



Norges miljø- og  
biovitenskapelige  
universitet

**Masteroppgave 2017 30 stp**

Fakultetet for realfag og teknologi

Hovedveileder: John Morken

## **Utredning og utvikling av produksjonsboks for *Tenebrio molitor***

Report and development of *Tenebrio molitor*  
production containers

**Silje Kristine Larsen**

Maskin, prosess- og produktutvikling

Fakultetet for realfag og teknologi

## FORORD

Denne masteroppgaven markerer slutten på en femårig ingeniørutdannelse innen maskin- og produktutvikling ved Fakultet for realfag og teknologi (Realtek) ved Norges Miljø- og Biovitenskapelige Universitet (NMBU). Oppgaven er planlagt og skrevet høstsemesteret 2017.

Valg av masteroppgave er et tidkrevende og nøysomt arbeid. Derfor er det desto morsommere at denne oppgaven åpenbarte seg for meg igjennom et tilfeldig emne jeg tok i januarblokken 2017. Takk til Seniorrådgiver Ivar Pettersen som inkluderte meg i ENTOFØR-prosjektet hos Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO). Jeg har interesse for sirkulær økonomi og med en teknisk vinkling kan jeg gjennom dette arbeidet bidra til å gi organisk avfall merverdi igjennom larveproduksjon.

En spesiell takk til min hovedveileder Førsteamanuensis John Morken, for god hjelp og veiledning gjennom dette arbeidet. Tusen takk til biveilederne mine stasjonsleder ved NIBIO Ullensvang Gunnhild Jaastad, Førsteamanuensis Jan Kåre Bøe (REALTEK) og Førsteamanuensis Carlos Salas (REALTEK) for uvurderlig hjelp med labforsøk, oppgaveskriving og CAD-design. Uten deres hjelp og tilbakemeldinger ville ikke denne oppgaven vært mulig. Takk til Avdelingsingeniør Gunnar Torp og lærling Bjørn Tenge ved verkstedet ved NMBU for god hjelp med produksjon av prototypeboksene.

Videre vil jeg takke Peder Stavdal Vikenes og Harald Espeland hos NorInsect AS for muligheten til å utvikle bedriften videre gjennom denne oppgaven. Tusen takk for at dere tok imot meg, prosjektet og alle spørsmålene mine med åpne armer.

Til slutt vil jeg takke familie, venner og medstudenter som har vært en uvurderlig støtte i løpet av studiene og under arbeidet med denne oppgaven. Takk til Siw Anita, Betsy, Stine og Guro for støtten, all motivasjon og masse gode minner. En spesiell takk til mine foreldre, Grethe Lillian og Arne, for all støtte, veiledning og motivasjon dere gir.

Ås, 15. desember 2017

---

Silje Kristine Larsen

## SAMMENDRAG

Masteroppgaven er en del av ENTOFÔR-prosjektet hos Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO), hvor en av næringslivspartnerne er NorInsect AS som driver med oppdrett av insektslarver (*Tenebrio molitor*). Prosjekt målet til ENTOFÔR - «fra avfall til ressurs» er å utarbeide kunnskap og verktøy slik at det kan utvikles en industri innenfor larveproduksjon, foret på organisk avfall fra blant annet matproduksjon i Norge. Ved å benytte insekter som proteinkilde fremfor soya i blant annet dyrefôr, vil dyrene få i seg animalsk protein samtidig som det er et mer bærekraftig produkt fremfor soya.

Hovedmålet med gradsarbeidet er å utrede, utvikle og teste en ny type produksjonsboks tilpasset oppdrett av *T. molitor*. Fokuselementer er å samle opp avføringen fra larvene på en enkel måte og øke luftgjennomstrømningen i boksene som kan føre til økt overlevelsesprosent hos larvene. Arbeidet skal føre til en anbefaling av en produksjonsboks som NorInsect AS kan benytte i sin insektsproduksjon fremfor dagens bokser.

For å komme frem til et anbefalt konsept benyttes det i gradsarbeidet, prosesstrinn som gjennom ulike faser utgjør den videre arbeidsprosessen. Prosesstrinnene består av blant annet metodikk, konseptutredning og konseptvalg, modellering og fremstilling, uttesting og evaluering. Konseptutredning og konseptvalg utføres med ulike metodikk til grunn. Ved bruk av SCAMPER-metoden blir problemstillingen, konseptet eller løsningsalternativene vridd og vrent på. Dette gir andre alternativer som ikke var påtenkt når man gjør de første konseptutvelgelsene. Pughs metode benytter matematisk utvelgelse for å komme frem til det beste alternativet. Dette er gjort ved konseptutvelgelsen og gir et endelig konsept å videreutvikle og teste. Produksjonsboks med netting i bunnen, en skuff under for oppsamling av avføring og luftehull på sidene ble nøye valgt ut etter bruk av konseptutviklingsmetodikk.

Forsøksmetodikken består av en forsøksplan med mål som fastsetter formål og setter rammer for forsøksperioden. Produksjon av prototypeboksene ble gjennomført ved verkstedet ved NMBU og videre testet ved NIBIO Ullensvang. Forsøksoppsettene ga resultater innenfor temperatur- og tetthet, samt bekreftelse av at silingsfunksjonen er tids- og arbeidsbesparende. Luftehullene på sidene ble valgt fjernet etter uttesting på grunn av rømningsfaren som oppstod ved å ha netting på sidene. Resultatene fra forsøksperioden ga aspekter ved produksjonsboksen som ble videreutviklet og det endelige videreutviklede konseptet ble fremstilt ved bruk av renderte bilder. Til slutt utredes produksjonsmetoder, resirkulering, robusthet og økonomiske forhold som gir helhet til rapporten. Integrert produktutvikling (IPD) ved NMBU er unikt med tanke på at det trekker inn flere fagfelt enn den tradisjonelle «ingeniør- og økonomistyringen» av prosjekter. Dette blir benyttet ved å se på blant annet miljøpåvirkninger og bærekraftig produksjon, som er en del av de fire hovedgrenene til IPD.

Gradsarbeidet konkluderer med at det anbefales NorInsect AS å benytte den utviklede produksjonsboksen med skuff for oppsamling av avføring, fremfor dagens plastbokser hvor avføringen siles manuelt. Produksjonsboksen tilfredsstiller kravene fra bedriften i forhold til hyllesystemet som benyttes i produksjonen. Boksen vil ha en lengde på 600 mm, bredde på 400 mm og høyde på 50 mm. Boksen skal produseres i polyetylen ved vakuumforming og tykkelsen til materialet vil være 2 mm, mens nettingen av typen nylon skal kjøpes inn eksternt fra

leverandør. Nylonnettingen har en maskestørrelse på 0,5 mm \* 0,5 mm og en tykkelse på 0,39 mm. Resirkulerte materialer vil bli benyttet så langt det lar seg gjøre, samtidig vil store deler av boksen kunne bli resirkulert ved endt levetid. Produksjons- og konseptutviklingskostnaden for 10 000 enheter er satt til 1 million kroner. Dette ga en minste enhetspris på 100 kr ved videresalg av boksene. For å oppnå fortjeneste vil utsalgspris være noe høyere.

## ABSTRACT

The Master's thesis is part of the ENTOFÔR project at the Norwegian Institute of Bioeconomy Research (NIBIO), where NorInsect AS, which is engaged in the breeding of *Tenebrio Molitor*, is one of the business partners. The project objective of ENTOFÔR - "from waste to resource" is to develop knowledge and tools for development for a larvae production industry, which has organic food waste as main resource. By utilizing insects as a source of protein in animal feed, rather than for example soya, animals will be provided with more of the correct type of protein in addition to the production being more sustainable than the production and import of soya

The main purpose of the thesis is to analyze, develop and test a new type of production box adapted to the cultivation of larvae (*T. molitor*). Focus elements will be to easily collect the feces from the larvae and increase the air flow in the boxes that can lead to increased survival rates for the larvae. The work will lead to a recommendation of a production box that NorInsect AS can use in its insect production rather than today's boxes.

In order to recommend a concept, process steps have been used through the different stages to form the further work process. Process steps include methodology, conceptual analysis and concept selection, modeling and manufacturing and testing and evaluation. Concept analyzing and concept selection are carried out through using different methodologies. Using the SCAMPER method, the purpose is to twist and challenge the problem, concept or solution options. This provides other options that were not intended when making the first conceptual choices. The purpose of Pugh's method is to use mathematical selection to provide the best option. This is done by conceptual selection and provides a final concept to further develop and test. A production box, with nets on the bottom, a drawer for collecting feces and vent holes on the sides, was carefully selected using concept development methodology.

The test methodology consists of an experimental plan which explains both the purpose and the framework for the trial period. The production of the prototype boxes was carried out at the workshop at NMBU and further tested at NIBIO Ullensvang. The test layouts provided results in temperature and density, as well as confirmation that the silencing function is both time and work-saving. The ventilation holes on the sides were removed after testing due to the escaping of larvae that occurred by having net on the sides. Results from the trial period provide aspects of the production box that are further developed and the final developed concept is produced using rendering images. Finally analyzing production methods, recycling, robustness and economic conditions provide the overall report. Integrated Product Development (IPD) at NMBU is unique given that it enters more fields of expertise than the traditional "engineering and financial management" of projects. This is being used to look at environmental impacts and sustainable production, which is part of the four main branches of IPD.

The thesis concludes that NorInsect AS recommends using the developed production box with a drawer collection bin, rather than today's plastic boxes where the feces is manually filtered. The production box meets the requirements of the company in relation to the shelf system

used in production. The box will have a length of 600 mm, a width of 400 mm and a height of 50 mm. The box should be manufactured by vacuum forming in the thickness of 2 mm polyethylene, while the nylon nets should be purchased externally from a supplier. The nylon mesh has a mesh size of 0.5 mm \* 0.5 mm and a thickness of 0.39 mm. Recycled materials will be used when possible, while most of the box will be recycled at end of life. Production and concept development costs for 10,000 units are set at NOK 1 million. This will provide a minimum unit price of \$ 100 upon resale of the boxes. In order to earn a profit, the retail price will be somewhat higher.

# INNHALDSFORTEGNELSE

Kapittel 1 Innledning.....	1
1.1 Bakgrunn .....	1
1.2 Eksisterende teknologi.....	2
1.3 Markedsbehov og potensiale .....	3
1.4 Tidligere forskning .....	4
1.5 Oppdragsbeskrivelse.....	5
1.6 Problemstillinger og teknologiske flaskehalsar .....	5
1.6.1 Problemstillinger .....	6
1.6.2 Teknologiske flaskehalsar .....	6
Kapittel 2 Prosjektplan .....	7
2.1 Målsettinger .....	7
2.1.1 Hovedmål .....	7
2.1.2 Delmål .....	7
2.2 Arbeidsplan og milepælar .....	7
2.3 Avgrensningar .....	8
Kapittel 3 Teori og teknologiutredning .....	10
3.1 Tenebrio molitor biologi.....	10
3.2 Sirkulær økonomi .....	11
3.3 Industriell produksjon av T. molitor.....	12
3.4 Varme og luftgjennomstrømning.....	13
Kapittel 4 Metodebeskrivelse .....	15
4.1 Terminologi .....	15
4.1.1 Symboler .....	15
4.1.2 Beregningsformlar .....	16
4.2 Produktutviklingsmetodikk .....	16
4.2.1 IPD - Integrert produktutvikling .....	16
4.2.2 PUGH .....	17
4.2.3 SCAMPER .....	18
4.3 Forsøksmetodikk .....	19
4.3.1 Forsøksplan .....	19
4.3.2 Forsøkslaboratorium.....	20
4.3.3 Kvalitetssikring av forsøksoppsett .....	20

4.3.4	Utstyr .....	20
4.3.5	Fremgangsmetode .....	21
4.4	Kildebruk .....	22
4.5	Programvare.....	22
4.6	Kvalitetssikring.....	23
4.7	Prosesstrinn.....	23
Kapittel 5 Produktspesifisering .....		25
5.1	Produktmålsetting og oppgavekrav .....	25
5.2	Rangering av produktegenskaper .....	25
5.3	Metriske grensespesifikasjoner.....	26
5.4	Tidlig kostnadsvurdering .....	26
Kapittel 6 Konseptgenerering.....		28
6.1	Funksjonsanalyse for produksjonsboks til larver .....	28
6.2	Funksjonsalternativer.....	29
6.3	Materialvalg .....	31
6.4	Tidligvurdering av brukspåkjenninger .....	33
6.5	Form- og estetikkalternativer.....	36
Kapittel 7 Konseptvalg .....		38
7.1	Utvikling av seleksjonsmatrise .....	38
7.2	Egen konseptscreening .....	38
7.3	Foretrukne løsnings- og estetikkalternativer .....	40
Kapittel 8 Utvikling av prototype.....		41
8.1	Design av prototype.....	41
8.2	Produksjon av prototype .....	42
8.3	Ferdigstilling.....	44
Kapittel 9 Forsøksresultater.....		45
9.1	Tetthet- og temperaturforsøk .....	45
9.2	Silingsforsøk.....	47
9.3	Nettingforsøk .....	51
9.4	Drøfting av resultater.....	52
Kapittel 10 Videreutvikling av konsept .....		54
Kapittel 11 Robusthet, vedlikehold og resirkulering .....		57
11.1	Robusthet .....	57
11.2	Vedlikehold og rengjøring.....	58
11.3	Resirkulering og miljøkrav .....	59



Kapittel 12 Produksjon- og økonomibetraktninger .....	61
12.1 Produksjonsmetoder .....	61
12.2 Økonomibetraktninger .....	62
Kapittel 13 Prosessevaluering og diskusjon .....	64
13.1 Arbeidsprossevaluering .....	64
13.2 Forsøksvaluering .....	65
13.3 Designevaluering .....	66
Kapittel 14 Konklusjon .....	67
14.1 Resultater .....	67
14.2 Anbefalinger .....	68
14.3 Videre arbeid .....	68
Kapittel 15 Referanser .....	70
Kapittel 16 Vedlegg .....	72

## FIGURLISTE

Figur 1.1 Larver vil potensielt bli en like viktig næringskilde som blant annet nøtter ved normalisering av produktet (The Korea Bizwire, 2016). .....	1
Figur 1.2: Produksjonslokale for T. molitor i Asia. Her benyttes trebokser i produksjonen (Haocheng MealWorm Inc, 2013). .....	2
Figur 1.3: LIVIN Farms sitt konsept for hjemmeproduksjon av T. molitor (LIVIN farms, 2017b) .....	3
Figur 1.4: T.v: Produksjonsbokser(bakker) som benyttes i produksjonen hos NorInsect AS. T.h: Hyllesystem hos NorInsect AS. Det er plass til to i bredden og to i lengden per hylle. Totalt 36 bokser per hylleinnsats. Bilde: Eget foto. ....	3
Figur 3.1: Livssyklus for T. molitor. Første stadiet er egg, før den utvikler seg til larve, deretter forpupper den seg og blir bille. Billene produserer egg i omtrent 20 uker etter endt forpopping (LIVIN farms, 2017a). .....	10
Figur 3.2: Slaktekylling ved kraftfôrstasjon. Kraftfôret er av typen KROMAT fra Felleskjøpet beregnet for slaktekylling (Felleskjøpet Rogaland Agder, 2014). .....	13
Figur 3.3 Simulasjon av produksjonsboks i rom med luftsirkulasjon på 0,138 m/s. Sirkulasjonen er en vifte rettet mot boksen og med en vindfart på 0,138 m/s .....	14
Figur 4.1: Oversiktskart over IPD-metodikken og dens fire hovedgrener .....	17
Figur 4.2: Utstyr benyttet i forsøkene. 1. Vevteip, 2. Saks, 3. Papirteip, 4. Temperaturlogger, 5. petriskål, 6. Pinsett, 7. Tesil, 8. Skyvelær. Bilde: Eget foto.....	21
Figur 4.3: Klimaskap fra Fitotron benyttet i forsøkene. Bilde: Eget foto. ....	21
Figur 4.4: Prosesstrinn som visualiserer de ulike fasene arbeidsprosessen består av .....	24
Figur 6.1: Funksjonsanalyse for produksjonsboks til larver. De ulike funksjonsalternativene blir tatt med videre i seleksjonen av et hovedkonsept .....	28
Figur 6.2: Boks med kurv .....	29
Figur 6.3 Boks med tett bunn .....	30
Figur 6.4 Boks med netting .....	30
Figur 6.5 Boks med skuff .....	30
Figur 6.6 Boks med luke under .....	30
Figur 6.7 Linjealternativ for lufting .....	31
Figur 6.8 Hullalternativ for lufting.....	31
Figur 6.9 Helnetting som luftealternativ .....	31
Figur 6.10 Netting på undersiden av boks.....	31
Figur 6.11 Bakker som blir benyttet som produksjonsbokser hos NorInsect AS. Bilde: Eget foto. ....	32
Figur 6.12: Nylonnetting som blir benyttet i prototypeboksene. Bilde: Eget foto.....	32
Figur 6.13 Belastningssituasjon på netting med en last på 0,034 N/mm. ....	33
Figur 6.14 Definerings av positive akser ved koordinatsystemet. ....	33
Figur 6.15 Simulering av varmpåvirkning fra larver til omgivelser. Simulasjonen er gjennomført i SOLIDWORKS FlowSimulation. Hentet fra forprosjekt til gradsarbeidet. ....	35
Figur 6.16 Simulering av temperaturen boksen vil ha som følge av varmen larvene avgir. Simulasjonen er gjennomført i SOLIDWORKS FlowSimulation. Hentet fra forprosjekt til gradsarbeidet. ....	36
Figur 6.17 Sirkelformet stablemetode .....	36
Figur 6.18 Trekantformet stablemetode .....	37
Figur 6.19 Kvadratisk stablemetode.....	37

Figur 8.1 Rendrert bilde av prototypeboks uten skuff og netting. Boksen sees fra fremsiden, hvor skuffen plasseres nederst.....	41
Figur 8.2 Skuff til oppsamling av avføring. Plasseres i den nederste åpningen på prototypeboksen. ....	41
Figur 8.3 Rendrert fremstilling av sammensatt prototypeboks med skuff og netting i bunnen og på sidene.....	42
Figur 8.4 Aluminiumsprofiler benyttet til å feste platene sammen. 1. Profil som festes mellom bunnplate og vegger, 2. Hjørneprofil til veggene, 3. Profil til å feste bunnplate og vegplate (ved siden av skuffeåpning). Bilde: Eget foto.....	43
Figur 8.5 Plate på fremsiden av boksen. Det nederste hullet er hvor skuffen plasseres. Øverste hullet er for lufting. Bildet er tatt etter at den syrefaste nettingen ble byttet ut med nylonnetting. Bilde: Eget foto .....	43
Figur 8.6 T.v: Kortside på prototypeboks. Hjørner og bunnen er festet sammen med aluminiumsvinkler. T.h: Den syrefaste nettingen ble skrudd fast med skruer. Bilde: Eget foto .....	43
Figur 8.7 Øverst: Rendrert fremstilling av prototypeboks i SOLIDWORKS. Nederst: Ferdig montert prototype med skuff og netting. Bildet er tatt etter at den syrefaste nettingen ble byttet ut med nylon. Bilde: Eget foto .....	44
Figur 9.1 Resultat fra tetthetsforsøk i perioden 3.10 til 17.10. Resultatene er fra målinger gjort 12.10 og 17.10.....	45
Figur 9.2 Resultat fra tetthetsforsøk i perioden 18.10 til 26.10. Resultatene er fra målinger gjort 26.10.....	45
Figur 9.3 Tetthetsforsøk med larver. T.v: Forsøksbokser med lav tetthet. T.h: Forsøksboks med høy tetthet. Her kan man tydelig se flere voksne biller og pupper. Bilde: Eget foto.....	46
Figur 9.4 Gjennomsnittstemperatur for høy og lav tetthet i perioden 3.10 til 18.10. Det er gjort målinger i timesintervall, gjennomsnittet fra hver dag er lagt inn i figuren. Gradene er i celsius. ....	46
Figur 9.5 Gjennomsnittstemperatur for høy og lav tetthet i perioden 18.10 til 26.10. Det er gjort målinger i timesintervall, gjennomsnittet fra hver dag er lagt inn i figuren. Gradene er i celsius. ....	47
Figur 9.6 Eksempler fra gjennomsilingsforsøk i boks for å avgjøre substrat. 1. Ølgjær, 2. Potetmel, 3. Sammalt hvetemel, 4. Hvetemel. Bilde: Eget foto.....	48
Figur 9.7 Avføring fra larver 26.10. Avføringen er tydelig forurenset av havregryn (lyse partikler) og gulrot (oransje partikler).....	48
Figur 9.8 Antall gram avføring målt ved ulike dager i perioden 27.09 til 26.10 .....	49
Figur 9.9 Resultater fra silingsforsøk. Målingene er gjort ved ulike datoer i perioden 27.09 til 26.10.....	49
Figur 9.10 T.v: Prototypeboks med substrat, larver og fôr. Boksene har metallnetting og sidene er tettet med vevteip for å redusere rømning. T.h: Avføring fra skuffer tømt 26.10. Bilde: Eget foto. ....	50
Figur 9.11 T.v: Kontrollboks, T.h: Prototypebokser plassert i klimaskap. Bilde: Eget foto. ..	50
Figur 9.12 T.v: Forsøk på rømning i prototypeboks med metallnetting. T.h: Forsøk på rømning i prototypeboks med nylon. Bilde: Eget foto. ....	51
Figur 9.13 Resultat fra nettingforsøk fremstilt grafisk. Målingene er gjort 25.10 og 26.10 ....	51
Figur 9.14 For å forhindre rømning ble det teipet over ledningen til temperaturloggeren. Den glatte overflaten hindrer larvene i å klatre. Etter en stund begynte larvene og spise teipen noe som resulterte i forsøk på rømning. Bilde: Eget foto. ....	52

Figur 9.15 T.v: Avslutning av tetthetsforsøket viste mye avføring som hadde samlet seg opp i løpet av forsøksperioden. T.h: Her ser man at nesten alt av substrat er spist og mye avføring i boksen.....	52
Figur 9.16 Vevteip ble benyttet for å tette netting og hull i nettingen som larvene kunne rømme gjennom. Etter kun noen dager kunne man se resultater som til høyre, hvor teipen har løsnet på grunn av bevegelsen til larvene. Silefunksjonen er illustrert til venstre. Bilde: Eget foto. ....	53
Figur 10.1 Sammenstilling av komponenter i produksjonsboks .....	54
Figur 10.2 Rendrert fremstilling av videreutviklet produksjonsboks, sett skrått ovenfra. ....	55
Figur 10.3 Rendrert fremstilling av videreutviklet produksjonsboks, sett fra siden. ....	55
Figur 10.4 Nærbilde av kant designet for å gi bedre gripeevne ved løft og flytting av kasser. 55	
Figur 10.5 Nærbilde av netting festet til bunnen av kassen. Nettingen er kun en illustrasjon og ikke lik nylonnetting som egentlig er tiltenk boksene.....	56
Figur 10.6 Nærbilde av skuff, plassert i selve boksen.....	56
Figur 11.1 Deformasjon av netting i ANSYS Workbench. Belastningssituasjonen er med 1 kg larver og 0,5 kg substrat. Deformasjonen vil være på 0,0036 mm på det største. ....	57
Figur 11.2 Simulering av Von-Mises spenninger. Simuleringen er gjort i ANSYS Workbench. De største spenningene vil være i kantene hvor innfestingen vil være. Her vil spenningene være 0,000115 MPa. ....	58
Figur 11.3 Karbonutslipp (kg CO <sub>2</sub> ) gjennom hele livsløpet til en boks. Utslippet ved gjenvinning er 0,175 kg CO <sub>2</sub> , materialbehandling 26 kg CO <sub>2</sub> , transport 28 kg CO <sub>2</sub> og produksjon 0,644 kg CO <sub>2</sub> . ....	59
Figur 11.4 Energiforbruk (MJ) gjennom livsløpet til en boks. Energiforbruket ved gjenvinning er 0,136 MJ, materialbehandling 990 MJ, transport 8,3 MJ og produksjon 280 MJ. ....	60
Figur 11.5 Luftforurensning (kg SO <sub>2</sub> ) gjennom livsløpet til en boks. Luftforurensning fra gjenvinning er 0,00014 kg SO <sub>2</sub> , materialbehandling 0,055 kg SO <sub>2</sub> , transport 0,018 kg SO <sub>2</sub> og produksjon 0,399 kg SO <sub>2</sub> . ....	60
Figur 11.6 Vannforurensning (kg PO <sub>4</sub> ) gjennom livsløpet til en boks. Vannforurensningen ved gjenvinning er 0,00003 kg PO <sub>4</sub> , materialbehandling 0,0051 kg PO <sub>4</sub> , transport 0,0018 kg PO <sub>4</sub> og produksjon 0,015 kg PO <sub>4</sub> . ....	60
Figur 12.1 Fordeling av konseptutviklingskostnader med utgangspunkt i timebruk ved de ulike postene. Rapportering er den mest tidkrevende og dermed mest kostbare posten.....	62
Figur 12.2 Kakediagram over fordelinger av produksjonskostnadene for 10 000 enheter av boksene, hvor støpning utgjør den aller største posten. ....	63

## TABELLISTE

Tabell 2.1 Arbeidsplan for gradsarbeidet. Skraverte områder representerer arbeidsperiode. Lilla område markerer milepæler.....	8
Tabell 4.1 Symboler benyttet i rapporten.....	15
Tabell 4.2 Formler benyttet i rapporten .....	16
Tabell 4.3 Eksempel på vektingsmatrise innenfor PUGH'S metodikk .....	18
Tabell 5.1 Vekting av ulike produktegenskaper.....	26
Tabell 5.2 Metriske grunnsesifikasjoner for produktet .....	26
Tabell 6.1 SCAMPER-analyse for produksjonsboksen .....	29
Tabell 6.2 Funksjonsalternativer for silingsfunksjon.....	29
Tabell 6.3 Funksjonsalternativer for lufting av boksen.....	31
Tabell 6.4 Materialeegenskaper for polyetylen og nylon. Hentet fra CES EduPack.....	32
Tabell 6.5 Fysiske egenskaper for T. molitor hentet fra Journal of Food Engineering. ....	35
Tabell 6.6 Form- og estetikkalternativer for stablingsfunksjonen til boksen.....	36
Tabell 7.1 Seleksjonsmatrise for silingskonsept .....	38
Tabell 7.2 Seleksjonsmatrise for luftekonsept .....	39
Tabell 7.3 Seleksjonsmatrise for stablekonsept .....	39
Tabell 9.1 Forsøk med ulike substrater som kunne bli benyttet i boksene. Målet var minst mulig forurensning av avføringen .....	47
Tabell 10.1 Oversikt over komponenter i sammenstilling av produksjonsboksen.....	54
Tabell 12.1 Kostnadskalkyle for konseptutvikling .....	62
Tabell 12.2 Kostnadskalkyle for produksjon av 10 000 enheter ved bruk av vakuumstøpning .....	62

## BEGREPSFORKLARINGER

Begrep	Forklaring
<i>Tenebrio molitor</i>	<i>En type bille som tilhører gruppen skyggebille og underfamilien melbille. Billen utvikler seg fra egg, deretter larve og puppe før den blir bille. I denne rapporten vil det være hovedvekt på larven, og bruk av den i dyrefôr fremfor soya. Larven kan også bli benyttet som menneskemat.</i>
Produksjonsboks	<i>Boks som i denne rapporten skal benyttes i produksjon av larver til menneskekonsum eller dyrefôr.</i>
Soya	<i>Kommer fra soyabønner og produseres stort sett i USA og Sør- Amerika. Soya er svært proteinrikt og det benyttes soyamel i blant annet kraftfôr til husdyrproduksjon.</i>
Livssyklus	<i>Hele levetiden til et enkelt individ. Hos <i>T. molitor</i> vil det være fra egget er lagt til billen dør.</i>
Fôromdanningsrate	<i>Raten av hvor mye fôr som larven eller billen omdanner til kroppsmasse.</i>
Relativ luftfuktighet	<i>Et mål på forholdet mellom mengden vanndamp og luft. Måles hovedsakelig i prosent.</i>
Forpopping	<i>Hvileperioden hvor arten går fra å være larve til for eksempel bille eller andre typer insekt. Perioden varer i omkring to uker hos <i>T. molitor</i>.</i>
Stadie	<i>Et stadie hos <i>T. molitor</i> representerer perioden mellom to hamskift. Larven vokser ut av og fornyer «skinnen» sitt. Det er vanlig med mellom 15-22 stadier for denne arten.</i>
Insektmel	<i>Mel produsert av insekter som er tørket og malt opp, også kalt proteinmel. NorInsect AS vil i fremtiden produsere insektmel av <i>T. molitor</i>.</i>
Substrat	<i>Innholdet i boksene som egg, larver og biller lever i. Substratet bidrar til beskyttelse og næring for insektene. Substratet kan bestå av ulike meltyper, frukt, brød og andre rester.</i>
Ham	<i>«Skinnet» til larven. Dette byttes ut jevnlig og markerer overgangen til et nytt stadie.</i>
Cradle to cradle-paradigmet	<i>Designparadigme hvor menneskelig produksjon bygger på naturens egne prosesser.</i>
Biomimetikk	<i>Menneskeskapte produkter, prosesser, systemer og stoffer som skal etterligne naturen.</i>
Konverteringsgrad	<i>Raten av hvor mye fôr som larven omdanner til kroppsmasse.</i>
CAD	<i>Computer-aided design. Dataassistert design.</i>
FEM	<i>Finite Element Method.</i>
CFD	<i>Fluiddynamisk analyse</i>

## Kapittel 1 Innledning

Bakgrunnen bygger opp mot problemstillingen og oppdragsbeskrivelsen som ligger til grunn for dette arbeidet, hvilket omhandler utvikling av produksjonsbokser for larver. Ved å innhente informasjon rundt eksisterende teknologi, tidligere forskning og dagens markedssituasjon skaper man en grunnleggende base for produktutviklingen og dens mål. Det endelige resultatet vil ha forankring i all denne informasjonen og erfaringen.

### 1.1 Bakgrunn

Med en stadig økende befolkning er dagens matressurser under konstant press. Samtidig opplever man oftere klimaforhold som gjør det vanskeligere å produsere mat. Flere blir rammet av tørke, været er mer ustabil, avlinger kan regne bort og orkaner kan rasere viktige ressurser. Globalt og nasjonalt kaster mennesker enorme mengder mat i tillegg til store utslipp av klimagass i forbindelse med matavfall (Helgesen, 2015). Ved å benytte insekter, som for mange i vesten ikke forbindes som en mat- og fôrressurs, kan man redusere presset på andre allerede utnyttede matressurser og tilføre merverdi til matavfall. I Afrika og Asia er insekter allerede en vanlig ingrediens å benytte i matlaging. Ved å normalisere insekter i matlaging globalt vil presset på andre ressurser stagnere eller kunne reduseres.



*Figur 1.1 Larver vil potensielt bli en like viktig næringskilde som blant annet nøtter ved normalisering av produktet (The Korea Bizwire, 2016).*

Hovedmålet til prosjektet ENTOFÔR - «fra avfall til ressurs» ved Norsk Institutt for Bioøkonomi (NIBIO) som denne masteroppgaven er en del av, er å utvikle kunnskap og verktøy slik at det kan utvikles en industri innenfor larveproduksjon, foret på organisk avfall fra matproduksjon i Norge. I vill tilstand er insekter en naturlig proteinkilde for blant annet fisk og kylling. Ved å benytte insekter som proteinkilde i dyrefôr fremfor soya, vil dyrene få i seg mer riktig protein samtidig som det er mer bærekraftig fremfor produksjon og import av soya. Ved at larvene fores opp på rester fra matindustrien vil det tilføres verdi til avfallet. Denne kjeden eller sirkelen vil tilfredsstillende prinsippene for sirkulær økonomi, noe som er en stor del av ENTOFÔR prosjektet (NIBIO, 2017).

Målet med arbeidet er å utvikle og teste en ny type boks for produksjon av gul melorm (*T. molitor*). Boksen vil ta utgangspunkt i problemer som har oppstått hos larveprodusent NorInsect AS og som de ser på som forbedringsområder som vil påvirke hele produksjonslinjen for larven gjennom hele dens livssyklus. *T. molitor* starter som egg i rundt to uker, deretter utvikler den seg til larve og fortsetter larvestadiet i rundt 20 uker. Videre vil larven forpuppe seg og utvikle seg til en bille, hvor billestadiet vil vare i rundt 30 uker.

## 1.2 Eksisterende teknologi

Produksjonen av *T. molitor* er utbredt spesielt i Asia, USA, Afrika og nå Europa. Selv om antall produsenter er stor, er det lite åpenhet rundt produksjonsløsninger. I Asia er det vanlig å benytte papp- eller trebokser som er spesiallagd med tanke på høyde og bredde. Disse boksene benyttes i larvestadiet og puppestadiet. Det positive med slike bokser er at de er mer miljøvennlige enn bokser produsert i plast. Tre- og pappbokser er ikke holdbare med fokus på gjenbruk på grunn av at *T. molitor* spiser papp, det er lav luftgjennomstrømning og det er mer komplisert å rengjøre bokser av denne type materialer.



Figur 1.2: Produksjonslokale for *T. molitor* i Asia. Her benyttes trebokser i produksjonen (Haocheng MealWorm Inc, 2013).

I Afrika, USA og Europa er det mest vanlig med bokser produsert i plast. Mange benytter bokser man lett får tak i for eksempel fra den lokale byggvarehandelen. Dette er bokser som er beregnet for stort sett oppbevaring, sortering og lignende, ikke til næringsmiddelproduksjon.

Flere gründere har sett mulighetene innenfor larveproduksjon. Det er blitt utviklet flere typer systemer som man kan ha på kjøkkenbenken for å produsere sine egne larver som kan benyttes i matlaging. Det finnes utallige guider for hvordan du kan lage din egen produksjon med larver, men hovedvekten av dette er beregnet for småskala. LIVIN farms er et av gründersekskapene som har utviklet et konsept beregnet for kjøkkenbenken. Konseptet går ut på at pupper legges i øverste hylle, deretter vil billene produsere egg som faller ned til neste hylle. Larvene vil etter hvert fordele seg nedover i skuffene etter hvert som de vokser seg større. Nederst er det en vibrerende sikt som skiller pupper, larver og avføring. Larvene må deretter fryses, før de kan benyttes i matlaging.

NorInsect AS benytter per dags dato plastbakker fra næringsmiddelindustrien. Denne typen plastbokser vil hverken forbedre levestandardene til larven eller forenkle arbeidsprosessen hos produsent på grunn av sitt design og tiltenkte formål som er frakt av varer.





Figur 1.3: LIVIN Farms sitt konsept for hjemmeproduksjon av *T. molitor* (LIVIN farms, 2017b)



Figur 1.4: T.v: Produksjonsbokser(bakker) som benyttes i produksjonen hos NorInsect AS. T.h: Hyllesystem hos NorInsect AS. Det er plass til to i bredden og to i lengden per hylle. Totalt 36 bokser per hylleinnsats. Bilde: Eget foto.

### 1.3 Markedsbehov og potensiale

I dagens samfunn blir man stadig mer opptatt av hvordan mat produseres, hva den er produsert av og hvordan produksjonen påvirker miljøet. Undersøkelser og forskning viser et ekspanderende marked for kommersiell produksjon av insekter (Gahukar, 2016). Med et økende antall produsenter innenfor insektsproduksjon vil det være et behov for produksjonsbokser som tar større hensyn til larvenes levevilkår. Både med hensyn til produksjonsoptimalisering og økonomisk utbytte, men også dyrevelferd.

I Asia benyttes det som tidligere beskrevet i kapittel 1.2, tre- eller pappbokser. Med flere storskalaprodusenter i Asia og spesielt Kina er disse en stor potensiell kundegruppe, ved en eventuell omlegging til plastbokser. Omleggingen vil kunne være et initiativ fra produsenten selv eller ved statlig regulering av bransjen.

Hvis produktet viser seg å være plassbesparende og tidsbesparende, i tillegg til økt produksjonsvolum på grunn av høyere overlevelsesrate vil produsenter hvor det allerede benyttes plastbokser være en potensiell kundegruppe.

Behovet for en forbedret løsning er i dag svært ønsket. Prosedyren ved manuell siling av boksene er tungvint og tar svært lang tid. Forskere som jobber med larvebesetningen ved NIBIO Ullensvang og produksjonsmedarbeidere innenfor næringslivet uttrykker et stort behov for å forenkle denne prosessen.

## 1.4 Tidligere forskning

Det er blitt gjort forsøk med *T. molitor* helt tilbake til 1970-tallet. Mye av forskningen som ble gjort da og frem til nå er relevant for denne masteroppgaven. For å få en bred forståelse av hvilken forskning som er gjort og hva dette vil ha å si for videre arbeid med masteroppgaven gis det et sammendrag av litteraturstudiet som er blitt gjennomført.

F. Punzo og J. Mutchmor (1980) har gjennomført flere eksperimenter hvor de har sett på hvilke påvirkninger temperatur og luftfuktighet har på larven gjennom dens livsstadium. De har sett på forandringen i høy temperatur som en funksjon av relativ luftfuktighet igjennom larvestadiene. Eldre larver har større sannsynlighet til å overleve hardere forhold som for eksempel ekstremt lav eller høy luftfuktighet. Yngre og mindre larver har ikke råd til å miste en allerede knapp ressurs av kroppsvæske, og som et resultat er tørr luft dødeligere for larvene i stadiene 1-16.

De har også sett på stressnivået for egg, puppe, larve og bille ved at de blir utsatt for ulike temperaturer og luftfuktighet hvor grenseverdiene var 280 K og 317 K og 12 % og 98 % luftfuktighet. Vannopptaket til billene var høyest de første fire dagene etter egglegging ved testtemperaturer på 298 K og 308 K. Ved 283 K var vannopptaket minimalt og eggene som ble lagt utviklet seg ikke. Ved 12% relativ luftfuktighet tørket eggene inn og død inntraff etter kort tid. For larven representerer 298 K en ikke-stressende temperatur under all relativ luftfuktighet. 52 % og 75% representerer ikke-stressende relativ luftfuktighet under alle testtemperaturer (Punzo and Mutchmor, 1978).

Juan A. Morales-Ramos (2012) har blant annet sett på hvordan tetthet, alder og vekt påvirker reproduksjon og fôromdanningsraten. I ett av forsøkene utviklet han et boksoppsett hvor det er benyttet flere typer netting med ulik størrelse for å kunne sile larver fra hverandre ut i fra alder. Det ble benyttet netting med maskestørrelse fra 850 mikrometer til 500 mikrometer. Ved slik separering så man at forpuppede larver må fjernes for å unngå kannibalisme selv med tilstrekkelig mat i boksen. Puppens vekt er avhengig av antall stadier det tar for larven å fullføre utviklingen. Voksenstørrelse på billen er svært avhengig av fuktighet, næring, oksygeninnhold og tetthet under utvikling. Hunnbiller når topp reproduksjonspotensiale i andre uke etter ferdig

pupping. Dette varer til og med ut uke 3. Hunnbiller er fruktbare i 20 uker, men lever i 10 uker til etter dette. Tetthet har en betydelig effekt på avkomproduksjonen.

Andre forsøk som ble gjennomført viste at alder hadde større negativ påvirkning enn tetthet. Dette var gjentakende for alle periodene som forsøket ble gjennomført og ved de ulike diettene som ble benyttet. Flere analyser viste at både total masse til larvene og antall larver per dm<sup>2</sup> hadde negativ betydning for videre vektøkning. Tetthet påvirker også fôromdanningsraten negativt (Morales-Ramos and Rojas, 2015).

Videre har Juan A. Ramos (2010) gjennomført forsøk for å undersøke hvor mye næringsinnholdet i fôret har å si for larvenes stadier fra de er egg til de pupper seg. Dette kan variere fra 9 til over 20 stadier. Man vet fra før at dette kan påvirkes av blant annet temperatur, oksygenkonsentrasjon, tetthet og næringsinnhold. De ulike koloniene fikk ulikt fôr med ulikt innhold av blant annet hvete, potet og eggehvite. Resultatene viste at ulike dietter kan føre til store påvirkninger i utviklingstiden, antall stadier og overlevelseshastighet.

En rekke koreanske forskere har sett på utviklingen til larven ved de ulike stadiene. Dette inkluderer vekt, antall dager larven er i de ulike stadiene og lengde på larven. Gjennomsnittlig vil en larve puppe seg etter å ha gått gjennom det 14. stadiet. Omkring 70 % av all forpupping skjedde mellom stadie nummer 15 og 17, hvor lengden til larvene økte til og med stadie 17. Etter dette stoppet veksten opp og larven ble mindre (Park et al., 2014)

David K. Weaver og J. E. McFarlane (1990) har sett på effekten tetthet har på vekst og utvikling hos *T. molitor*. Økt tetthet gir økt fysisk kontakt mellom larvene. Ved stor tetthet kunne man se at kannibalisme og konkurransen for å få tak i mat økte. Spesielt nyklekkede larver og pupper er utsatt for kannibalisme fra større larver. Ved høy tetthet kunne man se at larvene i gjennomsnitt veide mer enn de med lav tetthet. Økt konkurranse fører derfor til økt matinntak og høyere gjennomsnittsvekt, mens ved lav tetthet øker overlevelseshastigheten.

## 1.5 Oppdragsbeskrivelse

Gjennom ENTOFÔR-prosjektet og næringslivspartneren NorInsect AS vil hovedoppgaven for dette gradsarbeidet være å effektivisere produksjonen ved å blant annet forbedre levevilkårene til larvene ved å utvikle nye produksjonsbokser. Produksjonsboksene skal i hovedsak sørge for en bedre utviklet luftgjennomstrømning, slik at larvene ikke kveles av karbondioksidopphopning eller overoppheting. Ved å sørge for økt luftgjennomstrømning vil temperaturen i boksen senkes. Disse faktorene vil sørge for økt overlevelseshastighet og igjen øke bedriftens produksjonsvolum. Designet på boksen vil også være viktig for plasseffektivisering, samtidig som en funksjon for oppsamling av larvenes avføring er ønskelig. Avføringen er et verdifullt biprodukt som kan brukes som blant annet hagegjødning.

## 1.6 Problemstillinger og teknologiske flaskehalser

Fokuspunkter og mulige utfordringer knyttet til gradsarbeidet, gir tidlig en pekepinn på hva prosjektplanen skal inneholde og hvordan arbeidsplan og milepæler skal legges opp.

