



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2018 30 stp + 30 stp

Fakultetet for realfag og teknologi
Førsteamanuensis Odd Ivar Lekang

Videreutvikling av røkelakseemballasje og dispenser

Development of smoked salmon packaging and
slicer

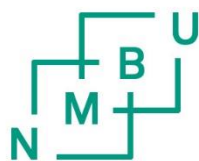
Kristian Dalland Olsen & Idar Holmbek Engebretsen

Maskin, prosess- og produktutvikling
Fakultetet for realfag og teknologi

Videreutvikling av røkelaksemballasje og dispenser

av

Kristian Dalland Olsen og Idar Holmbek Engebretsen



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave i Maskin og Produktutvikling

Fakultet for realfag og teknologi

Forord

Denne masteravhandlingen markerer avslutningen på vår mastergrad og er sluttproduktet i et masterprosjekt. Vi har fra starten av studiet havnet i mye gruppearbeid sammen, og har gjennom dette blitt gode kollokviepartnere. I masteroppgaven har vi utviklet og redegjort for en røkelaks-innpakning ved fakultet for realfag og teknologi ved Norges miljø- og biovitenskaplige universitet. Oppgaven er vektet 30 studiepoeng pr. student og fokuserer på hovedretningen produktutvikling. Oppgaven har gitt innsikt i behandling og håndtering av røkt fisk ved emballering i tillegg til ulike typer emballasje og viktige aspekter ved emballering. I arbeidet har produktutviklingsprosessen vært den mest krevende og læringsrike delen, en erfaring begge studentene vil få bruk for senere.

Arbeidet med denne mastergraden har gitt nyttig erfaring i konseptutviklingsfasen samt å samarbeide med mennesker med bredere og lengre erfaring enn masterstudenter. Det har også gitt innsikt i å arbeide frem et produkt i et marked hvor liknende produkter ikke eksisterer.

All hjelpen som er blitt gitt oss i løpet av denne perioden er tatt imot med stor takknemmelighet. Vi vil først og fremst takke vår veileder Førsteamanuensis Odd-Ivar Lekang og Universitetslektor Ola Omberg for god oppfølging i løpet av masterperioden.

Det er blitt hentet inn ekstern hjelp av andre ingeniører ved Realtek som også skal takkes for all hjelp. Dette var Senioringeniør Egil Stemsrud og Overingeniør Henrik Folke Holmberg.

Vil takke Bjørn Ellingsen ved HV Plast og Arve Solheim ved Tommen Gram AS for gode produksjonstall. Vil takke Markus Moe Hanssen og Kristian Haraldsen for hjelp til 3D-printing, og bilderedigering. Vi takker Hedvig Bjørge for hjelp med korrekturlesing og oppbygging av oppgaven, Mariann Dalland og Bjørn-Olav Engebretsen med korrekturlesing og vi vil takke Jan Ove Morlandstø og Svein Olav for muligheten til å jobbe med denne oppgaven.

Til slutt vil vi takke våre to fantastiske kjærester som har støttet og holdt ut med oss uten å få sett oss så mye dette semesteret.

Kristian Dalland Olsen

14.05.2018

Idar Holmbek Engebretsen

14.05.2018

Sammendrag

Hovedmålet med denne oppgaven var å utvikle et konkurransedyktig produkt som kombinerte emballasje og dispenser for hel røkelaks, der brukeren ikke trenger å komme i kontakt med røkelaksstykket for å få ut skivet røkelaks. Dette skulle fortrinnsvis kunne gjøres uten at det ga røkelaksen kortere holdbarhet enn eksisterende røkelaksprodukter på markedet. Produktet skulle gi brukeren mulighet til å justere tykkelsen på lakseskivene, i tillegg til å være resirkulerbar.

Gjennom prototypetesting og selektering ble en emballasje og dispenser som rommet 120 gram røkelaks utviklet. Dette produktet kunne porsjonere ut røkelaksskiver i valgfri tykkelse, der brukeren ikke kom i kontakt med røkelaksstykket. Emballasjens lengde kom på 100 millimeter, diameteren kom på 50 millimeter og materialet ble bestemt til å være høy densitets polyetylen. Tilleggsfunksjoner som å forsegle den emballerende dispenserens med plast og benytte modifisert atmosfære teknologi samt å legge absorberende puter i den emballerende dispenserens er nødvendig, men inngår ikke i prototypetestingen. Tilleggsfunksjonene ble lagt til etter resultatene fra en markedsanalyse og en spørreundersøkelse.

Det ble gjennomført en innledende økonomi- og miljøanalyse av emballasjen. Økonomianalysen ble gjort fordi emballasjens konkurransedyktighet er avhengig av emballasjens enhetspris. Det økonomiske aspektet er det viktigste i forhold til konkurransedyktighet. Miljøanalysen ble gjort for å undersøke alternativer for emballasjen som kunne redusere emballasjens utslipp. Konkurransedyktighet med pris ble sett på i kombinasjon med holdbarhetsaspektet, forsegling mellom brukssituasjoner og at forbrukeren ikke trenger å berøre røkelaksen. Gjennom den økonomiske analysen ble prisen på emballasje tilpasset 120 gram røkelaks utregnet til å være 22,6 kr, som fører til en produktpris (emballasje med røkelaks) på 87,1 kr og en kilopris på 704,9 kr. Til sammenlikning ble priser for emballasje tilpasset 200 gram røkelaks beregnet til å være 26,6 kr uten røkelaks, 134,2 kr med røkelaks, som medførte en kilopris på 671,0 kr.

Dersom varemerket legges til alle egenskapene som produktet innehar i kombinasjon med enhetsprisen og kiloprisen ble konkurransedyktigheten til emballasjen sett på som god. Oppdragsgiver var SALMA gjennom Gula AS, og et kjennetegn ved SALMA-produkter er høy kvalitet og stilrent design. Emballasjen komplimenterer disse kjennetegnene godt og dette kan forsterke konkurransedyktigheten til produktet.

Abstract

The main objective of this thesis was to develop a competitive product that combines packaging and dispenser for whole, smoked salmon, where the user does not need to get in contact with the salmon to get sliced smoked salmon. Preferably, without giving the smoked salmon shorter shelf life than existing products on the market. In addition, the packaging dispenser should be recyclable. The product should also allow the user to adjust the thickness of the salmon slices.

Through prototype testing and selection, a package and dispenser that contained 120 grams of smoked salmon was developed. This product could dispense smoked salmon slices of various thickness, where the user avoided direct contact with the smoked salmon. The packaging material is high-density polyethylene, and the packaging dimensions is 100 millimeters long and 50 millimeters in diameter. Additional features such as sealing the packaging dispenser with plastic and using packing in modified atmosphere technology as well as adding absorbent pads to the packaging dispenser are required, but are not included in the prototype testing. Additional features were added following the results of a market analysis and a survey.

An initial financial and environmental analysis of the packaging was conducted. The economic analysis was done because the packaging's competitiveness is dependent on the products unit price. The economic aspect is the most important in terms of competitiveness. The environmental analysis investigated alternatives to the packaging that could reduce the packaging's emissions. Competitiveness with focus on price was examined in combination with the sustainability aspect, sealing between usage situations, and that the consumer does not need to touch the smoked salmon. Through the economic analysis, the packaging price for 120 grams products was found to be 22.6 NOK, which leads to a product price (packed with smoked salmon) of 87.1 NOK and a kilo price of 704.9 NOK. By comparison, prices for products with 200 grams of smoked salmon were calculated to be 26.6 NOK without smoked salmon, 134.2 NOK with smoked salmon, which resulted in a kilo price of 671.0 NOK.

If the brand was taken into account in addition to all the features that the product holds in combination with the unit price and the kilo price, the competitiveness of the packaging was considered as good. The contracting authority was SALMA through Gula AS, and a hallmark of SALMA products is high quality and elegant design. The packaging was complimenting these characteristics well and this could enhance the competitiveness of the product.

Innholdsfortegnelse

1. Introduksjon	1
1.1 Hovedmål	2
1.2 Bakgrunn.....	2
1.3 Markedsbehov og potensiale.....	3
1.4 Begrensninger	5
2. Litteraturstudie.....	7
2.1 Formål med emballasje	8
2.2 Innovasjon og forskning på matemballasje.....	8
2.3 Miljøpåvirkning	10
2.4 Røkelaks.....	11
2.5 Materialer på dagens marked	12
2.6 Holdbarhetsaksept.....	15
2.7 Innledende FTO	15
3. Metode	17
3.1 Prototyping.....	18
3.2 Metodebruk og løsningsverktøy.....	20
3.3 Kvalitetssikring	23
3.4 Prosesstrinn	23
3.5 Håndantropometri og ergonomi	25
3.6 Spørreundersøkelse	25
4. Produktutvikling	27
4.1 Produktmål.....	28
4.2 Materialer og beregninger.....	28
4.3 Prototypetesting	34
4.4 Videreutvikling	43
5. Produksjonsmetode, transport og innledende miljøanalyse	45
5.1 Produksjon og transport	46
5.2 Innledende miljøanalyse	52

6 Produktpresentasjon	55
7. Diskusjon.....	61
8. Konklusjon	67
Referanser.....	71
Vedlegg.....	A

Formelliste

Navn	Formel	nr.
Volumpris material	$\frac{NOK}{kg} \cdot \frac{kg}{m^3} = \frac{NOK}{m^3}$	1
Dekomponering av kraft	$\frac{F}{\cos \alpha}$	2
Friksjonskraft	$F_f = \mu \cdot N = \mu \cdot F / \cos \alpha$	3
Friksjonskoeffisient	$\frac{\mu}{\cos \alpha} = \tan \varepsilon_1$	4
Vridemoment ved heving av last	$M_v = F \cdot \tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m$	5
Trykk	$P = \frac{F}{A}$	6
Jevnførende spenning i skrue	$\sigma_{jf} = \sqrt{\sigma_d^2 + 3 \cdot \tau_v^2}$	7
Pris på deler med forholdstall	$\text{produksjonspris del} = \left(\text{produksjonspris sylinter} \cdot \frac{\text{vekt på del}}{\text{vekt sylinter}} \right) \cdot \text{Antall}$	8
Enhetskost	$\text{Enhetskost} = \frac{\text{Produksjonskostnader} + \text{Engangskostnader} + \text{Transport}}{\text{Antall enheter}} + \text{Knivblad} + \text{Map poser} + \text{absorberende puter}$	9
Tverrsnitts-areal for sylinter	$A_{\text{sylinder}} = \pi \cdot r_{\text{sylinder}}^2$	10
Areal av vegg forlenget over hele sirkelen	$A_{\text{vegg}} = b_{\text{vegg}} \cdot l_{\text{vegg}}$	11
Sirkelsektor-spenn	$\theta = 180^\circ - 2 \cdot \sin^{-1} \left(\frac{b_{\text{vegg}}}{2 r_{\text{spindel}}} \right)$	12
Areal av sirkelsektor	$A_{ss1} = \frac{\text{Antall grader sirkelsektor sveiper over}}{\text{Antall grader i en hel sirkel}} \cdot \pi \cdot r^2$	13
Sirkelsektor-areal utfor vegg	$A_{ss2} = \text{Veggtykkelse} \cdot \left[\sin \left(\frac{\text{Antall grader sirkelsektor sveiper over}}{2} \right) \right] \cdot r$	14
Areal av skrue	$A_{\text{spindel}} = 2 \cdot (A_{ss1}^2 - A_{ss2}^2)$	15
Areal i sylinter som fortrenger laks	$A_{\text{vegg+spindel}} = A_{\text{vegg}} + A_{\text{spindel}}$	16
Tverrsnittsareal av røkelaks	$A_{\text{fisk}} = A_{\text{sylinder}} - A_{\text{vegg+spindel}}$	17
Korrigert friksjonsvinkel	$\varepsilon_1 = \tan^{-1} \frac{\mu}{\cos \varphi}$	18
Torsjonsspenning i skrue	$\tau_v = \frac{M_v}{W_v} = \frac{M_v}{\frac{\pi \cdot d_1^2}{16}}$	19

Navn	Formel	nr.
Trykkspenning	$\sigma_d = \frac{F}{A_s}$	20
Elastisitetsmodul for røkelaks	$E_{røkelaks} = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F \cdot L_0}{A_{trykktest} \cdot \Delta L}$	21

Begrepsforklaring

Begreper	Forklaring
Emballasjen	Den emballerende dispensereren som utvikles i denne oppgaven.
Røkelaksen	Røkelaksproduktet som skal inni emballasjen.
Laksen	Røkelaksproduktet som skal inni emballasjen.
Produktet	Emballasjen med røkelaks inni.

Forkortelser og symboler

Forkortelser	Beskrivelse
ABS	Akrylnitril-butadien-styren
CA	Cellulosebaserte materialer
CAD	Computer-aided design
CO ₂	Karbondioksid
Dollarkurs	7,73 NOK 20.03.2018
EN	Europeisk standard
Eurokurs	9,65 NOK 09.04.2018
EVA	Etylen-vinylacetat
EVOH	Etylen-vinylalkohol
FTO	Freedom to operate
HDPE	Høy densitets polyetylen
HMS	Helse, miljø og sikkerhet
ICO(mold)	Bedriftsnavn
Ionomer	En ionisert polymer
ISO	Internasjonale organisasjonen for standardisering
M12	M = metrisk, 12 = Størrelsen på ytre diameter på gjengene
MAP	Modified atmosphere packaging
NMBU	Norges Miljø og Biovitenskaplige Universitet
NS	Norsk standard
PA	Polyamider
PE	Polypropylen
PET	Polyester
pH	<i>Pondus Hydrogenii</i> (Mengde/vekt av hydrogen)
PLA	Polylaktid
PP	Polypropylen
PS	Polystyren
PTFE	Fluorpolymerer (teflon)
PVC	Polyvinylklorid
ss	Sirkelsektor

Symbolforklaring

Symbol	Beskrivelse	SI enhet
A_{Indeks}	Areal av flate gitt av indeks	m^2
E_{Indeks}	E-modul av materiale gitt av indeks	Pa
F_{Indeks}	Kraft utført av kilde gitt av indeks	N
L_0	Startlengde	M
M_v	Vridemoment ved heving av last	Nm
P_{maks}	Maks trykk	Pa
W_v	Arealmoment	m^2
b_{vegg}	bredde (vegg)	m
d_1	diameter skrue	m
d_{skrue}	Minste diameter skrue for sikkerhet mot brudd	m
l_{vegg}	lengde (vegg)	m
r_{indeks}	Radius for objekt angitt av indeks	m
ε_1	korrigerende friksjonskoeffisient	-
σ_d	Trykkspenning i skrue	Pa
σ_{jf}	Jevnførende spenning i skrue	Pa
τ_v	Torsjonspenning	Pa
ΔL	Endring i lengde	m
P	Trykk	Pa
α	Vinkel	Grader
θ	Vinkel for sirkelsektor	Grader
μ	Friksjonskoeffisient	-
π	pi	-
φ	stigningsvinkel skrue	Grader
x	Original tykkelse på røkelaksstykke	m
y	Forlengelse av røkelaksstykke	m

Kapittel 1

1. Introduksjon

Dette kapitlet beskriver hovedmålet for oppgaven og bakgrunnen for masterprosjektet blir belyst. Resultater av tidligere arbeid med emballasjen blir gjennomgått, markedet for røkelakseemballasjen blir undersøkt og begrensninger blir listet opp.

1.1 Hovedmål

Hovedmålet med denne oppgaven var å utvikle et konkurransedyktig produkt som kombinerte emballasje og dispenser for hel røkelaks, der brukeren ikke trenger å komme i kontakt med røkelaksstykket for å få ut skivet røkelaks. Dette skulle fortrinnsvis kunne gjøres uten at det ga røkelaksen kortere holdbarhet enn eksisterende røkelaksprodukter på markedet. Produktet skulle gi brukeren mulighet til å justere tykkelsen på lakseskivene, i tillegg til å være resirkulerbar.

Målet for produktet ble satt etter ønske fra SALMA gjennom Gula AS, oppdragsgiver for oppgaven. For å oppnå disse målene ble det satt opp mer detaljerte delmål som til sammen skulle føre til at den kombinerte emballasjen og dispenseren, heretter kalt emballasjen, utfylte hovedmålet:

1. Gjennomføre en innledende FTO analyse for å kartlegge patenter på markedet.
2. Utvikle en prototype som setter trykk på røkelaksen, skjærer laksen i skiver og som lakseskivene løsner fra.
3. Analysere materialalternativer og velge et aktuelt materiale å bruke i produksjon.
4. Velge produksjonsmåte for emballasjen som er best egnet for bestemt materiale.
5. Velge transportmetode og foreta en innledende miljøanalyse med fokus på energiforbruk og utslipp.
6. Beregne hvor mye det ferdige produktet vil koste på dagens marked.

For å oppnå delmålene ble det satt opp en fremdriftsplan med milepæler. Milepælene skulle være kontrollposter for at delmålene var oppnådd ved bestemte tidspunkter (Vedlegg A).

1.2 Bakgrunn

Dagens marked for røkelaks er preget av de samme emballasjeteknologiene som har vært brukt på markedet i lang tid og alle de store aktørene i Norge følger den samme trenden.¹ Måten som benyttes til å emballere røkelaks er billig og rask, men kan være noe ugunstig ved bruk. Produktet eksponeres for luft og annen kontaminering etter brutt forsegling.

I den forbindelse ble det skrevet en oppgave hvor et grovt konsept ble utviklet og gjort rede for.² Denne oppgaven var basis for videreutvikling av emballasjen som ble bestilt av SALMA gjennom Gula AS. Oppgaven var forprosjektet til denne masteroppgaven og ble gjort høsten 2017 i faget Tip300 Konsept og Produktrealisering. Prosjektet gikk ut på produktutviklingsprosessen for å skape et nytt produkt. Prosjektet førte til den originale modellen til lakseemballasjen. Modellen ble ikke riktig skalert i forhold til størrelsen på tiltenkt innhold som var 120-150 g laks. Modellen ble derfor brukt til å gjenspeile funksjonene til beholderen og gi bedre forståelse for hva som måtte gjøres for å forbedre emballasjen. Mange viktige elementer ble tatt videre fra den første modellen. Grunnfunksjonene til emballasjen er at røkelaksen blir lagt inn i sylindren på en plate, fisken

presses mot lokket ved hjelp av en skrufunksjon på bunnen og spor inni sylindere, så blir fisken skåret ut av beholderen ved hjelp av en skarp kant i lokket.

I tillegg til denne grunntanken ble det designet et klikksystem for å kontrollere hvor mye press det er satt på laksestykket. Systemet gikk ut på at i sylindere bunn ble det konstruert små bladfjærer i plast som skulle skli over små ramper på bunndelen. Disse rampene var jevnt fordelt rundt hele bunnen og når sylindere ble rotert en gitt distanse ville bladfjærene etter å ha blitt presset opp rampen falle ned ved enden av rampene. Fallet ville høres ved et klikk som indikerte at sylindere hadde blitt rotert og dermed hevet pressplaten. I tillegg til å indikere hvor mye press som ble satt på laksestykket, hjalp rampen med å stoppe mekanismen fra å rotere andre veien og dermed opprettholde trykket mot røkelaksen (Vedlegg B). Det ble også laget et produktnavn og designet en logo for emballasjen. Ettersom produktet skulle videreutvikles i denne masteroppgaven ble produktnavnet og logoen fjernet for at bedriften skulle kunne bruke sitt eget varemerke på emballasjen. Ut over produkttegenskapene ble ulike kostnader for støpeformer, plastmateriale (innledende valgt til høydensitets polyetylen (HDPE)) og liknende utregnet.

På slutten av forprosjektet ble et førsteutkast til emballasjen presentert. Det ble også lagt frem mulige forbedringer av emballasjen samt temaer som burde analyseres grundigere. Dette innbefattet men begrenset seg ikke til:

- Å utrede grundigere valg av materiale både med tanke på kostnader, men også med tanke på miljøhensyn.
- Se mer på produksjonsmåter og produksjonsland for å redusere kostnader.
- Utføre prototypetesting.
- Redusere størrelsen på emballasjen til å passe til røkelaksstykkene den skal romme.
- Utføre beregninger av modellen for å bedre forståelsen av kritiske områder og om konstruksjonen holder i forhold til belastninger.

1.3 Markedsbehov og potensiale

I Norge produseres det i dag røkelaks i store mengder og det eksisterer allerede mange røkelaks-produkter på det norske markedet. Disse produktene kan forbedres ved å redusere svinn og å forlenge holdbarheten på produktet.³

I tillegg til den potensielt forbedrede holdbarheten har produktet utviklet i denne oppgaven muligheter til å skape et helt nytt marked for røkelaks i en pakning der skiver kan skjæres av selv. Emballasjen vil også skille seg ut fra andre emballasjer på markedet og legges merke til ved siden

av andre røkelaksprodukter. Disse aspektene samlet kan skape nye røkelaksprodukter og kan potensielt etablere et eget marked.



Figur 3: Rema Prima røkelaks i skiver (Foto: Kristian Olsen).



Figur 2: Troll røkelaks, hel (Foto: Kristian Olsen).



Figur 1: Godehav røkelaks, et produkt fra Norsk Sjømat (Foto: Kristian Olsen).

Emballasjen utviklet i denne oppgaven retter seg mot et marked i hovedsak bestående av forbrukere som kjøper røkelaks i dagligvarebutikk og er opptatt av holdbarhet. Andre potensielle markeder kan være hotellnæring, catering og andre næringer som serverer mat. Disse markedene vil ikke undersøkes nøyere da hovedfokuset til oppdragsgiver var markedet for butikksalg. For å få et bilde av hva markedet ønsket av produktene som ble solgt ble det utført en innledende markedsanalyse samt en eksterntest. Forbrukerne som emballasjen sikter seg inn på ble antatt å ha et forbruk som tilsier at de kjøper røkelaksprodukter i det øvre prissjiktet av markedet.

På det norske markedet for røkelaks finnes det mange ulike konkurrenter. Noen er selvstendige produsenter av røkelaks og andre er selskaper knyttet tett til egne butikkjeder. Ved befarung er det blitt observert at Rema 1000 har sine egne Rema Prima produkter hvor røkelaks er en del av vareutvalget (Figur 3). Lofotprodukt AS, Sotra Fiskeindustri, Troll Salmon og Norsk Sjømat er store konkurrenter som ikke jobber direkte via en butikkjede (Figur 2)(Figur 1). Dette er store selskaper som selger mange fiskeprodukter, også røkelaks. Enkelte av disse aktørene er mindre til stede i det norske markedet enn andre, men er likefult konkurrenter.

Pris er en viktig konkurransefaktor og noe forbrukerne legger stor vekt på. Røkelaks er et bearbeidet produkt og er noe høyere priset enn ikke-bearbeidet laks. Dette er fordi prosessen med røking tar tid og arbeidskraft. De ulike røkelakstypene varierer også i pris på grunn av ulik bearbeiding før emballering. Prisene på røkelaks i butikk varierer mellom 159 kr/kg og 630 kr/kg med First Price røkelaks i den ene enden og Lofoten røkelaks i den andre av prisspekteret. Tradisjonell emballasje har en kilopris på ca. 2-3 kr per kg røkelaks før merverdiavgift legges til.⁴ Produktet som utvikles i denne oppgaven vil forsøke å ikke legge seg for langt utenfor prisintervallet til eksisterende røkelaksprodukter.

Produktene på markedet varierer stort i pris, og det er derfor noe vanskelig å dele forbrukere av produktene i grupper. Det ble antatt at forbrukere av røkelaks har et forbruk over det en gjennomsnittsstudent har, og det ble antatt at for produktene øverst i prissjiktet var snittalderen

høyere enn for de nedre prisene (Vedlegg C). Undersøkelsen fikk 400 svar, med god spredning i alderen på deltakere. Informasjonen som ble trukket ut av spørreundersøkelsen var et ønske om skivet røkelaks, men at holdbarhet for produktet var viktig. I tillegg var det et ønske om både å slippe å berøre røkelaksen, og å ha en annen måte å overføre røkelaks fra emballasjen til tallerken. Dette viste viktigheten til noen av punktene fremstilt i hovedmålet for oppgaven og ble derfor tatt hensyn til i videreutviklingen (Vedlegg C).

1.4 Begrensninger

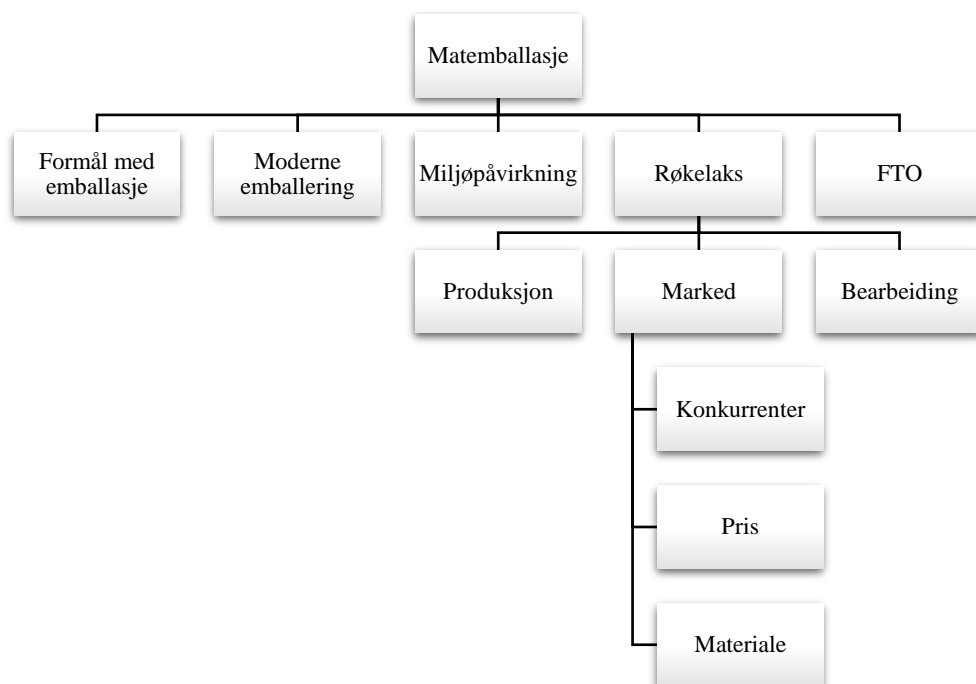
I utføringen av oppgaven ble det gjort noen begrensninger på grunn av tid og andre restriksjoner.

- Alle 3D-print og prototyper lages av ABS plast.
- Blir foretatt innledende FTO analyse.
- Miljøanalyse blir foretatt hvor det kun blir sett på CO₂ utslipp og energibruk med frakt fra Kina.
- Innledende markedsundersøkelse blir foretatt kun for å danne et bilde av markedet, ikke som en dyptgående analyse.
- Antall materialer i materialvalg ble begrenset av hva som ble listet opp som vanlige materialer og hva som var tilgjengelig i CES Edupack.^{5, 6} Prisanalysen ble begrenset av samme grunner.
- Det blir kun sett på produksjon i Kina og i Norge og transport fra Kina. Mail ble sendt til flere aktører i andre land, men ble ikke besvart.
- Det er kun sett på støping som produksjonsmetode fordi det forutsette kvanta var for stort for fresing og emballasjens utforming tillater støping.
- Det er ikke utført statistisk analyse på spørreundersøkelsen.
- Det blir ikke utført prototypetesting av lukkefunksjon, absorberende puter, MAP pakking eller av smartemballasje i form oksygenindikator.
- På grunn av konfidensialitet på designet var det ikke mulig å sende alle delene samlet til produsent og dermed vil produksjonskostnader bli estimat ut fra produksjonskostnad på sylindere delen.
- Det vil ikke bli foretatt noen analyser av holdbarhet for produktet.
- Krav til merking av produktet vil ikke bli undersøkt, merking vil heller ikke bli laget.
- Økonomianalyse vil kun gi et bilde av hvilket prisområde emballasjen vil ligge i.
- Det vil ikke bli satt opp et budsjett for produktet.
- I forhold til konkurransedyktighet vil det ikke kvantifiseres og settes noe tall på dette, kun diskuteres muligheter.

Kapittel 2

2. Litteraturstudie

Dette kapitlet introduserer grunnlaget for oppgaven, systematiserer omfanget og innfallsvinkelen, og gir en innføring i teorien. Disse karakteristikene er systematisert i et hierarkisk tre som viser sammenhengene mellom de ulike temaene (Figur 4).



Figur 4: Oppbygging av litteraturstudiet med utgangspunkt i matemballasje.

2.1 Formål med emballasje

I 2018 er det svært vanlig å selge matvarer i emballasje, fordi det stilles strenge krav til salg av matvarer.⁷ Emballasje er tilnærmet nødvendig for å få solgt et produkt på dagens marked. Dette begrunnes av Packaging Institute Internationals (nå nedlagt) definisjon av emballasje: «et begrenset område rundt produkter, gjenstander eller annen emballasje i en innpakket pose, veske, kopp, form, boks, tube, flaske eller annen form for beholder som skal utføre en eller flere av følgende funksjoner: begrensning, beskyttelse, bevaring, kommunikasjon, nytte og opptreden».⁸ Som det vises av definisjonen måtte et eller flere av disse funksjonene oppfylles for at en gjenstand skulle defineres som emballasje.⁸

Emballasjens formål kan deles inn i fire områder: å beskytte produktet, kommunisere til forbruker, bekvemmelighet og oppbevaring.⁹ Beskyttelsesfunksjonen vil si å forhindre at produktet blir skadet eller endret på noen måte, samtidig hindre at produktet blir forurenset i form av partikler eller patogener. Patogener er bakterier eller sopp som er sykdomsfremkallende.¹⁰ Emballasjen skal kommunisere innholdet og viktig informasjon til forbruker om produktets næringsinnhold og holdbarhet. Bekvemmelighet legger til rette for at produktet skal være slik kunden vil ha det både i ønsket form og tilgjengelighet. Det siste punktet, oppbevaring, er den mest grunnleggende funksjonen til en emballasje. Som at emballasjen er lett å transportere, håndtere, stable og annet.⁹ Formålet med emballasje generelt er det samme enten det gjelder matvarer eller andre varer, og videre fokuseres det på matemballasje.

2.2 Innovasjon og forskning på matemballasje

Med teknologiutviklingen det siste århundre har også måten varer blir emballert på og selve emballasjen endret seg. Emballasje i 2018 er mer sofistisert og virker på langt flere måter enn emballasje gjorde på 1900-tallet. Hvilke fordeler som ligger i moderne emballasje og hvordan situasjonen for emballasje er nå samt hva som forskes på og hvordan emballasje kan forandre seg i fremtiden må undersøkes.

Utvikling av moderne matemballasje har hatt fokus på å utvide holdbarheten til matprodukter. For både butikker som selger varer og for brukere er det viktig med så lang holdbarhet som mulig. Selgeren har mindre risiko ved å selge varer med lang holdbarhet og forbruker kan oppbevare produktet lenger, som reduserer sjansen for at produktet blir kastet. Et større fokus på matsvinn medfører større krav til holdbarhet. Mer utbredt bruk av lufttett pakning og andre hjelpemidler brukes for å oppnå lengre holdbarhet. Disse hjelpemidlene er blant annet samlet under begrepet aktiv emballering.¹¹

I følge EUs forskrifter er aktiv emballering emballasje som endrer oppbyggingen til eller atmosfæren rundt produktet (1935/2004/EC og 450/2009/EC).¹² Ulike hjelpemidler som kan bli brukt i aktiv emballering er blant annet: absorberende puter, absorberende former, anti-soppelegg,

puter som emitterer CO₂ og liknende løsninger, som forlenger levetiden til matvarer i emballasje.¹¹ Dette er tilleggfunksjoner som allerede eksisterer på markedet, men det finnes også ny teknologi som forskes på for å oppnå de samme effektene.

Nye metoder for å øke holdbarheten på mat er å bruke naturlige ekstrakter og oljer som base for antimikrobiell emballasje. Ved bruk av film laget av kyllingfjærprotein og gelatin tilsatt krydder- nøtteolje er det påvist redusert forekomst av både *Escherichia coli* og *Listeria monocytogenes*.¹¹ Andre liknende eksempler på lavere forekomster av helseskadelige bakterier ved bruk av liknende naturlig film er dokumentert.¹³

Naturlige antimikrobielle emballasjer egner seg også til å emballere røkelaks. Når det gjelder mekaniske egenskaper til disse tynne lagene er strekkfastheten dokumentert til å være høyere enn til selve røkelaksen.¹⁴ Komposittfilm med ulik andel gelatin har økende mekaniske egenskaper med økende andel gelatin.¹⁴ Om denne type emballasje brukes for røkelaks vil emballasjen ikke bare ha en kjemisk men også en mekanisk beskyttende rolle. I takt med økende mekaniske egenskaper har også filmen lavere løselighet og lavere væskeinnhold ved høyere andel gelatin.¹⁴ Økt holdbarhet er viktig for å redusere matsvinn, men at forbrukeren har kontroll på holdbarheten til sitt produkt er like viktig for å unngå at mat kastes unødvendig.

Smartemballering er en av de nyere formene for emballering som har ulike funksjoner på forskjellige varer. Denne typen emballasje kan føle, kommunisere og overvåke tilstanden og kvaliteten på matvaren.¹⁵ Med smartemballering har forbrukeren bedre kontroll på holdbarheten på sin spesifikke vare. Smart-funksjonen i emballasjen er små deler som ser på temperatur, karbondioksid, oksygeninnhold etc. for å analysere hvor lang levetid det er igjen på produktet.¹⁵

En av de store drivkreftene for patogener er oksygennivå. Den mest brukte holdbarhetsindikatoren for å måle oksygen i matemballasje er colourimetric redox dye based indikator. Denne indikatoren ble kommersialisert av Mitsubishi Gas Chemical Company, Tokyo, Japan.¹⁵ Ved fravær av oksygen i pakningens atmosfære vil indikatoren fylt med metylenblått være fargeløs i redusert form. Når oksygen er tilstede vil metylblått oksidere og endres til en dyp blå farge, hvilket indikerer at oksygen er i emballasjen.¹⁶ Dette gir en indikasjon på at produktet i emballasjen kan være i kontakt med luft fra omgivelsene, som gir et bedre bilde på produktets holdbarhet enn med datostempling alene.

Emballering av fiskeprodukter blir ofte gjort i form av vakuumpakning, dette gjelder også for røkelaks. En grunn til dette er å fjerne luft, og dermed oksygen, som igjen hemmer vekst av aerobe patogener.¹⁷ En annen metode som kan bli brukt er å erstatte oksygen i atmosfæren rundt varen med en gass som hemmer bakterievekst istedenfor å fremme veksten, såkalt modifisert atmosfære pakning (MAP)(Figur 5). Begge løsningene jobber for samme resultat: Å fortrenge oksygen og dermed redusere forekomsten av patogener. Mengden bakterier og veksten til bakterier i disse to ulike metodene er ulik.¹⁸



Figur 5: Matemballasje med bruk av MAP teknologi (Foto: Kristian Olsen).

