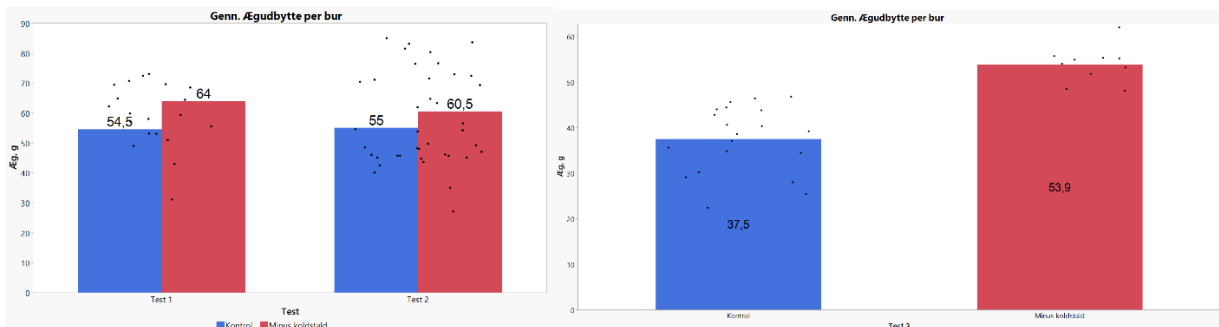
### **Puppemanagement**

Reproduktionsdyrenes forhold op til de bliver fluer har stor betydning på fluernes ægproduktion og derved det samlede æg-udbytte. Fokus har været på klimaprofilen, substratfugtigheden og fodring af puppearverne.

#### *Koldstald*

Pupper har været opbevaret i koldstald, som del af SOP, med det formål at synkronisere æglægningen. Vi har testet effekten af koldstalden ved at køre tre rotationer med æglæggende fluer (Test 1, 2 og 3). Resultaterne viste at koldstalden ikke havde den ønskede effekt på synkronisering. Dertil fandt vi at brug af koldstald reducerede det samlede æg-udbytte, sammenlignet med pupper der blev opbevaret inde i fluestalden ved varmere klima og høj fugtighed. Forskellen blev fundet signifikant for Test 3 og der var tendens til signifikant forskel for Test 1 og 2.

Resultaterne har medført at vi har ændret i SOP for puppeproduktionen, sådanne at koldstald udgår af puppeproduktions cyklus.

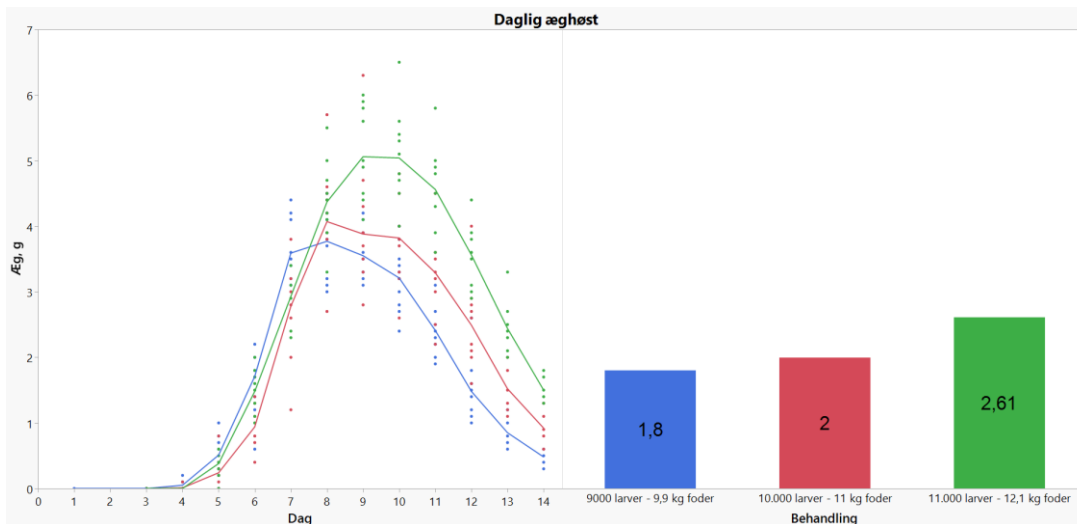


### Densitet og mængde fodersubstrat

Vi har i samarbejde med SKOV ventilation fået udviklet temperatursensorer der kan logge temperaturen i fodersubstratet imens larverne lever i det. Temperaturprofilerne i substratet afslørede at larverne udsættes for uønskede høje temperaturer over 40 C. For at modarbejde den høje temperatur som udvikles i substratet, har vi udført forskellige forsøg.

Først testede vi om det var muligt at sænke temperaturen i kasserne som huser larverne ved at reducere den totale biomasse i kasserne ved at tilføre 20% og 40% færre laver og foder, sammenlignet med SOP. Resultaterne viste at kasserne med mindre biomasse tørrede hurtigt ud og pupperne døde. Resultatet viste tydeligt at fugtighed og udtørring er vigtigere parametre end temperatur.

Derfor undersøgte vi hvad effekten var af at tilføre -10% mindre og 10% mere biomasse (foder+larver) sammenlignet med SOP. Når biomassen øges med 10% blev det fundet at puppelarverne blev markant større (-10%=0,142; SOP=0,143; +10%=0,169) og fluerne herfra lagde signifikant flere æg. Det blev observeret at fugtigheden i kasserne steg med biomassen. Resultatet understreger at fugtighed i puppe-substratet er vigtigt for puppernes udvikling og senere æglægning.



### Fugtighed i fodersubstrat

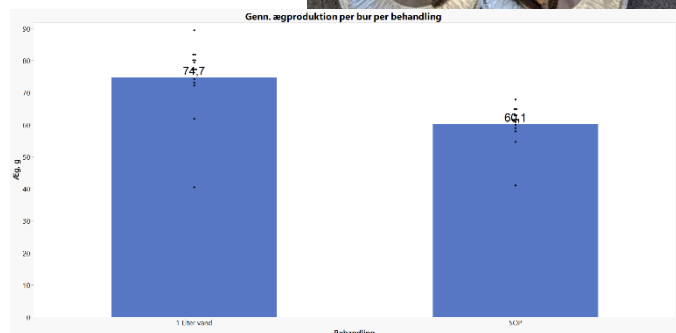
Puppelaverne indtager føde de første 2-3 uger hvorefter de stopper med at indtage føde. Vi forventer at den forhøjede fugtighed i substratet er vigtig i perioden hvor larverne indtager føde, da teorien går på at foderet er mere tilgængeligt når det er væskefyldt. Modsat må foderet ikke være for fugtigt og flydende fra starten, da larvernes tilvækst vil blive reduceret og i værste fald medføre forhøjet dødelighed. Derfor tildelte vi 1 liter ekstra vand til substratet med larver på dag 10 i larvernes livscyklus.

Tildelingen af vand resulterede i større larver (ses til venstre på billede; 0,177g vs. 0,146g). Desuden blev der fundet en større puppemasse i hver kasse tilført 1 liter vand, på trods af at der blev fundet færre pupper per kasse ved afslutning.



De større pupper resulterede i signifikant højere æglægning for gruppen med tilsat vand.

Resultaterne har medført at vi i SOP fremadrettet måler og registrer størrelse på pupper mere præcist. Ligeledes er vores fokus blevet at opretholde en høj fugtighed i substratet igennem puppearvernes vækstperiode.

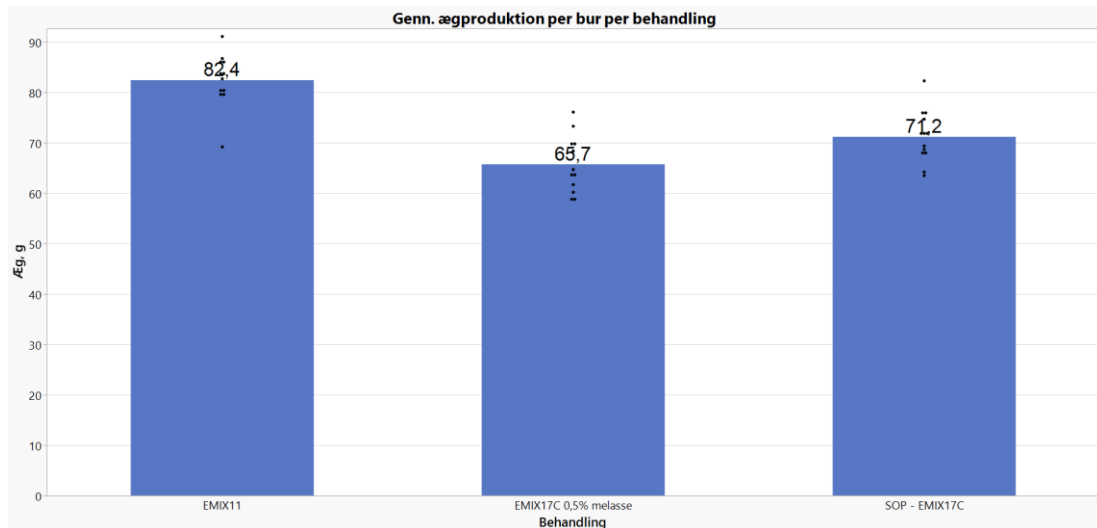


### Foderforsøg til pupper

Foderforsøg blev udført med formål at holde temperaturen i substratet under 40C og at bibeholde en høj fugtighed igennem puppearvernes vækstperiode. Til dette blev der lavet tre fodertest.

1. Emix17C vs. Emix-puppe
2. Emix17C vs. Emix17C 0,5% melasse vs. Emix-puppe
3. Emix17C vs. Emix-pupper (gentagelse af Test 1)

Test 1 viste at Emix-puppe gav større pupper og signifikant flere æg sammenlignet med SOP-foder. Frasen var mere fugtig ved forsøgets afslutning og temperaturen i frassen nåede ikke over 40 C. Det samme blev fundet i Test 2 og Test 3, hvor Emix-puppe foder gav større pupper. De større pupper resulterede i signifikant større ægproduktion hos fluer opvokset på foderet Emix-puppe sammenlignet med de SOP og Emix17C 0,5% melasse.



Figur 1. Venstre SOP larver og højre larver fodret med Emix-puppe.



Figur 2. SOP: Grøn, Lyseblå og mørkeblå; Emix-puppe: Rød, Mørkebrun, Lysebrun.

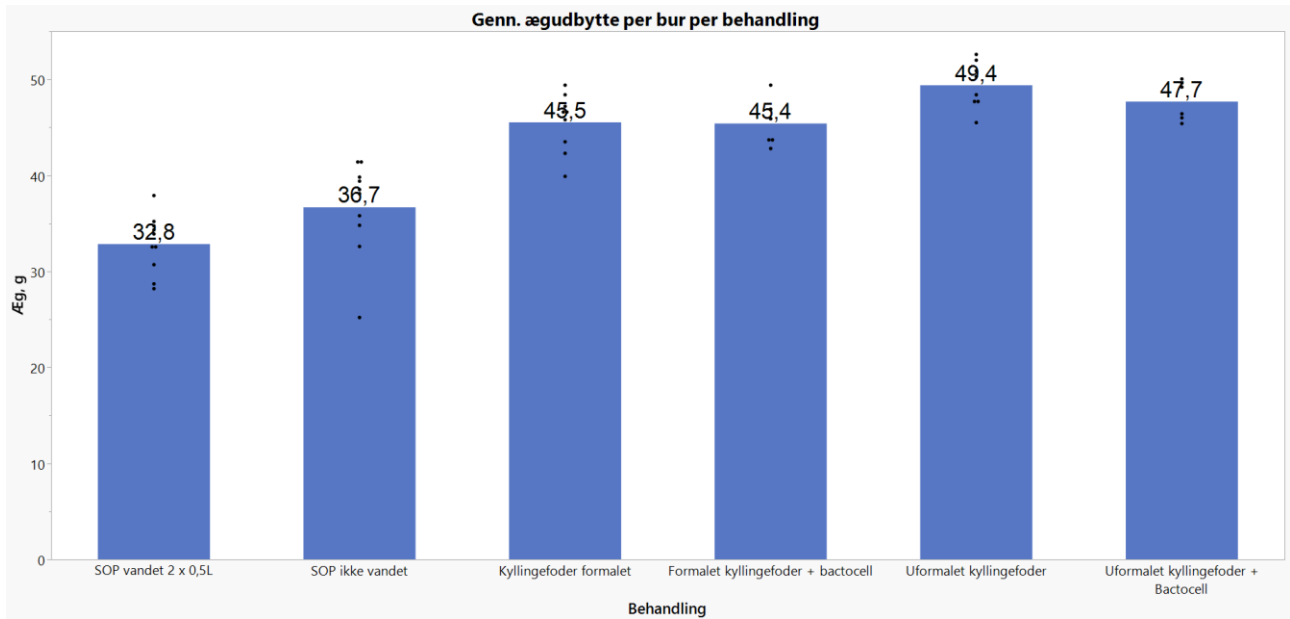
De gode resultater fra de tre foderforsøg har vi haft udfordringer med at gengive når den nye fodertype inkluderes i SOP, hvor foderet blandes i vores foderanlæg.