### 1.6.1 Problemstillinger

Masterarbeidet vil fokusere på utredning, utvikling og testing av ett nytt alternativ til dagens produksjonsbokser. Problemstillinger og fokuspunkter i rapporten vil være:

- Hvilke løsninger og alternativer finnes allerede hos mer etablerte larveprodusenter, hvilken måte løser de ventilasjon i boksene på, hvordan fjernes avføring og hvor plasseffektive er disse løsningene?
- Hvordan sørge for god nok luftgjennomstrømning i produksjonsboksen, slik at temperaturen i larvenes habitat senkes og CO<sub>2</sub>-oppbygningen minker?
- Hvilken løsning er best for å hente ut avføringen fra lavene på en effektiv og enkel måte?
- Kan kun en boks benyttes gjennom hele livssyklusen til *T. molitor* eller hvilke boksløsninger som vil fungerer best ved de ulike stadiene i *T. molitor* livssyklus?

### 1.6.2 Teknologiske flaskehals

Ved utredning og bruk av ulike metoder og utstyr vil det kunne oppstå ulike teknologiske flaskehals ved selve boksene, designutvikling, uttesting i laboratorie eller prototyping. Disse utfordringene vil kunne være:

- Feil metodebruk i forhold til konseptutvalgelse og forsøksoppsett.
- Hvis larvene klarer å rømme vil det bli en utfordring for testingen og sikkerheten rundt forsøkene.
- Produksjon og sammenstilling av prototype vil kunne gi utfordringer ved bearbeiding og montering av de ulike materialene.
- Uttesting av boksene vil kunne gi varierende resultat ved et mindre tilfredsstillende resultat etter sammenstilling.
- Loggere viser et uriktig resultat på grunn av defekter i sensoren eller loggerprogramvaren.

## Kapittel 2 Prosjektplan

For å kunne gjennomføre et vellykket prosjektarbeid er prosjektplan en nødvendighet. Dette er viktig for å sette rammer for selve arbeidet og dets mål, men også rammer for tidsaspektet ved arbeidet. Ved å se på tidsrammen vil man utforme begrensninger for arbeidet som er nødvendig for å fokusere på riktige aspekter ved selve rapporten. Dette kapitlet viser tidlig strukturen og organisering av arbeidet som skal gjøres i forhold til rapporten.

### 2.1 Målsettinger

Målsettingene for oppgaven og prosjektet er delt opp i hovedmål og deretter delmål som bygger opp under hovedmålet.

#### 2.1.1 Hovedmål

Følgende hovedmål er satt for gradsarbeidet:

*«Å Utrede, utvikle og teste en type produksjonsboks tilpasset oppdrett av T. molitor. Fokuselementer vil være å samle opp avføringen på en enkelt måte, øke luftgjennomstrømningen i boksene som vil gi økt overlevelsesprosent hos larvene. Arbeidet vil føre til en anbefaling av en produksjonsboks som NorInsect AS kan benytte i sin insektsproduksjon»*

#### 2.1.2 Delmål

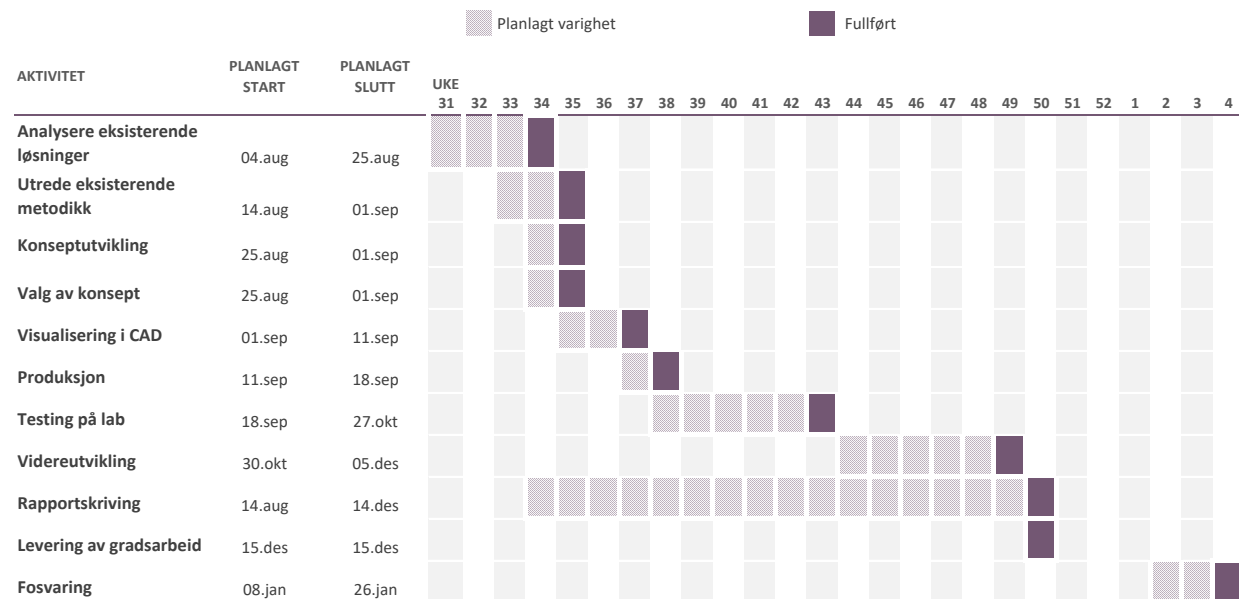
Følgende delmål inngår i arbeidet:

- Analysere eksisterende løsninger på markedet
- Utrede eksisterende metodikk
- Konseptutvikling
- Valg av konsept
- Visualisering av konseptet igjennom CAD
- Produsere og teste konseptet
- Videreutvikle konseptet etter endt testperiode
- Innlevering av gradsrapport

### 2.2 Arbeidsplan og milepæler

Gantt-skjema som viser fremdriftsplan med milepæler. Milepælene er tatt med utgangspunkt i delmålene.

Tabell 2.1 Arbeidsplan for gradsarbeidet. Skraverte områder representerer arbeidsperiode. Lilla område markerer milepæler.



## 2.3 Avgrensninger

Ved større prosjekter er avgrensninger viktige for å ha tydelige rammer for arbeidet i form av hva som ikke skal være en del av arbeidet. I denne oppgaven vil utviklingen av boksen være viktig samt perioden hvor boksene skal testes i laboratorium ved NIBIO Ullensvang. Arbeidet vil bli begrenset slik at tidsperspektivet samsvarer med arbeidsmengde og kvalitet på arbeidet.

- Det vil kun bli gjennomført enkle beregninger for å kontrollere brukspåkjenninger ved lastsituasjon i boksen.
- Det vil ikke bli beregnet på stivhet til de ulike boksalternativene med forskjellig type lufting.
- Boksene vil bli produsert som halvparten så store som originalt tiltenkt. Dette for å spare kostnader og tidsbruk på produksjon og testing.
- Det vil ikke bli sett på andre former enn rektangulær boks på grunn av allerede eksisterende hyllesystem hos bedriften.
- Det vil ikke bli sett på automatiserte løsninger for siling av boksene, da fokuset i oppgaven vil være å utrede og utvikle selve produksjonsboksen.
- Småskala produksjonsløsninger beregnet for husholdninger vil ikke bli tatt i betraktning videre i produktutviklingsprosessen da de ikke er beregnet for storskalaproduksjon.
- Det vil ikke bli gjort beregninger på avskjæring i skruer ved innfesting av netting på grunn av lave skjærkrefter.
- Det vil ikke bli utredet for ulike konkrete limtyper som kan bli benyttet for festing av netting til boks.
- Nettingen benyttet i arbeidstegninger, rendererte bilder og sammenstillinger er ikke en eksakt kopi av netting som blir bestilt fra eksterne leverandører, men kun en illustrasjon av nettingen.
- Det vil ikke bli gjennomført CFD analyse av boksene med luftefunksjon.

- Det vil ikke bli innhentet grundig informasjon rundt regelverk og rammer for næringsmiddelproduksjon av insekter.
- Det vil ikke bli hentet inn informasjon fra konkurrerende bedrifter i Norge, på bakgrunn av taushetserklæring mellom forfatter og NorInsect AS.
- Grundig utredning av lovverk i forhold til bruk av ulike materialer i næringsmiddelindustri vil ikke bli inkludert.

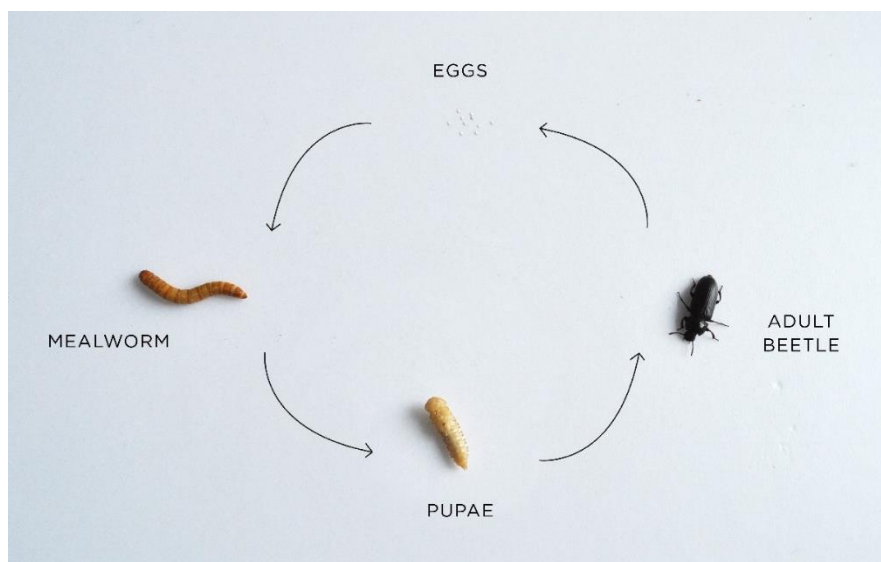
## Kapittel 3 Teori og teknologitredning

Et teoretisk grunnlag er nødvendig for et gradsarbeid. For denne oppgaven er det lagt hovedvekt på biologi og industriell produksjon av *T. molitor*, samt sirkulær økonomi og varme og luftgjennomstrømning. Disse fagområdene ligger til grunn for å problemstillingene i oppgaven og for å kunne utvikle og designe en prototypeboks beregnet for larveproduksjon.

### 3.1 *Tenebrio molitor* biologi

Gul melorm (*T. molitor*) er godt egnet til produksjon av insektsmel beregnet som fôringrediens for blant annet kylling og fisk på grunn av høyt proteininnhold og produksjonsvilkår. *T. molitor* kommer opprinnelig fra Tyrkia, hvor deres naturlige habitat vil være tømmerstokker, under steiner, i kornlagre eller kadavre. Arten er kjent for å «rydde opp» etter andre typer arter og kan livnære seg på planterester, døde insekter og avføring (Ward's Science, 2013). Mange forbinder gul melorm som et skadedyr i kjøkkenskapene. De sprer seg fort og overlever lenge uten mat og fuktighet. Innenfor industriell produksjon vil substratet være mel, havregryn, hvetekli og lignende som arten er kjent for å trives svært godt i.

*T. molitor* går gjennom ulike stadier i løpet av livssyklusen. Hver hunbille produserer omtrent 5 egg hver dag. Eggene slippes ned og klistres i substratet billene trives i. Eggene vil klekkes etter en uke. Når eggene har klekket og blitt larver vil larven gå gjennom ulike stadier, som til sammen kan ta mellom 17 til 22 uker. Larven skifter ham mellom hvert stadiet og går vanligvis gjennom rundt 20 stadier før den går over til puppe. For at larven kan utvikle seg til bille forpupper den seg. Under puppestadiet utvikles billen, men under dette stadiet er den svært sårbar. For å forsvare seg har *T. molitor* utviklet en reaksjon hvor den slår med «halen» på puppen. Etter tre uker som puppe er billen ferdigutviklet. Billen kan leve i opptil 30 uker, men det vil kun være 20 av disse ukene hvor den er reproduktiv (Morales-Ramos et al., 2012)



Figur 3.1: Livssyklus for *T. molitor*. Første stadiet er egg, før den utvikler seg til larve, deretter forpupper den seg og blir bille. Billene produserer egg i omtrent 20 uker etter endt forpopping (LIVIN farms, 2017a).



I løpet av hele livssyklusen vil kannibalisme være en av de største truslene for arten ved industriell produksjon. Voksne larver er de desidert mest aggressive. De angriper alt fra mindre larver, pupper og også voksne biller. Derfor er det svært viktig å tilføre nok fôr slik at dødsraten på grunn av kannibalisme reduseres.

*T. molitor* trives svært godt i varmt klima med relativt høy luftfuktighet. Temperaturen kan ligge på mellom 298-308 K og luftfuktigheten opp mot 70 %. Disse vilkårene gjelder gjennom stort sett hele livssyklusen. *T. molitor* vil ikke kunne overleve uten fuktighet, selv om den kan leve svært lenge uten. Larver, egg og puppe vil kunne ta til seg fuktighet fra luften, mens biller er svært sårbare i forhold til lav tilgang på fuktighet. Ved lav luftfuktighet vil egg og pupper tørke inn (Punzo and Mutchmor, 1978). Biller har ikke mulighet til å ta til seg fuktighet fra luften og må derfor ha tilgang på vann i form av fuktighet i mat eller drikkekilde. *T. molitor* er et typisk nattdyr, dette kan man også se når man tar ut bokser med larvene i dagslys. De gjemmer seg fort under substratet når de blir utsatt for lys, mens står boksen i et mørkt rom yrer det av liv.

### 3.2 Sirkulær økonomi

Sirkulær økonomi er en økonomisk tankegang som først ble definert av David Pierce og Kerry Turner i 1989. Definisjonen de to britiske miljøøkonomene publiserte har grunnprinsipper fra industriell økologi, cradle to cradle-paradigmet og biomimetikk (Pearce and Turner, 1989). Grunnprinsippet i sirkulær økonomi er å bevare og maksimere egenverdien til alle komponenter, produkter og materialer i de ulike økonomiske stadiene som de vil gå gjennom. Ved å øke egenverdien til et produkt samtidig som benyttes videre i eksisterende eller en ny verdikjede vil sirkulær økonomi oppstå (Ellen MacArthur Foundation, 2017). En slik økonomisk tankegang vil kunne påvirke hele verdikjeden til bedrifter. For å kunne bevare verdien til ulike komponenter, produkter og materialer må man begynne forfra. Hvordan kan man designe produkter og komponenter slik at de på en best mulig måte bevarer verdien og kan resirkuleres eller benyttes til et annet formål etter endt levetid?

Norge følger EUs pakke for sirkulær økonomi. Denne pakken bygger på EUs 7. miljøprogram og stiller krav til gjenbruk innen materialgjenvinning fra bygg- og husholdningsavfall (European Commission, 2016). Norsk industri er svært delaktige innen EUs miljøprogram hvor de er medlem i over 20 europeiske bransjeforeninger blant annet FEAD (Federation of Waste Management and Environmental Services) og EuRIC (European Recycling Industry Confederation) (Norsk Industri). Den sirkulære tankegangen blir grunnleggende for flere bedrifter både ved at EU tar et tydelig standpunkt, men også ved at forbrukeren blir mer opptatt av de enorme avfallsstrømmene Norge og en økende andel av verdens land produserer i dag.

ForMat-prosjektet viser at det ble kastet 355 128 tonn mat i Norge i 2015 (Stensgård and Hanssen, 2016). Den totale verdien på matsvinnet er 20 milliarder kroner, hvor det ikke medregnet svinn fra primærproduksjon og restaurantbransjen. Rapporten viser også at trenden er nedadgående, med en reduksjon av matsvinn på 12 % fra 2010 til 2015. Dette tyder på at forbrukere, grossister og industrien er blitt mer bevisst.

NorInsect AS tar en aktiv rolle i den sirkulære økonomien ved å benytte ressurser fra lokale butikker og fabrikker som sitt ressursgrunnlag i produksjonen. Fokuset fra starten var å ha en bærekraftig produksjon som bidrar til å redusere matavfallet i nærheten av det aktuelle produksjonslokalet. Ved utvidelse av bedriften til andre områder vil det falle naturlig å benytte avfall fra de ressursene som blir produsert i nærheten. På Vestlandet vil det være for eksempel avfall fra fiskeindustri, mens på Østlandet kan det være overflødige produkter fra grønnsaksproduksjon. Generelt vil avfall fra butikker i nærmiljøet benyttes, da med hovedvekt på spesielt brød, melprodukter, frukt og grønnsaker.

### 3.3 Industriell produksjon av *T. molitor*

Tankegangen bak den industrielle produksjonen av larver hos NorInsect AS er som tidligere nevnt i kapittel 3.2 om sirkulær økonomi, å benytte matavfall som ressursgrunnlag for produksjonen. Selve produksjonen vil være svært automatisert med flere roboter som håndterer de flere tusentalls boksene som vil befinne seg i produksjonen. Egg hentes ut i bokser og plasseres i smålarveavdelingen hvor de blir værende i rundt 10 uker. Biller, egg og larver opp til 10 uker vil være i samme avdeling, med en relativt høy romtemperatur.

Etter ti uker fordeles larvene og blir plassert i en annen avdeling med en lavere temperatur i rundt fem uker. Her vil larvene få tilgang på mer mat og kroppsmassen til larvene vil øke dramatisk over en kort periode sammenliknet med de 10 første ukene. Totalt vil larvene være i produksjonen i rundt 15-17 uker avhengig av utviklingen.

Avhengig av hva larvene skal benyttes til vil de enten males opp til proteinmel eller tørkes hele. Tørking, oppmaling og sortering vil skje ved bruk av spesiallagde maskiner. Produktene vil kunne brukes enten til menneskelig konsum eller som proteinerstatning i fôr til slaktekylling og oppdrettsfisk. Det animalske proteinet vil erstatte blant annet soyabasert protein som blir benyttet i Felleskjøpet sitt fôr til slaktekylling, se vedlegg 1.

I Mexico er det gjennomført forsøk med kyllingfôr hvor proteinet er erstattet med protein fra larver. Forsøket foregikk slik at de brukte 7 dager gamle kyllinger. De ble delt inn i seks grupper som fikk forskjellige fôrtyper. Det ble brukt tre nivåer av *T. molitor* i fôret (0%, 5% og 10%), som proteinkilde i stedet for en soyabasert diett. Kyllingene som fikk forskjellig mengde larve i fôret viste ingen forskjell i vekt, matinntak eller omgjøringsverdier. Dette viser at *T. molitor* kan brukes som alternativ proteinkilde spesielt for å erstatte soya. Larven tilfører protein med kvalitet lik soya selv med forskjellig aminosyrer. Fordelen med *T. molitor* som proteinkilde er at produksjonen krever minimal plass, potensiale for masseproduksjon, høy konverteringsgrad og man kan bruke organisk søppel som næring (Ramos-Elorduy et al., 2002).



Figur 3.2: Slaktekylling ved kraftfôrstasjon. Kraftfôret er av typen KROMAT fra Felleskjøpet beregnet for slaktekylling (Felleskjøpet Rogaland Agder, 2014).

Et viktig element ved all næringsmiddelproduksjon er Mattilsynets reguleringer og regelverk for å sikre dyrevelferd og folkehelse. Både lover og regler i Norge, men også internasjonale regler gjennom EØS-avtalen som Norge er en del av, må legges til grunn ved næringsmiddelproduksjon. For industriell produksjon og videresalg av larver er det per dags dato (16.11.2017) ikke utarbeidet et konkret regelverk i EU eller Norge. For å unngå utvikling av sykdommer liknende kugalskap og Creutzfeldt-Jakobs-syndrom, er det viktig med reguleringer som forhindrer kannibalisme gjennom fôr. Dette vil si at dyr med en plantebasert kost ikke bør få tilført animalsk protein som kan inneholde feildannende proteiner. Disse feildannede proteinene vil av dyr med plantebasert kost bli tatt opp i kroppen og spre tilstanden som de feildannede proteinene bærer videre til andre celler (Marshall et al., 2016). Dette vil kunne ende i blant annet kugalskap, skrapesyke eller Creutzfeldt-Jakobs-syndrom.

I dag fôres det med vegetabilsk protein fremfor animalsk hos mange kjøttetende arter, blant annet kylling og fisk. Kylling får noe fiskeprotein, men dette er kun 12% av total proteinmengde i fôret (Vedlegg 1). Ved å benytte animalsk protein fra larver fremfor soya vil det bli en mer naturlig proteinkilde for kjøttetende arter uten en overhengende fare for sykdommer lignende kugalskap.

### 3.4 Varme og luftgjennomstrømning

I boksene hvor larvene befinner seg øker temperaturen på grunn av varme produsert fra bevegelser og masse til larvene. Økningen i temperatur er svært uheldig for larvenes utvikling, da små endringer vil kunne påvirke antall stadier larven gjennomgår, vekt og puppetidspunkt. (Punzo and Mutchmor, 1980). Varme kan beskrives som «transport av energi på grunn av endring i temperaturen», symbolet for varme er  $Q$  (Tipler, 2004).

$$Q = \Delta E_{int}$$

$$Q = C\Delta T$$

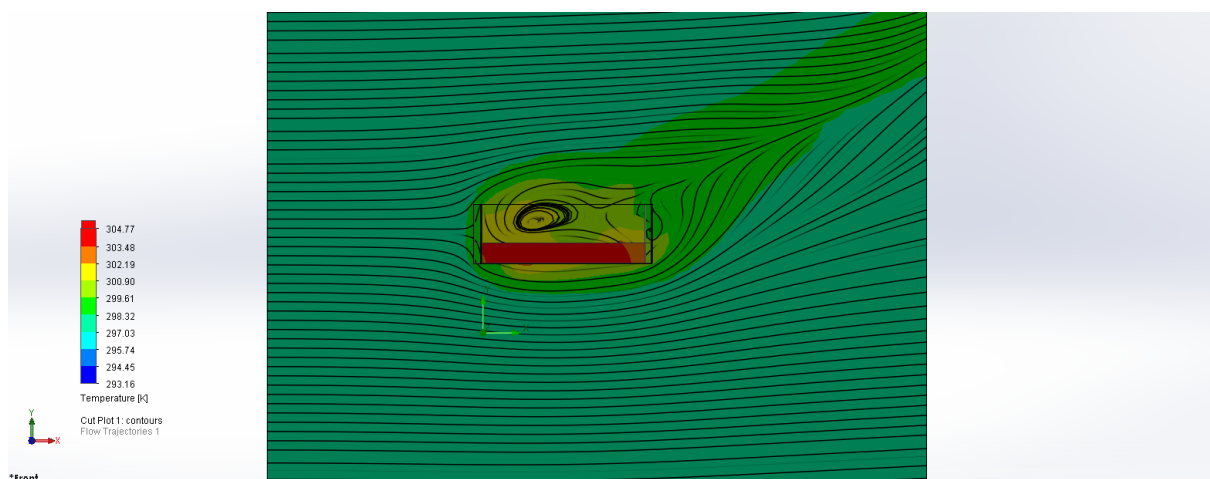
$$Q = mc\Delta T \tag{1}$$

Ulike materialer har ulike varmekapasitet, det vil si graden av hvor mye forandring i den indre energien til et objekt som kreves for at temperaturen til det objektet skal stige en grad.  $C$  benyttes som symbol for varmekapasitet. Den indre energien til et objekt er den totale energien i senterpunktet til objektet og har symbolet  $E_{int}$  (Tipler, 2004). Ett av de viktigste materialene i dette gradsarbeidet er polyetylen som boksene skal produseres i. Polyetylen har en spesifikk varmekapasitet på  $1880 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ . Se kapittel 6.3 for utdypning av materialegenskaper og materialvalg.

*T. molitor*s spesifikke varmekapasitet er svært vanskelig å bestemme både på grunn av at det er et biologisk materiale, men også på grunn av det finnes svært lite litteratur på dette området. Fra et forprosjekt til dette gradsarbeidet, gjennomført i emnet TMP261 Varmer og strømningssimulering våren 2017 ble det benyttet en spesifikk varmekapasitet på  $3494 \text{ J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ . Denne dataen er hentet fra Journal of Food Engineering og beskriver egenskapene til *Ephestia Kuehniella* larve, som innehar den samme karakteristikken som *T. molitor* i forhold til livssyklus og utvikling (Ben-Lalli et al., 2013).

Ved å ha en boks, som kun er åpen på oversiden vil luftsirkulasjonen gjennom substratet og larvene være begrenset på grunn av boksens utforming. Det vil aldri kunne bli ordentlig luftgjennomstrømning i hele boksen når det ikke er mulighet for lufting andre steder enn på oversiden. Luftgjennomstrømning eller luftstrøm er definert som en forflytning av luft på grunn av ulike temperaturer eller trykk (Tipler, 2004).

Ved luftsirkulasjon i rommet på  $0,138 \text{ m/s}$  vil noe av temperaturen i boksen reduseres, men på grunn av boksens utforming vil ikke sirkulasjonen være gjennomgående i substratet. Dette vises i Figur 3.3 hvor simulasjon av produksjonsboks i et rom med en vindhastighet på  $0,138 \text{ m/s}$  er gjennomført. Simulasjonen er hentet fra forprosjektet til dette gradsarbeidet, gjennomført i emnet TMP261, våren 2017.



Figur 3.3 Simulasjon av produksjonsboks i rom med luftsirkulasjon på  $0,138 \text{ m/s}$ . Sirkulasjonen er en vifte rettet mot boksen og med en vindfart på  $0,138 \text{ m/s}$

## Kapittel 4 Metodebeskrivelse

En metode benyttes for å samle inn informasjon om et produkt eller et alternativ og sette dette i et system, for deretter å kunne gjøre en seleksjon eller et valg basert på innhentet informasjon. Hovedpunktene vil være å se på terminologi, ulike metoder og programvare som skal benyttes i denne rapporten, i tillegg til kildebruk og kvalitetssikring av arbeidet. En skjematisk fremstilling av produktutviklingsprosessen vil være med i dette kapittelet for å visualisere hele arbeidsprosessen.

### 4.1 Terminologi

Det forutsettes at personer som leser dette arbeidet har en viss kjennskap og forståelse for mekaniske beregninger og varmebetraktninger. Det vil også være en fordel å ha kunnskap om insekter og da spesielt *T. molitor* som benyttes i denne rapporten.

#### 4.1.1 Symboler

Symboler benyttet i masteroppgaven er gjengitt med forklaring og SI-enhet i Tabell 4.1.

Tabell 4.1 Symboler benyttet i rapporten

Symbol	Forklaring	SI-enhet
<b>Q</b>	Varmeenergi	J
<b>C</b>	Varmekapasitet	J/K
<b>c</b>	Spesifikk varmekapasitet	J/kg*K
<b>F</b>	Kraft	N
<b>m</b>	Masse	Kg
<b>m<sub>l</sub></b>	Masse larver	Kg
<b>m<sub>s</sub></b>	Masse substrat	Kg
<b>g</b>	Tyngdeakselerasjon på jorden	m/s <sup>2</sup>
<b>y</b>	Nedbøyning	m
<b>L</b>	Lengde	m
<b>E</b>	Elastisitetsmodul	Pa
<b>I</b>	Annet arealmoment	mm <sup>4</sup>
<b>b</b>	Bredde	m
<b>h</b>	Høyde	m
<b>K</b>	Termisk konduktivitet	W/(m*K)
<b>A</b>	Areal	m <sup>2</sup>
<b>T</b>	Temperatur	K
<b>x</b>	Avstand	m
<b>P</b>	Trykk	Pa
<b>q</b>	Jevnt fordelt last på bjelke	N/m

### 4.1.2 Beregningsformler

Formler som er benyttet for å gjennomføre utregninger i masteroppgaven er gjengitt med henvisning til formelnummer og betydning i Tabell 4.2.

Tabell 4.2 Formler benyttet i rapporten

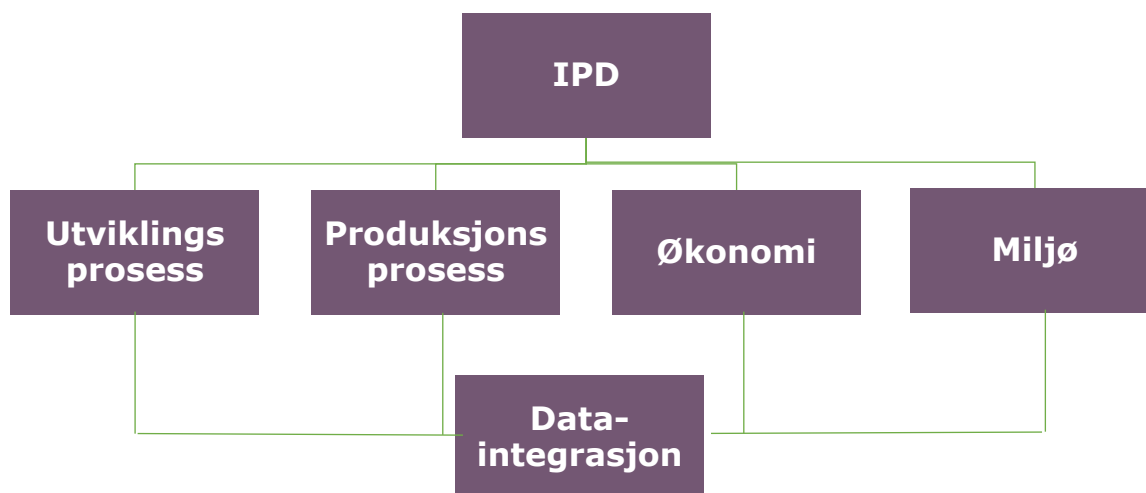
Betydning	Formel	Indeks
Varmeenergi	$Q = mc\Delta T$	1.
Kraft fra last	$F = (m_l * g) + (m_s * g)$	2.
Jevnt fordelt last	$q = \frac{F}{L}$	3.
Macaulay's metode	$EIy'' = \frac{q(x)^2}{2}$	4.
Annet arealmoment	$I = \frac{bh^3}{12}$	5.
Varmefluks	$\frac{dQ}{dt} = -KA \frac{\Delta T}{\Delta x}$	6.
Trykk	$P = \frac{F}{A}$	7.
Enhetspris	$\text{Enhetspris} = \frac{\text{Konseptutviklingskostnad} + \text{Produksjonskostnad}}{\text{Antall produserte enheter}}$	8.

## 4.2 Produktutviklingsmetodikk

For å komme frem til et konsept som er best mulig egnet til konseptets formål benyttes det flere ulike metoder innenfor produktutvikling. Ved å vekte, vri og vende på ulike alternativer kommer man frem til flere alternative løsninger til et problem.

### 4.2.1 IPD - Integrrert produktutvikling

Integrrert produktutvikling har som formål å oppnå større effektivitet samtidig som gjennomføringstiden reduseres og læringseffekten øker i et prosjekt (Bøe, 2014a). Metodikken har røtter fra USA og blir i dag benyttet i flere store og små utviklingsprosjekter over hele verden. Integrrert produktutvikling er unikt med tanke på at det trekker inn flere fagfelt enn den tradisjonelle «ingeniør- og økonomistyringen» av prosjekter. Det blir sett på miljøpåvirkninger, bærekraft og psykologiske aspekter. De fire hovedgrenene i integrrert produktutvikling ved NMBU er utviklingsprosess, produksjonsprosess, økonomi og miljø.



Figur 4.1: Oversiktskart over IPD-metodikken og dens fire hovedgrener

Utviklingsprosessen består av selve produktutviklingen. Her ser man på ulike konsepter og design satt i lys av kundens behov. I produktutviklingen er det ofte lønnsomt at flere typer ekspertise blir involvert. Dette kan redusere variasjonsbredden i designet, funksjonelle valg blir tatt og videre produksjonsproblemer kan blir redusert eller unngått. Produksjonsprosessen består av selve framstillingen og produksjon av produktet. Her vil man se på blant annet materialvalg og valg av riktig produksjonsmåte. Økonomi og miljø er hele tiden bundet opp i disse prosessene. Ved å ha et miljøaspekt med i utviklingen vil man kunne redusere utslipp og produsere ett mer bærekraftig produkt ved å være bevisst med valg av materialer, type produksjonsprosess og resirkulering av materialer. Økonomien er alltid viktig ved produktutvikling, den setter rammer for prosjektet. Her vil det være viktig med en oversikt over livssyklus-kostnader, slik at man får et sikrere vurderingsgrunnlag for prosjektet. Ved å se på markedet og produktets potensiale i det eksisterende markedet vil man få en oversikt over hva mulighetene for inntekt er og dermed kunne sette tydelige rammer for hver enkelt prosess. Ved å integrere denne dataen får man et velfungerende og solid prosjekt, med hensyn til miljø og økonomi.

#### 4.2.2 PUGH

Pughs metode har som formål å benytte matematisk utvelgelse for å komme frem til det beste alternativet. Når alternativene skal skilles fra hverandre setter man opp ett sett kriterier som er viktig for produktet og sluttbrukeren. Samtidig kan man ta inn kriterier som kostnader og resirkulering. Da inkluderer man hovedgrenene fra integrert produktutvikling, som er forklart i kapittel 4.2.1 og får en helhet på vektingen av de ulike alternativene. Vektingen gjøres ut fra hvor viktige de kriteriene er, for eksempel er ofte brukervennlighet et svært viktig kriterium som vektet høyt ved mange utvelgelser (Bøe, 2014b)

Hvert alternativ skal deretter få karakterer på de forskjellige kriteriene. Her er det vanlig å operere med en enkel skala. I denne oppgaven er det benyttet en skala fra 1-5, hvor 5 er svært godt og 1 er lite godt. Poengene summeres til slutt for hvert alternativ. Hvis vektning benyttes må poenget som gis multipliseres med vektningen for det aktuelle kriteriet. Til slutt vil man sitte med en rekkefølge hvor det alternativet med best resultat ofte blir det konseptet man går videre med i produktutviklingsprosessen jfr. kapittel 7, konseptvalg hvor seleksjonsmatrise blir benyttet for å velge de mest egnede alternativene for siling av avføring, lufting av larver og stabling av bokser.

Tabell 4.3 Eksempel på vektingsmatrise innenfor PUGHs metodikk

Kriteria	Vekting	Alternativ 1	Alternativ 2	Alternativ 3
<b>Brukervennlighet</b>	40 %	3	4	5
<b>Kostnad</b>	30 %	5	3	3
<b>Resirkulering</b>	30 %	2	5	2
<b>SUM</b>	100 %	3,3	4	3,5

Tabell 4.3 viser et eksempel av en utvelgelse mellom tre ulike alternativer mot de vektete kriteriene. Alternativ 2 viser seg da å være det mest ideelle konseptet når man legger konseptets egenskaper og sluttbrukerens ønsker egenskaper til grunn.

### 4.2.3 SCAMPER

Ved bruk av SCAMPER metoden er formålet å vri og vrenge på problemstillingen, konseptet eller løsningsalternativene (Bøe, 2014b). Ved å gjøre dette uten spesifikke forutsetninger vil man kunne komme frem til andre alternativer som ikke var påtenkt når man gjør de første konseptutvelgelsene. SCAMPER består av ni forskjellige punkter hvor man ser på konseptet med en annen vinkling. Denne tankeprosessen utfordrer det eksisterende konseptet og utfallet vil kunne forbedre og forandre produktet eller valgt løsning.

De åtte punktene SCAMPER består av er:

- **Substituere (Substitute).** Bytte ut enkelte deler på et produkt slik at et nytt eller forbedret produkt vil være utfallet.
- **Kombinere (Combine).** Kunne kombinere flere funksjoner på samme produktet uten å minke brukergrensesnittet.
- **Tilpasse (Adapt).** Ved å tilpasse et produkt som i utgangspunktet kan utføre en handling, til å bli tilpasset slik at den kan utføre flere handlinger.
- **Forstørre (Magnify).** Øke størrelsen på enkelte komponenter eller hele produktet.
- **Minske (Minify).** Redusere størrelsen på enkelte komponenter eller hele produktet.
- **Eliminere (Eliminate).** Eliminere enkelte komponenter, funksjoner og lignende for å kunne sitte igjen med hovedfunksjonen.
- **Utdype (Elaborate).** Se mer grundig på enkeltfunksjoner eller enkeltkomponenter, som kan endres eller benyttes til flere områder.
- **Omorganisere (Rearrange).** Endre på plasseringen til enkelte komponenter, for å kunne oppdage eventuelle flere bruksområder.



- **Reversere (Reverse).** Snu opp-ned på produktet, vrenge. Se på alle mulige motsetninger av hva de originale produktet er.

SCAMPER er ikke spesiell for produktutvikling, men kan benyttes for andre typer utvikling hvor det er nødvendig å se nye vinklinger og alternativer. SCAMPER gjør brukeren bevisst på det motsatte av det som allerede er eksisterende og godtatt. Ved en slik tankeprosess vil man komme fram til nye løsninger og alternativer jfr. kapittel 6 som omhandler konseptgenerering. Her er SCAMPER benyttet for å komme frem til alternativer som ikke var påtenkt tidligere i utviklingsfasen.

## 4.3 Forsøksmetodikk

Formålet med forsøkene er å undersøke og teste boksene som er utviklet og utvalgt gjennom konseptgenerering til å være den beste løsningen for å forbedre levevilkårene til larvene og forbedre produksjonen. Forsøkene vil vise om designet og funksjonene som er utviklet fungerer på en tilfredsstillende måte for larver og produsent. Forsøksmetodikken består av en forsøksplan med mål som fastsetter formål og setter rammer for forsøksperioden.

### 4.3.1 Forsøksplan

Hovedmålet for forsøksperioden er:

*«Teste produksjonsboksene utviklet spesielt for larver av arten *T. molitor*, slik at man får kartlagt om de ulike funksjonene og designet tilfredsstillende funksjons- og brukskravene satt for produktet»*

For å underbygge hovedmålet er det satt opp følgende delmål:

- Forsøksplan og forsøksoppsett
- Prøveforsøk
- Oppstart av forsøk
- Resultatevaluering

Det vil bli kjørt enkle prøveforsøk etter at forsøksoppsettet er satt for å se at alt fungerer og at forsøkene gir resultater som kan benyttes videre i arbeidet. Resultatevaluering med diskusjon vil bli gjort i et eget kapittel før elementer blir tatt med i videreutviklingen av produksjonsboksen.

### **Temperatur- og tetthetsforsøk**

Ønsket temperatur er 298 K nederst i boksen, hvor tettheten er størst. Utgangspunktet for forsøket er tatt fra tidligere fôrforsøk utført av Juan A. Morales-Ramos og M. Guadalupe Rojas (2015). Forsøkene som ble utført hadde en tetthet fra 44 larver per dm<sup>2</sup> til 351 larver per dm<sup>2</sup>. På grunn av tids- og arbeidsbegrensninger blir det derfor benyttet en tetthet på 138 larver per dm<sup>2</sup> og 34 larver per dm<sup>2</sup>. Temperaturen måles med sensorer festet nederst i boksene. Ved å gjennomføre forsøket vil man få data på hvor mye temperaturen øker ved kjent tetthet av larver. Temperatur vil også bli logget i silingsforsøket som forklares under.

## Silingsforsøk

Boksene som er designet og produsert ved verkstedet ved NMBU vil bli benyttet i dette forsøket. Se Figur 8.7 for rendrert bilde av boksen, samt foto av ferdig montert prototypeboks. Boksene vil bli fylt med like mengder larver, substrat og fôr, slik at man kan måle hvor mye avføring larvene produserer i tillegg til å se på hvordan larvene utvikler seg i det nye miljøet. Hovedformålet med dette forsøket er å se om avføring vil bli silt ut fra miljøet med larver og substrat og ned i skuffen på undersiden. Avføringen vil kunne bli samlet opp og lett tømmes i en annen beholder.

### 4.3.2 Forsøkslaboratorium

Laboratoriet til NIBIO Ullensvang er benyttet for forsøkene og er et Miljøfyrtårnsertifisert laboratorie. Da temperatur og luftfuktighet er svært viktig for larvenes utvikling vil dette bli nøye kontrollert ved å benytte et klimaskap. Klimaskapet sørger for at temperaturen ligger på 298 K og en luftfuktighet på 70 %. Ved håndtering av larver er det benyttet en biologisk lab som er beregnet for disse type forsøk, og inneholder alt av nødvendig utstyr som kreves for å gjennomføre de ulike forsøkene.

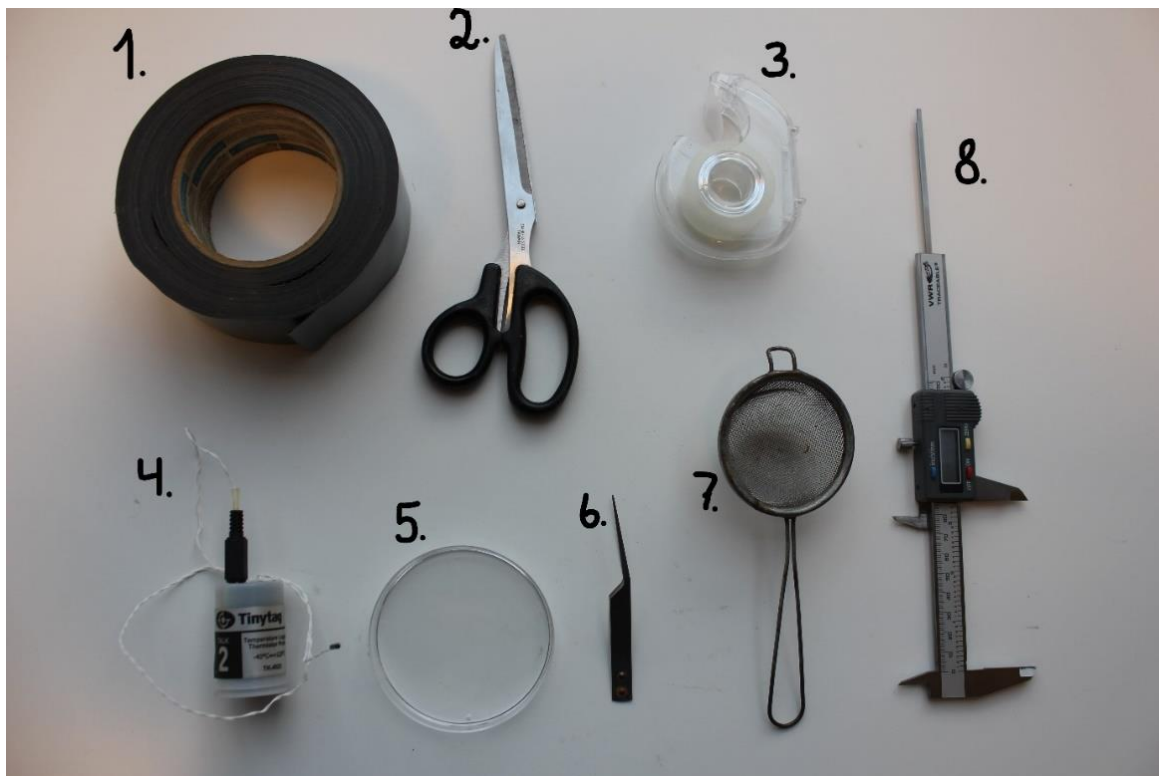
### 4.3.3 Kvalitetssikring av forsøksoppsett

Forsøkene vil bli utført i godkjent laboratorie beregnet for biologisk forskning. Alt av utstyr benyttet i forsøkene vil være vasket og sterile så langt det lar seg gjøre. Alle rutiner, protokoller og håndtering av avvik gjøres etter ISO9000:2006 standard. Forsøksoppsettene vil være med utgangspunkt i kjent litteratur, hvor lignende forsøk er utført (Morales-Ramos and Rojas, 2015).