Hvilken type pakning som brukes avhenger blant annet av hvilken som har best bevarende egenskaper. Denne egenskapen henger tett sammen med bakterieveksten i emballasjen. Selv om det var noe mer bakterier på fisken fra start i modifisert atmosfære pakking (MAP), var det stor forskjell i hastighet på vekst i de to ulike forseglingene.¹⁸ MAP hadde betydelig lavere vekst av bakteriekolonier enn vakuumpakket fisk. Forskjellen i bakterievekst tyder på at i butikk vil to like produkter pakket på to ulike måter ha ulik holdbarhet. Produktet pakket med MAP vil ha lenger holdbarhet enn det vakuumpakkete produktet (Figur 5).¹⁸ Andre mulige effekter av interaksjoner mellom emballasje og produkt som for eksempel endret pH kan ha mye å si for materialvalg.

Materialer reagerer ulikt på pH verdier og noen materialer kan brytes ned på grunn av for surt eller for basisk miljø.⁵ Av denne grunn er det viktig å ha oversikt over hvordan MAP og vakuum påvirker pH til produktet. Det viste seg at pH endret seg lite over tid, og forskjellen mellom de to pakningene var små.¹⁸ Noe større endring for pH fant sted ved bruk av MAP, men dette er så små verdier at det ikke har noen praktisk betydning.¹⁹ Dette betyr at forskjellen i pH ikke har noe å si for materialvalget og dermed kan MAP og vakuum velges uavhengig av materialvalget.¹⁸

Flere sammensetninger av gasser er patentert når det gjelder MAP teknologi. Ulike kombinasjoner av gasser gir ulike egenskaper, og noen er derfor patentbeskyttet.²⁰ En kombinasjon er 2,5-30% oksygen, 10-75% karbondioksid og 1-10% karbonmonoksid. Sistnevnte kan bli fjernet etter en times behandling ifølge patent US3930040A.²⁰ Patentet gjelder kjøtt, men kan ha overføringsverdi til fiskeprodukter. Ved bruk av MAP teknologi er det viktig å ikke bruke noen av disse patenterte sammensetningene eller komme for nær en patentert kombinasjon.

2.3 Miljøpåvirkning

Med økt bruk av plast i forbruksvarer er det også økende behov for å behandle denne plasten etter bruk. I dag utføres hovedsakelig tre behandlinger, gjenvinning, som energikilde og forbrenning i fri luft. Sistnevnte er dokumentert til å være svært lite gunstig både med tanke på ressursforbruk, global oppvarming og helsefaktorer for mennesker.²¹ Å konvertere plastavfall til energi er en god løsning med tanke på helse og ressursbruk, men det medfører noe utslipp, dog mindre enn ved ren forbrenning. Gjenvinning står igjen som eneste håndtering av plastavfall som virker positivt på både helse, ressursbruk og utslipp. Det gir også større positivt utslag på områdene konvertering til energi er positive på.²¹

Rundt 280 millioner tonn plastmateriale blir produsert årlig, mye til forbruksvarer.²² Dumping av plastavfall er en stor grunn til forurensede områder i verdenshavene. Dumpingen har ført til opphoping av plast spesielt i to områder i Stille- og Atlanterhavet og ett i Indiahavet.²³ Miljøet i havet blir forverret ved at marine pattedyr, sjøfuglarter og havskillpaddearter blir påvirket av disse store plastsporene.²⁴

Mikroplast påvirker også et stort spekter av havdyr. Mikroplast er plastavfall som er brutt ned til små partikler. Alt fra virvelløse dyr til sjøfugler, får i seg mikroplast gjennom maten. Plastpartiklene på nano størrelse har vist å kunne penetrere cellemembran i laboratorieforsøk.²⁵ Dette kan påvirke mennesker siden mikroplast kan bli overført fra bytte til rovdyr, og med menneskes plassering i næringskjeden kan mikroplast til slutt ende i mennesker.²⁵ Konsekvensene av mikroplast er alvorlige og tiltak for å håndtere plast til havene er viktige.

Løsningene på det globale problemet med plastavfall kan være mange, men hva de skal oppnå er det samme: Enten redusere andelen plast i havet, som innebærer oppsamling av avfall, eller redusere andelen plastavfall som ender i havet hvert år.^{25,26} Sistnevnte kan påvirkes av plastprodusenter og produktutviklere ved å tilrettelegge resirkulering gjennom produktets oppbygging eller ved å ta i bruk ny teknologi som legger til grunn for materialer som brytes ned naturlig.

Komposittplater av polymelkesyre og fiber av alfagress eller luffa, som er plantetyper, kan brukes som et alternativ til andre ikke-nedbrytbare plastmaterialer.²⁷ Komposittene har best utseende og blandes best med 10% til 20% av enten alfagress eller luffa i komposittblandingen.²⁸ Det er vist at det mest optimale blandeforholdet er med 10% fiber da denne kombinasjonen har desidert høyest E-modul og strekkfasthet.

2.4 Røkelaks

Oppgaven omhandler utviklingen av en emballasje for røkelaks. Egenskaper ved produktet som kan påvirke emballasjen må belyses samt markedet for produktet og emballasjens betydning i markedet må bli tatt stilling til. Først vil røking av laks bli belyst og deretter utfordringer ved denne metoden.

Røking av matvarer har tradisjonelt vært en god og vanlig metode å øke holdbarhet på. I nyere tid har mengden røyk blitt redusert så smaken av røyk ikke dominerer produktet i like stor grad. Røkeprosessen kan enten foregå kaldt eller varmt. Røkelaksen som blir brukt i emballasjen som ble utviklet i denne oppgaven er kalldrøkt.

Kalldrøkt laks går gjennom tre hovedprosesser: salting, dehydrering og røking. For å hemme veksten av bakterier og mugg kan vanninnholdet i fisken bli redusert ved henholdsvis salting og dehydrering. Deretter blir fisken kalldrøkt på temperaturer mellom 20-30°C som ikke vil drepe noe mikroflora i seg selv.²⁹ På grunn av dette er det nødvendig å vite hvilke ulike patogener som kan forekomme på røkelaks. Noen av disse patogenene mikroorganismene er mer alvorlige enn andre.

Listeria monocytogen er en mikroorganisk patogen som er alvorlig for mennesker.³⁰ Listeriose er en av de mest dødelige matbårne sykdommene i EU med en dødelighetsrate på 20-30%. Basert på rapporterte tilfeller av listeriose døde 270 mennesker av det i 2009.³¹ *Listeria monocytogen* er derfor et patogen som ikke kan forekomme på produkter som selges. Emballasjer må hemme vekst av bakterier for at det ved mulig kontaminering i produksjon ikke skal kunne vokse kolonier på produktet.

Behandlingen av laksen har mye å si for miljøet rundt røkelaksen, både med tanke på patogene mikroorganismer og på pH. Kaldrøkt laks faller under lett konserverte fiskeprodukter siden det har et salt (NaCl) innhold mellom 2,5 og 3,5% (w/w).³² Denne behandlingen i kombinasjon med røking gjør at pH i kaldrøkt laks varierer mellom 6 og 6,3 som gjør det til et lett surt produkt.³³

2.5 Materialer på dagens marked

På markedet for matvarer i det 21. århundre blir det brukt mye plast til emballering. Grunner til dette er både at de er lette å forme og bearbeide, de er tette og isolerer innholdet godt fra omgivelsene og er billigere enn andre alternativer.⁵ I tillegg brukes også metall, papp eller glass. Hvert materiale vil systematisk bli tatt for seg for så å veies i forhold hverandre.

Plast

Plast eller polymerer er et svært vanlig materiale til emballering (Figur 6). Polymerer som brukes til matemballasje kan deles inn i to hovedgrupper: Termoplast og herdeplast. Forskjellen på disse to typene er at termoplaster mykner når de varmes opp. Ved høy nok temperatur vil de smelte, og ved lavere temperaturer blir de harde. Denne endringen i strukturen er reversibel og kan gjentas flere ganger. Herdeplaster blir harde når de lages eller formes og de blir ikke mykere ved oppvarming. Herdeplaster er ofte hardere, sterkere og de beholder sin form når de blir utsatt for høye temperaturer eller fukt mye bedre enn termoplaster.³⁴ Hvilke typer plast som brukes begrenses av blant annet lovverk og i denne oppgaven av hvilke materialer som brukes til matemballasje. (Vedlegg D).^{35,6}



Figur 6: Plast brukt til vakuumpakking (Foto: Kristian Olsen).

Av disse plasttypene er de fleste termoplaster med unntak av polyester som kan forekomme som både termo- og herdeplast. Til bruk som materiale i lakseemballasjen er det ikke stor forskjell på disse to typene så lenge materialet tåler belastningen emballasjen vil bli utsatt for. I et miljøperspektiv vil termoplaster være et mer fornuftig valg ettersom disse kan smeltes om.⁶ Det kan dermed tyde på at det kan være en fordel å bruke termoplast som materiale i forbruksvarer.

Metall

Det er primært to metaller som brukes til emballering av mat. Disse brukes på grunn av relativt lav pris. De har også gode nok mekaniske egenskaper og er mulig å bearbeide til å bli hardere enn de opprinnelig er. Disse metallene er stål og aluminium (Figur 7).⁶ Metallene har ulike egenskaper som er både positive og negative på hver sin måte. For å belyse disse egenskapene blir metallene belyst hver for seg. Stål blir først omtalt.



*Figur 7: Metall brukt til emballering av matvarer
(Foto: Kristian Olsen).*

Stål er legeringer av jern og karbon. Den mest vanlige typen å bruke til matvareemballasje er en ståltipe med lav karbonkonsentrasjon. Det er i tillegg vanlig å dekke stålet med et tynt lag tinn for å beskytte stålet mot korrosjon. Tinnbelagt stål er også, i noen tilfeller, egnet til å være i kontakt med matproduktene inne i emballasjen. For de fleste matprodukter er det derimot nødvendig å ha et organisk beskyttende lag mellom tinnlaget og matproduktet for å unngå kjemiske reaksjoner mellom metallet og matvaren.⁶ Det kan dermed konkluderes med at stål er et egnet materiale i noen tilfeller, men ofte krever noen tilleggs materialer for å unngå at emballasjen interfererer med innholdet.

Aluminium har andre egenskaper enn stål, og brukes når emballasjens vekt skal være lavest mulig. Legering med magnesium eller mangan vil bedre de mekaniske egenskapene til materialet. Aluminiumsemballasje blir alltid dekket med et organisk stoff for å skille matvaren fra metallet.⁶

Papp og papir

Papir blir produsert gjennom en prosess fra tre. Først blir trebiter kvernet og vasket til papirmasse. Denne massen blir så presset og tørket før det får et belegg og kuttet opp. Matvareindustrien står for over 50% av papir og papp som brukes til pakking.⁷ De mest brukte matvarene som pakkes i

papir eller papp er: tørr produkter som frokostblanding og brød, frossen mat og iskrem, drikkevarer som jus og melk, ferdigmat, fersk frukt og kjøtt (Figur 8).



Figur 8: Melk emballert i pappkompositt (Foto: Kristian Olsen).

Det er vanlig å sette inn en barriere for å øke bruksevnen til papp og papir for å hindre lekkasje. Det vanligste er å laminere med plastikk av typen PE, PP, PET eller EVOH. Det blir også brukt aluminiumsfolie og voks. På grunn av dette blir valg av papp eller papir nødvendig å kombinere med andre materialer som har bedre beskyttende egenskaper.

Glass

I følge Fédération Européenne du Verre D'Emballage (FEVE) ble hele 22,4 millioner tonn glassemballasje produsert i Europa i 2007, noe som var en økning på 4% fra 2006.³⁶ Dette kan tyde på at markedet for glassemballasje er til stede i Europa.

Det er mange ulike matvarer som selges i glass emballasje. Varene kan variere både i konsistens og i oppbevaringsforhold. Tørrvarer som kaffebønner og krydder, drikkevarer som brus og alkoholholdig drikke og produkter som sild, syltetøy og ketchup har alle ulike typer glass som emballasje (Figur 9). Ulike stoffer i glasset gir ulik farge som gjør at glasset kan tilpasses innholdet ved å gjøre det mer eller mindre gjennomsiktig, som gjør glass til et allsidig materiale for emballering av.

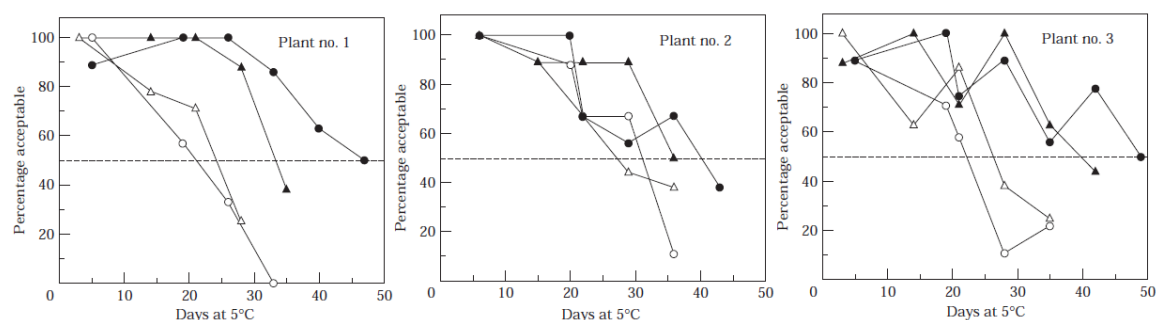


Figur 9: Sild emballert i glassemballasje (Foto: Kristian Olsen).

Glass kan brukes for å gi emballasjen et «eksklusivt» preg. Å pakke noe inn i en glassbeholder kan være et kvalitetstegn i seg selv. Ifølge FEVE ser 85% av europeere glass som et kvalitetsstempel.³⁷ Grunnene til dette kan være at glass er et glatt materiale som gir et rent og polert uttrykk som kan gi uttrykk for god kvalitet. Når det kommer til hygiene er glass den optimale oppbevarings-emballasjen for innpakking av mat og drikke, fordi glass ikke vil påvirke produktet som blir lagret i det på noen måte.⁶ Dette kan være med på å selge et produkt emballert i glass. Om forbrukeren ser på et produkt og forbinder det med kvalitet bare av emballasjens materiale er det en stor fordel.

2.6 Holdbarhetsaksept

Røkelaks selges i to former: hele stykker eller skivet. Disse formene har innvirkning på produktets holdbarhet. I tillegg til at oppskåret laks har ulik holdbarhet sammenliknet med hel har også saltinnholdet innvirkning på et produkts holdbarhet. Den estimerte kjøleskapslevetiden til oppskåret laks varierte mellom 21 og 36 dager, mens hel laksefilet varierte mellom 32 og 49 dager (Figur 10).³⁸ Studien kan altså tyde på at røkelaks i hele stykker har bedre holdbarhet enn oppskåret og bruken av dette kan muligens redusere mengden røkelaks som blir kastet.



Figur 10: Utdrag fra Microbiological quality and shelf life of cold-smoked salmon from three different processing plants. Hvit og sort sirkel er skivet laks batch 1 og 2 mens hvit og svart trekant er batch 1 og 2 av hel røkelaks.³⁸

2.7 Innledende FTO

For å kartlegge hvilket handlingsrom som finnes på det norske markedet er en freedom to operate (FTO) analyse fornuftig å gjøre. Det gjøres for å unngå å gjøre overtredelser i forhold til eksisterende patenter. I analysen ble Patentstyret sin søkemotor brukt. Søkeord som kunne assosieres med emballasjen ble brukt til å finne patenter.

En patent som begrenser utviklingen noe er patent nummer NO/EP2261023. Den gjelder et flerlags polyamidrør som består av tre lag hvor materialsammensetningen for lagene er spesifisert (Vedlegg E).³⁹ Dette må tas hensyn til i materialvalg og komposisjonen av emballasjen må være ulik beskrivelsen i dette patentet. Dette er det eneste patentet under søkeordet «matemballasje» som er et aktivt patent, og er derfor det eneste som begrenser utviklingen av en ny emballasje.

Et annet patent som må tas i betraktning er patent med nummer 329220 som ble funnet med søkeordet «emballasje» (Vedlegg E).⁴⁰ Dette er et patent for en emballasje som er laget for et langstrakt legeme. Denne emballasjen består av to hoveddeler, en sylindrisk plastdel og en pappdel som fungerer som selve beholderen. Produktet i oppgaven kan nærme seg dette patentet på noen områder, og må derfor passe på å ikke gjøre noen overtredelser.

Under søkeordet «mat» ligger også patent nummer 338302 som er et patent for en måte å overføre matvarer til serveringsflate (Vedlegg E).⁴¹ Dette er det eneste patentet under dette søkeordet som er aktivt. Ved videre endringer er det derfor viktig å ikke designe en løsning som likner for mye på denne løsningen.

Under søkeordet «oppkutting» finnes det 22 patenter hvor 13 ikke er fornyet og 9 er henlagt i søknadsprosessen.⁴² Søkeordet «Food packaging» gir 9 patenter som ikke innvirker på emballasjen.⁴³ Inntrykket av patentene i dette markedet er at de enten er utgåtte patenter eller at patentene er langt fra denne oppgavens emballasje. Dette gjør at utviklingen av emballasjen blir noe enklere.

Kapittel 3

3. Metode

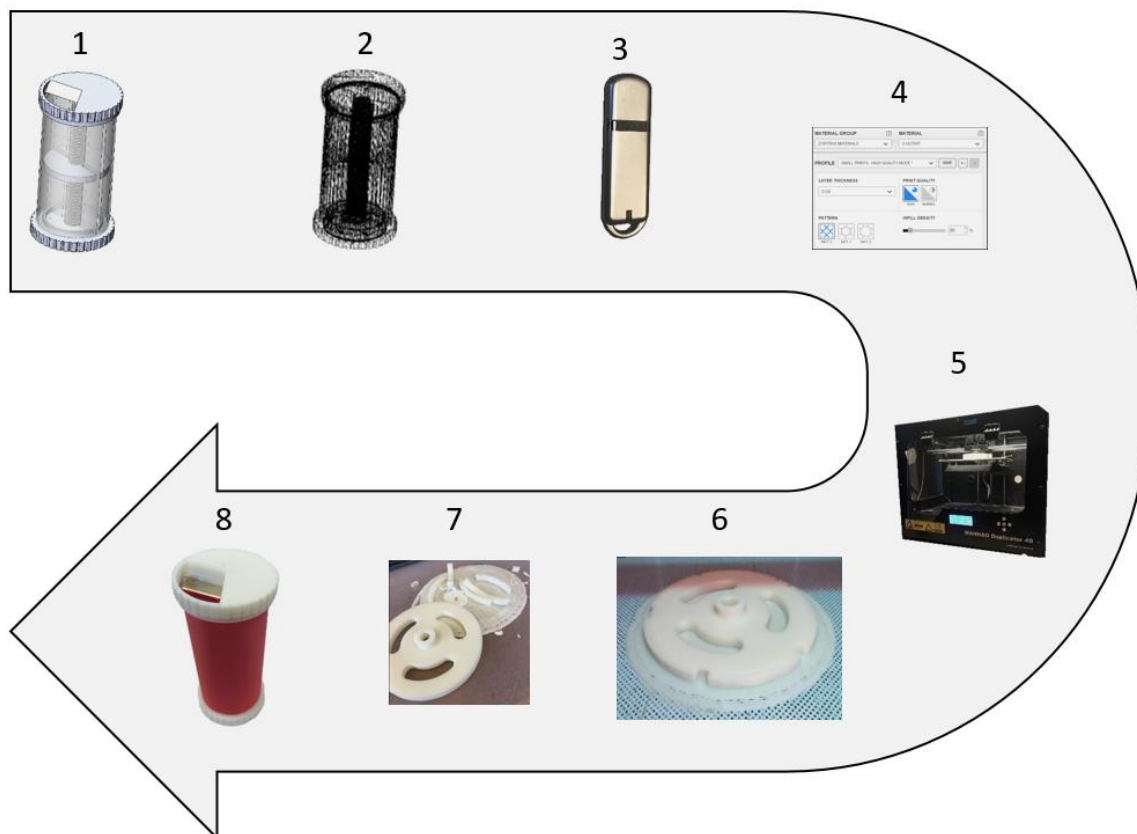
Dette kapittelet redegjør for metoder som ble benyttet i oppgaven. Disse metodene er utviklet som hjelp til produktutviklingsprosesser og som en veiledning for hvilke temaer som er viktig å ha med. Metodene er dermed viktige å ha med for å sikre at arbeidet som ble gjort ikke er overflødig eller at viktige poenger blir utelatt.

3.1 Prototyping

Additiv produksjon også kalt rapid prototyping eller 3D-printing blir brukt for raskt å kunne fremstille noe fysisk. Uttrykket «additiv produksjon» kommer fra selve prosessen. I dette hjelpemiddelet er det trinn som følger hverandre. Disse trinnene er laget for å utføre prototyping på en kontrollert og målrettet måte så ikke unødig arbeid blir gjort, og så neste steg kommer som en naturlig følge av det forrige.

Additiv produksjon defineres i følgende steg (Figur 11):⁴⁴

1. CAD.
 - a. Teknisk tegning av produktet
2. STL konvertering.
 - a. Filtypen må være STL for at den skal være kompatibel med printeren.
3. Overføre filen til printeren.
 - a. Overføring av STL fil fra PC til 3D-printer.
4. Printer innstillinger.
 - a. Materialvalg, lag tykkelse, tidsbruk osv.
5. Printing
 - a. Lagvis prosess som printeren klarer selvstendig. Trenger kun sjekke for error.
 - i. Error kan være strømfeil, materialmangel eller feil ved software.
6. Fjerne produktet fra printeren.
 - a. Her kan det hende det må ventes om maskinen har sikkerhetstiltak mot at produktet skal være under en gitt temperatur før det kan fjernes.
7. Fjerning av fyllmaterialet.
 - a. Under dette steget må en oppføre seg varsomt i og med at produktet kan være skjørt og det henger fyllmateriale igjen på produktet.
8. Klar for bruk.
 - a. Det er fortsatt ting som kan gjøres for å forbedre kvaliteten på produktet, men når de forrige 7 stegene er gjennomført skal den additive prosessen være ferdig.



Figur 11: 3D-printeprosess med visuelt bilde av de 8 stegne fra en elektronisk tegning til en fysisk prototype.

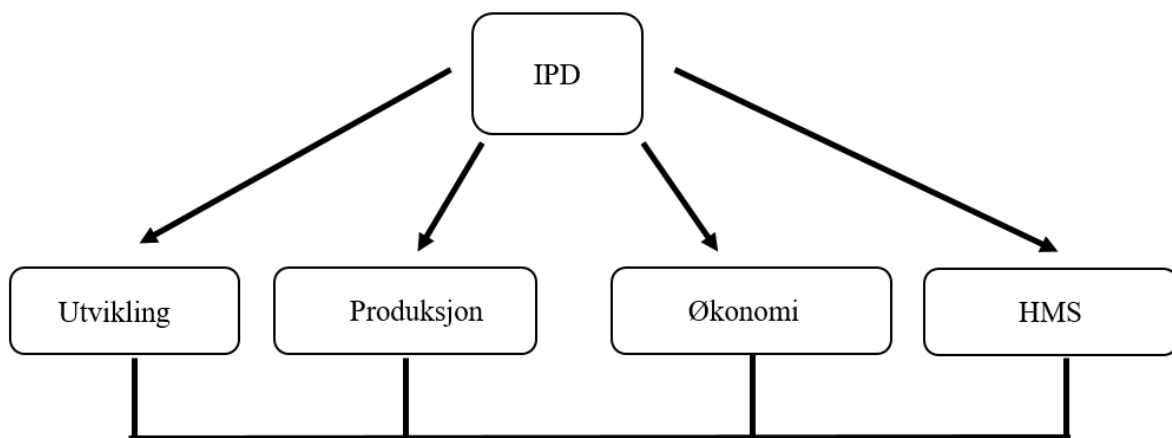
Å bruke 3D-printing som hjelpemiddel i produktutviklingsprosessen av et produkt kan være fornuftig av flere grunner. En 3D-prototype er en fysisk fremstilling av produktet som skal lages i plastikk. CAD tegningene som er laget vil forbedres etter en prototype er laget. Når skaperen av designet får et håndfast produkt åpner det for nye tanker og forbedringspotensialet for produktet. 3D-prototyping er en god måte å få kontroll på dimensjonene ved et produkt og få bedre forståelse av produktet i utviklingsprosessen.⁴⁵

Prototyper deles inn i to typer: faksimile prototyper og prosess prototyper. Faksimile prototyper kan brukes til begrenset ingeniørarbeid og markedsføring ved å være eksakte kopier av produktet. Prosess prototyper kan brukes til å se på aspekter ved støpeprosessen for produktet ved å gjenskape aspekter ved produktet. Før det startes en produksjon av et produkt er det vanlig at opptil flere prototyper blir laget for å forsikre seg om at produktet fungerer.⁴⁵ Prototypene blir ofte tatt i bruk på ulike stadier i produktutviklingen og gir ulik informasjon om produktet.

3.2 Metodebruk og løsningsverktøy

Integrert produktutvikling, IPD

IPD er en produktutviklingsmetode med opphav i USA. Metoden blir brukt til å effektivisere produktutviklingsprosessen ved bruk av en «kjørerute» for å få med seg de viktigste elementene som bør tas med i organisering av produktutviklingsprosjekter. Produktutviklingsarbeid har tradisjonelt vært ingeniør- og økonomistyrte. I tillegg trekker IPD inn elementer av psykologi, miljø og bærekraftsyn. IPD legger med dette til rette for et mer helhetlig bilde av produktet som utvikles (Figur 12).⁴⁶



Figur 12: Hovedelementer i IPD med visuell oversikt over hvordan det henger sammen.

I planleggingsfasen er det viktig å sette opp en arbeidsplan med klare tidsrammer. Planene bør være formulert slik at det er mulig å få en tids og økonomisk oversikt fra første stund. Tidlig i prosjektet er det viktig å legge et godt grunnlag for videre arbeid. Involvering av kundegruppen som en del av produktutviklingsprosessen øker sjansen for et vellykket produkt. Dette kan gjøres gjennom markedsundersøkelser eller testing av produktet i mindre grupper. Gjennom å gjøre disse grepene vil produktutviklingen ha gode rammer for utviklingen ved å ha en klar plan med kundens ønsker i fokus.

Prosessdesignet vil ha mye å si for et produkt og produktets utviklingspotensial. Det er viktig med planlegging av fremstillingsprosessene for å se på kapasitet, rammer og begrensninger. Hvilken fremstillingsmåte som velges vil ha konsekvenser for videre utviding av produksjon på grunn av økt etterspørsel. Designet vil avgjøre hvor mange enheter som kan produseres og hvor store muligheter for endringer i designet som er mulig. Ved å tilpasse prosessen godt til produktet vil kostnadene være godt kontrollert.

Kostnadskontroll på utviklingskostnader og produksjonskostnader fra starten av prosjektarbeidet vil føre til kontroll over hva produktet vil koste på det aktuelle markedet. Dette er et aspekt ved et produkt som er svært viktig å ha oversikt over for blant annet å sammenlikne det med konkurrenter på markedet. Ved for store utviklingskostnader vil enhetskostnaden på produktet bli for dyr, og produktet vil ikke ha en konkurransedyktig pris på markedet.

Produktdesignet er viktig å fundamentere i håndfaste og korrekte data. Grundige beregninger og testing basert på kvalitet i ingeniørkunnskap som grunnlag for design vil skape en robusthet som lønner seg i produktutvikling. Ved å følge relevante standarder (NS, EN, ISO) og unngå samme feil som er blitt gjort i tidligere produktutviklingsprosjekter vil produktet bli enklere å utforme og tid vil bli spart. Det er derfor viktig å vite hva slags hjelpemidler som skal bruke for å få et godt produktdesign. Blant annet kan det være fornuftig å bruke ulike dataverktøy i utviklingssituasjoner.

Ved bruk av relevante dataverktøy kan designforslag enkelt deles og det kan lages raske og nøyaktige prototyper av produktet. Med dataverktøy kan standardiserte materialdata hentes ut og det kan gjøres raske enkle beregninger utfra disse. Simulering er også gunstig å gjøre gjennom ulike programmer. Ved datasimulering av egenskaper på et produkt kan det hentes ut mye viktig data uten å fysisk teste produktet. Styrkeberegninger og væskesimulering er noen av de egenskapene som kan testes direkte i dataprogrammer og dermed spare mye tid og penger i forhold til fysiske tester. For å designe produktet på en god måte bør derfor forarbeidet være godt, beregninger må være korrekte og om tester er nødvendig kan simulering være fornuftig å gjøre gjennom programvare for blant annet å begrense kostnader.

Flerfaglighet er et viktig punkt i en produktutviklingsprosess. Å få en god sammensetting av mennesker og fagkunnskap vil føre til et godt grunnlag for arbeid. Koordinering og kommunikasjon er noe av det som må holdes i fokus når det drives med teamarbeid for å få raske prosesser og unngå gjentakelser. Kjennskap til nøkkelpersoner i arbeidsteamet i innledende fase kan være det som fører til et effektivt og enkelt samarbeid. Innhenting av nye medarbeidere kan gjøres etter at prosesser er startet og når ekstra kompetanse trengs. Utnytting av eksterne ekspertise kan gjøre arbeidet mye enklere. Dette resulterer i allsidighet i prosjektgruppen som gagnar prosjektet dersom kommunikasjonen mellom de involverte personene er god og at ressurser som behøves er tilgjengelige.

Forholdet til leverandører og underleverandører er viktig i en produktutviklingsprosess. Leverandører og underleverandører kan sitte med kunnskap som kan sette fart på utvikling av et nytt produkt. Leverandørantallet bør holdes til et minimum for å kunne ivareta leverandørene å skape langsiktige forhold. Leverandører er viktig å ha et godt og tett forhold til, for å få nyttig informasjon og ha gode ressurser når det trengs.

Uviktige aktiviteter som ikke skaper merverdi må reduseres. Det er viktig å legge merke til sideprosjekter, men også å holde fokus på de rammene som er satt opp for prosjektet og gjennomgå prosesser flere ganger. Gjennomgang av de prosessene som er blitt gjort og kunne se på forskjellige sider av løsninger og kontinuerlig forbedre de prosessene som brukes i et prosjekt vil føre til et godt resultat.⁴⁶ IPD legger opp til at dette skal være mulig gjennom at rammer og fokus er sentralt i arbeidet.

Pughs metode

Pughs metode, også kalt «Total Design», er laget for å foreta gode avgjørelser ved valg i utviklings-situasjoner. Metoden har med både enkle og mer viderekommende fremgangsmåter for å avgjøre hvilke ideer som skal velges i en prosess. Seleksjonsmetoden blir brukt ved å sette opp en matrise der ideene får 1, 0 og -1 på forhåndsdefinerte kriterier. Dette rangerer ideene med ulike poengsummer. Ideen som får høyest total poengsum er vinneren av seleksjonen. I denne metoden kan det også være en vektet utvelgning hvor ulike kriterier har ulik tyngde i seleksjonen. Dette er en god og systematisk metode å velge alternativer.⁴⁷

S.C.A.M.P.E.R

S.C.A.M.P.E.R blir brukt i forbindelse med produktutviklingsprosesser, spesielt når løsningen på en sammensetning er uklar. Dette er en tverrfaglig prosess som kan brukes til alle mulige problemstillinger der alternative løsninger er ønsket. S.C.A.M.P.E.R står for: Substitute – Erstatte, Combine – Kombinere, Adapt – Tilpasse, Modify maximize or minify – Modifisere, maksimere eller minimere, Put to other uses – Endre intensjon, Eliminate – Fjerne, Reverse or re-arrange – Reversere eller omorganisere. Metoden er god for å se produkters muligheter og kan for eksempel være en god metode for å få i gang et prosjekt som begynner å gå langsommere.⁴⁸

Freedom to operate (FTO)

Ved utvikling av et nytt produkt er det viktig å utføre en «freedom to operate» (FTO) analyse. En FTO analyse er en måte å avdekke mulige hindringer i en produktutviklingssituasjon. Det blir avdekket om andres patenter kan gjøre arbeidet vanskelig for et nytt produkt. En FTO analyse er gunstig å gjennomføre dersom et nytt produkt skal lanseres på et eksisterende marked eller om det skal lanseres et allerede eksisterende produkt i et nytt marked som kan ha egne patenter.⁴⁹

Programvare

- Microsoft Word 2016 for rapportskrivning.
- EndNote X8 for referanser.
- CES EduPack 2017 for materialdata og miljøpåvirkning.
- SolidWorks 2017, Dassault Systems CAD-modellering.
- Microsoft Excel 2016 for økonomi og tabeller.
- KeyShot: 3D-Rendering Software for markedsføringsrendering.
- Paint og Microsoft PowerPoint 2016 for tegninger og redigeringer.

3.3 Kvalitetssikring

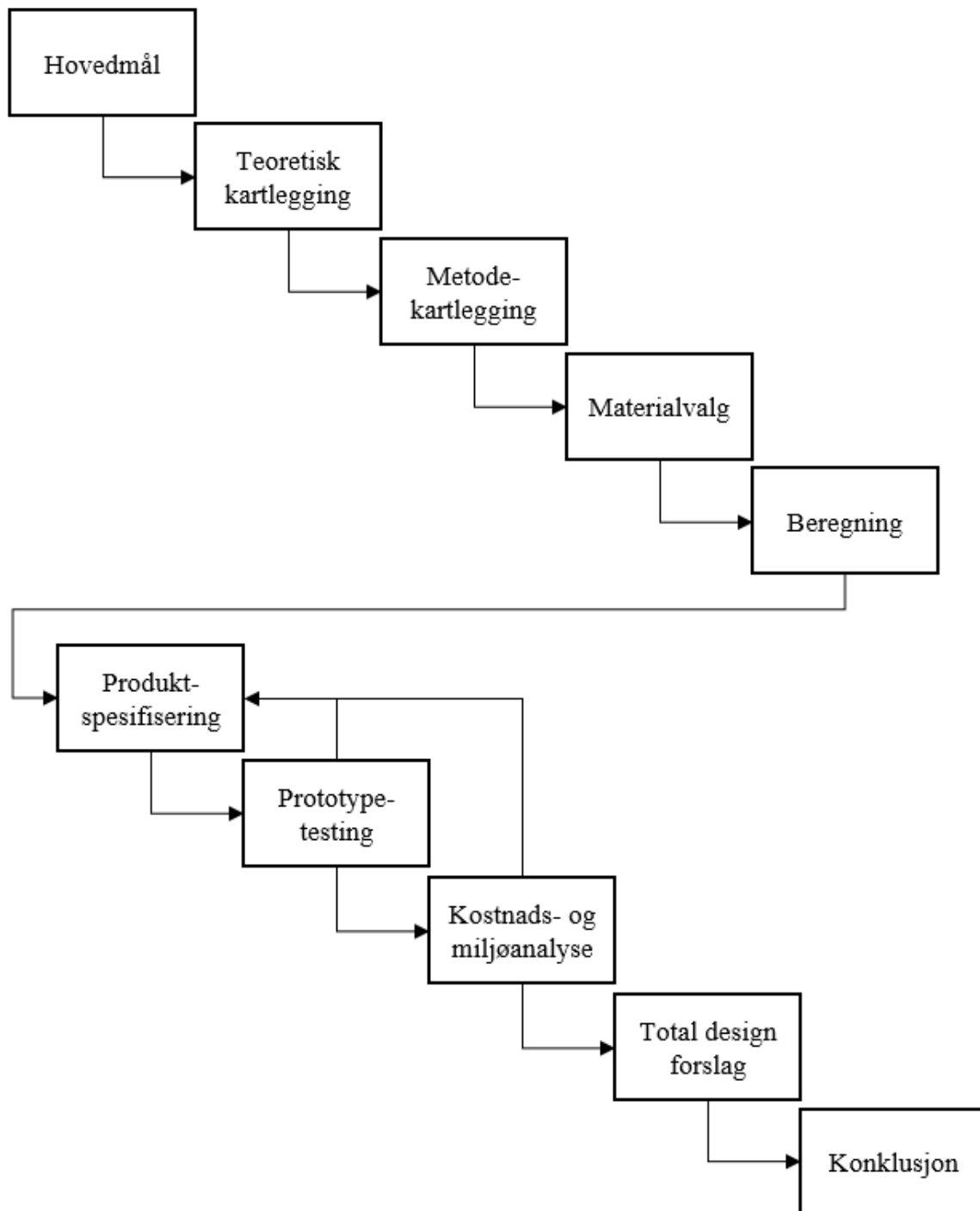
Kvalitetssikring blir gjort gjennom bruk av standarder og faglitteratur brukt i blant annet litteraturstudien. Standarder som benyttes er i ISO-familien og en norsk standard benyttes (Tabell 1).