For at finde årsagen til implementeringsproblemerne, har vi testet om følgende parametre påvirker vores foder og derefter puppelarve udvikling og senere æglægning som fluer:

- Formalet vs. ikke formålet foder
- Blandet manuelt vs. blandet på fodermaskine
- Bactocell vs. ikke bactocell

Manuelt blandet foder giver signifikant flere æg uanset om foderet er formålet eller ej og uanset om foderet har fået bactocell eller ej. Manuel fodring giver altså bedre pupper og æglægning. Der er altså en faktor i foderanlægget, som påvirker larvernes tilvækst og flueres æglægning. Det forventes at skyldes mikroorganismer i form af bakterier, gær eller svampe. Hvilket kan være med til at forklare den høje temperatur vi tidligere har set i SOP foder fra fodertests.





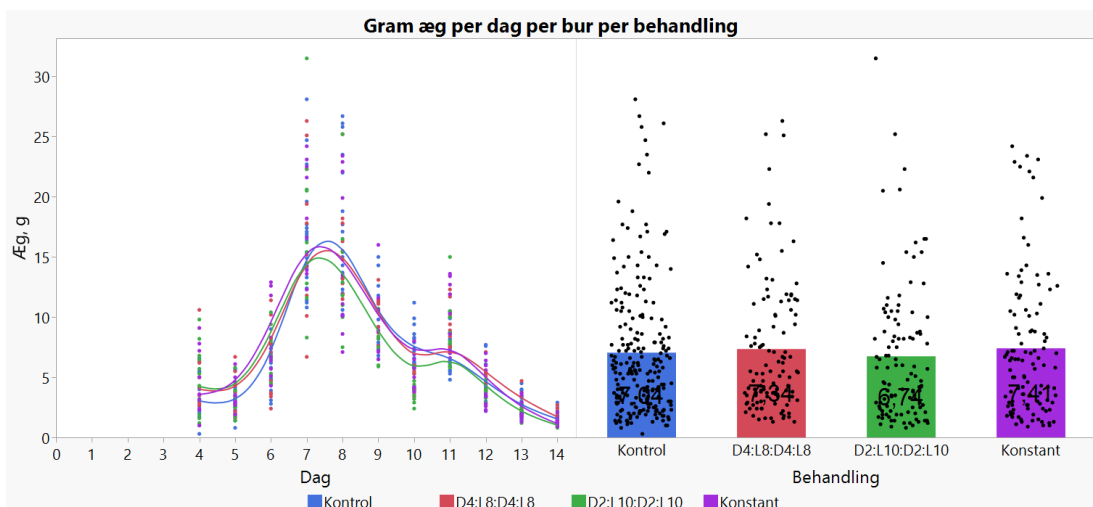
Fluer opvokset på ikke formalet kyllingefoder giver også signifikant flere æg end kyllingefoder lavet på formalet kyllingefoder, hvilket er overraskende.

Fremadrettet i 2. halvår 2021 vil vi arbejde på at reducere den biologiske aktivitet i foderet blandet i fodermaskinen igennem to arbejdsområder:

1. Forbedre hygiejnen i blandemaskinen.
2. Konservere foderet, ved at tilsætte konserveringsmiddel.

## Lyscyklus

Vi har testet nye alternative lyscykluser i flueburene for at optimere æglægningen. Vi har testet med flere lys og mørke perioder over 24 timer. Sammenlignet med SOP og med 24 timers tændt lys. Vi fandt ikke at de nye lyscykluser klarede sig bedre end SOP, hvorfor vi ikke har lavet yderligere ændringen i SOP vedrørende lyscyklus i fluebure.



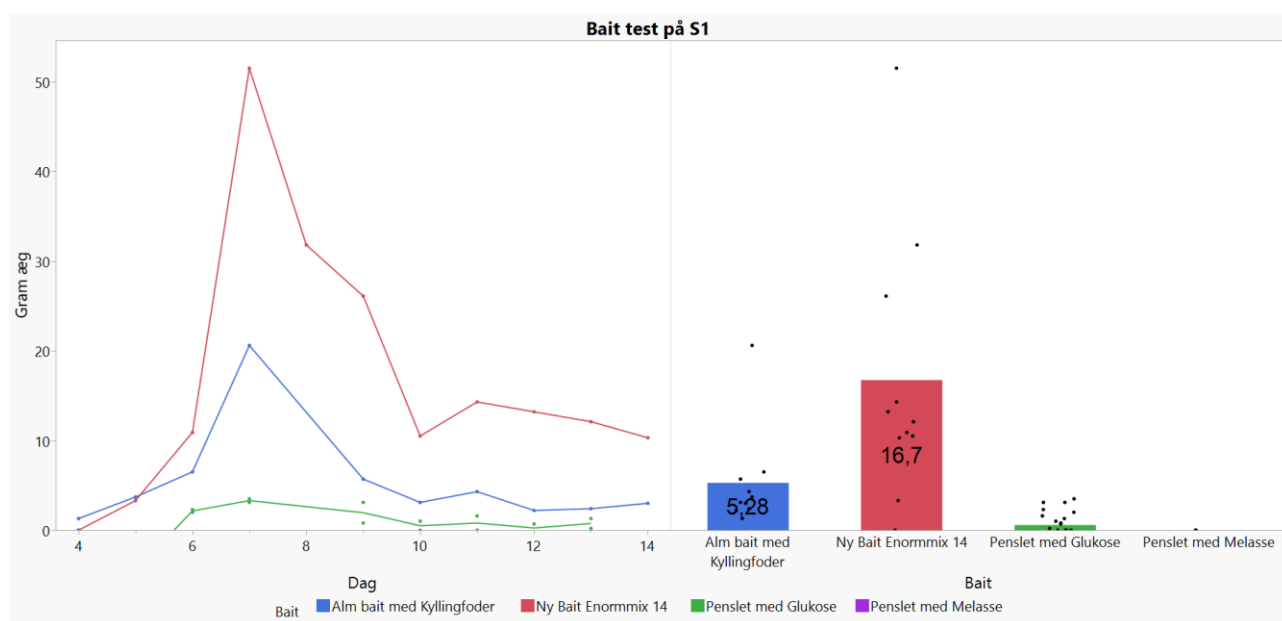
## Udvikling af bait for bedre æglægning

For at øge flueres æglægning skal ægindsamleren præsenteres bedst muligt for fluerne. Hunfluerne er motiverede for at lægge deres æg tæt på biologisk materiale, som de nyklækkede larver kan ernære sig på. Vi har derfor lavet tre test af forskellige typer bait for at se om vi kan optimere æglægningen i ægindsamlerne.

### Test 1

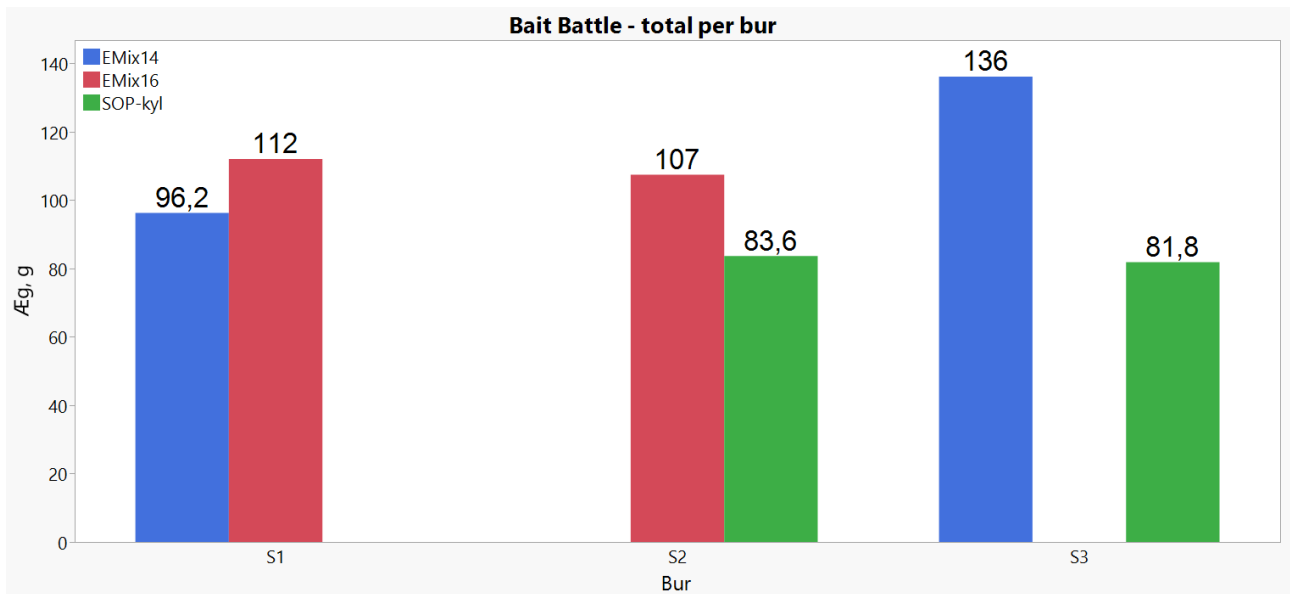
Præference forsøg hvor fluerne i et stort bur får adgang til fire forskellige ægindsamlere som har hver deres bait som lokkemiddel. Vi testede SOP bait op imod a) Ny opskrift uden kyllingefoder; b) Glukose; C) Melasse.

Resultaterne var meget klare. Fluerne lægger ingen eller nærmest ingen æg i glukose og melasse. Der blev lagt mere end 3 gange så mange æg i den nye bait opskrift uden kyllingefoder sammenlignet med SOP bait. Det viser altså at fluerne præferer at lægge deres æg i den nye type bait.