### 4.3.4 Utstyr

Det kreves forskjellig type utstyr for å kunne gjennomføre forsøkene i tillegg til testboksene og larvene.

- Vekter godkjent av justervesenet
- Skyvelær
- Hansker
- Petriskåler
- Pinsett
- Temperaturloggere med sensorer
- Sil
- Kniv og fjøl
- Plastbokser i ulike størrelser
- Saks
- Ulike typer teip
- Ulike typer lim



Figur 4.2: Utstyr benyttet i forsøkene. 1. Vevteip, 2. Saks, 3. Papirteip, 4. Temperaturlogger, 5. petriskål, 6. Pinsett, 7. Tesil, 8. Skyvelær. Bilde: Eget foto.



Figur 4.3: Klimaskap fra Fitotron benyttet i forsøkene. Bilde: Eget foto.

#### 4.3.5 Fremgangsmetode

Begge forsøkene vil bli gjentatt i tid, fremfor å gjennomføre mange forsøk samtidig. Dette på grunn av begrensninger i antall testbokser.

## Temperatur- og tetthetsforsøk

Boksene som blir benyttet til temperatur- og tetthetsforsøk har et grunnareal på  $0,75 \text{ dm}^2$ . Det blir benyttet to bokser med lav tetthet og to bokser med høy tetthet. Boksene fylles med en kjent tetthet av larver og  $0,75 \text{ dm}^3$  med substrat. Substratet består av kruskakli, ølgjær og potetmel. Larvene vil ikke få annet fôr enn substratet. Forsøket vil vare over ulike perioder fra fem til 11 dager. Temperaturloggerne registrerer temperaturen nederst i boksen en gang per time. Ved forsøkslutt tømmes loggerne for data, antall pupper, biller og døde telles. Det fylles deretter på med larver slik at antall larver er konsistent gjennom hele perioden.

## Silingsforsøk

Det blir benyttet to prototypebokser i tillegg til en kontrollboks. Kontrollboksen og prototypene har samme grunnflateareal og er i plast. Kontrollboksen er i klar hardplast, mens prototypene er i polyetylen. 400 larver blir lagt i hver av boksene, i tillegg til lik mengde fôr og substrat. Substratet vil bestå av 200 gram Store Havregryn fra AXA som har svært få partikler som kan falle gjennom nettingen og forurensning av forurensning. Larvene vil deretter bli plassert i klimaskapet i en gitt periode. Dette kan være alt fra fem til 11 dager. Ved hver tømning til antall pupper, biller og døde telt og deretter fylt på med nye larver slik at antallet er konsistent. Avføringen vil bli tømt og veid, for deretter å bli studert i mikroskop for å bestemme innholdet og graden av forurensning. Temperaturloggere vil bli festet i senter av boksene, for å måle eventuelle temperaturforskjeller i prototypen og kontrollboksen.

## 4.4 Kildebruk

For å finne frem til relevant faglitteratur er det benyttet en rekke nett-søk i tillegg til journaler mottatt fra biveileder. For å søke etter relevant litteratur har Google Scholar, Web of Science og Oria blitt benyttet.

I tillegg er tilgang til relevante bøker og annen litteratur vært igjennom NIBIO og biblioteket på NMBU. For å referere kilder er Harvard-metoden benyttet i gradsarbeidet.

## 4.5 Programvare

Flere programvarer er nødvendig for å utvikle et produkt samt skrive en fullstendig oppgave. De ulike programvarene benyttet er:

- **SOLIDWORKS 2016-2017 fra Dasalt Systems**  
To- og tredimensjonalt computer-aided design (CAD) program. Benyttet for å designe boksene før produksjon.
- **Microsoft Office 365 (2016)**  
Microsoft Word er benyttet for oppgaveskriving.  
Microsoft Excel er benyttet for å fremstille tabeller og figurer.

- **EndNote X8**  
EndNote er benyttet som referanseverktøy i rapportskrivningen.
- **ANSYS Workbench R18.2 Academic**  
FEM-analyseprogram for å kjøre simuleringer av prototypebokser med laster. Visualisering av hvordan de ulike kreftene vil virke på ulike deler av produktet.
- **Granta CES EduPack 2017**  
CES EduPack er brukt for å hente ut informasjon rundt ulike materialer som skal benyttes i fremstillingen av boksene.
- **Dropbox**  
Nettskytjeneste benyttet for sikker lagring av rapporten.

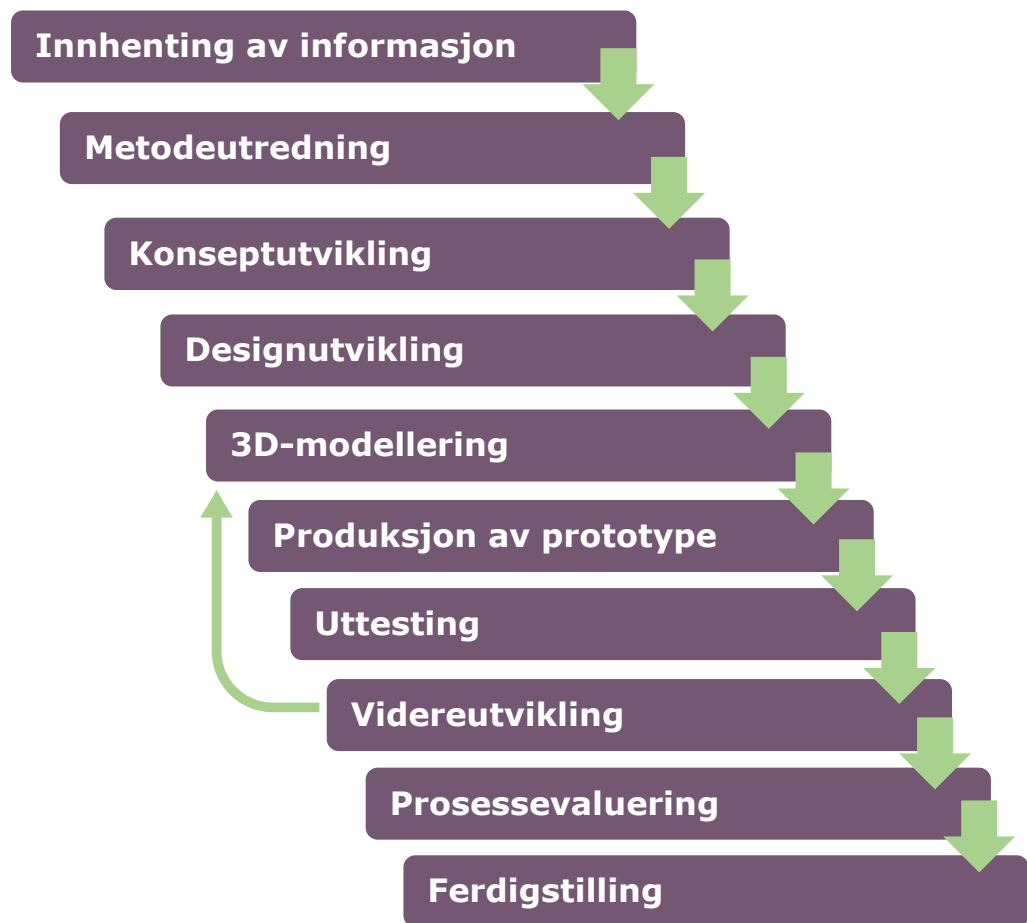
## 4.6 Kvalitetssikring

Mastergradsarbeidet blir kvalitetssikret ved bruk av kyndige veiledere ved NMBU, NIBIO og samarbeidsbedriften. Det er også benyttet gode og anerkjente metoder for screening av ulike prosesser.

Boksene vil bli produsert ved godkjent verksted og av kyndige produksjonsarbeidere. ISO-9000 vil bli lagt til grunn sammen med relevant faglitteratur fra anerkjente kilder eksempelvis tidligere fôrforsøk utført av Juan A. Morales-Ramos og M. Guadalupe Rojas (2015) som er lagt til grunn for tetthetsforsøket.

## 4.7 Prosesstrinn

En trinnvis visualisering av prosesstrinnene viser hvordan arbeidet med oppgaven vil foregå gjennom ulike faser som utgjør den videre arbeidsprosessen. Prosesstrinnene gir en overordnet oversikt over gangen i arbeidet, og vil bli benyttet ved evaluering og diskusjon av oppgavens helhet. De trinnvise stegene viser gangen, men også ved evaluering at det vil kunne være nødvendig å gå tilbake i prosessen på grunn av resultater som er oppnådd underveis.



Figur 4.4: Prosesstrinn som visualiserer de ulike fasene arbeidsprosessen består av

## Kapittel 5 Produktspesifisering

For å skape et optimalt produkt er det svært viktig å sette mål og krav for den kreative utviklingsprosessen. Dette for å alltid ha fokus på hvilke produktegenskaper man skal vektlegge ved seleksjon og design. Produktet skal tilfredsstillere funksjons- og brukskrav fra NorInsect AS samtidig som det videre skal være rom for kreativ vinkling på utviklingen.

### 5.1 Produktmålsetting og oppgavekrav

#### Hovedmål for produktet

*«Produksjonsboksen beregnet for larvetyperen T. molitor skal øke levestandarden for larvene ved økt lufting, sile ut avføring på en mindre arbeidskrevende måte og sørge for godt plassutnyttelse»*

#### Produktmålsettinger

- Plasseffektiviserende
- Enkelt design og høy brukervennlighet
- Funksjonelt design som sørger for siling av avføring
- Økt luftgjennomstrømning

#### Funksjons- og brukskrav

Kravene som er satt er tidlige konseptspesifikasjoner definert for bruken og funksjonen til produksjonsboksene. Kravene er spesifisert under:

- Boksen skal være rektangulær, slik at den vil kunne passe inn i eksisterende hyllesystemer hos NorInsect AS.
- Fokuset på utviklingen vil være på funksjonene fremfor et estetisk fint design.
- Nettingen benyttet i boksen vil ha en maskestørrelse på 0,5 mm x 0,5 mm slik at kun avføring slipper gjennom.
- Larvene skal ikke kunne krype ut av boksen.

### 5.2 Rangering av produktegenskaper

For å kunne gjennomføre en konseptutvelgelse må de ulike egenskapene som er viktige for produktet rangeres. Rangeringen gir en pekepinn på viktigheten og hva den betyr for konseptdesignet.

Egenskapene som er satt som viktigst for konseptdesignet er:

- **Renslighet/hygiene:** Renslighet og hygiene er svært viktig i næringsmiddelindustrien. Dette for å minimere risikoen for å spre sykdommer innad og ut av produksjonslokalet.
- **Silingsmulighet:** Enkelt og lite tidkrevende siling av avføring fra substratet og larvene som er i boksen.
- **Luftgjennomstrømning:** Sirkulasjon av luft gjennom boksen.
- **Plasseffektiv:** boksene er tilpasset larvene og optimal stabling. Det er for eksempel ikke nødvendig med høyere kant slik at larvene ikke har mulighet til å rømme. Høy

plasseffektivitet er å foretrekke. Dette vil påvirke antall bokser det er mulig å stable i et rom og dermed produksjonsvolumet. Riktig design vil kunne påvirke positivt økonomisk sett.

- **Manuell bearbeiding:** Lite manuell bearbeiding er å foretrekke. Ved storskalaproduksjon vil det være flere tusen bokser. Ved manuell håndtering av disse, vil det påbeløpe store økonomiske kostnader.
- **Produksjonskostnad:** Kostnad ved å produsere en boks.

Vekting av de ulike egenskapene. Vektingen er på en skala fra 1-5 hvor 5 er svært viktig og 1 er mindre viktig.

Tabell 5.1 Vekting av ulike produktegenskaper

Produktegenskap	Vekting
Renslighet/hygiene	4
Silingsmulighet	5
Luftgjennomstrømning	4
Plasseffektiv	5
Manuell bearbeiding	4
Produksjonskostnad	3

### 5.3 Metriske grensespesifikasjoner

De metriske grunnsesifikasjonene er lengde, bredde og høyde på boksen, slik at den skal passe i hyllesystemet som allerede benyttes i produksjonen hos NorInsect AS, se Figur 1.4.

Tabell 5.2 Metriske grunnsesifikasjoner for produktet

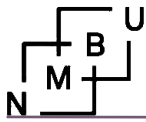
Spesifikasjon	Enhet	Grense
Lengde	mm	600
Bredde	mm	400
Høyde	mm	50

Ved prototyping vil boksene halveres på grunn av økonomiske, tids- og forsøksmessige forhold. For å kunne kjøre flere forsøk vil det være behov for flere hundre larver. Kulturen ved NIBIO Ullensvang er av betydelig størrelse, men ikke ubegrenset. Boksene tilpasses til dette og resultatet er da halvering av boksvolumet.

### 5.4 Tidlig kostnadsvurdering

Et tidlig kostnadsoverslag er gjort gjennom forespørsler hos verkstedet ved NMBU, ulike materialgrossister og grovt timeoverslag. Ut i fra dette vil en prototype av boksen grovt koste 3900 kroner som oppsettet viser. I tillegg kommer egenarbeid ved montering. Dette er ikke tatt med i kostnadsvurderingen.





**NIBIO**

NORSK INSTITUTT FOR  
BIOØKONOMI

---

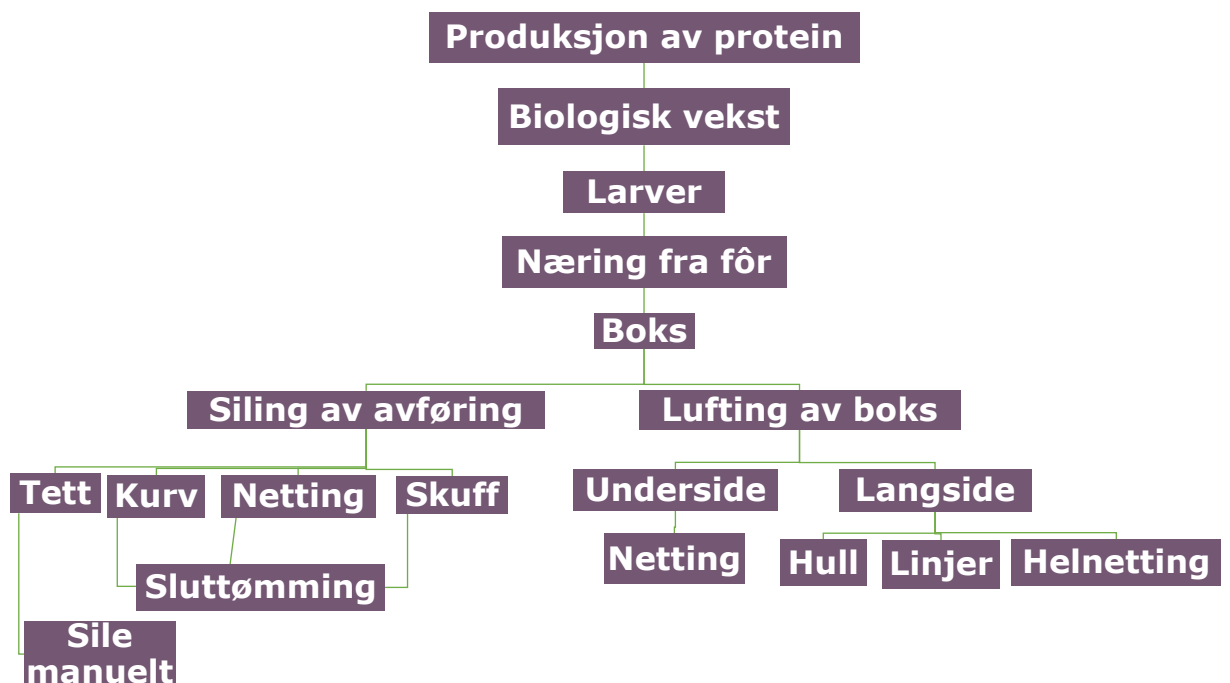
Polyetylen .....	500,-
Diverse festemateriell .....	500,-
Netting .....	400,-
Verkstedtimer.....	2.500,-
<b>SUM UTGIFTER .....</b>	<b><u>3.900,-</u></b>

## Kapittel 6 Konseptgenerering

Generering av ulike alternativer er vesentlig for å se ulike løsninger på den enkelte utfordring. Ved å benytte kjent produktutviklingsmetodikk og illustrering i en kreativ prosess vil man komme frem til alternativer som ikke var påtenkt før konseptgenereringen. Gjennom skisse og illustrering gir man liv til ideen og det er lettere å se for seg alternativene i et tenkt scenario og sammenligne de mot hverandre.

### 6.1 Funksjonsanalyse for produksjonsboks til larver

De ulike grenene representerer de to funksjonene som er hovedfokuset for forbedring. De vil implementeres i samme boks ved prototyping. De ulike alternativene er illustrert i kapittel 6.2 funksjonsalternativer.



Figur 6.1: Funksjonsanalyse for produksjonsboks til larver. De ulike funksjonsalternativene blir tatt med videre i seleksjonen av et hovedkonsept

## 6.2 Funksjonsalternativer

For å få en lettere oversikt over fordeler og ulemper med hvert enkelt alternativ, settes det opp en tabell med alle funksjonsalternativene. En SCAMPER-analyse blir gjennomført for boksen og her blir det sett på momenter som kan beholdes, endres og fordeler og ulemper ved disse.

Tabell 6.1 SCAMPER-analyse for produksjonsboksen

SCAMPER	Forbedringer	Fordeler
<b>Substitute</b>	Automatisk siling	Lette arbeidsmengden
<b>Combine</b>	Siling med lufting	Netting med flere nytteområder
<b>Adapt</b>	Boksene kan benyttes i eksisterende hyllesystem	Lavere implementeringskostnad
<b>Magnify</b>	Luftehull på hele siden av boksen	Økt luftgjennomstrømning
<b>Minify</b>	Tykkelsen på veggene	Redusere varmegang
<b>Eliminate</b>	Fast bunn i boksen	Slippe manuell siling
<b>Elaborate</b>	Redusere antall operasjoner per boks	Minimere manuell arbeidstid per boks
<b>Rearrange</b>	Luke under	Åpne og fjerne avføring
<b>Reverse</b>	Mekanisk risting av bokser	Automatisert siling

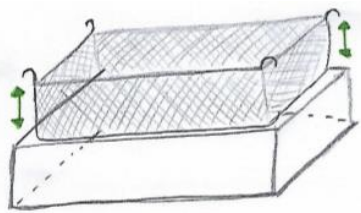
Fra SCAMPER-analysen vil følgende alternativer bli tatt med videre i seleksjonsprosessen:

- Luftehull på hele langsiden av boksen
- Redusere tykkelsen på veggene
- Luke på undersiden av boksen for tømning

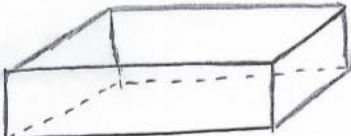
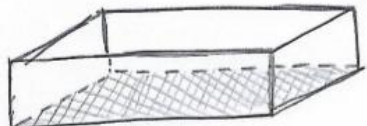
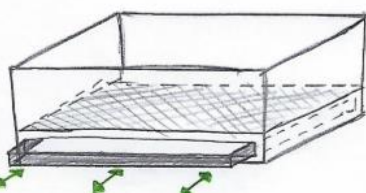
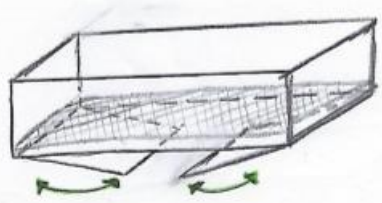
Alternativet om automatisert siling er et godt alternativ, men innenfor denne oppgaven er hovedfokuset selve boksen. Ved automatisert siling kreves det store og kostbare tiltak i selve anlegget til insektsprodusenten. På grunn av dette vil ikke dette alternativet bli tatt med videre i seleksjonen i denne oppgaven.

Tabell 6.2 viser funksjonsalternativene for silingsfunksjonen. Det er tatt utgangspunkt i alternativer fremmet i funksjon- og SCAMPER-analyse.

Tabell 6.2 Funksjonsalternativer for silingsfunksjon

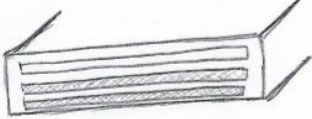
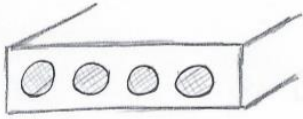
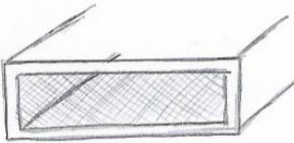
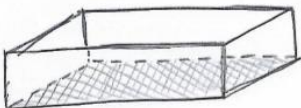
Metode	Fordel	Ulempe
<b>Kurv</b> 	Lufting rundt hele  God mulighet til å sile ut avføring  Lett å frakte/bytte bokser	To deler  Dyrere produksjon

Figur 6.2: Boks med kurv

Metode	Fordel	Ulempe
<p><b>Tett bunn</b></p>  <p><i>Figur 6.3 Boks med tett bunn</i></p>	<p>Enkelt å håndtere</p>	<p>Dårlig luftsirkulasjon</p> <p>Manuell siling påkrevd</p> <p>Dårligere levevilkår</p>
<p><b>Netting</b></p>  <p><i>Figur 6.4 Boks med netting</i></p>	<p>Ett komponent</p> <p>Enkel produksjon</p> <p>Siling og lufting kombinert</p>	<p>Må ha en form for oppsamlingsboks for avføring</p> <p>Redusert levevilkår (økt mengde avføring) nedover i boksene</p>
<p><b>Skuff</b></p>  <p><i>Figur 6.5 Boks med skuff</i></p>	<p>Automatisk oppsamling</p> <p>Lufting</p> <p>Brukervennlig og produksjonseffektivt</p>	<p>En ekstra manuell operasjon</p> <p>Dyrere produksjon</p> <p>Vanskeligere rengjøring</p>
<p><b>Luke under</b></p>  <p><i>Figur 6.6 Boks med luke under</i></p>	<p>Lite manuelt arbeid for å få ut avføring</p>	<p>Dyrere produksjon</p> <p>Vanskeligere rengjøring</p> <p>Plasskrevende</p>

Tabell 6.3 viser funksjonsalternativene for lufting av boksen. Det er tatt utgangspunkt i alternativer fremmet i funksjon- og SCAMPER-analyse.

Tabell 6.3 Funksjonsalternativer for lufting av boksen

Metode	Fordel	Ulempe
<b>Langsider</b>		
<b>Linjer</b>  <i>Figur 6.7 Linjealternativ for lufting</i>	Kreves lite netting  Boksen er fortsatt stiv	Må tettes med netting nederst for å forhindre rømming  Mer krevende å produsere
<b>Hull</b>  <i>Figur 6.8 Hullalternativ for lufting</i>	Bevarer stivheten til boksen	Må tettes med netting for å forhindre rømming  Mer krevende å produsere
<b>Helnetting</b>  <i>Figur 6.9 Helnetting som luftealternativ</i>	Mye gjennomstrømming av luft  Enkelt å produsere	Må tettes med netting for å forhindre rømming  Svekker stivheten til boksen
<b>Under</b>		
<b>Netting</b>  <i>Figur 6.10 Netting på undersiden av boks</i>	Lett å montere  Lite kostbar  Siler avføring på en effektiv måte	Nettingen må være sterk nok for å tåle vekten av larver og substrat

Fordeler og ulemper ved de forskjellige funksjonsalternativene for silingsfunksjonen og luftingen blir tatt med videre til konseptvalg i kapittel 7.

## 6.3 Materialvalg

Dagens bokser hos NorInsect er produsert i polyetylen (PE) med en tykkelse på 2 mm. For å få et mest mulig nøyaktig og korrekt resultat i sammenligning med den nye og den eksisterende løsningen vil polyetylen være naturlig å bruke i de nye boksene. Tykkelsen på plasten vil være

2 mm, slik som eksisterende bokser. Materialeegenskapene til polyetylen og nylon er beskrevet i Tabell 6.4. Verdiene er hentet fra CES EduPack 2017.

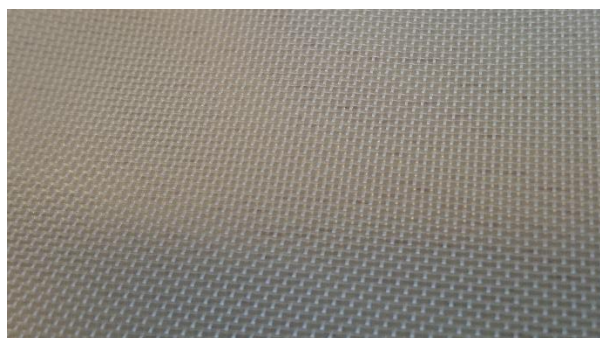
Tabell 6.4 Materialeegenskaper for polyetylen og nylon. Hentet fra CES EduPack.

Materiale	Egenvekt kg/m <sup>3</sup>	Flytegrense N/mm <sup>2</sup>	Strekfasthet N/mm <sup>2</sup>	Spesifikk varmekapasitet J/(kg*K).	E-modul MPa
<b>Polyetylen (HDPE)</b>	939	17,9	20,7	1,88*10 <sup>3</sup>	621
<b>Nylon (101)</b>	1,12*10 <sup>3</sup>	50	90	1,6*10 <sup>3</sup>	2620



Figur 6.11 Bakker som blir benyttet som produksjonsbokser hos NorInsect AS. Bilde: Eget foto.

Nettingen som skal dekke bunnen og luftehullene skal være i nylon. Nylon har tidligere blitt brukt i andre forsøksbokser med positivt resultat (Morales-Ramos et al., 2012). Det vil bli benyttet netting med maskestørrelse 0,5 mm \* 0,5 mm og tykkelse 0,39 mm. (Vedlegg 5). Dette vil forhåpentligvis gi en såpass fin siling av partiklene at avføringen vil kunne gå rett til videreforedling uten flere silinger.



Figur 6.12: Nylonnetting som blir benyttet i prototypeboksene. Bilde: Eget foto.

Polyetylen og nylon er materialer som fungerer godt i næringsmiddelindustrien. Disse materialene korroderer ikke, har lav egenvekt og er lette å rengjøre. Materialene er relativt rimelige sammenlignet med aluminium og stål.

## 6.4 Tidligvurdering av brukspåkjenninger

Nedbøyning vil kunne ha alvorlige konsekvenser for bruken av boksen. Nettingen i boksen vil bli belastet med 1 kg – 1,5 kg larver i tillegg til substrat med en tilnærmet vekt på 0,5 kg. Ved for stor nedbøyning vil nettingen komme i kontakt med skuffen. Dette vil kunne gi vanskeligheter ved tømning av skuffen, samtidig som det blir reduserte mengder silt avføring.

$$F = (m_l * g) + (m_s * g) \quad (2)$$

$$F = \left(1,5 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right) + \left(0,5 \text{ kg} * 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}\right)$$

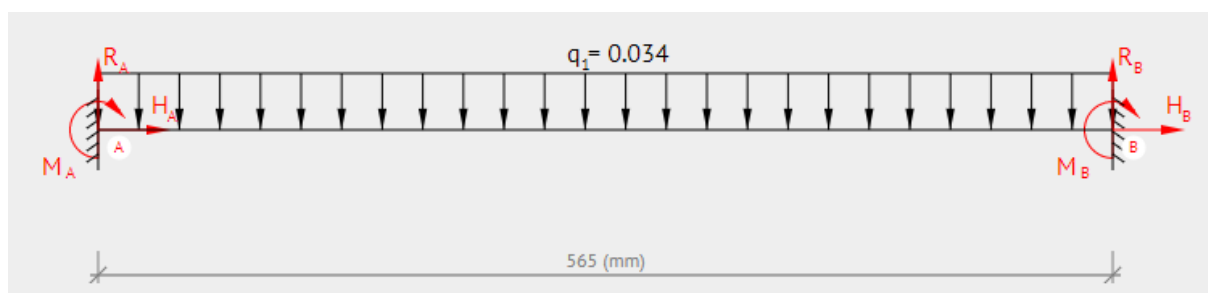
$$F = 14,715 \text{ N} + 4,905 \text{ N}$$

$$F = 19,62 \text{ N}$$

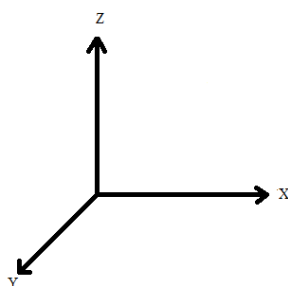
$$q = \frac{F}{L} \quad (3)$$

$$q = \frac{19,62 \text{ N}}{565 \text{ mm}}$$

$$q = 0,034 \text{ N/mm}$$



Figur 6.13 Belastningssituasjon på netting med en last på 0,034 N/mm.



Figur 6.14 Definerer av positive akser ved koordinatsystemet.

Den totale kraften som vil hvile på nettingen er 19,62 N. Jevnt fordelt utover vil lasten bli 0,034 N per mm. Kraftfordelingen er illustrert i Figur 6.13.

$$EIy'' = \frac{q(x)^2}{2} \quad (4)$$

Beregner annet arealmoment for nettingen

$$I = \frac{bh^3}{12} \quad (5)$$

$$I = \frac{0,565 \text{ m} * (0,00039 \text{ m})^3}{12}$$

$$I = 2,79 * 10^{-12} \text{ m}^4$$

Setter inn verdier inn i Macauley's metode for å finne nedbøyning av netting med fast innspenning begge ender.

$$EIy'' = \frac{q(x)^2}{2}$$

$$EIy' = \frac{q(x)^3}{6} + C_1$$

$$EIy = \frac{q(x)^4}{24} + C_1x + C_2$$

Når  $x = 0$  og  $x = 0,565$  er  $y = 0$

$$C_2 = 0$$

$$0 = \frac{-0,034 * 10^{-3} \text{ N/m} * (0,565 \text{ m})^4}{24} + C_1 * 0,565 \text{ m}$$

$$C_1 = 2,555 * 10^{-7}$$

Maks nedbøyning på midten av nettingen,  $x = 0,2825$

$$EIy = \frac{-0,034 * 10^{-3} \text{ N/m} * (0,2825 \text{ m})^4}{24} + 2,555 * 10^{-7} * 0,2825$$

$$y = \frac{\frac{-0,034 * 10^{-3} \text{ N/m} * (0,2825 \text{ m})^4}{24} + 2,555 * 10^{-7} * 0,2825}{2,79294 * 10^{-12} * 2,62 * 10^9}$$

$$y = -1,104 * 10^{-5} \text{ m} \approx y = -0,011 \text{ mm}$$

Nedbøyningen på 0,011 mm ved bruk av nylonnetting med tykkelse 0,39 mm er innenfor grensen på 10 mm, hvor nettingen ville truffet skuffen. Nedbøyningen er så liten at den ikke vil påvirke silingsfunksjonen. Det gjennomføres simuleringer i ANSYS Workbench for å illustrere nedbøyningen, i kapittel 11.1 robusthet.

Varmeoverføring fra larvene til omgivelsene kan beregnes ved å benytte tetthet, spesifikk varmekapasitet og termisk konduktivitet hentet fra Journal of Food Engineering (Ben-Lalli et al., 2013). Beregningene vil vise hvor mye larvene vil avgi av varme og hvordan dette påvirker boksen.



Tabell 6.5 Fysiske egenskaper for *T. molitor* hentet fra *Journal of Food Engineering*.

Egenskap	<i>T. molitor</i>
Tetthet	1031 kg/m <sup>3</sup>
Spesifikk varmekapasitet	3494 J/(kg*K)
Termisk konduktivitet	0.480 W/(m*K)

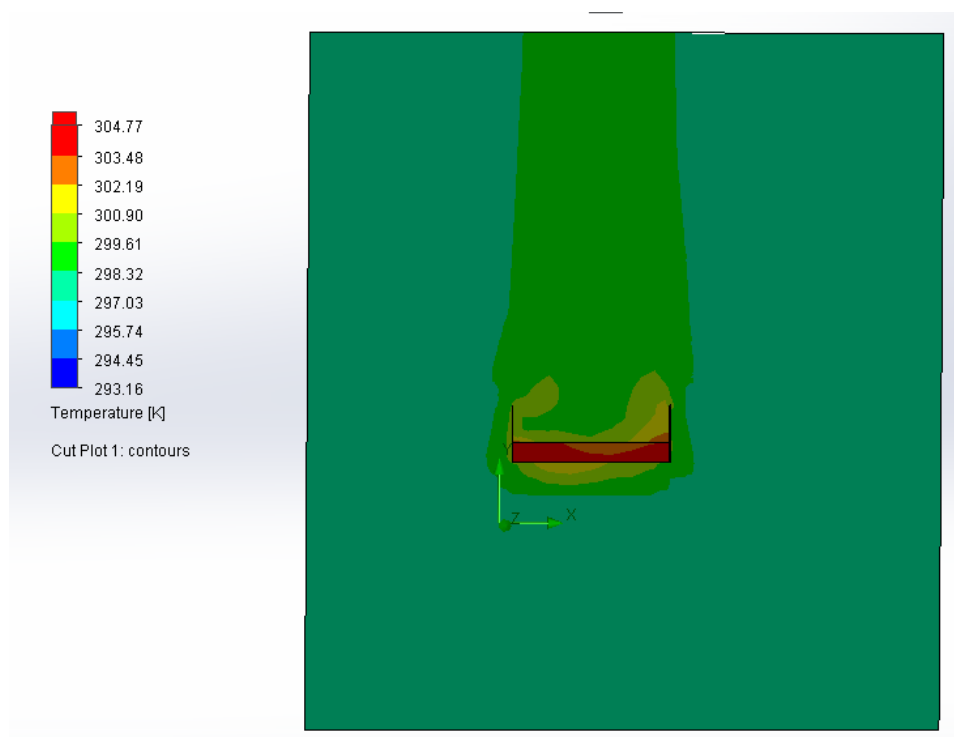
$$\frac{dQ}{dt} = -KA \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (6)$$

$$\frac{dQ}{dt} = -0,403 \frac{W}{m * K} * 0,0198 m^2 * \frac{298 K - 304 K}{0,002 m}$$

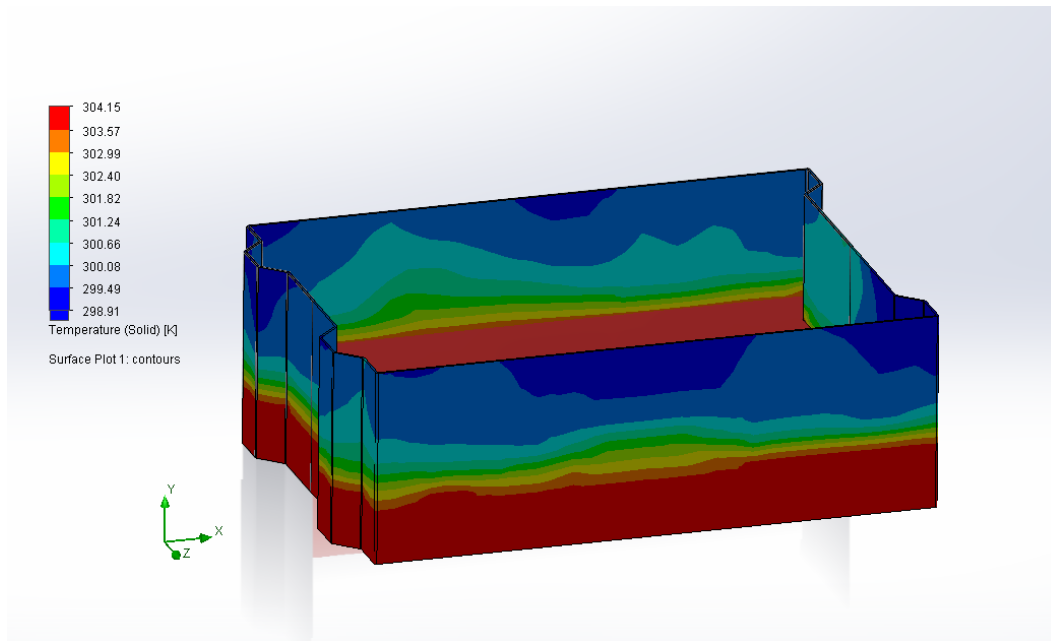
$$\frac{dQ}{dt} = 23,938 W$$

Larvene vil avgi 23,938 W med varmetap til en langside i boksen per tidsenhet.

Figur 6.15 og Figur 6.16 er hentet fra forprosjekt til gradsarbeidet, gjennomført i emnet TMP261 Varme og strømningsmodellering våren 2017. Figurene viser hvordan varmen som blir produsert fra larvene påvirker omgivelsene og boksen spesielt. Simulasjonene viser at boksen vil ha tilnærmet lik temperatur som larvene der de befinner seg i boksen. Brukspåkjenningen fra temperaturøkningen vil aldri bli av en slik karakter at det vil påvirke bruks- eller materialeegenskapene til boksen. Polyetylen har en smeltetemperatur på 388 K, dermed vil ikke en intern temperatur i boksen på 304 K være skadelig for materialet.



Figur 6.15 Simulering av varmepåvirkning fra larver til omgivelser. Simulasjonen er gjennomført i SOLIDWORKS FlowSimulation. Hentet fra forprosjekt til gradsarbeidet.



Figur 6.16 Simulering av temperaturen boksen vil ha som følge av varmen larvene avgir. Simulasjonen er gjennomført i SOLIDWORKS FlowSimulation. Hentet fra forprosjekt til gradsarbeidet.

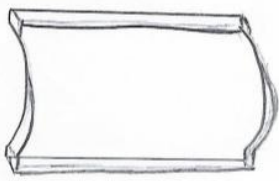
## 6.5 Form- og estetikkalternativer

Form- og estetikk vil ikke være hovedfokuset i denne oppgaven, men designet skal være funksjonelt og letthåndterlig. For at boksene skal kunne fungere i den eksisterende produksjonen av *T. molitor* hos NorInsect, vil boksene være rektangulære. Det er derfor ikke blitt sett på andre løsninger tatt med utgangspunkt i de tre grunnformene: kvadrat, sirkel og trekant.

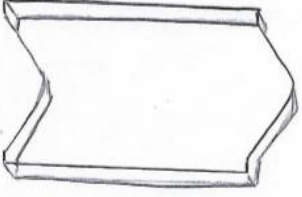
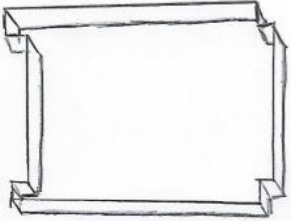
De tre grunnformene kan benyttes for å utarbeide løsninger slik at boksene kan stables mest mulig effektivt og produseres på minst mulig komplisert måte. Stabling av bokser er essensielt for å kunne utnytte romarealet på en best mulig og mest økonomisk lønnsom måte.

Eksempler på løsninger som kan benyttes for å stable boksene effektivt når de ikke er i bruk og stødig oppå hverandre når det er larver i de er illustrert under i Tabell 6.6.

Tabell 6.6 Form- og estetikkalternativer for stablingfunksjonen til boksen

Form	Fordel	Ulempe
<b>Sirkelformet</b> 	Lett å rengjøre	Krevende produksjonsmessig  Lite stabil

Figur 6.17 Sirkelformet stablemetode

<b>Form</b>	<b>Fordel</b>	<b>Ulempe</b>
<p><b>Trekantform</b></p>  <p><i>Figur 6.18 Trekantformet stablemetode</i></p>	<p>Lett å rengjøre</p>	<p>Vanskelig å stable på eksisterende hyllesystem</p> <p>Lite stabil</p> <p>Krevende å produsere</p>
<p><b>Kvadratisk form</b></p>  <p><i>Figur 6.19 Kvadratisk stablemetode</i></p>	<p>Lett å stable</p> <p>Stabil</p>	<p>Mer krevende å produsere</p> <p>Kan legge seg møkk i kantene</p>

## Kapittel 7 Konseptvalg

Et godt konseptvalg gjøres med bakgrunn i konseptgenereringen, hvor ulike alternativer er utredet og illustrert. Elementer materialvalg, brukspåkjenninger, metoder, teori og produktspesifisering er gjennomgått for å kunne gjøre et gjennomarbeidet og gjennomtenkt konseptvalg. Konseptvalget legger grunnlag for design og produksjon av en boks som videre vil kunne bli anbefalt for bruk i produksjonen hos NorInsect AS.

### 7.1 Utvikling av seleksjonsmatrise

Seleksjonsmatrisene for siling og lufting er utarbeidet med grunnlag i kriteriene benyttet ved rangering av produktegenskaper og funksjonsanalysen for produkttype. Egenskapene eller spesielle forhold som er viktige ved utvikling av produksjonsboksene er valgt og vektet etter viktigheten av dem. Screening vil bli vektet fra 1-5 hvor en er laveste score og fem er høyeste score.

### 7.2 Egen konseptscreening

I seleksjonsmatrisen for silingskonseptet er følgende kriterier vektlagt:

**Funksjonalitet:** Vektes 20%. Her vektlegges silingsfunksjonens enkelhet. Vil det kreve mange operasjoner for å få gjennomført siling eller vil det kunne være relativt enkelt. Høy brukervennlighet og solid konstruksjon vektet høyt.

**Kompleksitet:** Vektes 15%. Under dette kriteriet vektlegges kompleksiteten på konstruksjonen. Flere deler øker kompleksiteten ved montering og bruk og vektet lavere.

**Hygiene:** Vektes 15%. Ved næringsmiddelproduksjon er hygiene et svært viktig aspekt. Dette er viktig for alle ledd fra produsent til konsument. Høy vektning blir gitt til løsninger som er enkle å rengjøre og reduserer risikoen for smitteoverføring og bakterievekst.

**Kostnad:** Vektes 15%. Det økonomiske perspektivet er alltid viktig ved utvikling av konsepter. Høy kostnad vektet lavt, mens konsepter som har lavere total kostnad vektet høyt.