Tabell 1: Standarder benyttet i oppgaven med beskrivelse.

Standard	Beskrivelse
ISO-128 ⁵⁰	Hvilke snitt som brukes, hvilken målestokk som velges og hvordan layouten på tekniske tegninger ser ut.
ISO 261 ⁵¹	Stigning på gjenger.
ISO9000 ⁵²	Kvalitetsstyring.
NS-EN ISO 7200 ⁵³	Innholdet i tittelfeltet på tekniske tegninger.
ISO 228 ⁵⁴	Standard for gjenger som i mange tilfeller brukes av plastprodusenter.

3.4 Prosesstrinn

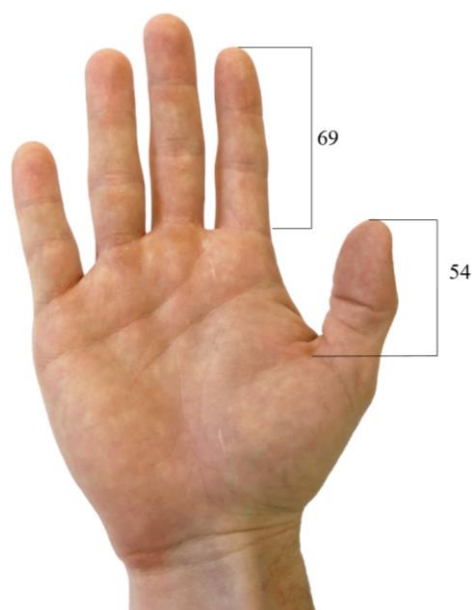
Det ble satt opp en oversikt over de ulike prosesstrinnene i prosjektet for å vise til sammenhengen i prosessen og se hvilke prosesstrinn som påvirker hverandre (Figur 13). Det legges et grunnlag i Kapittel 1 hvor mål for prosjektet, bakgrunn, markedsbegreper og begrensninger blir belyst. Videre i Kapittel 2 blir teorien for innholdet i oppgaven gjennomgått og ulike tekniske løsninger og fenomener som oppgaven må ta stilling til gjennomgås. I Kapittel 3 belyses hvilke metoder som brukes i produktutvikling for å nå hovedmålet for oppgaven. Kapittel 1, 2 og 3 er nødvendig informasjon for å forstå produktutviklingsprosessen som kommer i kapittel 4. Ulike funn senere i kapittel 4 har eller kan ha tilbakevirkende kraft på produktspesifisering og generelt design. Videre kommer kapittel 5, 6 og 7 som avslutter produktutviklingen og diskuterer funn som ble gjort i oppgaven. Oppgaven avsluttes med en konklusjon og forslag til videre arbeid slik at det er lett å forstå hvilke valg som ble tatt og hva som trengs å gjøre videre.



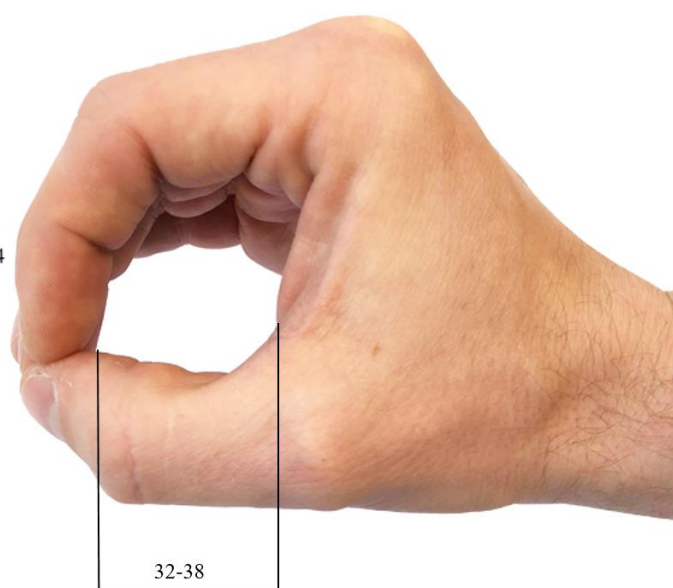
Figur 13: Prosesstrinn i utviklingsprosessen som viser hvordan stegne ikke bare går fra et trinn til neste, men at de også kan ha tilbakevirkende kraft.

3.5 Håndantropometri og ergonomi

Et produkt som skal passe i en hånd må tilpasses en gjennomsnittsbruker. Av denne grunn er antropometri og ergonomi brukt. Antropometri er brukt for å tilpasse produktets mål i forhold til menneskekroppen. Når emballasjen er liten nok til en kvinnehånd vil en mannshånd ikke ha problemer med den siden en mannshånd er gjennomsnittlig større (Figur 14, Figur 15). Derfor ble mål på gjennomsnittlig størrelse for kvinnehånd brukt. Når et håndtak skal designes er det viktig å skape et komfortabelt grepsmønster og ha overenstemmelse mellom formen på håndtaket og bruken.⁵⁵



Figur 14: Hånd med gjennomsnittsmål på fingerlengde mellom pekefinger og tommel (Foto: Kristian Olsen).



Figur 15: Hånd med snittmål for grepsdiameter (Foto: Kristian Olsen).

Produktet blir også designet med tanke på ergonomi. Ergonomi er vitenskapen om utforming og bruk av arbeidsredskaper og effektivisering av arbeidsplassen slik at oppgaver kan gjøres uten yrkesskader eller ubehag. Det går også på hvordan arbeidsoppgaver blir utført. Dette i kombinasjon med antropometri legger grunnlaget for et produkt som er behagelig å bruke og for å utforme produktet riktig i forhold til en menneskehånd både med tanke på form og størrelse.

3.6 Spørreundersøkelse

Markedsanalysen ble supplert med en spørreundersøkelse. Denne formen for undersøkelse kan være en god måte å få et stort antall svar fordelt på et stort geografisk område. Ved bruk av spørreundersøkelser er det mulig å få en direkte mening fra målgruppen til produktet og dermed få

indikatorer på om et produkt er ønsket eller ikke. Gjennom å utføre en spørreundersøkelse i tillegg til en markedsanalyse kan det gi et mer helhetlig inntrykk av hvordan markedet er.

Spørreundersøkelser har sine begrensninger. Det kan være vanskelig å få svar som er presise hvis spørsmålene kan tolkes forskjellig. Utformingen av spørsmål er derfor viktig. Blir spørsmål ikke kontrolltestet før en spørreundersøkelse igangsettes, kan svarene variere mye basert på forskjellig oppfatning av spørsmålene. Det er viktig å huske at den som lager spørreundersøkelsen ikke er tilstede når den blir besvart og dermed ikke har kontroll over hvordan spørsmålene kan tolkes.

Det er viktig å treffe riktig populasjon med interesse for det spørreundersøkelsen handler om. Med bruk av riktig testpopulasjon vil betydningen av hvert enkelt svar veie mye mer enn om det er helt tilfeldig hvem som svarer.⁵⁶

Kapittel 4

4. Produktutvikling

Dette kapittelet lister opp produktmål, bestemmer materialet for emballasjen og foretar beregninger for emballasjens dimensjoner. Prototypetesting blir dokumentert og vurdert samt ytterligere mulige endringer på emballasjen blir tatt opp. Først ble derfor produktmålene satt opp for å ha konkrete mål å jobbe mot.

4.1 Produktmål

I produktutvikling er målrettet arbeid svært viktig for å nå de krav til resultat og tidsbruk som er fastsatt. I denne oppgaven ble det fremstilt et overordnet hovedmål og delmål for å lede oppgaven. I tillegg til disse målene ble det formulert noen produktmål som igjen hjelper oppgaven å oppnå sitt hovedmål. Disse produktmålene går spesifikt inn på emballasjens funksjoner.

- Emballasjens mekanisme skal ikke bryte patentlover.
- Emballasjen skal gi brukeren muligheter til å få røkelaksskiver direkte på tallerken uten berøring av røkelaksen.
- Produktet skal gi brukeren muligheten til å justere tykkelsen på lakseskivene.

4.2 Materialer og beregninger

Før prototypetestingen startet ble materialvalg og grovbestemmelser i form av mål for emballasjen foretatt. Materialvalget foretas før dimensjonering fordi materialegenskaper påvirker minimumsmål deler av emballasjen må ha. Vurderingskriteriene for materialvalg må også reflektere hva som er viktig for emballasjen, nemlig at materialet tåler brukspåkjenning og at det er billig nok til å være konkurransedyktig. Materialvalget ble begrenset i forhold til materialer som dominerer markedet i 2018 og lovverk.^{35,6}



Figur 16. Skala for viktighetsgrad ved selektering.

Når det ble sett på materialutvelgelse for emballasjen ble det tatt utgangspunkt i fire emballeringsmaterialer: metall, plast, glass og papp. For å velge hvilket materiale som skulle bli tatt i bruk for de forskjellige delene er det blitt tatt i bruk Pughs metode.⁴⁷ De ulike delene som emballasjen består av vil måtte tåle ulik påkjenning og utfører ulike roller. Dette betyr at materialvalget ble gjort for hver enkelt del med ulik vektning for kriteriene. Eksempelvis er det viktig at sylindere som er den mest synlige delen har et godt estetisk design. Disse fire materialtypene stilte i utgangspunktet likt og ble poengsatt deretter. Materialene ble veid opp mot hverandre i forhold til et utvalg av kriterier. Hvor viktige kriteriene var ble angitt ved vektning (Figur 16) (Vedlegg D).

Tabell 2: Egenskaper til materialer med beskrivelse og viktighetsgrad.

Egenskap	Beskrivelse	Viktighetsgrad	Begrunnelse
Pris	Hvor dyrt materialet er å produsere i forhold til andre, liknende materialer på markedet.	1-5	Konkurrere med andre materialer på pris.
Funksjonsoppnåelse	I hvilken grad materialet utfyller sin primærfunksjon.	1-5	Oppdragsbeskrivelsen beskriver en funksjon som ønskes, og det er minstekravet til materialet.
Estetisk design	Hvordan materialet ser ut.	1-5	Utseendet på materialet er med på å selge produktet og om det ser bra ut kan det hjelpe salgsevnen.
Robusthet	Hvor mye materialet tåler av ulike belastninger det kan utsettes for?	1-5	Ting kan skje både under frakt og hjemme. At materialet tåler hard medfart er en fordel.
Vekt	Hvor mye veier materialet.	1-5	At materialet har en lav egenvekt er viktig for å ikke få et tyngre produkt enn nødvendig.
Miljø	Hvor stor påvirkning har materialet på miljøet.	1-5	I dagens forurensingsbilde er det svært viktig å ikke være en forverrende faktor.

Egenskapen «pris» måtte tilpasses for å være fornuftig i forhold til bruken. For emballasjen ble det estimert et volum av materiale som var nødvendig. Deretter ble prisen på materialer hentet med prisen oppgitt i norske kroner per kilo (NOK/kg).⁵ I samme database ble materialenes tetthet hentet (kg/m³) og multiplisert sammen for å få pris per kubikkmeter (NOK/m³). Dette ble brukt siden fellesnevneren uavhengig av materiale ble antatt å være volum.

Volumpris material:

$$\frac{NOK}{kg} \cdot \frac{kg}{m^3} = \frac{NOK}{m^3} \quad (1)$$

Plastikk

Alle plasttypene som ble vurdert var vanlige plasttyper brukt til emballasje og listet om med sine materialdata (Vedlegg D). I første selekteringsprosess ble det kun sett på pris. Alle plasttypene som hadde en pris over 15 000 NOK/m³ ble selektert vekk i denne prosessen. Disse materialene var: PET, Ionomer, EVA, PA, PVC, ABS, PTFE, PLA og CA. Videre ble det sett på CO₂ avtrykket og

alle over 3 kg CO₂ per kg materiale ble fjernet, PS var det eneste som hadde CO₂ avtrykk over grensen som ble satt. To plasttyper var da igjen å velge mellom, PE og PP, disse var like, men PE var hakket billigere og hadde litt lavere CO₂ avtrykk enn PP.

Av denne grunnen ble PE valgt fremfor PP. PE har flere underkategorier, som alle varierer i hvor stor tetthet det er i materialet. Det som ble mest interessant var HDPE fordi det hadde bedre egenskaper mot olje og fett og var mer egnet for den type emballasje som skulle produseres.⁶

Metall

De metallene som ble sett på som potensielle for produktet var aluminium og stål. Disse ble valgt ut i første omgang fordi de går under produkter som er lov å bruke rundt mat, og listet opp med sine materialdata (Vedlegg D).⁶

Ståltypen som ble vurdert var en ståltype med lavt karboninnhold og for aluminium ble det sett på aluminiumslegeringer. Dataene som her ble brukt er snittverdier for ulike legeringer med: magnesium, mangan, krom, kobber, sink, zirkonium eller litium hvor aluminium var hovedkomponenten. Disse alternativene ble selektert ut både fordi prisen var langt høyere enn rimelige plastalternativer men også fordi utslipp og krevd energi ved produksjon var en del høyere.

Glass

Mange ulike typer glass blir brukt til matemballasje. Forskjellen på de ulike typene er i stor grad fargen på glasset, derfor ble det brukt lime glass som eksempel på glass, materialdata (Vedlegg D).⁶

De mekaniske egenskapene til disse ulike typene glass er nesten helt identiske og ble derfor sett på som like gode med tanke på denne egenskapen. Dette materialet ble selektert ut på grunn av pris.

Papp og papir

Papp og papir ble samlet under en kategori siden dette er to materialer med lite spredning i mekaniske egenskaper i sine rene former, materialdata (Vedlegg D). De har større spredning som komposittmateriale. Papp og papir ble sett på under ett for å bruke generelle materialdata i CES EduPack. Både papp og papir fikk gode resultater i utvelgelsen, men totalsummen ble ikke god nok til å måle seg med de andre materialene, og de ble selektert bort.

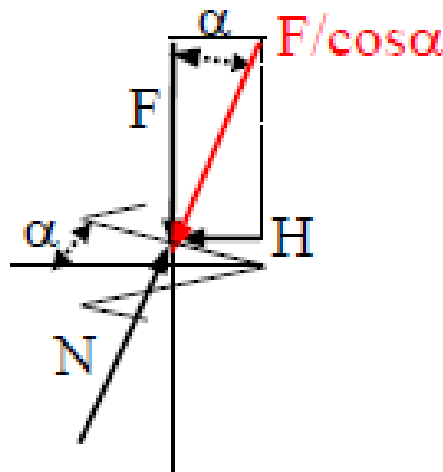
Resultater av utvelgelse

Resultatene fra materialutvelgelsen var entydige og ga indikasjon på hvilket materiale som burde velges. HDPE sto igjen som seirende materiale for samtlige deler (Vedlegg D). Dette materialet kom svært godt ut av selekteringen selv om kriteriene ble vektet ulikt fra del til del. HDPE kan dermed sies å være et trygt valg når det kommer til å lage emballasjen i dette materialet. Med valgt materiale kunne noen minimumsmål for emballasjen bestemmes.

Beregninger

Etter å ha konkludert med et materiale kunne beregninger for emballasjen utføres. Det første som skulle beregnes var hvilken standardskrue emballasjen trengte for å presse laksen opp uten å knekke. Dette vil si at skruen ble dimensjonert etter verst tenkelige situasjon, nemlig at det settes så stort trykk på røkelaksen som den tåler; 3,9 MPa (Vedlegg K). Kraftene som påvirker skruen kommer av presset fra røkelaksen og vridemomentet.

For å beregne spenningene som opptrer i skruen ved trykk og vridning ble det benyttet teori om løfting av last med skruer.⁵⁷ I spissgjengete skruer, som ble brukt i emballasjens spindel, skrår gjengene med en vinkel α som er lik halve gjengevinkelen. Kraften F er definert i skruens lengderetning (Figur 17).^{57, 58} Denne teorien sammen med tilhørende formler la grunnlag for styrkeberegningen av spindelen.



Figur 17: Tverrsnitt av skruen med gjenge fremhevet fra Styrkeberegning: skrueforbindelser.⁵⁸

Dekomponering av kraft:

$$\frac{F}{\cos \alpha} \quad (2)$$

Friksjonskraften mellom gjengene på skrue og last som blir hevet:⁵⁷

Friksjonskraft:

$$F_f = \mu \cdot N = \mu \cdot F / \cos \alpha \quad (3)$$

På grunn av gjengenes form må det innføres en korrigeret friksjonskoeffisient:⁵⁷

Friksjonskoeffisient:

$$\frac{\mu}{\cos \alpha} = \tan \varepsilon_1 \quad (4)$$

Denne korrigerede friksjonskoeffisienten gir grunnlag for korrigeret friksjonsvinkel som er gitt ved ε_1 .

Vridemomenter som må påføres for å heve en last blir dermed:⁵⁷

Vridemoment ved heving av last:

$$M_v = F \cdot \tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m \quad (5)$$

Kraften som skal settes på er maksimal kraft som røkelaksen tåler. Denne ble utregnet med å bruke E-modulen for røkelaks og sammenhengen mellom trykk og kraft:⁵⁷

Trykk:

$$P = \frac{F}{A} \quad (6)$$

Kraften ble utregnet til å være 5589 N, som gir vridemomentet i verst tenkelige tilfelle, dette ble beregnet til 11274,9 Nmm (Vedlegg G).

Både kraften og vridemomentet fører til spenninger i skruen (spindelen):⁵⁷

Jevnførende spenning i skrue:

$$\sigma_{jf} = \sqrt{\sigma_d^2 + 3 \cdot \tau_v^2} \quad (7)$$

Jevnførende spenning er spenningsbidragene i spindelen lagt sammen i forhold til retningene de virker. Denne spenningen ble beregnet til å være 851,73 MPa ut ifra de mål som en M12 skrue har (Vedlegg G). Spenningen er mindre enn verdien av E-modulen til HDPE. Om jevnførende spenning overgår verdien for E-modul vil spindelen gi etter. For å finne minimumsmål for skruen ble derfor 1080 MPa satt som jevnførende spenning, som er snittverdien for E-modul til HDPE og likningen ble løst med hensyn på innerdiametere til skruen. Dette ga minimumsmålene lik de målene en M12 skrue har og gir derfor indikasjoner på at den minste størrelsen på en skrue av HDPE må ha M12 mål.

Deretter ble det utregnet hvor tykke sylinderveggene måtte være for å tåle belastningen ved bruk. Dette inkluderte trykket fra laksestykket som blir klemt sammen og strekket fra lokkene som drar i sylinderveggene. Sammenpressingen av røkelaksen ble satt til 5 mm og strekkraften ble satt til maks kraft på røkelaksstykket, nemlig 5589 N (Vedlegg G). Sammenhengen mellom utvidelse av røkelaksen ved sammenpressing ble estimert til å være en til en gjennom en tverrfølsomhetstest (Vedlegg F).

Kraften som røkelaksen presser på sylinderveggene med når den blir presset sammen 5 mm ble beregnet til å være 2,6 mN (Vedlegg G). Spenningene på grunn av disse kreftene blir på henholdsvis 13,6 MPa og 0,2 Pa (Vedlegg G). I og med at det ene bidraget er så mye større blir spenningen fra

laksen på grunn av sammentrykking sett bort ifra. Sammenhengen mellom trykk og kraft ga minimum veggtykkelse på 0,33mm (Vedlegg G).

De metriske grensespesifikasjonene ble bestemt ut fra beregninger og antropometri målinger (Kapittel 3.5). Det viktigste med størrelsen på beholderen var å lage en beholder som kunne romme et sted mellom 120 og 150 g laks som var ønsket til oppdragsgiver. I tillegg til disse beregningene ble det sett på håndantropometri for å ivareta en form som var ideell for alle typer mennesker å håndtere og trenden på emballasjemarkedet om å holde materialbruk på et minimum.⁵⁹ Dette førte til de metriske grensespesifikasjonene (Tabell 3).

Tabell 3: Største og groveste mål på emballasjen i mm.

Dimensjon	Minimal	Optimal	Maksimal
Sylinder diameter	40	50	60
Sylinder lengde	80	100	120
Veggtykkelse	0,3	1,5	3
Skjærelukk diameter	45	52,5	55
Skjærelukk lengde	10	11,5	13
Spindel diameter	10	12	14
Bundel ytterdiameter	45	52,5	55

Målene til emballasjen ble brukt til å estimere volumet av produktet slik det kom til å være i produksjon. Med disse estimatene kunne en tidlig kostnadsvurdering foretas. Målene var nødvendige for å estimere kostnader ved produksjon av prototyper. Volumet på emballasjen kom til å innvirke på hvor mye materiale som var nødvendig for å produsere en god prototype. Den økonomiske analysen gikk i første omgang ut på å kartlegge hvor store utgifter testingen førte til.

For å holde økonomisk kontroll fra starten av prosjektet ble en tidlig kostnadsvurdering utført. Kostnadene i forhold til prototypetesting ble holdt svært lave. Dette ble gjort fordi unødig bruk av ressurser er feil å gjøre i forhold til produktutviklingsprosessen og i forhold til Gula AS som oppdragsgiver. Prototyping ved bruk av 3D-printing hadde en kostnad på 200 kr per kilogram materiale som tilsvarer en kostnad på rundt 15 kr per modell som var 100% 3D-print. Når prototypene begynte å få innkjøpt deler av stål økte kostnadene. Gjengestangen kostet 35 kr og en pakke låsemuttere kostet 35kr, det måtte også kjøpes inn to epoxy lim til 50 kr og et eksternt laksestykke før den riktige testrøkelaksen ble tilsendt på 83kr. Selv om de ekstra delene ble anskaffet ble kostnadene svært lave og testene ga resultater som kunne brukes.

4.3 Prototypetesting

Introduksjon

Emballasjen som ble utviklet i denne oppgaven var annerledes enn dagens røkelakseemballasje på flere måter. Den skulle ikke bare emballere røkelaksen, den skulle også skjære den i like store biter. Det var derfor viktig å gjøre grundig testing for å se om komponentene fungerte slik de skulle. Løftefunksjonen fungerte slik at når det ble skrudd på bunndelen skulle pressplaten med laksen bli dyttet opp mot skjærelokket som igjen skulle kunne skrus rundt og ekstrudere skivet røkelaks. Hovedmålet for prototypetestingen var å skjære røkelaksskiver og å få skivene kontrollert ut. For å kunne bedømme dette ble det formulert kontrollkrav til utseende på røkelaksskivene.



Figur 18: Kontrollbit av røkelaks, skåret med kniv (Foto: Kristian Olsen).

Kravene til røkelaksskivene måtte være klare og målbare. Derfor ble kravene for skivene manifestert gjennom en kontrollskive som ble skåret med kniv. Målene som skulle oppnås gjennom testingen og hver skive skulle sammenliknes opp mot kontrollskiven. Målene var at skivene skulle være jevnt skåret og skivene skulle ikke ha synlig preg av å ha blitt presset på eller revet i, og med dette ha samme form og utseende som kontrollskiven (Figur 18). Når målet var satt var neste steg å gjøre prototypetesting mulig.

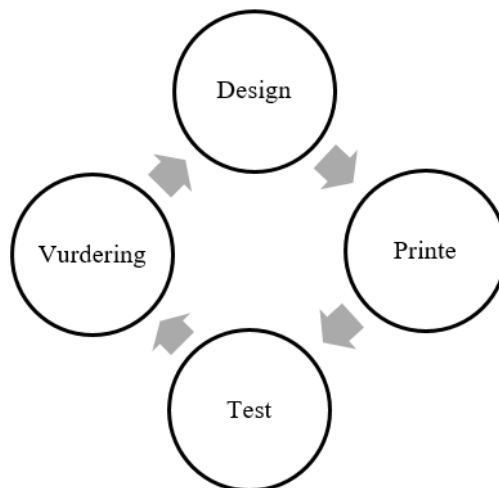
For å kunne utføre prototypetesting måtte delene til emballasjen passe til hverandre. Dette ville si at delene måtte være bevegelige i forhold til hverandre samtidig som de satt godt nok til å tåle at laksen presset delene fra hverandre. Med 3D-printing er nøyaktigheten varierende fra printer til printer, blant annet avhengig av printehastighet og varmen på matetråden. Dette førte til at det måtte noe bearbeiding til og noe finjustering av mål før prototypens deler passet til hverandre. Til slutt satt delene til prototypen fast i hverandre og kunne ta opp noe kraft før de løsnet. Før testingen begynte ble det også ført opp en hypotese for testingen.

Hypotesen for forsøkene ble laget for å forutse hvilken retning prototypetestingen kom til å ta. Den ville også hjelpe testingen i riktig retning enten i form av å være riktig og dermed forberede flere tester før de ble gjennomført, eller i form av å være feil og dermed være positiv gjennom at mindre testing ble krevd og at det kom til å hjelpe på enhetskostnadene. Hypotesen som ble fremstilt var at emballasjen trengte et metallblad for å nå hovedmålet for testen.

Materiale og metode

Testingen av prototypen ble gjort i gjentagende prosessstrinn. Trinnene i prototypetestingen fungerte på den måten at først ble det designet en teknisk løsning deretter ble dette designet printet. Denne prototypen ble testet og til slutt ble resultatet vurdert opp mot hovedmålet for testen. Om resultatene ikke var gode nok ble S.C.A.M.P.E.R benyttet og prosesstrinnene gjentatt (Figur 19).⁴⁸ For å bestemme når ytterligere tester ikke var nødvendig ble det satt opp suksesskriterier:

- Pressplaten og spindelen klarer å presse laksen mot skjærelokket uten å knekke eller deformeres slik at laksen sklir av.
- Skjærelokket skjærer tilfredsstillende røkelaksskiver sett opp mot testbiten.
- Røkelaksskivene skal kunne kuttes i tykkelse etter ønske.
- Knivbladet kutter av røkelaksskivene slik at de slipper fra emballasjen.
- Røkelaksen skal føres lett ut av beholderen uten å sitte fast.
- Sylindere rommer 120-150 g røkelaks.

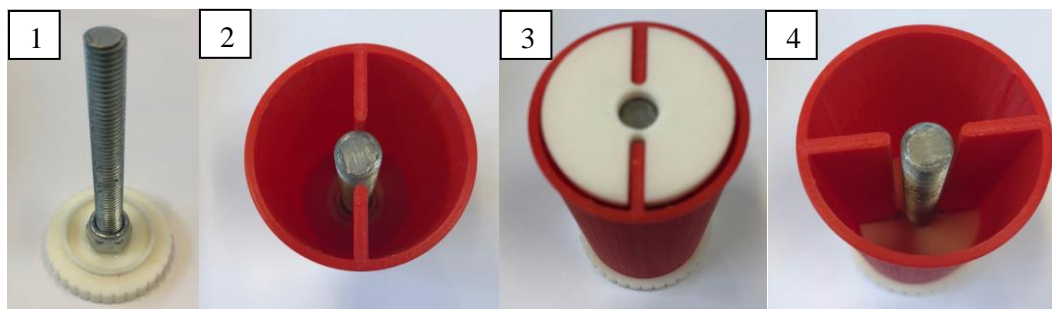


Figur 19: Prosesstrinn i prototypetestingen.

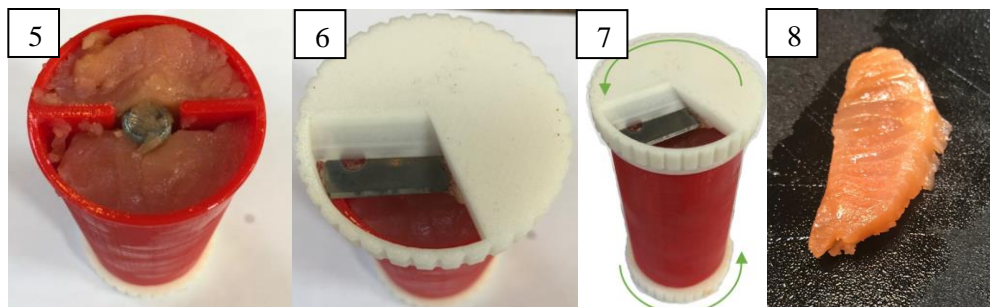
Testen ble utført stegvis med montering av emballasjens deler (Figur 20). Først ble emballasjen montert i to steg, sylindere ble satt på bunndelen og pressplaten ble skrudd ned i emballasjen (Figur 21). Etter at sylindere var ferdig montert ble to oppskårne laksebiter lagt på hver sin side i sylindere (Figur 22). Siste steg av monteringen før prototypetestingen var å presse skjærelokket på over laksestykkene (Figur 22). Under testene ble bunndelen rotert for å heve pressplaten mot skjærelokket. Bunn og sylindere ble så holdt i posisjon mens skjærelokket ble rotert og dermed ble en røkelaksskive skåret av og presset ut av emballasjen (Figur 22). Ved å utføre testene i disse stegene ble funksjonen testet samtidig med delenes samspill ved montering og bruk.



Figur 20: Emballasjens deler og deres størrelsesforhold (Foto: Kristian Olsen).



Figur 21: Stegvis nummerert bildeserie av emballasje montering, med nummerert rekkefølge på stegene. En gjøres før to osv. (Foto: Kristian Olsen).



Figur 22: Stegvis nummerert bildeserie av emballasjen med laks, bruksvisualisering og resultat, med nummerert rekkefølge på stegene. Fem gjøres før seks osv. (Foto: Kristian Olsen).

Gjennom prototypetestene ble materialet for prototypen endret noe. Materialet som ble brukt i første skjæretest var ABS plast fra 3D-printen. I den andre skjærtesten ble abs plast brukt til delene og et stålknivblad ble limt i skjærelokket for å forsøke å bedre skjæreevnen til emballasjen. Knivbladet som ble brukt i den andre testen var et sløvt knivblad. Grunnen til dette var å teste om skjæreevnen til dette bladet var god nok til å møte kravene da et slikt uslepent knivblad er behandlet mindre enn et skarpt knivblad. Dette vil i produksjon både påvirke ledetiden på emballasjen og dermed også prisen. Skjærtest tre ble utført med et tynnere og skarpere stålknivblad enn i skjærtest to. I test tre,

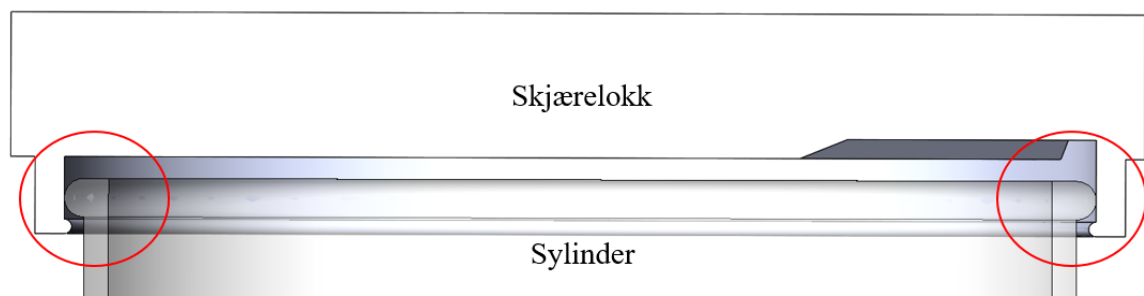
fire og fem ble det brukt en spindel i stål pluss en låsemutter i stål i stedet for en printet spindel på bunndelen. Disse endringene påvirket prototypetestingen i form av at prototypen var mer robust og dermed tålte litt hardere behandling. Gjennom testingen ble det printet flere eksemplarer.

Det ble i alt 3D-printet fire deler for hver test: bunndelen, sylindren, pressplaten og skjærelokket. Delene ble noe endret i utseende, størrelse og funksjonsevne i løpet av testingen, men delene beholdt de grove trekkene gjennom alle testene. Endringene ble gjort i takt med resultatene fra testingen og ble kun gjort ved endring av design etter materialbytte for noen komponenter.

Resultater

Skjærelokket

Skjærelokket gikk gjennom flest designendringer (Figur 27). Det første som ble gjort med denne delen var at størrelsen ble halvert fra sitt originale design fra forprosjektet. Det samme ble gjort med de andre delene (Vedlegg B). I første test der hele skjærelokket var av samme materialet ble laksen presset ut i stedet for at den ble skåret av. Fra første til andre test ble hullet gjort noe større, og det ble festet et noe sløvt knivblad til skjærelokket. Intensjonen var ikke at knivbladet skulle være sløvt, men at det skulle representere et billig og lite pusset knivblad. Resultatet fra andre test ble da noe bedre og det var tydelig at med skarpere skjæreflate ble laksen i større grad skåret. Etter den andre testen ble det gjort noen justeringer for at skjærelokket skulle sitte godt på sylindren. Det ble konstruert en kant rundt nedre del av skjærelokket som låste seg under en kant på øvre del av sylindren (Figur 23).



Figur 23: Utsnitt av skjærelokk og sylinder der festekanten mellom disse to delene er illustrert med røde ringer.

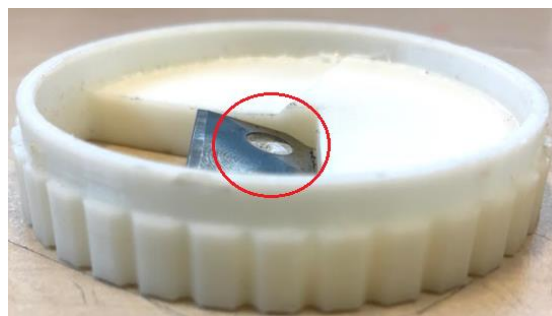
Før den tredje testen ble det observert at laksen ikke hadde plass til å komme ordentlig ut av beholderen. Derfor måtte hullet gjøres betydelig større. Når en kniv blir brukt blir den aldri presset rett ned på det som skal skjæres. Den blir ført ned i en vinkel. Det ble derfor designet et skråstilt spor hvor et skarpere knivblad enn det som ble brukt i test to ble plassert. Resultatene fra forsøk tre var gode i starten men etter fire skiver røkelaks ble resultatene gradvis dårligere. Det ble samlet opp biter av røkelaks i hulrommet bak kniveggen som kan ha bidratt til å holde fast røkelaksstykkene (Figur 24). Det så også ut til at fett fra røkelaksen hadde en limende effekt på røkelaksskivene.

Det ble skåret flere skiver og disse satt bedre og bedre fast i flaten som skulle føre laksestykkene ut. Det ble også observert at laksebiter ble holdt igjen av at en bit av røkelaksskivene satt seg fast mellom knivbladet og skillevegg eller at skivene limte seg til bitene av røkelaks som satt igjen i emballasjen.



Figur 24: Laksebiter som satt fast i hulrommet i skjærelokket i test 3 (Foto: Idar Engebretsen).