### Test 2

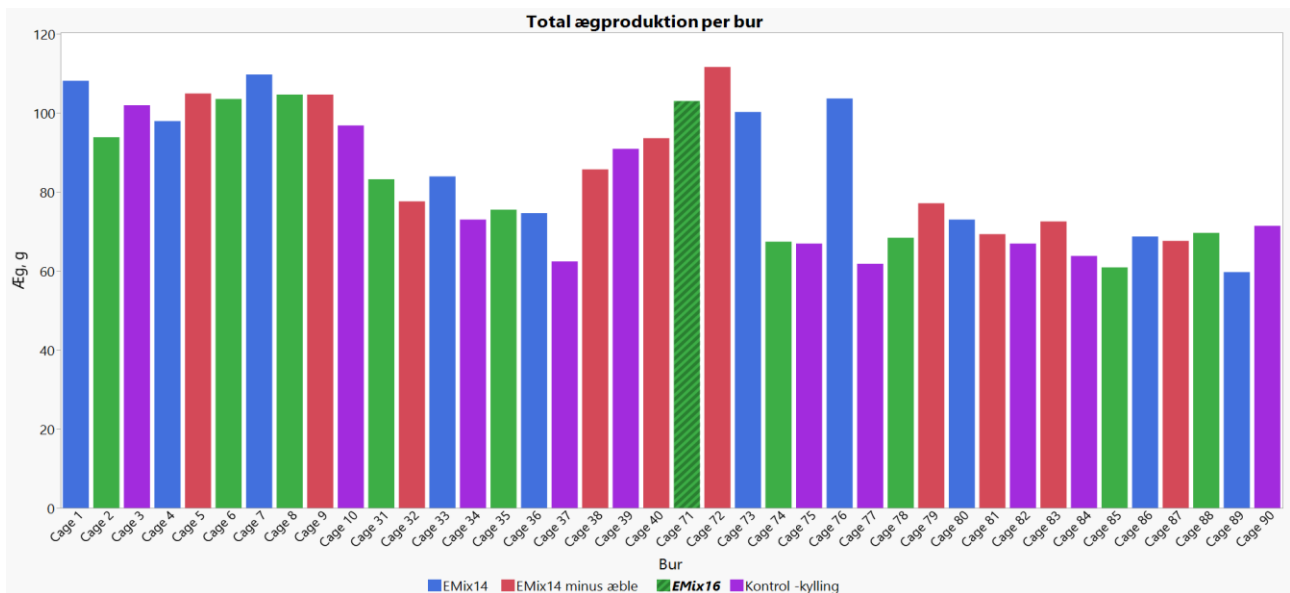
I test 2 blev SOP bait testet om imod to opskrifter af bait EMix 14 (den der vandt i Test 1) og Emix 16. Testene viste igen at fluerne havde en præference for bait uden kyllingefoder. Baiten af Emix 16 blev præfereret over baiten Emix 14.



### Test 3

Blev ikke udført som en præferencetest, men hvert bur fik tildelt en type bait. I alt var der 10 bure for hver bait type.

Den gennemsnitligt højeste æglægning blev fundet for Emix 14 baiten uden kyllingefoder, men forskellen var ikke signifikant. Resultaterne gjorde at vi implementerede Emix 14 som ny bait, og samtidig droppede vi at benytte frisk frugt i baiten.



### Densitet i fluebure

Vi har testet densiteten i vores nuværende SOP bure. Resultaterne tyder på at en forøgelse af densiteten kun giver en meget lille forøgelse i æglægningen. Derfor har vi pt. ikke ændret i densiteten i SOP. Densitet er dog et emne vi vil se mere på i vores nye store bure, for at optimere det gennemsnitlige æg-udbytte per bur.

# Redegørelse for aktiviteter og resultater ift. udvikling af fluebure

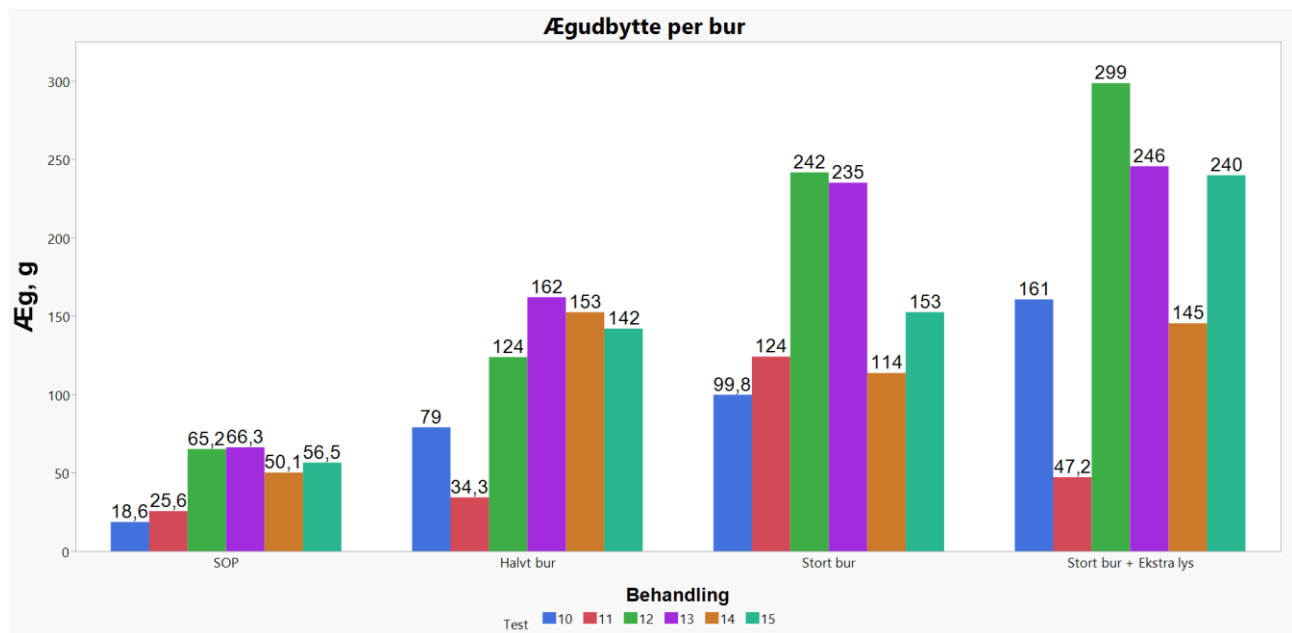
## Store bure

Vi har fortsat vores test med større bure i 1. halvår 2021. Vi har fået øget vores maksimale æg-udbytte i et stort bur fra 214 g (på 14 dage) per bur i 2. halvår 2020 til 299g per bur i 1. halvår 2021.

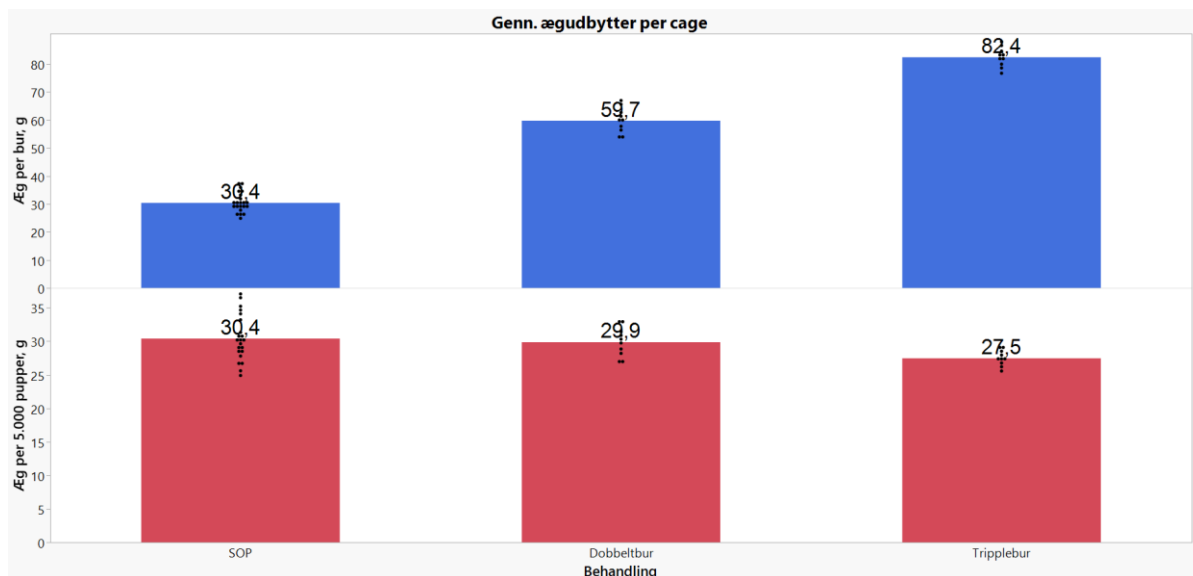
Forbedringerne skyldes at vi har optimeret produktionen og bur design ved at:

- Forbedre puppeproduktionen
- Forbedre belysningen
- Flytte ægopsamlerne
- Forbedret baiten

De gode resultater gør at vi arbejder videre på at udvikle og teste de store bure. Vi er i skrivende stund i gang med at bygge 40 nye store bure som skal øge vores testkapacitet på storebure. Derved forventer vi i 2. halvdel af 2021 at kunne øge udviklingen af store bure for en større og mere konstant æglægning.



Vi har også lavet forsøg med at slå 2 og 3 af vores SOP bure sammen til et stort bur, men med samme belægningsgrad per bur: 5000 fluer per SOP bur; 10.000 fluer til dobbelt bur; 15.000 fluer til triple bur. Testene viser at øget burstørrelse med tilsvarende øget antal fluer ingen eller kun lille effekt har på æg-udbyttet per flue. Så selvom fluerne har mindre areal at sidde på (grundet pladen mellem burene er fjernet) og der er mulighed for større konkurrence de flere fluer imellem, så er den negative effekt lille. Resultaterne underbygger at store bure er fremtiden, da management derved kan reduceres, men med kun lille negativ effekt på æg-udbyttet per flue.



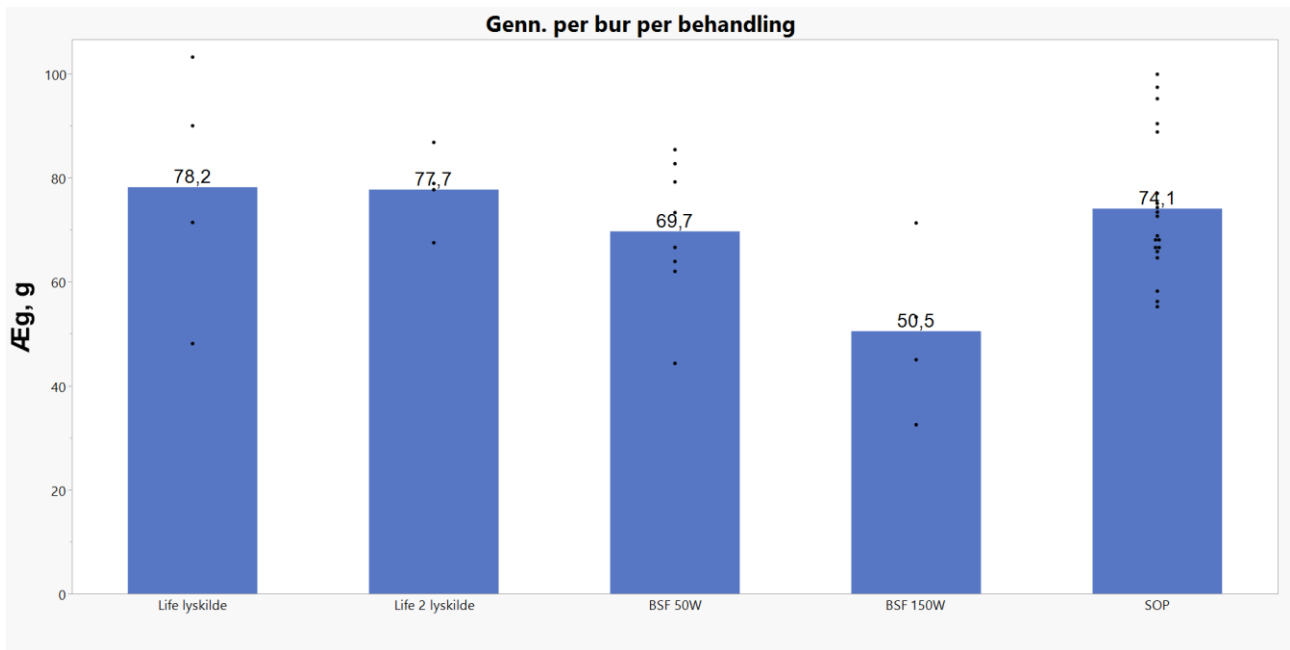
I fremtidens bursystem indsættes pupperne i burene i de kasser som de opbevares i. Vi har derfor testet om sorte kasser i burene, har en negativ effekt på æglægningen. Kasserne havde ingen effekt, hvorfor vi arbejder videre med mørke puppekasser.