**Plasseffektiv:** Vektes 15%. Ved en produksjon med larver kreves enorme mengder bokser for oppbevaring av larvene i løpet av produksjonsperioden. Bokser som er mer plasseffektive vil øke produksjonsvolumet og gi økonomisk gevinst.

**Arbeidsmengde:** Vektes 20%. Redusert håndtering av produksjonsbokser er ønsket for å redusere mengden manuelt arbeid i produksjonen. Kreves det mye manuell håndtering per boks vektet dette lavt, lite manuelt arbeid vektet høyt.

Tabell 7.1 Seleksjonsmatrise for silingskonsept

Kriteria	Vekting	Kurv	Tett boks	Netting	Skuff	Luke
<b>Funksjonalitet</b>	20%	4	1	4	4	2
<b>Kompleksitet</b>	15%	2	5	4	3	1
<b>Hygiene</b>	15%	3	4	3	2	2

Kriteria	Vekting	Kurv	Tett boks	Netting	Skuff	Luke
<b>Kostnad</b>	15%	1	4	3	2	2
<b>Plasseffektiv</b>	15%	4	1	4	4	3
<b>Arbeidsmengde</b>	20%	3	2	3	3	3
<b>SUM</b>	100%	2,9	2,7	3,5	3,05	2,2

I seleksjonsmatrisen for luftingskonseptet er følgende kriterier vektlagt:

**Sirkulasjon:** Vektes 40%. For å forbedre dagens konsept er økt luftsirkulasjon i boksene svært viktig. Hvis løsningen gir økt luftsirkulasjon vektes den høyt, ved lavere grad av luftsirkulasjon vektes den lavere.

**Kostnad:** Vektes 30%. Ved ulike alternativer vil netting foran lufteåpning være nødvendig for å sperre slik at larver ikke har mulighet til å rømme. Ved økt bruk av netting øker også kostnaden per boks. Bearbeiding av plater vil også bli en økt kostnad. Lavt kostnadsnivå vektes høyt, mens høyt kostnadsnivå vektes lavt.

**Kompleksitet:** Vektes 30%. Vanskelighetsgraden av produksjon og montering av luftingen og tilhørende netting gir ulik vektning. Høy vanskelighetsgrad gir lav vektning, lav vanskelighetsgrad gir høy vektning.

Tabell 7.2 Seleksjonsmatrise for luftekonsept

Kriteria	Vekting	Linjer	Hull	Helnetting
<b>Sirkulasjon</b>	40%	3	3	4
<b>Kostnad</b>	30%	4	4	2
<b>Kompleksitet</b>	30%	2	3	4
<b>SUM</b>	100%	3	3,3	3,4

I seleksjonsmatrisen for stablingskonseptet er følgende kriterier vektlagt:

**Stabilitet:** Vektes 50%. For å ha et fungerende konsept er stabilitet kritisk. Hvis boksene skal stables oppå hverandre med 20 bokser i høyden er stabilitet svært viktig. Høy stabilitet vektes høyt, mens lav stabilitet vektes lavt

**Kostnad:** Vektes 20%. Økt bearbeiding av plater vil gi en økt kostnad. Lavt kostnadsnivå vektes høyt, mens høyt kostnadsnivå vektes lavt.

**Kompleksitet:** Vektes 30%. Vanskelighetsgraden av produksjon og montering av platene gir ulik vektning. Høy vanskelighetsgrad gir lav vektning, lav vanskelighetsgrad gir høy vektning.

Tabell 7.3 Seleksjonsmatrise for stablekonsept

Kriteria	Vekting	Sirkelformet	Trekantformet	Kvadratisk form
<b>Stabilitet</b>	50%	3	2	5
<b>Kostnad</b>	10%	3	3	3
<b>Kompleksitet</b>	40%	2	3	2
<b>SUM</b>	100%	2,6	2,5	3,6

### 7.3 Foretrukne løsnings- og estetikkalternativer

Ved å ha gjennomført konseptscreening ved bruk av ulike metoder har følgende konseptalternativer blitt valgt for produksjonsboksen.

- Siling av avføring vil skje med netting i bunnen og med en skuff under som fanger opp avføringen.
- Lufting av boksene vil skje ved å ha helnetting på langsidene av boksen.
- Stablemetode for boksene vil være kvadratisk.
- Produseres i polyetylen (PE) og med nylonnetting i bunnen og på sidene.

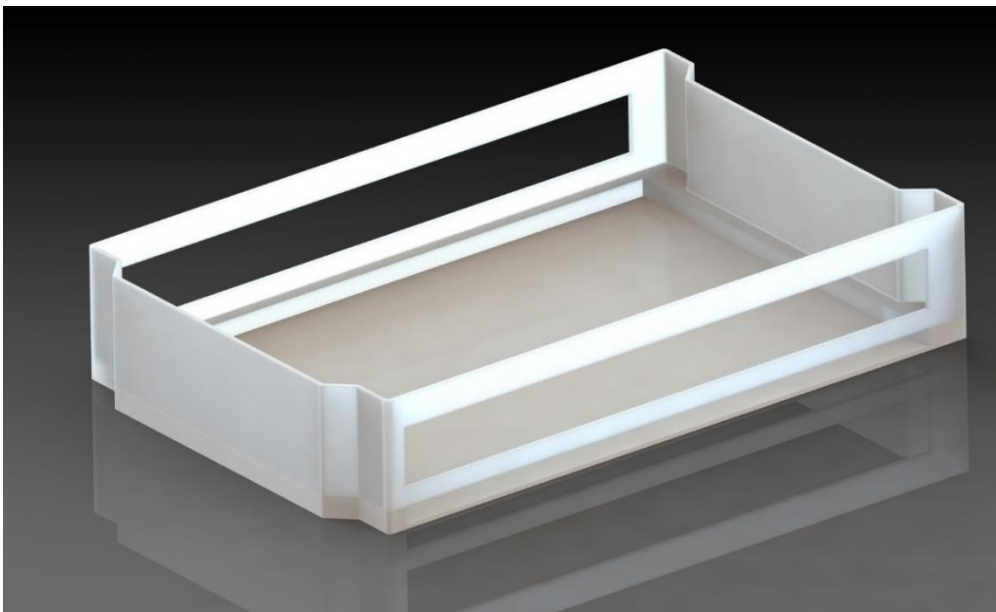
Alternativene blir tatt med videre i designprosessen for videre utvikling av prototype til uttesting i laboratorie.

## Kapittel 8 Utvikling av prototype

Prototype kommer fra det greske ordet prototypos og betyr førsteinntrykk. Ved bruk av konseptutviklingsmetoder og -verktøy er et fullstendig konsept valgt. For å videre kunne gjennomføre en konsepttesting av produktet i et laboratorie, vil en prototype være nødvendig for å skape et førsteinntrykk av det endelige produktet.

### 8.1 Design av prototype

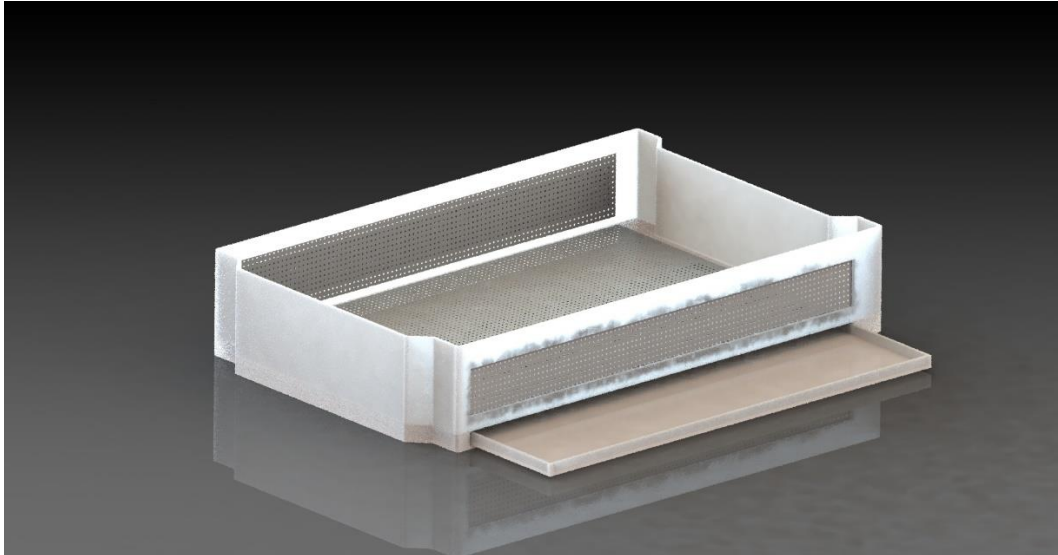
De foretrukne løsnings- og estetikkalternativene fra gjennomført konseptscreening vil bli benyttet i designet av boksen. Boksen designes i CAD-programmet SOLIDWORKS 2016-2017 fra Dasalt Systems. Designprosessen resulterer i rendrerte illustrasjoner av boksen og arbeidstegninger til produksjon av prototype. Arbeidstegninger ligger vedlagt som vedlegg 2.



Figur 8.1 Rendrert bilde av prototypeboks uten skuff og netting. Boksen sees fra fremsiden, hvor skuffen plasseres nederst.



Figur 8.2 Skuff til oppsamling av avføring. Plasseres i den nederste åpningen på prototypeboksen.



Figur 8.3 Rendrert fremstilling av sammensatt prototypeboks med skuff og netting i bunnen og på sidene.

## 8.2 Produksjon av prototype

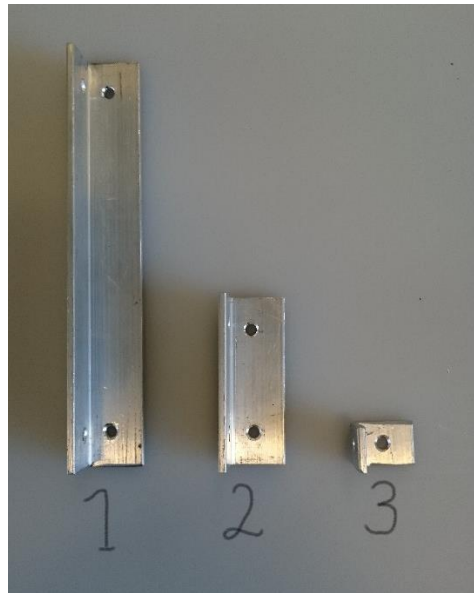
Fremstilling av de ulike delene til prototypen ble utført ved verkstedet ved NMBU av verkstedmedarbeidere. Monteringen av de ulike delene og festing av nettingen i boksene ble gjort av forfatter. Verktøy som ble benyttet for montering av boksene ble stilt til disposisjon av verkstedet ved NMBU. Polyetylenplater ble bestilt fra plastleverandør Finn Løken AS. Platene ble klippet til i en platekutter og luftehull og andre kanter ble skåret til for hånd etter mål fra arbeidstegninger. Kantene på alle de ulike komponentene ble pusset ned med fil og gradekniv for å få jevnere kanter.

Designet av kortsidene ble endret etter anbefaling fra verkstedet ved NMBU. Kortsidene ble produsert som rette plater fremfor å knekke til vinklene som gir stablefunksjonen. Boksene produseres halvparten så store som egentlig tiltenkt, knekking vil derfor være svært komplisert med de maskiner som var tilgjengelig ved verkstedet. Det at boksene produseres uten stablefunksjonen vil ikke påvirke forsøksoppsettet, da dette ikke har noen direkte innvirkning på målingene som skal utføres i forsøket.

Nylonnetting (type 06-500/47) med riktig type maskestørrelse ble bestilt fra PlastOk i England, se vedlegg fem for spesifikasjoner. På grunn av problemer med leveransen, ankom ikke nettingen før prototypene skulle være ferdige. Det ble tatt en avgjørelse om å kjøpe inn syrefast stålnetting fra Burmeister, som en alternativ løsning. Den syrefaste nettingen ble klippet til og festet på innsiden av boksen for å dekke luftehull og bunnen.

Plattformen som er på innsiden av boksen ble heller ikke produsert på grunn av vanskeligheter i forhold til knekking og tilfesting. Uten denne kanten ble nettingen skrudd fast i veggene med skruer. Ved montering av boksene ble det brukt vinkeljern i aluminium i hjørnene for å feste veggplatene sammen med bunnen. Vinkeljernene ble kappet i tre ulike størrelser med en båndsgag og boret hull i til skruer. Til slutt ble kantene fuget med silikon, slik at alle hjørner er tette i tillegg ble skarpe kanter fra skruer tildekket med silikon. Dette vil forhindre at man kan stikke seg på de, i tillegg vil ikke larver kunne ta skade at de skarpe kantene.

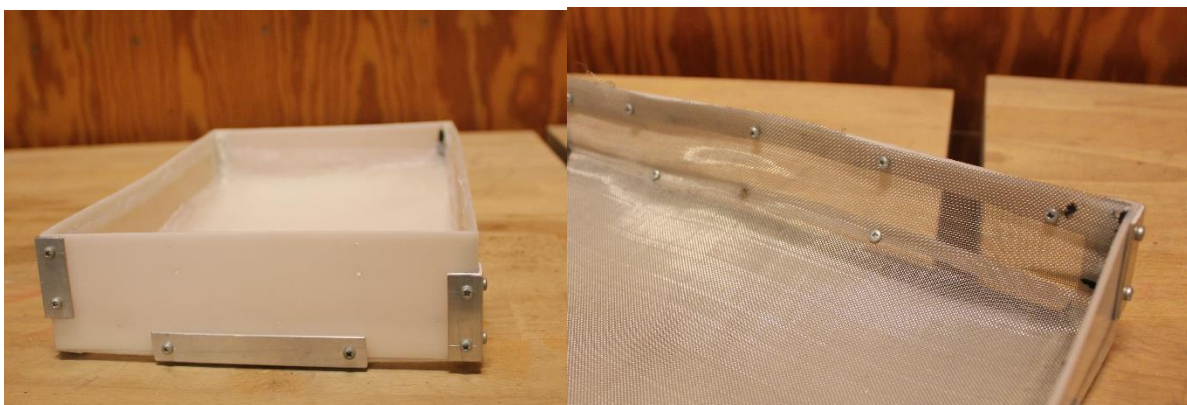




Figur 8.4 Aluminiumsprofiler benyttet til å feste platene sammen. 1. Profil som festes mellom bunnplate og vegger, 2. Hjørneprofil til veggene, 3. Profil til å feste bunnplate og vegplate (ved siden av skuffeåpning). Bilde: Eget foto.



Figur 8.5 Plate på fremsiden av boksen. Det nederste hullet er hvor skuffen plasseres. Øverste hullet er for lufting. Bildet er tatt etter at den syrefaste nettingen ble byttet ut med nylonnetting. Bilde: Eget foto



Figur 8.6 T.v: Kortsiden på prototypeboks. Hjørner og bunnen er festet sammen med aluminiumsvinkler. T.h: Den syrefaste nettingen ble skrudd fast med skruer. Bilde: Eget foto

### 8.3 Ferdigstilling



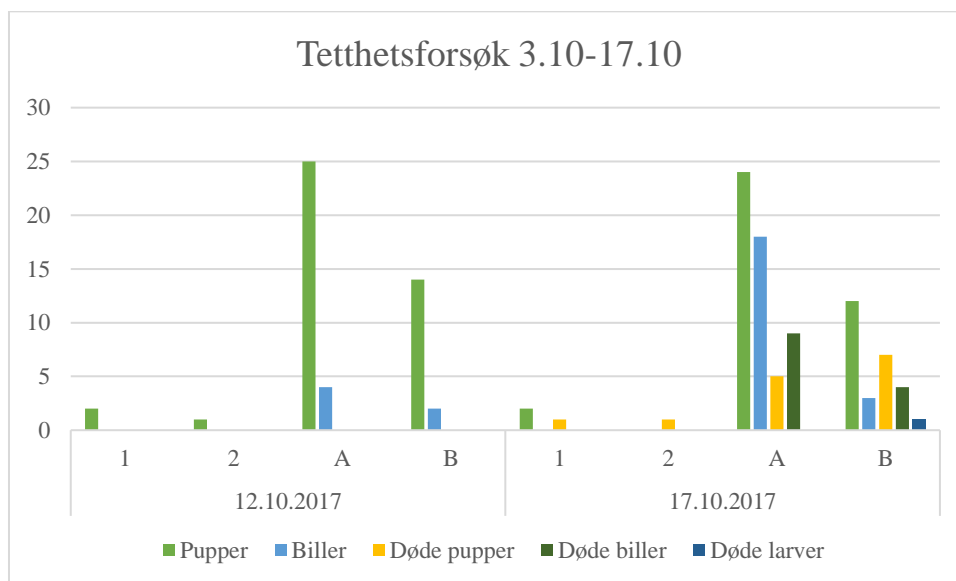
*Figur 8.7 Øverst: Rendrert fremstilling av prototypeboks i SOLIDWORKS. Nederst: Ferdig montert prototype med skuff og netting. Bildet er tatt etter at den syrefaste nettingen ble byttet ut med nylon. Bilde: Eget foto*

## Kapittel 9 Forsøksresultater

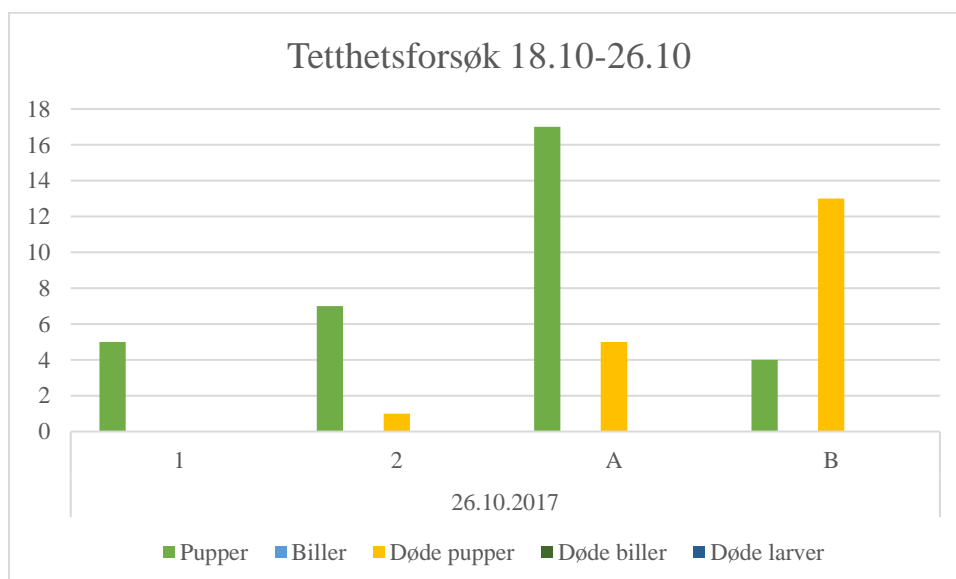
For å skaffe erfaringer og validerte resultater rundt bruken av produktet, gjennomføres ulike forsøk med boksene. Forsøk gjennomføres for å prøve ut noe og utfallet kan være både positivt og negativt i forhold til antatte resultater. Resultatene viser utfallet fra forsøkene beskrevet i kapittel 4.3, forsøksmetodikk.

### 9.1 Tetthet- og temperaturforsøk

Resultatene fra kontroll av boksene er satt opp i Figur 9.1 og Figur 9.2. Figurene viser hvor mange pupper, biller og døde individer det var i hver boks ved de ulike kontrolldatoene.



Figur 9.1 Resultat fra tetthetsforsøk i perioden 3.10 til 17.10. Resultatene er fra målinger gjort 12.10 og 17.10



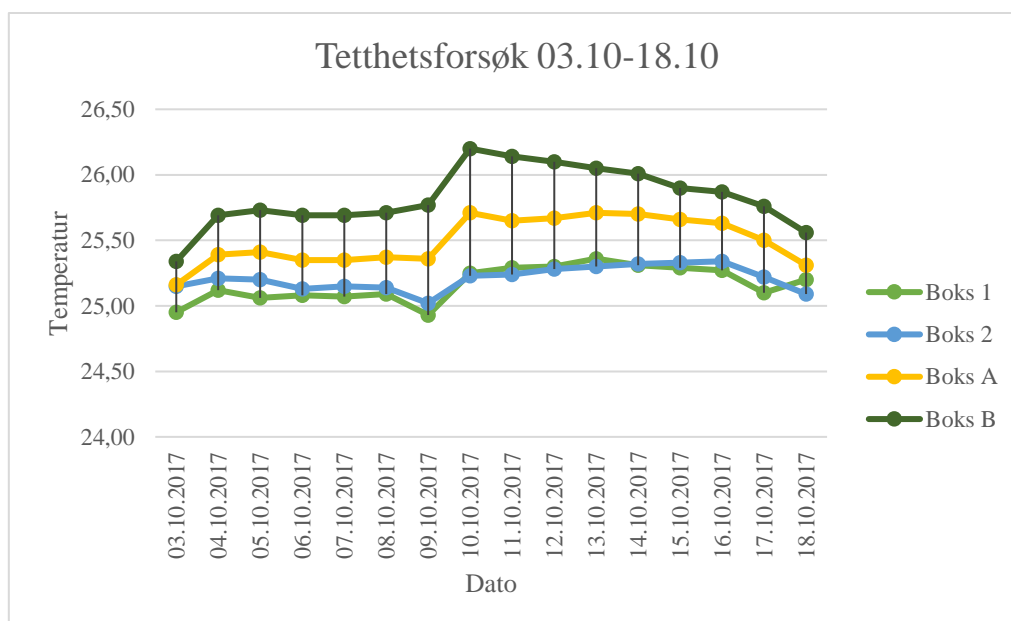
Figur 9.2 Resultat fra tetthetsforsøk i perioden 18.10 til 26.10. Resultatene er fra målinger gjort 26.10



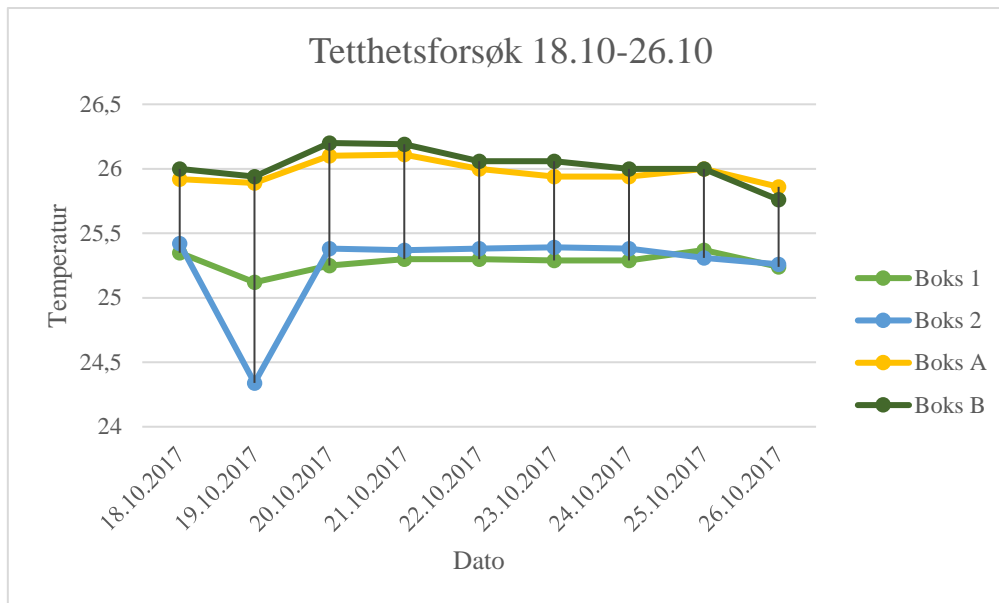
Figur 9.3 Tetthetsforsøk med larver. T.v: Forsøksbokser med lav tetthet. T.h: Forsøksboks med høy tetthet. Her kan man tydelig se flere voksne biller og pupper. Bilde: Eget foto.

19.10.2017 ble det observert svært mye rømning fra boksene i tillegg til at larvene spiste opp isolasjonen på sensorledningene. Ledningene ble derfor teipet fast til boksen med vanlig plastteip for å unngå videre rømning og oppspising av isolasjon.

Temperaturloggerne som var plassert i hver boks viste at det i gjennomsnitt var mellom 0,5-1 grad forskjell mellom boksene med lav tetthet og boksene med høy tetthet. Temperaturforskjellene er illustrert i Figur 9.4 og Figur 9.5. Boks 1 og 2 har lav tetthet, mens boks A og B har høy tetthet. Fullstendig logg ligger vedlagt som vedlegg 3.



Figur 9.4 Gjennomsnittstemperatur for høy og lav tetthet i perioden 3.10 til 18.10. Det er gjort målinger i timesintervall, gjennomsnittet fra hver dag er lagt inn i figuren. Gradene er i celsius.



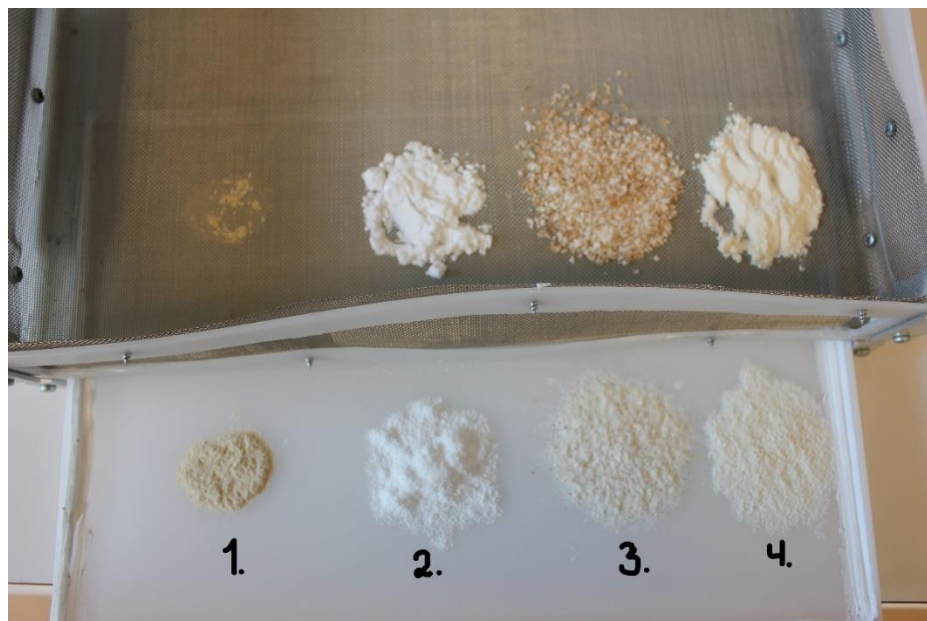
Figur 9.5 Gjennomsnittstemperatur for høy og lav tetthet i perioden 18.10 til 26.10. Det er gjort målinger i timesintervall, gjennomsnittet fra hver dag er lagt inn i figuren. Gradene er i celsius.

## 9.2 Silingsforsøk

Før forsøksoppstart ble de ulike substratene testet med nettingen som skal benyttes i boksene for å avgjøre hvilke substrater som ga minst forurensning. Resultatet man kom frem til var at havregryn er mest gunstig og gir minst forurensning i avføringen.

Tabell 9.1 Forsøk med ulike substrater som kunne bli benyttet i boksene. Målet var minst mulig forurensning av avføringen

Substrat	Forurensning
<b>Havrekli</b>	Relativt lite falt gjennom
<b>Kruskakli</b>	Forurensmer mer enn havrekli
<b>Ølgjær</b>	Alt siles gjennom
<b>Potetmel</b>	Mye siles gjennom
<b>Sammalt hvetemel</b>	Minste partiklene siles gjennom. Mer forurensning enn kruskakli
<b>Hvetemel</b>	Mye siles gjennom ved bevegelse



Figur 9.6 Eksempler fra gjennomsilingsforsøk i boks for å avgjøre substrat. 1. Ølgjær, 2. Potetmel, 3. Sammalt hvetemel, 4. Hvetemel. Bilde: Eget foto.

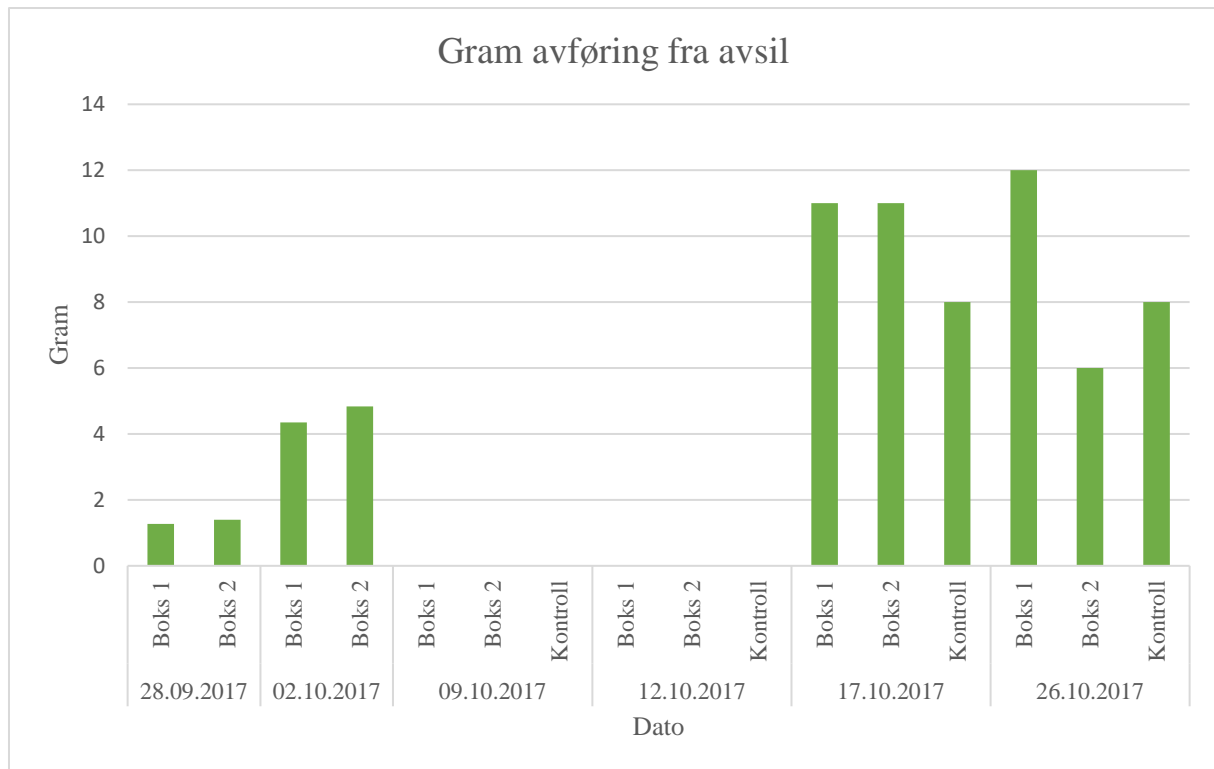
Store deler av forsøkene ble gjennomført med syrefast netting, før nylonnetting ankom 22.oktober. Begge typer netting hadde lik maskestørrelse på 0,5 mm \* 0,5 mm. Metallnetting var ikke et ønsket alternativ i dette forsøket, men på grunn av uforutsette hendelser, tilgjengelighet og tidsbegrensning ble dette benyttet som en alternativ løsning frem til nylonnettingen ankom.

Resultatene fra avsil og telling av boksene er satt opp i Figur 9.8 og Figur 9.9. Figur 9.9 viser hvor mange pupper, biller og døde individer det var i hver boks ved de ulike kontrolldatoene. Figur 9.8 viser antall gram avføring som er blitt produsert og silt i de ulike periodene.

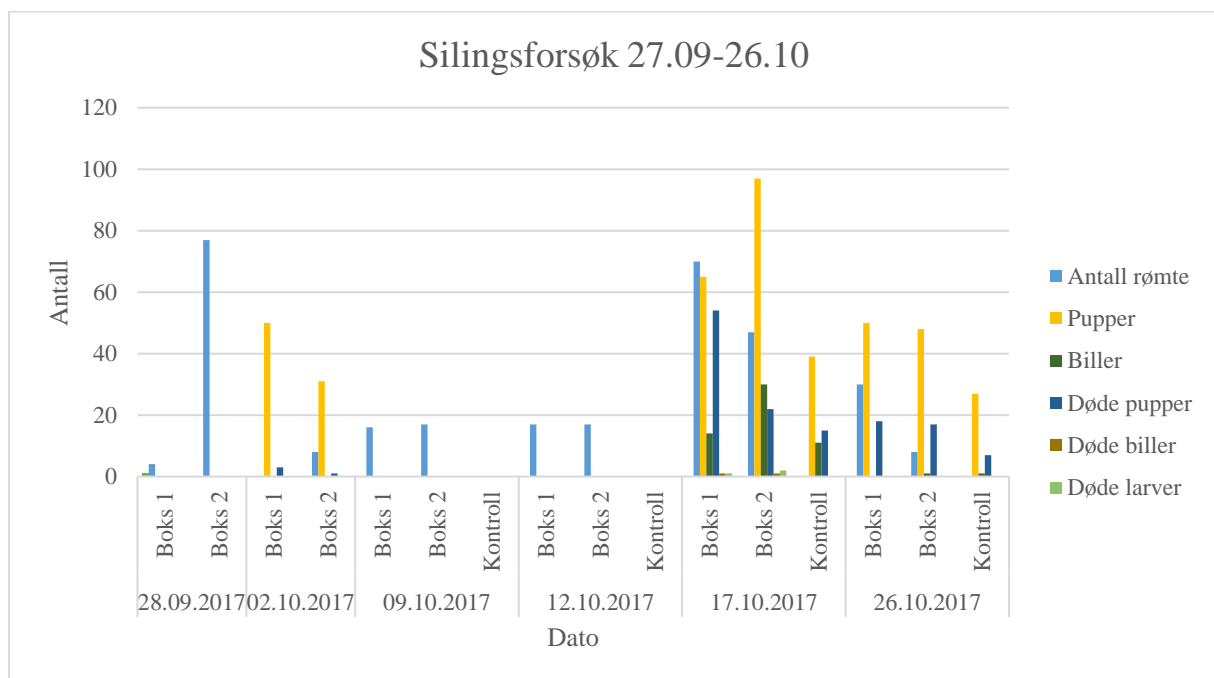
Ved undersøkelser i mikroskop kunne man observere relativt høy forurensning av avføringen. Forurensningen bestod av partikler fra havregryn og gulrøtter, i tillegg til avføring fra larvene, se Figur 9.7. Dette kan forklares i maskestørrelsen på nettingen i bunnen. Maskestørrelsen bør reduseres ved videreutvikling av boksen.



Figur 9.7 Avføring fra larver 26.10. Avføringen er tydelig forurenset av havregryn (lyse partikler) og gulrot (oransje partikler).



Figur 9.8 Antall gram avføring målt ved ulike dager i perioden 27.09 til 26.10



Figur 9.9 Resultater fra silingsforsøk. Målingene er gjort ved ulike datoer i perioden 27.09 til 26.10.



Figur 9.10 T.v: Prototypeboks med substrat, larver og fôr. Boksene har metallnetting og sidene er tettet med vevteip for å redusere rømning. T.h: Avføring fra skuffer tømt 26.10. Bilde: Eget foto.

Etter kun to dager etter forsøksstart kunne man se rømning fra de ulike boksene. Etter nøyere inspeksjon ble mindre hull, glipper og luftenettingen teipet igjen med sterk vevteip og noe pakketeip. Tettingen med teip fungerte midlertidig, etter et par dager ble det oppdaget av larvene spiste opp pakketeipen. Denne ble byttet fullstendig ut og kun vevteip ble brukt frem til 24. oktober. Kontrollboks ble satt opp 2.oktober for å kontrollere for rømning. Temperatursensorer ble også satt i prototypeboksene og kontrollboksen for å se på temperaturen i boksene. Teipen som holdt sensorene på plass ble fort spist opp og på grunn av mye bevegelse havnet sensoren fort på overflaten. Sensorene ble fjernet 17. oktober, da de ga resultater med svært mye feilkilder på grunn av at sensoren ofte endte opp på overflaten av substratet. Siling av kontrollboksen tar i gjennomsnitt 10 minutter ved bruk av tesil. Tiden vil reduseres ved bruk av større sil, men dette var ikke tilgjengelig ved laboratoriet. Tømming av skuff gikk svært fort og samlet raskt og effektivt avføringen, fremfor ved ekstern siling.



Figur 9.11 T.v: Kontrollboks, T.h: Prototypebokser plassert i klimaskap. Bilde: Eget foto.

17. oktober hadde boksene stått svært lenge uten å bli kontrollert, kun blitt tilført mat. Antall rømte var derfor svært høyt, i tillegg til mange døde og voksne. Det ble etter telling og siling fylt på med larver slik at antallet var 400 som ved oppstart av forsøket.

For å tette boksene helt ble det benyttet silikonlim, da vevteip ikke fester seg like godt på syrefast metall. I tillegg gjør larvenes bevegelser at teipen løsner fort fra metallet. Vevteip ble fjernet helt, slik at luftenettingen ikke var tildekket. Etter kun en dag ble det observert svært mye rømning fra begge boksene, da larvene klatret i nettingen på sidene og ut av boksene.



Larvene ble derfor flyttet over til nøytrale plastbokser, frem til prototypeboksene var justert ytterligere.

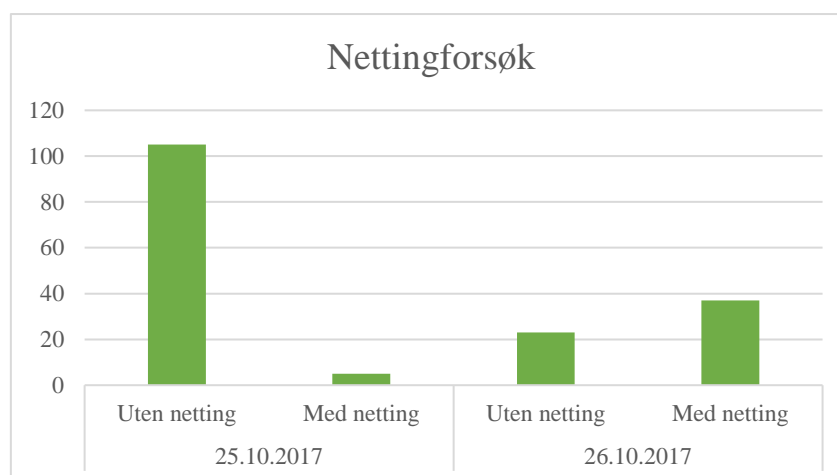
Nylonnettingen ankom 22. oktober. For å avdekke om det er selve metallnettingen larvene ikke liker ble den ene prototypeboksen dekket med nylonnetting, mens den andre bestod slik den var med syrefast netting. Fullstendig tetting ble gjort med ulike typer lim. Etter et par dager med forsøk ble det observert rømning fra prototypeboksene selv med ulik netting og rikelig med mat. Det ble også observert rømning fra kontrollboks, men på grunn av glatt overflate i kontrollboksen var ikke rømningen vellykket.



Figur 9.12 T.v: Forsøk på rømning i prototypeboks med metallnetting. T.h: Forsøk på rømning i prototypeboks med nylon. Bilde: Eget foto.

### 9.3 Nettingforsøk

Etter gjentagende rømning fra prototypeboksene ble det satt opp et forsøk for å se om det er selve det syrefaste metallet de ikke liker og prøver å rømme fra. Det ble satt opp to bokser, en med syrefast netting i bunnen og en uten. Det ble fylt på med så mye substrat av samme type at larvene kunne klatre over. Hvis det er nok mat tilgjengelig skal de i prinsippet ikke rømme.



Figur 9.13 Resultat fra nettingforsøk fremstilt grafisk. Målingene er gjort 25.10 og 26.10

Nettingen ble lagt i motsatt boks 25.10.2017. Dette for å fjerne selve plastikkboksen som feilkilde. Etter første forsøk gjennomført hadde svært mange larver krøpet under selve nettingen, mens ved andre forsøk var det kun fem stykker som hadde krøpet under nettingen.

## 9.4 Drøfting av resultater

Fra tetthet- og temperaturforsøket kan vi se at det ved økt tetthet vil være økt temperatur. I tillegg ser man en økt tendens til rømming ut av boksen ved høy tetthet. Dette så man ved at larvene klatret ut av boksen via sensorledningen. Rømningen minket når ledningen ble teipet over, men larvene begynte å spise opp teipen slik at de igjen kunne klatre ut av boksen. Kannibalisme og rask forpopping ser man også økt tendens til ved høy tetthet. Fra litteraturen var dette konsekvenser man hadde sett tidligere ved ulike tetthetsforsøk. Dette kan være en konsekvens av svært lite substrat i boksene, som økte konkurransen for mat som igjen fører til kannibalisme.



Figur 9.14 For å forhindre rømming ble det teipet over ledningen til temperaturloggeren. Den glatte overflaten hindrer larvene i å klatre. Etter en stund begynte larvene og spise teipen noe som resulterte i forsøk på rømming. Bilde: Eget foto.



Figur 9.15 T.v: Avslutning av tetthetsforsøket viste mye avføring som hadde samlet seg opp i løpet av forsøksperioden. T.h: Her ser man at nesten alt av substrat er spist og mye avføring i boksen.

Silingsforsøket krevde mye justeringer underveis, noe som gir rom for mange ulike feilkilder og variabler. Generelt var det mye rømming uansett hvilken type netting eller tettemiddel som ble benyttet. På grunn av tidsrammen og sen levering av nylonnetting ble ikke flere forsøk gjennomført med nylonnetting. Syrefast netting var ikke et svært gunstig valg, men ble benyttet

som en reserveløsning på grunn av uforutsette hendelser med leveransen av nylonnettingen. En mulig hypotese for rømmingen kan være at larvene reagerer på den elektriske ladningen og varmen som den syrefaste stålnettingen alltid vil ha. Ladningen vil ikke være stor, men stor nok til at larvene ønsker å rømme vekk fra underlaget. Det er blant annet utprøvd en måte for å lett få tak i meitemark til fiske. Ved å benytte en svak elektrisk strøm som plasseres i bakken, rømmer meitemarken til overflaten for å flykte unna de elektriske ladningene. Det er ikke gjennomført noe konkret forskning på akkurat dette, men hypotesen i forhold til nettingen baseres på antagelser og sammenlikning mellom meitemark og *T. molitor*. Meitemarken og muligens larvene rømmer fra den elektriske ladningen som blir dannet i deres habitat ved de ulike tilfellene. Denne hypotesen er ikke gjeldene for nylonnettingen.