Før den fjerde testen ble utført ble skjærelokket redesignet igjen og sporet hvor knivbladet skulle festes ble denne gangen vertikalt skråstilt i tillegg til den vinkelen det fikk i forsøk 3. Dette ble gjort for å kutte røkelaksen av mot skilleveggen etter å ha skåret skiver og føre den ut av beholderen på en bedre måte. Tomrommet som ble laget etter knivbladet ble vertikalt skråstilt ble forsøkt å fylt opp for å hindre opphopning av røkelaksrester (Figur 25). Resultatene av denne testen var gode, men prototypen var slitt etter testene og det ble dermed laget en ny prototype for å få noe klarere resultater.

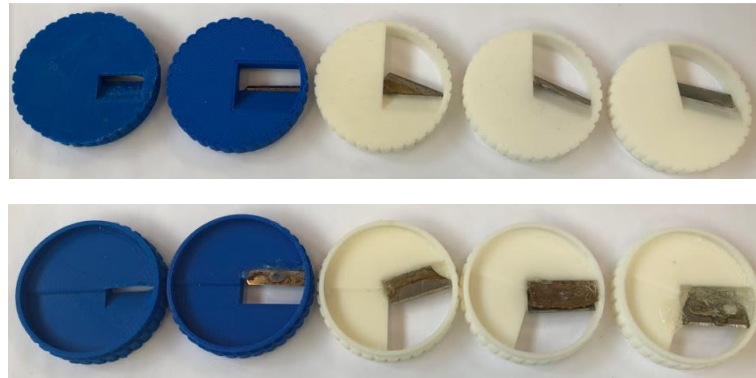


Figur 25: Tomrom i lokket under knivbladet (Foto: Kristian Olsen).

Den femte testen ble gjort med samme modell som test nummer fire. Eneste forskjell denne gangen var at det ble satt på et litt lengre knivblad, slik at kniven stakk lenger ned mot sylinderveggen. Når knivbladet ble festet lengre ned lå ikke eggen i samme nivå som kanten av åpningen. Dette måtte fylles opp med lim for at røkelaksbitene ikke skulle kile seg fast mellom knivbladet og kanten på åpningen (Figur 26). Etter observasjoner i test fire at laksen ble kuttet, men fortsatt hang igjen uten å komme ordentlig ut. Når knivbladet kom lenger ned mot sylinderveggen og tomrommet var fylt opp hadde røkelaksen ingen annen vei ut av beholderen enn den tiltenkte åpningen.



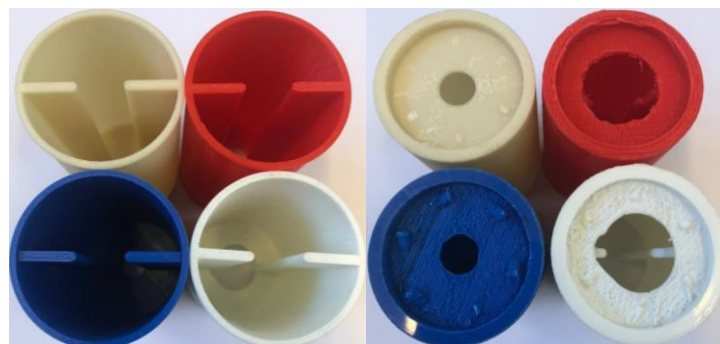
Figur 26: Nærbilde av knivbladet i skjæreløkket hvor glipen mellom knivbladet og kanten på åpningen i løkket (Foto: Kristian Olsen).



Figur 27: Stegvis prosess av hvordan løkket har endret seg i design fra første design til venstre og nyest helt til høyre (Foto: Kristian Olsen).

Sylinder

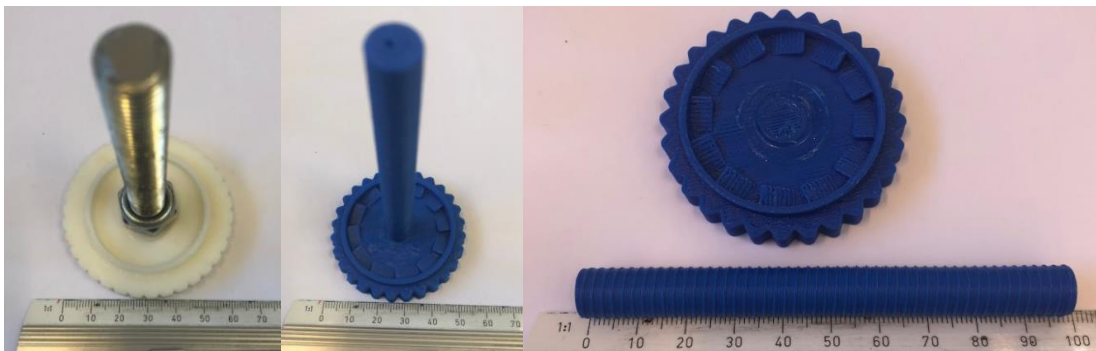
Festesporene på sylinderen hvor løkket og bunndelen skulle festes til sylinderen ble endret for å passe bedre (Figur 23). Skilleveggene ble strukket opp til sylinderkanten i løpet av testene, dette var for å holde igjen røkelaksen og i større grad få en fullstendig gjennomskjæring av laksebitene. Hullet til spindelen ble gjort større av hensyn til prototyping og bladfjærene ble fjernet på prototypen. Endringen på hullet i bunn av sylinderen ble gjort for å passe endringer på spindelen (Figur 28).



Figur 28: Sylindere gjennom utviklingen: blå første, hvite oppe til venstre andre, hvit nede til høyre egenprodusert hull, rød printet større hull, med litt justeringer (Foto: Kristian Olsen).

Spindel

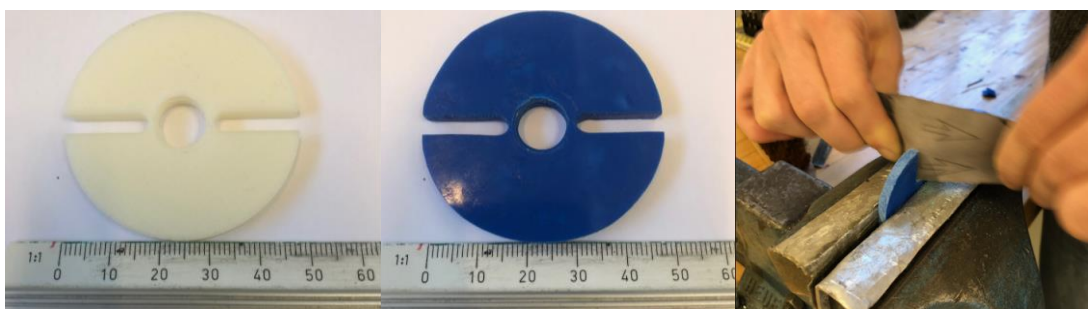
Fra forprosjektet ble spindelen endret til standardstørrelse M12 for skruen. Festekanten ble endret noe for at bunndelen skulle sitte bedre på sylindren og bunndelen fikk større diameter og finere hakk i ytterkant for å være lettere å få tak på ved bruk (Figur 29). På prototypen ble den printede spindelen erstattet med en metallspindel. Denne ble festet i en mutter og limt på bunndelen, som er grunnen til at hullet i sylindrens bunn ble gjort større. Dette ble gjort på grunn av strukturelle svakheter mellom trådene i den printede delen. Dette skulle ikke gjøres på emballasjen, kun for prototypen for å gjøre gjentatte forsøk enklere. I tillegg til dette ble rampene på prototypen fjernet samtidig med at bladfjærene på sylindren ble fjernet.



Figur 29: Prototyper av bunndel, til høyre er den som ble brukt på de to første testene og i midten før den brakk. Til venstre er den som ble brukt til den siste testen med ekstern spindel, uten hakk og større diameter på bunnen (Foto: Kristian Olsen).

Pressplate

Pressplaten fikk endret ytre diameter slik at den skulle passe bedre i sylindren men fortsatt klare å presse all laks opp. Hakkene til skilleveggene ble også gjort noe større. Hullet i midten av pressplaten ble både gjenget i print og for hånd for å være sikker på at gjengene var gode nok til at mekanismen virket. Utenom dette beholdt pressplaten sitt design gjennom hele testfasen (Figur 30).

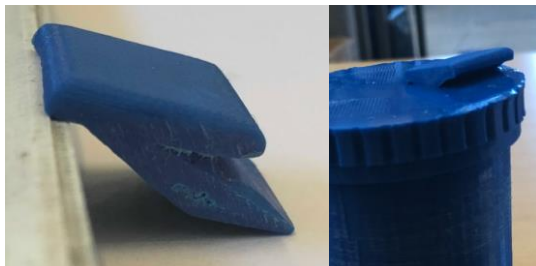


Figur 30: Pressplaten som ble brukt i test 5 til venstre og den første pressplaten i midten og til høyre (Foto: Kristian Olsen).

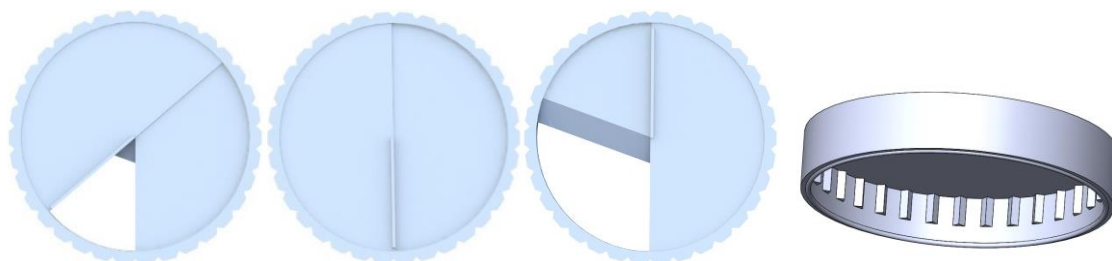
Lokk

Det ble i tillegg designet forslag til et lokk som kunne brukes mellom bruk. Første lokket ble laget før test 1 og etter dette skiftet fokuset over på å utvikle en god skjærefunksjon (Figur 31). Dette

lokket ble ikke videreutviklet mer siden skjærefunksjonen ble endret fortløpende med prototypetestingen. Det ble designet to andre lokk i tillegg men disse ble ikke testet (Figur 32). Lokket lengst til høyre ble tatt med i økonomiske beregninger for å få økonomiske estimater så realistisk som mulig (Figur 32).



Figur 31: Lokk på prototype 2 (Foto: Kristian Olsen).



Figur 32: Tre figurene til venstre er en justerbar lukkemekanisme som er festet i skjærelokket. Idéen til høyre er et heldekkende lokk som skulle festes over skjærelokket og kunne tas av og på mellom bruk.

Et aspekt som skapte problemer for emballasjen var kollagen. Det er fiberdannende proteingrupper som finnes blant annet mellom muskelgrupper i kjøtt.⁶⁰ Disse fibre ble ikke like lett kuttet av og hang igjen slik at laksen ikke løsnet fra emballasjen (Figur 33). Det ble dokumentert ett tilfelle av dette blant alle skjærtestene. På grunn av den lave forekomsten ble ikke dette problemet sett på som alvorlig for emballasjen.

Ved bruk ble det dannet et belegg av fett på rampen der laksestykkene skulle komme ut. Dette belegget var utfordrende i forhold til å få lakseskivene ut av emballasjen. Den limende effekten til belegget kan reduseres ved å behandle rampen der stykkene kommer ut. Dette kan gjøres ved å trekke rampen med et stoff som gjør at stykkene sklir lettere ut.



Figur 33: Kollagen i røkelaksen som var vanskelig å skjære av (Foto: Kristian Olsen).

Diskusjon

Resultatene av siste skjærttest ble sammenliknet med testskiven i tillegg til at emballasjens funksjon ble målt opp mot produktmålene. Resultatene av siste skjærttest viste at skjærefunksjonen ga tilstrekkelig gode skiver. Skivene løsnet i stor grad fra emballasjen og brukeren kunne velge tykkelse på røkelaksskivene. Progresjonen fra prototype til prototype var merkbar og den tekniske løsningen tok riktig retning tidlig (Tabell 4). Alt i alt kan det sies at produktmål var oppnådd og kvaliteten på røkelaksskiver var god etter test 5.




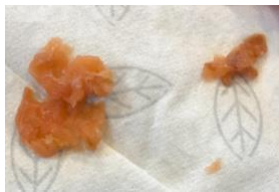

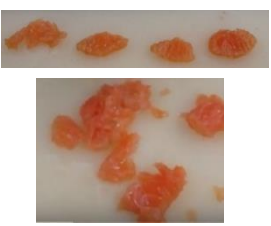




Sylindern fungerte slik den skulle og rommet 120 g røkelaks. Pressplaten fungerte slik den skulle med litt ekstra maskinering ved av bruk av gjengebor. Bunn delen fungerte slik den skulle og var ekstra robust med spindel av stål. Denne endringen ble ikke vurdert som svekkende for testenes resultater siden emballasjen skal støpes og ikke printes. Skjærelukk fungerte slik det var tiltenkt når åpningen ble større, knivbladet var skarpt, knivbladet var skråstilt både horisontalt og vertikalt og alle hulrom hvor laksen kunne sette seg fast var fylt igjen.

Resultatene fra prototypetestene ble målt opp mot kravene til prototypen og funksjonene fungerte som de skulle. Tilnærmet 100% av laksen kom ut av emballasjen og svært lite ble sittende fast i emballasjen (Figur 34). Utfordringene som ble oppdaget med kollagen og fett er små og hadde ikke vesentlig innvirkning, men bør undersøkes i videre utvikling av produktet.



Figur 34: Oversikt over hvor mye laks som var igjen etter utført test.

Tabell 4: Oversikt over testene med prototype og testresultat.

Test	Prototype	Resultat
1. Laks ble presset mot lokket og røkelaks ble presset ut av åpningen i lokket. Laksestykkene ble ikke skåret av men ble presset og deformert. Dette resultatet var ikke godt nok sammenliknet med testskiven.		
2. Røkelaksen ble i større grad skåret av og det kunne observeres antydning til skiver. Skivene løsnet svært dårlig fra emballasjen, og knivbladet skar ikke skiver godt.		
3. De første fire stykkene ble rent skåret over og løsnet fra emballasjen, deretter løsnet de dårligere og dårligere, antakeligvis på grunn av fett og lakserester på knivbladet.		
4. Relativt like resultater fra test 3 men røkelaksstykkene løsnet noe lettere fra emballasjen.		
5. Laksestykkene ble skåret fint, løsnet fra emballasjen og ble ikke dårligere i funksjon etter noen gangers bruk.		

4.4 Videreutvikling

I tillegg til funksjonene testet i prototypetesting skal emballasjen beskytte og konservere røkelaksen. Parallelt med prototypetestingen ble det også evaluert funksjoner både for å forlenge levetiden til produktet og gi brukeren en bedre opplevelse av produktet og bedre oversikt over produktets holdbarhet. I dette underkapittelet blir flere aspekter ved emballasjen som gir utfordringer i forhold til holdbarhet belyst.

Den første løsningen som ble vurdert var vakuumpakking av hele emballasjen.¹⁸ Utfordringen med denne løsningen ville vært at emballasjen er i hardplast og har hulrom. Dette gjør at ved

vakuumpakking kan emballasjen knekke sammen under presset eller laksen kan bli deformert under vakuumeringen. I og med at røkelaksen ikke fyller emballasjen fullstendig, og det dermed finnes små hulrom inne i emballasjen kan en av disse hendelsene, eller begge, finne sted under vakuumering. Av disse grunnene ble det konkludert med at en annen løsning på dette problemet ville være gunstig.

Et annet alternativ hvor problemet med krefter ikke påvirker like mye er modifisert atmosfære pakning. Dette kan gjøres ved å føre emballasjene inn i et kammer. Her kan en «plastfilmpølse» bli tredd rundt et lite antall emballasjer som ligger etter hverandre, topp til bunn. Til slutt kan atmosfæren i kammeret endres og plastfilmen kan forsegles på hver side av emballasjen og kuttes fra hverandre.¹⁹ På denne måten vil utfordringene ved trykk på emballasjen og deformasjon av røkelaksen unngås. En utfordring ved dette kan være at hulrommene inne i emballasjen er delvis avskilt fra miljøet utenfor. Hulrommene kan inneholde oksygen som er vanskeligere å fortrenge. Dette kan igjen påvirke hvor lang tid det tar før atmosfæren inne i emballasjen blir endret. Til tross for dette kan det virke som modifisert atmosfære er en bedre løsning enn vakuumpakking.¹⁹

Holdbarhet og matsvinn kan også påvirkes av emballasjen. Røkelaksen kan enten trekkes med ren plastfilm eller en spiselig film som beskytter mot kontaminering og som hemmer bakterievekst.¹¹ I tillegg til å være hemmende for bakterievekst kan også denne filmen hjelpe til med å fylle de små hulrommene inne i emballasjen og dermed fortrenge luft. En indikator for holdbarheten til produktet er fornuftig å legge til. En oksygenindikator kan legges til i emballasjen for å gi brukeren et bilde av hvor mye laksen er utsatt for oksygen.¹⁵ Dette vil gagne forbrukeren ved at produktet får forlenget holdbarhet gjennom filmen og at brukeren har større kontroll på holdbarheten til sitt produkt.

Absorberende puter bør også legges i emballasjen. Gjennom prototypetestene ble det observert at røkelaksen kommer til å væske en del når den blir presset sammen. For å takle dette burde emballasjen være utstyrt med absorberende puter som plasseres så de ikke påvirker emballasjens mekanisme, men fortsatt absorberer væsken.¹¹ Slike absorberende puter kan bli spesiallaget for røkelaksprodukter, og bør legges inn for å forbedre brukeropplevelsen og for at ikke det skal lekke fra emballasjen enten i butikk eller i kjøleskap.

Tilleggsfunksjoner som bør legges til blir dermed:

- MAP emballasje rundt produktet.
- Trekke røkelaksen i plastfilm eller spiselig film.
- Installere oksygenindikator.
- Legge inn absorberende puter

Kapittel 5

5. Produksjonsmetode, transport og innledende miljøanalyse

Dette kapitlet bestemmer produksjonsmetode i tillegg til transport om produksjonen legges i utlandet. Dette brukes i en innledende økonomisk analyse. For å estimere emballasjens miljøpåvirkning blir det også gått igjennom en miljøanalyse ved produksjon utenlands og ved valg av annet materiale.

5.1 Produksjon og transport

Ved produksjon av emballasjen må alt fra tillaging til sammensetting bestemmes. Hva slags metode som benyttes i produksjon må fastsettes, hva ulike komponenter koster må redegjøres for, hvor produksjonen utføres, hvordan det eventuelt transporteres, og hva som skal transporteres. Produkter av plast kan blant andre produksjonsmetoder sprøytstøpes, produseres ved ekstrudering eller fresing og de kan transporteres med fly eller skip. Valgmulighetene rundt disse punktene gjør at det må velges en løsning før det kan gjennomføres en økonomisk analyse rundt valgene.

En økonomisk analyse er viktig å gjennomføre ved produktutvikling. Produsenten av et produkt må vite hvor mye det vil koste å produsere produktet for å kunne gjøre opp en mening om det er fornuftig å investere i det eller ikke. Forbrukeren er et enda viktigere aspekt å ta hensyn til. Uten kjøpere av produktet vil produksjonen være et meningsløst tapsprosjekt. Ved å beregne hvor mye produktet vil koste kan produktprisen sammenliknes med konkurrerende priser og dermed antyde konkurranseevnen.

Det ble gjort en økonomisk analyse av emballasjen som tar for seg alle emballasjens deler. Også tilleggsfunksjoner er lagt til for å beregne kostnader for et så ferdig produkt som mulig. Prisene er basert på tilbud fra produsenter og estimater gjort på grunnlag av informasjon fra produsenter (Vedlegg I) (Vedlegg J).⁶¹ Til sammen førte dette til en innledende økonomisk analyse som estimerer enhetsprisen og kiloprisen. Det første leddet som skulle i økonomianalysen var produksjonsmetode.

Etter at materialet for emballasjen ble bestemt, ble det besluttet å benytte sprøytstøping som produksjonsmetode. Kvanta ble antatt å være så høyt at det kun ble sett på denne type produksjon.⁴ Sprøytstøping, heretter omtalt som støping, skjer ved at to halvdelar av en form føres sammen, flytene plast sprøytes inn, temperaturen synker og platen herder og til slutt trekkes formene fra hverandre og en ferdig støpt del faller ut.⁶² Ved sprøytstøping var det nødvendig å forme emballasjens deler slik at de kunne støpes i en form, som ved endt støpeprosess blir trukket fra hverandre. Dette betyr at delene som skal støpes ikke kan ha noen utstikkende kanter som kan knekke dersom støpeformene dras fra hverandre. Dette ville muligens gjøre at designet måtte endres noe fra det endte designet.

Spenningskonsentrasjoner kan oppstå i skarpe kanter på vanlige standardgjenger, derfor må gjengene på spindelen endres noe. Disse spenningene er ikke et problem for metall, men når de oppstår i plast kan de ødelegge plastdelen når formen dras fra hverandre. Gjennom ISO-228, som er en videreføring av Withworth standarden for gjenger fra England, er gjengene mer avrundet og er dermed mye enklere å støpe.⁵⁴ Dette er en standard som brukes av produsenter ved støping av gjenger som emballasjens del også bør designes etter.⁶³

Det ble sett på tilbud fra to produsenter i Kina, Shanghai Sourcing og ICO Mold. Gjennom Shanghai Sourcing ble det estimert en pris for én form. Prisen på formen kom på 148 643 kr per stk.⁶⁴ Enhetspris fra samme produsent ble anslått å være på 11,6 kr. Fra ICO Mold kom et anslag på 75 965 kr per form, som hadde medført en enhetspris på 2,3 kr.^{64,65} Det er kun Shanghai Sourcing som inkluderer skatter, materialkostnader, profitt for fabrikk og produksjonsutgifter, som ble sett på som hovedgrunnen til forskjellen i pris.⁶⁴ Tallene er også estimater og gjenspeilet ikke nødvendigvis prisen som kunne blitt forhandlet frem ved en avtale om produksjon.

Informasjon om tilsvarende støpemetode i andre land var mindre tilgjengelig. Enkelte leverandører som ble kontaktet svarte aldri, nettsidene var uoversiktlige og informasjonen som ble etterlyst var ikke å finne. Det ble derfor kun sett på hva det ville koste å legge produksjonen i Norge i tillegg til kostnadene ved produksjon i Kina.

Avgifter og lignende er ulike i Norge i forhold til andre land og noen artikler må importeres, slik som støpeformer. Formene er laget for å tåle et satt antall skudd, som betyr ett produkt støpt, og er bestilt til å tåle 1 000 000 skudd. Det ble derfor regnet på enhetskostnader for 2 millioner skudd selv om tilbudet som ble fremlagt av norsk produsent var 1 600 000 enheter per år (Vedlegg J).⁶⁶ Disse kostnadene inkluderte kjøp av støpeformer fra Kina. Beregningene ble gjort med utgangspunkt i levetiden for to støpeformer, istedenfor per år (Tabell 6). Spørsmålet er da om det er økonomisk konkurransedyktig å legge produksjon i Norge istedenfor Kina.

Kostnadene ved støping av deler i Norge måtte analyseres. Pris for åtte kavitets-støpeform bestilt fra Taiwan vil koste 220 000 og er støpeform for sylindere (Vedlegg H).⁶⁶ Åtte kaviteter vil si at det skal støpes flere enn 500 000 enheter i året. Resten av delene er det kun estimert pris på, ved å bruke prisen på sylindereformen som utgangspunkt. Produksjonen i seg selv vil også ha kostnader. Det ble tilbudt en pris for støping og pakking av sylindere på 1,17 kr med en produksjon på 1 600 000 enheter i året.⁶⁶

Vekt for de forskjellige delene:

Tabell 5: Vekt på de forskjellige delene ifølge SolidWorks (Vedlegg H).

Del	Vekt (g)
Bundel	22,45
Sylinder	33,79
Pressplate	7,17
Skjærelukk, uten knivblad	14,7
Lukk	9,23
Total	87,34

Estimater for produksjonskost for andre deler enn sylinder:

Kostnader for emballasjedelene ble estimert ut fra tilbud fra leverandør.⁶⁶ Ved å bruke prisen gitt for sylindere ble det estimert priser for de andre delene. Det ble antatt at materialkostnadene utgjorde en stor del av prisen. Enhetsprisen for sylindere ble dermed brukt som utgangspunkt og forholdet mellom vekten av sylindere og andre deler ble multiplisert med enhetsprisen for sylindere for å estimere enhetsprisen for disse delene (Tabell 6).

Pris på deler med forholdstall:

$$\text{produksjonspris del} = \left(\text{produksjonspris sylinder} \cdot \frac{\text{vekt på del}}{\text{vekt sylinder}} \right) \cdot \text{Antall} \quad (8)$$

$$\text{Skjærelukk:} \quad \left(1,17 \text{ kr/stk} \cdot \frac{14,7 \text{ g}}{33,83 \text{ g}} \right) \cdot 2\,000\,000 \text{ stk} = 1\,016\,790 \text{ kr}$$

$$\text{Pressplate:} \quad \left(1,17 \text{ kr/stk} \cdot \frac{7,17 \text{ g}}{33,83 \text{ g}} \right) \cdot 2\,000\,000 \text{ stk} = 495\,944 \text{ kr}$$

$$\text{Bundel:} \quad \left(1,17 \text{ kr/stk} \cdot \frac{22,46 \text{ g}}{33,83 \text{ g}} \right) \cdot 2\,000\,000 \text{ stk} = 1\,553\,544 \text{ kr}$$

$$\text{Lukk:} \quad \left(1,17 \text{ kr/stk} \cdot \frac{9,23 \text{ g}}{33,83 \text{ g}} \right) \cdot 2\,000\,000 \text{ stk} = 638\,433 \text{ kr}$$

$$\text{Sylinder:} \quad (1,17 \text{ kr/stk}) \cdot 2\,000\,000 \text{ stk} = 2\,340\,000 \text{ kr}$$

Tabell 6: Produksjonskostnader ved 2stk støpeformer og støping av 2 millioner deler.

Del	Støpeformer 2stk.	Produksjon 2 000 000 stk.	Total
Sylinder	440 000	2 340 000	3 080 000
Bundel	440 000	1 553 544	1 993 544
Pressplate	200 000	495 944	695 944
Skjærelukk u knivblad	440 000	1 016 790	1 456 790
Lukk	300 000	638 433	938 433
SUM	1 820 000	5 406 278	7 226 278

Transport

Når det gjelder transport av deler eller støpeformer ble det sett på to forskjellige forsendelsesmåter. Den ene var med frakteskip, mens den andre var med fly. Fly har den fordelen at det bruker mindre tid enn skip som fører til større fleksibilitet i forhold til produksjon, men det har mye høyere vekt- og plassrestriksjoner, så farten på levering nulles ut av begrensningene.⁶⁷ Båt kan frakte store containere fra 12-24 meter av gangen, men dette vil imidlertid ta mye lengre tid. Det er derfor mer

gunstig å bruke båt om forsendelsen skal være av store kvanta og muligheten for å forutse markedetsbehovet er god. Prisen for de ulike transportmåtene har også innvirkning på valget.⁶⁷

Det er sett på transport fra de tre forskjellige stedene: Shanghai, Hong Kong og Taiwan.⁶⁷ Dette er de stedene som ble vurdert som mulige produksjonssteder eller leverandører av støpeformer til emballasjens deler. Stedene ble vurdert fordi bedriftene som ble kontaktet besvarte spørsmål eller hadde priser tilgjengelig på sine sider. Det ble brukt estimater for å finne prisene til de forskjellige stedene, i tillegg ble det sett på ulike shippingfirmaer fra Hong Kong (Tabell 7).⁶⁷

Tabell 7: Transportkostnader fra Hong Kong, Shanghai og Taiwan med fly eller båt, alle priser i dollar.

Sted	Flypris for 225 kg	Båtpris for (40 fot container)
Hong Kong WFR	1964-2171	1816 – 2008
Hong Kong DHL	1875	-
Hong Kong UPS	1622	-
Hong Kong FedEx	1822	-
Shanghai	2262-2500	1925-2128
Taiwan	1560-1724	1925-2128

På grunn av tilbakevirkende effekt fra enhetskostanalysen ble det bestemt at delene skulle støpes i Norge og at støpeformene skulle kjøpes fra Taiwan (Tabell 7). I tillegg kunne utviklingskostnadene estimeres. Siden det var en del usikkerheter rundt kostnadene til prosjektet var det ønskelig å få med de kostnadene som var mer sikre. Disse kostnadene dekker timene som ble brukt på utviklingen, testingen og rapportskrivningen. Totalt kom kostnadene for utvikling på 1,2 millioner kroner. I og med at det ikke er blitt utbetalt lønning i arbeidet med denne masteroppgaven kan disse kostnadene ses bort ifra (Vedlegg I).

Produktkostnad

Emballasjens pris i butikk var den avgjørende summen i analysen. Med engangskostnader og kostnader for deler gjort rede for kunne salgsprisen for emballasjen regnes ut. Det ble regnet ut med tall fra tidligere kostnadsestimater lagt inn i ny formel. Prisen på emballasjen i butikk indikerer om den kan konkurrere med andre emballasjer på markedet. Dersom den landet rundt eksisterende produkters enhetspris ville emballasjen ha en reell sjanse. Under er variablene i formelen som ble brukt forklart i en liste:

- Produksjonskostnader: Kostnader for støping av emballasjens fem deler.
- Enhetskostnader: Enhetspris per emballasje.
- Engangskostnader: Innkjøpspris av støpeformer.
- Transport: Fly fra Taiwan til Oslo med støpeformer.

- MAP poser: Prisen for plasten som emballasjen forsegles med.
- Knivblad: Kostnaden for eksternt knivblad.
- Absorberende puter: Kostnad for 2 absorberende puter.

Finner enhetskost med engangskostnader, produksjonskostnader og transport:

Enhetskostnad:

Enhetskost =

$$\frac{\text{Produksjonskostnader} + \text{Engangskostnader} + \text{Transport}}{\text{Antall enheter}} \quad (9)$$

+Knivblad + Map poser + Absorberende puter

$$\frac{6\,044\,711 \text{ kr} + 1\,820\,000 \text{ kr} + 14\,880 \text{ kr}}{2\,000\,000} + 0,6 \text{ kr} + 0,6 \text{ kr} + 0,23 \text{ kr} = 5,4 \text{ kr}$$

Enhetsprisen på emballasjen med røkelaks er neste store spørsmål. Hva slags metode som blir brukt i røykingen av fisken og hvor lang tid som brukes er eksempler på aspekter som påvirker enhetsprisen. Dette er derfor en indikasjon til forbrukeren om produktet har gjennomgått en dyr eller billig behandling. Dette igjen kan gi forbrukere et bilde av kvaliteten på røkelaksproduktet. Beregninger i denne oppgaven tar utgangspunkt i en relativt høy kilopris for røkelaksen på 550 kr/kg. Prisen ble valgt for å vise hvilket kvalitetsnivå røkelaksen ble tiltenkt. Prisen på emballasje brukt på dagens marked ligger på 2-3 kr pr kilo.⁴ Dette fører til at emballasjen utgjør omtrent 2,3% av kiloprisen i butikk, antatt at prisen er på 550 kr/kg (Vedlegg I).⁴ Med disse faktorene medregnet kan enhetsprisen estimeres.

Kilopris uten emballasje:

$$\frac{550 \text{ kr}}{\text{kg}} \text{laks} \cdot 0,978 = 537,9$$

Hva 120 g laks vil koste:

$$\frac{537,9 \text{ kr}}{\text{kg}} \text{laks} \cdot 0,120 \text{ kg laks} = 64,5 \text{ kr}$$

Butikkprisen til emballasjen:⁶⁸

$$\text{Enhetskost} \cdot 4,2 = \text{butikkpris(emballasje)}$$

$$5,4 \text{ kr} \cdot 4,2 = 22,6 \text{ kr}$$

Butikkpris til laks + emballasje:

$$\text{Butikkpris(emballasje)} + \text{Laksepris} = \text{Produktpris}$$

$$64,5 + 22,6 = 87,1 \text{ kr}$$

Ny kilopris for produktet inkludert dyr emballasjpris:

$$\frac{87,1 \text{ kr}}{0,12 \text{ kg}} = 725,4 \frac{\text{kr}}{\text{kg}}$$

Ved å bruke en faktor på 4,2 som er kostnadsveksten, med fortjeneste, fra produktet produseres til det ligger i butikkhyllene ble prisen for både emballasje og laks estimert.⁶⁸ Prisen som ble utregnet gjenspeiler et kvalitetsnivå på røkelaksen som tilsvarer en pris på 550 kr/kg. Det ble beregnet en butikkpris på produktet på 87,1 kr som tilsvarer en kilopris på 725,4 kr. Dette er en pris som ligger i toppsjiktet av priser på røkelaks, men som ikke er langt over prisene på markedet i 2018.

Prisen for produksjon i Norge blir en annen enn i Kina. Både prisen for produksjon i Kina og Norge er delvis basert på estimater, men det antas at estimatene for produksjon i Norge er tettere opp til den faktiske enhetsprisen enn fra den kinesiske produsenten. På nettsiden til produsenten i Shanghai ble det kun oppgitt størrelse og tyngde samt materiale for emballasjen.

Det er ikke bare produksjonssted som er en faktor for enhetskosten. Om sylindere og spindelen økes i lengde slik at emballasjen nå rommer 200 g vil kostnadene og butikk pris bli slik (Vedlegg D):

Butikkpris til laks (200g) + emballasje:

$$\text{Butikkpris(emballasje)} + \text{Laksepris} = \text{Produktpris}$$

$$26,6 + 107,58 = 134,2 \text{ kr}$$

Ny kilopris for produktet som inkorporerer dyr emballasjpris:

$$\frac{134,2 \text{ kr}}{0,2 \text{ kg}} = 671,0 \frac{\text{kr}}{\text{kg}}$$

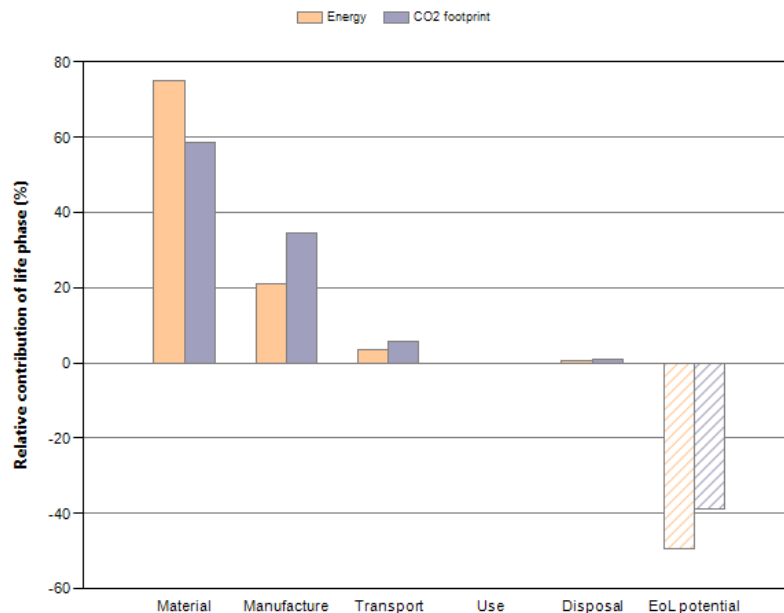
Med en kilopris på 671,0 kr for 200 grams produkt opp mot 725,4 kr/kg for 120 gram, vises det at med økt andel røkelaks i emballasjen vil kiloprisen synke. Dette begrenses av emballasjens konstruksjon og mekanisme, men med røkelaksstykker mellom 120 og 200 gram er utviklingen i kilopris avtagende med økt vekt av røkelaks.