I 1. halvår 2021 og videre ind i 2. halvår 2021 har vi også arbejdet videre på at optimere udbytte og management vedrørende æg-udbytte og æg-høst. Arbejdet og testene går ud på at finde den rette placering og præsentation af ægopsamlerne for fluerne og samtidigt lette management. Desuden arbejder vi på at udvikle baitkasser og holdere hertil, for at lette management og øge fluerne tiltrækning og derved æglægning i ægopsamlerne. Vores første test har vist lovende resultater og vi ser frem til at finde den endelige løsning i vores kommende 40 store testbure.

Til den nye burtype er vi desuden i gang med at udvikle puppekasser, hvori pupperne skal opbevares den sidste uge inden de sættes ind i buret. Det er de samme puppekasser som pupperne ligger i inde i burene imens at de klækker. Puppekasserne udvikles så klimaet hos pupperne kan optimeres i puppernes sidste tid.

### **Lyskilde – for optimeret produktion**

I 1. halvår 2021 har vi testet to nye lyskilder udviklet til soldaterflueproduktionen. Disse lamper bliver testet op imod SOP og to tilbageblivende lyskilder fra tidligere test.

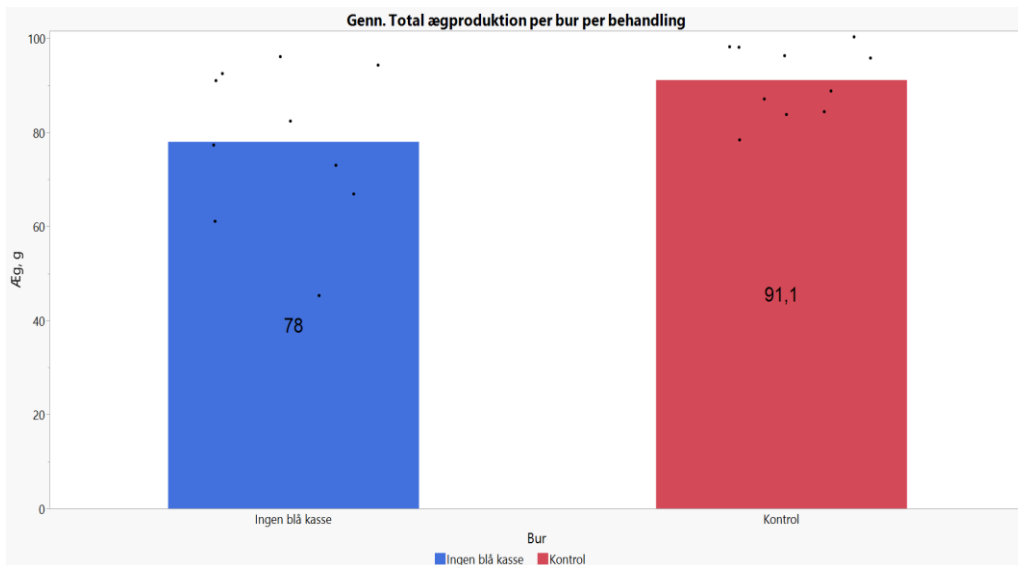


De fem forskellige lyskilder er testet med flere rotationer. Resultaterne viser at lyskilderne BSF 50W og BSF 150W giver lavere æglægning end SOP. Life lyskilderne klarede sig lige så godt som SOP. Vi er i skrivende stund i gang med at planlægge og opsætte nye LED lamper til test i vores næste version af bursystemer. Lyskilder er derfor et område, vi vil arbejde videre med i 2. halvår 2021.

### Cover over bait og ægindsamler

I vores SOP produktion er der et cover over vores bait og ægindsamlere, med det primære formål at reducere fordampningen. Coveret besværliggør management under indsamling af æg hvorfor den besværliggør den daglige SOP management. Vi har derfor testet om coveret kan udlades, og hvad det har af konsekvenser.

Vi har lavet to test. Begge tests fandt af æg-udbyttet i gram faldt med 14%, hvis coveret blev udeladt. Forskellen i gram æg kunne skyldes at fluerne lægger færre æg i ægindsamlerne eller eventuelt forklares i at æggene tørrede mere ud grundet mangel på cover. Derfor testede vi om neonate udbyttet per gram æg var identisk behandlingerne imellem. Der blev ikke fundet nogen forskel i neonate udbyttet per gram æg. Derfor kan den fundne forskel ikke skyldes at æggene vejer mindre hvis der ikke benyttes et cover. Forskellen antages derfor at skyldes at fluerne lægger færre æg i ægindsamleren når der ikke er dækket af et cover.



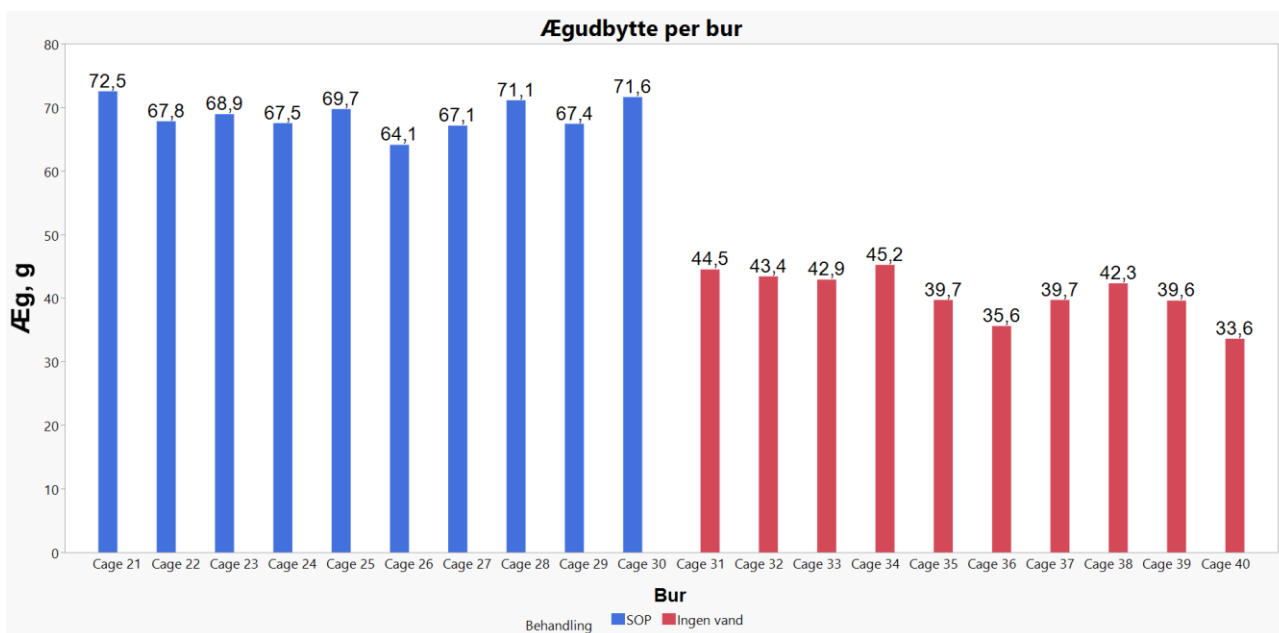
### Præsentation af ægindsamlere – for optimeret æglægning

Vi har igennem flere tests undersøgt hvordan ægindsamlere optimalt præsenteres for fluerne for at optimere fluerne æglægning. Resultaterne har vist at fluerne foretrækker ægindsamlere der er placeret inde i buret fremfor ægindsamlere der er placeret i plan med burets sider. Effekten af overdækning over ægindsamlere er forskellig alt efter hvordan ægindsamlere placeres. Derfor vil vi arbejde videre med overdækning på vores nye bure, når vi har fundet den rette placering af ægindsamlere. Ved at præsentere ægindsamlere sådan at fluerne kan lægge æg fra to sider samtidigt kan vi også spare omkring 40% i størrelsen på ægindsamlere.

### Tildeling af vand

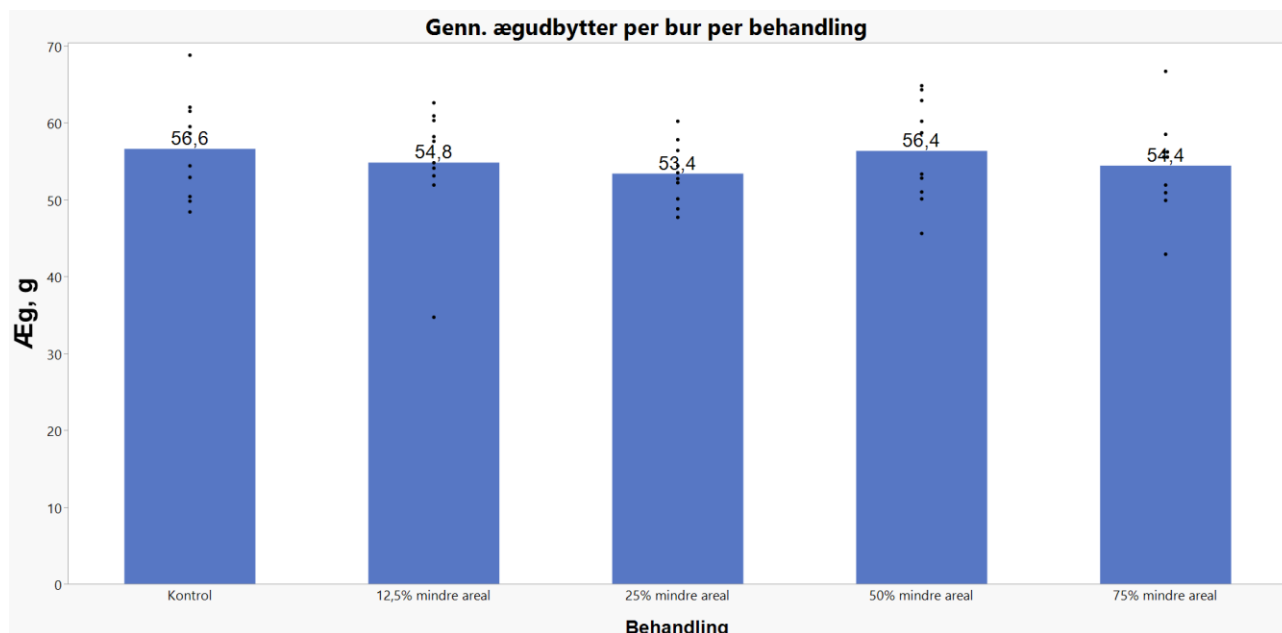
Tildeling af vand udgør en stor byrde i forhold til management. Vi har derfor lavet forsøg med at optimere fremtidig management i forhold til tildeling af vand og vandets betydning.

Æg-udbyttet falder markant hvis fluerne ikke tilbydes vand.



Vi har lavet 3 forsøg og flere tests med at tildele vand i forskellige medier. Medierne har vist sig ikke at fungere som optimalt uden at det kræver for meget management og rengøring.

Vi har til vores fremtidige bure undersøgt, hvor stort et vandareal der er nødvendigt for at opretholde den nuværende produktion. Vi fandt at en reduktion i vandareal helt nede til 75% ikke havde nogen negativ effekt på fluernes æglægning. Derved er der potentiale for at optimere management i forhold til vandtildeling i de nye bure under opbygning.