Figur 9.16 Vevteip ble benyttet for å tette netting og hull i nettingen som larvene kunne rømme gjennom. Etter kun noen dager kunne man se resultater som til høyre, hvor teipen har løsnet på grunn av bevegelsen til larvene. Silerfunksjonen er illustrert til venstre. Bilde: Eget foto.

Selv med rikelige mengder mat tilgjengelig, vil larvene rømme ved bruk av nylonnetting. Fra nettingforsøket ser man at dette er uavhengig av om det er netting i bunnen eller ikke. Dette forsøket ble kun gjentatt to ganger, resultatet er derfor ikke testet slik at det kan korrigeres for feilkilder i stor grad. På bakgrunn av observasjonene i tetthet- og silingsforsøkene kan man anta at larvene vil prøve å rømme hvis de har muligheten, uansett type underlag.

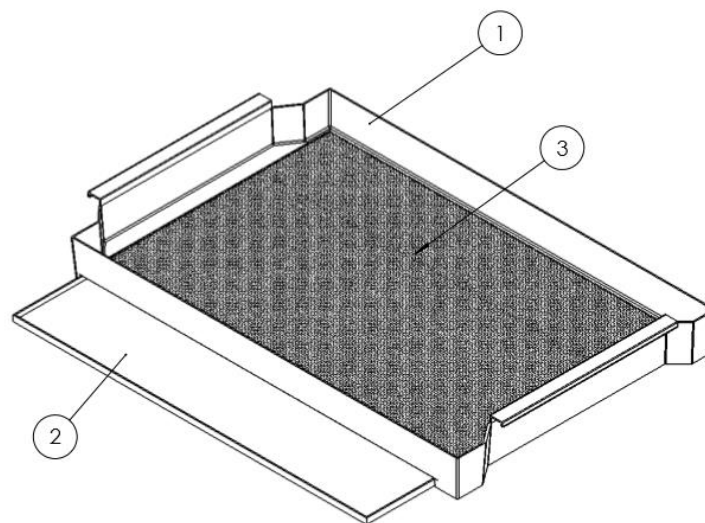
## Kapittel 10 Videreutvikling av konsept

Ved å bruke og drøfte resultatene fra forsøkene vil man komme frem til elementer ved prototypen og produktet som bør endres eller benyttes videre i videreutviklingen. Originaliteten ved designet vil beholdes, men små endringer vil gjøres for å optimalisere produktet til bruken.

Resultatene fra forsøkene viste flere aspekter som er viktig for designet til boksen. Fra resultatene tar man med videre:

- Netting på sidene vil føre til rømning. Dette må derfor fjernes eller redesignes slik at rømningsfaren reduseres fullstendig.
- Boksene bør få håndtak for lettere håndtering.
- For å kunne stable boksene, må veggene skråstilles.
- Det må benyttes en finere netting i bunnen slik at avføringen ikke blir forurenset.
- Skuffen fungerer godt og gjør arbeidet med å sile og fjerne avføring betydelig lettere.

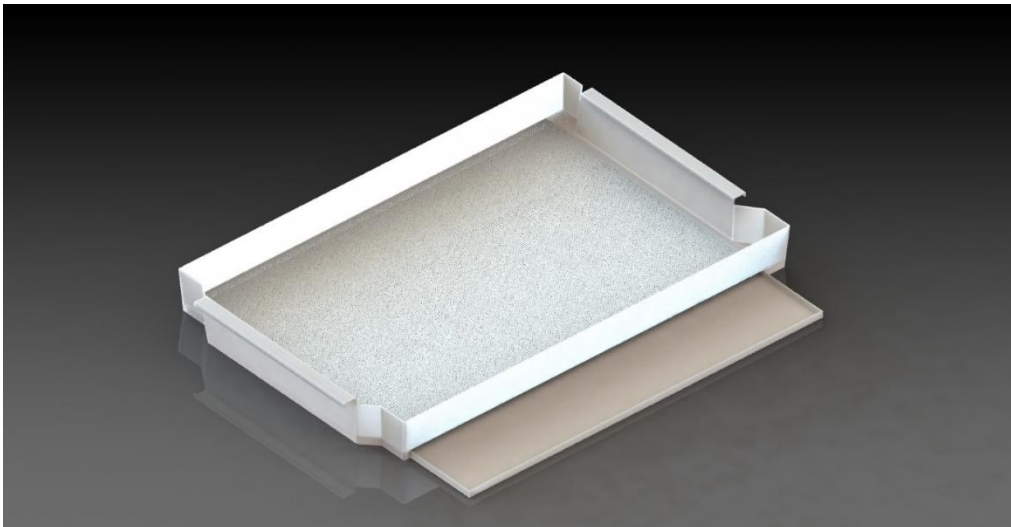
Elementene over tas med videre i designprosessen og illustreres ved rendrerte bilder, se Figur 10.2 og Figur 10.3. Figur 10.1 viser en sammenstilling av selve boksen med skuff og netting. Nettingen er ikke representabel for den aktuelle nylonnettingen som skal benyttes unntatt tykkelsen som er lik. Den er kun designet for å gi ett inntrykk av hvordan helheten ser ut med netting. Grundigere spesifikasjoner rundt boksen og skuffen ligger vedlagt som arbeidstegninger, se vedlegg 4.



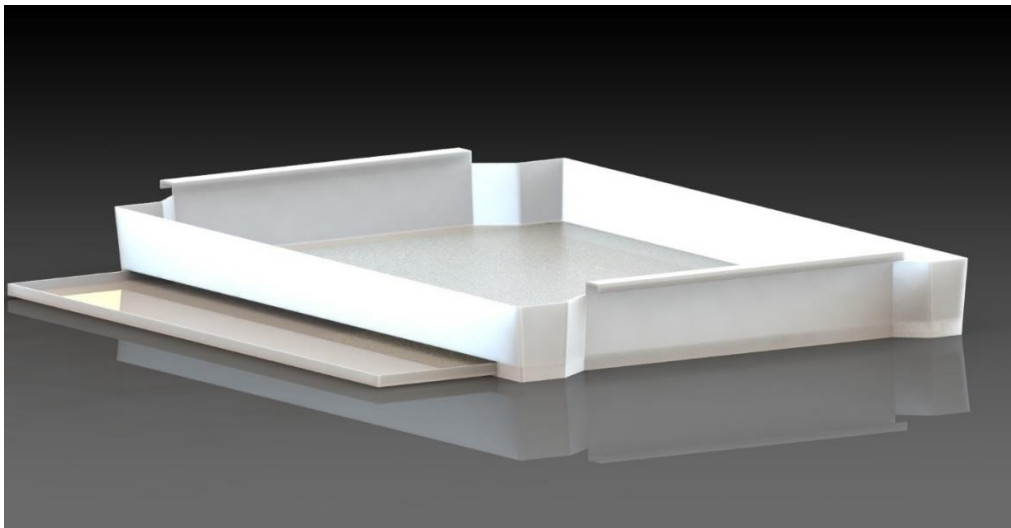
Figur 10.1 Sammenstilling av komponenter i produksjonsboks

Tabell 10.1 Oversikt over komponenter i sammenstilling av produksjonsboksen

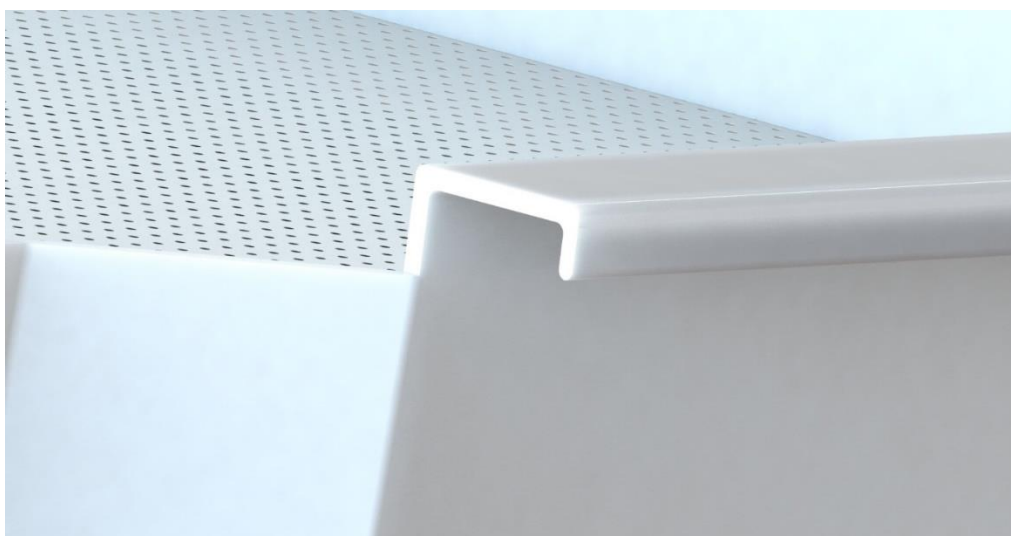
Nummer	Komponent
1	Boks
2	Skuff
3	Netting



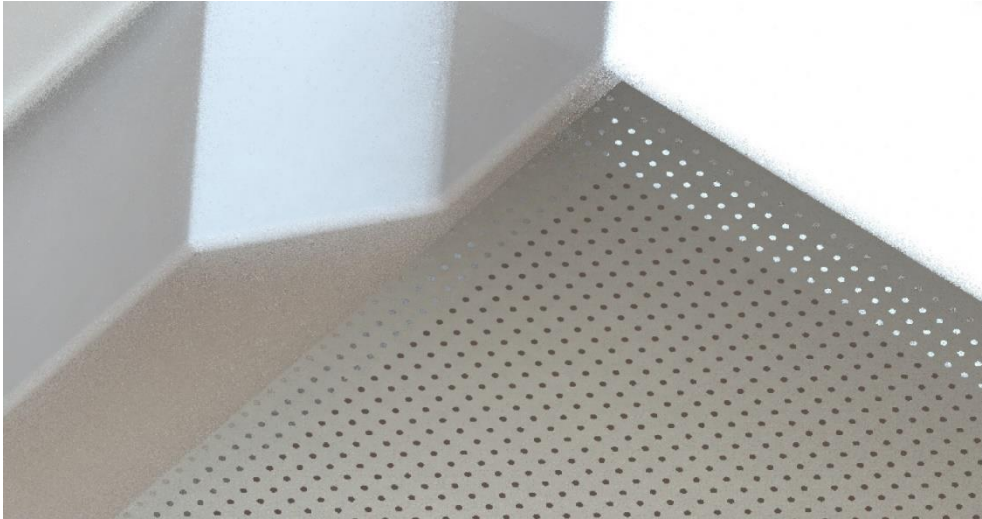
*Figur 10.2 Rendert fremstilling av videreutviklet produksjonsboks, sett skrått ovenfra.*



*Figur 10.3 Rendert fremstilling av videreutviklet produksjonsboks, sett fra siden.*



*Figur 10.4 Nærbilde av kant designet for å gi bedre gripeevne ved løft og flytting av kasser.*



*Figur 10.5 Nærbilde av netting festet til bunnen av kassen. Nettingen er kun en illustrasjon og ikke lik nylommetting som egentlig er tiltenk boksene.*



*Figur 10.6 Nærbilde av skuff, plassert i selve boksen.*

## Kapittel 11 Robusthet, vedlikehold og resirkulering

I dette gradsarbeidet er miljø et av grunntemaene, i forhold til å redusere mengden avfall og gi merverdi til dette. Ved å implementere miljø som er en av de fire hovedgrenene til IPD-integrert produktutvikling ved NMBU får man et produkt som er desto mer bærekraftig og gjennomtenkt. Kvaliteten og robustheten på produktet er svært viktig for miljøet, men også for sluttbrukeren hovedsakelig. Analyser av disse aspektene gir et godt datagrunnlag for videre produksjon av produktet.

### 11.1 Robusthet

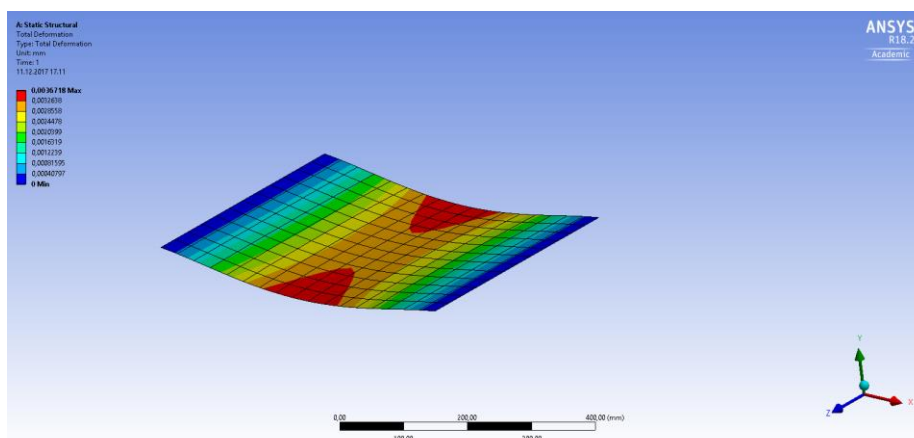
På bakgrunn av håndberegninger gjort i kapittel 6.4, tidligvurdering av brukspåkjenninger gjennomføres det simuleringer i ANSYS Workbench. Simuleringene illustrerer hvor påkjenningene vil være størst og hvordan spenningene påvirker boksen. Det er gjennomført simuleringer av Von-Mises spenningene og deformasjonen som vil kunne oppstå ved bruk.

Fra beregningene kunne vi se at ved bruk av nylonnetting med en tykkelse på 0,39 mm ville vi få en nedbøyning på 0,011 mm. For å kunne anslå nedbøyning i ANSYS Workbench beregnes trykket som lasten forsaker.

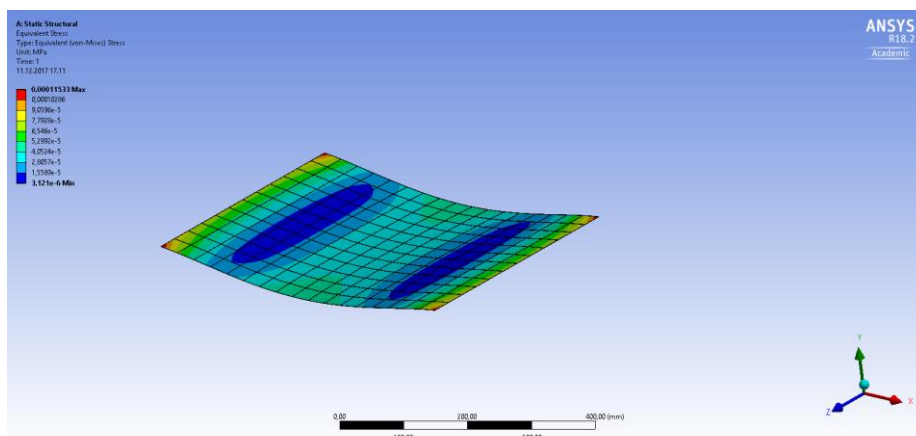
$$P = \frac{F}{A} \quad (7)$$

$$P = \frac{19,62 \text{ N}}{398 \text{ mm} * 565 \text{ mm}}$$

$$P = 8,7 * 10^{-5} \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$



Figur 11.1 Deformasjon av netting i ANSYS Workbench. Belastningssituasjonen er med 1 kg larver og 0,5 kg substrat. Deformasjonen vil være på 0,0036 mm på det største.



Figur 11.2 Simulering av Von-Mises spenninger. Simuleringen er gjort i ANSYS Workbench. De største spenningene vil være i kantene hvor innfestingen vil være. Her vil spenningene være 0,000115 MPa.

Simuleringene i ANSYS Workbench viser at nettingen vil få svært liten deformasjon og spenningene i innfestingen vil være svært lave. Sammenlignet med beregningene, gir simulasjonene et mer positivt bilde av hvordan nettingen vil opptre under den spesifikke lastsituasjonen.

Forskjellen i nedbøyningen fra beregningene i kapittel 6.4 og simuleringene ANSYS Workbench er på 0,0074 mm. Denne forskjellen er svært liten og vil ikke ha betydning for funksjonen til boksen. På bakgrunn av dette endres ikke designet av boksen, men aspektet tas med i videre arbeid.

## 11.2 Vedlikehold og rengjøring

På bakgrunn av materialvalg gjort i utviklingen av produktet vil vedlikeholdet og rengjøring bli gjort i samsvar med dette. Ett av målene med produktet er å redusere vedlikehold og den rutinemessige rengjøringen maksimalt. Plast krever relativt lite vedlikehold og er svært holdbart. Det viktigste området som må sjekkes vil være innfestingen til nettingen, som er det mest sårbare punktet ved boksen. Vedlikeholdspunkter som bør sjekkes opp etter hver tømning vil være:

- Sjekke innfesting til netting
- Sjekke for sprekker i boksen og skuffen
- Se etter eventuelle misfarginger i boksen

Rengjøring av boksene vil følge rutiner godkjent av Mattilsynet eller tilsvarende direktorat i det aktuelle landet, hvor boksen benyttes. For å redusere muligheten for uønsket biologisk vekst i boksene er plast og nylon benyttet. Materialene vil ikke oksidere slik som metall og holdbarheten er derfor svært lang uten at det kreves ekstra overflatebehandling som for eksempel stål.



### 11.3 Resirkulering og miljøkrav

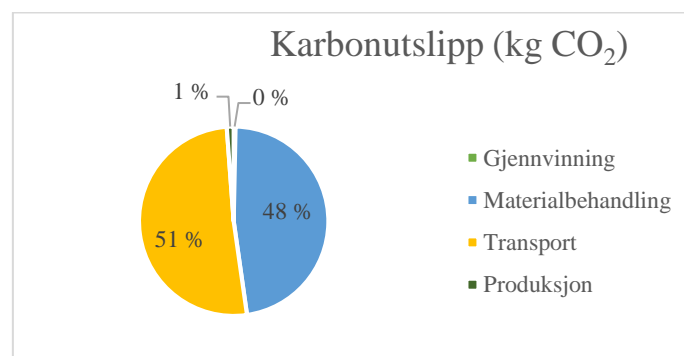
Valg av materialer, produksjonsmetode og design er viktig både økonomisk og bruksmessig. Et annet aspekt som er viktig å ha med seg ved utvikling av et produkt er hvordan det skal håndteres etter endt levetid. Masterarbeidet har en gjennomgående grønn tankegang, i det å redusere matsvinn og bruken av soya i fôr. Resirkulering og en så miljøvennlig produksjon som overhode mulig er derfor naturlig ved utredning og utvikling av dette produktet. Krav som settes for produksjon og bearbeiding av produktet er:

- Bruke resirkulert polyetylen til forming av boksene
- Bruke resirkulert nylonnetting til bunnen av boksene
- Benytte fornybar energi til produksjonen så langt det lar seg gjøre
- Benytte miljøvennlige produkter i produksjonen av boksene

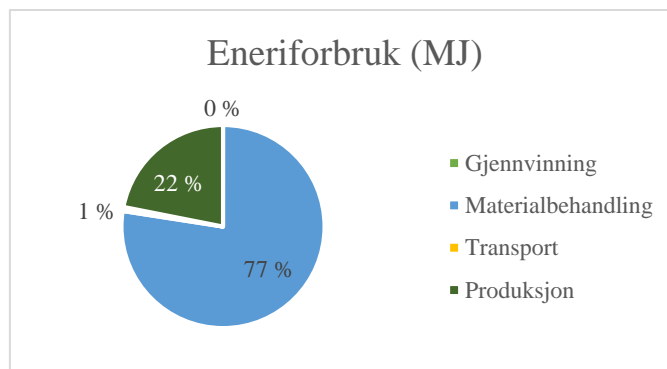
Ved resirkulering av boksen vil det være nødvendig å fjerne nylonnettingen fra boksen slik at de ulike materialene videre kan gjenvinnes som rene polyetylen- og nylonprodukter, fremfor å kategoriseres som restavfall. Hvis man ikke fjerner de ulike materialene før gjenvinning, vil hele produktet bli nedklassifisert og gå som restavfall.

En miljøvennlig produksjon er ønskelig og ved å benytte SOLIDWORKS Sustainability for å gjennomføre en miljøanalyse, vil man få informasjon rundt energibruk og forurensning. Gjenvinningsprosenten settes til 90 %, mens 10 % kastes. Dette er valgt på bakgrunn at noe av plasten vil kunne bli kastet på grunn av limet som blir benyttet. I tillegg til produksjon og bruk i Europa, settes leve- og brukstiden til 10 år. Standard transport på 1931 km med tungtransport medberegnes på grunn av usikkerhet rundt produksjonssted og eventuelt utsalgssted.

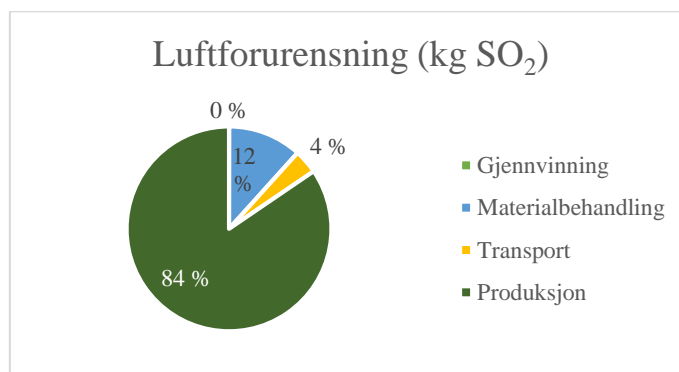
Resultatene fra miljøanalysen er illustrert med figurer for hver enkelt utslippstype, med hovedfokus på gjenvinning, materialbehandling, transport og produksjon. Se Figur 11.3, Figur 11.4, Figur 11.5 og Figur 11.6.



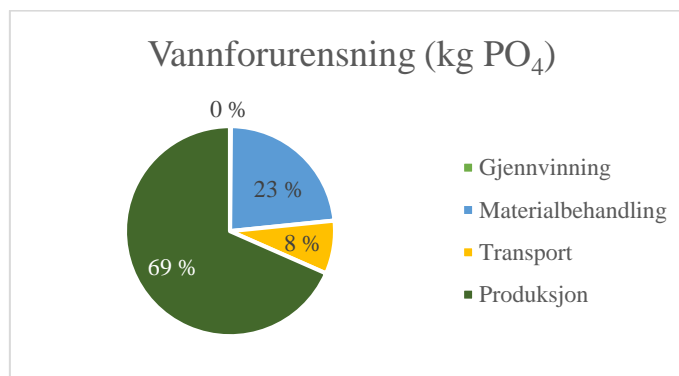
Figur 11.3 Karbonutslipp (kg CO<sub>2</sub>) gjennom hele livsløpet til en boks. Utslipet ved gjenvinning er 0,175 kg CO<sub>2</sub>, materialbehandling 26 kg CO<sub>2</sub>, transport 28 kg CO<sub>2</sub> og produksjon 0,644 kg CO<sub>2</sub>.



Figur 11.4 Energiforbruk (MJ) gjennom livsløpet til en boks. Energiforbruket ved gjennvinning er 0,136 MJ, materialbehandling 990 MJ, transport 8,3 MJ og produksjon 280 MJ.



Figur 11.5 Luftforurensning (kg SO<sub>2</sub>) gjennom livsløpet til en boks. Luftforurensning fra gjennvinning er 0,00014 kg SO<sub>2</sub>, materialbehandling 0,055 kg SO<sub>2</sub>, transport 0,018 kg SO<sub>2</sub> og produksjon 0,399 kg SO<sub>2</sub>.



Figur 11.6 Vannforurensning (kg PO<sub>4</sub>) gjennom livsløpet til en boks. Vannforurensningen ved gjennvinning er 0,00003 kg PO<sub>4</sub>, materialbehandling 0,0051 kg PO<sub>4</sub>, transport 0,0018 kg PO<sub>4</sub> og produksjon 0,015 kg PO<sub>4</sub>.

Resultatene fra miljøanalysen i SOLIDWORKS Sustainability viser at det er relativt lave utslipp og energiforbruk knyttet til livsløpet til en kasse. Utfordringen vil være ved et økt produksjonsvolum, hvor utslippene blir betraktelig større. Ett av de viktigste tiltakene vil være å benytte resirkulerte materialer i produksjonen, for å redusere utslippene forbundet med materialbehandling som vil si produksjon av materialer. Et annet viktig aspekt er å redusere transport mest mulig ved for eksempel færre men større forsendelser samtidig og benytte det mest miljøvennlige transporttilbudet som er mulig.

## Kapittel 12 Produksjon- og økonomibetraktninger

Ved utvikling av et produkt er det viktig å se på aspekter som vil påvirke og være avgjørende for det endelige produktet og dets potensial i et eventuelt kommersielt marked. En økonomisk kalkyle resulterer i et grovt prisoverslag for et enkelt produkt. For å kunne gjennomføre en slik kalkyle må blant annet produksjonsmetoder være satt.

### 12.1 Produksjonsmetoder

Ulike produksjonsmetoder spiller inn på blant annet produksjonseffektivitet, produktpris og kvalitet. Man ønsker et billig produkt, med høy kvalitet og stabilitet. For å se på ulike produksjonsmetoder er metodene delt inn i produksjon av boks og festemetode for netting. Produksjonsmetodene er beregnet for storskalaproduksjon av boksene.

#### Produksjon av bokser

**Vakuumforming:** Ved å benytte denne type produksjon vil plastmaterialet bli sugd inn mot veggene i den aktuelle formen ved hjelp av vakuum. (BT Plast Halden AS, 2017). Denne metoden vil være billigere enn sprøytetøping, men begrenser seg ved større opplag av produktet. Dette vil være en god løsning i en oppstartsperiode, da oppstartskostnadene er svært lave sammenlignet med sprøytetøping.

**Sprøytetøping:** Relativt dyr oppstartskostnad ved produksjon av former som platen blir sprøytet inn i. Sprøytetøping skjer ved at oppvarmet plast sprøytes inn i en form og fyller tomrommet mellom to halvdeler i støpeformen. (Norsk Formblåsing, 2016). Ved komplisert geometri er denne produksjonsmetoden å foretrekke. Det vil være nødvendig med et stort produksjonsvolum for å ha en lønnsom produksjon på grunn av kostnadene ved produksjon av støpeformene.

#### Festing av netting

Nettingen vil være i nylon, bestemt fra forsøksresultatene og videreutviklingen. For å feste nettingen fast i boksen er det sett på to alternativer.

**Liming:** Vil være nødvendig å benytte et lim som ikke inneholder kjemikalier som forverrer forholdene til larvene. Liming vil være en effektiv og billig festemetode, dette er igjen avhengig av hvilken type lim som benyttes. Kort tørketid, lite forurensende for larvene og lav innkjøpspris er viktige aspekter. Styrkegraden til limet vil være viktig, slik at festene tåler lasten av larver og substrat jfr. tidligvurdering av brukspåkjenninger beregnet i kapittel 6.4.

**Skruer:** Ved å benytte skruer vil nettingen bli festet på en solid måte og innfestingen vil tåle lasten fra larvene og substratet på en god måte. Det vil ikke bli gjort beregninger på avskjæring i skruen på grunn av lav skjærkraft. Faren vil heller være at nettingen ikke er kraftig nok, slik at hullet i nettingen vil utvide seg fra en kombinasjon av lasten og skarpe kanter fra gjengene på skruen.

For å sette opp en kostnadskalkyle for produksjon av boksene vil det bli lagt til grunn et produksjonsvolum på 10 000 enheter. Vakuumforming velges som produksjonsmetode og

liming velges som festemetode for netting. Dette er valgt på bakgrunn av produksjonsvolum og oppstartskostnader, samt vurderinger ut i fra fordeler og ulemper ved ulike alternativer.

## 12.2 Økonomibetraktninger

En kostnadskalkyle viser et estimat av timebruk og kostnader knyttet til gradsarbeidet og ved en eventuell produksjon av boksen. Kostnadene knyttet til prototypeproduksjon, testing av boksene og besøk hos næringslivspartner dekkes av NMBU, NIBIO og NorInsect AS. Timer lagt inn i konseptutviklingskalkylen er kun egenandel av timer lagt ned i gradsarbeidet.

Tabell 12.1 Kostnadskalkyle for konseptutvikling

Konseptutvikling	Timer	Pris	Sum
Utredningsarbeid	150	600	90 000 kr
Konseptspesifisering	60	600	36 000 kr
Funksjon- og designutredning	100	600	60 000 kr
3D-modellering	100	600	60 000 kr
Prototyping	40	600	24 000 kr
Labarbeid	150	600	90 000 kr
Rapportering	300	600	180 000 kr
<b>Totalsum</b>	<b>900</b>		<b>540 000 kr</b>

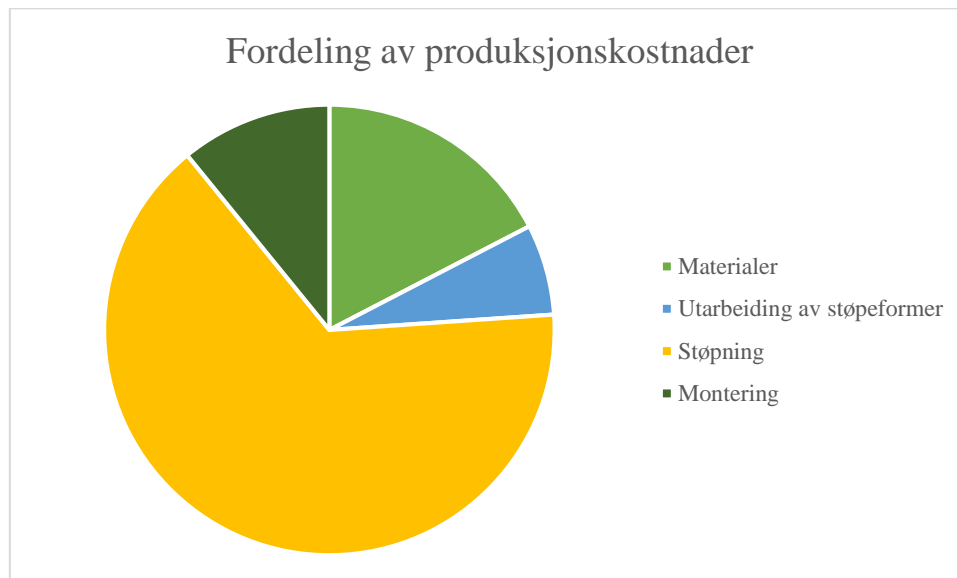


Figur 12.1 Fordeling av konseptutviklingskostnader med utgangspunkt i timebruk ved de ulike postene. Rapportering er den mest tidkrevende og dermed mest kostbare posten.

Tabell 12.2 Kostnadskalkyle for produksjon av 10 000 enheter ved bruk av vakuumpøstning

Produksjon	Antall	Pris	Sum
Materialer	10 000	8 kr*	80 000 kr
Utarbeiding av støpeformer	1	30 000 kr*	30 000 kr
Støpning	10 000	30 kr*	300 000 kr
Montering	10 000	5 kr	50 000 kr
<b>Totalsum</b>			<b>460 000 kr</b>

\*Priser er hentet fra BT-Plast Halden etter forespørsel. Prisene er tatt utgangspunkt i boksens geometri og med vakuumforming som produksjonsmetode. Det blir benyttet 2 mm polyetylen ved forming av boksene.



Figur 12.2 Kakediagram over fordelinger av produksjonskostnadene for 10 000 enheter av boksene, hvor støpning utgjør den aller største posten.

$$\text{Enhetspris} = \frac{\text{Konseptutviklingskostnad} + \text{Produksjonskostnad}}{\text{Antall produserte enheter}} \quad (8)$$

$$\text{Enhetspris} = \frac{540\,000 \text{ kr} + 460\,000 \text{ kr}}{10\,000 \text{ enheter}}$$

$$\text{Enhetspris} = 100 \text{ kr}$$

Hver boks må koste 100 kr for å tjene inn utviklingskostnadene som er på 540 000 kr i tillegg til produksjon- og materialkostnadene på 460 000 kr. Til grunn er det lagt et produksjonsopplag på 10 000 bokser per år. Kostnaden per boks vil etter hvert synke, ettersom utviklingskostnaden er en enkelt kostnad ved oppstart av produksjonen. Startprisen på boksen kan reduseres ved å fordele utviklingskostnadene over flere år.

## Kapittel 13 Prosessevaluering og diskusjon

Gradsarbeidet er en kompetanseutviklingsprosess og gjennom evaluering og diskusjon av egeninnsats, arbeidsprosessen, metoder og utførelse, vil man få økt erfaring innenfor produktutviklingsprosesser og prosjektrapportering. Evalueringen av arbeidet deles inn i arbeidsprosess-, forsøk- og designevaluering for å få en grundig gjennomgang av de viktigste elementene i rapporten.

### 13.1 Arbeidsprossevaluering

Strukturering, planlegging og organisering av arbeidet er et svært viktig element som vil være avgjørende for kvaliteten på det endelige resultatet. Evaluering av egen arbeidsprosess i løpet av prosjektperioden vil gi økt erfaring og læringsutbytte i forhold til å legge opp en prosjektplan. De ulike fasene i prosessstrinnene ligger til grunn for en systematisk arbeidsprossevaluering, se Figur 4.4. Punktene designutvikling, 3D-modellering og videreutvikling vil bli evaluert i kapittel 13.3. Forsøksvaluering gjøres i kapittel 13.2.

**Innhenting av informasjon:** Selve problemstillingene ble satt tidlig og litteraturstudiet ble gjort i god tid før masterarbeidet og i henhold til fremdriftsplanen. Teori- og teknologiutredningen burde vært ferdigstilt tidligere, da dette kapitlet var mer tidkrevende enn forespeilet. Selv om de viktigste punktene ble skrevet lå fokuset tidlig på konseptutvikling og produksjon av prototype for å få denne ferdig til forsøksperioden hos NIBIO Ullensvang. Konkurrentutredning var svært vanskelig da produsenter var tilbakeholdne med informasjon rundt deres løsninger.

**Metodeutredning:** Produktutviklingsmetodikk og bruk av metodikken er et kjent område gjennom tidligere arbeid som er gjort i for eksempel TIP300, Konsept og produktrealisering. Forsøksmetodikk var et relativt ukjent fagområde, da det ikke har vært særlig benyttet i løpet av studieperioden. Mye tid ble brukt for å hente inn informasjon rundt forsøksmetodikk og forsøksoppsett. Første tiden ved NIBIO Ullensvang ble brukt til testforsøk, samt å utarbeide forsøksmetodikken for de ulike forsøkene, ved hjelp fra veileder. Ved å sette seg inn i denne type metodikk tidligere ville forsøkene kommet i gang raskere. Forsøksdelen var et relativt ukjent område innenfor gradsarbeidet, noe som gjør det desto vanskeligere å planlegge godt. Denne metodeutredningen har hatt stor læringsverdi i prosjektarbeidet.

**Konseptutvikling:** Prosessen ved å utrede det endelige konseptet var en lærerik prosess med bruk av produktutviklingsmetodikk. NorInsect AS hadde klare rammer for hvordan det endelige produktet kunne se ut, noe som gjorde den kreative prosessen svært effektiv. Som tidligere nevnt under «Innhenting av informasjon» tok denne fasen sammen med prototypeproduksjon mye fokus tidlig i arbeidsprosessen på grunn av tidsfrist i forhold til testperiode.

**Produksjon av prototype:** Etter endt konseptutvelgelse og design, ble boksen evaluert sammen med verkstedet. For å redusere tid- og materialbruk i forsøkene ble boksene halvert. Når boksene skulle produseres, ble det besluttet at kortsidene skulle være rette og ikke inkludere stablefunksjonen på grunn av produksjonsmessige årsaker. Ved å inngå dialog med verkstedet tidligere ville mye tid vært spart på CAD-tegning. Mye tid ble brukt på å finne riktig type netting

til boksene, da det ikke var lett å oppdrive i butikker eller på internett. Til slutt ble riktig type netting bestilt fra PlastOk i England. Forsendelsen ble bestilt i god tid, men på grunn av uforutsette hendelser med pakken i forhold til frakt kom den først i slutten av oktober. På grunn av dette ble det kjøpt inn syrefast netting fra Burmeister da dette var det beste alternativet å oppdrive med kun et par dagers tidsfrist. I ettertid burde nettingen vært bestilt mye tidligere for å forsikre seg mot slike uforutsette hendelser.

Polyetylen er et materiale som egner seg best til støpning fremfor maskinering, da det å skulle montere sammen delene til boksene krevde lim i form av silikonfug og aluminiumsbeslag på hjørner og kanter. Dette var et svært tidkrevende arbeid, samtidig som kapasiteten på verkstedet var begrenset i den perioden hvor delene til boksene skulle maskineres. Planen var å produsere fire stykker av prototypeboksene, men på grunn av tidsbegrensning hos verkstedet ble det kun tid til å maskinere ut deler til to bokser. Forsøksperioden ble utsatt en uke på grunn av forsinkelser med prototypeboksene. Ved bedre planlegging og dialog ville dette kunne vært unngått.

Håndteringen av syrefast netting var svært vanskelig og ulike metoder ble prøvd for å feste nettingen til plastboksene. Noe ble limet og noe ble skrudd fast. Resultatet ble dessverre ikke like tilfredsstillende som først tenkt. Dette resulterte i mye justeringer underveis i forsøksperioden.

**Videreutvikling av konsept:** Se kapittel 13.3 for diskusjon av selve designet. Ved simulering av nedbøyning i ANSYS var det en forskjell på 0,0074 mm mellom beregninger og simulering. Da forskjellen er svært liten og ikke betydelig for funksjonen til boksen, bør det ved eventuell videreutvikling av konseptet vurderes om gjennomgang av beregninger er nødvendig eller ikke. Det blir tatt med til videre arbeid, som et mulighetsområde for utbedring. Valg av vedlikehold og rengjøring av bokser kunne vært gjort grundigere, ved for eksempel å innhente informasjon rundt rutiner for vask av liknende bokser i annen næringsmiddelindustri. Forslagene som er satt opp har tatt utgangspunkt i rutinene som eksisterer hos NorInsect AS.

Miljøanalysen er svært overfladisk og gir kun en pekepinn på hvordan produksjonen, bruken og resirkuleringen av boksen vil påvirke miljøet. På grunn av tidsrammen til gradsarbeidet ble SOLIDWORKS Sustainability benyttet. For en grundigere miljøanalyse burde analysen bli gjennomført i et mer avansert program for dette. Økonomibetraktningene har tatt utgangspunkt i egen timebruk og timespris for sivilingeniør. Priser for produksjon er hentet inn etter forespørsel hos bedrift. For et bedre grunnlag for valg av produksjonsmetode burde det blitt hentet inn priser fra flere bedrifter.

## 13.2 Forsøksevaluering

Den planlagte testperioden for prototypeboksene var fra 18. september til 27. oktober. På grunn av forsinkelser i produksjonen av prototypen ble det utsatt og testperioden ble fra 25. september til 27. oktober. Som nevnt i arbeidsprosesevalueringen ble den første tiden ved NIBIO Ullensvang benyttet til å sette opp forsøk, testforsøk og forsøksmetodikk. Dette kunne vært påbegynt tidligere, samtidig ble metodikkutredningen mer effektivt når det var mulig med

muntlig diskusjon med biveileder og andre kompetansepersoner på forskningsmetodikk fremfor epost og telefon.

Mye tid ble brukt på å tette hull i nettingen for at larvene ikke skulle rømme ut av boksen. Dette kunne vært unngått ved å montere på en enda mer nøyaktig måte og da helst benytte nylonnetting fra starten, samtidig var den syrefaste nettingen en nødløsning som måtte til for å få et ferdig testprodukt.

*T. molitor* kolonien ved NIBIO Ullensvang var av betydelig størrelse, men larvene var av veldig varierende vekt og alder. Dette førte til at mye tid ble brukt til å sortere ut larver med riktig størrelse til forsøkene. For å få resultater i forhold til varme, ble det satt opp et eget tetthetsforsøk ved siden av silingsforsøket. Utgangspunktet var å se på om temperaturen ble redusert i prototypeboksene kontra kontrollboks, men på grunn av tettheten av larver som var nødvendig for å få et utslag i temperaturendring og tidsaspektet på forsøkene var dette umulig. Mindre bokser ble benyttet til tetthetsforsøk, men disse hadde ikke noe form for lufting på sider eller under. Luftekonseptet har derfor ikke en bekreftet effekt i dette tilfellet, men ble valgt fjernet ved videreutviklingen på grunn av rømningsfaren som oppstod ved å ha netting på sidene.

### 13.3 Designevaluering

For at boksene skal passe inn i hyllesystem hos NorInsect AS er det gitt metriske grunnspesifikasjoner, noe som gir begrensninger innen konseptutviklingen. Boksen ble først tegnet som en prototypeboks for produksjon ved verkstedet ved NMBU. Arbeidstegninger til verkstedet ble justert i forhold til maskinering. Dette er forklart under kapittel 13.1, arbeidsevalueringssprosess. Vedlagte arbeidstegninger viser produktet slik det egentlig var tiltenkt, se vedlegg 2. Produktet ble videreutviklet etter testperioden, hvor erfaringer ble gjort i forhold til de ulike funksjonene. Skuffen fungerte bra med oppsamling av avføringen og tømningen av boksene for avføring ble forenklet betraktelig både arbeids- og tidsmessig.

Luftehullene på siden ble fjernet som et resultat av stor rømningsfare fra boksen. Boksen vil få økt luftgjennomstrømning, selv om hullene på siden er fjernet. Dette er på grunn av nettingen i bunnen. Det vil være en liten glippe ved skuffen som vil sørge for økt luftgjennomstrømning enn ved tett bunn.



## Kapittel 14 Konklusjon

Prosjekt målet i denne rapporten er å utrede, utvikle og teste en type produksjonsboks tilpasset oppdrett av *T. molitor*. Fokuselementene var å samle opp avføringen på en enkel måte og øke luftgjennomstrømningen i boksene. Videre skal det gis en anbefaling av en type produksjonsboks som NorInsect bør benytte i produksjonen. Gradsarbeidet har resultert i en type produksjonsboks med skuff som det anbefales at NorInsect benytter i produksjonen fremfor plastbakker. Konseptet siler ut avføringen på en arbeids- og tidseffektiv måte, samtidig som nettingbunnen gir økt luftgjennomstrømning fremfor en tett bunnplate. Nettingen i bunnen sørger for å transportere vekk noe av varmen som produseres ved bedre gjennomlufting og reduserer temperaturen i substratet.