Alle aspektene fra produksjonsmåte, videreutvikling, produksjon og transport ble kombinert. Støpeformer importeres fra Taiwan og produsenten i Norge skaffet råmaterialet. Delene til emballasjen støpes og deretter sendes det til røkelaksprodusenten hvor absorberende puter og

knivblad også blir tilsendt. Emballasjen monteres slik som i prototypetestingen, men med absorberende puter mellom pressplaten og sylindere bunn. Deretter plasseres laksestykker i emballasjen og skjærelokket monteres på for så å forsegles med lokket. Så blir emballasjen plassert på et samleband hvor emballasjene plasseres i lengderetning etter hverandre. Deretter tres en tynn sylinder av plast rundt emballasjene som da ligger i en «sokk» av plast med mellomrom mellom hver emballasje. Denne «sokken» med emballasjer blir deretter ført inn i en MAP pakkemaskin, hvor atmosfæren rundt produktet endres og «sokken» blir forseglet i hver ende av emballasjen. Dette kan være utgangspunktet for en produksjonslinje og baserer seg på funn og forslag fra oppgaven.

5.2 Innledende miljøanalyse

En innledende miljøanalyse ble foretatt etter kostnadsanalysen. Miljøregnskapet ble utregnet i CES EduPack der programmet bruker formler for beregninger av energiforbruk og utslipp.⁵ CO₂ utslipp ble beregnet per del og for alle deler i et produkt sammen, det samme gjelder energiberegninger.⁵ CO₂-utslipp ble beregnet per del og for samlet produkt, det samme gjelder energiberegninger. Det ble i tillegg sett prosentmessig hvor stor andel av enten utslipp eller energiforbruk ulike prosesstrinn bidrar med og hvor mye hver enkelt del står for. I dagens samfunn med klimaendringer og menneskelig påvirkning er dette et viktig tema å undersøke.



Figur 35: Søylediagram over prosesstrinnes bidrag til utslipp og energiforbruk.⁵

Det ble gjort analyser av produksjon i Kina for å undersøke hvor mye transport innvirket på utslipp og energikonsum. Første analyse ble gjort for produksjon ved støping i Shanghai, Kina, for så å bli fraktet med båt fra Kina til Nederland og deretter til Oslo (Vedlegg L). Denne analysen viste at materialet står for hoveddelen av utslippene: 58,7% av totale utslipp og 74,9% av total

energiforbruk. Til sammenlikning står bearbeiding, altså støping, for 34,6% av totale utslipp og 20,9% av total energiforbruk mens transport bidrar med kun 5,6% utslipp og 3,6% energiforbruk. Dette gjør også at utslippene varierer svært lite avhengig av hvor produksjonen skjer. Materialet som ble valgt er den største utslippsyteren og kilden til størst forbruk av energi (Figur 35).

For at forskjeller skal være av betydning må endringen være på over 20%. Dette begrunnes av programmets egen brukerveiledning hvor det står at verdiene som fremstilles kan variere med +/- 10%. Dermed må det være forskjeller på 20% eller mer for at forskjellen skal være av betydning.⁵ Når transport da ligger på under 10% vil utslipp og forbruk fra dette aldri ha mye å si for totalutregningen.

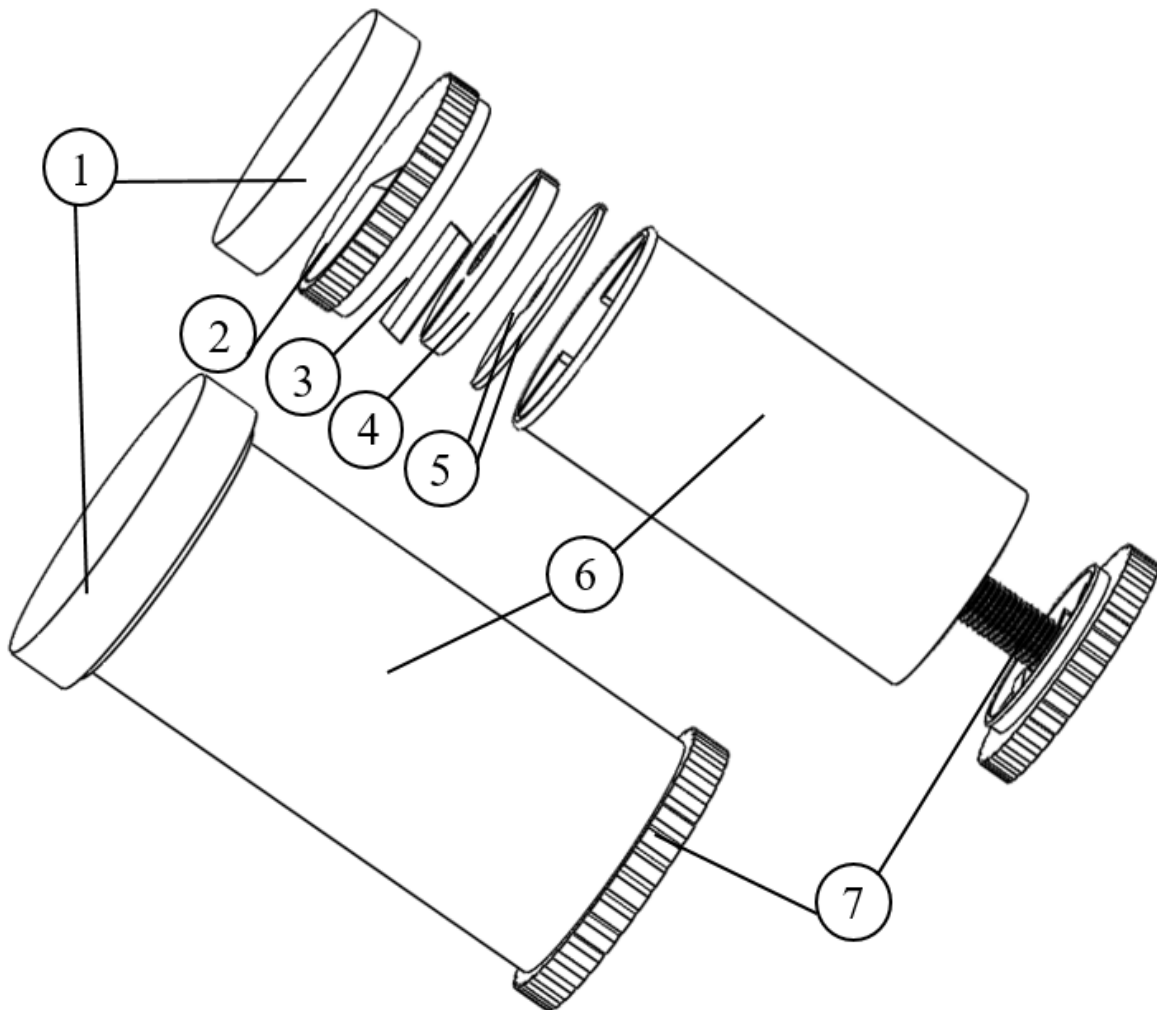
Det ble sett på utslipp og energiforbruk ved bruk av et nedbrytbart materiale, nemlig PLA. Resultatene fra denne analysen var overraskende. Første analyse viste at en emballasje av HDPE førte til totalt utslipp på 0,371 kg CO₂ og krevde 8,21 MJ. Potensialet for innhenting gjennom resirkulering var 0,144 kg CO₂ og 4,06 MJ. Til sammenlikning krevde en emballasje av PLA 5,15 MJ fra materialutvinning til sin endelige destinasjon og førte til utslipp på 0,306 kg CO₂, med innhentingspotensiale for CO₂ på 0,128 kg og energi på 2,41 MJ. Som det vises er forskjellen på de to ulike materialene liten, og for resirkulering er forskjellen i innhenting noe mindre for PLA. En sammenlikning kan være at utslippene fra HDPE emballasjen er tilsvarende å kjøre ca. 4 km med bil, og PLA er tilsvarende 3,3 km med bil.⁶⁹

Spørsmålet er da hva som er mest miljøvennlig. Utslipp fra produksjon av deler og produksjon av råmateriale er relativt likt mellom de to materialene, men dette gir ikke hele bildet av miljøperspektivet. Mikroplast er et stort problem i verden i dag og dette problemet vil kun øke dersom andelen plastprodukter øker på markedet.²³ Det hele brytes ned til en avveining mellom økonomi og miljø. Fra et rent miljøperspektiv vil det være svært gunstig å velge PLA så fremt dette er mulig.

Kapittel 6

6 Produktpresentasjon

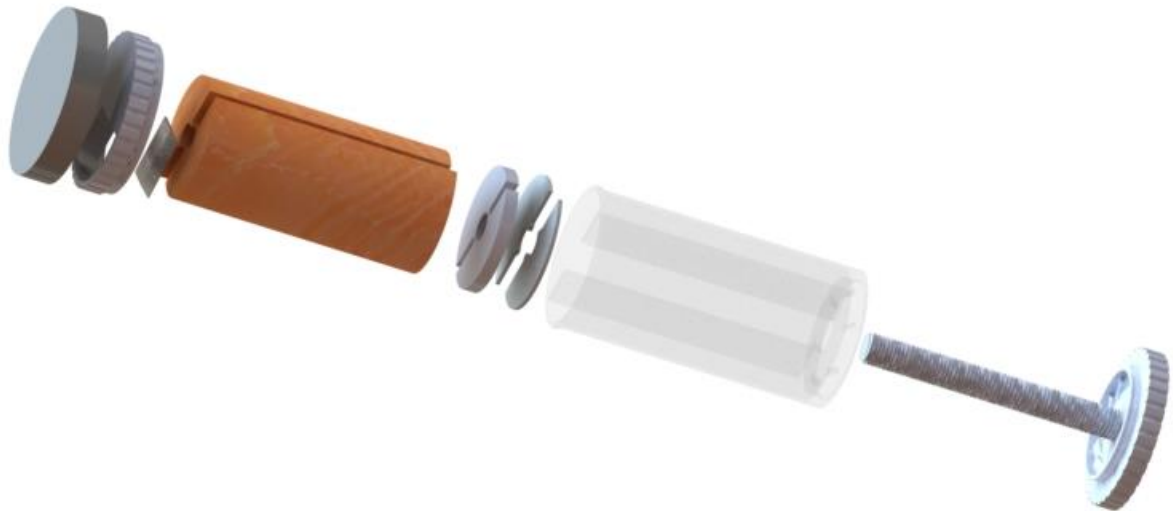
Dette kapitlet presenterer produktet. Emballasjens komponenter vises i forhold til hverandre, sammensetting av produktet visualiseres og emballasjens bruk illustreres. Varemerket SALMA er satt på produktet og viser hvordan emballasjen forsterker varemerkets betydning av god kvalitet. Dette kapitlet skal gi et bilde av hvor produktet kan brukes og at den kan være en naturlig del av ulike situasjoner.



Figur 36: Eksplisjonsstegning av emballasjen med ballonger som representerer hver del.

Tabell 8: Oversikt over de forskjellige komponentene med beskrivelse.

Nummer	Komponent	Beskrivelse
1	Lokk	Lokk for å skjerme røkelaksen mellom bruk.
2	Skjærelokk	Lokk til å stoppe røkelaksen og til å skjære skiver av røkelaksstykket.
3	Knivblad	Knivblad for å kutte røkelaksen.
4	Pressplate	Plate for å løfte røkelaksen opp mot skjærelokket.
5	Absorbent	Puter for å absorbere væsken som kommer fra røkelaksen.
6	Sylinder	Hovedkomponenten for å beskytte og oppbevare røkelaksen.
7	Bunndel	Bunn på produktet med en spindel som går opp i sylindere og løfter pressplaten ved vridning.



Figur 37: Ekspodert bilde av alle delene til produktet.

Her er emballasjen presentert i ulike situasjoner. Først blir emballasjen fremstilt med alle komponenter henviset med tall (Figur 36). Deretter er emballasjen presentert med røkelaks og utseende som er tiltenkt de ulike delene (Figur 37). Videre vises emballasjen på en benk i en park, dette er for å vise at mulighetene med denne emballasjen er mange og emballasjen er beleilig å bruke (Figur 38). Deretter er emballasjen vist i tre ulike måltidsituasjoner som igjen forsterker allsidigheten til dette produktet. Emballasjen kan brukes til måltider både inne og ute (Figur 39)(Figur 40). Produktet kan brukes hjemme, men også brukes ute blant andre mennesker på en diskret måte, som er både mer renslig enn andre løsninger i 2018 og som potensielt lukter mindre. Dette antas på grunn av en mindre andel av røkelaksen som utsettes for luft. (Figur 41). Gjennom bildeserien illustreres hvordan emballasjen passer i mange ulike situasjoner og hvor anvendelig den er.



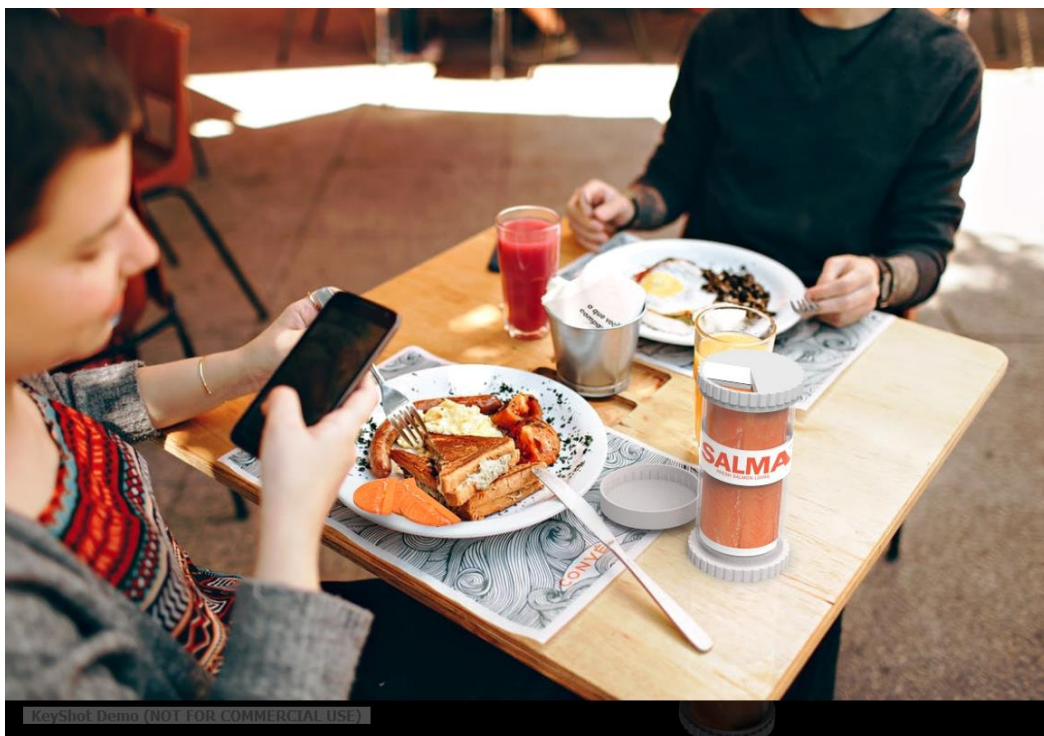
Figur 38: Rendrert markedsføringsbilde av produktet med lokk og avskårne biter på en benk i parken, bakgrunn hentet fra KeyShot.



Figur 39: Rendrert framstilling av produktet plassert på et lunsjbord utendørs, bakgrunn hentet fra nettside.⁷⁰



Figur 40: Rendert illustrasjon av produktet fremstilt sammen med et frokostmåltid som en naturlig del av måltidet, bakgrunn hentet fra nettside.⁷¹



Figur 41: Rendert illustrasjon av produktet fremstilt sammen med et frokostmåltid som en naturlig del av måltidet, bakgrunn hentet fra nettside.⁷²

Kapittel 7

7. Diskusjon

Dette kapitlet gjennomgår de hovedfunn som ble gjort gjennom oppgaven, som hadde en innvirkning på konklusjonen. Konkurransedyktigheten til emballasjen blir også diskutert og kapitlet avsluttes med å diskutere metodebruken i oppgaven.

Spørreundersøkelse

Tidlig i oppgaven ble det foretatt en spørreundersøkelse. Denne undersøkelsen skulle fungere som et tilskudd til markedsanalysen som ble foretatt. Et interessant poeng disse spørsmålene belyste var at forbrukere kanskje ikke er klar over at skivet røkelaks har dårligere holdbarhet enn hel røkelaks.³⁸ Dette gir muligheter for at holdbarhetsaspektet til den nye emballasjen kan kommuniseres bedre til forbrukerne. Både funksjonen med lukking mellom bruk og å kunne skjære røkelaksskiver rett til servering er egenskaper som forbrukere ønsker (Vedlegg C). Når det kom til formuleringen i spørreundersøkelsen kunne noen spørsmål endres. Undersøkelsen ble satt opp slik at spørsmål én ble overflødig. Formålet var å se om det var en korrelasjon mellom ønsker og alder, men dette ble vanskelig å tolke ut fra hvordan svarene ble presentert. Spørsmål nummer tre kunne blitt formulert tydeligere for at ikke spørsmålet kunne tolkes feil i forhold til produktets holdbarhet. Spørsmål fire og fem var noe ledende, og kunne blitt stilt mer åpent. Til tross for forbedringspotensialet på noen spørsmål ble spørreundersøkelsen regnet som pålitelig og dermed ble svarene tolket og brukt i produktutviklingen (Vedlegg C).

Tverrfølsomhetstest

For å skaffe data til dimensjoneringen som måtte gjøres for at funksjonene skulle fungere som ønsket ble det utført en tverrfølsomhetstest. Måten testen ble gjennomført ga tilstrekkelig data for å estimere hvor store krefter som ville påvirke sylindren når laksen presset utover.⁷³ Om det hadde vært ønskelig å få mer nøyaktige kunne det blitt benyttet mer nøyaktig måleutstyr under testingen. På grunn av beregningenes natur ble ikke dette vurdert som nødvendig. Testen ble gjennomført enkelt fordi utregningene skulle gi en indikasjon, ikke et nøyaktig svar. Grunnen til dette var at emballasjen skulle tåle belastninger ut over brukspåkjenningene som var minstekravet.

Prototypetest

Prototypetesten ble delt inn i en kort analyse av hver emballasjekomponent. For å vurdere suksess for prototypen ble den splittet opp i komponenter eller deler, og disse delene ble vurdert opp mot kriteriene fremstilt i prototypetestingen. Selv om hver enkelt komponent ble vurdert hver for seg ble prototypetesten utført med hele emballasjen montert. Hver enkelt del kunne blitt testet hver for seg, men på grunn av manglende ressurser var ikke det mulig. Ved isolert testing av hver komponent hadde styrketesting vært sentralt. Slike tester hadde krevd like materialeegenskaper i testkomponentene som det endelige produktet.⁷³ For å oppnå dette måtte delene ha blitt støpt. Støping av testdeler ble for kostbart og prototypen ble 3D-printet istedenfor. Dette gjorde at det var samspillet mellom delene som ble testet. At hver del ble vurdert individuelt gjorde at oversikten over ulike styrker og svakheter til delene kom tydelig fram.

Skjærelokket var hovedfokuset for prototypetestingen. Skjærelokket ble vurdert på tre punkter:

1. At skivene som ble kuttet besto sammenlikningen med testbiten.
2. At knivbladet kuttet av bitene.
3. At ingen rester av røkelaks satt fast eller hopet seg opp noen steder i lokket.

Dette ble oppnådd i stor grad i siste prototypetest hvor kun noen spor av røkelaks satt igjen i emballasjen. Ved behandling av plasten for å minimere friksjon mellom laks og emballasjen kunne dette blitt redusert ytterligere. Skjærelokket utførte den største og mest synlige jobben i emballasjen og at dette fungerte ble sett på som svært viktig, også i forhold til hovedmålet om at brukeren ikke skulle trenge å være nær røkelaksen.

Svært lite hindret laksebitene fra å komme ut av emballasjen. Det eneste som eventuelt holdt igjen laksebiten var kollagen i laksekjøttet som knivbladet ikke klarte å kutte over.⁶⁰ Kun en testskjæring fikk dette problemet og det ble derfor ikke sett på som kritisk for emballasjen. Likevel ble det vurdert mulige løsninger som kunne fjerne denne problematikken. Dette problemet kunne blitt eliminert av å føre knivbladet enda nærmere skilleveggene i sylindren, eventuelt med et lite knivblad på veggene slik at det ble en «sakseffekt». Med eller uten disse endringene var suksessraten for emballasjen svært høy i siste test og ble ansett som godkjent i forhold til hovedmålet.

Tilleggsfunksjoner

For å minimere lufteksponering og væsking ble noen tilleggsfunksjoner lagt til produktet. Dette inkluderte å forsegle emballasjen med MAP emballasje og å trekke selve røkelaksen i film og å sette inn absorberende puter spesialdesignet for røkelaks i bunnen av sylindren.¹¹ Disse løsningene vil på sine måter hjelpe med noen av emballasjens utfordringer, både for holdbarhet før og etter åpning og hindre lekkasjer. En oksygenindikator kan monteres så forbrukeren har fullstendig kontroll på holdbarheten på sin vare, og kan på den måten bidra til mindre matsvinn.¹⁵ Dette blir likevel ansett som å være nødvendige tiltak for at emballasjen skal gi tilstrekkelig skjerming for røkelaksen og tilstrekkelig kvalitet på produktet. Utfordringen er at disse løsningene vil heve enhetsprisen på produktet.

Produksjon og transport

Produksjonsmåte, produksjonssted og transport ble bestemt for å kunne gjøre en innledende økonomianalyse. Produksjonsmåten ble bestemt til å være med støpeformer på grunn av mengden enheter som planlegges å produseres. Dette vil gi høye kostnader før produksjon, men vil bli tjent inn når flere enheter produseres. Det ble bestemt at emballasjen enten måtte produseres i utlandet og forsendes, eller produseres i Norge og kun støpeformer kjøpes fra

utlandet.^{64, 65} Transport måtte uansett finne sted over en lengre strekning. Produksjonssted ble derfor bestemt til å være i Norge, og støpeformer skulle importeres fra Taiwan.⁶⁶ Transportmetoden ble bestemt til å være med skip for å få enhetskosten for transport ned til et minimum.

Miljøanalyse

I miljøanalysen ble blant annet HDPE sammenliknet med PLA siden begge materialer hadde ønskede egenskaper.⁶ Dette ble gjort for å undersøke de miljømessige fordelene ved å bruke et nedbrytbart materiale. Dette viste å ikke ha stor påvirkning selv om både CO₂-utslipp og energiforbruk var noe lavere med PLA enn med det tiltenkte materialet HDPE.⁶ Den store gevinsten med å bruke det nedbrytbare materialet, PLA, er at plastavfallet ikke vil påvirke miljøet negativt i form av mikroplast.²⁵ Miljøanalysen tar ikke med alle aspekter, men det ble antatt at beregningene for utslipp og forbruk ga et riktig bilde. HDPE hadde utslipp og forbruk ganske nær PLA men når det kom til uønsket dumping av avfall, eller avfall som dumpes i havet vil PLA være overlegen i et miljøperspektiv.²⁴ Ut over miljøaspektene er PLA både dyrere enn HDPE og vanskeligere å forme i produksjonsstadiet.⁵

Konkurransedyktighet

Konkurransedyktigheten til produktet ble også vurdert. Dette er et spørsmål som inkluderer mange ulike faktorer: pris, teknisk nytenking, og å skille seg ut for å nevne noen. Utfordringen er å kvantifisere de egenskapene som ikke i utgangspunktet er kvantifiserbare og dermed anslå bidragene fra disse. For produktet er disse egenskapene: at brukeren slipper å ta på røkelaksen, det er mulig å bestemme hvor tykke skiver som skal serveres, og designet skiller seg ut fra andre produkter på markedet.

Det kan også argumenteres for at designet er en slik ikke-kvantifiserbar egenskap fordi det skiller produktet fra andre produkter på markedet.³ Slik emballasjen ble utformet vil prisen bli noe høyere enn de allerede eksisterende produktene på markedet. Enhetsprisen for 120 g røkelaks emballasje ble dermed utregnet til å bli 22,6 kr uten røkelaks, 87,1 kr med røkelaks som ga en kilopris på 704,9 kr. Dette vil ikke nødvendigvis være ødeleggende for markedsmulighetene til produktet. På grunn av emballasjens andre egenskaper kan produktet være konkurransedyktig siden det tilfører noe nytt til markedet, det skiller seg ut og prisen er ikke for langt over konkurrerende produkters priser. Om forskningen rundt PLA fortsettes og materialet kommer ned på pris med HDPE kan dette gjøre at emballasjen styrkes i konkurransesituasjonen.

Konkurransesevnen til produktet kan påvirkes noe ved å senke kiloprisen. Et produkt som inneholder 200 gram røkelaks vil ha en enhetspris på 134,2 kr og dermed ha en kilopris på 671,0 kr. Kiloprisen for 200 grams produkter vil da være nærmere kiloprisen for eksisterende

røkelaksprodukter, og kan dermed konkurrere med andre produkter og stiller sterkere på røkelaksmarkedet.

Merkevare har også innvirkning på konkurransedyktigheten. SALMA er et varemerke som blir forbundet med god kvalitet og aksepten for noe høyere pris kan være innvirkende. I tillegg har SALMA-produkter et rent og minimalistisk design, noe som ble tatt hensyn til i designet av emballasjen. Emballasjen ble ansett å passe varemerket SALMA svært godt som et kvalitetsprodukt med kvaliteter både for røkelaksen og for estetisk design som passer inn under navnet.

Produktet har mulighet for å konkurrere på andre markeder enn butikksalg. Andre matrelaterte markeder som catering og hoteller kan være potensielle markeder for dette produktet. Emballasjen kan gjøres aktuell for markedene ved å gjøre den større og fortsatt ha den hånddrevet, eller emballasjen kan motoriseres og dermed automatisere mekanismen fullstendig.

FTO-analysen som ble gjort ble ikke utført av autoriserte patentorganisasjoner. Analysen kan dermed kritiseres for å ikke være sikker nok. På grunn av oppdragsgivers erfaring og innsikt i røkelaksmarkedet, styrket oppdragsgiver FTO-analysens konklusjon gjennom å si at det ikke finnes liknende produkter på markedet.⁷⁴

Metodikk

Produktutviklingen bør inkludere mange aspekter og tenke ut over kun produktet.⁴⁶ Det var ønskelig å knytte produktutviklingsarbeidet til kjente produktutviklingsmetoder for å bruke dette som en form for kvalitetssikring på prosessen. Metodene er utviklet over tid og er spesialisert for produktutvikling og for å se alle aspekter ved et produkt. Det kan også være en metode for å videreutvikle et produkt og bane vei for nye tanker rundt et produkt. Integrert produktutvikling (IPD) er et eksempel på dette, hvor flere steg enn kun utviklingsfasen skal inkluderes.⁴⁶ Pughs metode ble også brukt for å selektere alternativer og dermed finne det beste alternativet.⁴⁷ Hovedfokuset til oppgaven var å utvikle et produkt som dekket hovedmålet, men som en del av IPD ble det trukket inn aspekter fra produksjon, økonomi, og Helse, Miljø og Sikkerhet (HMS).⁴⁶ HMS ble inkludert i form av miljøanalyse. Dette gir et mer helhetlig bilde av produktet og hjelper til med å lede arbeidet videre.

Kapittel 8

8. Konklusjon

Dette kapitlet oppsummer de viktigste resultatene fra oppgaven og de presenteres med korte forklaringer. Anbefalinger for videre arbeid blir også listet opp.

Konklusjon

Hovedmålet med denne oppgaven var å utvikle et konkurransedyktig produkt som kombinerte emballasje og dispenser for hel røkelaks, der brukeren ikke trenger å komme i kontakt med røkelaksstykket for å få ut skivet røkelaks. Dette skulle fortrinnsvis kunne gjøres uten at det ga røkelaksen kortere holdbarhet enn eksisterende røkelaksprodukter på markedet. Produktet skulle gi brukeren mulighet til å justere tykkelsen på lakseskivene, i tillegg til å være resirkulerbar. Spørreundersøkelsen avdekket at markedet ønsket et røkelaksprodukt hvor brukeren ikke trengte å ta på røkelaks, og som hadde en bedre løsning for å overføre røkelaks fra emballasje til servering. Dette er behov på markedet som emballasjen fyller.

Sluttproduktet var en emballasje som rommet røkelaksstykker på 120 g, og som ble designet av HDPE og veide 78 g og kostet 22,6 kr. Produksjonsmetoden for emballasjen ble bestemt til å være sprøyttestøping og produksjonssted ble foreslått å være i Norge med støpeformer produsert i Taiwan. Emballasjen «skjermet» produktet og kunne porsjonere ut skiver av røkelaks med tykkelse etter ønske.

Prisen på produktet ble på 87,1 kr som var noe høyere enn prisen på emballasjen som brukes på markedet i 2018. Noe av grunnen til prisen var teknologi som modifisert atmosfære (MAP) og absorberende puter. Skjermende film kan legges til for å bevare røkelaksen, men vil øke prisen ytterligere. Det ble undersøkt om denne prisen kunne gjøres noe rimeligere ved å forlenge produktet og dermed øke størrelsen på rommet for røkelaks. Andelen røkelaks i et samlet produkt ble økt til 200 gram. Prisen for emballasjen uten laks økte til 26,6 kr, og prisen per enhet med røkelaks økte til 134,2 kr. Som følge av økt mengde røkelaks ble kiloprisen redusert til 671,0 kr.

Helhetlig sett kan det sies at sluttproduktet nådde hovedmålet med noe usikkerhet koblet til konkurransedyktighet. Denne usikkerheten ble gjort mindre gjennom kvaliteter emballasjen innehar som forsterker inntrykket for brukeren får om at emballasjen er et kvalitetsprodukt. Med et varemerke som Salma kommer det enkle designet til sin rett og kvalitetsinntrykket blir forsterket ytterligere. Når emballasjen og varemerket går godt sammen kan dette forsterke konkurransedyktigheten til produktet.

Videre arbeid

Videre arbeid tar utgangspunkt i begrensningene for oppgaven og ser på det som ikke ble oppnådd. Videre arbeid er tiltenkt for den som eventuelt skulle ta opp og fortsette arbeidet.

- Lage en prototype av enten støpt materiale eller i medisinsk 3D-printer for å få en emballasje med lang holdbarhet.
- Prototyping av MAP teknologi i henhold til emballasjen
- All informasjon og merking som skal på emballasjen må settes opp og en bruksanvisning basert på forklaringen i denne oppgaven må lages.
- Eksterntesting av prototype med mennesker som ikke har blitt fortalt hvordan emballasjen brukes. Brukeren skal kun følge instruksjoner på emballasjen.
- Undersøke muligheten for bruk av oksygenindikator og hvor mye den vil koste for at forbruker skal ha bedre kontroll over holdbarheten på produktet.
- Sette opp en produksjonsplan hvor det anbefales å starte med småskalaproduksjon for å se om markedet er mottakelig for det nye produktet.

Referanser

1. Han, J. H. (2005). *Innovations in food packaging*: Academic Press.
2. Olsen, K. D. & Engebretsen, I. H. (2017). *Utvikling av lakseinnpakning*. Upublisert manuskript.
3. Baklien, A. T. & Steinset, T. A. (2017). Akvakultur. Tilgjengelig fra: <https://www.ssb.no/jord-skog-jakt-og-fiskeri/statistikker/fiskeoppdrett/aar> (lest 26.09.2017).
4. Morlandstø, J. O. (2017). *Trovåg* (E-mail 05.02.2018).
5. Granta.Design. (2017). *CES EduPack* (Versjon 17.2.0). Programvare. Tilgjengelig fra: <http://www.grantadesign.com/education/edupack/> (lest 19.03.2018).
6. Coles, R. & Kirwan, M. J. (2011). *Food and beverage packaging technology*: John Wiley & Sons.
7. Brown, H. & Williams, J. (2003). Packaged product quality and shelf life. *Food packaging technology*. Oxford, UK: Blackwell Publishing Ltd. p: 65-94.
8. Robertson, G. L. (2016). *Food Packaging: Principles and Practice, Third Edition*: CRC Press.
9. Vanderroost, M., Ragaert, P., Devlieghere, F. & De Meulenaer, B. (2014). Intelligent food packaging: The next generation. *Trends in Food Science & Technology*, 39 (1): 47-62. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2014.06.009>.
10. Kåss, E. (2018). Patogen. I: *Store Medisinske Leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://sml.sn.no/patogen> (lest 14.04.2018).
11. Realini, C. E. & Marcos, B. (2014). Active and intelligent packaging systems for a modern society. *Meat Sci*, 98 (3): 404-19. doi: 10.1016/j.meatsci.2014.06.031.
12. Akbar, A. & Anal, A. K. (2014). Zinc oxide nanoparticles loaded active packaging, a challenge study against Salmonella typhimurium and Staphylococcus aureus in ready-to-eat poultry meat. *Food Control*, 38: 88-95.
13. Lee, D. S. (2014). Chapter 6 - Antioxidative Packaging System A2 - Han, Jung H. I: *Innovations in Food Packaging (Second Edition)*, s. 111-131. San Diego: Academic Press.
14. Song, N. B., Lee, J. H., Al Mijan, M. & Song, K. B. (2014). Development of a chicken feather protein film containing clove oil and its application in smoked salmon packaging. *Lwt-Food Science and Technology*, 57 (2): 453-460. doi: 10.1016/j.lwt.2014.02.009.
15. Jang, N. Y. & Won, K. (2014). New pressure-activated compartmented oxygen indicator for intelligent food packaging. *International Journal of Food Science and Technology*, 49 (2): 650-654. doi: 10.1111/ijfs.12310.
16. Mills, A., Hazafy, D., Parkinson, J., Tuttle, T. & Hutchings, M. G. (2011). Effect of alkali on methylene blue (CI Basic Blue 9) and other thiazine dyes. *Dyes and Pigments*, 88 (2): 149-155. doi: 10.1016/j.dyepig.2010.05.015.
17. Tønjum, T. B., Kjell, . (2018). Aerob. I: *Store medisinske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://sml.sn.no/aerob> (lest 30.04.2018).
18. Iacumin, L., Tirloni, E., Manzano, M. & Comi, G. (2017). Shelf-Life Evaluation of Sliced Cold-Smoked Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Under Vacuum (Pv) and Modified Atmosphere Packaging (MAP). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 17 (6): 1279-1285. doi: 10.4194/1303-2712-v17_6_21.
19. Hansen, A. Å., Rødbotten, M., Bjørn, P. L., Rotabakk, T., Birkeland, S. & Pettersen, M. K. (2015). Effect of Transport Packaging and Repackaging into Modified Atmosphere on Shelf Life and Quality of Thawed Atlantic Cod Loins. *Packaging Technology and Science* 28 (11).
20. E, W. R. (1975). *Process of storing or shipping fresh meat in a modified gaseous atmosphere*: Google Patents.
21. Xu, Y. (2017). *Defining Environmental Impacts of Recycling Plastic Film Wastes*.
22. Shaw, D. K. & Sahni, P. (2014). Plastic to oil. *Journal of Mechanical and Civil Engineering*: 46-48.