## Redegørelse for aktiviteter og resultater ift. udvikling af vækststalde / ventilation

Fra december 2020 t.o.m. ultimo februar 2021 blev larve-stalde ombygget i samarbejde med SKOV A/S, hvor ventilationsudstyr og styring af samme blev ændret til SKOV udstyr og styresystem. Som del af denne ombygning blev der opsat sensorer til at måle temperatur, luftfugtighed, CO<sub>2</sub>, NH<sub>3</sub> og luftflow. Alle disse parametre bliver målt som realtime data, hvilket kan tilgås fra FarmOnline, SKOVs cloudbaseret management system.

Efter ombygningen gik en større udviklings- og optimeringsproces i gang. Her blev det undersøgt om eventuelle ændringer til det etablerede design af staldene var nødvendigt for at sikre jævn luftfordeling og ens klima i hele stalden. Denne proces forløber stadig for at optimere forholdene i de eksisterende stalde samt teste løsninger til forskellige problemstillinger ift. fuldproduktionsstaldene.

Derudover blev der optimeret på klimaprofilerne for de forskellige staldafsnit for til dels at tilpasse dem til det nye SKOV udstyr og til dels øge udbyttet af biomasse fra især vækststaldene. Dette blev gjort på baggrund af data fra FarmOnline, løbende observation samt opsamlet data fra frass og larver. Grundet denne optimering er det nuværende udbytte stabilt omkring 2,0 kg larver pr. kasse, men 2,2 kg larver pr. kasse er også set ved flere lejligheder. I forbindelse med optimeringen af klimaet blev der også lavet software opdateringer til SKOV's styresystem for at være bedre tilpasset insekter fremfor svin og fjerkræ, som systemerne var baseret til fra starten. Disse opdateringer har bl.a. gjort det muligt at kunne ændre indstillinger på timebasis fremfor døgnbasis, hvilket er nødvendigt, da larvernes livscyklus er så kort.



Da der endnu ikke har været fuld belastning på staldene, er det stadig uvist om det nuværende design af staldene samt klimaprofiler vil kræve drastiske ændringer for at kunne producere samme resultater ved fuld belastning.

I 2. halvår af 2021 vil der fortsat blive optimeret på klima og design af vækststalde for at øge udbyttet af larvebiomasse yderligere samt bedre simulere forholdene i vækststalde på fuldskalaanlæg.

## Redegørelse for aktiviteter og resultater ift. fodring af seed- og growthlarver

For at kontrollere den biologiske aktivitet i foderet når den er udfodret til larverne har vi arbejdet med forskellige måder at konservere foderet frem til det er omsat af larverne.

### Konservering med syre

Forsøgene viser at tilføjelse af syre i foderet reducerer antallet af larver i hver kasse. Det lavere antal larver kompenseres ved at larverne havde en større kropsstørrelse i kasserne med syre, hvorfor vi faktisk fik større total larvemasse når foderet er konserveret med syre.



### Restprodukter

#### Vinasse

Vi har testet hvordan larverne vokser på foder tildelt vinasse. 5%. Vinasse i foderet reducerede larvernes vækst signifikant. Dette skyldes primært stor larvedødelighed. For seedlarver reduceres deres tilvækst med 25 %.

### *Soja Melasse*

Vi har testet to inklusionsniveauer af sojamelasse i foderet. Sojamelasse gav lavere overlevelse, hvilket kompenseres af at laverne der har fået sojamelasse, bliver større. Det bliver dog stadigvæk fundet, at den totale vægt per vækstkasse var højest i foder ikke indeholdende sojamelasse.

## **Biomassegrundlag med udgangspunkt i LOI'er**

Vi har i 1. halvår haft fokus på at kortlægge tilgængelige restbiomasser, der kan anvendes til foder i fuldskalaanlægget. Der er i den forbindelse indgået "Letter of Intent" med en række fremtidige leverandører.

Fordelt på alene 6 forskellige produkter fra disse leverandører er der en tilgængelighed på 73.000 ton tørstof på årsbasis. Foderbehovet til det fremtidige fuldskalaanlæg er på ca. 43.800 ton tørstof på årsbasis.

## 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

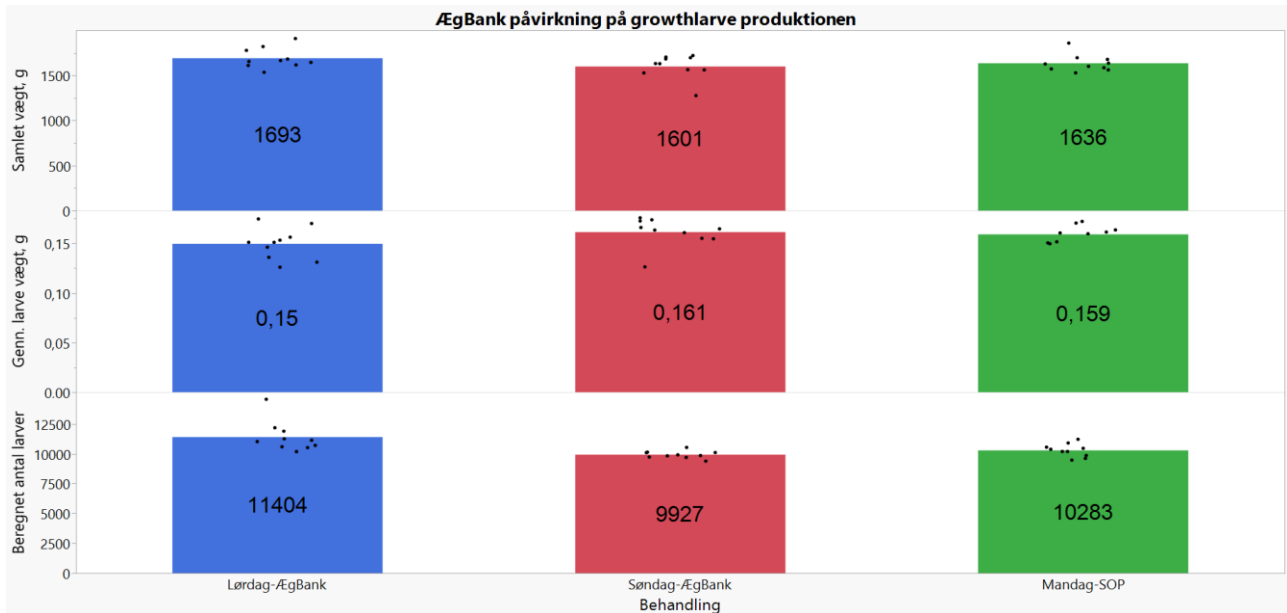
### Redegørelse for aktiviteter ift. projektering af fuldskalaanlæg

Der er i perioden arbejdet målrettet med at udvikle, projekttere og teste teknologiske løsninger, som skal lægge til grund for projektering af fuldskalaanlægget. Der er herunder redegjort for aktiviteter og status for udvalgte dele.

### Resultater ift. ægbank og neocounter

#### **ÆgBank implementeret i SOP**

I 1. halvår testede hvordan æg fra ÆgBank udviklede sig fra æg til seedlarver og fra seedlarver til høstklare growthlarver. Resultaterne viste at der ikke var nogen signifikant forskel i seedlarveudbyttet imellem æg opbevaret 0, 1 eller 2 døgn i ÆgBank før de blev sat over til klækning. Ligeledes havde behandlingerne ingen effekt på de endelige growthlarver. Resultaterne har medført at vi har implementeret ÆgBank som en del af vores SOP. ÆgBanken giver os den fordel at vi kan lagre overskudsæg og benytte de lagrede æg på dage hvor vi har brug for ekstra æg. Derved har ÆgBanken været med til at stabilisere vores produktion af seedlarver og derved høstklare growthlarver. Denne robusthed er ligeledes vigtig for det fremtidige fuldskalaanlæg.



## NeoCounter

Vi har i 1. halvdel 2021 påbegyndt test af en maskine som kan tælle nyklækkede larver, også kaldet neonates. Maskinen er tiltænkt at kunne benyttes til at tælle larver der indgår i forsøg hvor maskinen nøjagtigt skal tælle neonates, seedlarver, pupper og growthlarver. Maskinen tæller hver larve og kvantificerer dens størrelse. Data der vil være af stor vigtighed for vores biologiske Research & Development afdeling, da det giver en bedre dataopløsning og præcision. Desuden forventes maskinen at kunne erstatte manuel tælling og derved sparre mange arbejdstimer.

Neocounteren er også tiltænkt at indgå i SOP produktionen af reproduktionsdyr. Her vil NeoCounter kunne tilbyde høj præcision af dosering af nyklækkede larver til hver kasse som skal huse larverne frem til de bliver pupper. En præcis dosering gør det muligt at lave en mere ens produktion med mere stabilt udbytte.

## Projektering af logistik- og håndteringsanlæg

Der har i perioden været arbejdet med layout af logistik- og håndteringsanlægget ud fra de ændringer, der er kommet undervejs. SEALING SYSTEM har nedsat en dedikeret arbejdsgruppe til at projekttere anlægget. SEALING SYSTEM vil udfærdige et komplet 3D layout, som er standard for deres meget store projekter. Der arbejdes med en løsning med vækstkasser med en dimension på 1000x1200x200mm (LxBxH). Vækstkasserne stilles i stakke af op til 20 kasser (4m stakhøjde). ENORM har fremstillet 25 prototypekasser, da der ikke findes en standard kasse, som kan anvendes. ENORM og SEALING SYSTEM sammen har testet i forhold til stabilitet ved acceleration og deceleration.

Derudover er der hos partner Hanneman Engineering arbejdet med:

### Arbejdspakke 2.4

- Researche forskellige former for vibrations conveyer.
- Researche forskellige typer vægte.
- Undersøgelse af om der skulle bruges rund-bord eller ej i forhold til cyklustiden.

- Research i forhold til vejning af neonates er foretaget og passende vægt er blevet fundet.
- Cyklus tiden fra neonates falder i doserings enheden til den er faldet i feed kassen er udregnet.

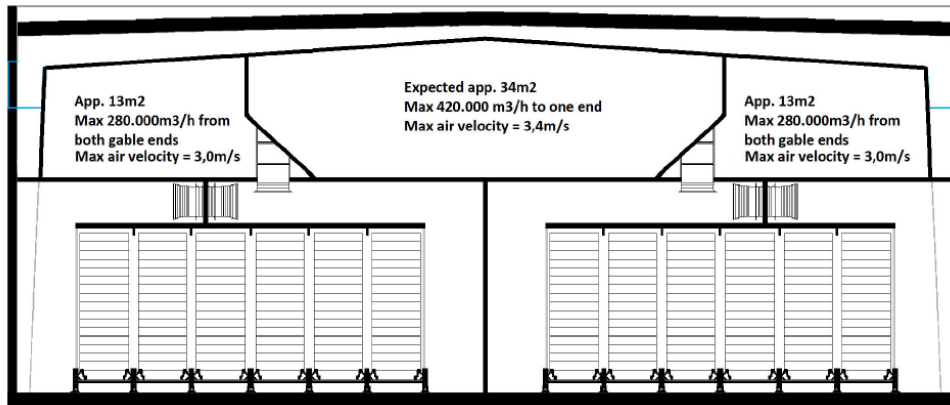
#### Arbejdsopgave 2.6

- CAD-tegninger er lavet til oplæg for vibrations conveyors.
- CAD- tegninger er lavet til oplæg for holder til papstykker.
- CAD-tegninger er lavet til oplæg for buffer af neonates.



## Projektering af ventilation og vækstkasser

SKOV og ENORM har i perioden især arbejdet på, at udføre indledende projektering af ventilationsløsninger til vækststalde til 100ton BSFL produktion pr. døgn. Arbejdet er i skrivende stund ikke færdiggjort og der kan ikke konkluderes noget for nuværende. Der er, som det fremgår af figuren nedenfor, tale om temmelig store luftmængder. Totalt set forventes et kontinuerligt luftskifte i størrelsesordenen 1.000.000m<sup>3</sup>/h.