Denne type boks vil være fornuftig å bruke i perioden hvor *T. molitor* har klekket og økt i kroppsmasse og i reproduksjonsavdelingen. Dette for å ikke risikere at egg eller larver faller gjennom nettingen og dermed et økonomisk tap i form av reduserte mengder larver. I NorInsect AS sin produksjonslinje vil boksen ha størst nytteverdi i perioden fra larvene er 10 uker og frem til de slaktes. Ved egg og puppe vil en boks med tett bunn være fornuftig på grunn av at det er svært lite bevegelse og produksjon av avføring, mens i smålarveavdelingen vil en boks med ekstremt fin netting eller tett bunn være det beste alternativet.

Etablerte produsenter av insektsmel er svært forsiktede med å gi ut informasjon rundt produksjonen og deres løsninger på ulike problemstillinger. Konkurrentanalysen i form av eksisterende teknologi i gradsarbeidet er derfor noe begrenset på grunn av lite tilgjengelighet på informasjon og åpenhet rundt ulike løsninger. Dette vil være et punkt under videre arbeid.

### 14.1 Resultater

Resultatene fra gradsarbeidet er en kombinasjon av observasjoner, testresultater og designevaluering. Utredning og utvikling av produksjonsboks for *T. molitor* har gitt følgende resultater:

- **Dimensjoner på boks:** For å kunne implementere boksen i hyllesystemet til NorInsect vil lengden på boksen være 600 mm, bredde 400 mm og høyde 50 mm.
- **Silingskonsept:** Seleksjon ved bruk av SCAMPER og PUGH'S metodikk ble produksjonsboks med netting i bunnen og skuff under for oppsamling av avføring valgt som beste konsept. Løsningen var rask, enkel og effektiv sammenlignet med manuell siling av substratet i boksen.
- **Stablefunksjon:** Ved bruk av de ulike grunnformene og seleksjon ved bruk av PUGH'S metodikk ble kvadratisk stablefunksjon valgt som beste løsning.
- **Luftefunksjon:** Gjennom seleksjon ved bruk av PUGH'S metodikk ble helside med netting valgt som beste konsept. Ved videreutvikling ble dette fjernet for å hindre at larvene rømmer fra produksjonsboksen. Luftgjennomstrømningen vil øke sammenlignet med eksisterende bokser i produksjonen til NorInsect AS. Dette på grunn av nettingen i bunnen. Det vil være et lite tilslag av luft fra oversiden, gjennom nettingen og ut ved skuffen.

- **Temperatur i boks:** Ved en firedobling av tettheten i boksen vil temperaturen stige med gjennomsnittlig 0,5 K - 1 K.
- **Netting:** Larver vil prøve å rømme fra boksen hvis de har mulighet til det. Ved å ha netting på sidene vil de ha mulighet til å rømme, selv med rikelige mengder mat i boksen. På bakgrunn av dette vil det ikke være luftenetting på sidene.
- **Materiale:** Boksen vil bli produsert i polyetylen (HDPE), mens nylonnetting vil bli benyttet til bunnen. Nettingen vil bli kjøpt inn fra ekstern leverandør.
- **Produksjonsmetode:** Vakuumforming er valgt som produksjonsmetode ved et første opplag på 10 000 enheter. Pris på produksjon ved 10 000 enheter vil være 460 000 kr.
- **Enhetspris:** Med en total kostnad på 1 000 000 kr for konseptutvikling og produksjon, vil minste enhetspris bli 100 kr ved 10 000 enheter.

## 14.2 Anbefalinger

Ved eventuell videreutvikling av produksjonsboksen som har blitt valgt som beste konsept vil følgende anbefalinger foreligge:

- Ny prototype bør testes, da uten lufting og med mindre feilkilder i forhold til netting.
- Eventuelle prototyper bør produseres ved bruk av vakuumforming eller sprøyttestøpning.
- Nylonnetting med finere maskestørrelse bør benyttes for å få en finere silt avføring med mindre forurensning fra substratet.

## 14.3 Videre arbeid

Tidsaspektet på gradsarbeidet setter både rammer og begrensninger for denne prosjektrapporten. Etter gjennomført prosjekt, vil det være behov for å videreutvikle og se på ulike områder ved konseptet for å kunne kommersialisere produktet fullstendig. De ulike elementene som vil kunne ha behov eller mulighet for videre arbeid er:

- Innhente mer informasjon rundt ulike produksjonsløsninger hos konkurrerende bedrifter i ulike deler av verden. Dette vil gi en pekepinn på hvor aktuelt produktet er for forbrukeren.
- Utrede en grundigere konkurrentanalyse i forhold til hvilke konkrete bokser det benyttes i andre produksjoner og hvordan konkurrenter løser utfordringer om siling av avføring og lufting av boksene.
- Se på ulike materialer som kan være besparende i forhold til økonomi, miljø og vedlikehold av boksene.
- Utrede og teste ulike limtyper som kan benyttes for festing av netting til produksjonsboks.
- Se på flere alternativer innenfor produksjonsmetoder for å få en god informasjonsbase å ta beslutning fra angående optimal produksjonsmetode for denne type boks.
- Innhente regelverk fra Mattilsynet som omhandler lover for bruk av ulike materialer i næringsmiddelindustrien.
- CE-godkjenning av produktet, slik at produktet kan distribueres.

- Utrede oversikt over patenterte produksjonsbokser innenfor denne type næringsmiddelindustri.
- Grundig markedsanalyse for å eventuelt fremme produktet for andre typer marked.
- Utrede muligheter for resirkulering ved endt levetid for boksene.
- Utarbeide grundigere kalkyler for produksjon av boksen. Både i oppstartsfase og ved eventuell oppskalering av produksjon.
- Grundigere brukspåkjenningberegninger for bestemmelse av nettingdimensjoner og nettingtype.
- Simulere belastning på netting etter grundigere brukspåkjenningberegninger.
- Gjennomføre CDF-analyse for simulering av luftgjennomstrømningen i boksen ved bruk av netting i bunnen.

## Kapittel 15 Referanser

### Skriftlige kilder

- BEN-LALLI, A., BOHUON, P., COLLIGNAN, A. & MÉOT, J.-M. 2013. Modeling heat transfer for disinfection and control of insects (larvae and eggs) in date fruits. *Journal of food engineering*, 116, 505-514.
- BØE, J. K. 2014a. *Konsept- og produkt-realiserings; Temahefte 1 og 2: Industriell økologi og produktplanlegging*, Ås.
- BØE, J. K. 2014b. *Konsept- og produkt-realiserings; Temahefte 4: Ideutvikling og tidligseleksjon, Pughs metodikk, eksempler på prosjektprosesser*, Ås.
- GAHUKAR, R. T. 2016. Edible Insects Farming: Efficiency and Impact on Family Livelihood, Food Security, and Environment Compared With Livestock and Crops. In: DOSSEY, A. T., MORALES-RAMOS, J. A. & ROJAS, M. G. (eds.) *Insects as Sustainable Food Ingredients*. 1st ed.: Elsevier.
- HELGESEN, H. 2015. Matsvinn og matavfall i Norge. Hvor mye spiselig mat kastes? Hva er årsakene og miljøeffektene?
- MARSHALL, D. L., DICKSON, J. S. & NGUYEN, N. H. 2016. Ensuring Food Safety in Insect Based Foods: Mitigating Microbiological and Other Foodborne Hazards. In: DOSSEY, A. T., MORALES-RAMOS, J. A. & ROJAS, M. G. (eds.) *Insects as Sustainable Food Ingredients*. Elsevier.
- MORALES-RAMOS, J., ROJAS, M., SHAPIRO-ILAN, D. & TEDDERS, W. 2010. Developmental plasticity in *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae): Analysis of instar variation in number and development time under different diets. *Journal of Entomological Science*, 45, 75-90.
- MORALES-RAMOS, J. A. & ROJAS, M. G. 2015. Effect of Larval Density on Food Utilization Efficiency of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of Economic Entomology*, 108, 2259-2267.
- MORALES-RAMOS, J. A., ROJAS, M. G., KAY, S., SHAPIRO-ILAN, D. I. & TEDDERS, W. L. 2012. Impact of adult weight, density, and age on reproduction of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of entomological science*, 47, 208-220.
- NIBIO 2017. ENTOFÔR - from waste to resource. Application number: ES580698.
- PARK, J. B., CHOI, W. H., KIM, S. H., JIN, H. J., HAN, Y. S. & KIM, N. J. 2014. Developmental characteristics of *Tenebrio molitor* larvae (Coleoptera: Tenebrionidae) in different instars. *International Journal of Industrial Entomology*, 28, 5-9.
- PEARCE, D. W. & TURNER, R. K. 1989. *Economics of Natural Resources and the Environment*, New York, Harvester Wheatsheaf.
- PUNZO, F. & MUTCHMOR, J. 1980. Effects of temperature, relative humidity and period of exposure on the survival capacity of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 260-270.

- PUNZO, F. & MUTCHMOR, J. A. 1978. Changes in temperature tolerance as a function of relative humidity during the larval stage of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Journal of the Kansas Entomological Society*, 207-212.
- RAMOS-ELORDUY, J., GONZÁLEZ, E. A., HERNÁNDEZ, A. R. & PINO, J. M. 2002. Use of *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae) to recycle organic wastes and as feed for broiler chickens. *Journal of Economic Entomology*, 95, 214-220.
- TIPLER, P. A. 2004. *Physics for scientists and engineers*, New York, Freeman.
- WEAVER, D. K. & MCFARLANE, J. 1990. The effect of larval density on growth and development of *Tenebrio molitor*. *Journal of Insect Physiology*, 36, 531-536.

### Nettbaserte kilder

- BT PLAST HALDEN AS. 2017. *Vakuumforming – en fleksibel produksjonsmetode* [Online]. Available: <http://www.btplast.no/vakuumforming/> [Accessed 23.11 2017].
- ELLEN MACARTHUR FOUNDATION. 2017. *Circular Economy Overview* [Online]. Available: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-economy/overview/concept> [Accessed 12.10 2017].
- EUROPEAN COMMISSION. 2016. *Environment Action Programme to 2020* [Online]. Available: <http://ec.europa.eu/environment/action-programme/> [Accessed 1.11 2017].
- FELLESKJØPET ROGALAND AGDER. 2014. *Topp resultater med KROMAT til kylling* [Online]. Available: <https://www.fkra.no/kraftfor/fjorfe/topp-resultater-med-kromat-til-kylling-article5720-359.html> [Accessed 1.11 2017].
- HAOCHENG MEALWORM INC. 2013. *About Haocheng Mealworm Inc.* [Online]. Available: <http://www.hcmealworm.com/about.php> [Accessed 8.12 2017].
- LIVIN FARMS. 2017a. *How to breed mealworms* [Online]. Available: <https://www.livinfarms.com/how-to-breed-mealworms/> [Accessed 17.10 2017].
- LIVIN FARMS. 2017b. *What is THE HIVE™?* [Online]. Available: <https://www.livinfarms.com/the-hive-en/> [Accessed 17.10 2017].
- NORSK FORMBLÅSING. 2016. *Sprøytestøping* [Online]. Available: <http://norskformblasing.no/utvikling-og-produksjon/sproytestop/> [Accessed 24.11 2017].
- NORSK INDUSTRI. *Avfalls- og gjenvinningspolitikk* [Online]. Available: <https://www.norskindustri.no/bransjer/gjenvinning/avfalls--og-gjenvinningspolitikk/> [Accessed 1.11 2017].
- STENSGÅRD, A. E. & HANSSEN, O. J. 2016. *Matsvinn i Norge 2010-2015: Sluttrapport fra ForMat-prosjektet* [Online]. Available: <http://matsvinn.no/wp-content/uploads/2016/09/ForMat-rapport-2016.-Sluttrapport.pdf> [Accessed 1.11 2017].
- THE KOREA BIZWIRE. 2016. *Insect Food Challenges the Korean Food Market* [Online]. Available: <http://koreabizwire.com/insect-food-challenges-the-korean-food-market/55325> [Accessed 8.12 2017].
- WARD'S SCIENCE. 2013. *Mealworm & Darkling Beetle* [Online]. Rochester, NY. Available: [https://www.wardsci.com/assetsvc/asset/en\\_US/id/16920388/contents](https://www.wardsci.com/assetsvc/asset/en_US/id/16920388/contents) [Accessed 10.11 2017].

## Kapittel 16 Vedlegg

Vedlegg 1: Innholdsliste KROMAT Kyllingfôr

Vedlegg 2: ISO Tegninger av prototypeboks


Vedlegg 3: Temperaturlogg med gjennomsnittsverdier for hver enkelt dag

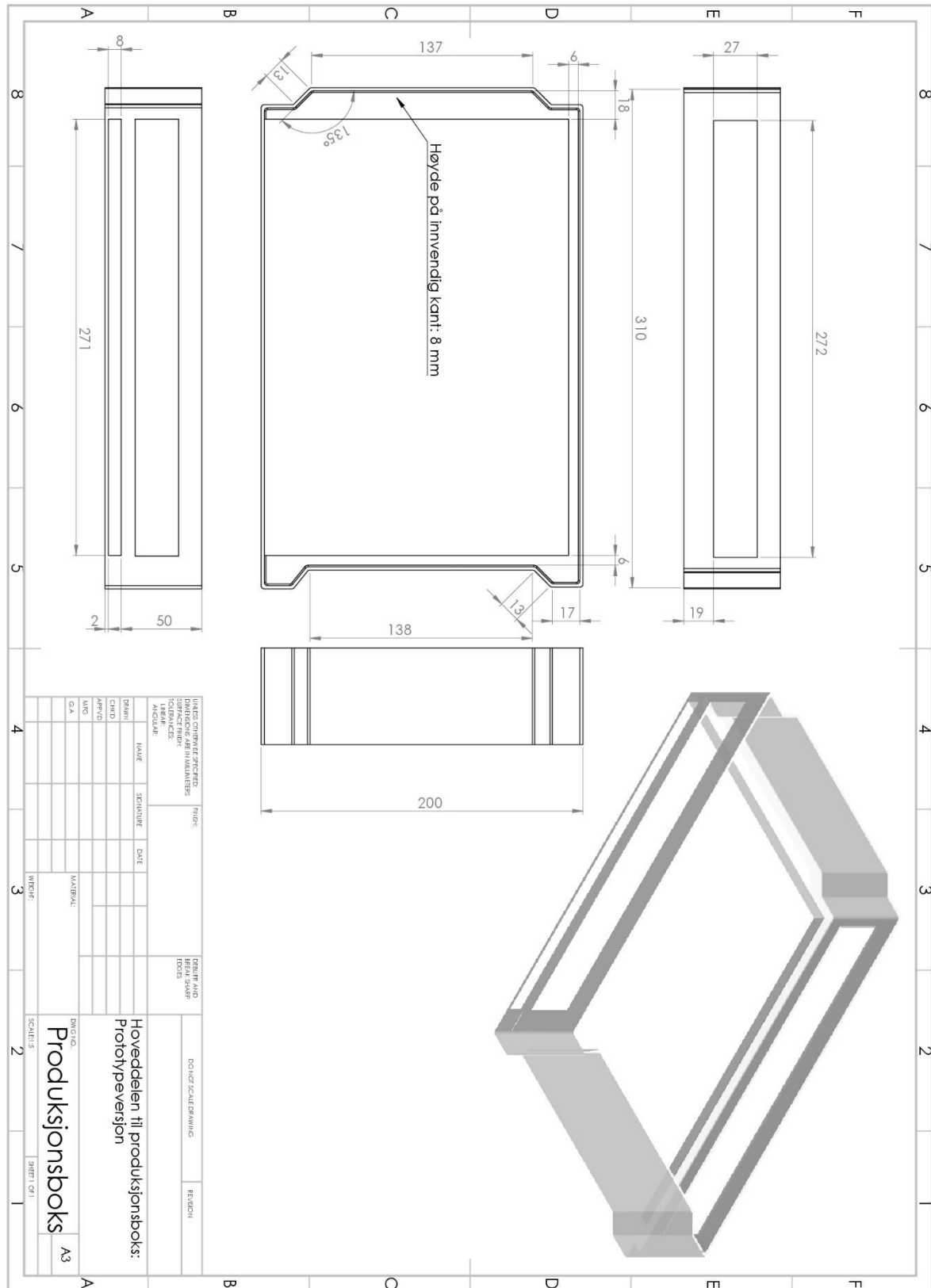
Vedlegg 4: ISO Tegninger av videreutviklet boks

Vedlegg 5: Produktinformasjon for nylonnetting (06-500/47)

## Vedlegg 1

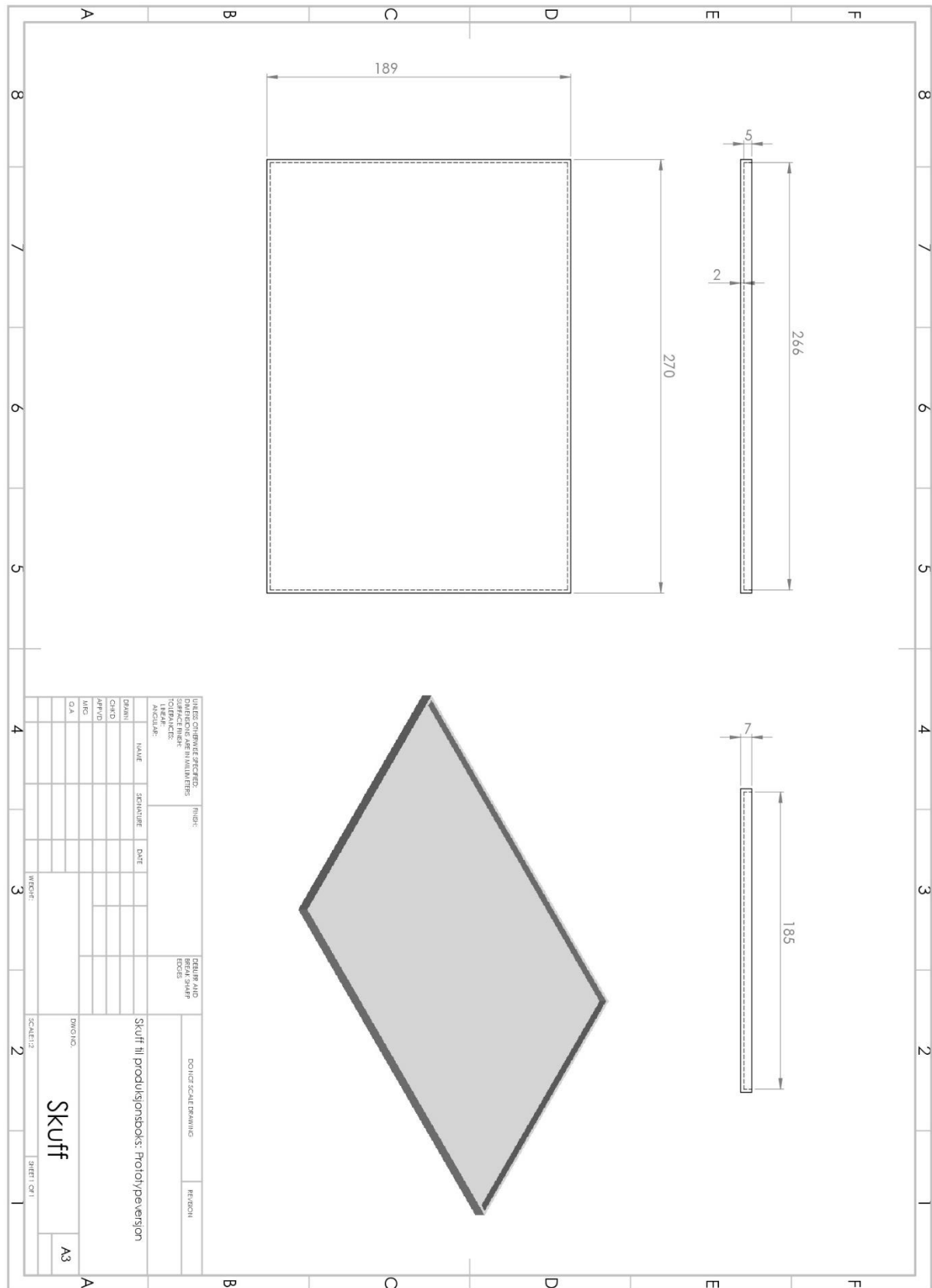
### Sammensetning av ingredienser i KROMAT Kyllingfôr for slaktekylling

<b>KROMAT Kylling 2 Høg</b>		<b>KROMAT</b>	
Blandingsnr 401218901		Varenr 11290	
<b>FULLFÔR TIL SLAKTEKYLLING</b>			
<b>ANALYTISK INNHOLD</b>			
Råprotein	22.0 %	Kalsium	0.75 %
Trevler	3.0 %	Fosfor	0.55 %
Råfett	9.4 %	Natrium	0.16 %
Råaske	4.5 %	Lysin	1.31 %
Selen	0.40 mg/kg	Methionin	0.75 %
<b>SAMMENSETNING</b>		Beregnet CO2 ekvivalent 611 g/kg	
Hvete, Soya ekstrahert, Maisgrits, Animalsk fett, Maisgluten, Fiskeprotein hydrolysert, Raps ekspeller, Rapsfrø, Vegetabilsk fett, Aminosyrepremiks, Monokalsiumfosfat, Syre, Fiskemel, Kalksteinsmel, Vitaminpremix, Salt, Hvetekli			
<b>TILSETNINGSSSTOFFER (PER KG)</b>			
<b>Vitaminer:</b>			
3a672a Vitamin A	9600 ie,	E671 8.2 Vitamin D3	5000 ie,
100 mg		3a700 Vitamin E	
<b>Mikromineraler:</b>			
E1 Jern som jern (II) sulfat	68 mg,	3b202 Jod som kalsiumjodat	1.3 mg,
E4 Kopper som kopper (II) sulfat	10 mg,	E5 Mangan som manganoksid	128 mg
3b603 Sink som sinkoksid	60 mg,	E8 Selen som natriumselenitt	0.27 mg
<b>Enzymer:</b>			
4a24 6-fytase EC 3.1.3.26	1000 FTU,	E1641 Endo-1,4 -betaxylanase EC 3.2.1.8	
70 AXC,	E1634 Endo-1,3 (4)-betaglukanase EC 3.2.1.6	100 AGL	
<b>BRUKSANVISNING</b>			
Vekstfôr til slaktekylling uten koksidiostatika.			
Anbefales brukt fra ca. 10 dagers alder.			
Inneholder fiskeprodukter, forbudt å bruke til drøvtyggere.			
Inneholder kolinklorid. Drikkevann med kolinklorid unngås.			
Holdbarhet: BULK, se best før dato i utleveringsseddel.			
Holdbarhet: SEKK, se best før dato trykt på sekk.			
Nettvekt: Se utleveringsseddel.			
ANSVARLIG	Godkjenningsnr.		
FELLESKJØPET AGRI	alfa NO10050160		
Depotgata 22			
2000 Lillestrøm			

**Vedlegg 2**
**ISO Tegninger av prototypeboks og -skuff**




## ISO Tegninger av prototypeboks og -skuff



### Vedlegg 3

#### Temperaturlogg med gjennomsnittsverdier for hver enkelt dag

Lav tetthet, boks 1		Lav tetthet, boks 2		Høy tetthet, boks A		Høy tetthet, boks B	
Time	Temperature	Time	Temperature	Time	Temperature	Time	Temperature
03.10.2017 10.54.00	21,3	03.10.2017 10.01.00	27,51	03.10.2017 10.04.00	22,64	03.10.2017 10.03.00	22,13
03.10.2017 11.54.00	25,46	03.10.2017 11.01.00	21,66	03.10.2017 11.04.00	24,06	03.10.2017 11.03.00	23,38
03.10.2017 12.54.00	24,88	03.10.2017 12.01.00	25,43	03.10.2017 12.04.00	25,76	03.10.2017 12.03.00	25,99
03.10.2017 13.54.00	25,34	03.10.2017 13.01.00	25,41	03.10.2017 13.04.00	25,71	03.10.2017 13.03.00	25,87
03.10.2017 14.54.00	25,29	03.10.2017 14.01.00	25,33	03.10.2017 14.04.00	25,5	03.10.2017 14.03.00	25,8
03.10.2017 15.54.00	25,39	03.10.2017 15.01.00	25,27	03.10.2017 15.04.00	25,46	03.10.2017 15.03.00	25,8
03.10.2017 16.54.00	25,28	03.10.2017 16.01.00	25,33	03.10.2017 16.04.00	25,53	03.10.2017 16.03.00	25,82
03.10.2017 17.54.00	25,22	03.10.2017 17.01.00	25,22	03.10.2017 17.04.00	25,47	03.10.2017 17.03.00	25,7
03.10.2017 18.54.00	25,19	03.10.2017 18.01.00	25,16	03.10.2017 18.04.00	25,35	03.10.2017 18.03.00	25,71
03.10.2017 19.54.00	25,19	03.10.2017 19.01.00	25,12	03.10.2017 19.04.00	25,32	03.10.2017 19.03.00	25,72
03.10.2017 20.54.00	25,21	03.10.2017 20.01.00	25,16	03.10.2017 20.04.00	25,36	03.10.2017 20.03.00	25,79
03.10.2017 21.54.00	25,18	03.10.2017 21.01.00	25,2	03.10.2017 21.04.00	25,35	03.10.2017 21.03.00	25,71
03.10.2017 22.54.00	25,2	03.10.2017 22.01.00	25,18	03.10.2017 22.04.00	25,41	03.10.2017 22.03.00	25,64
03.10.2017 23.54.00	25,17	03.10.2017 23.01.00	25,15	03.10.2017 23.04.00	25,38	03.10.2017 23.03.00	25,73
	24,95		25,15214286		25,16428571		25,34214286
04.10.2017 00.54.00	25,17	04.10.2017 00.01.00	25,26	04.10.2017 00.04.00	25,31	04.10.2017 00.03.00	25,69
04.10.2017 01.54.00	25,14	04.10.2017 01.01.00	25,27	04.10.2017 01.04.00	25,37	04.10.2017 01.03.00	25,62
04.10.2017 02.54.00	25,2	04.10.2017 02.01.00	25,23	04.10.2017 02.04.00	25,41	04.10.2017 02.03.00	25,73
04.10.2017 03.54.00	25,16	04.10.2017 03.01.00	25,2	04.10.2017 03.04.00	25,4	04.10.2017 03.03.00	25,57
04.10.2017 04.54.00	25,11	04.10.2017 04.01.00	25,17	04.10.2017 04.04.00	25,4	04.10.2017 04.03.00	25,65
04.10.2017 05.54.00	25,11	04.10.2017 05.01.00	25,22	04.10.2017 05.04.00	25,33	04.10.2017 05.03.00	25,71
04.10.2017 06.54.00	25,13	04.10.2017 06.01.00	25,23	04.10.2017 06.04.00	25,37	04.10.2017 06.03.00	25,68
04.10.2017 07.54.00	25,16	04.10.2017 07.01.00	25,22	04.10.2017 07.04.00	25,41	04.10.2017 07.03.00	25,67
04.10.2017 08.54.00	25,17	04.10.2017 08.01.00	25,18	04.10.2017 08.04.00	25,39	04.10.2017 08.03.00	25,74
04.10.2017 09.54.00	25,1	04.10.2017 09.01.00	25,26	04.10.2017 09.04.00	25,39	04.10.2017 09.03.00	25,7
04.10.2017 10.54.00	25,11	04.10.2017 10.01.00	25,19	04.10.2017 10.04.00	25,37	04.10.2017 10.03.00	25,66
04.10.2017 11.54.00	25,14	04.10.2017 11.01.00	25,22	04.10.2017 11.04.00	25,41	04.10.2017 11.03.00	25,64
04.10.2017 12.54.00	25,11	04.10.2017 12.01.00	25,24	04.10.2017 12.04.00	25,41	04.10.2017 12.03.00	25,72
04.10.2017 13.54.00	25,09	04.10.2017 13.01.00	25,26	04.10.2017 13.04.00	25,4	04.10.2017 13.03.00	25,68
04.10.2017 14.54.00	25,16	04.10.2017 14.01.00	25,22	04.10.2017 14.04.00	25,38	04.10.2017 14.03.00	25,67
04.10.2017 15.54.00	25,12	04.10.2017 15.01.00	25,15	04.10.2017 15.04.00	25,44	04.10.2017 15.03.00	25,66
04.10.2017 16.54.00	25,1	04.10.2017 16.01.00	25,18	04.10.2017 16.04.00	25,39	04.10.2017 16.03.00	25,78
04.10.2017 17.54.00	25,13	04.10.2017 17.01.00	25,15	04.10.2017 17.04.00	25,45	04.10.2017 17.03.00	25,76
04.10.2017 18.54.00	25,09	04.10.2017 18.01.00	25,11	04.10.2017 18.04.00	25,41	04.10.2017 18.03.00	25,66
04.10.2017 19.54.00	25,1	04.10.2017 19.01.00	25,17	04.10.2017 19.04.00	25,36	04.10.2017 19.03.00	25,73
04.10.2017 20.54.00	25,11	04.10.2017 20.01.00	25,33	04.10.2017 20.04.00	25,43	04.10.2017 20.03.00	25,76
04.10.2017 21.54.00	25,08	04.10.2017 21.01.00	25,15	04.10.2017 21.04.00	25,44	04.10.2017 21.03.00	25,63
04.10.2017 22.54.00	25,1	04.10.2017 22.01.00	25,21	04.10.2017 22.04.00	25,36	04.10.2017 22.03.00	25,7
04.10.2017 23.54.00	25,1	04.10.2017 23.01.00	25,12	04.10.2017 23.04.00	25,38	04.10.2017 23.03.00	25,78
	25,12458333		25,20583333		25,39208333		25,69125
05.10.2017 00.54.00	25,1	05.10.2017 00.01.00	25,18	05.10.2017 00.04.00	25,39	05.10.2017 00.03.00	25,73
05.10.2017 01.54.00	25,09	05.10.2017 01.01.00	25,27	05.10.2017 01.04.00	25,42	05.10.2017 01.03.00	25,75
05.10.2017 02.54.00	25,07	05.10.2017 02.01.00	25,21	05.10.2017 02.04.00	25,38	05.10.2017 02.03.00	25,79
05.10.2017 03.54.00	25,08	05.10.2017 03.01.00	25,27	05.10.2017 03.04.00	25,44	05.10.2017 03.03.00	25,81
05.10.2017 04.54.00	25,06	05.10.2017 04.01.00	25,23	05.10.2017 04.04.00	25,35	05.10.2017 04.03.00	25,73
05.10.2017 05.54.00	25,06	05.10.2017 05.01.00	25,22	05.10.2017 05.04.00	25,38	05.10.2017 05.03.00	25,69
05.10.2017 06.54.00	25,1	05.10.2017 06.01.00	25,18	05.10.2017 06.04.00	25,39	05.10.2017 06.03.00	25,62
05.10.2017 07.54.00	24,74	05.10.2017 07.01.00	25,26	05.10.2017 07.04.00	25,45	05.10.2017 07.03.00	25,71

## Temperaturlogg med gjennomsnittsverdier for hver enkelt dag

05.10.2017 08.54.00 24,87	05.10.2017 08.01.0 25,12	05.10.2017 08.04.0 25,42	05.10.2017 08.03.0 25,76
05.10.2017 09.54.00 25,1	05.10.2017 09.01.0 25,16	05.10.2017 09.04.0 25,38	05.10.2017 09.03.0 25,74
05.10.2017 10.54.00 25,15	05.10.2017 10.01.0 25,12	05.10.2017 10.04.0 25,43	05.10.2017 10.03.0 25,76
05.10.2017 11.54.00 25,11	05.10.2017 11.01.0 25,14	05.10.2017 11.04.0 25,42	05.10.2017 11.03.0 25,7
05.10.2017 12.54.00 24,87	05.10.2017 12.01.0 25,14	05.10.2017 12.04.0 25,37	05.10.2017 12.03.0 25,68
05.10.2017 13.54.00 25,18	05.10.2017 13.01.0 25,33	05.10.2017 13.04.0 25,61	05.10.2017 13.03.0 25,93
05.10.2017 14.54.00 25,18	05.10.2017 14.01.0 25,25	05.10.2017 14.04.0 25,5	05.10.2017 14.03.0 25,74
05.10.2017 15.54.00 25,13	05.10.2017 15.01.0 25,2	05.10.2017 15.04.0 25,39	05.10.2017 15.03.0 25,72
05.10.2017 16.54.00 25,07	05.10.2017 16.01.0 25,14	05.10.2017 16.04.0 25,4	05.10.2017 16.03.0 25,68
05.10.2017 17.54.00 25,07	05.10.2017 17.01.0 25,12	05.10.2017 17.04.0 25,37	05.10.2017 17.03.0 25,77
05.10.2017 18.54.00 25,07	05.10.2017 18.01.0 25,21	05.10.2017 18.04.0 25,43	05.10.2017 18.03.0 25,7
05.10.2017 19.54.00 25,05	05.10.2017 19.01.0 25,22	05.10.2017 19.04.0 25,4	05.10.2017 19.03.0 25,66
05.10.2017 20.54.00 25,03	05.10.2017 20.01.0 25,27	05.10.2017 20.04.0 25,35	05.10.2017 20.03.0 25,79
05.10.2017 21.54.00 25,05	05.10.2017 21.01.0 25,14	05.10.2017 21.04.0 25,35	05.10.2017 21.03.0 25,67
05.10.2017 22.54.00 25,07	05.10.2017 22.01.0 25,15	05.10.2017 22.04.0 25,38	05.10.2017 22.03.0 25,71
05.10.2017 23.54.00 25,05	05.10.2017 23.01.0 25,21	05.10.2017 23.04.0 25,34	05.10.2017 23.03.0 25,7
25,05625	25,1975	25,40583333	25,73083333
06.10.2017 00.54.00 25,06	06.10.2017 00.01.0 25,13	06.10.2017 00.04.0 25,37	06.10.2017 00.03.0 25,64
06.10.2017 01.54.00 25,06	06.10.2017 01.01.0 25,18	06.10.2017 01.04.0 25,41	06.10.2017 01.03.0 25,65
06.10.2017 02.54.00 25,04	06.10.2017 02.01.0 25,18	06.10.2017 02.04.0 25,34	06.10.2017 02.03.0 25,78
06.10.2017 03.54.00 25,05	06.10.2017 03.01.0 25,13	06.10.2017 03.04.0 25,39	06.10.2017 03.03.0 25,79
06.10.2017 04.54.00 25,05	06.10.2017 04.01.0 25,15	06.10.2017 04.04.0 25,38	06.10.2017 04.03.0 25,78
06.10.2017 05.54.00 25,07	06.10.2017 05.01.0 25,12	06.10.2017 05.04.0 25,43	06.10.2017 05.03.0 25,73
06.10.2017 06.54.00 25,08	06.10.2017 06.01.0 25,14	06.10.2017 06.04.0 25,4	06.10.2017 06.03.0 25,68
06.10.2017 07.54.00 25,05	06.10.2017 07.01.0 25,19	06.10.2017 07.04.0 25,38	06.10.2017 07.03.0 25,72
06.10.2017 08.54.00 25,03	06.10.2017 08.01.0 25,17	06.10.2017 08.04.0 25,41	06.10.2017 08.03.0 25,67
06.10.2017 09.54.00 25,06	06.10.2017 09.01.0 25,11	06.10.2017 09.04.0 25,32	06.10.2017 09.03.0 25,69
06.10.2017 10.54.00 25,15	06.10.2017 10.01.0 25,11	06.10.2017 10.04.0 25,39	06.10.2017 10.03.0 25,75
06.10.2017 11.54.00 25,18	06.10.2017 11.01.0 24,68	06.10.2017 11.04.0 24,81	06.10.2017 11.03.0 25,15
06.10.2017 12.54.00 24,79	06.10.2017 12.01.0 25,18	06.10.2017 12.04.0 25,42	06.10.2017 12.03.0 25,71
06.10.2017 13.54.00 25,16	06.10.2017 13.01.0 25,25	06.10.2017 13.04.0 25,48	06.10.2017 13.03.0 25,77
06.10.2017 14.54.00 25,13	06.10.2017 14.01.0 25,14	06.10.2017 14.04.0 25,34	06.10.2017 14.03.0 25,68
06.10.2017 15.54.00 25,11	06.10.2017 15.01.0 25,14	06.10.2017 15.04.0 25,4	06.10.2017 15.03.0 25,67
06.10.2017 16.54.00 25,12	06.10.2017 16.01.0 25,16	06.10.2017 16.04.0 25,37	06.10.2017 16.03.0 25,68
06.10.2017 17.54.00 25,14	06.10.2017 17.01.0 25,21	06.10.2017 17.04.0 25,37	06.10.2017 17.03.0 25,77
06.10.2017 18.54.00 25,14	06.10.2017 18.01.0 25,18	06.10.2017 18.04.0 25,34	06.10.2017 18.03.0 25,63
06.10.2017 19.54.00 25,06	06.10.2017 19.01.0 25,12	06.10.2017 19.04.0 25,34	06.10.2017 19.03.0 25,62
06.10.2017 20.54.00 25,07	06.10.2017 20.01.0 25,15	06.10.2017 20.04.0 25,4	06.10.2017 20.03.0 25,73
06.10.2017 21.54.00 25,12	06.10.2017 21.01.0 25,16	06.10.2017 21.04.0 25,35	06.10.2017 21.03.0 25,75
06.10.2017 22.54.00 25,07	06.10.2017 22.01.0 25,11	06.10.2017 22.04.0 25,28	06.10.2017 22.03.0 25,79
06.10.2017 23.54.00 25,04	06.10.2017 23.01.0 25,1	06.10.2017 23.04.0 25,34	06.10.2017 23.03.0 25,69
25,07625	25,13291667	25,3525	25,68833333
07.10.2017 00.54.00 25,07	07.10.2017 00.01.0 25,15	07.10.2017 00.04.0 25,3	07.10.2017 00.03.0 25,74
07.10.2017 01.54.00 25,07	07.10.2017 01.01.0 25,16	07.10.2017 01.04.0 25,32	07.10.2017 01.03.0 25,72
07.10.2017 02.54.00 25,06	07.10.2017 02.01.0 25,12	07.10.2017 02.04.0 25,4	07.10.2017 02.03.0 25,72
07.10.2017 03.54.00 25,05	07.10.2017 03.01.0 25,16	07.10.2017 03.04.0 25,36	07.10.2017 03.03.0 25,72
07.10.2017 04.54.00 25,08	07.10.2017 04.01.0 25,19	07.10.2017 04.04.0 25,36	07.10.2017 04.03.0 25,66
07.10.2017 05.54.00 25,1	07.10.2017 05.01.0 25,16	07.10.2017 05.04.0 25,33	07.10.2017 05.03.0 25,7
07.10.2017 06.54.00 25,07	07.10.2017 06.01.0 25,15	07.10.2017 06.04.0 25,37	07.10.2017 06.03.0 25,72
07.10.2017 07.54.00 25,07	07.10.2017 07.01.0 25,24	07.10.2017 07.04.0 25,37	07.10.2017 07.03.0 25,64