23. Kostigen, T. M. & Magazine, F. D. (2008). The world's largest dump: the great pacific garbage patch. *Discover Magazine (July 10, 2008)*, <http://discovermagazine.com/2008/jul/10theworldslargestdump>.
24. Stamper, M. A., Spicer, C. W., Neiffer, D. L., Mathews, K. S. & Fleming, G. J. (2009). Morbidity in a juvenile green sea turtle (*Chelonia mydas*) due to ocean-borne plastic. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 40 (1): 196-198.
25. Koehler, A., Anderson, A., Andrad, A., Arthur, C., Baker, J., Bouwman, H., Gall, S., Hidalgo-Ruz, V., Koehler, A., Law, K., et al. (2015). *SOURCES, FATE AND EFFECTS OF MICROPLASTICS IN THE MARINE ENVIRONMENT: A GLOBAL ASSESSMENT*.
26. Sigler, M. (2014). The effects of plastic pollution on aquatic wildlife: current situations and future solutions. *Water, Air, & Soil Pollution*, 225 (11): 2184.
27. SNL. (2009). Luffa.
28. Masmoudi, F., Bessadok, A., Dammak, M., Jaziri, M. & Ammar, E. (2016). Biodegradable packaging materials conception based on starch and polylactic acid (PLA) reinforced with cellulose. *Environmental Science and Pollution Research*, 23 (20): 20904-20914.
29. Løvdal, T. (2015). The microbiology of cold smoked salmon. *Food Control*, 54: 360-373. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.02.025>.
30. Farber, J. M. & Peterkin, P. I. (1991). *Listeria-Monocytogenes*, a Food-Borne Pathogen. *Microbiological Reviews*, 55 (3): 476-511.
31. Di Ciccio, P., Meloni, D., Festino, A. R., Conter, M., Zanardi, E., Ghidini, S., Vergara, A., Mazzette, R. & Ianieri, A. (2012). Longitudinal study on the sources of *Listeria monocytogenes* contamination in cold-smoked salmon and its processing environment in Italy. *International Journal of Food Microbiology*, 158 (1): 79-84. doi: [10.1016/j.ijfoodmicro.2012.06.016](https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2012.06.016).
32. Lovdal, T. (2015). The microbiology of cold smoked salmon. *Food Control*, 54: 360-373. doi: [10.1016/j.foodcont.2015.02.025](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2015.02.025).
33. Gram, L., Lovold, T., Nielsen, J., Melchiorson, J. & Spanggaard, B. (2001). In vitro antagonism of the probiont *Pseudomonas fluorescens* strain AH2 against *Aeromonas salmonicida* does not confer protection of salmon against furunculosis. *Aquaculture*, 199 (1-2): 1-11. doi: [Doi 10.1016/S0044-8486\(01\)00565-8](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(01)00565-8).
34. Clayton, C. R. (1987). *Materials science and engineering: An introduction: by WD Callister Jr.; published by Wiley, Chichester, West Sussex, 1985; 602 pp.; price, £ 40.40: Elsevier*.
35. Straffeloven. (1994). *Forskrift om materialer og gjenstander i kontakt med næringsmidler (matkontaktforskriften)*. Tilgjengelig fra: <https://lovdata.no/dokument/SF/forskrift/1993-12-21-1381> (lest 17.04.2018).
36. Morey, G. (1954). Properties of Glass, Reinhold Publ. Co., New York: 138-140.
37. Selve, M. D. (2017). Glass declared number 1 by European consumers.
38. Hansen, L. T., Rontved, S. D. & Huss, H. H. (1998). Microbiological quality and shelf life of cold-smoked salmon from three different processing plants. *Food Microbiology*, 15 (2): 137-150.
39. KURIU, H. (2014). *Flerlags polyamidør for matemballasje*. Tilgjengelig fra: <https://search.patentstyret.no/Patent/EP2261023/?searchId=1062031&caseIndex=0>.
40. AS, T. C. (2010). *Anordning ved emballasje*. Tilgjengelig fra: <https://search.patentstyret.no/Patent/20084642/?searchId=1062034&caseIndex=0> (lest 08.05.2018).
41. SARL, T. P. R. a. D. (2016). *Forpakning for mat og fremgangsmåte for overføring av mat*. Tilgjengelig fra: <https://search.patentstyret.no/Patent/20075374/?searchId=1062036&caseIndex=0> (lest 08.05.2018).
42. Patentstyret. (2018). *Oppkutting*. Tilgjengelig fra: <https://dbsearch2.patentstyret.no/Search.aspx?from=main> (lest 08.05.2018).
43. Patentstyret. (2018). *Food packaging*. Tilgjengelig fra: <https://dbsearch2.patentstyret.no/Search.aspx?from=main> (lest 08.05.2018).

44. Gibson, I., Rosen, D. & Stucker, B. (2014). *Additive manufacturing technologies: 3D printing, rapid prototyping, and direct digital manufacturing*: Springer.
45. Malloy, R. A. (1994). *Plastic part design for injection molding*: Hanser Publishers New York.
46. Bøe, J. K. (2017). *Produktplanlegging og IPD*. Upublisert manuskript.
47. Bøe, J. k. (2017). *Temahefte 4-Idevalg, Pughs metodikk*. Upublisert manuskript.
48. Serrat, O. (2017). The SCAMPER technique. I: *Knowledge Solutions*, s. 311-314: Springer.
49. Patentstyret. (2017). *Grunnlag for Freedom to Operate*. Tilgjengelig fra: https://www.patentstyret.no/tjenester/forundersokelser/forundersokelser_patent/grunnlag-for-freedom-to-operate/ (lest 04.02.2018).
50. Standardization, I. O. o. (2003). *Technical drawings — General principles of presentation*. Tilgjengelig fra: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:128:-1:ed-1:v1:en> (lest 03.05.2018).
51. Standardization, I. O. o. (1998). *ISO general purpose metric screw threads — General plan*. Tilgjengelig fra: <http://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=118559> (lest 03.05.2018).
52. Standardization, I. O. o. (2015). *Ledelsessystemer for kvalitet*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/fagomrader/kvalitet-og-/kvalitetsstyring---iso-9000/>.
53. Standard, N. (2004). *Teknisk produktdokumentasjon - Datafelt i tittelfelt og topptekster til dokumenter (ISO 7200:2004)*. Tilgjengelig fra: <https://www.standard.no/no/Nettbutikk/produktkatalogen/Produktpresentasjon/?ProductID=145271>.
54. Standardization, I. O. o. (2000). *ISO 228-1*. Tilgjengelig fra: <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso:228:-1:ed-4:v1:en>.
55. Tilley, A. R. & Henry Dreyfuss Associates. *The Measure of man and woman : human factors in design*.
56. Børsting, J. (2017). Metoder for datainnsamling: Spørreundersøkelser, intervju og fokusgrupper. *UIO, Inf2260/4060*.
57. Dahlvig, Christensen & Strømsnes. (2014). *Konstruksjonselemeter*. andre utgave utg.: Gyldendal undervisning.
58. Johansen, H. (2012). *Styrkeberegning: skrueforbindelser*: Kompendium, Høgskolen i Gjøvik.
59. TINE.AS. (2018). *Lettere beger for miljøets skyld*. Tilgjengelig fra: <https://www.tine.no/mindreplast> (lest 16.04).
60. SML. (2018). Kollagen. I: b. 2018 *Store Medisinske Leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://sml.snl.no/kollagen> (lest 24.04.2018).
61. Solheim, A. (2018). *Pris absorberende puter* (E-mail 09.05.2018).
62. Ore, S. S., Aage. (2018). Plast. I: *Store norske leksikon*. Tilgjengelig fra: <https://snl.no/plast> (lest 02.05.2018).
63. ViewMold. (2006). *NPT thread standard*. Tilgjengelig fra: <http://viewmold.com/products/Technical%20Reference%20Sheet/NPT%20thread%20standard/NPT%20thread%20standard.html> (lest 03.05.2018).
64. Edward Fan, S. S. (2014). *Injection Mold Price Estimator - China Cost*. Tilgjengelig fra: http://www.chinaplastic.org/moldcalc_input.asp (lest 04.04.2018).
65. Mold, I. (2018). *Injection Mold Cost Estimator*. Tilgjengelig fra: <http://www.icocity.com:8060/cost/CostCalculation.jsp> (lest 04.04).
66. Ellingsen, B. (2018). *Produksjon i Norge HV plast* (E-mail 14.03.2018).
67. Rates, W. F. (2018). *Freight Calculator*. Tilgjengelig fra: <http://worldfreightrates.com/freight> (lest 06.03).
68. Bøe, J. K. (2017). *Prototypeøkonomi og økonomiske analyser*. Upublisert manuskript.
69. Vegvesen, S. (2017). *Gjennomsnittlig CO2-utslipp*: Statens Vegvesen. Tilgjengelig fra: <https://www.vegvesen.no/kjoretøy/Eie+og+vedlikeholde/Kjoretøy+og+drivstoff/Klimagassutslipp/Gjennomsnittlige+CO2-utslipp> (lest 04.04.2017).

70. PXHERE. (2018). 981071. Fotografi. Tilgjengelig fra: <https://pxhere.com/en/photo/981071> (lest 04.05.2018).
71. PXHERE. (2018). 1341716. Fotografi. Tilgjengelig fra: <https://pxhere.com/en/photo/1341716> (lest 04.05.2018).
72. PXHERE. (2018). 693269. Fotografi. Tilgjengelig fra: <https://www.pexels.com/photo/693269/> (lest 04.05.2018).
73. Terjesen, G. (2017). *Streklapper*. Upublisert manuskript.
74. Morlandstø, J. O. (2018). *Møte om emballasje* (Muntlig meddelelse 01.02.2018).
75. Pheasant, S. & Haslegrave, C. M. (2016). *Bodyspace: Anthropometry, Ergonomics and the Design of Work, Third Edition*: CRC Press.
76. Vedeld, K. & Venheim, R. (2008). *Alt om sirkel*: Universitetet i Agder. Universitetet i Oslo. Tilgjengelig fra: <https://www.matematikk.org/artikkel.html?tid=69097> (lest 17.04.).
77. Kollen, A. E. (2017). *Friksjonstallet mellom HDPE og HDPE* (E-Mail 10.11.2017).
78. Terjesen, G. (2017). *Spenningsanalyse og trykkbeholdere 2017*. Upublisert manuskript.
79. Biltema. (2018). *Biltema*. Brytebladkniv. Tilgjengelig fra: <http://www.biltema.no/no/Verktoy/Handverktoy/Kniv-og-Hovel/Brytebladkniv-2000016835/> (lest 23.04).

Vedlegg

	side:
A. Gantt skjema med milepæler.....	B
B. Tidligere arbeid.....	C
C. Spørreundersøkelsen.....	F
D. Materialeegenskaper og selektering per del.....	J
E. Patenter funnet i FTO analyse.....	P
F. Tverrfølsomhetstest.....	Q
G. Beregninger.....	S
H. 2D-tegninger.....	X
I. Økonomiberegninger.....	AA
J. Verktøy og produksjonstilbud fra HV plast /ved Bjørn Ellingsen	DD
K. Test av flytegrense til kaldrøkt laks.....	FF
L. Miljøanalyser CES EduPack.....	MM

Vedlegg A: GANTT skjema med milepæler

Tabell 9: Gantt skjema, oversikt over tidsbruk i masteroppgaven med milepæler.

	Tidsperiode											
	jan.		feb.		mar.		apr.		mai.		jun.	
Litteraturstudie	■	■	▼									
Hovedmål og delmål			■	■								
FTO			■	■								
Prototypetesting og eksterntesting		■	■	■	■	▼						
Håndberegninger og materialvalg			■	■	■	■	▼					
Produksjon, transport og miljøanalyse					■	■	▼					
Kostnadsanalyse						■	■	▼				
Ferdigstille master								■	▼			
Leverer master									■	▼		
Forsvare master												▼

- ▼ Ferdigstilt litteraturstudie etter tilbakemeldinger på førsteutkastet.
- ▼ Problemstilling og mål skrevet og innledende FTO analyse ferdigstilt.
- ▼ Prototypetesting gjennomført og svar fra eksterntesting innhentet og ferdigstilt.
- ▼ Håndberegninger ferdigstilt og materialvalg foretatt og konkludert.
- ▼ Produksjonsmåte, transportmetode valgt og innledende miljøanalyse ferdigstilt.
- ▼ Innledende kostnadsanalyse ferdigstilt.
- ▼ Oppgave korrekturlest og ferdigstilt til innlevering.
- ▼ Mastergradsoppgave levert.
- ▼ Oppgave forsvart.

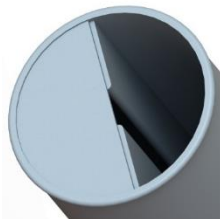
Vedlegg B: Tidligere arbeid



Figur 42: Tidligere arbeid bunndel over.



Figur 43: Tidligere arbeid sylinder under.



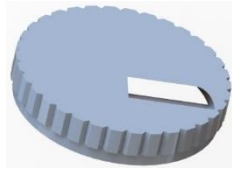
Figur 44: Tidligere arbeid sylinder over.

Utenom grunnfunksjonene er det lagt inn en klikkfunksjon som kombinerer bladfjærer i plast på undersiden av beholdersylinderen, og ramper på innsiden av skruhåndtaket under beholderen. Når håndtaket skrues vil bladfjærene skli over rampene i en retning men stoppes av at rampen stiger gradvis kun en vei. Dette gjør at det vil høres et klikk hver gang bladfjærene har sklidd over en rampe og denne lyden indikerer for brukeren at det er satt en gitt mengde press på laksestykket. Denne funksjonen gjør også at det bare er mulig å skru en vei, dermed vil ikke trykket som settes på laksestykket forsvinne dersom håndtaket i enden sleppes

Det ble designet et lokk som dekket halve toppen av sylinderen for å kunne lukke beholderen og bedre skjerme for oksygentilførsel (Figur 44). Det er også to vegger som deler sylinderen for at laksen kun skulle ligge i den ene halvdel av beholderen. Denne prototypen ble gjort noe større enn nødvendig både for å være sikker på at innholdet skulle få plass, men også for at prototypen skulle gi et tydelig bilde av hvilke funksjoner som måtte endres på. Det ble tatt hensyn til ergonomi for at lokket skulle passe i en menneskehånd, dette ble dog noe stort.



Figur 45: Tidligere arbeid lokk under.



Figur 46: Tidligere arbeid lokk over.



Figur 47: Tidligere arbeid pressplate.



Figur 48: Tidligere arbeid bunndel under.

Undersiden og oversiden av lokket som viser festeringen og knivhullet hvor laksen skal bli skåret ut. Deler av lokket hadde en forsenkning så knivbladet skulle stikke noe ut, dette var for at knivbladet skulle komme inn på laksen fra siden. Resten av lokket lå på samme høyde som knivbladet. På denne delen lå en pakning som slepes med rotasjon, denne pakningen var konstruert slik at den kunne plasseres over den faste halvdelen av sylindere og dermed «lukke» emballasjen og på denne måten gjøre pakningen så lufttett som mulig.

Pressplaten som lå i midten av sylindere og ble presset oppover. Den hadde 2 utskårede hakk for å få plass til veggene i sylindere og et gjenget hull for å bli presset opp av spindelen.

Undersiden av bunnen var uthulet for mindre bruk av materialet der det ikke trengs.

Etter sitatet til den kjente amerikanske arkitekten Lous Sullivan «Form følger funksjon» ble skrulokket og bunnen formet for å passe behagelig i hånden. Lokket bør også formes så en hånd får godt tak når lokket skal skrues. Dette kan gjøres med å ha hakk inn i ringen for god friksjon mot håndoverflaten. Dette fører til at personen som skal skru rundt elementet ikke må slite seg ut og påføre mer kraft enn nødvendig for å få skrudd rundt elementet.⁷⁵

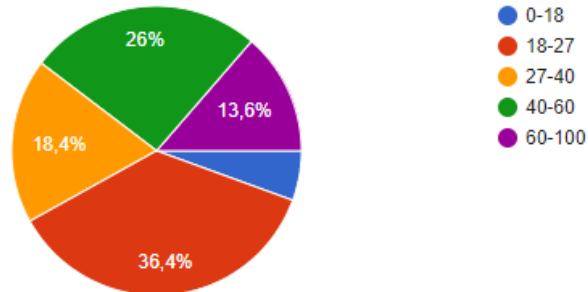
Det som ble trukket ut fra forprosjektet var et godt utgangspunkt når det kom til design og funksjonalitet. Det var også gjort enkle kostnadsberegninger som ga en pekepinn på hvor stor produksjonen måtte være for å få produktet kostnadseffektivt. Forslag for produksjonsmåten støping ble bestemt og materialvalget høydensitets polyetylen ble sett på som et godt alternativ til materialvalg. Enhetsprisen for emballasje med røkelaks som ble estimert i forprosjektet var på 95 kr noe som var mye høyere enn andre lakseprodukter på markedet. Vekten på selve produktet ble

på hele 607 g noe som måtte minskes i videre arbeid. Tanken om hvor stor emballasjen skulle være ble etablert og konklusjonen om at den måtte både gjøres mindre, mer effektiv og billigere var hovedpunktene for videre arbeid.

Vedlegg C: Spørreundersøkelse

Alder

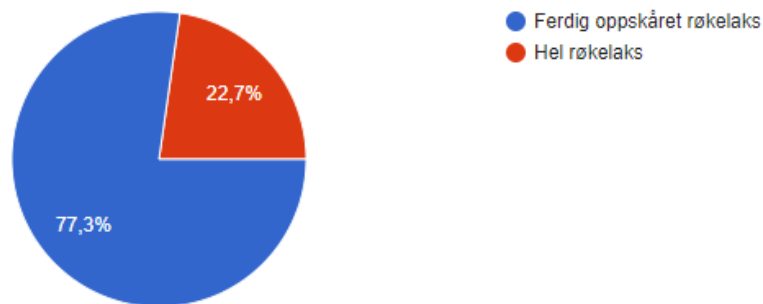
396 svar



Alder		
Totalt svar	100%	396
0-18	5,6%	21
18-27	36,4%	143
27-40	18,4%	78
40-60	26%	100
60-100	13,6	54

Hva foretrekker du?

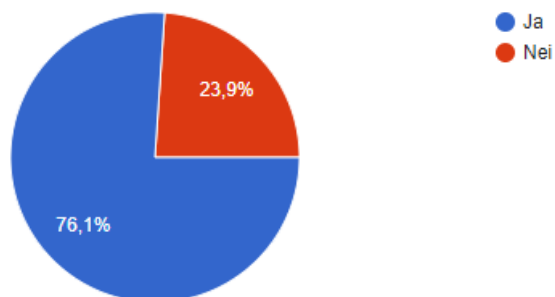
396 svar



Hva foretrekker du?		
Totalt svar	100%	396
Ferdig oppskåret røkelaks	77,3%	306
Hel røkelaks	22,7%	90

Har holdbarheten på røkelaksen betydning for ditt kjøp?

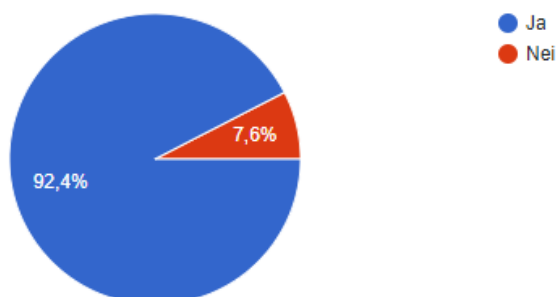
397 svar



Har holdbarheten på røkelaksen betydning for ditt kjøp?		
Totalt svar	100%	397
Ja	76,1%	302
Nei	23,9%	95

Hadde det vært ønskelig med en bedre løsning for lukking av emballasjen mellom bruk?

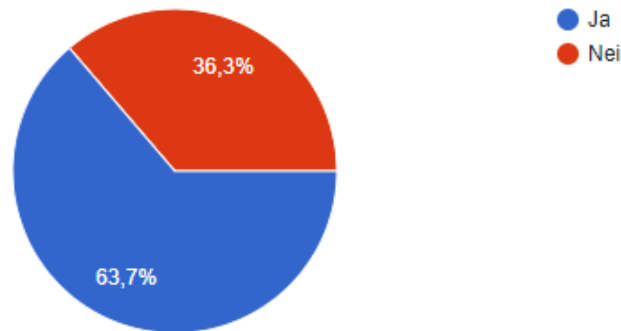
396 svar



Hadde det vært ønskelig med en bedre løsning for lukking av emballasjen mellom bruk?		
Totalt svar	100%	396
Ja	92,4%	366
Nei	7,6%	30

Er det ønskelig å ha en bedre måte å overføre røkelaksstykker fra emballasje til servering enn det er i dag?

397 svar



Er det ønskelig å ha en bedre måte å overføre røkelaksstykker fra emballasje til servering enn det er i dag?		
Totalt svar	100%	397
Ja	63,7	253
Nei	36,3%	144

Målsetting for testingen

For å kunne se om det var et marked for den nye emballasjen ble det laget en spørreundersøkelse. Denne spørreundersøkelsen innehold spørsmål som skulle gi en pekepinn på betalingsvillighet for et nytt og spennende produkt. Det som skulle besvares var:

- Alder?
- Hva foretrekker du, ferdig oppskåret eller hel røkelaks?
- Har holdbarheten på røkelaksen betydning for ditt kjøp?
- Hadde det vært ønskelig med en bedre løsning for lukking av emballasjen mellom bruk?
- Er det ønskelig å ha en bedre måte å overføre røkelaksstykker fra emballasje til servering enn det er i dag?

Valg av testpopulasjon

Valget av testpopulasjon ble gjort med tanke på å få en god fordeling på alder. Det ble ikke spurt om kjønn fordi dette ble sett på som uviktig i denne sammenhengen.

Kommunikasjonsform

Spørreundersøkelsen ble laget med teknisk spørreundersøkelse laget ved hjelp av Google spørreskjema. Dette ble gjort for å kunne spre undersøkelsen best mulig å få god spredning i

svarene. Spørreundersøkelsen ble gjort kort å enkel så alle som svarte på den skulle kunne svare på alle spørsmålene uten å bruke for mye tid. Dette ble gjort for å få god oppslutning på antall svar.

Resultater

I alt var det 397 som besvarte undersøkelsen. Aldersfordelingen blant besvarelsene var relativt jevnt fordelt, henholdsvis med 5,6% 0-18 år, 36,4% 18-27, 18,4% 27-40, 26% 40-60 og 13,6% 60-100 (vedlegg E).

På spørsmålet om hva som ble foretrukket, hel eller skivet røkelaks svarte 77,3% at de foretrakk skivet og resterende hel. Overraskende nok ble svarene til neste spørsmål fordelt noe likt. Dette var om holdbarheten på røkelaks hadde betydning for kundens kjøp. 76,1% svarte ja på dette spørsmålet og resterende nei.

På spørsmålet om det var ønskelig med en bedre løsning for lukking av emballasjen mellom bruk var svarene entydig positive med 92,4% som svarte ja. Og på spørsmålet om det var ønskelig med en bedre måte å overføre laks fra emballasje til servering var svarene også positive med 63,7% som svarte ja og resten nei (vedlegg E)

Resultattolkning

Spørreundersøkelser med stor oppslutning skaper en god spredning både i hvilke type mennesker som svarer og meningene til disse. Med en oppslutning på nesten 400 svar og god spredning i alder vil det være mulig å gjøre tolkninger med god sikkerhet. Røkelaksemballasjen som videreutvikles i denne oppgaven kombinerer den økte holdbarheten hele røkelaksstykker har og tilføyer det kundene vil ha som er oppskåret laks. Det som enda ikke finnes på markedet som denne spørreundersøkelsen viste at det var interesse for var en bedre måte å overføre laks fra emballasjen til servering på. Med produktene på dagens marked er det ikke mulig å få røkelaksen til servering uten å enten ta på den med hendene eller bruke et kjøkkenredskap. Med hele 63,7% av testdeltakerne som svarte at de ville ha en ny serveringsmåte er det mulig å ta beslutningen at det finnes et marked for en ny røkelaksemballasje.

Vedlegg D: Materialelegenskaper og selektering

Plastikk

Tabell 10: Materialelegenskaper for noen av de plasttypene som brukes til matproduksjon. Informasjon funnet ved bruk av CES EduPack Level 1-3.⁵

	Egenskap	PE	PP	PET	Ionomer	EVA	PA
1	Tetthet (kg/m ³)	939-960	890-910	1290-1400	930-960	945-955	1120-1140
2	Pris NOK/kg	13,6-14	14,4-15	15,5-15,8	27,2-35,6	19,4-21,4	21,8-23,7
3	Pris NOK/m ³	12770,4	12816	19995	25296	18333	24416
4	E-modul (Youngs modulus) GPa	0,621-0,896	0,896-1,55	2,76-4,14	0,2-0,424	0,01-0,04	2,62-3,2
5	Bruddgrense (elastic limit) Mpa	17,9-29	20,7-37,2	56,5-62,3	8,27-15,9	12-18	50-94,8
6	Strekfasthet Mpa	20,7-44,8	27,6-41,4	48,3-72,4	17,2-37,2	16-20	90-165
7	Hardhet - vickers HV	5,4-8,7	6,2-11,2	17-18,7	2,5-4,8	-	25,8-28,4
8	Smeltepunkt °C	125-132	150-175	212-265	80,9-95,9	-	210-220
9	Maksimal brukstemperatur	90-110	100-115	66,9-86,9	48,9-61,9	46,9-51,9	110-140
10	CO2 avtrykk kg/kg	2,64-2,92	2,96-3,27	3,76-4,15	3,96-4,37	2-2,21	7,58-8,38
11	Resirkulerbart	ja	ja	ja	ja	nei	ja

Egenskap	PVC	PS	ABS	PTFE	CA	HDPE	PLA
1	1300-1580	1040-1050	1010-1210	2140-2200	980-1300	952-965	1240
2	11,8-13,5	10,1-15,2	20,3-24	125-143	41,6-53,3	13,6-14	22,1-30,2
3	15340,00	10504,00	20503,00	267500,00	40 768,00	12 947,20	27404,00
4	2,14-4,14	1,2-2,6	1,1-2,9	0,4-0,552	1,6-2	1,07-1,09	3,3-3,6
5	35,4-52,1	28,7-56,2	18,5-51	15-25	25-45	26,2-31	55-72
6	40,7-65,1	35,9-56,5	27,6-55,2	20-30	25-50	22,1-31	47-70
7	10,6-15,6	8,6-16,9	5,6-15,3	5,9-6,5	10-15	8-10	17-22
8	-	-	-	315-339	-	130-137	145-177
9	60-70	76,9-103	61,9-76,9	250-271	52,9-89,9	113-129	45-55
10	2,37-2,62	3,61-3,99	3,64-4,03	5,69-6,29	3,62-4	0,898-0,993	2,74-3,02
11	ja	ja	ja	ja	ja	ja	ja

Metall

Tabell 11: Materialegenskaper for noen av de metallene som brukes til matproduksjon. Informasjon funnet ved bruk av CES EduPack Level 1-3.

Materialet	Lav karbon stål	Aluminium legeringer
Tetthet (kg/m ³)	7800-7900	2500-2900
Pris NOK/kg	5,41-6,51	18,7-21,4
Pris NOK/m ³	42198	46750
E-modul (Youngs modulus) GPa	200-215	68-82
Bruddgrense (elastic limit) Mpa	250-395	30-500
Strekfasthet Mpa	345-580	58-550
Hardhet - vickers HV	108-173	12-151
Smeltepunkt °C	1480-1530	475-677
Maksimal brukstemperatur	350-400	120-210
CO2 avtrykk kg/kg	1,72-1,9	12,2-13,4
Resirkulerbart	ja	ja

Papp

Tabell 12: Materialegenskaper for papp som brukes til matproduksjon. Informasjon funnet ved bruk av CES EduPack Level 1-3.

Materialet	Cellulose fibere, vanligvis med fyll og farge
Tetthet (kg/m ³)	480-860
Pris NOK/kg	8,37-10,2
Pris NOK/m ³	4017,6
E-modul (Youngs modulus) GPa	3-8,9
Bruddgrense (elastic limit) Mpa	1-2
Strekfasthet Mpa	2-4
Hardhet - vickers HV	15-34
Smeltepunkt °C	47-67
Maksimal brukstemperatur	77-130
CO2 avtrykk kg/kg	1,11-1,23
Resirkulerbart	ja

GLASS

Tabell 13: Materialegenskaper for glass som brukes til matproduksjon. Informasjon funnet ved bruk av CES EduPack Level 1-3.

Materialet	Soda lime glass: 72% (SiO₂) 12%(CaO) 12%(Na₂O) 4% andre stoffer
Tetthet (kg/m ³)	2440-2490
Pris NOK/kg	11,9-14
Pris NOK/m ³	29036
E-modul (Youngs modulus) GPa	68-72
Bruddgrense (elastic limit) Mpa	30-35
Strekfasthet Mpa	31-35
Hardhet - vickers HV	439-484
Smeltepunkt °C	442-592
Maksimal brukstemperatur	170-400
CO ₂ avtrykk kg/kg	0,614-0,679
Resirkulerbart	ja

Seleksjonstabeller med materialvalg

Materialvalg sylinder



Figur 49: CAD modell av sylindren.

Tabell 14: Materialvalg sylinder.

Kriterier	Vekting	HDPE	Papp	Stål	Aluminium	Glass
Pris nok/m ³	4	0	1	-1	-1	-1
Funksjonsoppnåelse	5	1	-1	1	1	1
Estetikk	5	0	-1	-1	-1	1
Robusthet	3	1	-1	1	1	0
Vekt	4	1	1	-1	-1	-1
Miljø	5	0	1	-1	-1	1
Sum	24	12	0	-10	-10	7

Materialvalg skrulokk med kniv



Figur 50: CAD modell av skrulokk med kniv.

Tabell 15: Materialvalg skrulokk med kniv.

Kriterier	Vekting	HDPE	Papp	Stål	Aluminium	Glass
Pris nok/m ³	4	0	1	-1	-1	-1
Funksjonsoppnåelse	5	1	-1	1	1	1
Estetikk	3	1	-1	1	1	0
Robusthet	3	1	-1	1	1	0
Vekt	2	1	1	-1	-1	-1
Miljø	5	0	1	-1	-1	1
Sum	22	13	0	0	0	4

Materialvalg bunndel



Figur 51: CAD modell av bunndel.

Tabell 16: Materialvalg bunndel.

Kriterier	Vekting	HDPE	Papp	Stål	Aluminium	Glass
Pris nok/m ³	4	0	1	-1	-1	-1
Funksjonsoppnåelse	5	1	-1	1	1	1
Estetikk	3	1	-1	1	1	0
Robusthet	5	1	-1	1	1	0
Vekt	3	1	1	-1	-1	-1
Miljø	5	0	1	-1	-1	1
Sum	25	16	-1	1	1	3

Materialvalg pressplaten



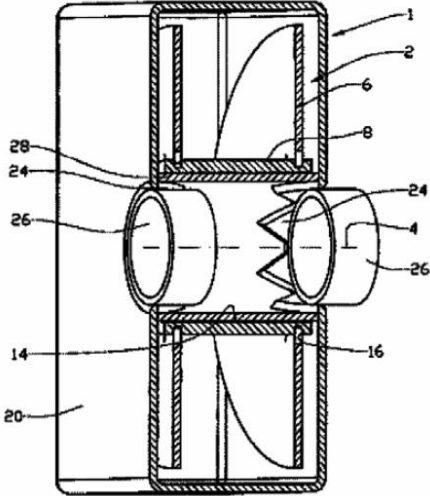
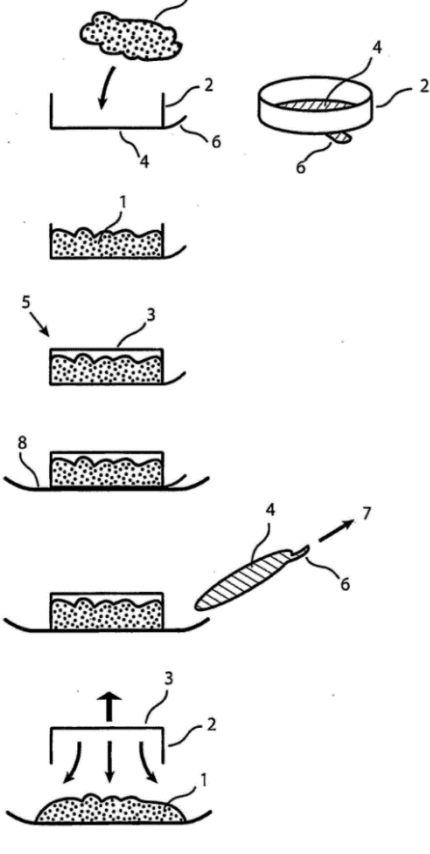
Figur 52: CAD modell av pressplaten.

Tabell 17: Materialvalg pressplaten.

Kriterier	Vekting	HDPE	Papp	Stål	Aluminium	Glass
Pris nok/m ³	4	0	1	-1	-1	-1
Funksjonsoppnåelse	5	1	-1	1	1	1
Estetikk	1	1	-1	1	1	1
Robusthet	3	1	-1	1	1	0
Vekt	2	1	1	-1	-1	-1
Miljø	5	0	1	-1	-1	1
Sum	20	11	2	-2	-2	5

Vedlegg E: Patenter funnet i FTO analyse

Tabell 18: Oversikt over patenter som kan være begrensende med bilder og forklaring.

Bilde	Patentnummer	Beskrivelse
Bilde ikke å oppdrive.	NO/EP2261023	Flerlags polyamidrør bestående av tre lag. Disse lagene er materialspesifisert.
	329220	Emballasje for langstrakt legeme som omfatter en spole (2) med sylindrisk åpning (14) sentrisk plassert. Spolen er opplagret i en eske (1) og et eskeparti (24) er forskjøvet inn i sentriske åpningen (14). Spolen (2) er dreibar på eskeveggpartiet (24).
	338302	Matvarer (1) plasseres på bunndel (4) med beholder (2) som omslutter matvaren (1). Forpakningen er utstyrt for å holde bunndel (4) og beholder (2) sammen. Det finnes også funksjoner for å separere disse delene. Separering av bunndel (4) skjer i horisontal posisjon på en serveringsflate (8). Dette resulterer i at bunndelen (4) fjernes fra under matvaren (1) og matvaren (1) kommer i kontakt med serveringsflaten (8) med beholderen (2) fremdeles rundt matvaren (1). Oppfinnelsen gjelder også overføring av matvarer fra forpakning (5) til serveringsflate (8).