De 25 prototype vækstkasser, som også er testet med SEALING SYSTEM, er også blevet testet i luftfysisk laboratorie hos SKOV. SKOV har på baggrund af erfaringer med disse kasser igangsat arbejde med at fremstille vækstkasser, som vil kunne markedsføres til ENORM og øvrige producenter af BSFL.

## Test af skadelige koncentrationer af CO<sub>2</sub> og NH<sub>3</sub>

Teknologisk Institut har i AP 2 udviklet og testet et set-up til bestemmelse af for larverne skadelige koncentrationer af CO<sub>2</sub> og NH<sub>3</sub>. Se bilag 3.

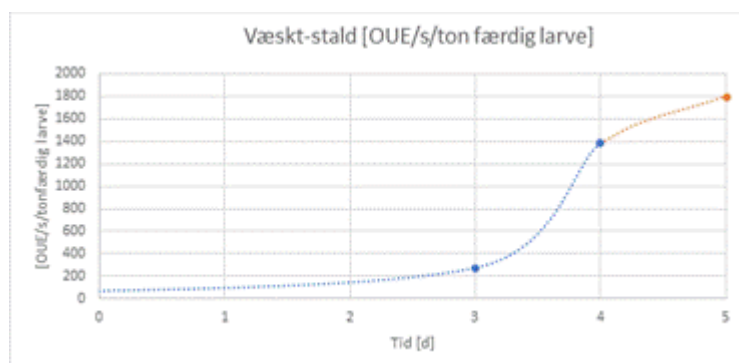
## Projektering af varmegenvinding og lugtrensning

ENORM har i perioden arbejdet sammen med INNO+ og SKOV på, at dimensionere flere scrubbere med varmegenvind i stil med den, som implementeres i Q3 i pilotskala produktionen (se; ”Redegørelse for status på varmegenvinding og ammoniak samt lugtreduktion”).

Der afventes dog konkrete driftserfaringer med pilotskala enheden før en endelig dimensionering kan foretages.

Teknologisk Institut har udført lugtmålinger på larvestaldene hos ENORM. Dette er gjort i forbindelse med arbejde med at opnå miljøtilladelse for hele produktionen. Dataene kommer til at indgå i OML beregning, som danner en del af grundlaget for miljøansøgningen. Med baggrund i målingerne er det blevet klart, at det er nødvendigt med en meget effektiv lugtrensning. For nuværende afventer ENORM konkrete driftserfaringer fra pilotskala luftscrubberen

Nedenfor ses lugtbidraget vækstlarverne på dag 0-5 (alder fra ægget klækkede 7-12 dage) pr. 1 ton færdig produceret larvebiomasse.

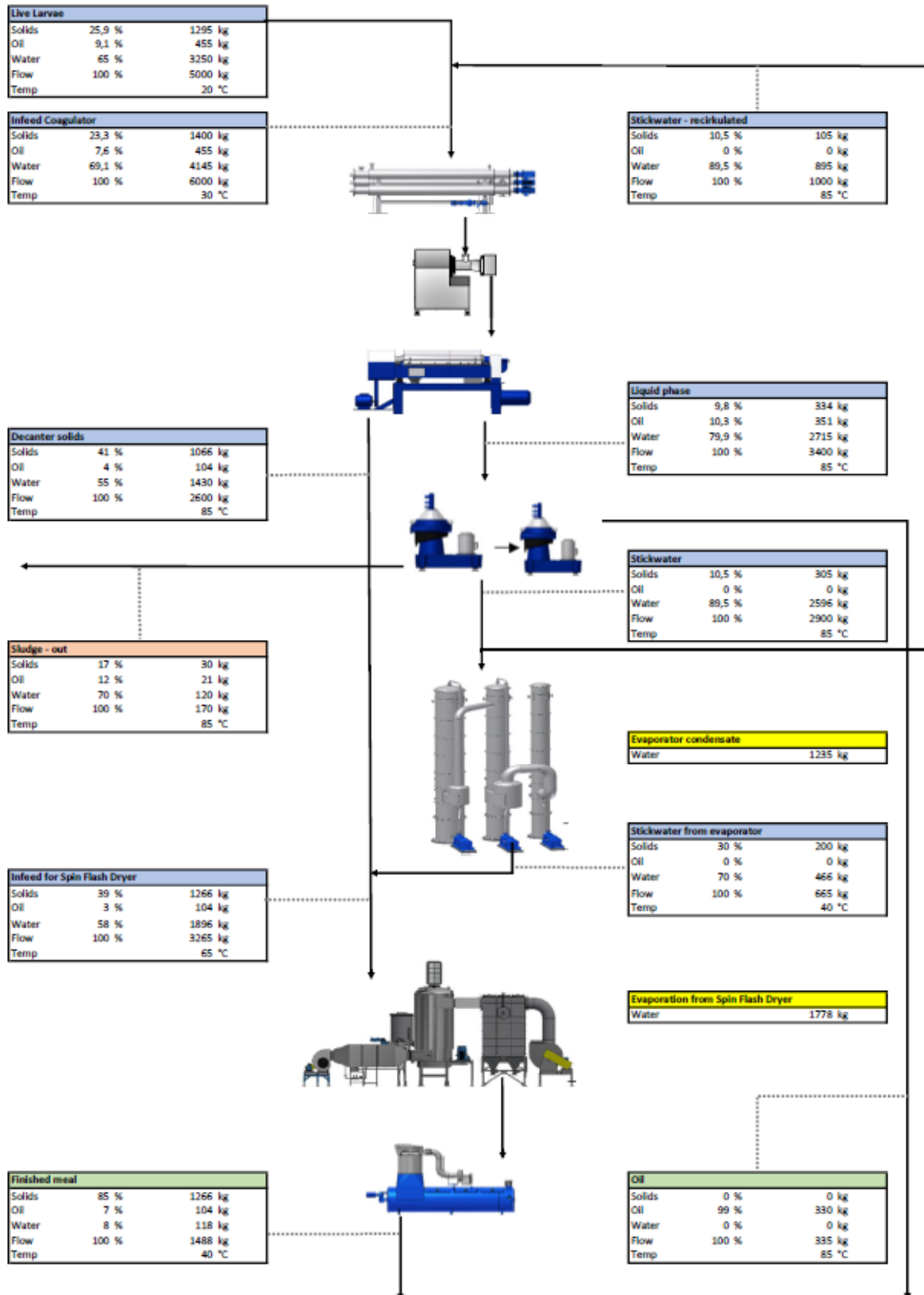


Lugtkildestyrker for vækststalde i OUE/s bestemt pr. tons færdig larve

## Projektering af procesanlæg

I perioden har ENORM fortsat arbejdet med at projektere fuldskalaprocesanlægget. Arbejdet har dog været en smule besværliggjort af indkøringsproblemer på pilotskala procesanlægget. ENORM er derfor ikke helt så langt med arbejdet omkring projektering, som ønsket.

Med arbejdet omkring fuldskalaanlægget benyttes nedenstående massebalance. Massebalancen vil blive opdateret løbende gennem Q3 og Q4 når ENORM opnår yderligere driftserfaringer med pilotskala anlægget.





## 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

Grundet yderligere ombygninger og forsinkelser med indkøring af procesanlægget, har det ikke været muligt som ventet at indfri leverancerne 1 og 3 ved udgangen af Q1 2021. Leverancerne forventes indfriet i Q4 2021.

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 fuldskalaanlægget.

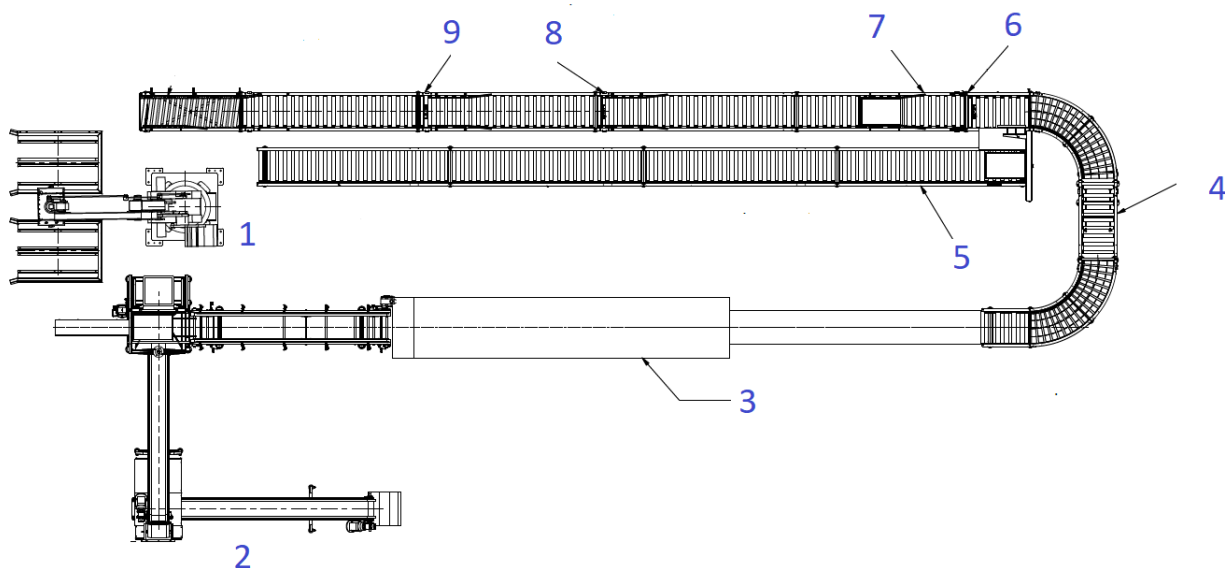
### Redegørelse for forbedringer af logistikanlæg

Logistik- og håndteringslinjen blev ombygget ultimo 2020 samt primo 2021. Der var tale om tilretning/ændring af nogle tekniske dele af anlægget for at øge kapaciteten samt en tilføjelse til anlægget, som gør det muligt at genfodre BSFL i vækstkasser med samme linje, som vi benytter til "høst" af BSFL samt vask og fyldning af vækstkasser.

Muligheden for at genfodre i vækstkasser har især gjort det muligt at teste muligheden for, at benytte den samme vækstkasse gennem hele vækstfasen helt fra æg/neonate til færdig larve på ca. 200mg.

Ved ombygningen blev der også tilføjet en ny vaskemaskine med en væsentligt højere kapacitet end den, som tidligere indgik i anlægget. Udsiftningen af vaskemaskinen, samt implementeringen af en ny

fodervertil fra WEDA, har været med til at øge kapaciteten på hele anlægget betragteligt. Der kan nu køres ca. 200 - 220 væstkasser gennem anlægget pr. time. Dette betyder, at der kan ”høstes” ca. 450 - 500kg BSFL på logistik- og håndteringslinjen pr. time.



1. Den eksisterende robot samt palleterings- og depalleteringspositionen er ikke ændret
2. Der er sket ændringer på separation af larver og frass/kompost med bl.a. en ny sigteløsning fra ALVIBRA. Der har også været foretaget mindre forsøg med vask af BSFL i forbindelse med sigtning.
3. Der er tilføjet en ny vaskemaskine med vendebane fra SEMI STAAL. Denne har en væsentligt højere kapacitet end den tidligere vaskemaskine.
4. Der er tilføjet en ny adgangsvej gennem banen for at lette adgang i forbindelse med betjening af anlægget.
5. Der er tilføjet ca. 15m nye rollebaner samt en afsætningsposition til robotten for at muliggøre genfodring.
6. Ny ”push - over” position. Hvis væstkasserne kommer via den nye genfodringslinje bliver de skubbet over til fyldestationerne her.
7. Der er monteret en ny fodervertil fra WEDA på linjen. Se mere under ” Redegørelse for optimering af foderanlæg + status”.
8. Den eksisterende fyldeposition for seedlarver er genbrugt.
9. Der er tilføjet en ny fyldeposition for neonates eller æg.