## Temperaturlogg med gjennomsnittsverdier for hver enkelt dag

07.10.2017 08.54.00 25,1	07.10.2017 08.01.0 25,18	07.10.2017 08.04.0 25,36	07.10.2017 08.03.0 25,62
07.10.2017 09.54.00 25,08	07.10.2017 09.01.0 25,16	07.10.2017 09.04.0 25,37	07.10.2017 09.03.0 25,69
07.10.2017 10.54.00 25,08	07.10.2017 10.01.0 25,14	07.10.2017 10.04.0 25,38	07.10.2017 10.03.0 25,68
07.10.2017 11.54.00 25,13	07.10.2017 11.01.0 25,13	07.10.2017 11.04.0 25,3	07.10.2017 11.03.0 25,74
07.10.2017 12.54.00 25,12	07.10.2017 12.01.0 25,08	07.10.2017 12.04.0 25,31	07.10.2017 12.03.0 25,64
07.10.2017 13.54.00 25,05	07.10.2017 13.01.0 25,1	07.10.2017 13.04.0 25,34	07.10.2017 13.03.0 25,66
07.10.2017 14.54.00 25,07	07.10.2017 14.01.0 25,14	07.10.2017 14.04.0 25,35	07.10.2017 14.03.0 25,68
07.10.2017 15.54.00 25,06	07.10.2017 15.01.0 25,14	07.10.2017 15.04.0 25,32	07.10.2017 15.03.0 25,66
07.10.2017 16.54.00 25,07	07.10.2017 16.01.0 25,15	07.10.2017 16.04.0 25,4	07.10.2017 16.03.0 25,61
07.10.2017 17.54.00 25,08	07.10.2017 17.01.0 25,27	07.10.2017 17.04.0 25,35	07.10.2017 17.03.0 25,73
07.10.2017 18.54.00 25,11	07.10.2017 18.01.0 25,2	07.10.2017 18.04.0 25,36	07.10.2017 18.03.0 25,7
07.10.2017 19.54.00 25,04	07.10.2017 19.01.0 25,16	07.10.2017 19.04.0 25,32	07.10.2017 19.03.0 25,77
07.10.2017 20.54.00 25,03	07.10.2017 20.01.0 25,12	07.10.2017 20.04.0 25,3	07.10.2017 20.03.0 25,71
07.10.2017 21.54.00 25,05	07.10.2017 21.01.0 25,09	07.10.2017 21.04.0 25,33	07.10.2017 21.03.0 25,67
07.10.2017 22.54.00 25,03	07.10.2017 22.01.0 25,11	07.10.2017 22.04.0 25,39	07.10.2017 22.03.0 25,67
07.10.2017 23.54.00 25,06	07.10.2017 23.01.0 25,13	07.10.2017 23.04.0 25,38	07.10.2017 23.03.0 25,61
	25,07208333	25,34875	25,68583333
08.10.2017 00.54.00 25,05	08.10.2017 00.01.0 25,17	08.10.2017 00.04.0 25,44	08.10.2017 00.03.0 25,67
08.10.2017 01.54.00 25,09	08.10.2017 01.01.0 25,13	08.10.2017 01.04.0 25,46	08.10.2017 01.03.0 25,71
08.10.2017 02.54.00 25,03	08.10.2017 02.01.0 25,17	08.10.2017 02.04.0 25,33	08.10.2017 02.03.0 25,74
08.10.2017 03.54.00 25,02	08.10.2017 03.01.0 25,11	08.10.2017 03.04.0 25,43	08.10.2017 03.03.0 25,79
08.10.2017 04.54.00 25,09	08.10.2017 04.01.0 25,14	08.10.2017 04.04.0 25,34	08.10.2017 04.03.0 25,69
08.10.2017 05.54.00 25,13	08.10.2017 05.01.0 25,14	08.10.2017 05.04.0 25,46	08.10.2017 05.03.0 25,66
08.10.2017 06.54.00 25,05	08.10.2017 06.01.0 25,15	08.10.2017 06.04.0 25,36	08.10.2017 06.03.0 25,67
08.10.2017 07.54.00 25,03	08.10.2017 07.01.0 25,15	08.10.2017 07.04.0 25,32	08.10.2017 07.03.0 25,71
08.10.2017 08.54.00 25,08	08.10.2017 08.01.0 25,14	08.10.2017 08.04.0 25,36	08.10.2017 08.03.0 25,64
08.10.2017 09.54.00 25,04	08.10.2017 09.01.0 25,21	08.10.2017 09.04.0 25,34	08.10.2017 09.03.0 25,66
08.10.2017 10.54.00 25,07	08.10.2017 10.01.0 25,14	08.10.2017 10.04.0 25,41	08.10.2017 10.03.0 25,84
08.10.2017 11.54.00 25,15	08.10.2017 11.01.0 25,11	08.10.2017 11.04.0 25,38	08.10.2017 11.03.0 25,7
08.10.2017 12.54.00 25,09	08.10.2017 12.01.0 25,12	08.10.2017 12.04.0 25,34	08.10.2017 12.03.0 25,66
08.10.2017 13.54.00 25,13	08.10.2017 13.01.0 25,13	08.10.2017 13.04.0 25,45	08.10.2017 13.03.0 25,79
08.10.2017 14.54.00 25,09	08.10.2017 14.01.0 25,06	08.10.2017 14.04.0 25,35	08.10.2017 14.03.0 25,73
08.10.2017 15.54.00 25,08	08.10.2017 15.01.0 25,08	08.10.2017 15.04.0 25,3	08.10.2017 15.03.0 25,67
08.10.2017 16.54.00 25,24	08.10.2017 16.01.0 25,17	08.10.2017 16.04.0 25,48	08.10.2017 16.03.0 25,72
08.10.2017 17.54.00 25,18	08.10.2017 17.01.0 25,16	08.10.2017 17.04.0 25,38	08.10.2017 17.03.0 25,75
08.10.2017 18.54.00 25,16	08.10.2017 18.01.0 25,23	08.10.2017 18.04.0 25,36	08.10.2017 18.03.0 25,73
08.10.2017 19.54.00 25,15	08.10.2017 19.01.0 25,21	08.10.2017 19.04.0 25,32	08.10.2017 19.03.0 25,76
08.10.2017 20.54.00 25,18	08.10.2017 20.01.0 25,09	08.10.2017 20.04.0 25,27	08.10.2017 20.03.0 25,62
08.10.2017 21.54.00 25,04	08.10.2017 21.01.0 25,08	08.10.2017 21.04.0 25,35	08.10.2017 21.03.0 25,66
08.10.2017 22.54.00 25,04	08.10.2017 22.01.0 25,1	08.10.2017 22.04.0 25,35	08.10.2017 22.03.0 25,71
08.10.2017 23.54.00 25,05	08.10.2017 23.01.0 25,14	08.10.2017 23.04.0 25,35	08.10.2017 23.03.0 25,73
	25,09416667	25,37208333	25,70875
09.10.2017 00.54.00 25,05	09.10.2017 00.01.0 25,19	09.10.2017 00.04.0 25,32	09.10.2017 00.03.0 25,79
09.10.2017 01.54.00 25,02	09.10.2017 01.01.0 25,1	09.10.2017 01.04.0 25,38	09.10.2017 01.03.0 25,66
09.10.2017 02.54.00 25,04	09.10.2017 02.01.0 25,16	09.10.2017 02.04.0 25,43	09.10.2017 02.03.0 25,77
09.10.2017 03.54.00 25,09	09.10.2017 03.01.0 25,21	09.10.2017 03.04.0 25,3	09.10.2017 03.03.0 25,72
09.10.2017 04.54.00 25,08	09.10.2017 04.01.0 25,3	09.10.2017 04.04.0 25,32	09.10.2017 04.03.0 25,67
09.10.2017 05.54.00 25,06	09.10.2017 05.01.0 25,2	09.10.2017 05.04.0 25,34	09.10.2017 05.03.0 25,78
09.10.2017 06.54.00 25,05	09.10.2017 06.01.0 25,17	09.10.2017 06.04.0 25,31	09.10.2017 06.03.0 25,7
09.10.2017 07.54.00 25,08	09.10.2017 07.01.0 25,19	09.10.2017 07.04.0 25,31	09.10.2017 07.03.0 25,7

## Temperaturlogg med gjennomsnittsverdier for hver enkelt dag

09.10.2017 08.54.00 25,05	09.10.2017 08.01.0 25,16	09.10.2017 08.04.0 25,35	09.10.2017 08.03.0 25,66
09.10.2017 09.54.00 25,04	09.10.2017 09.01.0 25,18	09.10.2017 09.04.0 25,4	09.10.2017 09.03.0 25,72
09.10.2017 10.54.00 25,04	09.10.2017 10.01.0 25,16	09.10.2017 10.04.0 25,41	09.10.2017 10.03.0 25,76
09.10.2017 11.54.00 25,07	09.10.2017 11.01.0 25,19	09.10.2017 11.04.0 25,45	09.10.2017 11.03.0 25,72
09.10.2017 12.54.00 19,54	09.10.2017 12.01.0 25,2	09.10.2017 12.04.0 25,35	09.10.2017 12.03.0 25,74
09.10.2017 13.54.00 25,24	09.10.2017 13.01.0 19,95	09.10.2017 13.04.0 20,57	09.10.2017 13.03.0 20,79
09.10.2017 14.54.00 25,44	09.10.2017 14.01.0 25,43	09.10.2017 14.04.0 25,64	09.10.2017 14.03.0 26,13
09.10.2017 15.54.00 25,39	09.10.2017 15.01.0 25,4	09.10.2017 15.04.0 25,97	09.10.2017 15.03.0 26,56
09.10.2017 16.54.00 25,35	09.10.2017 16.01.0 25,43	09.10.2017 16.04.0 26,04	09.10.2017 16.03.0 26,48
09.10.2017 17.54.00 25,28	09.10.2017 17.01.0 25,25	09.10.2017 17.04.0 25,93	09.10.2017 17.03.0 26,45
09.10.2017 18.54.00 25,24	09.10.2017 18.01.0 25,35	09.10.2017 18.04.0 25,91	09.10.2017 18.03.0 26,42
09.10.2017 19.54.00 25,2	09.10.2017 19.01.0 25,33	09.10.2017 19.04.0 25,79	09.10.2017 19.03.0 26,43
09.10.2017 20.54.00 25,2	09.10.2017 20.01.0 25,24	09.10.2017 20.04.0 25,94	09.10.2017 20.03.0 26,16
09.10.2017 21.54.00 25,25	09.10.2017 21.01.0 25,22	09.10.2017 21.04.0 25,81	09.10.2017 21.03.0 26,21
09.10.2017 22.54.00 25,21	09.10.2017 22.01.0 25,26	09.10.2017 22.04.0 25,71	09.10.2017 22.03.0 26,23
09.10.2017 23.54.00 25,25	09.10.2017 23.01.0 25,22	09.10.2017 23.04.0 25,72	09.10.2017 23.03.0 26,31
24,9275	25,02041667	25,3625	25,77333333
10.10.2017 00.54.00 25,28	10.10.2017 00.01.0 25,17	10.10.2017 00.04.0 25,67	10.10.2017 00.03.0 26,17
10.10.2017 01.54.00 25,31	10.10.2017 01.01.0 25,17	10.10.2017 01.04.0 25,76	10.10.2017 01.03.0 26,23
10.10.2017 02.54.00 25,33	10.10.2017 02.01.0 25,27	10.10.2017 02.04.0 25,65	10.10.2017 02.03.0 26,14
10.10.2017 03.54.00 25,26	10.10.2017 03.01.0 25,27	10.10.2017 03.04.0 25,65	10.10.2017 03.03.0 26,32
10.10.2017 04.54.00 25,2	10.10.2017 04.01.0 25,17	10.10.2017 04.04.0 25,68	10.10.2017 04.03.0 26,21
10.10.2017 05.54.00 25,22	10.10.2017 05.01.0 25,2	10.10.2017 05.04.0 25,76	10.10.2017 05.03.0 26,21
10.10.2017 06.54.00 25,2	10.10.2017 06.01.0 25,33	10.10.2017 06.04.0 25,76	10.10.2017 06.03.0 26,2
10.10.2017 07.54.00 25,26	10.10.2017 07.01.0 25,21	10.10.2017 07.04.0 25,73	10.10.2017 07.03.0 26,23
10.10.2017 08.54.00 25,24	10.10.2017 08.01.0 25,26	10.10.2017 08.04.0 25,68	10.10.2017 08.03.0 26,1
10.10.2017 09.54.00 25,22	10.10.2017 09.01.0 25,25	10.10.2017 09.04.0 25,69	10.10.2017 09.03.0 26,23
10.10.2017 10.54.00 25,25	10.10.2017 10.01.0 25,2	10.10.2017 10.04.0 25,74	10.10.2017 10.03.0 26,13
10.10.2017 11.54.00 25,27	10.10.2017 11.01.0 25,34	10.10.2017 11.04.0 25,74	10.10.2017 11.03.0 26,08
10.10.2017 12.54.00 25,27	10.10.2017 12.01.0 25,25	10.10.2017 12.04.0 25,68	10.10.2017 12.03.0 26,19
10.10.2017 13.54.00 25,26	10.10.2017 13.01.0 25,19	10.10.2017 13.04.0 25,7	10.10.2017 13.03.0 26,17
10.10.2017 14.54.00 25,18	10.10.2017 14.01.0 25,14	10.10.2017 14.04.0 25,68	10.10.2017 14.03.0 26,21
10.10.2017 15.54.00 25,22	10.10.2017 15.01.0 25,18	10.10.2017 15.04.0 25,71	10.10.2017 15.03.0 26,24
10.10.2017 16.54.00 25,23	10.10.2017 16.01.0 25,33	10.10.2017 16.04.0 25,77	10.10.2017 16.03.0 26,17
10.10.2017 17.54.00 25,2	10.10.2017 17.01.0 25,28	10.10.2017 17.04.0 25,76	10.10.2017 17.03.0 26,31
10.10.2017 18.54.00 25,27	10.10.2017 18.01.0 25,23	10.10.2017 18.04.0 25,79	10.10.2017 18.03.0 26,25
10.10.2017 19.54.00 25,26	10.10.2017 19.01.0 25,21	10.10.2017 19.04.0 25,74	10.10.2017 19.03.0 26,25
10.10.2017 20.54.00 25,23	10.10.2017 20.01.0 25,24	10.10.2017 20.04.0 25,64	10.10.2017 20.03.0 26,21
10.10.2017 21.54.00 25,32	10.10.2017 21.01.0 25,19	10.10.2017 21.04.0 25,75	10.10.2017 21.03.0 26,22
10.10.2017 22.54.00 25,35	10.10.2017 22.01.0 25,2	10.10.2017 22.04.0 25,68	10.10.2017 22.03.0 26,29
10.10.2017 23.54.00 25,26	10.10.2017 23.01.0 25,17	10.10.2017 23.04.0 25,63	10.10.2017 23.03.0 26,12
25,25375	25,22708333	25,71	26,20333333
11.10.2017 00.54.00 25,28	11.10.2017 00.01.0 25,21	11.10.2017 00.04.0 25,58	11.10.2017 00.03.0 26,27
11.10.2017 01.54.00 25,38	11.10.2017 01.01.0 25,22	11.10.2017 01.04.0 25,64	11.10.2017 01.03.0 26,2
11.10.2017 02.54.00 25,33	11.10.2017 02.01.0 25,19	11.10.2017 02.04.0 25,7	11.10.2017 02.03.0 26,15
11.10.2017 03.54.00 25,33	11.10.2017 03.01.0 25,21	11.10.2017 03.04.0 25,68	11.10.2017 03.03.0 26,13
11.10.2017 04.54.00 25,35	11.10.2017 04.01.0 25,24	11.10.2017 04.04.0 25,68	11.10.2017 04.03.0 26,08
11.10.2017 05.54.00 25,36	11.10.2017 05.01.0 25,2	11.10.2017 05.04.0 25,68	11.10.2017 05.03.0 26,08
11.10.2017 06.54.00 25,28	11.10.2017 06.01.0 25,25	11.10.2017 06.04.0 25,68	11.10.2017 06.03.0 26
11.10.2017 07.54.00 25,25	11.10.2017 07.01.0 25,22	11.10.2017 07.04.0 25,64	11.10.2017 07.03.0 26,13

## Temperaturlogg med gjennomsnittsverdier for hver enkelt dag

11.10.2017 08.54.00 25,27	11.10.2017 08.01.0 25,22	11.10.2017 08.04.0 25,73	11.10.2017 08.03.0 26,12
11.10.2017 09.54.00 25,39	11.10.2017 09.01.0 25,22	11.10.2017 09.04.0 25,74	11.10.2017 09.03.0 26,28
11.10.2017 10.54.00 25,29	11.10.2017 10.01.0 25,28	11.10.2017 10.04.0 25,7	11.10.2017 10.03.0 26,24
11.10.2017 11.54.00 25,26	11.10.2017 11.01.0 25,31	11.10.2017 11.04.0 25,63	11.10.2017 11.03.0 26,26
11.10.2017 12.54.00 25,28	11.10.2017 12.01.0 25,34	11.10.2017 12.04.0 25,66	11.10.2017 12.03.0 26,31
11.10.2017 13.54.00 25,26	11.10.2017 13.01.0 25,25	11.10.2017 13.04.0 25,63	11.10.2017 13.03.0 26,19
11.10.2017 14.54.00 25,25	11.10.2017 14.01.0 25,22	11.10.2017 14.04.0 25,59	11.10.2017 14.03.0 26,11
11.10.2017 15.54.00 25,23	11.10.2017 15.01.0 25,24	11.10.2017 15.04.0 25,66	11.10.2017 15.03.0 26,05
11.10.2017 16.54.00 25,31	11.10.2017 16.01.0 25,17	11.10.2017 16.04.0 25,76	11.10.2017 16.03.0 26,23
11.10.2017 17.54.00 25,33	11.10.2017 17.01.0 25,28	11.10.2017 17.04.0 25,55	11.10.2017 17.03.0 26,03
11.10.2017 18.54.00 25,26	11.10.2017 18.01.0 25,32	11.10.2017 18.04.0 25,65	11.10.2017 18.03.0 25,98
11.10.2017 19.54.00 25,33	11.10.2017 19.01.0 25,24	11.10.2017 19.04.0 25,58	11.10.2017 19.03.0 26,08
11.10.2017 20.54.00 25,3	11.10.2017 20.01.0 25,31	11.10.2017 20.04.0 25,57	11.10.2017 20.03.0 26,03
11.10.2017 21.54.00 25,24	11.10.2017 21.01.0 25,2	11.10.2017 21.04.0 25,67	11.10.2017 21.03.0 26,07
11.10.2017 22.54.00 25,26	11.10.2017 22.01.0 25,24	11.10.2017 22.04.0 25,61	11.10.2017 22.03.0 26
11.10.2017 23.54.00 25,24	11.10.2017 23.01.0 25,23	11.10.2017 23.04.0 25,61	11.10.2017 23.03.0 26,26
	25,29416667	25,24208333	25,65083333
12.10.2017 00.54.00 25,26	12.10.2017 00.01.0 25,18	12.10.2017 00.04.0 25,56	12.10.2017 00.03.0 26,27
12.10.2017 01.54.00 25,32	12.10.2017 01.01.0 25,24	12.10.2017 01.04.0 25,71	12.10.2017 01.03.0 26,25
12.10.2017 02.54.00 25,23	12.10.2017 02.01.0 25,23	12.10.2017 02.04.0 25,58	12.10.2017 02.03.0 26,18
12.10.2017 03.54.00 25,39	12.10.2017 03.01.0 25,31	12.10.2017 03.04.0 25,59	12.10.2017 03.03.0 26,09
12.10.2017 04.54.00 25,4	12.10.2017 04.01.0 25,21	12.10.2017 04.04.0 25,63	12.10.2017 04.03.0 26,21
12.10.2017 05.54.00 25,28	12.10.2017 05.01.0 25,26	12.10.2017 05.04.0 25,66	12.10.2017 05.03.0 26,35
12.10.2017 06.54.00 25,26	12.10.2017 06.01.0 25,24	12.10.2017 06.04.0 25,6	12.10.2017 06.03.0 26,27
12.10.2017 07.54.00 25,42	12.10.2017 07.01.0 25,25	12.10.2017 07.04.0 25,56	12.10.2017 07.03.0 26,02
12.10.2017 08.54.00 25,27	12.10.2017 08.01.0 25,25	12.10.2017 08.04.0 25,56	12.10.2017 08.03.0 26,12
12.10.2017 09.54.00 25,23	12.10.2017 09.01.0 25,33	12.10.2017 09.04.0 25,63	12.10.2017 09.03.0 26,16
12.10.2017 10.54.00 25,28	12.10.2017 10.01.0 25,27	12.10.2017 10.04.0 25,6	12.10.2017 10.03.0 26,07
12.10.2017 11.54.00 25,25	12.10.2017 11.01.0 25,25	12.10.2017 11.04.0 25,6	12.10.2017 11.03.0 26,13
12.10.2017 12.54.00 25,19	12.10.2017 12.01.0 25,18	12.10.2017 12.04.0 25,75	12.10.2017 12.03.0 26,12
12.10.2017 13.54.00 25,07	12.10.2017 13.01.0 25,23	12.10.2017 13.04.0 25,77	12.10.2017 13.03.0 26,07
12.10.2017 14.54.00 25,37	12.10.2017 14.01.0 25,22	12.10.2017 14.04.0 25,16	12.10.2017 14.03.0 25,38
12.10.2017 15.54.00 25,31	12.10.2017 15.01.0 25,43	12.10.2017 15.04.0 25,61	12.10.2017 15.03.0 25,94
12.10.2017 16.54.00 25,33	12.10.2017 16.01.0 25,37	12.10.2017 16.04.0 25,69	12.10.2017 16.03.0 25,98
12.10.2017 17.54.00 25,29	12.10.2017 17.01.0 25,35	12.10.2017 17.04.0 25,78	12.10.2017 17.03.0 26,05
12.10.2017 18.54.00 25,25	12.10.2017 18.01.0 25,26	12.10.2017 18.04.0 25,93	12.10.2017 18.03.0 26,16
12.10.2017 19.54.00 25,31	12.10.2017 19.01.0 25,24	12.10.2017 19.04.0 25,8	12.10.2017 19.03.0 26,05
12.10.2017 20.54.00 25,44	12.10.2017 20.01.0 25,53	12.10.2017 20.04.0 25,84	12.10.2017 20.03.0 26,18
12.10.2017 21.54.00 25,36	12.10.2017 21.01.0 25,32	12.10.2017 21.04.0 25,78	12.10.2017 21.03.0 26,06
12.10.2017 22.54.00 25,39	12.10.2017 22.01.0 25,31	12.10.2017 22.04.0 25,91	12.10.2017 22.03.0 26,15
12.10.2017 23.54.00 25,39	12.10.2017 23.01.0 25,32	12.10.2017 23.04.0 25,77	12.10.2017 23.03.0 26,05
	25,30375	25,2825	25,66958333
13.10.2017 00.54.00 25,41	13.10.2017 00.01.0 25,5	13.10.2017 00.04.0 25,82	13.10.2017 00.03.0 25,96
13.10.2017 01.54.00 25,41	13.10.2017 01.01.0 25,35	13.10.2017 01.04.0 25,72	13.10.2017 01.03.0 25,97
13.10.2017 02.54.00 25,42	13.10.2017 02.01.0 25,39	13.10.2017 02.04.0 25,72	13.10.2017 02.03.0 26,05
13.10.2017 03.54.00 25,4	13.10.2017 03.01.0 25,31	13.10.2017 03.04.0 25,79	13.10.2017 03.03.0 26,05
13.10.2017 04.54.00 25,46	13.10.2017 04.01.0 25,27	13.10.2017 04.04.0 25,76	13.10.2017 04.03.0 26,1
13.10.2017 05.54.00 25,41	13.10.2017 05.01.0 25,27	13.10.2017 05.04.0 25,65	13.10.2017 05.03.0 26
13.10.2017 06.54.00 25,41	13.10.2017 06.01.0 25,28	13.10.2017 06.04.0 25,75	13.10.2017 06.03.0 26,04
13.10.2017 07.54.00 25,43	13.10.2017 07.01.0 25,27	13.10.2017 07.04.0 25,72	13.10.2017 07.03.0 26,06

## Temperaturlogg med gjennomsnittsverdier for hver enkelt dag

13.10.2017 08.54.00 25,48	13.10.2017 08.01.0 25,27	13.10.2017 08.04.0 25,73	13.10.2017 08.03.0 26,1
13.10.2017 09.54.00 25,4	13.10.2017 09.01.0 25,3	13.10.2017 09.04.0 25,7	13.10.2017 09.03.0 26,14
13.10.2017 10.54.00 25,33	13.10.2017 10.01.0 25,26	13.10.2017 10.04.0 25,65	13.10.2017 10.03.0 26,2
13.10.2017 11.54.00 25,36	13.10.2017 11.01.0 25,28	13.10.2017 11.04.0 25,68	13.10.2017 11.03.0 26,09
13.10.2017 12.54.00 25,36	13.10.2017 12.01.0 25,24	13.10.2017 12.04.0 25,72	13.10.2017 12.03.0 26,09
13.10.2017 13.54.00 25,33	13.10.2017 13.01.0 25,28	13.10.2017 13.04.0 25,7	13.10.2017 13.03.0 25,91
13.10.2017 14.54.00 25,31	13.10.2017 14.01.0 25,24	13.10.2017 14.04.0 25,73	13.10.2017 14.03.0 26,07
13.10.2017 15.54.00 25,32	13.10.2017 15.01.0 25,26	13.10.2017 15.04.0 25,67	13.10.2017 15.03.0 26,03
13.10.2017 16.54.00 25,38	13.10.2017 16.01.0 25,25	13.10.2017 16.04.0 25,66	13.10.2017 16.03.0 26,01
13.10.2017 17.54.00 25,27	13.10.2017 17.01.0 25,26	13.10.2017 17.04.0 25,75	13.10.2017 17.03.0 26,1
13.10.2017 18.54.00 25,29	13.10.2017 18.01.0 25,29	13.10.2017 18.04.0 25,76	13.10.2017 18.03.0 26,02
13.10.2017 19.54.00 25,37	13.10.2017 19.01.0 25,3	13.10.2017 19.04.0 25,68	13.10.2017 19.03.0 26,02
13.10.2017 20.54.00 25,34	13.10.2017 20.01.0 25,3	13.10.2017 20.04.0 25,66	13.10.2017 20.03.0 26,08
13.10.2017 21.54.00 25,27	13.10.2017 21.01.0 25,34	13.10.2017 21.04.0 25,68	13.10.2017 21.03.0 26
13.10.2017 22.54.00 25,28	13.10.2017 22.01.0 25,35	13.10.2017 22.04.0 25,73	13.10.2017 22.03.0 26,04
13.10.2017 23.54.00 25,24	13.10.2017 23.01.0 25,4	13.10.2017 23.04.0 25,61	13.10.2017 23.03.0 26
	25,36166667	25,3025	25,71
14.10.2017 00.54.00 25,31	14.10.2017 00.01.0 25,35	14.10.2017 00.04.0 25,58	14.10.2017 00.03.0 26,01
14.10.2017 01.54.00 25,33	14.10.2017 01.01.0 25,36	14.10.2017 01.04.0 25,69	14.10.2017 01.03.0 26,17
14.10.2017 02.54.00 25,26	14.10.2017 02.01.0 25,3	14.10.2017 02.04.0 25,74	14.10.2017 02.03.0 26,07
14.10.2017 03.54.00 25,39	14.10.2017 03.01.0 25,26	14.10.2017 03.04.0 25,66	14.10.2017 03.03.0 25,9
14.10.2017 04.54.00 25,35	14.10.2017 04.01.0 25,32	14.10.2017 04.04.0 25,61	14.10.2017 04.03.0 25,92
14.10.2017 05.54.00 25,3	14.10.2017 05.01.0 25,33	14.10.2017 05.04.0 25,73	14.10.2017 05.03.0 26,01
14.10.2017 06.54.00 25,39	14.10.2017 06.01.0 25,29	14.10.2017 06.04.0 25,62	14.10.2017 06.03.0 26,02
14.10.2017 07.54.00 25,26	14.10.2017 07.01.0 25,32	14.10.2017 07.04.0 25,77	14.10.2017 07.03.0 26,04
14.10.2017 08.54.00 25,37	14.10.2017 08.01.0 25,44	14.10.2017 08.04.0 25,7	14.10.2017 08.03.0 25,99
14.10.2017 09.54.00 25,24	14.10.2017 09.01.0 25,32	14.10.2017 09.04.0 25,69	14.10.2017 09.03.0 25,89
14.10.2017 10.54.00 25,31	14.10.2017 10.01.0 25,28	14.10.2017 10.04.0 25,69	14.10.2017 10.03.0 25,9
14.10.2017 11.54.00 25,27	14.10.2017 11.01.0 25,28	14.10.2017 11.04.0 25,68	14.10.2017 11.03.0 26,04
14.10.2017 12.54.00 25,28	14.10.2017 12.01.0 25,38	14.10.2017 12.04.0 25,7	14.10.2017 12.03.0 25,98
14.10.2017 13.54.00 25,35	14.10.2017 13.01.0 25,38	14.10.2017 13.04.0 25,7	14.10.2017 13.03.0 25,95
14.10.2017 14.54.00 25,32	14.10.2017 14.01.0 25,26	14.10.2017 14.04.0 25,81	14.10.2017 14.03.0 26,08
14.10.2017 15.54.00 25,28	14.10.2017 15.01.0 25,26	14.10.2017 15.04.0 25,8	14.10.2017 15.03.0 26,03
14.10.2017 16.54.00 25,24	14.10.2017 16.01.0 25,28	14.10.2017 16.04.0 25,71	14.10.2017 16.03.0 25,95
14.10.2017 17.54.00 25,27	14.10.2017 17.01.0 25,35	14.10.2017 17.04.0 25,68	14.10.2017 17.03.0 26
14.10.2017 18.54.00 25,29	14.10.2017 18.01.0 25,26	14.10.2017 18.04.0 25,64	14.10.2017 18.03.0 26,03
14.10.2017 19.54.00 25,34	14.10.2017 19.01.0 25,29	14.10.2017 19.04.0 25,74	14.10.2017 19.03.0 26,04
14.10.2017 20.54.00 25,35	14.10.2017 20.01.0 25,24	14.10.2017 20.04.0 25,67	14.10.2017 20.03.0 26,12
14.10.2017 21.54.00 25,29	14.10.2017 21.01.0 25,34	14.10.2017 21.04.0 25,64	14.10.2017 21.03.0 25,94
14.10.2017 22.54.00 25,29	14.10.2017 22.01.0 25,36	14.10.2017 22.04.0 25,79	14.10.2017 22.03.0 26,08
14.10.2017 23.54.00 25,37	14.10.2017 23.01.0 25,32	14.10.2017 23.04.0 25,69	14.10.2017 23.03.0 26,14
	25,31041667	25,31541667	25,69708333
15.10.2017 00.54.00 25,24	15.10.2017 00.01.0 25,31	15.10.2017 00.04.0 25,69	15.10.2017 00.03.0 25,98
15.10.2017 01.54.00 25,23	15.10.2017 01.01.0 25,26	15.10.2017 01.04.0 25,64	15.10.2017 01.03.0 25,91
15.10.2017 02.54.00 25,24	15.10.2017 02.01.0 25,24	15.10.2017 02.04.0 25,67	15.10.2017 02.03.0 26,09
15.10.2017 03.54.00 25,22	15.10.2017 03.01.0 25,29	15.10.2017 03.04.0 25,81	15.10.2017 03.03.0 26,01
15.10.2017 04.54.00 25,28	15.10.2017 04.01.0 25,23	15.10.2017 04.04.0 25,66	15.10.2017 04.03.0 25,94
15.10.2017 05.54.00 25,25	15.10.2017 05.01.0 25,34	15.10.2017 05.04.0 25,73	15.10.2017 05.03.0 25,89
15.10.2017 06.54.00 25,26	15.10.2017 06.01.0 25,29	15.10.2017 06.04.0 25,74	15.10.2017 06.03.0 25,91
15.10.2017 07.54.00 25,24	15.10.2017 07.01.0 25,32	15.10.2017 07.04.0 25,62	15.10.2017 07.03.0 25,98

## Temperaturlogg med gjennomsnittsverdier for hver enkelt dag

15.10.2017 08.54.00 25,3	15.10.2017 08.01.0 25,42	15.10.2017 08.04.0 25,68	15.10.2017 08.03.0 26
15.10.2017 09.54.00 25,34	15.10.2017 09.01.0 25,34	15.10.2017 09.04.0 25,55	15.10.2017 09.03.0 25,9
15.10.2017 10.54.00 25,3	15.10.2017 10.01.0 25,28	15.10.2017 10.04.0 25,6	15.10.2017 10.03.0 25,88
15.10.2017 11.54.00 25,3	15.10.2017 11.01.0 25,33	15.10.2017 11.04.0 25,6	15.10.2017 11.03.0 25,93
15.10.2017 12.54.00 25,3	15.10.2017 12.01.0 25,34	15.10.2017 12.04.0 25,65	15.10.2017 12.03.0 25,84
15.10.2017 13.54.00 25,25	15.10.2017 13.01.0 25,36	15.10.2017 13.04.0 25,68	15.10.2017 13.03.0 25,93
15.10.2017 14.54.00 25,42	15.10.2017 14.01.0 25,31	15.10.2017 14.04.0 25,53	15.10.2017 14.03.0 25,86
15.10.2017 15.54.00 25,3	15.10.2017 15.01.0 25,33	15.10.2017 15.04.0 25,59	15.10.2017 15.03.0 25,81
15.10.2017 16.54.00 25,39	15.10.2017 16.01.0 25,31	15.10.2017 16.04.0 25,72	15.10.2017 16.03.0 25,81
15.10.2017 17.54.00 25,3	15.10.2017 17.01.0 25,35	15.10.2017 17.04.0 25,67	15.10.2017 17.03.0 25,84
15.10.2017 18.54.00 25,33	15.10.2017 18.01.0 25,36	15.10.2017 18.04.0 25,66	15.10.2017 18.03.0 25,95
15.10.2017 19.54.00 25,33	15.10.2017 19.01.0 25,4	15.10.2017 19.04.0 25,71	15.10.2017 19.03.0 25,89
15.10.2017 20.54.00 25,36	15.10.2017 20.01.0 25,36	15.10.2017 20.04.0 25,71	15.10.2017 20.03.0 25,96
15.10.2017 21.54.00 25,29	15.10.2017 21.01.0 25,36	15.10.2017 21.04.0 25,66	15.10.2017 21.03.0 25,74
15.10.2017 22.54.00 25,28	15.10.2017 22.01.0 25,37	15.10.2017 22.04.0 25,67	15.10.2017 22.03.0 25,75
15.10.2017 23.54.00 25,27	15.10.2017 23.01.0 25,36	15.10.2017 23.04.0 25,67	15.10.2017 23.03.0 25,81
25,2925	25,3275	25,66291667	25,90041667
16.10.2017 00.54.00 25,35	16.10.2017 00.01.0 25,34	16.10.2017 00.04.0 25,56	16.10.2017 00.03.0 25,86
16.10.2017 01.54.00 25,32	16.10.2017 01.01.0 25,35	16.10.2017 01.04.0 25,72	16.10.2017 01.03.0 26,03
16.10.2017 02.54.00 25,25	16.10.2017 02.01.0 25,34	16.10.2017 02.04.0 25,76	16.10.2017 02.03.0 25,87
16.10.2017 03.54.00 25,26	16.10.2017 03.01.0 25,24	16.10.2017 03.04.0 25,67	16.10.2017 03.03.0 25,95
16.10.2017 04.54.00 25,28	16.10.2017 04.01.0 25,26	16.10.2017 04.04.0 25,62	16.10.2017 04.03.0 25,84
16.10.2017 05.54.00 25,29	16.10.2017 05.01.0 25,33	16.10.2017 05.04.0 25,61	16.10.2017 05.03.0 25,88
16.10.2017 06.54.00 25,31	16.10.2017 06.01.0 25,31	16.10.2017 06.04.0 25,76	16.10.2017 06.03.0 25,8
16.10.2017 07.54.00 25,31	16.10.2017 07.01.0 25,45	16.10.2017 07.04.0 25,82	16.10.2017 07.03.0 25,89
16.10.2017 08.54.00 25,37	16.10.2017 08.01.0 25,37	16.10.2017 08.04.0 25,7	16.10.2017 08.03.0 25,86
16.10.2017 09.54.00 25,32	16.10.2017 09.01.0 25,33	16.10.2017 09.04.0 25,57	16.10.2017 09.03.0 25,89
16.10.2017 10.54.00 25,26	16.10.2017 10.01.0 25,37	16.10.2017 10.04.0 25,53	16.10.2017 10.03.0 26,07
16.10.2017 11.54.00 25,26	16.10.2017 11.01.0 25,33	16.10.2017 11.04.0 25,66	16.10.2017 11.03.0 25,87
16.10.2017 12.54.00 25,2	16.10.2017 12.01.0 25,31	16.10.2017 12.04.0 25,55	16.10.2017 12.03.0 25,92
16.10.2017 13.54.00 25,2	16.10.2017 13.01.0 25,3	16.10.2017 13.04.0 25,55	16.10.2017 13.03.0 25,96
16.10.2017 14.54.00 25,18	16.10.2017 14.01.0 25,33	16.10.2017 14.04.0 25,72	16.10.2017 14.03.0 25,86
16.10.2017 15.54.00 25,26	16.10.2017 15.01.0 25,35	16.10.2017 15.04.0 25,67	16.10.2017 15.03.0 25,86
16.10.2017 16.54.00 25,19	16.10.2017 16.01.0 25,32	16.10.2017 16.04.0 25,61	16.10.2017 16.03.0 25,77
16.10.2017 17.54.00 25,24	16.10.2017 17.01.0 25,41	16.10.2017 17.04.0 25,59	16.10.2017 17.03.0 25,85
16.10.2017 18.54.00 25,21	16.10.2017 18.01.0 25,35	16.10.2017 18.04.0 25,51	16.10.2017 18.03.0 25,8
16.10.2017 19.54.00 25,19	16.10.2017 19.01.0 25,43	16.10.2017 19.04.0 25,58	16.10.2017 19.03.0 25,87
16.10.2017 20.54.00 25,32	16.10.2017 20.01.0 25,43	16.10.2017 20.04.0 25,57	16.10.2017 20.03.0 25,88
16.10.2017 21.54.00 25,33	16.10.2017 21.01.0 25,36	16.10.2017 21.04.0 25,56	16.10.2017 21.03.0 25,81
16.10.2017 22.54.00 25,25	16.10.2017 22.01.0 25,37	16.10.2017 22.04.0 25,58	16.10.2017 22.03.0 25,79
16.10.2017 23.54.00 25,26	16.10.2017 23.01.0 25,3	16.10.2017 23.04.0 25,54	16.10.2017 23.03.0 25,77
25,26708333	25,345	25,62541667	25,87291667
17.10.2017 00.54.00 25,29	17.10.2017 00.01.0 25,33	17.10.2017 00.04.0 25,69	17.10.2017 00.03.0 25,84
17.10.2017 01.54.00 25,22	17.10.2017 01.01.0 25,29	17.10.2017 01.04.0 25,67	17.10.2017 01.03.0 25,99
17.10.2017 02.54.00 25,22	17.10.2017 02.01.0 25,29	17.10.2017 02.04.0 25,65	17.10.2017 02.03.0 25,85
17.10.2017 03.54.00 25,21	17.10.2017 03.01.0 25,28	17.10.2017 03.04.0 25,79	17.10.2017 03.03.0 25,9
17.10.2017 04.54.00 25,26	17.10.2017 04.01.0 25,29	17.10.2017 04.04.0 25,7	17.10.2017 04.03.0 25,78
17.10.2017 05.54.00 25,2	17.10.2017 05.01.0 25,39	17.10.2017 05.04.0 25,58	17.10.2017 05.03.0 25,76
17.10.2017 06.54.00 25,23	17.10.2017 06.01.0 25,31	17.10.2017 06.04.0 25,68	17.10.2017 06.03.0 25,71
17.10.2017 07.54.00 25,25	17.10.2017 07.01.0 25,27	17.10.2017 07.04.0 25,57	17.10.2017 07.03.0 25,84



## Temperaturlogg med gjennomsnittsverdier for hver enkelt dag

17.10.2017 08.54.00 25,22	17.10.2017 08.01.0 25,3	17.10.2017 08.04.0 25,58	17.10.2017 08.03.0 25,81
17.10.2017 09.54.00 25,22	17.10.2017 09.01.0 25,42	17.10.2017 09.04.0 25,54	17.10.2017 09.03.0 25,78
17.10.2017 10.54.00 25,29	17.10.2017 10.01.0 25,24	17.10.2017 10.04.0 25,49	17.10.2017 10.03.0 25,76
17.10.2017 11.54.00 25,23	17.10.2017 11.01.0 25,31	17.10.2017 11.04.0 25,62	17.10.2017 11.03.0 25,78
17.10.2017 12.54.00 25,29	17.10.2017 12.01.0 25,32	17.10.2017 12.04.0 25,56	17.10.2017 12.03.0 25,83
17.10.2017 13.54.00 22,01	17.10.2017 13.01.0 25,3	17.10.2017 13.04.0 25,59	17.10.2017 13.03.0 25,77
17.10.2017 14.54.00 24,81	17.10.2017 14.01.0 23,66	17.10.2017 14.04.0 24,14	17.10.2017 14.03.0 24,48
17.10.2017 15.54.00 25,25	17.10.2017 15.01.0 25,32	17.10.2017 15.04.0 25,35	17.10.2017 15.03.0 25,71
17.10.2017 16.54.00 25,23	17.10.2017 16.01.0 25,15	17.10.2017 16.04.0 25,33	17.10.2017 16.03.0 25,73
17.10.2017 17.54.00 25,26	17.10.2017 17.01.0 25,33	17.10.2017 17.04.0 25,58	17.10.2017 17.03.0 25,89
17.10.2017 18.54.00 25,23	17.10.2017 18.01.0 25,31	17.10.2017 18.04.0 25,52	17.10.2017 18.03.0 25,93
17.10.2017 19.54.00 25,29	17.10.2017 19.01.0 25,21	17.10.2017 19.04.0 25,42	17.10.2017 19.03.0 25,79
17.10.2017 20.54.00 25,25	17.10.2017 20.01.0 25,24	17.10.2017 20.04.0 25,52	17.10.2017 20.03.0 25,87
17.10.2017 21.54.00 25,29	17.10.2017 21.01.0 25,21	17.10.2017 21.04.0 25,53	17.10.2017 21.03.0 25,83
17.10.2017 22.54.00 25,28	17.10.2017 22.01.0 25,33	17.10.2017 22.04.0 25,42	17.10.2017 22.03.0 25,82
17.10.2017 23.54.00 25,18	17.10.2017 23.01.0 25,17	17.10.2017 23.04.0 25,49	17.10.2017 23.03.0 25,72
25,09208333	25,21958333	25,50041667	25,75708333
18.10.2017 00.54.00 25,18	18.10.2017 00.01.0 25,19	18.10.2017 00.04.0 25,44	18.10.2017 00.03.0 25,79
18.10.2017 01.54.00 25,17	18.10.2017 01.01.0 25,2	18.10.2017 01.04.0 25,5	18.10.2017 01.03.0 25,75
18.10.2017 02.54.00 25,26	18.10.2017 02.01.0 25,22	18.10.2017 02.04.0 25,54	18.10.2017 02.03.0 25,74
18.10.2017 03.54.00 25,18	18.10.2017 03.01.0 25,25	18.10.2017 03.04.0 25,46	18.10.2017 03.03.0 25,8
18.10.2017 04.54.00 25,24	18.10.2017 04.01.0 25,2	18.10.2017 04.04.0 25,48	18.10.2017 04.03.0 25,72
18.10.2017 05.54.00 25,21	18.10.2017 05.01.0 25,19	18.10.2017 05.04.0 25,5	18.10.2017 05.03.0 25,67
18.10.2017 06.54.00 25,2	18.10.2017 06.01.0 25,19	18.10.2017 06.04.0 25,45	18.10.2017 06.03.0 25,75
18.10.2017 07.54.00 25,15	18.10.2017 07.01.0 25,24	18.10.2017 07.04.0 25,54	18.10.2017 07.03.0 25,75
18.10.2017 08.54.00 25,22	18.10.2017 08.01.0 25,28	18.10.2017 08.04.0 25,5	18.10.2017 08.03.0 25,71
18.10.2017 09.54.00 25,19	18.10.2017 09.01.0 25,21	18.10.2017 09.04.0 25,43	18.10.2017 09.03.0 25,68
18.10.2017 10.54.00 25,21	18.10.2017 10.01.0 25,36	18.10.2017 10.04.0 25,44	18.10.2017 10.03.0 25,72
18.10.2017 11.54.00 25,16	18.10.2017 11.01.0 25,25	18.10.2017 11.04.0 25,5	18.10.2017 11.03.0 25,65
18.10.2017 12.54.00 25,13	18.10.2017 12.01.0 25,3	18.10.2017 12.04.0 25,42	18.10.2017 12.03.0 25,73
18.10.2017 13.54.00 25,18	18.10.2017 13.01.0 25,19	18.10.2017 13.04.0 25,43	18.10.2017 13.03.0 25,72
25,19142857	18.10.2017 14.01.0 23,08	18.10.2017 14.04.0 22,97	18.10.2017 14.03.0 23,24
	25,09	25,30666667	25,56133333