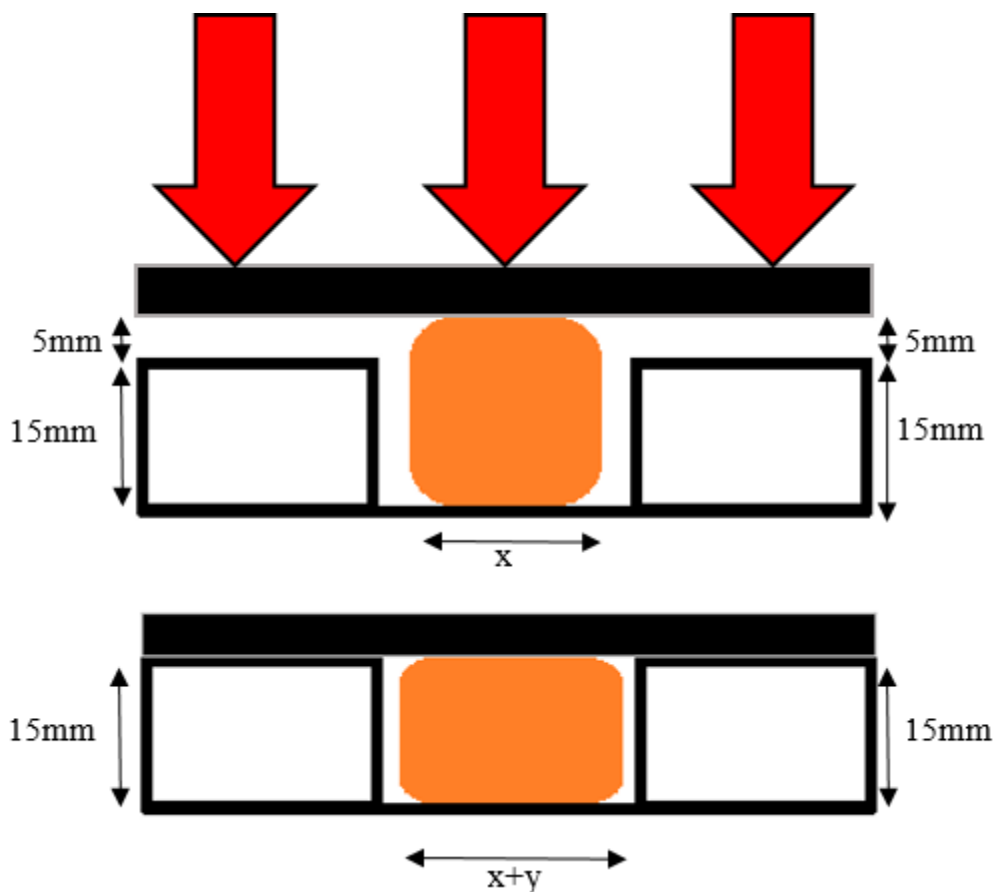
Vedlegg F: Tverrfølsomhetstest

Introduksjon

Tverrfølsomhetstesten ble gjort for å finne ut hvor mye kraft røkelaksen presseset på utover i forhold til kraften presset ned på laksen. Dette var informasjon som var nødvendig for å kunne regne ut hvor mye sylinderveggene på lakseemballasjen skulle tåle i forhold til hvor stort presset ble fra laksen. Det ble antatt at røkelaksstykkene ville utvide seg med like mye som de ble presset sammen.

Materiale og metode

Røkelaks ble skåret i 20mm tykke biter på tvers av fileten, plassert mellom to klosser som begge var 15mm tykke. Røkelaksstykkene ble målt i bredde før og etter sammentrykking. En metallplate ble brukt til å presse teststykkene sammen. Metallplaten var så bred at den ble stoppet av klossene som sto på hver side av røkelaksstykket. Dette førte til at testene alltid ble presset sammen 5mm som vist i figur (Figur 53).



Figur 53: Illustrasjon av tverrfølsomhetstest der det oransje representerer laksestykket x er tykkelsen på laksestykket og y er hvor mye den utvidet seg på hver side

Resultater

Resultatene av tverrfølsomhetstesten ble ganske som forutsett. Det ble gjort syv like tester og gjennomsnittet av disse syv testene ble 4,7mm med litt usikkerhet i målingen regnes det som tilnærmet lik 5mm. Dette styrket antagelsen om at laks dyttes like mye utover til siden som det

Tabell 19: Resultater av tverrfølsomhetstest hvor mye laksen ble presset ut når den ble presset ned 5 mm blir trykket ned.

Test nummer	Presset sammen	Presset ut
1	5mm	5mm
2	5mm	5mm
3	5mm	5mm
4	5mm	4mm
5	5mm	6mm
6	5mm	4mm
7	5mm	4mm

Konklusjon

I begrensede områder som røkelakseballasjen er blir røkelaksen presset sammen relativt lite. I situasjoner hvor røkelaks blir presset sammen rundt en halv centimeter vil utvidelsen på grunn av trykk være tilnærmet en til en. Dette vil si at om røkelaksstykket blir presset sammen fem millimeter vil stykket ønske å utvide seg med fem millimeter. Under forsøkene ble det vist at det var noe variasjon i forholdet mellom sammentrykking og utvidelse men ved avrunding av snittverdien viste det seg at forholdet var som først antatt.

Vedlegg G: Beregninger

Først måtte arealet av fiskestykkene som blir utsatt for trykk beregnes. Tenkt at fiskestykkene fyller det rommet som er hvert kammer, men ikke de små ledige sprekkene mellom spindel og skillevegger, vil å regne arealet av disse rommene gi samme areal. Arealet av indre sylinder blir regnet ut for så å trekke fra veggens areal, tenkt at disse går tvers over hele sylinderen, og så trekkes de delene av spindelen som kommer utenfor denne tenkte midtveggen. Indre diameter er 24mm, veggtykkelsen er 6mm og ytre diameter på spindelen er 12mm:

Arealet for indre sylinder uten vegg og spindel er⁷⁶:

Tverrsnittsareal av sylinder:

$$A_{\text{syndler}} = \pi \cdot r_{\text{syndler}}^2 \quad (10)$$

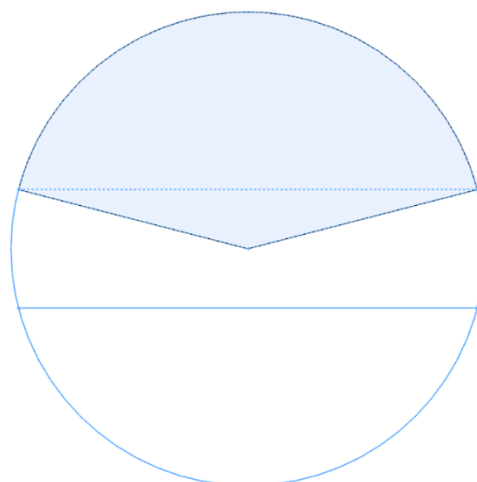
$$\pi \cdot (25\text{mm})^2 = 1963,5\text{mm}^2$$

Areal av vegg om den hadde gått på tvers over hele sylinderen, krumningen i hver ende på vegg endrer arealet med $0,4\text{mm}^2$ og blir derfor sett bort fra⁷⁶:

Areal av vegg forlenget over hele sirkelen:

$$A_{\text{vegg}} = b_{\text{vegg}} \cdot l_{\text{vegg}} \quad (11)$$
$$3\text{mm} \cdot 50\text{mm} = 150\text{mm}^2$$

Spindelen fortrenger også laksestykket, men i den tenkte arealmodellen vil noe av spindelen allerede være medregnet i arealet av vegg. Må derfor regne arealet av de delene av spindelen som er utenfor veggarealet. Regner derfor ut arealet av sirkelsektorene fra hvert punkt på spindelen hvor vegg krysser ytterkanten, som markert i blått (Figur 54).



Figur 54: Tverrsnitt av spindelen hvor tenkt vegg går gjennom.

Vinkel for sirkelsektor⁷⁶:

Sirkelsektor:

$$\theta = 180^\circ - 2 \cdot \sin^{-1} \left(\frac{\frac{b_{vegg}}{2}}{r_{spindel}} \right) \quad (12)$$

$$180^\circ - 2 \cdot \sin^{-1} \left(\frac{\frac{3mm}{2}}{12} \right) = 165,6^\circ$$

Areal av sirkelsektor:

$$A_{ss1} = \frac{\text{Antall grader sirkelsektor sveiper over}}{\text{Antall grader i en hel sirkel}} \cdot \pi \cdot r^2 \quad (13)$$

$$A_{ss1} = \frac{165,6^\circ}{360^\circ} \cdot \pi \cdot (12mm)^2 = 208,1mm^2$$

Må trekke fra den delen av sirkelsektor som er under stiplet linje i markert område da dette området allerede er tatt med i arealet av vegg:

Sirkelsektorareal utenfor vegg:

$$A_{ss2} = \text{Veggtykkelse} \cdot \left[\sin \left(\frac{\text{Antall grader sirkelsektor sveiper over}}{2} \right) \right] \cdot r \quad (14)$$

$$A_{ss2} = 1,5mm \cdot \left[\sin \left(\frac{165,6^\circ}{2} \right) \right] \cdot 12 = 17,86mm^2$$

Dermed blir totalt areal av spindel utenfor vegg:

Areal av skrue:

$$A_{spindel} = 2 \cdot (A_{ss1} - A_{ss2}) \quad (15)$$

$$A_{spindel} = 2 \cdot (208,1mm^2 - 17,86mm^2) = 380,48mm^2$$

Totalt areal i sylindere som fortrenger fisk:

Areal i sylinder som fortrenger laks:

$$A_{vegg+spindel} = A_{vegg} + A_{spindel} \quad (16)$$

$$A_{vegg+spindel} = 380,48mm^2 + 150mm^2 = 530,48mm^2$$

Dermed blir arealet av fisk, som er lik arealet av ledig rom i sylindren:

Tverrsnittsareal av røkelaks:

$$A_{fisk} = A_{sylinder} - A_{vegg+spinel} \quad (17)$$

$$A_{fisk} = 1963,5\text{mm}^2 - 530,48\text{mm}^2 = 1433\text{mm}^2$$

Maks trykk som kan settes på røkelaksen som ble beregnet i forsøk i tip300 er på 3,9MPa, og får følgende symbol (Vedlegg K):

$$P_{maks} = 3,9\text{MPa}$$

Maks kraft som kan settes på laksestykkene blir da⁵⁷:

Trykk:

$$P = \frac{F}{A} \rightarrow F = P \cdot A \quad (6)$$

$$3,9\text{MPa} \cdot 1433\text{mm}^2 = 5588,7\text{N} \approx 5589\text{N}$$

Tar utgangspunkt i M12x1,5 gjenger med tekniske data:

- φ for M12x1,5 skrue = 9°
- Friksjonskoeffisient mellom polyetylen og polyetylen: $\mu = 0,20$.⁷⁷
- r_m for vårt tilfelle er 5,41mm.⁵⁷

Korrigert friksjonsvinkel:

$$\varepsilon_1 = \tan^{-1} \frac{\mu}{\cos \varphi} \quad (18)$$

$$\tan^{-1} \left(\frac{0,20}{\cos 9^\circ} \right) = 11,45^\circ$$

Maks moment og kraft med hensyn på maks tillatt trykk⁵⁷:

Vridemoment ved heving av last:

$$M_v = F \cdot \tan(\varphi + \varepsilon_1) \cdot r_m \quad (5)$$

$$5589\text{N} \cdot \tan(9^\circ + 11,45^\circ) \cdot 5,41\text{mm} = 11274,9\text{Nmm}$$

Torsjonsspenning ved omdreining for å sette på maks kraft:⁵⁷

Torsjonsspenning i skrue:

$$\tau_v = \frac{M_v}{W_v} = \frac{M_v}{\frac{\pi \cdot d_1^3}{16}} \quad (19)$$

$$\frac{11274,9Nm}{\frac{\pi \cdot (10,82mm)^2}{16}} = 490,49MPa$$

Trykkspenning i skruen ved maks påsatt kraft:⁵⁷

Trykkspenning:

$$\sigma_d = \frac{F}{A_s} \tag{20}$$
$$\frac{5589N}{\pi \cdot (5,41mm)^2} = 60,78MPa$$

Jevnførende spenning i skruen som skruen må dimensjoneres etter:⁵⁷

Jevnførende spenning i skrue:

$$\sigma_{jf} = \sqrt{\sigma_d^2 + 3 \cdot \tau_v^2} \tag{7}$$

$$\sqrt{(60,78MPa)^2 + 3 \cdot (490,49MPa)^2} = 851,73MPa$$

Torsjonsspenning er en så mye større bidragsyter at den blir sett på som dimensjonerende faktor.

Trykkspenningen i skruen og torsjonsspenningen er begge avhengig av ulike mål for skruen, siden torsjonsspenningen blir sett på som en mye større bidragsyter til belastning vil trykkspenningen rundes av til å forbli det den er regnet ut. Formelen for utregning av torsjonsspenning blir da brukt for å finne minimum skruedimensjon, jevnførende spenning satt til 1080MPa som er E-modul til HDPE ((7):

$$1080MPa = \sqrt{(60,78MPa)^2 + 3 \cdot \left(\frac{11274,9Nm}{\frac{\pi \cdot (d_{skrue})^2}{16}}\right)^2} \rightarrow d_{skrue} = 9,6mm$$

Dette vil si at minste mulige skruestørrelse, sikkerhet mot brudd, må være M12.

Belastning på sylinder ved 5mm sammenpressing:

Sammenpressing vil føre til utvidelse av røkelaksstykkene. Denne utvidelsen er på 1:1 ved 5mm sammentrykking (Tverrfølsomhetstest)⁷⁸:

$$\Delta L = 5mm$$

Elastisitetsmodul for røkelaks:

$$E_{røkelaks} = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F \cdot L_0}{A_{trykktest} \cdot \Delta L} \quad (21)$$

$$\frac{F \cdot 50\text{mm}}{2 \cdot \pi \cdot 25\text{mm} \cdot 5\text{mm}} = 3,9\text{MPa} \rightarrow F = \frac{3,9\text{MPa} \cdot 50\text{mm}}{2 \cdot \pi \cdot 25\text{mm} \cdot 95\text{mm} \cdot 5\text{mm}} = 2,6 \cdot 10^{-3}\text{N}$$

$$\frac{F}{A_{sylindervegg}} = \frac{2,6 \cdot 10^{-3}\text{N}}{2 \cdot \pi \cdot 25\text{mm} \cdot 94\text{mm}} = 1,76 \cdot 10^{-7}\text{MPa}$$

$$F = 5589\text{N}$$

Trykk:

$$\frac{F}{A_{snitt,sylindervegg}} \quad (6)$$
$$\frac{F}{\pi \cdot ((r_{ytre})^2 - (r_{indre})^2)} = \frac{5589\text{N}}{\pi \cdot ((27,5\text{mm})^2 - (25\text{mm})^2)} = 13,6\text{MPa}$$

$13,6\text{MPa} \gg 1,76 \cdot 10^{-7}\text{MPa} \rightarrow 13,6\text{MPa}$ er dimensjonerende.

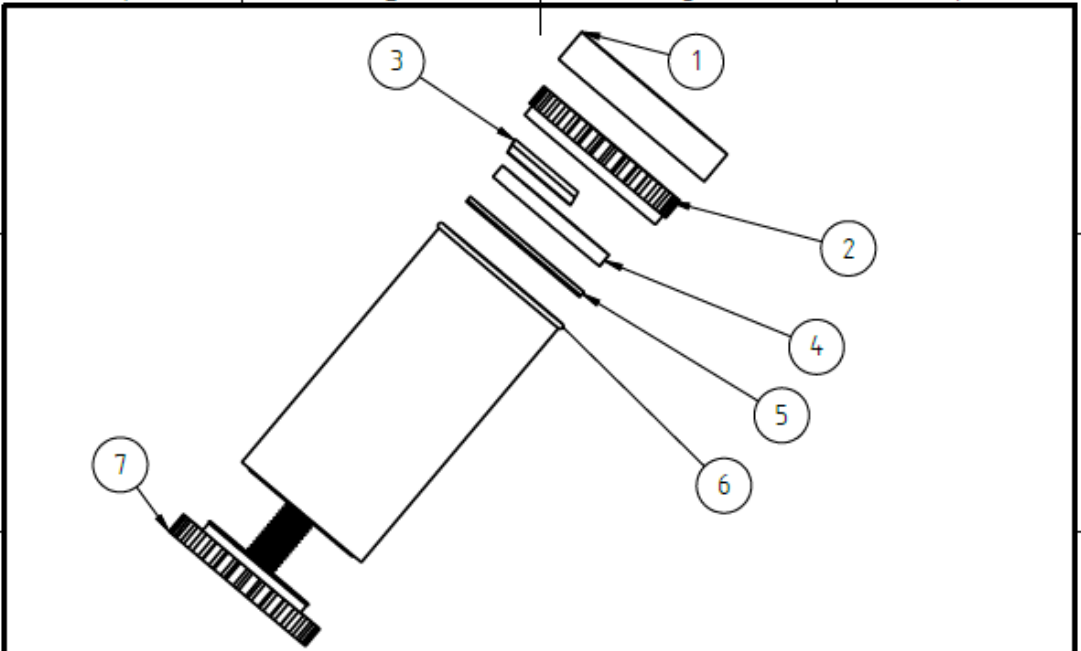

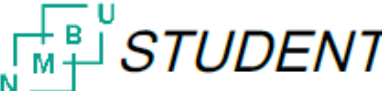

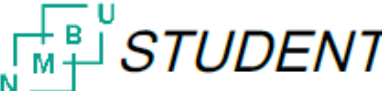

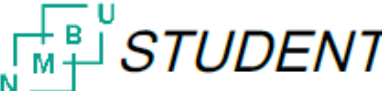
$E_{HDPE} = 1080\text{MPa}$ settes som spenning i sylinderveggen og formel er løst med hensyn på ytterradius ((6)):

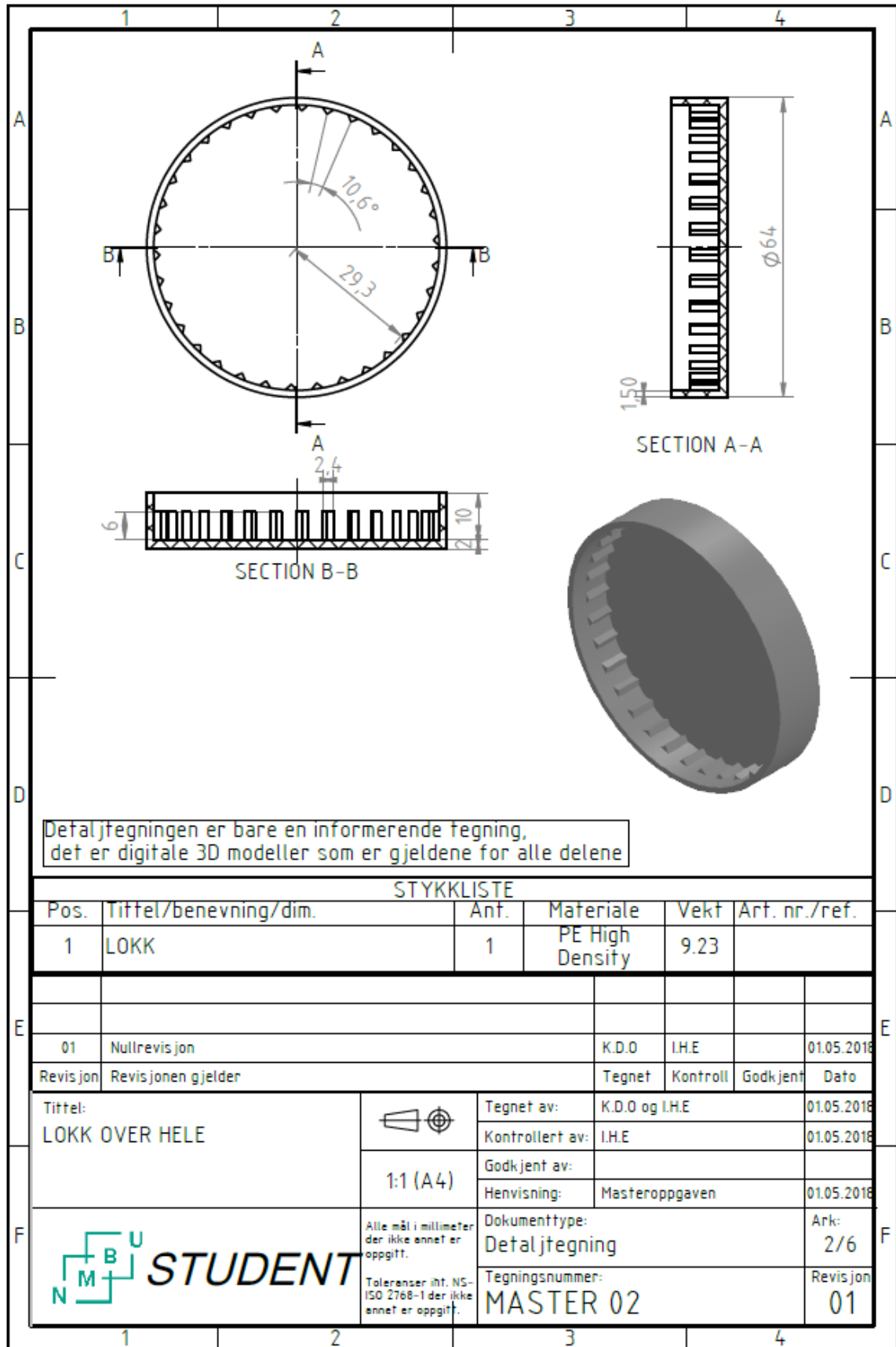
$$r_{ytre,dim.} = \sqrt{\frac{5589\text{N}}{\pi \cdot 1080\text{MPa}} + (25\text{mm})^2} = 25,033\text{mm}$$

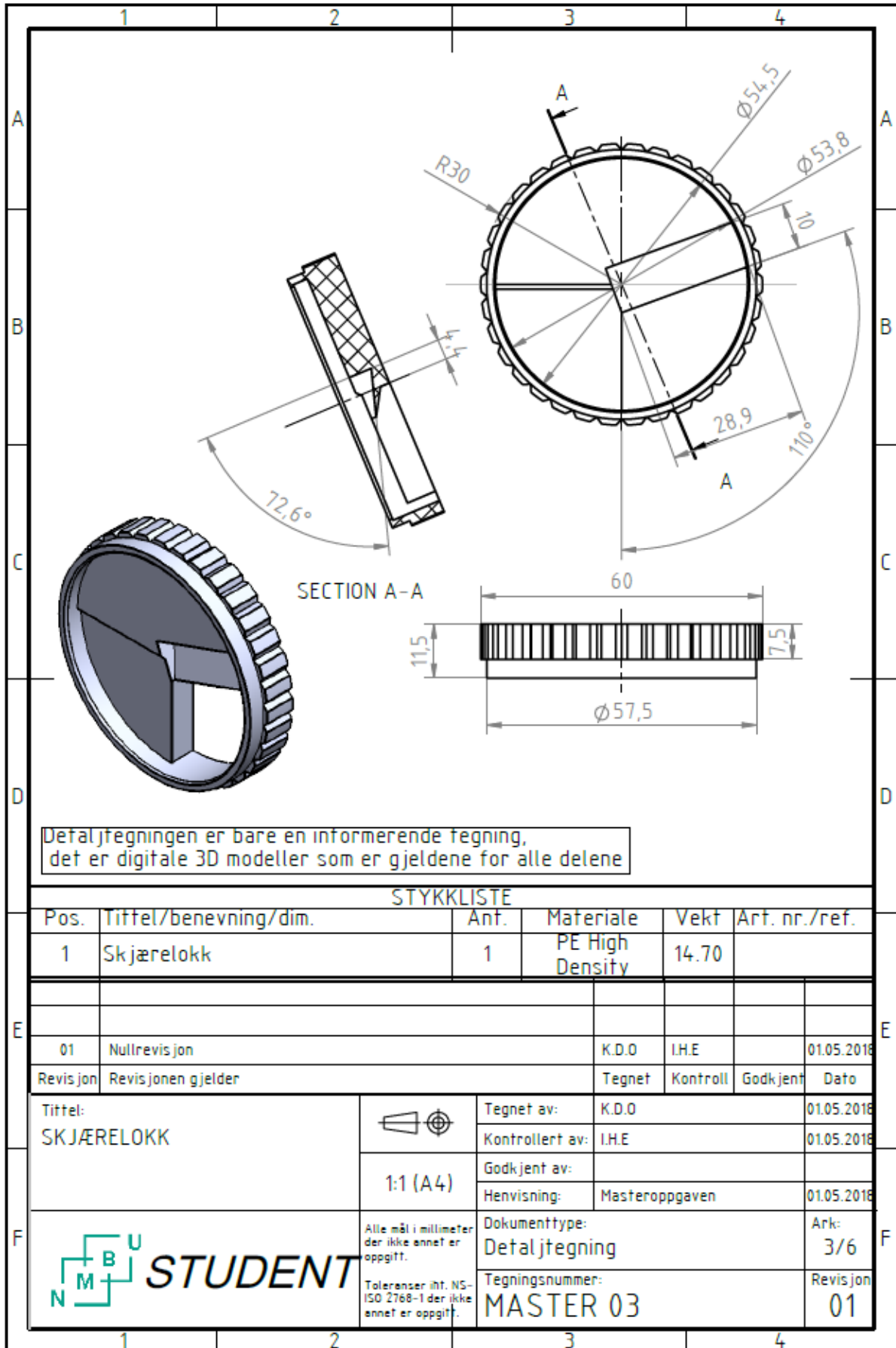
Dette vil si at med en innerradius på 25mm må ytterradius være minst 25,033mm som vil si en vegttykkelse på 0,033mm.

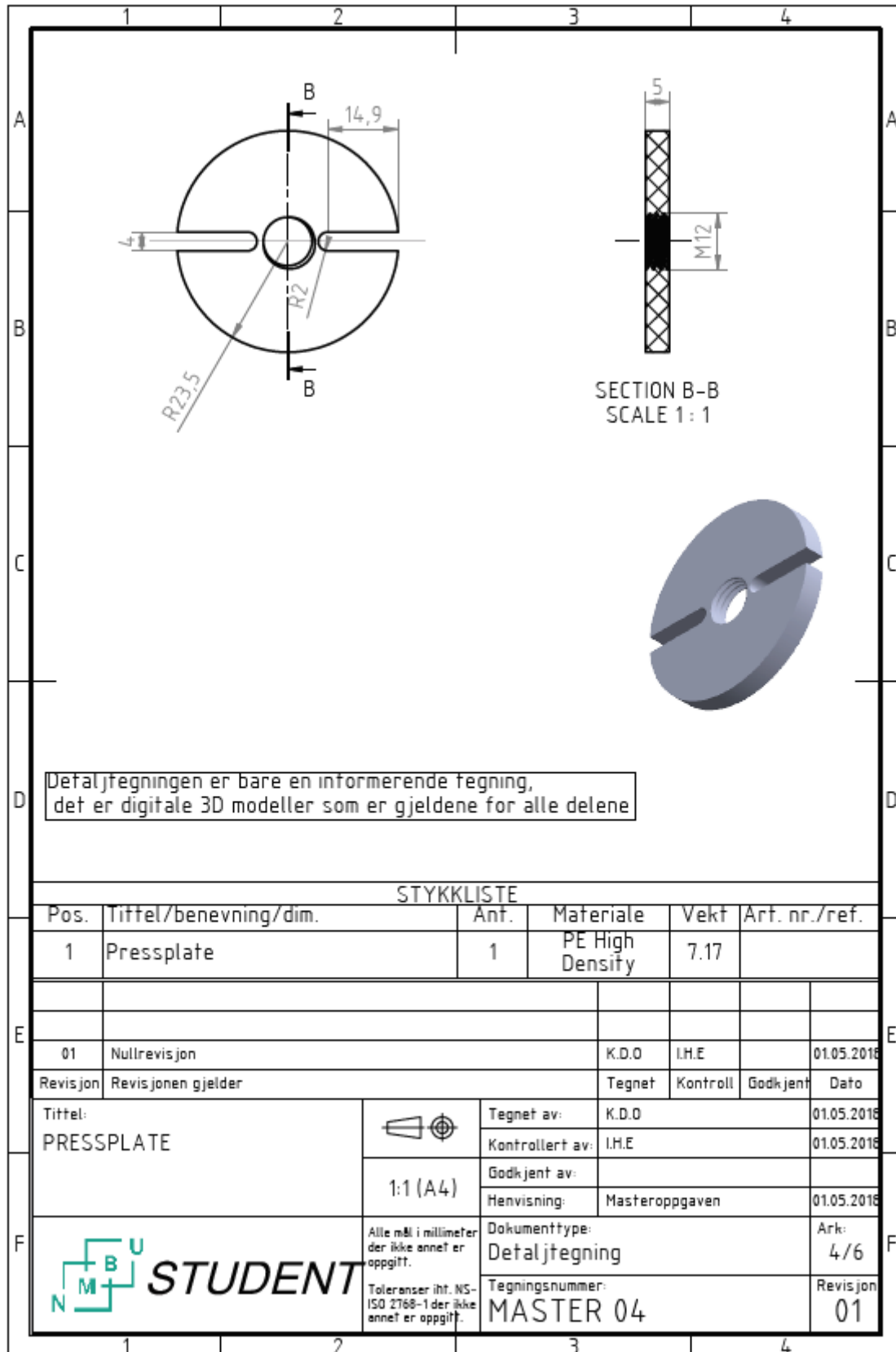
Vedlegg H: 2D tegninger

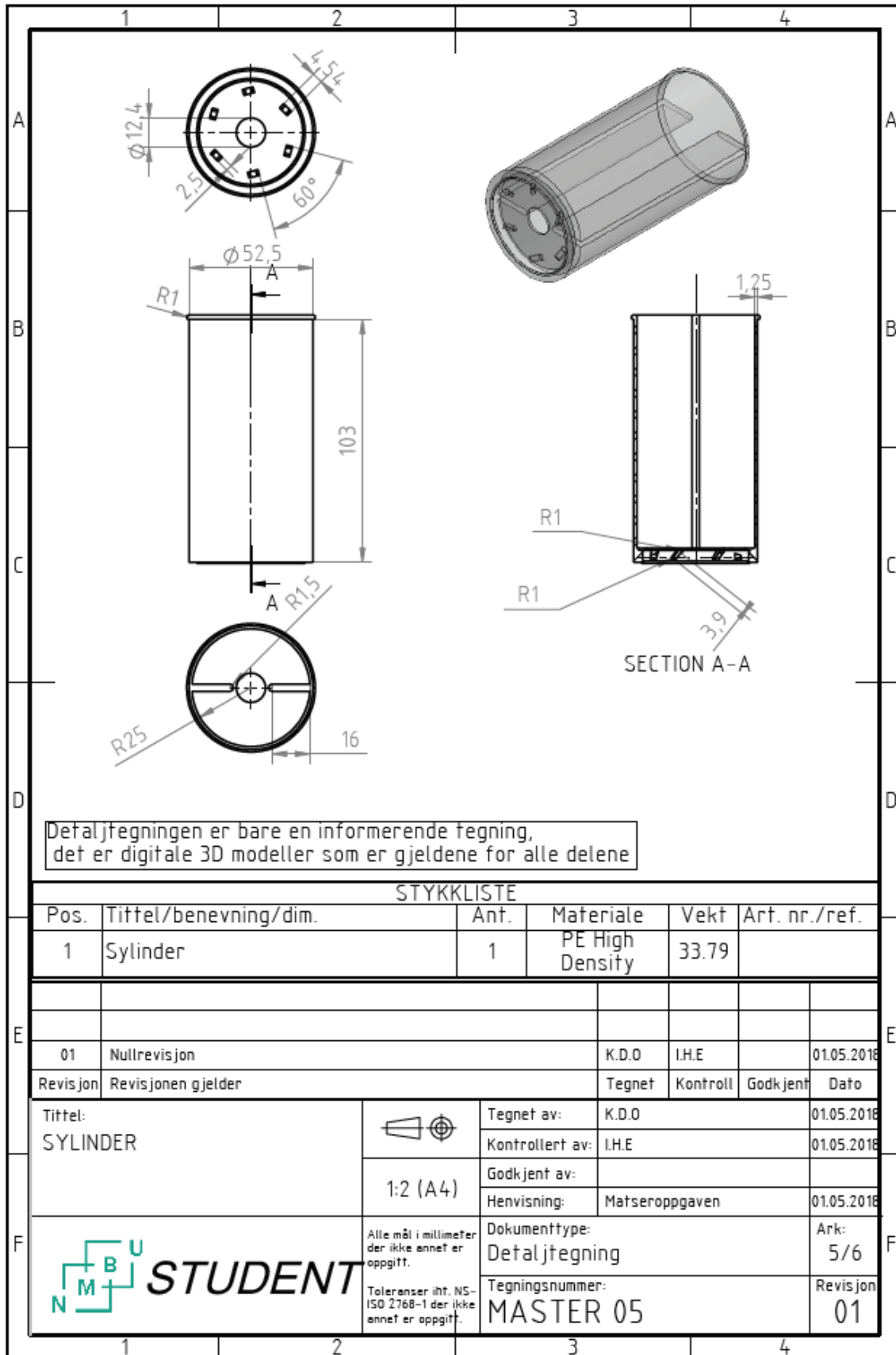
Tegningene er ikke i skala for å passe som vedlegg