## Redegørelse for optimering af foderanlæg

Der i Q1 og Q2 2021 gennemført en del mindre tilpasninger på foderanlægget hos ENORM. Ændringerne er foretaget i samarbejde med WEDA, som også har leveret anlægget. Anlægget blev oprindeligt designet til blanding, fermentering og udfodring af ca. 6 ton vådfoder pr. døgn i alle ugens dage. Al blanding og udfodring foregik i en og samme tank, hvilket er en traditionel måde at bygge et anlæg på.

ENORM har dog i mellemtiden tilpasset sin drift, så der skal blandes, fermenteres og udfodres op til 15ton pr. døgn - 3 på hinanden følgende dage pr. uge. Dette har medført, at det har været nødvendigt at tilpasse funktioner i anlægget, som muliggør udfodring fra i alt 4 forskellige tanke. Al blanding foregår fortsat i en

tank, hvorfra det blandede foder kan distribueres til 3 andre tanke eller forblive i blandetanken. De 3 tanke samt blandetanken kan nu alle varetage udfodring. Samtidigt er der gjort en del tiltag for at forbedre hygiejne i anlægget og muliggøre en bedre vask af tanke samt rør.

Ændringerne har betydet at anlægget er langt mere smidigt og passer bedre til behovet. Der er sparet op imod 3 timer dagligt på udfodring af 15 ton foder og samtidigt kan man nu blande foder til den følgende dag, samtidig med, at der udfodres. Foderblandingen tager ca. 10 timer, men er i høj grad automatiseret. Der er dog behov for overvågning fra personale, som også skal skifte bigbag med tørvarer mv. løbende. Tidligere lå foderblandingen i forlængelse af udfodringen, hvilket betød, at der skulle være personale til foderblanding aften/nat og i weekenden.

Der er også implementeret en ny foderventil, som er væsentligt hurtigere end den tidligere. Dette bevirker sammen med de øvrige tiltag på logistik- og håndteringslinjen, at kapaciteten på hele linjen er øget væsentligt. Foderanlægget udfodrer pt. ca. 1600 - 1800kg pr. time i 200 - 220 kasser. Det betyder, at antallet af fodringer svarer til nogenlunde til 5000 fodringer pr. døgn, hvilket er det samme antal udfodringer, som på hver af de 2 parallelle linjer på den kommende fuldskala produktionslinje. Dog er den udfodrede mængde pr. udfodring væsentligt mindre på den eksisterende linje.

## Redegørelse for montage og indkøring af procesanlæg

ENORM har sammen med HAARSLEV opført et nyt procesanlæg primo 2021. Procesanlægget modtager levende og rene BSFL fra logistik- og håndteringslinjen. I procesanlægget aflives og varmebehandles BSFL, hvorefter de neddeles, fraktioneres og tørres. Der kommer således to primære slutprodukter, som efterfølgende er klar til salg. Det ene produkt er et tørt og affedt proteinmelsprodukt. Det andet produkt er olien fra BSFL.

Selve montagen af anlægget har taget længere tid end både ENORM og HAARSLEV forventede. Anlægget var således ikke drift før maj måned. Efterfølgende har der fortsat været mange punkter, som har krævet udbedring. Anlægget fungerer i skrivende stund fortsat ikke tilfredsstillende, hvorfor det også har været svært for ENORM, at nyttiggøre erfaringer fra anlægget samt at producere slutprodukter af tilfredsstillende kvalitet.

Der er dog produceret en del produkt på anlægget. Udfodringen er dog fortsat at kvaliteten svinger for meget, hvilket har medført at alt produkt indtil videre er kasseret. De fleste udfodringer omhandler tørring af produktet. Der er blevet udført og der udføres fortsat mange forsøg på, at få tørringen til at lykkes. ENORM og HAARSLEV er blevet enige om, at indføringen på tørreren skal ombygges. Dette forventer HAARSLEV at have færdiggjort primo Q4 2021. Det er forhåbningen, at en ny indføding giver mulighed for at producere produkter i en lødig og konstant kvalitet.

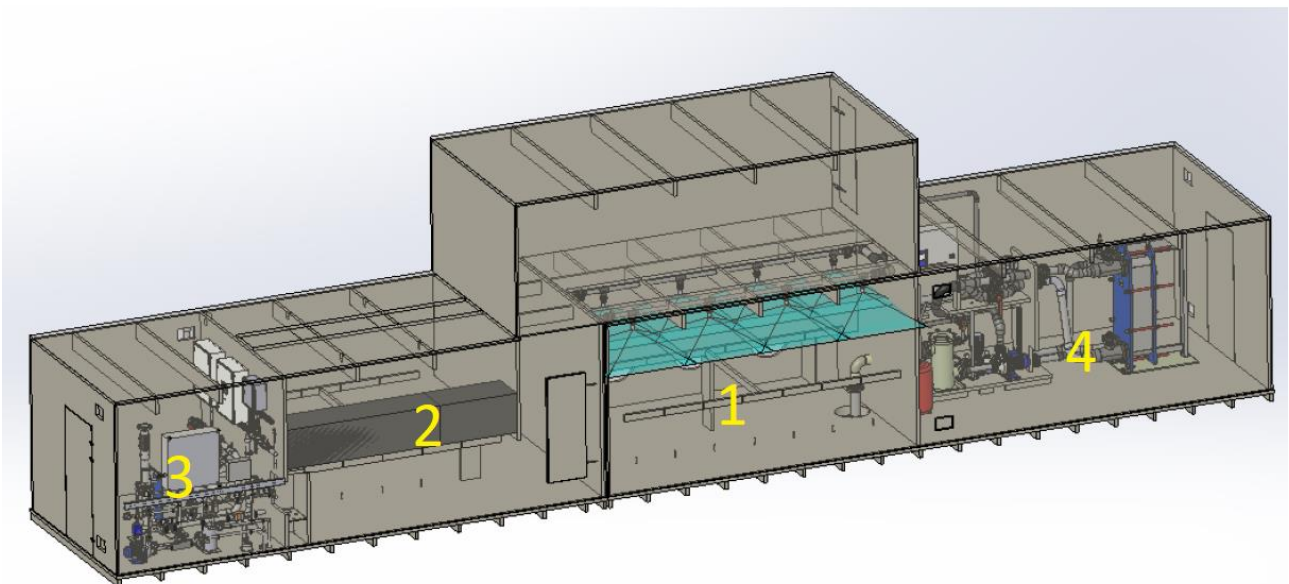
I perioden er der brugt meget tid på at få indkørt alle dele af anlægget, hvilket også betyder, at hele anlægget med undtagelse af tørreren efterhånden kører rigtig godt. Der er i juni måned udført kapacitets- og ydelsestest af decanteren, som separerer BSFL i en olie/vandfraktion og en faststoffraktion. Testen er udført i samarbejde med GEA, som har leveret separationslinjen. I perioden har ENORM også opstartet arbejdet med at få procesanlæggets varmebehandlingstrin godkendt jf. metode 7 i biproduktsforordning. Metode 7 valideringen kræver prøvetagning gennem 30 produktionsbatches på 30 forskellige dage, hvor det verificeres, at varmebehandlingen effektivt eliminerer risiko for salmonella, enterobakterier og clostridium perfringens i råvaren. Efter valideringen vil procesanlægget være godkendt til forarbejdning af animalske biprodukter i kategori 3 (BSFL), hvilket medfører, at ENORM må markedsføre og sælge de produkter, som produceres på anlægget. ENORM forventer at kunne opnå denne godkendelse i uge 37.

## Redegørelse for status på varmegenvinding og ammoniak samt lugtreduktion

Under arbejdet med forprojektering af den kommercielle fuldskala produktion tilbage i Q3 2020 blev det klart, at det ville blive nødvendigt at finde en løsning til varmegenvinding fra larvestaldene. Udfordringen med traditionel luft/luft varmegenvinding er en relativt dårlig virkningsgrad når den udgående staldluft indeholder en stor mængde bunden varme (høj luftfugtighed). Derfor har ENORM i samarbejde med SKOV og INNO+ valgt en løsning, som bliver indbygget ved ENORM i Q3 2021.

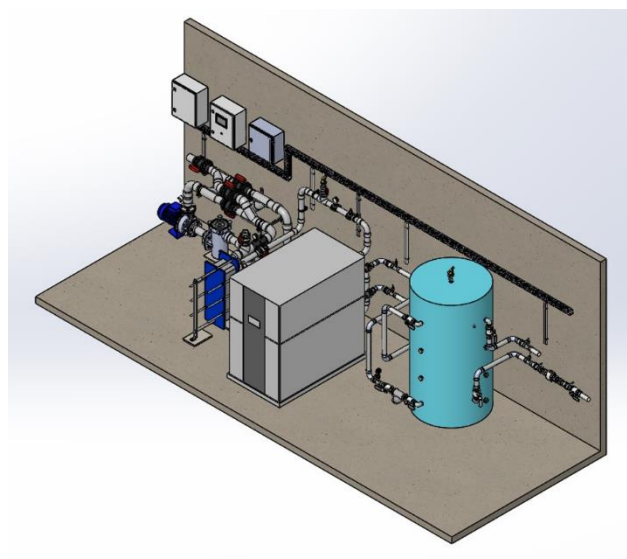
Anlægget er en totrins luftscrubber med 2 forskellige systemer til varmegenvinding på hhv. trin 1 og trin 2 i scrubberen. Ydermere reducerer scrubberen ammoniak udledningen med ca. 95% og det forventes, at scrubber reducerer lugtemissionen fra larvestaldene med minimum 40%. Tallene vil blive verificeret efter implementeringen hos ENORM.

Varmegenvinding foregår delvist med en luft/vand i kombination med vand/luft veksling, og delvist med en vand/vand varmepumpe. Den totale varmeydelse fra anlægget er afhængig af udetemperaturen, men er helt op til 400kw, hvoraf de 100kw leveres fra varmepumpe. Den COP fra anlægget i sin helhed forventes at være i omegnen af 6-7.



Grundlæggende fungerer systemet ved at den varme brugte staldluft ledes gennem afkastet fra staldene til scrubberens trin 1 (1 på figur). I trin 1 vaskes luften med vand, som er tilsat svovlsyre. Svovlsyren håndteres i teknikrummet (3 på figur). Svovlsyren muliggør at der overføres ammoniak fra staldluften til scrubber vandet. Scrubber vandet skiftes efterhånden, som det bliver mættet med ammoniak. Der skal indeholdes op til ca. 50kg N/ton scrubber vand, og vandet kan efterfølgende benyttes som gødning til landspredning. I trin vil scrubber vandet opnå en temperatur på omkring 22-25C da det bliver opvarmet af staldluften (30C). Gennem varmevekslere i teknikrum (4 på figur) veksler scrubber vandet varme med en varmekreds, som cirkulerer gennem store hedeblade, hvor alt luft som tilføres staldene ledes igennem. Denne varmekreds kan opvarme den indkomne luft op til ca. 20C (afhængig af udetemperatur og luftmængde).

Efter luften har forladt scrubberens trin 1 ledes luften over i trin 2 (2 på figur). I trin 2 "neutraliseres" luften, da der vil være en smule overslæb af syre/ammoniak fra trin 1. Vandet i trin 2 ledes yderligere til den "kolde" side af en 100kw varmepumpe. Dette betyder, at scrubbervandet køles med af varmepumpen, mens det holdes varmt af luften fra staldene. Det forventes, at der vil være en temperatur på ca. 15C i scrubbervandet. Varmepumpen "booster" temperaturen op til 60C og varmen føres tilbage til den indsugede luft eller tilføres direkte i staldene. Varmepumpeløsningen kan ses på figuren til højre.



## AP 4 - Etablering af fuldskala anlæg

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

Leverancer i denne arbejdsplan:

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

## Status AP 4

Enorm Biofactory A/S anmodede i foråret 2021 om omdisponering af tilskuddet fra AP4 til AP3. Dette skyldes, at der for at realisere fyrtårnsprojektet, er flere udviklingsomkostninger end ventet på projektansøgningstidspunktet. Anmodningen blev godkendt af Miljøstyrelsen d. 11.03.2021.

AP 4 gennemføres således med 100% egenfinansiering fra Enorm Biofactory. Der er fortsat krav om afrapportering af aktiviteter, milepæle og leverancer.

Projektering af fuldskalaanlægget er berørt under ”AP 2”. Det forventes for nuværende, at byggeriet af fuldskalaanlægget kan påbegyndes primo 2022. Af hensyn til afventning på levering af byggematerialer, byggeprocessen og indkøringsperioden, forventes det ikke at leverancer i AP 4 kan indfries indenfor projektperioden ultimo 2022. MST kan derfor forvente at modtage en anmodning om forlængelse af projektet.

## Myndighedsbehandling til fuldskalaanlæg

Hedensted Kommune har den 24. marts 2021 vedtaget ny lokalplan for området, nr. 1143, som muliggør etablering af 100 tons larver i døgnet og forarbejdning af disse larver til protein og olie. Både protein og olie kan bl.a. anvendes til foder til husdyr og kæledyr. Planen er offentliggjort 6. april 2021. Kommunen har meddelt kommuneplantillæg for projektet som nr. 23.

### Godkendte byggefelter iht. Lokalplanen

Jf. den godkendte lokalplan er området inddelt i forskellige områder (A, B og C) anført på nedenstående figur.

Delområde A: Omfatter eksisterende bebyggelse i lokalplanområdets nordøstlige del. Eksisterende bygninger omfatter et areal på ca. 1.450 m<sup>2</sup>. Gårdanlægget på Hedelundvej 17 fjernes og genopføres ikke.

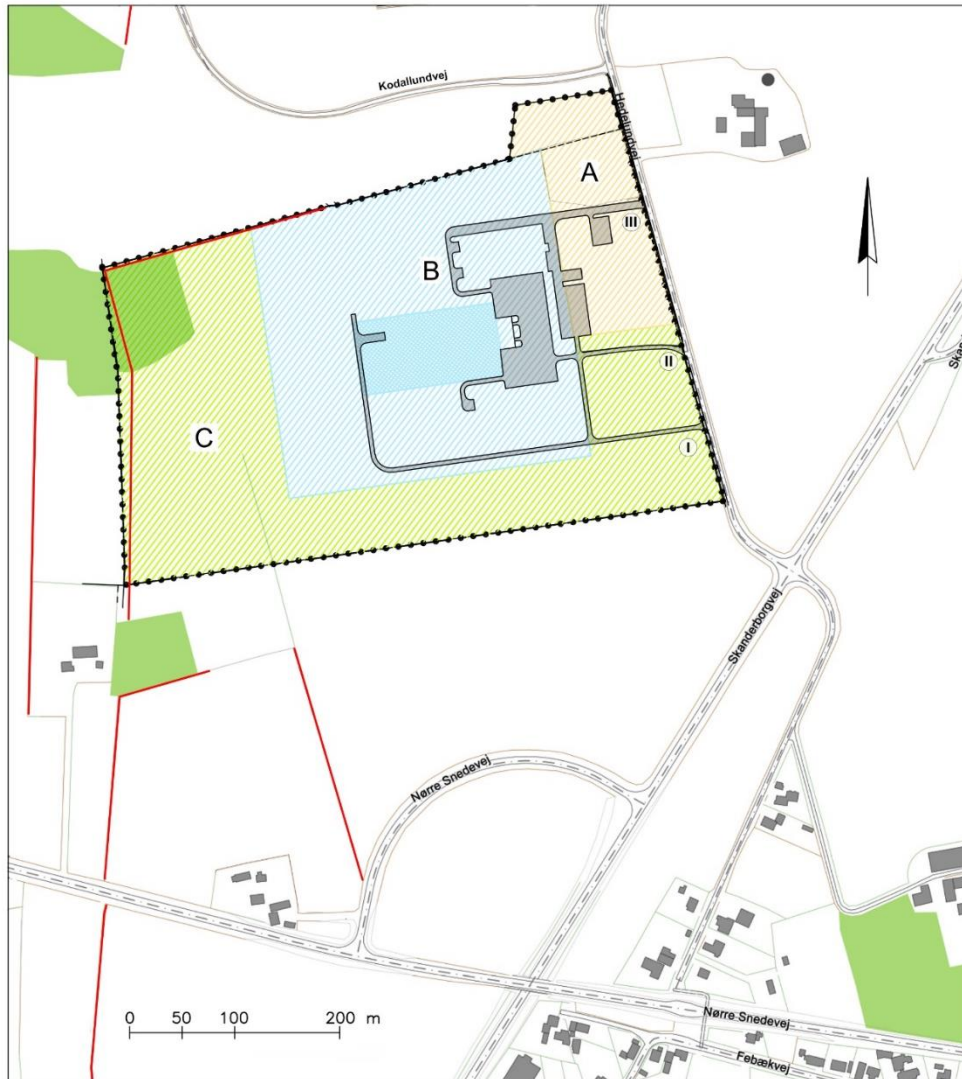
Delområde B: Omfatter ca. 5.600 m<sup>2</sup> eksisterende bebyggelse. Som en del af delområde B udlægges et byggefelt med mulighed for højere bebyggelse. Dette byggefelt udgør 9.450 m<sup>2</sup> af det samlede delområde B.

Der kan maksimalt etableres 36.440 m<sup>2</sup> bebyggelse indenfor lokalplansområdet, hvilket giver plads til op til 29.390 m<sup>2</sup> ny bebyggelse.

I delområde B må bygninger opføres med en højde på ind til 9 meter over terræn. I byggefeltet for højere bebyggelse kan bebyggelsen opføres med en højde på indtil 20 meter over terræn. Bebyggelse kan etableres i 2 etager. Udformningen af projektet betyder, at de høje bygninger, som består af virksomhedens procesbygninger bygning 6, 7 og 8, jf. bilag 13, vil ligge udenfor dette område. Som grundlag for miljøansøgningen er byggefeltet til højere bebyggelse forskudt mod sydvest i forhold til kortbilag 2 i lokalplanen. Dispensationen for forskydning af byggefeltet er modtaget fra kommunen og vedhæftet ansøgning (Bilag 1.4 – Dispensation fra lokalplan). Placering af byggefeltet for område for virksomhedens høje bygninger fremgår af bilag 3.

Den ændrede placering skyldes hensyn til intern logisk på det samlede anlæg. Det vurderes at denne mindre justering ikke har negativ indflydelse for omgivelserne. Tværtimod flyttes området længere væk fra nærmeste nabo og ligger fortsat i naturlig tilknytning til placeringen af staldanlæggene og lagerhallen.

Delområde C: Er udlagt til grønt område, formidlingssti samt evt. anlæg til håndtering af spildevand fra produktionen. Enorm har valgt at søge spildevandstilladelse til håndtering af spildevand uden for lokalplanområdet for at etablere dette udenfor særlige drikkevandsinteresser.



Signaturforklaring:

Mål 1:5.000

- Delområde A
- Delområde B
- Byggefelt til højere tekniske anlæg
- Delområde C
- Vej
- III Overkørsel
- Beskyttet dige
- Lokalplan grænse

Kortbilag 2 i Lokalplanen

## Miljøansøgning og VVM screening

Der er i juni indsendt første version af Enorms Miljøansøgning og ansøgning om VVM screening til Miljøstyrelsen. Ansøgningen er drøftet med sagsbehandler hos Miljøstyrelsen, hvilket har resulteret i en version 2, indsendt til MST i august. Der er desuden søg om tilladelse til at påbegynde byggeriet før den endelige miljøgodkendelse foreligger jf. Miljøbeskyttelseslovens §33 stk. 2.

Ift. projektets forhold til godkendelsesbekendtgørelsen forholder det sig sådan at Larveproduktionen som råvare til protein- og olieproduktionen udgør en stor del af virksomhedens aktiviteter og er at opfatte som en husdyrproduktion. Med seneste godkendelsesbekendtgørelse (Bekg. 2255 af 29/12/2020) er husdyrproduktion ikke længere omfattet af bekendtgørelsens listepunkter, hhv. bilag 1, pkt. 6.6 og bilag 2, pkt. I206. Larveproduktionen er heller ikke omfattet af husdyrgodkendelsesbekendtgørelsen, da bekendtgørelsen ikke finder anvendelse på dyrearter tilhørende andre dyreklasser end fugle og pattedyr. Aktiviteterne er således at betragte som en ikke godkendelsespligtige biaktiviteter idet aktiviteter, herunder støj, lugt og emissioner, ikke adskilles fra den godkendelsespligtige hovedaktivitet, som er proteinproduktionen, jf. bilag 2, listepunkt J207.

Håndtering af Frass, herunder hygiejnisering og oplagring indtil levering som råvare til enten biogasanlæg eller gødning på landbrugsjord, vurderes ikke at være omfattet af godkendelsesbekendtgørelsens regler om nyttiggørelse af affald, idet produktet i processen fremstår som et produkt på lige fod med den producerede protein og olie. Håndteringen af frass vil således tilsvarende være omfattet af ansøgningen som en ikke godkendelsespligtig biaktivitet.

Det er værd at fremhæve, at på trods af at proteinfremstillingen er den godkendelsespligtige aktivitet, skyldes størstedelen af den miljømæssige effekt, af det samlede projekt, husdyrproduktionen.

I miljøansøgningen har Enorm forholdt sig til og beskrevet alle henseender herunder: Energiforbrug, vandforbrug, luftrensning og OML beregninger, støj, spildevand, affald, BAT, indretning af fabrikken.



## 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)

## Kort redegørelse for aktiviteter og resultater ift. produktudvikling

På trods af udfordringer med procesanlægget, har Enorm i perioden arbejdet med at reducere fedtindholdet i insektmelet, samt med muligheden for fraktionering af slutproduktet, i en proteinrig og en kitinrig fraktion.

Der er af DTU Aqua gennemført fordøjelighedsforsøg med henholdsvis Tilapia og ørred på forsøgsfoder fremstillet af Aller Aqua, indeholdende forskellige fraktioneringer fra ENORMs produktion.

Indsamlede prøver er analyseret og databehandling gennemført. Et manuskript til et videnskabeligt tidsskrift er under udarbejdelse og forventes indsendt 2. halvår 2021.

Parallelt hermed er yderligere forsøg på DTU Aqua under planlægning, ligesom en specialestuderende fra DTU vil gennemføre larve-forsøg på ENORM i efteråret 2021.

Endvidere er ny-udviklet metode til analyse af chitin-indhold i prøver indkørt og anvendt på DTU Aqua.

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

Målet med arbejds pakken 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 perioden afviklet en række komposteringsfor hos Teknologisk Institut. Se afrapportering [bilag 2](#).

Efter at det lykkedes at få et klart regelsæt at efterleve i forhold til separation af BSFL og frass har ENORM besluttet, at fremtidige aktiviteter omkring forarbejdning af frass skal holdes ”in house” ved ENORM. Dette betyder, at ENORM arbejder på at etablere en linje til tørring/varmebehandling af frassen. Det forventes, at frassen skal tørres, varmebehandles ved 70C i 60min (gøres i forbindelse med tørring), pelleteres og sælges i bulk/bigbag.

ENORM har planlagt et tørringsforsøg sammen med GRAINAS primo Q4 i 2021, hvor det forventes at tørre omkring 2 - 5ton frass.

Fase 2 af AP 6 forventes beskrevet og indsendt til MST i Q4 2021.