## Temperaturlogg med gjennomsnittsverdier for hver enkelt dag

18.10.2017 15.03.0 25,31	18.10.2017 15.13.0 25,37	18.10.2017 15.15.0 25,69	18.10.2017 15.18.0 25,69
18.10.2017 16.03.0 25,46	18.10.2017 16.13.0 25,54	18.10.2017 16.15.0 25,91	18.10.2017 16.18.0 26,1
18.10.2017 17.03.0 25,39	18.10.2017 17.13.0 25,42	18.10.2017 17.15.0 25,99	18.10.2017 17.18.0 26,08
18.10.2017 18.03.0 25,33	18.10.2017 18.13.0 25,45	18.10.2017 18.15.0 25,99	18.10.2017 18.18.0 26,04
18.10.2017 19.03.0 25,29	18.10.2017 19.13.0 25,41	18.10.2017 19.15.0 25,97	18.10.2017 19.18.0 26,05
18.10.2017 20.03.0 25,27	18.10.2017 20.13.0 25,33	18.10.2017 20.15.0 25,92	18.10.2017 20.18.0 26,05
18.10.2017 21.03.0 25,29	18.10.2017 21.13.0 25,44	18.10.2017 21.15.0 25,93	18.10.2017 21.18.0 26,01
18.10.2017 22.03.0 25,39	18.10.2017 22.13.0 25,4	18.10.2017 22.15.0 26,03	18.10.2017 22.18.0 26
18.10.2017 23.03.0 25,42	18.10.2017 23.13.0 25,38	18.10.2017 23.15.0 25,83	18.10.2017 23.18.0 26,02
25,35	25,415556	25,9177778	26,00444444
19.10.2017 00.03.0 25,27	19.10.2017 00.13.0 25,37	19.10.2017 00.15.0 25,85	19.10.2017 00.18.0 26,1
19.10.2017 01.03.0 25,25	19.10.2017 01.13.0 25,34	19.10.2017 01.15.0 25,96	19.10.2017 01.18.0 26,11
19.10.2017 02.03.0 25,3	19.10.2017 02.13.0 25,33	19.10.2017 02.15.0 26	19.10.2017 02.18.0 26,01
19.10.2017 03.03.0 25,23	19.10.2017 03.13.0 25,32	19.10.2017 03.15.0 25,89	19.10.2017 03.18.0 26,11
19.10.2017 04.03.0 25,25	19.10.2017 04.13.0 25,43	19.10.2017 04.15.0 25,87	19.10.2017 04.18.0 25,92
19.10.2017 05.03.0 25,31	19.10.2017 05.13.0 25,32	19.10.2017 05.15.0 25,91	19.10.2017 05.18.0 25,93
19.10.2017 06.03.0 25,26	19.10.2017 06.13.0 25,3	19.10.2017 06.15.0 25,87	19.10.2017 06.18.0 26,05
19.10.2017 07.03.0 25,24	19.10.2017 07.13.0 25,41	19.10.2017 07.15.0 25,92	19.10.2017 07.18.0 26,09
19.10.2017 08.03.0 25,23	19.10.2017 08.13.0 25,39	19.10.2017 08.15.0 25,85	19.10.2017 08.18.0 26,09
19.10.2017 09.03.0 25,22	19.10.2017 09.13.0 25,28	19.10.2017 09.15.0 25,84	19.10.2017 09.18.0 25,88
19.10.2017 10.03.0 25,21	19.10.2017 10.13.0 25,29	19.10.2017 10.15.0 25,8	19.10.2017 10.18.0 25,9
19.10.2017 11.03.0 24,8	19.10.2017 11.13.0 25,2	19.10.2017 11.15.0 25,61	19.10.2017 11.18.0 25,75
19.10.2017 12.03.0 25,17	19.10.2017 12.13.0 25,22	19.10.2017 12.15.0 25,71	19.10.2017 12.18.0 25,75
19.10.2017 13.03.0 25,18	19.10.2017 13.13.0 25,22	19.10.2017 13.15.0 25,72	19.10.2017 13.18.0 25,13
19.10.2017 14.03.0 23,98	19.10.2017 14.13.0 25,2	19.10.2017 14.15.0 25,07	19.10.2017 14.18.0 24,88
19.10.2017 15.03.0 23,98	19.10.2017 15.13.0 24,62	19.10.2017 15.15.0 25,48	19.10.2017 15.18.0 25,25
19.10.2017 16.03.0 25,05	19.10.2017 16.13.0 25,44	19.10.2017 16.15.0 26,26	19.10.2017 16.18.0 26,14
19.10.2017 17.03.0 25,37	19.10.2017 17.13.0 25,49	19.10.2017 17.15.0 26,16	19.10.2017 17.18.0 26,22
19.10.2017 18.03.0 25,28	19.10.2017 18.13.0 25,51	19.10.2017 18.15.0 26,16	19.10.2017 18.18.0 26,35
19.10.2017 19.03.0 25,26	19.10.2017 19.13.0 25,63	19.10.2017 19.15.0 26,18	19.10.2017 19.18.0 26,19
19.10.2017 20.03.0 25,29	19.10.2017 20.13.0 25,46	19.10.2017 20.15.0 26,09	19.10.2017 20.18.0 26,23
19.10.2017 21.03.0 25,31	19.10.2017 21.13.0 25,49	19.10.2017 21.15.0 26,02	19.10.2017 21.18.0 26,19
19.10.2017 22.03.0 25,26	19.10.2017 22.13.0 25,41	19.10.2017 22.15.0 25,96	19.10.2017 22.18.0 26,15
19.10.2017 23.03.0 25,28	19.10.2017 23.13.0 25,49	19.10.2017 23.15.0 26,06	19.10.2017 23.18.0 26,12
25,12417	25,34	25,885	25,93916667
20.10.2017 00.03.0 25,32	20.10.2017 00.13.0 25,53	20.10.2017 00.15.0 26,19	20.10.2017 00.18.0 26,21
20.10.2017 01.03.0 25,29	20.10.2017 01.13.0 25,41	20.10.2017 01.15.0 25,98	20.10.2017 01.18.0 26,14
20.10.2017 02.03.0 25,39	20.10.2017 02.13.0 25,33	20.10.2017 02.15.0 26,03	20.10.2017 02.18.0 26,15
20.10.2017 03.03.0 25,32	20.10.2017 03.13.0 25,39	20.10.2017 03.15.0 26	20.10.2017 03.18.0 26,19
20.10.2017 04.03.0 25,26	20.10.2017 04.13.0 25,4	20.10.2017 04.15.0 26,03	20.10.2017 04.18.0 26,08
20.10.2017 05.03.0 25,31	20.10.2017 05.13.0 25,37	20.10.2017 05.15.0 26,04	20.10.2017 05.18.0 26,1
20.10.2017 06.03.0 25,24	20.10.2017 06.13.0 25,53	20.10.2017 06.15.0 26,01	20.10.2017 06.18.0 26,11
20.10.2017 07.03.0 25,21	20.10.2017 07.13.0 25,39	20.10.2017 07.15.0 26,02	20.10.2017 07.18.0 26,13
20.10.2017 08.03.0 25,26	20.10.2017 08.13.0 25,32	20.10.2017 08.15.0 25,96	20.10.2017 08.18.0 25,93
20.10.2017 09.03.0 24,54	20.10.2017 09.13.0 24,83	20.10.2017 09.15.0 25,5	20.10.2017 09.18.0 25,58
20.10.2017 10.03.0 25,08	20.10.2017 10.13.0 25,33	20.10.2017 10.15.0 26,13	20.10.2017 10.18.0 26,17
20.10.2017 11.03.0 25,3	20.10.2017 11.13.0 25,4	20.10.2017 11.15.0 26,15	20.10.2017 11.18.0 26,35

## Temperaturlogg med gjennomsnittsverdier for hver enkelt dag

20.10.2017 12.03.0 25,36	20.10.2017 12.13.0 25,43	20.10.2017 12.15.0 26,21	20.10.2017 12.18.0 26,32
20.10.2017 13.03.0 25,35	20.10.2017 13.13.0 25,37	20.10.2017 13.15.0 26,21	20.10.2017 13.18.0 26,11
20.10.2017 14.03.0 25,22	20.10.2017 14.13.0 25,42	20.10.2017 14.15.0 26,25	20.10.2017 14.18.0 26,15
20.10.2017 15.03.0 25,23	20.10.2017 15.13.0 25,57	20.10.2017 15.15.0 26,16	20.10.2017 15.18.0 26,25
20.10.2017 16.03.0 25,28	20.10.2017 16.13.0 25,48	20.10.2017 16.15.0 26,15	20.10.2017 16.18.0 26,2
20.10.2017 17.03.0 25,27	20.10.2017 17.13.0 25,48	20.10.2017 17.15.0 26,21	20.10.2017 17.18.0 26,25
20.10.2017 18.03.0 25,31	20.10.2017 18.13.0 25,37	20.10.2017 18.15.0 26,18	20.10.2017 18.18.0 26,23
20.10.2017 19.03.0 25,25	20.10.2017 19.13.0 25,4	20.10.2017 19.15.0 26,19	20.10.2017 19.18.0 26,27
20.10.2017 20.03.0 25,32	20.10.2017 20.13.0 25,48	20.10.2017 20.15.0 26,13	20.10.2017 20.18.0 26,18
20.10.2017 21.03.0 25,3	20.10.2017 21.13.0 25,41	20.10.2017 21.15.0 26,13	20.10.2017 21.18.0 26,36
20.10.2017 22.03.0 25,33	20.10.2017 22.13.0 25,28	20.10.2017 22.15.0 26,14	20.10.2017 22.18.0 26,23
20.10.2017 23.03.0 25,28	20.10.2017 23.13.0 25,3	20.10.2017 23.15.0 26,12	20.10.2017 23.18.0 26,24
25,25083	25,384167	26,08833333	26,16375
21.10.2017 00.03.0 25,27	21.10.2017 00.13.0 25,39	21.10.2017 00.15.0 26,16	21.10.2017 00.18.0 26,19
21.10.2017 01.03.0 25,27	21.10.2017 01.13.0 25,3	21.10.2017 01.15.0 26,18	21.10.2017 01.18.0 26,17
21.10.2017 02.03.0 25,26	21.10.2017 02.13.0 25,45	21.10.2017 02.15.0 26,15	21.10.2017 02.18.0 26,24
21.10.2017 03.03.0 25,25	21.10.2017 03.13.0 25,31	21.10.2017 03.15.0 26,12	21.10.2017 03.18.0 26,26
21.10.2017 04.03.0 25,27	21.10.2017 04.13.0 25,37	21.10.2017 04.15.0 26,16	21.10.2017 04.18.0 26,26
21.10.2017 05.03.0 25,28	21.10.2017 05.13.0 25,48	21.10.2017 05.15.0 26,1	21.10.2017 05.18.0 26,28
21.10.2017 06.03.0 25,26	21.10.2017 06.13.0 25,35	21.10.2017 06.15.0 26,12	21.10.2017 06.18.0 26,18
21.10.2017 07.03.0 25,27	21.10.2017 07.13.0 25,36	21.10.2017 07.15.0 26,15	21.10.2017 07.18.0 26,17
21.10.2017 08.03.0 25,35	21.10.2017 08.13.0 25,31	21.10.2017 08.15.0 26,15	21.10.2017 08.18.0 26,17
21.10.2017 09.03.0 25,28	21.10.2017 09.13.0 25,45	21.10.2017 09.15.0 26,13	21.10.2017 09.18.0 26,21
21.10.2017 10.03.0 25,31	21.10.2017 10.13.0 25,37	21.10.2017 10.15.0 26,17	21.10.2017 10.18.0 26,2
21.10.2017 11.03.0 25,28	21.10.2017 11.13.0 25,36	21.10.2017 11.15.0 26,2	21.10.2017 11.18.0 26,25
21.10.2017 12.03.0 25,3	21.10.2017 12.13.0 25,32	21.10.2017 12.15.0 26,3	21.10.2017 12.18.0 26,14
21.10.2017 13.03.0 25,4	21.10.2017 13.13.0 25,32	21.10.2017 13.15.0 26,19	21.10.2017 13.18.0 26,13
21.10.2017 14.03.0 25,33	21.10.2017 14.13.0 25,42	21.10.2017 14.15.0 26,16	21.10.2017 14.18.0 26,23
21.10.2017 15.03.0 25,27	21.10.2017 15.13.0 25,33	21.10.2017 15.15.0 26,08	21.10.2017 15.18.0 26,13
21.10.2017 16.03.0 25,31	21.10.2017 16.13.0 25,32	21.10.2017 16.15.0 25,99	21.10.2017 16.18.0 26,19
21.10.2017 17.03.0 25,28	21.10.2017 17.13.0 25,37	21.10.2017 17.15.0 26,1	21.10.2017 17.18.0 26,16
21.10.2017 18.03.0 25,3	21.10.2017 18.13.0 25,29	21.10.2017 18.15.0 25,96	21.10.2017 18.18.0 26,17
21.10.2017 19.03.0 25,34	21.10.2017 19.13.0 25,32	21.10.2017 19.15.0 26,02	21.10.2017 19.18.0 26,14
21.10.2017 20.03.0 25,25	21.10.2017 20.13.0 25,45	21.10.2017 20.15.0 26	21.10.2017 20.18.0 26,24
21.10.2017 21.03.0 25,28	21.10.2017 21.13.0 25,51	21.10.2017 21.15.0 26,14	21.10.2017 21.18.0 26,18
21.10.2017 22.03.0 25,37	21.10.2017 22.13.0 25,42	21.10.2017 22.15.0 25,97	21.10.2017 22.18.0 26,1
21.10.2017 23.03.0 25,39	21.10.2017 23.13.0 25,4	21.10.2017 23.15.0 25,96	21.10.2017 23.18.0 26,11
25,29875	25,37375	26,11083333	26,1875
22.10.2017 00.03.0 25,34	22.10.2017 00.13.0 25,43	22.10.2017 00.15.0 25,99	22.10.2017 00.18.0 26,11
22.10.2017 01.03.0 25,3	22.10.2017 01.13.0 25,31	22.10.2017 01.15.0 26,04	22.10.2017 01.18.0 26,09
22.10.2017 02.03.0 25,28	22.10.2017 02.13.0 25,43	22.10.2017 02.15.0 25,97	22.10.2017 02.18.0 26,16
22.10.2017 03.03.0 25,23	22.10.2017 03.13.0 25,45	22.10.2017 03.15.0 25,95	22.10.2017 03.18.0 26,13
22.10.2017 04.03.0 25,42	22.10.2017 04.13.0 25,47	22.10.2017 04.15.0 26,1	22.10.2017 04.18.0 26,19
22.10.2017 05.03.0 25,29	22.10.2017 05.13.0 25,45	22.10.2017 05.15.0 25,97	22.10.2017 05.18.0 26,11
22.10.2017 06.03.0 25,31	22.10.2017 06.13.0 25,4	22.10.2017 06.15.0 26,07	22.10.2017 06.18.0 26,03
22.10.2017 07.03.0 25,29	22.10.2017 07.13.0 25,5	22.10.2017 07.15.0 25,98	22.10.2017 07.18.0 26,09
22.10.2017 08.03.0 25,38	22.10.2017 08.13.0 25,38	22.10.2017 08.15.0 25,94	22.10.2017 08.18.0 26,03
22.10.2017 09.03.0 25,3	22.10.2017 09.13.0 25,38	22.10.2017 09.15.0 25,98	22.10.2017 09.18.0 26,01
22.10.2017 10.03.0 25,26	22.10.2017 10.13.0 25,39	22.10.2017 10.15.0 26,08	22.10.2017 10.18.0 26,04
22.10.2017 11.03.0 25,35	22.10.2017 11.13.0 25,39	22.10.2017 11.15.0 25,98	22.10.2017 11.18.0 26,05

## Temperaturlogg med gjennomsnittsverdier for hver enkelt dag

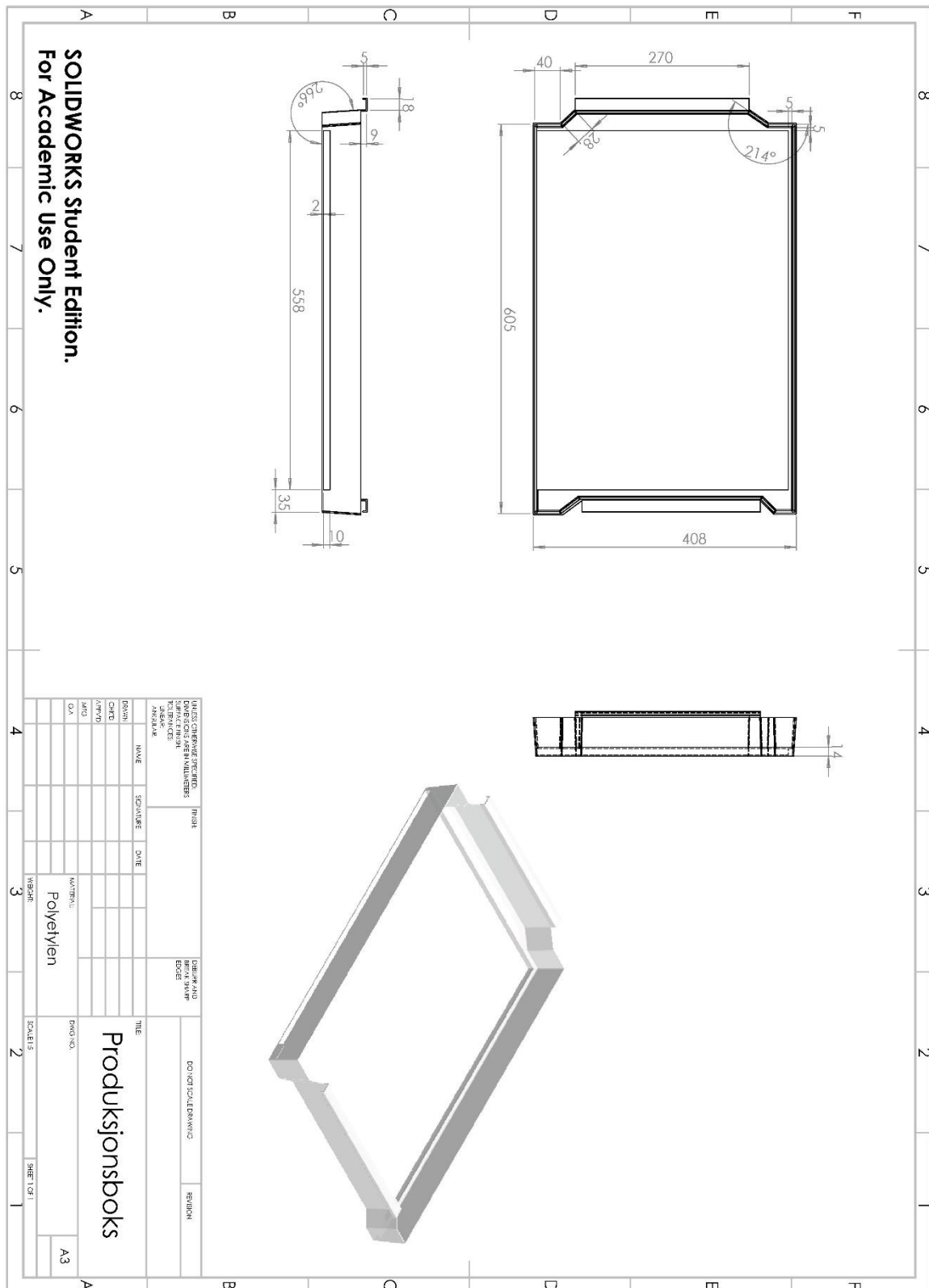
22.10.2017 12.03.0 25,32	22.10.2017 12.13.0 25,33	22.10.2017 12.15.0 25,94	22.10.2017 12.18.0 26,07
22.10.2017 13.03.0 25,25	22.10.2017 13.13.0 25,41	22.10.2017 13.15.0 26,03	22.10.2017 13.18.0 26,08
22.10.2017 14.03.0 25,37	22.10.2017 14.13.0 25,32	22.10.2017 14.15.0 26,04	22.10.2017 14.18.0 26,04
22.10.2017 15.03.0 25,34	22.10.2017 15.13.0 25,41	22.10.2017 15.15.0 26,04	22.10.2017 15.18.0 26,06
22.10.2017 16.03.0 25,27	22.10.2017 16.13.0 25,37	22.10.2017 16.15.0 25,99	22.10.2017 16.18.0 26,05
22.10.2017 17.03.0 25,29	22.10.2017 17.13.0 25,33	22.10.2017 17.15.0 26,04	22.10.2017 17.18.0 26
22.10.2017 18.03.0 25,22	22.10.2017 18.13.0 25,28	22.10.2017 18.15.0 25,94	22.10.2017 18.18.0 26,01
22.10.2017 19.03.0 25,23	22.10.2017 19.13.0 25,28	22.10.2017 19.15.0 25,96	22.10.2017 19.18.0 26,05
22.10.2017 20.03.0 25,33	22.10.2017 20.13.0 25,28	22.10.2017 20.15.0 25,99	22.10.2017 20.18.0 25,97
22.10.2017 21.03.0 25,32	22.10.2017 21.13.0 25,27	22.10.2017 21.15.0 26	22.10.2017 21.18.0 26,02
22.10.2017 22.03.0 25,26	22.10.2017 22.13.0 25,35	22.10.2017 22.15.0 26,02	22.10.2017 22.18.0 26,04
22.10.2017 23.03.0 25,33	22.10.2017 23.13.0 25,41	22.10.2017 23.15.0 26,08	22.10.2017 23.18.0 26,04
25,30333	25,375833	26,005	26,06125
23.10.2017 00.03.0 25,29	23.10.2017 00.13.0 25,47	23.10.2017 00.15.0 26,02	23.10.2017 00.18.0 26,06
23.10.2017 01.03.0 25,31	23.10.2017 01.13.0 25,51	23.10.2017 01.15.0 25,92	23.10.2017 01.18.0 26,07
23.10.2017 02.03.0 25,29	23.10.2017 02.13.0 25,47	23.10.2017 02.15.0 26	23.10.2017 02.18.0 26,19
23.10.2017 03.03.0 25,39	23.10.2017 03.13.0 25,45	23.10.2017 03.15.0 25,94	23.10.2017 03.18.0 26,08
23.10.2017 04.03.0 25,29	23.10.2017 04.13.0 25,45	23.10.2017 04.15.0 26,05	23.10.2017 04.18.0 26,09
23.10.2017 05.03.0 25,34	23.10.2017 05.13.0 25,36	23.10.2017 05.15.0 25,99	23.10.2017 05.18.0 26,12
23.10.2017 06.03.0 25,41	23.10.2017 06.13.0 25,45	23.10.2017 06.15.0 26	23.10.2017 06.18.0 26,06
23.10.2017 07.03.0 25,3	23.10.2017 07.13.0 25,4	23.10.2017 07.15.0 26	23.10.2017 07.18.0 26,14
23.10.2017 08.03.0 25,33	23.10.2017 08.13.0 25,33	23.10.2017 08.15.0 25,92	23.10.2017 08.18.0 26,11
23.10.2017 09.03.0 25,27	23.10.2017 09.13.0 25,44	23.10.2017 09.15.0 25,98	23.10.2017 09.18.0 26,03
23.10.2017 10.03.0 25,37	23.10.2017 10.13.0 25,33	23.10.2017 10.15.0 25,98	23.10.2017 10.18.0 26,1
23.10.2017 11.03.0 25,33	23.10.2017 11.13.0 25,36	23.10.2017 11.15.0 25,94	23.10.2017 11.18.0 25,97
23.10.2017 12.03.0 25,3	23.10.2017 12.13.0 25,4	23.10.2017 12.15.0 25,96	23.10.2017 12.18.0 25,95
23.10.2017 13.03.0 25,3	23.10.2017 13.13.0 25,38	23.10.2017 13.15.0 26	23.10.2017 13.18.0 26,04
23.10.2017 14.03.0 25,06	23.10.2017 14.13.0 25,04	23.10.2017 14.15.0 25,97	23.10.2017 14.18.0 26,07
23.10.2017 15.03.0 25,28	23.10.2017 15.13.0 25,34	23.10.2017 15.15.0 25,85	23.10.2017 15.18.0 26,04
23.10.2017 16.03.0 25,17	23.10.2017 16.13.0 25,31	23.10.2017 16.15.0 25,89	23.10.2017 16.18.0 26,03
23.10.2017 17.03.0 25,27	23.10.2017 17.13.0 25,42	23.10.2017 17.15.0 25,81	23.10.2017 17.18.0 25,98
23.10.2017 18.03.0 25,25	23.10.2017 18.13.0 25,4	23.10.2017 18.15.0 25,87	23.10.2017 18.18.0 26,06
23.10.2017 19.03.0 25,27	23.10.2017 19.13.0 25,39	23.10.2017 19.15.0 25,87	23.10.2017 19.18.0 25,99
23.10.2017 20.03.0 25,28	23.10.2017 20.13.0 25,4	23.10.2017 20.15.0 25,96	23.10.2017 20.18.0 26,02
23.10.2017 21.03.0 25,28	23.10.2017 21.13.0 25,34	23.10.2017 21.15.0 25,85	23.10.2017 21.18.0 26,05
23.10.2017 22.03.0 25,29	23.10.2017 22.13.0 25,5	23.10.2017 22.15.0 25,85	23.10.2017 22.18.0 26,02
23.10.2017 23.03.0 25,27	23.10.2017 23.13.0 25,4	23.10.2017 23.15.0 25,85	23.10.2017 23.18.0 26,09
25,28917	25,389167	25,93625	26,0566667
24.10.2017 00.03.0 25,3	24.10.2017 00.13.0 25,43	24.10.2017 00.15.0 25,85	24.10.2017 00.18.0 26,13
24.10.2017 01.03.0 25,29	24.10.2017 01.13.0 25,49	24.10.2017 01.15.0 25,94	24.10.2017 01.18.0 26,03
24.10.2017 02.03.0 25,27	24.10.2017 02.13.0 25,45	24.10.2017 02.15.0 25,99	24.10.2017 02.18.0 26,08
24.10.2017 03.03.0 25,36	24.10.2017 03.13.0 25,46	24.10.2017 03.15.0 25,95	24.10.2017 03.18.0 25,98
24.10.2017 04.03.0 25,31	24.10.2017 04.13.0 25,47	24.10.2017 04.15.0 25,99	24.10.2017 04.18.0 26,02
24.10.2017 05.03.0 25,28	24.10.2017 05.13.0 25,43	24.10.2017 05.15.0 26,07	24.10.2017 05.18.0 25,98
24.10.2017 06.03.0 25,26	24.10.2017 06.13.0 25,43	24.10.2017 06.15.0 25,92	24.10.2017 06.18.0 26,01
24.10.2017 07.03.0 25,26	24.10.2017 07.13.0 25,39	24.10.2017 07.15.0 25,91	24.10.2017 07.18.0 26
24.10.2017 08.03.0 25,19	24.10.2017 08.13.0 25,36	24.10.2017 08.15.0 25,86	24.10.2017 08.18.0 25,9
24.10.2017 09.03.0 24,87	24.10.2017 09.13.0 25,16	24.10.2017 09.15.0 25,81	24.10.2017 09.18.0 25,88
24.10.2017 10.03.0 25,32	24.10.2017 10.13.0 25,32	24.10.2017 10.15.0 25,86	24.10.2017 10.18.0 26,1
24.10.2017 11.03.0 25,39	24.10.2017 11.13.0 25,31	24.10.2017 11.15.0 25,93	24.10.2017 11.18.0 26,02

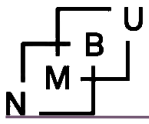
## Temperaturlogg med gjennomsnittsverdier for hver enkelt dag

24.10.2017 12.03.0 25,31	24.10.2017 12.13.0 25,36	24.10.2017 12.15.0 25,94	24.10.2017 12.18.0 25,94
24.10.2017 13.03.0 25,33	24.10.2017 13.13.0 25,44	24.10.2017 13.15.0 25,93	24.10.2017 13.18.0 25,99
24.10.2017 14.03.0 25,29	24.10.2017 14.13.0 25,38	24.10.2017 14.15.0 26,02	24.10.2017 14.18.0 26
24.10.2017 15.03.0 25,38	24.10.2017 15.13.0 25,37	24.10.2017 15.15.0 25,91	24.10.2017 15.18.0 25,94
24.10.2017 16.03.0 25,34	24.10.2017 16.13.0 25,31	24.10.2017 16.15.0 25,92	24.10.2017 16.18.0 25,99
24.10.2017 17.03.0 25,33	24.10.2017 17.13.0 25,3	24.10.2017 17.15.0 25,89	24.10.2017 17.18.0 26
24.10.2017 18.03.0 25,29	24.10.2017 18.13.0 25,33	24.10.2017 18.15.0 25,92	24.10.2017 18.18.0 25,99
24.10.2017 19.03.0 25,37	24.10.2017 19.13.0 25,37	24.10.2017 19.15.0 26	24.10.2017 19.18.0 25,95
24.10.2017 20.03.0 25,28	24.10.2017 20.13.0 25,56	24.10.2017 20.15.0 26,05	24.10.2017 20.18.0 25,98
24.10.2017 21.03.0 25,36	24.10.2017 21.13.0 25,29	24.10.2017 21.15.0 25,93	24.10.2017 21.18.0 25,91
24.10.2017 22.03.0 25,28	24.10.2017 22.13.0 25,29	24.10.2017 22.15.0 25,98	24.10.2017 22.18.0 26,01
24.10.2017 23.03.0 25,35	24.10.2017 23.13.0 25,37	24.10.2017 23.15.0 25,89	24.10.2017 23.18.0 25,95
25,29208	25,377917	25,93583333	25,99083333
25.10.2017 00.03.0 25,37	25.10.2017 00.13.0 25,33	25.10.2017 00.15.0 26,13	25.10.2017 00.18.0 26
25.10.2017 01.03.0 25,41	25.10.2017 01.13.0 25,28	25.10.2017 01.15.0 26,22	25.10.2017 01.18.0 26,05
25.10.2017 02.03.0 25,44	25.10.2017 02.13.0 25,32	25.10.2017 02.15.0 26,17	25.10.2017 02.18.0 26,03
25.10.2017 03.03.0 25,36	25.10.2017 03.13.0 25,32	25.10.2017 03.15.0 26,02	25.10.2017 03.18.0 26,06
25.10.2017 04.03.0 25,38	25.10.2017 04.13.0 25,34	25.10.2017 04.15.0 26,07	25.10.2017 04.18.0 26,07
25.10.2017 05.03.0 25,36	25.10.2017 05.13.0 25,34	25.10.2017 05.15.0 26,05	25.10.2017 05.18.0 26,07
25.10.2017 06.03.0 25,4	25.10.2017 06.13.0 25,34	25.10.2017 06.15.0 25,96	25.10.2017 06.18.0 25,99
25.10.2017 07.03.0 25,31	25.10.2017 07.13.0 25,35	25.10.2017 07.15.0 25,96	25.10.2017 07.18.0 25,97
25.10.2017 08.03.0 25,44	25.10.2017 08.13.0 25,33	25.10.2017 08.15.0 25,94	25.10.2017 08.18.0 26,05
25.10.2017 09.03.0 25,44	25.10.2017 09.13.0 25,3	25.10.2017 09.15.0 26	25.10.2017 09.18.0 26
25.10.2017 10.03.0 25,41	25.10.2017 10.13.0 25,31	25.10.2017 10.15.0 25,98	25.10.2017 10.18.0 25,95
25.10.2017 11.03.0 25,38	25.10.2017 11.13.0 25,29	25.10.2017 11.15.0 26,03	25.10.2017 11.18.0 25,97
25.10.2017 12.03.0 25,41	25.10.2017 12.13.0 25,28	25.10.2017 12.15.0 25,99	25.10.2017 12.18.0 26,03
25.10.2017 13.03.0 25,33	25.10.2017 13.13.0 25,32	25.10.2017 13.15.0 26,03	25.10.2017 13.18.0 26,02
25.10.2017 14.03.0 25,45	25.10.2017 14.13.0 25,3	25.10.2017 14.15.0 25,91	25.10.2017 14.18.0 26,01
25.10.2017 15.03.0 25,47	25.10.2017 15.13.0 25,31	25.10.2017 15.15.0 25,94	25.10.2017 15.18.0 25,95
25.10.2017 16.03.0 25,38	25.10.2017 16.13.0 25,42	25.10.2017 16.15.0 25,98	25.10.2017 16.18.0 25,97
25.10.2017 17.03.0 25,37	25.10.2017 17.13.0 25,31	25.10.2017 17.15.0 25,98	25.10.2017 17.18.0 25,9
25.10.2017 18.03.0 25,41	25.10.2017 18.13.0 25,28	25.10.2017 18.15.0 26,08	25.10.2017 18.18.0 26,09
25.10.2017 19.03.0 25,28	25.10.2017 19.13.0 25,1	25.10.2017 19.15.0 25,96	25.10.2017 19.18.0 25,91
25.10.2017 20.03.0 25,4	25.10.2017 20.13.0 25,18	25.10.2017 20.15.0 25,94	25.10.2017 20.18.0 25,87
25.10.2017 21.03.0 25,25	25.10.2017 21.13.0 25,31	25.10.2017 21.15.0 25,88	25.10.2017 21.18.0 25,82
25.10.2017 22.03.0 25,24	25.10.2017 22.13.0 25,31	25.10.2017 22.15.0 25,84	25.10.2017 22.18.0 25,79
25.10.2017 23.03.0 25,28	25.10.2017 23.13.0 25,3	25.10.2017 23.15.0 25,86	25.10.2017 23.18.0 25,8
25,37375	25,302917	25,99666667	25,97375
26.10.2017 00.03.0 25,27	26.10.2017 00.13.0 25,28	26.10.2017 00.15.0 25,96	26.10.2017 00.18.0 25,73
26.10.2017 01.03.0 25,35	26.10.2017 01.13.0 25,26	26.10.2017 01.15.0 25,81	26.10.2017 01.18.0 25,76
26.10.2017 02.03.0 25,18	26.10.2017 02.13.0 25,29	26.10.2017 02.15.0 25,87	26.10.2017 02.18.0 25,79
26.10.2017 03.03.0 25,29	26.10.2017 03.13.0 25,4	26.10.2017 03.15.0 25,84	26.10.2017 03.18.0 25,81
26.10.2017 04.03.0 25,28	26.10.2017 04.13.0 25,3	26.10.2017 04.15.0 25,9	26.10.2017 04.18.0 25,76
26.10.2017 05.03.0 25,18	26.10.2017 05.13.0 25,26	26.10.2017 05.15.0 25,84	26.10.2017 05.18.0 25,75
26.10.2017 06.03.0 25,22	26.10.2017 06.13.0 25,24	26.10.2017 06.15.0 25,84	26.10.2017 06.18.0 25,75
26.10.2017 07.03.0 25,27	26.10.2017 07.13.0 25,23	26.10.2017 07.15.0 25,82	26.10.2017 07.18.0 25,72
26.10.2017 08.03.0 25,16	26.10.2017 08.13.0 25,24	26.10.2017 08.15.0 25,86	26.10.2017 08.18.0 25,72
26.10.2017 09.03.0 25,22	26.10.2017 09.13.0 25,25	26.10.2017 09.15.0 25,95	26.10.2017 09.18.0 25,77
26.10.2017 10.03.0 25,24	26.10.2017 10.13.0 25,24	26.10.2017 10.15.0 25,84	26.10.2017 10.18.0 25,79
26.10.2017 11.03.0 25,19	26.10.2017 11.13.0 25,23	26.10.2017 11.15.0 25,83	26.10.2017 11.18.0 25,75
26.10.2017 12.03.0 25,25	26.10.2017 12.13.0 25,21	26.10.2017 12.15.0 25,78	26.10.2017 12.18.0 25,8
25,23846	25,263846	25,85692308	25,76153846

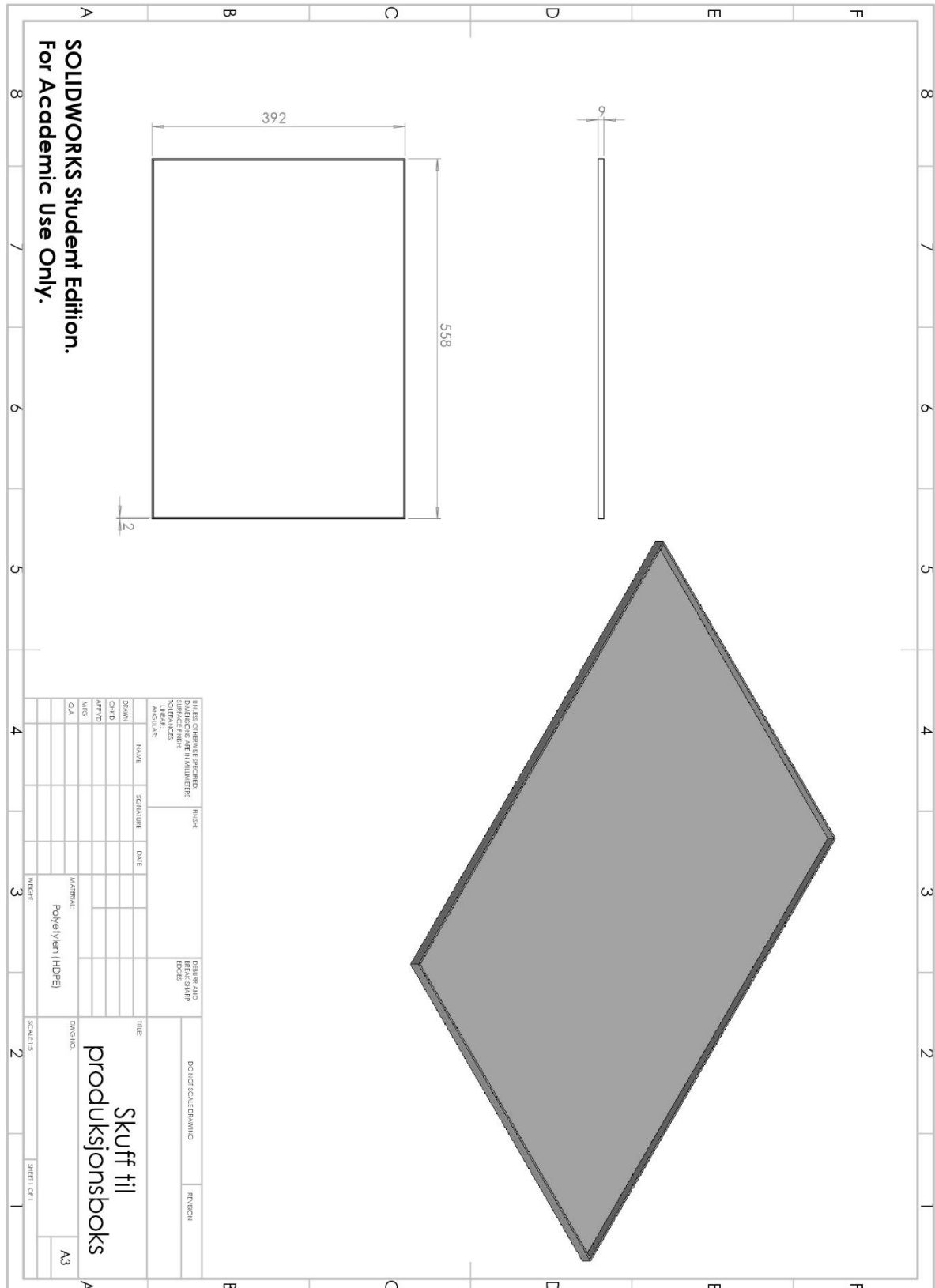
**Vedlegg 4**

ISO Tegninger av videreutviklet boks og skuff





ISO Tegninger av videreutviklet boks og skuff



**Vedlegg 5**

## Produktinformasjon for nylonnetting (06-500/47)

Product reference	Mesh opening [µm]	Open area [%]	Mesh count, warp [n/cm]	Mesh count, weft [n/cm]	6. Mesh count, warp [n/in]	7. Mesh count, weft [n/in]	8. Wire diameter, warp [µm]	9. Wire diameter, weft [µm]	10. Weight [g/m <sup>2</sup> ]	11. Weight [oz/yd <sup>2</sup> ]	12. Thickness [µm]	13. Width on stock [cm]	14. Width on request [cm]
06-355/48	355	48	19.0	19.0	48	48	180	180	94	2.8	300	115 136	-
06-390/47	390	47	18.0	18.0	46	46	190	190	140	4.1	310	136	-
06-400/38	400	38	15.0	15.0	38	38	250	250	180	5.3	450	106	-
06-405/47	405	47	17.0	17.0	43	43	190	190	110	3.3	330	115	-
06-425/46	425	46	16.0	16.0	41	41	205	205	130	3.8	365	115	-
06-430/38	430	38	14.0	14.0	36	36	272	272	200	5.9	510	-	152
06-450/48	450	48	15.0	15.0	38	38	205	205	125	3.7	360	115	158
06-475/56	475	56	16.0	16.0	41	41	180	180	85	2.5	290	108	-
06-500/38	500	38	12.0	12.0	30	30	315	315	225	6.7	580	115 158	-
06-500/47	500	47	14.0	14.0	36	36	230	230	130	3.8	425	136	-
06-530/50	530	50	13.0	13.0	33	33	230	230	130	3.8	400	158	-
06-600/41	600	41	11.0	11.0	28	28	335	335	235	7.0	630	-	115
06-600/51	600	51	12.0	12.0	30	30	245	245	135	4.0	440	115	-
06-700/44	700	44	10.0	10.0	25	25	355	355	225	6.7	650	112	-
06-700/53	700	53	11.0	11.0	28	28	265	265	140	4.1	485	115	-
06-750/52	750	52	9.5	9.5	24	24	290	290	140	4.1	495	115	-
06-780/53	780	53	9.4	9.4	24	24	290	290	140	4.1	550	-	115
06-850/46	850	46	8.0	8.0	20	20	405	405	255	7.5	800	109	-
06-1000/44	1000	44	6.7	6.7	17	17	515	515	330	9.8	890	110 142	-
06-1000/57	1000	57	7.5	7.5	19	19	330	330	150	4.4	605	108	-
06-1140/66	1140	66	7.1	7.1	18	18	265	265	93	2.7	490	-	158
06-1180/59	1180	59	6.5	6.5	17	17	360	360	160	4.7	650	110	-
06-1320/59	1320	59	5.8	5.8	15	15	405	405	190	5.6	770	108	-
06-1400/49	1400	49	5.0	5.0	13	13	610	610	340	10.1	1160	158	102
06-1550/60	1550	60	5.0	5.0	13	13	450	450	185	5.5	790	108	-
06-1700/50	1700	50	4.2	4.2	11	11	695	695	385	11.4	1300	-	104
06-1800/61	1800	61	4.4	4.4	11	11	500	500	200	5.9	910	-	115
06-2000/53	2000	53	3.6	3.6	9	9	750	750	380	11.2	1325	102 158	-
06-2400/55	2400	55	3.1	3.1	8	8	850	850	415	12.3	1500	102	-
06-3300/59	3300	59	2.3	2.3	6	6	1000	1000	460	13.6	1860	190	102
06-5000/72	5000	72	1.7	1.7	4	4	900	900	270	8.0	1680	-	115





Norges miljø- og biovitenskapelig universitet  
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet  
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003  
NO-1432 Ås  
Norway