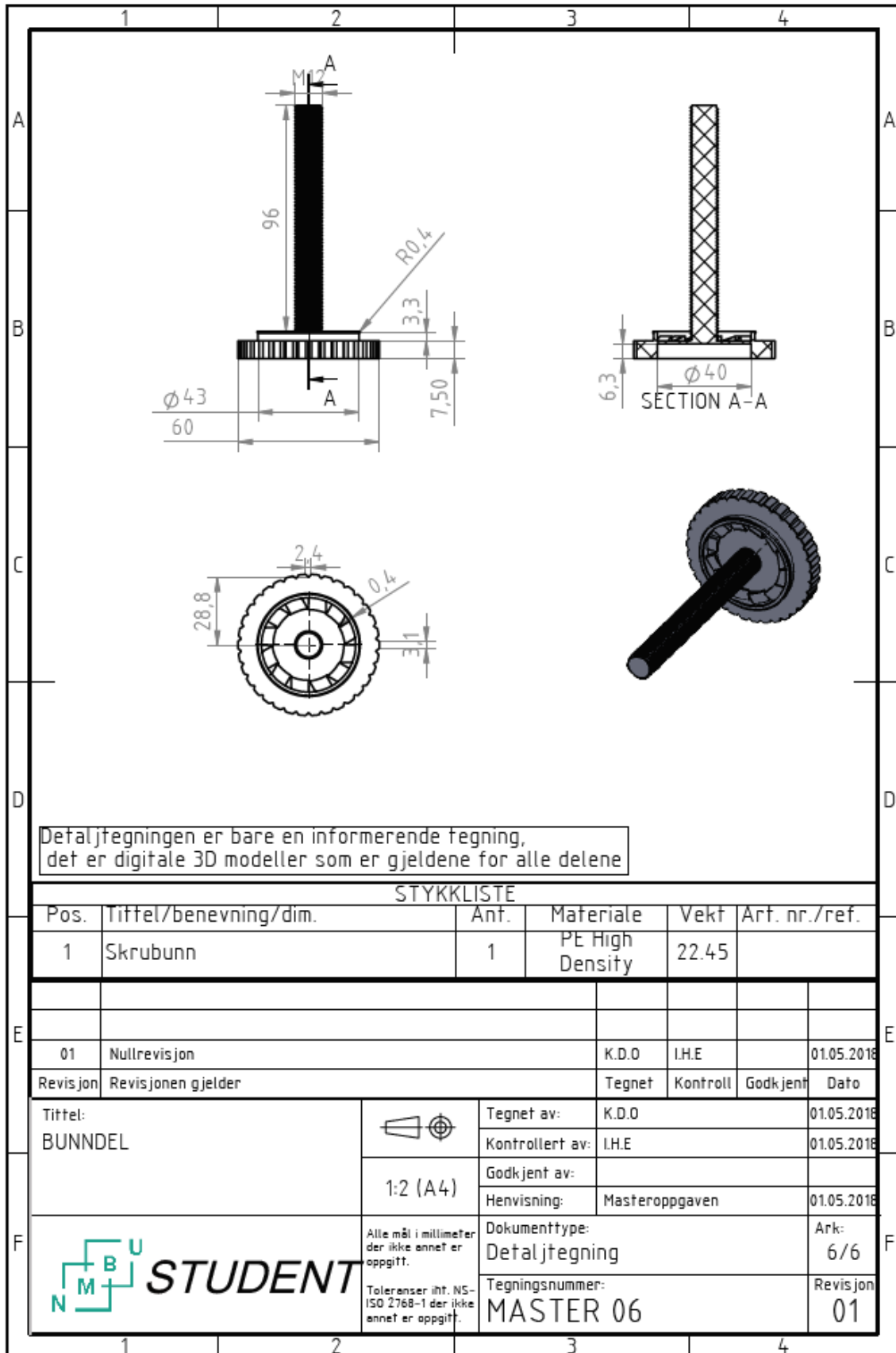
1	2	3	4																																																	
A				A																																																
B				B																																																
C	STYKKELISTE			C																																																
D	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 8%;">Pos.</th> <th style="width: 42%;">Tittel/benevning/dim.</th> <th style="width: 8%;">Ant.</th> <th style="width: 18%;">Materiale</th> <th style="width: 8%;">Vekt (g)</th> <th style="width: 19%;">Art. nr./ref.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">1</td> <td>Lokk</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>PE High Density</td> <td style="text-align: center;">9.23</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">2</td> <td>Skjærelokk</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>PE High Density</td> <td style="text-align: center;">14.70</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">3</td> <td>Knivblad</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>1023 Carbon Steel Sheet (SS)</td> <td style="text-align: center;">2.50</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">4</td> <td>Pressplate</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>PE High Density</td> <td style="text-align: center;">7.17</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">5</td> <td>Absorberende pute</td> <td style="text-align: center;">2</td> <td></td> <td style="text-align: center;">-</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">6</td> <td>Sylinder</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>PE High Density</td> <td style="text-align: center;">33.79</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">7</td> <td>Bunddel</td> <td style="text-align: center;">1</td> <td>PE High Density</td> <td style="text-align: center;">22.45</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Pos.	Tittel/benevning/dim.	Ant.	Materiale	Vekt (g)	Art. nr./ref.	1	Lokk	1	PE High Density	9.23		2	Skjærelokk	1	PE High Density	14.70		3	Knivblad	1	1023 Carbon Steel Sheet (SS)	2.50		4	Pressplate	1	PE High Density	7.17		5	Absorberende pute	2		-		6	Sylinder	1	PE High Density	33.79		7	Bunddel	1	PE High Density	22.45		D
Pos.	Tittel/benevning/dim.	Ant.	Materiale	Vekt (g)	Art. nr./ref.																																															
1	Lokk	1	PE High Density	9.23																																																
2	Skjærelokk	1	PE High Density	14.70																																																
3	Knivblad	1	1023 Carbon Steel Sheet (SS)	2.50																																																
4	Pressplate	1	PE High Density	7.17																																																
5	Absorberende pute	2		-																																																
6	Sylinder	1	PE High Density	33.79																																																
7	Bunddel	1	PE High Density	22.45																																																
E	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 5%;">01</td> <td style="width: 45%;">Nullrevisjon</td> <td style="width: 10%;">K.D.O</td> <td style="width: 10%;">I.H.E</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">30.04.2018</td> </tr> <tr> <td>Revisjon</td> <td>Revisjonen gjelder</td> <td>Tegnet</td> <td>Kontroll</td> <td>Godkjent</td> <td>Dato</td> </tr> </table>			01	Nullrevisjon	K.D.O	I.H.E		30.04.2018	Revisjon	Revisjonen gjelder	Tegnet	Kontroll	Godkjent	Dato	E																																				
01	Nullrevisjon	K.D.O	I.H.E		30.04.2018																																															
Revisjon	Revisjonen gjelder	Tegnet	Kontroll	Godkjent	Dato																																															
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 35%;"> Tittel: SAMMENSTILLINGSTEGNING Exploded view </td> <td style="width: 10%; text-align: center;">  1:5 (A4) </td> <td style="width: 25%;"> Tegnet av: K.D.O Kontrollert av: I.H.E Godkjent av: Henvising: Masteroppgaven </td> <td style="width: 30%;"> 30.04.2018 30.04.2018 30.04.2018 </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="font-size: small;"> Alle mål i millimeter der ikke annet er oppgitt. Toleranser iht. NS-ISO 2768-1 der ikke annet er oppgitt. </td> <td> Dokumenttype: Sammenstillingstegnign Tegningsnummer: MASTER 01 </td> <td> Ark: 1/6 Revisjon 01 </td> </tr> </table>			Tittel: SAMMENSTILLINGSTEGNING Exploded view	 1:5 (A4)	Tegnet av: K.D.O Kontrollert av: I.H.E Godkjent av: Henvising: Masteroppgaven	30.04.2018 30.04.2018 30.04.2018		Alle mål i millimeter der ikke annet er oppgitt. Toleranser iht. NS-ISO 2768-1 der ikke annet er oppgitt.	Dokumenttype: Sammenstillingstegnign Tegningsnummer: MASTER 01	Ark: 1/6 Revisjon 01	F																																								
Tittel: SAMMENSTILLINGSTEGNING Exploded view	 1:5 (A4)	Tegnet av: K.D.O Kontrollert av: I.H.E Godkjent av: Henvising: Masteroppgaven	30.04.2018 30.04.2018 30.04.2018																																																	
	Alle mål i millimeter der ikke annet er oppgitt. Toleranser iht. NS-ISO 2768-1 der ikke annet er oppgitt.	Dokumenttype: Sammenstillingstegnign Tegningsnummer: MASTER 01	Ark: 1/6 Revisjon 01																																																	
1	2	3	4																																																	











Vedlegg I: Økonomiske beregninger

Tabell 20: Konseptutviklingskostnader med timer brukt, timepris og totalsum.

Konseptutvikling			
	Timer	Pris, NOK	Sum, NOK
Konseptutforming forprosjekt	645	650 /time	387 000
Utredningsarbeid	280	650 /time	182 000
Teoretiske beregninger	200	650 /time	130 000
3D-fremstilling	200	650 /time	130 000
Rapport	500	650 /time	325 000
Prototypetesting	100	650 /time	65 000
SUM	1925	650/time	1 219 000

Fly transport mot båt:

Fly og båttransportpriser koster ca. like mye, men med båttransport er det muligheter for å sende 313 ganger så mye produkt som med fly.

Fly kan sende 225kg fordi det har plass restriksjoner og volumrestriksjoner

Båt kan sende 70520kg i en konteiner

$$\frac{70520kg}{225kg} = 313,4$$

Hvor stor andel av dagens pris på emballerte laks er selve emballasjen:

Vakuumposer 2-3kr/kg⁴

Estimert kilopris røkelaks 550kr

$$3kr \cdot 4,2 = 12,6$$

$$\frac{12,6}{550} = 2,3\%$$

Knivblad:⁷⁹

- Brytebladkniv biltema 10 pakk 20kr
- 3-4 knivblad per brytebladkniv
- Totalt 35 knivblad
- $20/35 = 0,6kr$ per knivblad

Absorberende puter

- Pris: 1,2 Eurocent per stk = 0,12 NOK
- 2 stk per emballasje

Lokk

Ca. 300 000 for 2 stk støpeformer

$$\left(1,17 \text{ kr/stk} \cdot \frac{9,23 \text{ g}}{33,83 \text{ g}}\right) \cdot 2\,000\,000 \text{ stk} = 638\,433 \text{ kr}$$

MAP

Vakuumposer 2-3 kr per kilo ⁴

2-3 kr delt på 5 gir prisen på en vakuumpose for 200g røkelaks.

Antar 1:1 forhold på pris på vakuumposer og MAP-posere.

3kr/kg ganger 0,2 kg = 0,6 kr

0,6 kr per MAP-pose

Finner enhetskost med 200g røkelaks

For 200g må sylinder og spindel økes med 66,67 mm

Sylinder 53,01g

$$\left(1,17 \text{ kr/stk} \cdot \frac{53,01 \text{ g}}{33,83 \text{ g}}\right) \cdot 2\,000\,000 \text{ stk} = 3\,666\,668 \text{ kr}$$

Bunndel 28,41g

$$\left(1,17 \text{ kr/stk} \cdot \frac{28,41 \text{ g}}{33,83 \text{ g}}\right) \cdot 2\,000\,000 \text{ stk} = 1\,965\,102 \text{ kr}$$

Ny total

$$1\,965\,102 + 495\,944 + 1\,016\,790 + 3\,666\,668 + 638\,433 = 7\,782\,937 \text{ kr}$$

Estimat på nye støpeformer øker prisen med 200 000

$$\frac{7\,782\,937 \text{ kr} + 2\,020\,000 \text{ kr} + 14\,880 \text{ kr}}{2\,000\,000} + 0,6 \text{ kr} + 0,6 \text{ kr} + 0,23 = 6,3 \text{ kr}$$

Finner kilopris uten emballasje:

$$\frac{550kr}{kg} \text{ laks} \cdot 0,978 = 537,9$$

Finner hva 200g laks vil koste

$$\frac{537,9kr}{kg} \text{ laks} \cdot 0,20kg \text{ laks} = 107,58kr$$

Finner butikkprisen til emballasjen:

$$\text{Enhetskost} \cdot 4,2 = \text{butikkpris(emballasje)}^{68}$$

$$6,3 \text{ kr} \cdot 4,2 = 26,6 \text{ kr}$$

Butikkpris til laks + emballasje:

$$\text{Butikkpris(emballasje)} + \text{Laksepris} = \text{Produktpris}$$

$$26,6 + 107,58 = 134,2 \text{ kr}$$

Finner ny kilopris for produktet som inkorporerer dyr emballasjepris

$$\frac{134,2 \text{ kr}}{0,2 \text{ kg}} = 671,0 \frac{\text{kr}}{\text{kg}}$$

Vedlegg J: Verktøy og produksjonstilbud fra HV plast /ved Bjørn Ellingsen

Pris estimat på produksjon

FIRMA NAVN															
KONTAKTPERSON	Idar Holmbek Engebretsen														
TF															
MAIL	idar.engebretsen@gmail.com														
Pris estimat på produksjon															
HV PLAST KUNDENS ART NR	BETEGNELSE	STUKUSTID	VOLUM PÅ DEL MM3	EGENVEKT RÅSTOFF	VEKT I GRAM	KAVITETER	MASKIN	ANTALL PR ÅR	ANTALL PR KJØRING	RÅSTOFF	MB/FARGE KODE	ESKE NR.	PAKKING/M ONTASJE PR. ESKE	ANTALL SALGSPRIS KUNDE	KOMMENTAR
P99566	1 Hylse	45	35298	0,952	34		8 M 30	1 600 000	400 000	30709 Nel		38033	Brett Eske	100	1,17 Kilo pris råstoff 14,00 NOK

NOTAT:

Alle priser er eks. moms og utregnet utfra ovenforstående parameter, ferdig pakket i buk i angitte eske.

Alle priser er basert på automatisk kjøring.

Priser er EXW hvis annet ikke er avtalt med kunde.

Tilbudet gjelder i 1 måned.

Betalings betingelser 30 dager.

Bjørn Ellingsen 28032018

08022017

Utrekning av verktøy priser

FIRMA NAVN	
KONTAKTPERSON	Idar Holmbek Engebretsen
TLF	
MAIL	idar.engebretsen@gmail.com

Verktøy priser																		
Tegnings nummer	Betegnelse på del	Råstoff	Vekt del i gram	KAV.	TAIWAN	NORGE	LEV. TID	Kurs på \$ 1,0 = NOK	Skudd garanti stk.	Salgssum	Kommentar							
1	Hylse	PEHD	34	8	23800		50 - 60 dager	7,75	1 000 000	220 000	Varm kannal							

Prisene er eks frakt/moms og test kjøring.

Hvis råstoff skal sendes til verktøy leverandør fra Norge, må råstoff og frakt dekkes av kunde.

Råstoff brukt til prøvestøping hos verktøy maker dekkes av kunde.

Leveringstid er etter godkjente verktøy tegninger. Godkjent av Kunde eller Hv Plast AS.

Disse priser på verktøy innebærer at Hv Plast AS får produksjonen som angitt i forespørsel.

Betalings betingelser verktøy: 50 % ved bestilling og 50 % ved godkjente utfalls prøver. Netto pr. 10 dager.

Dollar kurs som er brukt er dagens kurs. Ved fakturering av verktøy, brukes dollar kurs som Hv Plast har betalt etter.

Tilbudet gjelder i 1 måned.

Bjørn Ellingsen

28032018

Vedlegg K: Test av flytegrense til kaldrøkt laks

Dette er et korrigert utdrag fra tip300 oppgaven skrevet høsten 2017.

Introduksjon

Ved bruk av denne emballasjetypen vil stykkene med røkelaks bli trykket sammen for at knivbladet i lokket skal kunne skjære gjennom laksestykket. Dette skal gjøres ved å skru en plate opp mot enden av laksestykket og presse det sammen. Materialer oppfører seg ulikt ved belastning, enten deformeres det plastisk, elastisk eller en kombinasjon.⁵⁷ Røkelaksen vil bli deformert, og fordi konstruksjonen av beholderen ikke er helt tett, vil det være små sprekker hvor røkelaksstykket kan presses gjennom. I dette forsøket ble røkelaksstykker lagt i kjøleskap i ca. 20 timer, deretter ble de tatt ut og trykktestet i løpet av to timer etter at de ble tatt ut. Gjennom disse trykktestene var målet å identifisere ved hvilket trykk laksen endret struktur og ble presset gjennom de små åpningene i beholderen.

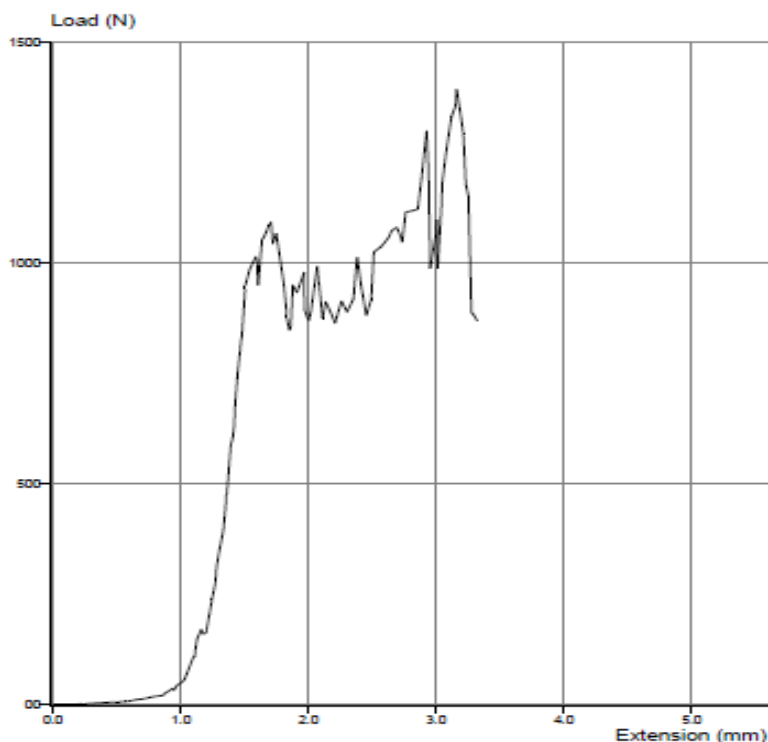
Materiale og metode

To spesiallagde testceller ble brukt, en til å presse ned på stykket og en for å holde stykket samtidig som det begrenset hvor røkelaksen kunne utvide seg ved sammentrykking.⁷³ Diameteren på trykkcellen og holdecellen var 70 mm. Røkelaksstykkene ble kuttet i 20mm tykke skiver og pakket tett inn i testcellen med kuttflatene mot bunn av holdecellen og opp mot trykkcellen. To hull med 5 mm diameter ble boret på hver side av trykkcellen for å simulere de små sprekke i emballasjen. Maksimal sammentrykking ble satt til 10mm og maksimal kraft som kunne settes på teststykket ble satt til 1500N.

Laksestykket ble påført stigende kraft samtidig som sammentrykking ble målt. Når kraften som ble påsatt ikke økte jevnt, men alternerte rundt et område ble forsøket stanset og laksestykkene som ble utsatt for trykk ble erstattet av nye laksestykker.

Resultater

Ved trykktesting av laksestykkene ble det observert at ved en påsatt kraft på ca. 1000N begynte røkelaks å bli presset opp av hullene i trykkcellen med jevn hastighet. Kraften som trykket ned på laksestykket økte heller ikke, men alternerte i et område rundt denne verdien (Figur 55). I alt ble åtte lakseprøver testet og av resultatene ble det regnet ut et snitt som ble på 1056,25N.



Figur 55 Kraft/sammentrykningsgraf første prøve.

Diskusjon

Ved å bruke disse verdiene for kraft og sammentrykking kunne tilnærmet flytegrense regnes ut for røkelaksstykkene ved formel for E-modul⁷⁸:

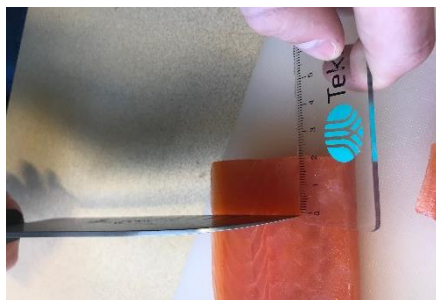
Elastisitetsmodul:

$$E_{laks} = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \frac{F \cdot L_0}{A_{test} \cdot \Delta L} \quad (21)$$

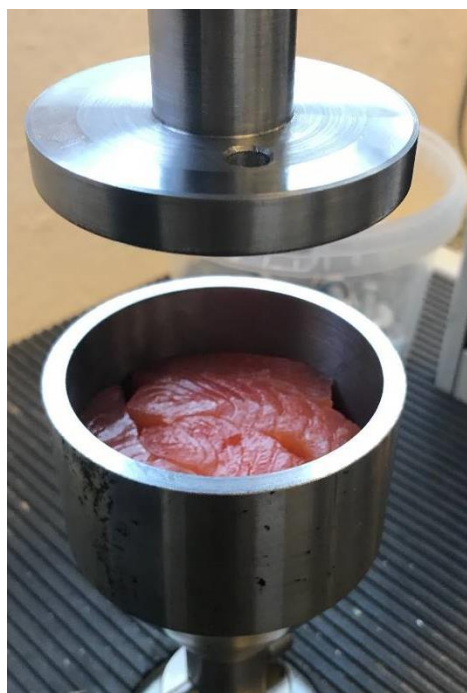
$$\frac{1056,25N \cdot 20mm}{3848,45mm^2 \cdot 1,41mm} = 3,9MPa$$

Ved å finne en verdi for E-modulen til røkelaks er det ved dette trykket røkelaks antas å endre strukturen og begynne å flyte.

Det kan sees av kraft/deformasjon grafene at det er noe variasjon mellom de ulike stykkene av røkelaks. Dette kan være på grunn av hvordan laksekjøtt er bygd opp, nemlig fibre. Om en sprekk faller rett over et fiberskille kan dette bety at det aktuelle laksestykket vil endre strukturen ved lavere trykk enn beregnet. Andre ukontrollerbare variasjoner kan også være hvordan røkelaksen har fått noe varierende mekaniske egenskaper gjennom prosessering, og at resultater kan variere noe mellom teststykkene.



Figur 56: Laksestykker måles opp i forberedelser til forsøk (eget foto).

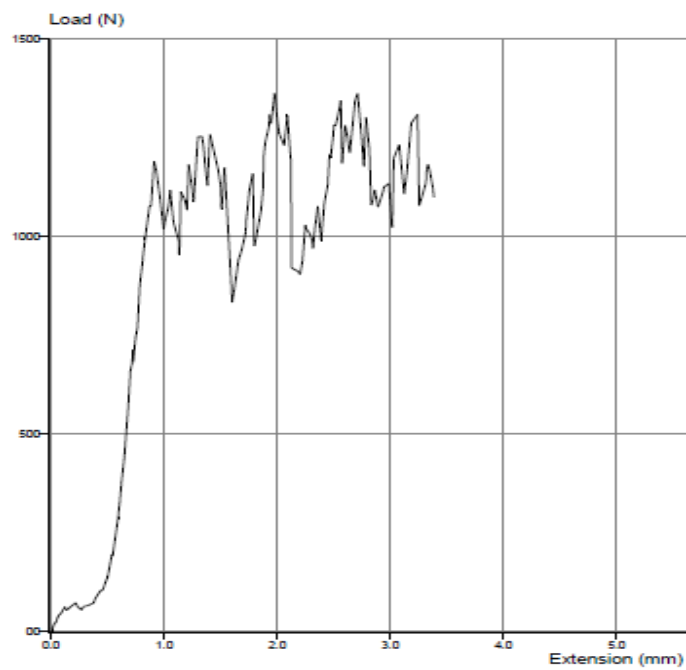


Figur 57: Trykktester med lakseprøver i (eget foto).

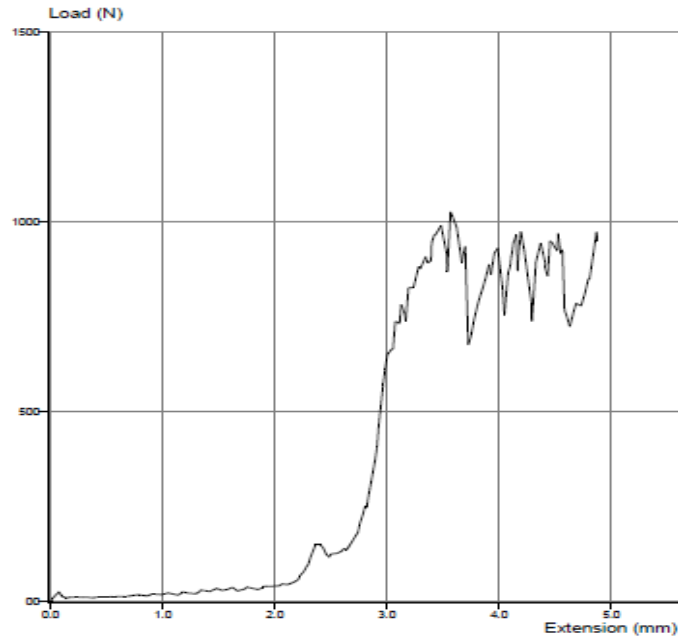


Figur 58: Testceller montert på maskin før det presses ned og etter laks har blitt presset ut av hullene i presselokket (eget foto).

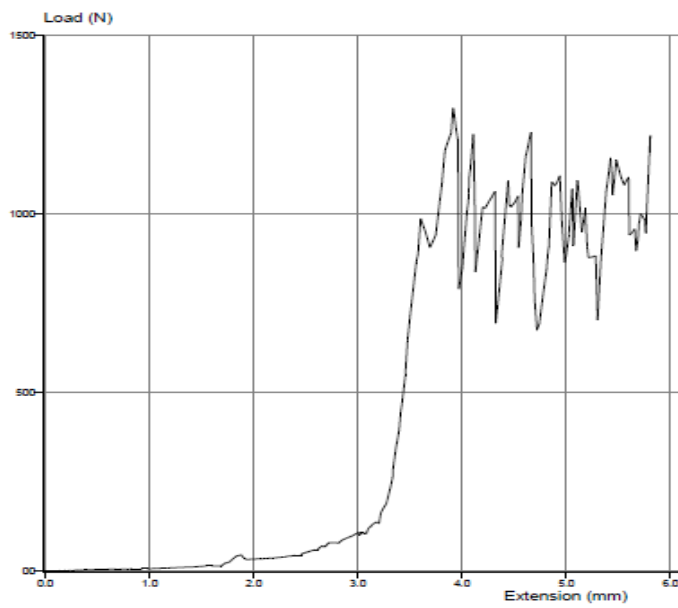
Trykktestingsresultater



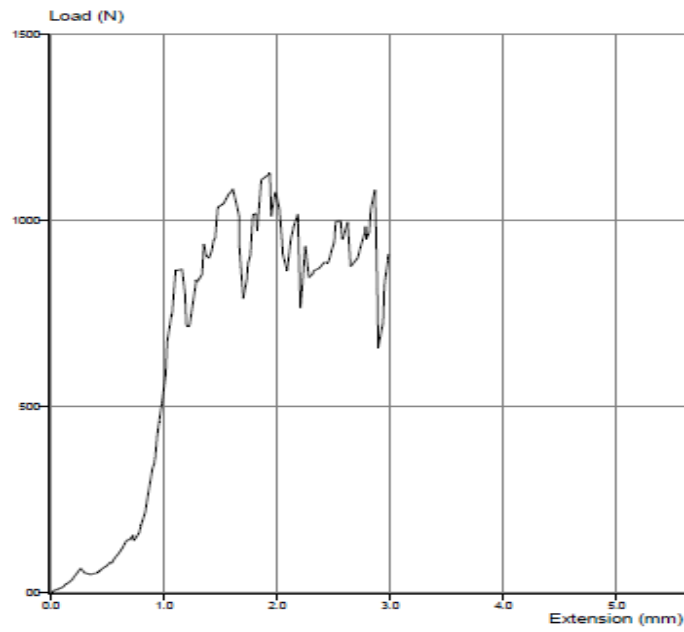
Figur 59 Kraft/sammentrykningsgraf andre prøve.



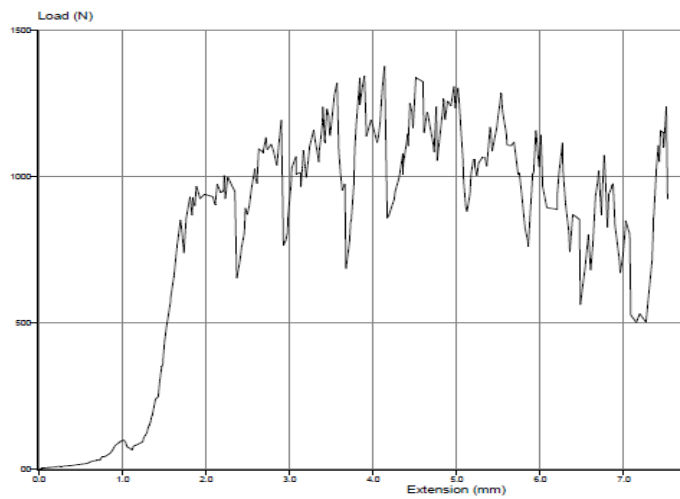
Figur 60 Kraft/sammentrykningsgraf tredje prøve.



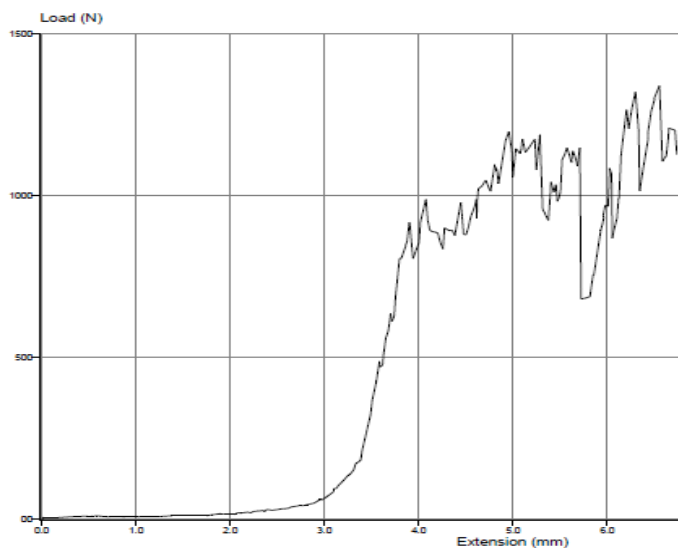
Figur 61 Kraft/sammentrykningsgraf fjerde prøve.



Figur 62 Kraft/sammentrykningsgraf femte prøve.



Figur 63 Kraft/sammentrykningsgraf sjette prøve.



Figur 64 Kraft/sammentrykningsgraf syvende prøve.

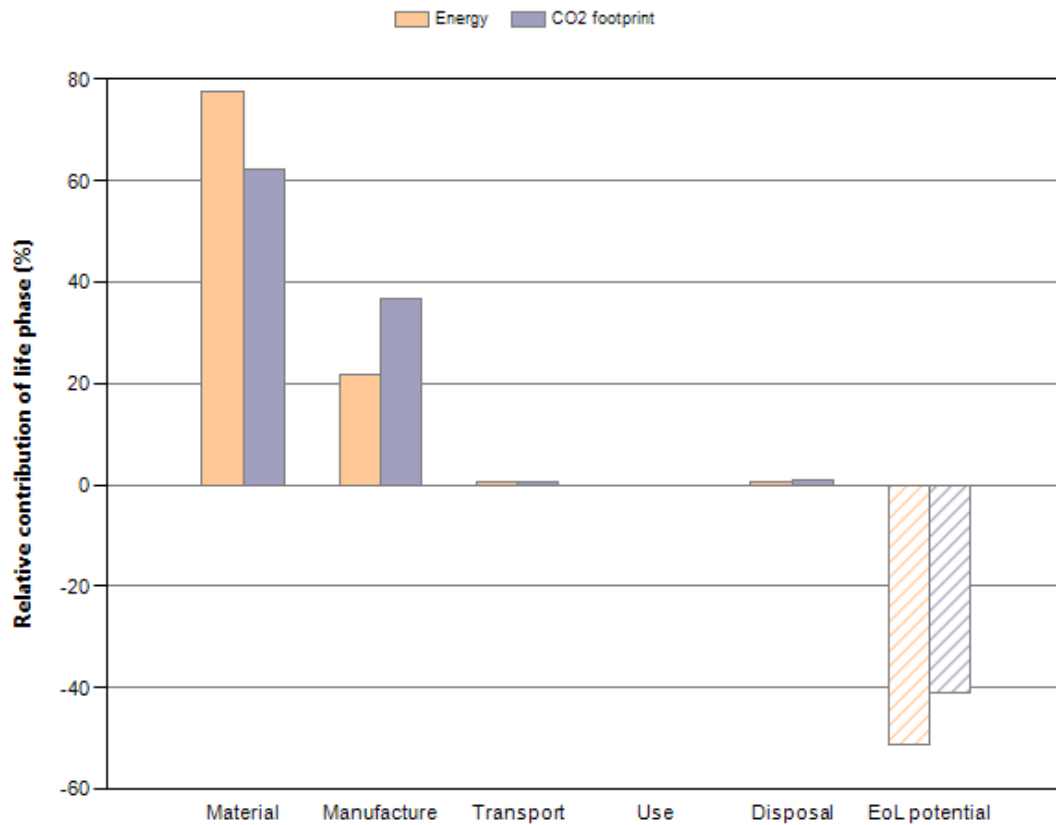
Vedlegg L: Miljøanalyser CES EduPack



Eco Audit Report

Product name Emballasje produksjon Norge
Country of use Norway
Product life (years) 0,5

Summary:



[Energy details](#)

[CO2 footprint details](#)

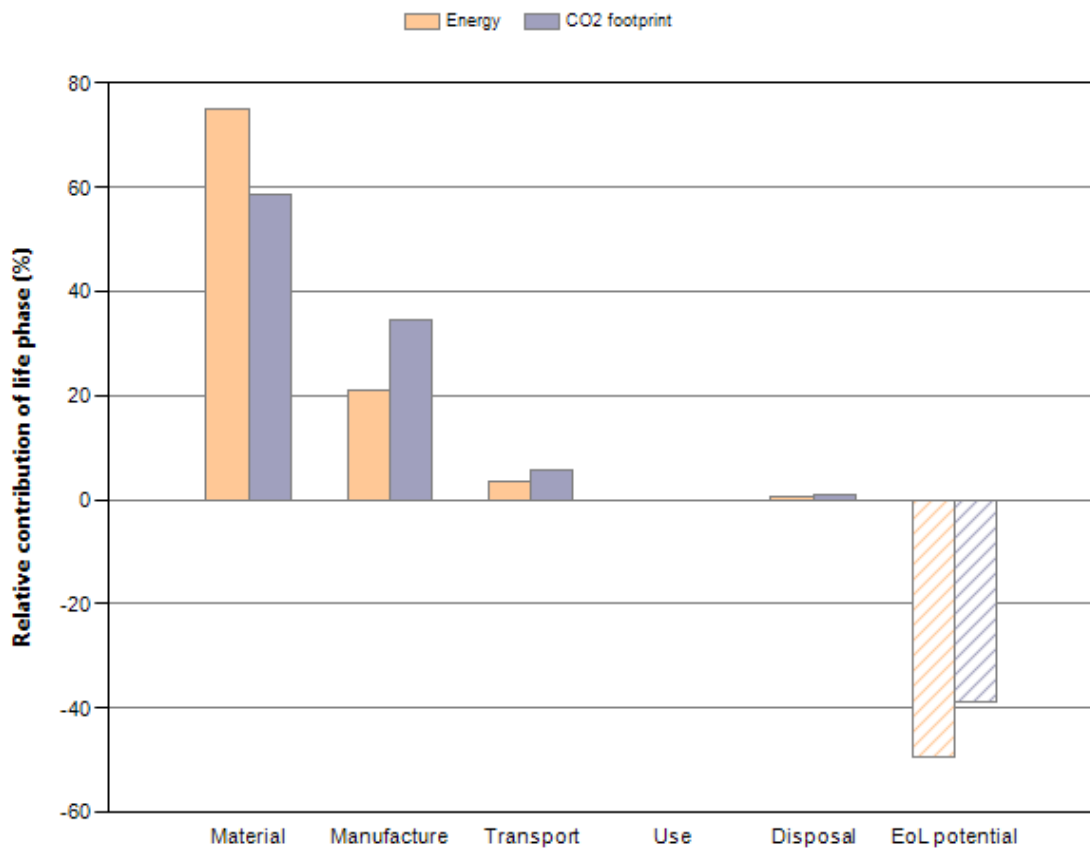
Phase	Energy (MJ)	Energy (%)	CO2 footprint (kg)	CO2 footprint (%)
Material	6,15	77,6	0,218	62,1
Manufacture	1,71	21,6	0,128	36,7
Transport	0,00399	0,1	0,000283	0,1
Use	0	0,0	0	0,0
Disposal	0,0547	0,7	0,00383	1,1
Total (for first life)	7,92	100	0,35	100
End of life potential	-4,06		-0,144	



Eco Audit Report

Product name: Emballasje produksjon Kina
Country of use: Norway
Product life (years): 0,5

Summary:



[Energy details](#)

[CO2 footprint details](#)

Phase	Energy (MJ)	Energy (%)	CO2 footprint (kg)	CO2 footprint (%)
Material	6,15	74,9	0,218	58,7
Manufacture	1,71	20,9	0,128	34,6
Transport	0,294	3,6	0,0209	5,6
Use	0	0,0	0	0,0
Disposal	0,0547	0,7	0,00383	1,0
Total (for first life)	8,21	100	0,371	100
End of life potential	-4,06		-0,144	



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

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway